

enova

Energías limpias de **Andalucía**

Nº 4. Enero-Marzo 2010

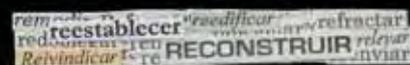
El nuevo culto al Sol

Andalucía reinventa *Stonehenge*

Especial Termosolar
**Almacenamiento:
el as en la manga de la
termoeléctrica**

Eólica
**La I+D+i soñada por la
Economía Sostenible**

Captura y
Almacenamiento de CO₂
**Interpretando los
latidos de la Tierra**



Re_ es un compromiso para proporcionar agua, energía e infraestructuras por un futuro sostenible. Es una actitud. La de 35.000 personas en 35 países apostando por la innovación como único medio para avanzar y contribuir al progreso de todos.

Pero **Re_** es, sobre todo, una invitación. Para poner en marcha las miles de cosas que necesitamos hacer juntos. **Y hacerlo ya.**

Si quieres saber qué estamos haciendo, entra en re.accionna.com

RE_  **acciona**

MÁS ALLÁ DEL PRERREGISTRO

Cuando las inversiones en energías renovables estaban empezando a entrar en colapso, el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha reconducido la situación, con la inscripción de 9.050MW, el pasado mes de diciembre, en el registro de preasignación de retribución para las instalaciones del Régimen Especial. Un desbloqueo que ha servido para que muchos respiren, y en el que Andalucía ha sido, una vez más, abanderada y líder en potencia asignada, con 2.606,8MW a instalar del total antes citado. Una cifra que representa el 28,8% de la energía limpia que se pondrá en operación de aquí a 2013 en España.

Por tecnologías, nuestra Comunidad Autónoma desarrollará uno de cada cuatro megavatios eólicos –el 25% de la potencia asignada– y uno de cada tres termosolares –37,02%– hasta el 31 de diciembre de 2013. Concretamente, 1.686 MW para aprovechar la energía del viento y 866MW para convertir la luz solar en electricidad.

Por lo tanto, si nos atenemos a que somos el 17% del territorio y esa misma cifra poblacional respecto al total del país, podemos enarbolar la bandera del optimismo y el liderazgo en un ámbito, el de las energías renovables, en el que Andalucía lleva ejerciendo una de las primeras plazas desde que empezara esta aventura. Podría decirse, entonces, que mantenemos el rumbo y que se avanza con paso firme.

Pero si miramos más en frío los datos, la euforia inicial puede tornarse en moderación, considerando otros prismas acerca de la asignación de potencia que ha hecho el Ministerio.

Porque el listado de nuevas adscripciones al Régimen Especial supone, en el ámbito eólico, que nuestra región incrementará su potencia en un 80% en sólo cuatro años, pasando de los casi 2.200MW que ahora operan en territorio andaluz a los 3.900 que estarán funcionando antes de que finalice 2013. Y sin embargo, si arrimamos esta cifra a las pretensiones del Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética, en las que se apuntaba a los 4.800MW eólicos para esa misma fecha, la conclusión es clara: el prerregistro limitará las aspiraciones de la Comunidad Autónoma en materia eólica.

En termosolar, quizá por ser

Por tecnologías, nuestra Comunidad Autónoma desarrollará uno de cada cuatro megavatios eólicos –el 25% de la potencia asignada– y uno de cada tres termosolares –37,02%– tras la nueva inscripción en el prerregistro

hasta ahora una industria incipiente, los números cuadran a nivel autonómico, porque la Junta de Andalucía aspiraba a 800MW en 2013 y serán 866 los que operen a finales de ese año. Y aún así, la Agencia Andaluza de la Energía ya contaba con 3.100MW termoeléctricos priorizados, lo que significa que más de 2.200MW se quedan en compás de espera, al menos, hasta que vuelva a abrirse el prerregistro para eólica y termosolar, cerrado mientras no se vayan ejecutando las potencias concedidas en noviembre y diciembre del pasado año.

Llegados aquí, cabe preguntarse entonces si, efectivamente, el ritmo de implantación que está marcando el Ministerio de Industria es el más apropiado, o si ese desarrollo, aconsejado por Red Eléctrica en el Informe sobre generación renovable a medio plazo 2009-2014, supone un cuello de botella para el sector de las energías limpias, sugiriendo la entrada de 3.000 a 3.300MW renovables al año.

Porque, si extrapolamos las limitaciones que en el caso de Andalucía está suponiendo contar con el registro de preasignación a nivel nacional, cabe preguntarnos si esa ralentización en el desarrollo de las energías limpias no se convertirá también en pérdida de liderazgo, competitividad y capacidad innovadora del sector a escala planetaria.

En este caso, la respuesta quizá haya que encontrarla fuera del círculo. Es decir, que el paulatino y racional despliegue de las renovables conforme a la capacidad del sistema eléctrico español y de los apoyos mediante primas a las distintas tecnologías tendrá que venir también respaldado por la internacionalización del negocio empresarial.

Y en ese escenario, las corporaciones españolas parten también con un notable 'expertise' para liderar la implantación de un desarrollo energético sostenible en la comunidad internacional.

Esa es la razón por la que el sector eólico nacional ya está inmerso

en una I+D+i en la que lideramos junto a Alemania las iniciativas europeas, conscientes de que el negocio offshore representa un nuevo área de negocio que moverá cantidades astronómicas, como los cien mil millones de volumen de inversión para 40.000MW en el horizonte 2020.

Y esa es también la causa por la que, en el apartado termosolar, las grandes compañías miran con optimismo hacia Estados Unidos, Oriente Medio y el Norte de África como lugares donde desplegar la capacidad, el know-how y el potencial de una industria que ha desbordado todas las previsiones en territorio nacional.

Esa aventura internacional es, sin duda, el camino para crecer en Andalucía y España con criterios sostenibles en el ámbito de las energías renovables sin que, por ello, se vea mermado el espectacular empuje de un sector llamado a protagonizar el paso a una economía sostenible.



José Manuel Saborido
Director

Elogio del horizonte (Chillida). El sector de las renovables, que debe atender a un crecimiento sostenible en España, deberá mirar al horizonte internacional para no perder competitividad.



El paulatino y racional despliegue de las renovables conforme a la capacidad del sistema eléctrico español y de los apoyos mediante primas a las distintas tecnologías tendrá que venir también respaldado por la internacionalización del negocio empresarial



enova

Energías limpias de **Andalucía**

www.enova-andalucia.es

Director

José Manuel Saborido

jmsaborido@enova-andalucia.es

Coordinadora de Redacción

Ángela Herrera

hcangela@enova-andalucia.es

Redacción

José Ramón Urbano, Sonia Rodríguez, Reyes Moreno

redaccion@enova-andalucia.es

Diseño y Maquetación

Persia Editorial

aviles@persiaeditorial.com

Firmas en este número:

Valeriano Ruiz, Carlos Pizá, Cristóbal García, Juan José Argudo y APREAN

Consejo Asesor:

Francisco Bas Jiménez. *Director de la Agencia Andaluza de la Energía*

Mariano Barroso Flores. *Presidente de la Asociación de Promotores y Productores de Energías Renovables de Andalucía*

Valeriano Ruiz Hernández. *Presidente del Centro Tecnológico Andaluz de las Energías Renovables*

Cristóbal García Ruz. *Presidente de Biodiésel de Andalucía*

José Javier Brey Sánchez. *Presidente de la Plataforma Española del Hidrógeno y Pilas de Combustible*

Aurelio Azaña García. *Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Andalucía Occidental*

Foto de portada: PS 20, Plataforma Solúcar. Abengoa Solar.

Fotografías:

Archivo ENOVA, José Manuel Saborido, Asociación Empresarial Eólica,

Abengoa Solar

Edita:

ENOVA. Energías Limpias de Andalucía.

Suscripciones:

suscripciones@enova-andalucia.es

Publicidad:

Gexme

fernando@gexme.es

Imprime: Escandón Impresores

Depósito legal: SE 1870-2009

6-29

Stonehenge, cinco mil años después

La energía termosolar despegará definitivamente a escala mundial, y muy especialmente en España y Andalucía. En este especial analizamos los distintos retos a los que se enfrenta este tipo de generación limpia en el futuro y contamos con las firmas de dos voces autorizadas, Carlos Pizá y Valeriano Ruiz, que aportan su visión de la nueva proyección de la termoeléctrica. Además, la patronal de las Energías Renovables en Andalucía reclama estabilidad normativa en su espacio de opinión.

30-33

La I+D+i soñada por la Economía Sostenible

Traemos a las páginas de ENOVA un reportaje acerca de cómo la industria eólica se prepara para continuar en la vanguardia de esta tecnología a nivel mundial, participando en numerosos proyectos de investigación y dedicando el 5% de su PIB a la I+D.

36-38

La fotovoltaica de los mil usos

El equipo investigador de José Antonio Anta ensaya desde la Universidad Pablo de Olavide con la célula de Grätzel en fotovoltaica para aumentar su eficiencia y abaratar sus costes. El objetivo pasa por poner esta tecnología en el 'comprar, llevar a casa e instalar', que haga de la fotovoltaica una energía de uso generalizado.

39-48

La rigurosa bondad del biodiésel

A lo largo de diez páginas abordamos los pasos adelante que Andalucía está dando en



52



60



64

materia de biomasa y, además, desenmascaramos la farsa que fue la campaña contra los biocombustibles, a partir de datos científicos aportados por el CIEMAT.

49-51

Martínez Salcedo: “En Andalucía somos capaces de despegar en sostenibilidad, es cuestión de creérselo”

Desde la visión que le aporta ser el responsable de la elaboración del Informe sobre Sostenibilidad de Andalucía, este experto en cuestiones ambientales remarca que la Comunidad Autónoma está en el buen camino hacia un futuro más respetuoso con el entorno, en el que las renovables jugarán un papel relevante. Una senda en la que también los hogares serán pieza clave, incorporando energías limpias a su construcción.

52-53

Interpretando los latidos de la Tierra

La empresa Geognosia es onubense, y mediante técnicas magneto telúricas desentraña las simas en las que España podrá acoger dióxido de carbono, capturado antes en procesos industriales.

54-60

Eficiencia energética en edificios

A través de tres proyectos emblemáticos y de una tribuna de opinión, entramos de lleno a contar cómo avanza Andalu-

cía en un ámbito en el que dista aún mucho camino por recorrer para alcanzar cotas de eficiencia en cómo construimos.

61-63

La ETSI se refresca al sol

Será el ‘aire acondicionado’ del futuro. Se conoce como frío solar, y consiste en transformar la energía del sol en climatización interior para edificios. La Escuela de Ingenieros ya ensaya un prototipo para abaratar costes.

64-66

Libros, Internet, agenda

Novedades editoriales, lugares del ciberespacio y citas formativas, conferencias, ferias y congresos en torno a las renovables. Todo en tres páginas para no dejar pasar nada de lo que se cuece en el sector.



54

Stonehenge cinco mil años después



Hace cinco milenios, el hombre levantaba conjuntos de grandes piedras para sus rituales, que disponía conforme a determinados movimientos del Sol. En el cromlech de Stonehenge -Reino Unido-, cuando se producía el solsticio de verano, la estrella que hace posible la vida en la Tierra salía justo atravesando el eje de la construcción, en un alarde de conocimiento astronómico en aquella remota fecha.

Ahora, cinco milenios más tarde, el avance de la ciencia y la investigación recupera aquellas intuiciones de nuestros antepasados para aprovechar la luz solar, concentrarla y convertirla después en energía térmica y eléctrica.

Una generación de energía limpia, la termoeléctrica, que mantiene abiertas sus cuatro vertientes tecnológicas -torre central, colec-

tores cilindro parabólicos, motor stirling y fresnel- y que avanza en otros retos como el almacenamiento de esa energía para su aprovechamiento cuando el Sol se pone.

Un desarrollo en el que Andalucía es pionera, y que ahora comienza a implantarse definitivamente a escala mundial y muy especialmente en España y en nuestra Comunidad Autónoma como avanzada.

Así lo respalda además la última apuesta que el Gobierno ha hecho para mantener el liderazgo mundial en esta tecnología y contar con 2.339 MW termosolares a finales de 2013, con un ritmo de instalación que estará en torno a los 500 MW anuales. Como aperitivo de esta carrera hacia un futuro energético sostenible, a finales de este año ya habrá conectados a la red 861 MW -un 15% más de lo que establecía el Plan de Energías Renovables 2005-2010-.

Una apuesta que permitirá al sector programar en un horizonte estable de tres años y que, además, potenciará el empleo en la incipien-

te industria termosolar andaluza. Sólo esta Comunidad Autónoma instalará, de aquí a 2013, casi cuatro de cada diez megavatios termoeléctricos inscritos en el registro de preasignación del Ministerio de Industria. Una cifra, 866,4 MW, que representan el 37,02% del total asignado, y que se distribuirán en 18 nuevas plantas.

El avance termosolar en España

MW a
instalar

2009

350

2010

530,4

2011

516,5

2012

500,39

2013

442,6



PS10 y PS20, en la Plataforma Solúcar, colocan en vanguardia a Andalucía en la carrera termosolar.

★ La termosolar instalará 2.400 megavatios de aquí a finales de 2013, según la planificación que recientemente ha elaborado el Ministerio de Industria, que se recoge en la Resolución de 19 de noviembre de la Secretaría de Estado de Energía

En la rampa de lanzamiento

■ Sonia Rodríguez

★ *Respecto al futuro, desde el sector se insta al Ejecutivo central a trabajar en el próximo marco legislativo, que deberá aplicarse en el plazo de tres años, y que otorgue estabilidad a esta industria, con primas "descendentes, pero realistas"*

“El proceso de cambio del sistema energético mundial ha comenzado ya y no se va a parar”. Así de contundente se muestra el Presidente de la Asociación Protermosolar, Valeriano Ruiz, una idea que también comparte Isabel de Haro, presidenta de la Agencia de la Energía de la Junta de Andalucía, y a la que se une el hecho de que la termosolar instalará 2.400 megavatios hasta finales de 2013 en España.

La reducción del carbón y los precios de los combustibles fósiles son los que han encendido una mecha que ahora se considera imposible apagar, y que conducirá a la expansión de las renovables en los próximos años, de la mano además de la lucha contra el cambio climático. En esa línea, el interés que están demostrando muchas empresas privadas en estas nuevas tecnologías, demuestra que hay un innegable futuro.

El presidente de Protermosolar recuerda que España y, en es-

pecial Andalucía, son pioneras en este campo. El primer paso se dio en 1978, cuando en el Llano de los Retamares, en la provincia de Almería, se iniciaba la construcción del primer centro experimental de la energía termosolar. A partir de ese momento, “ha habido de todo, olvidos, éxitos, fracasos...” y una “larga noche termosolar” (1991-2006) en la que el mundo dejó apartada esta tecnología, mientras en Andalucía se ha seguido investigando y se ha contado con la receptividad de empresas y la colaboración de científicos internacionales.

Pero sin duda, el detonante de la expansión de esta energía renovable ha sido la legislación española, que si bien en un principio apostó sólo por la energía fotovoltaica, en 2004 fue la primera en establecer primas para la termosolar y las ha ido consolidando, lo que ha supuesto un apoyo económico “significativo que hace que valga la pena” crear plantas.

Ahora la industria está en plena expansión, se abren nuevos mercados como Estados Unidos o India, la aparición de empresas de componentes en un mercado que había sido casi hegemónico y la inversión en investigación y desarrollo.

Pero junto a esos avances, para Ruiz también es un momento “crítico”, ya que a su juicio muchos países “no acaban de apoyar suficientemente estas energías” y por ello defiende el sistema de primas, recordando que otras energías también han contado con incentivos.

Por su parte, el vicesecretario de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa, Juan Martínez Barea, se muestra convencido de que “el futuro sólo puede ser solar, y para ello la energía termosolar es el camino” y de que “Europa, España y Andalucía pueden tomar el liderazgo” en su desarrollo.

En parecidos términos se expresa la presidenta de la Agencia



El sector tiene muy claro que, a día de hoy, no se puede descartar ninguna de las tecnologías existentes. En la imagen, dos motores Stirling aprovechan la radiación del disco parabólico al que enfocan.

PLANTAS TERMOSOLARES ANDALUZAS INSCRITAS EN EL REGISTRO DE PREASIGNACIÓN, EN FECHAS 11/11/2009 Y 11/12/2009

CENTRAL	PROVINCIA	POT. (MW)	ENTRADA EN FUNCIONAM.
Andasol 2	Granada	49,90	Inmediata
P. S. Termoeléctrica	Córdoba	49,90	Inmediata
Andasol 3	Granada	49,90	Inmediata
Solnova 1	Sevilla	50,00	Inmediata
La Africana	Córdoba	49,90	Inmediata
Palma del Río 2	Córdoba	50,00	Inmediata
Palma del Río 1	Córdoba	50,00	Inmediata
Solnova 3	Sevilla	50,00	Inmediata
CTS Solar Tres	Sevilla	17,00	a partir del 01/01/2011
Solnova 4	Sevilla	50,00	a partir del 01/01/2011
Solacor 1	Córdoba	50,00	a partir del 01/01/2011
Solacor 2	Córdoba	50,00	a partir del 01/01/2011
Helioenergy 1	Sevilla	50,00	a partir del 01/01/2011
Helioenergy 2	Sevilla	50,00	a partir del 01/01/2011
P. Termosolar Morón	Sevilla	49,90	a partir del 01/01/2011
Arenales	Sevilla	49,90	a partir del 01/01/2012
Termesol-50	Cádiz	50,00	a partir del 01/01/2013
Arcosol-50	Cádiz	50,00	a partir del 01/01/2013

de la Energía, Isabel de Haro, que señala que la termosolar ya está teniendo efectos sobre la economía andaluza al contribuir al progreso de zonas que habían quedado ajenas a desarrollos convencionales, reequilibrando el territorio, además de subrayar el impulso que está experimentando la industria de componentes.

Así está siendo posible gracias a que España ha mantenido el decreto que prima con 27 céntimos de euro la energía producida por esta vía, a pesar de intentos de mover las reglas del juego en pleno partido, como ocurrió en octubre en el parlamento nacional. Una bonanza que, sin embargo, para el empresariado no será tal si los cupos bajan de los 700 u 800 megavatios anuales como ritmo de instalación, tal y como se deja ya entrever en la Resolución de 19 de noviembre, de la Secretaría de Estado de Energía, en la que se marca un ritmo medio de implantación de algo más de seiscientos megas al año hasta 2013.

Respecto al futuro, desde el sector se insta al Ejecutivo central a trabajaren el próximo marco legislativo, que deberá aplicarse en el plazo de tres años, y que otorgue estabilidad a esta industria, con primas "descendentes, pero realistas". Además, reivindican una mayor coordinación entre las administraciones, ayuntamientos, comunidades y Estado, con la creación de

una ventanilla única para la tramitación de autorizaciones, de forma que sólo sea necesario presentar la documentación una vez y sean las administraciones las que se la vayan remitiendo unas a otras.

El secretario general de Protermosolar, Luis Crespo, considera que España tienen una gran oportunidad de negocio, ya que "podemos hacer que plantas que se instalen aquí sean pagadas por terceros países" de la Unión

Europea, pues la normativa comunitaria permite que la cuota de energía renovable de un país puedan generarse en otro. Es decir, que según Crespo "tenemos un potencial enorme que desarrollar, además de ayudar a otros estados a que cumplan sus compromisos para 2020".

A juicio de Crespo, el desarrollo de la termosolar también pasa por la hibridación de las plantas, es decir, combinarlas con otros sistemas de obtención de ener-

gía como el gas natural o la biomasa para poder responder a los picos de demanda energética que sufre el sistema a ciertas horas del día y especialmente en los meses de verano e invierno. A esto se une la implantación de los sistemas de almacenamiento energético, lo que permitirá tener una cierta disponibilidad para inyectar electricidad a la red tras la puesta de sol, contribuyendo a consolidar esta fuente renovable. ■

Extremadura, Murcia y Castilla La Mancha

En España se puede hablar de cuatro territorios termosolares: Andalucía, Extremadura, Castilla La Mancha y Murcia. Cada uno tiene hasta ahora una central en funcionamiento, Castilla-La Mancha tiene cinco proyectos en construcción con 301 megavatios y Extremadura 13 plantas en marcha que suman 750 megavatios. Las tres comunidades se mostraron de acuerdo en que lo importante no es entrar en enfrentamientos o en competir por quién tiene más plantas, sino en sumar esfuerzos, y eso se ha visto a la hora de lograr que se eliminara la enmienda de CiU y PSOE. Además, también hay coincidencia en que se deben apoyar las cuatro tecnologías que existen en el mercado, en lugar de entrar en

una competición como en su día tuvieron otras carreras tecnológicas, como por ejemplo los sistemas de vídeo.

Julia Jiménez, de la Dirección General de Energía de Castilla-La Mancha, considera que las fortalezas de España en la termosolar son la existencia de compañías que quieren invertir, de otras que están patentando productos e investigando y la existencia de una red de transporte bien diseñada, mientras que sus debilidades son la escasa conexión con Francia, su distancia en costes con el régimen ordinario y una posible caída de la demanda eléctrica. Esto último, a su juicio, se salvaría con desarrollos tecnológicos como el coche eléctrico. La nueva legisla-

ción, debería potenciar "aquello que sabemos, y sabemos crear redes, planificar costes y planificar la demanda".

Asimismo, ha reclamado que las comunidades autónomas recuperen el protagonismo en las autorizaciones administrativas para poder impulsar aquellos proyectos que están ya maduros y que ahora se encuentran a la espera de su inscripción en el prerrequisito, algo en lo que coincide el consejero de Energía y Minas de Murcia, José Francisco Puche.

En tierras extremeñas la encargada de diseñar la política energética es la Agencia Extremeña de la Energía, que se considera como la "hija pequeña de la Agencia Andaluza", según explica su responsable, Fernando López. En esta co-

Andalucía se multiplica por diez

Andalucía quiere avanzar en la implantación de las renovables a pasoligero y aprovechar al máximo sus condiciones ambientales. El mapa de las centrales termosolares en España es muy desigual y refleja la preminencia de Andalucía en este campo. En la actualidad, en España hay ocho plantas en funcionamiento, de las cuales cinco se encuentran en esta Comunidad Autónoma, según los datos de Protermosolar. Unas instalaciones, las andaluzas, que suman 81,09 Mw -cuatro de ellas están en la provincia hispalense, siendo Sanlúcar la Mayor el municipio de referencia-, mientras que la quinta está situada en la provincia de Granada.

El verdadero paso adelante estuvo en la planta que entró en funcionamiento en 2006 de la mano de Abengoa: la PS10 del municipio sevillano de Sanlúcar la Mayor, con 11 megavatios de potencia instalada. En cuanto al tipo de tecnología que emplean, en la comunidad autónoma pueden verse tres de las cuatro posibilidades que ofrece la termosolar: las torres, presentes en la PS10 y PS20 de Sanlúcar la Mayor (31Mw), el disco parabólico con motor Stirling en la ESI de Sevilla y en la planta Aznalcóllar de Sanlúcar la Mayor (0,09Mw), y los canales parabólicos, en Andasol 1, instalada en terrenos de los municipios granadinos de Aldeire y La Calahorra (50Mw).

A esto hay que añadirle la segunda de las plantas Andasol, con otros 50 megavatios. El proyecto, impul-

sado por el grupo ACS-Cobra y Millemium Solar, se encuentra ya en fase de arranque -aunque aún no de operación-, con lo que en Andalucía habría 131Mw instalados.

Los colectores cilindro parabólicos es la tecnología por la que se han decantado todas las empresas que tienen plantas en construcción en Andalucía, excepto el proyecto Gemasolar de Fuentes de Andalucía (Sevilla), que ha optado por la torre. En concreto, en España se están construyendo 34 instalaciones, de las que 14 (el 41%) están en territorio andaluz, principalmente en Sevilla, pero también en

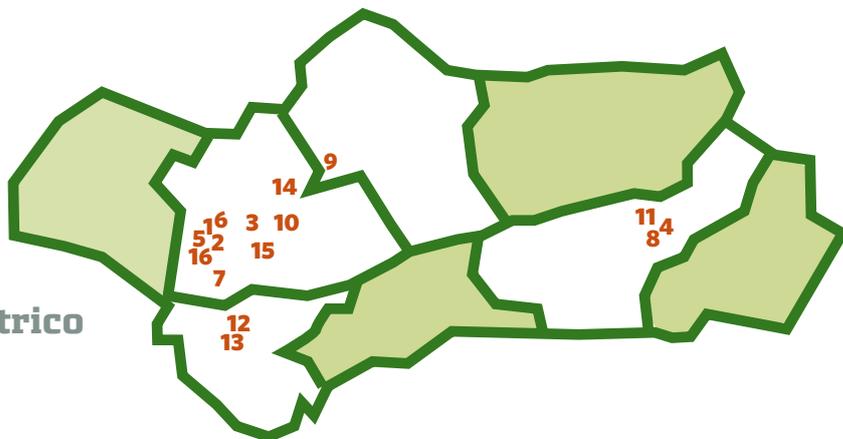
Granada, Córdoba y Cádiz. Unas plantas en construcción que sumarán en breve 866 megavatios instalados (incluida Andasol 2, en pruebas). Tan sólo con ellas, Andalucía multiplicará por diez su capacidad actual de generar energía eléctrica a través de la termosolar.

Entre estos proyectos destaca Solnova 1, que se acaba de terminar de construir y que ya está en pruebas en la Plataforma Solúcar, con previsiones de entrar en funcionamiento a primeros de este mismo año. Se trata de una central de 50MW, la primera de las cinco que componen ese complejo de

energía termoeléctrica que promueve Abengoa en tierras del Aljarafe sevillano.

Luis Crespo, Secretario General de Protermosolar y director del CTAER, ha recordado que en el proyecto Andasol, tanto en la planta 1 como en la 2, han utilizado por primera vez sales fundidas para formar dos tanques de almacenamiento (frío/caliente) que permiten extender la actividad de la central térmica durante 7,5 horas tras la puesta de sol. Un sistema que, a estas alturas, ha demostrado su viabilidad tras año y medio de operación sin incidentes.

El mapa termoeléctrico andaluz



CENTRAL	LOCALIZACIÓN	TECNOLOGÍA(+)	MW
PS10 (1)	Sanlúcar la Mayor (Sevilla)	T	11
Aznalcóllar TH (2)	Sanlúcar la Mayor (Sevilla)	S	0,08
ESI (3)	Sevilla	S	0,01
Andasol 1 (4)	Aldeire-La Calahorra (Granada)	CP	50
PS20 (5)	Sanlúcar la Mayor (Sevilla)	T	20
Puertollano	Puertollano (Ciudad Real)	CP	50
Alvarado	Alvarado (Badajoz)	CP	50
PE1	Calasparra (Murcia)	F	1,4
Solnova 1,3 y 4 (6)	Sanlúcar la Mayor (Sevilla)	CP	3x50
Lebrija (7)	Lebrija (Sevilla)	CP	50
Andasol 2 (8)	Aldeire-La Calahorra (Granada)	CP	50
Palma del Río I y II (9)	Palma del Río (Córdoba)	CP	2x50
Manchasol 1 y 2	Alcázar de San Juan (C. Real)	CP	2x50
Extresol 1,2 y 3	Torre de M. Sesmero (Badajoz)	CP	3x50
Gemasolar (10)	Fuentes de Andalucía (Sevilla)	T	17
La Florida	Alvarado (Badajoz)	CP	50
La Dehesa	La Garrovilla (Badajoz)	CP	50
Majadas	Majadas de Tiétar (Cáceres)	CP	50
Andasol 3 (11)	Aldeire-La Calahorra (Granada)	CP	50
Vallesol 50 (12)	San José del Valle (Cádiz)	CP	50
Arcosol 50 (13)	San José del Valle (Cádiz)	CP	50
Helioenergy 1 y 2 (14)	Écija (Sevilla)	CP	2x50
ASTE 1a	Alcázar de San Juan (C. Real)	CP	50
ASTE 1b	Alcázar de San Juan (C. Real)	CP	50
Astexol 2	Badajoz	CP	50
Solaben 2 y 3	Logrosán (Cáceres)	CP	2x50
Arenales PS (15)	Morón de la Frontera (Sevilla)	CP	50
Serrezuela Solar II	Talarrubias (Badajoz)	CP	50
El Reboso II (16)	La Puebla del Río (Sevilla)	CP	50
Termosol I y II	Navalvillar de Pela (Badajoz)	CP	2x50
Helios I y II	Ciudad Real	CP	2x50
Renovalia	Albacete	S	1

En funcionamiento En construcción Fuente: Protermosolar
(*): T: Receptor central (torre); CP: Cilindroparabólicos; S: Disco parab. motor Stirling; F: Fresnel

unidad autónoma, que es una de las más importantes del país en fotovoltaica, están a punto de aprobar su segunda planta termosolar, la 'hija' de las Andasol y Extresol 1, y también su primer plan energético, tan ambicioso que pretenden que en 2012 el 60% de la energía que consuman proceda de energías renovables. Por su parte, Murcia puso en funcionamiento en mayo de 2009 su primera planta de 1,5 megavatios con reflectores lineales tipo fresnel, promovida por Novatec Biosol. Es la única de este tipo en España, y tiene la ventaja de funcionar sin agua. "Para nosotros, la sostenibilidad radica en usar tecnología que ahorre en recursos hídricos", explica Puche.

Objetivo, adelantarse

La Junta de Andalucía ha diseñado el Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética 2007-2013, Paser, que se ha marcado como objetivo que el 18,3% de la energía de la comunidad autónoma proceda de origen renovable en 2013, con lo que casi se alcanzaría el objetivo establecido por la UE (un 20%) siete años antes.

En el marco de ese plan, el director de la Agencia Andaluza de la Energía, Francisco Bas, señala que en termosolar está previsto que entre 2010 y 2011 entren en funcionamiento 517 megavatios de potencia en distintas plantas en construcción.

A este respecto, es destacable que en la comunidad autónoma se han presentado ante el Ministerio de Industria un montante de proyectos que suman 3.250 MW. Iniciativas que se encuentran en tramitación y que están priorizadas por la Junta, para ser incluidas en el registro de preasignación de la retribución que para las renovables dispuso el Gobierno en mayo de este año. Algo que refleja el gran potencial de energía termosolar de la comunidad autónoma, así como el interés de las empresas del sector por desarrollarlo.

En busca del kilowatio solar a 7 céntimos

★ *Belén Vázquez, de Abengoa, plantea que en 2020 el coste de generar un kilovatio hora termosolar estará en torno a los siete céntimos de euro, por debajo incluso de los costes actuales de generación con energía fósil*

■ **José Manuel Saborido**



El objetivo de abaratar costes para alcanzar la paridad de red en termoeléctrica pasa por optimizar, por ejemplo, espejos y tubos absorbedores como los de la imagen.

En la mejora evolución tecnológica a la que se someten las distintas tecnologías renovables, la termosolar vive horas de ebullición. Desde todas las compañías se ensayan nuevas fórmulas de montaje, de operación y mantenimiento y nuevos componentes, cuyo fin es siempre optimizar costes para converger con la electricidad generada a partir de fuentes convencionales.

Y en esa línea es en la que Belén Vázquez, que desarrolla su tarea en la Plataforma Solúcar de Abengoa, plantea que, en 2020, el coste de generar un kilovatio hora termosolar estará en torno a los siete céntimos de euro, por debajo incluso de los costes actuales de generación con energía fósil.

En ese reto, la solar termoeléctrica, cuya eclosión comercial se está produciendo en la actuali-

dad, viene manejando distintos modelos de seguimiento y aprendizaje en las primeras plantas instaladas a nivel comercial. Concretamente desde las instalaciones de Abengoa en Solúcar, ACS Cobra en Andasol, Iberdrola en Puertollano o Acciona en Alvarado se intuye ya dónde estarán los retos de futuro de una tecnología que está llamada a tener un protagonismo esencial en Andalucía.

Así lo deja entrever, por ejemplo, Cristina Heredero, de Iberdrola Renovables, que augura que será en la reducción de equipos necesarios para las plantas y en la rebaja de los costes de montaje, de operación y de mantenimiento donde estará la competitividad de la termosolar dentro de una década. Junto a eso, como gran ventaja competitiva, Heredero cita la instalación de 3 megavatios



Los 'dardos' de las convencionales

En esa carrera tecnológica que la energía termosolar ha emprendido para reducir costes hay también desafíos externos, que amenazan el pleno desarrollo de esta pujante industria. Ahí se enmarcan los ataques que, en las últimas fechas, los representantes de las empresas de energías convencionales están lanzando al mix energético renovable. Unas declaraciones que abogan por suprimir las primas a las energías limpias –algo que limitaría su desarrollo tecnológico–, y bajo lo que subyace el problema de que, dentro de cinco años y con el actual ritmo de implantación de las renovables, las centrales de ciclo combinado funcionarían sólo la mitad del tiempo para el que fueron construidas.

Acerca de esa 'guerra mediática' que ahora acontece, y concretamente sobre el paradigma lanzado desde algunos foros acerca de que las energías limpias son caras, José Manuel Nieto, de Acciona, defiende el desarrollo energético sostenible exponiendo que, actualmente, "el coste de generación renovable está en consonancia con la tarifa que se obtiene".

Según el representante de la corporación de la familia Entrecanales, que actualmente opera más de 8.000 MW y gestiona otros 6.700 en distintas tecnologías renovables, "las convencionales calculan el coste de generación sobre una vida útil de 50 años, mientras que a las instalaciones renovables sólo les otorgan un funcionamiento de 20 años". Para Nieto, "sólo concediendo una utilidad de treinta años a las plantas renovables –algo más que factible– la ratio de generación es ostensiblemente menor".

Pero añade más el representante de Acciona, ya que en su opinión, "si a esa ampliación de la vida de uso de una instalación

renovable le añadimos en la contraparte el coste adicional de eliminar el carbono en el caso de las energías convencionales, el costo de ambas modalidades de generación eléctrica se aproxima aún más".

Aún así, Acciona apuesta por una serie de medidas para igualar los costes de la electricidad producida mediante tecnologías renovables –en este caso termoeléctrica– a la generación convencional. En este sentido, la citada corporación apuesta por bajar costes con nuevos avances en I+D, realizar una O&M eficaz que reduzca el consumo 'parásito' de la planta, mejorar las técnicas de construcción, aumentar el nivel de prefabricación, contar con proveedores alternativos a los habituales y apostar aún más por la gestionabilidad de este tipo de energía.

En esa línea, José Manuel Nieto argumenta que desde Acciona trabajan en pro de esos objetivos, sirviéndose de la experiencia que ya les están reportando las plantas de Nevada Solar One –en funcionamiento desde febrero de 2008 en EE.UU.– y Alvarado –en operación desde julio de este año en Extremadura–.

Acerca de la primera, Nieto expone con orgullo que "es la primera después de veinte años", y que "actualmente sobrepasa las cifras de producción previstas". Y para ilustrar el desarrollo y progreso de la termosolar en el caso de su empresa, el representante de Acciona explica que "la evolución se ve en que Nevada Solar One es distinta a Alvarado, y ésta también difiere de las que ahora construimos". En este apartado, la compañía ultima la construcción de dos plantas de colectores cilindro parabólicos en Palma del Río –Córdoba–, y otra más en Majadas de Tiétar –Cáceres–, además de tener otros 450 MW en proyectos para este tipo de tecnología.

eléctricos mediante generación directa de vapor –GDV– que, en colaboración con la Plataforma Solar de Almería, instalará Iberdrola al lado de su planta de Puertollano, ya en funcionamiento.

Será de la experiencia de esa tecnología GDV de donde también salgan nuevos avances, ya que al utilizar el agua como fluido caloportador las pérdidas térmicas serán menores, por lo que se

ganará en eficiencia. Una optimización de procesos en la que desde hace también algunos años trabaja Solel, la empresa israelí adquirida por Siemens, que producirá en La Carolina tubos absorbentes. Esta entidad está construyendo una planta en Lebrija de 50 megawattios, que servirá también de campo de demostración para su producto. Es uno de los principales proveedores del

mundo de receptores solares, componente clave de las plantas de colectores cilindro-parabólicos, y además tiene patentado un sistema de seguimiento. Uno de sus representantes, Ammon Mahalalei, explica que se han convertido en un fabricante capaz de montar todo un campo solar. En su caso, entre otras cosas han decidido que los sistemas de seguimiento solar tengan cien metros,

tras comprobar que mantener la alineación en superficies superiores es difícil, en especial en zonas con viento.

Sobre la evolución de componentes para la industria termosolar, Avi Brenmiller, directivo también de Solel, recuerda que su corporación ha optimizado el rendimiento de los mismos en un 50% desde que iniciaron su actividad. En esa línea, Brenmiller

Ciclo combinado híbrido, el contraluz de las plantas CCP

Otra vertiente en la que avanza la tecnología termosolar es sin duda en las plantas de ciclo combinado híbrido, que son aquellas cuya principal materia prima es el gas natural, aunque apoyan su producción con un campo de colectores cilindro parabólicos -CCP- anexo, cuyas dimensiones son la mitad de cualquier planta de 50MW termosolares.

O lo que es lo mismo, operan a precios de mercado con un combustible fósil como principal actor, apoyado en la energía del sol, como claro contraluz de la hibridación con gas



natural que hoy registran las plantas CCP y de torre ya en funcionamiento. Y en este apartado, es Abener, filial de Abengoa, la que está ya aplicando conocimiento en plantas proyectadas en Argelia y Marruecos.

En esa filosofía se encuadra la futura central de Hassi R' mel, en Argelia, donde Abener está instalando dos turbinas de gas de 40 MW y 56 lazos de colectores cilindro parabólicos, con una po-

tencia global de 157,7 MW, y con una previsión de puesta en marcha para agosto del año que viene.

Sobre este tipo de tecnología, el subdirector de Hassi R' mel, Manuel Millán, cita algunos retos para el futuro, como el incremento de potencia del ciclo combinado en estas plantas, la

incorporación de la generación directa de vapor al campo solar, el almacenamiento térmico o la utilización de la tecnología de torre para conjugarla con el gas.

Una opción, la de integrar ciclo combinado y termosolar, a la que Millán le augura un futuro esperanzador en todo el mundo, en aquellas zonas donde las reservas de gas y el sol se localizan conjuntamente.

Diferencias entre plantas de Ciclo Combinado Híbrido (ISCC) y plantas de Colectores Cilindro Parabólicos (CCP)

TECNOLOGÍA ISCC

Vapor a caldera, con recuperación
Generación de vapor saturado

Funcionamiento continuo
Campo solar limitado

TECNOLOGÍA CCP

Vapor directamente a turbina

Generación de vapor sobrecalentado
Arranques diarios
Campo solar doble tamaño que ISCC



también califica la planta que construyen en Lebrija como "un buen termómetro para demostrar la eficiencia de nuestros componentes", y cita como nuevo avance para el mercado el colector que ahora comienzan a explotar comercialmente, con un 96% de absorción y un 96,5% de transmitancia de la radiación. Como hándicap y ámbito aún por explorar para ganar en competitividad en el terreno de los componentes, el integrante de Solel expone que "habrá que trabajar mucho en la turbina eléctrica, ya que actualmente este componente sólo alcanza un 27% de eficiencia".

Y junto a ese proceso de avance en componentes, la hasta ahora corporación hebrea estima, a través de José Luis Morán, que "tam-

bién habrá que tener siempre muy en cuenta todo el proceso de construcción de la planta, que debe ser fiable y perfectamente acotado en todo momento". Así lo considera este experto en montaje de instalaciones termosolares porque, según Morán, "cualquier retraso en la cadena de montaje es costosísimo, por lo que debemos contar con un proceso robusto y firme". Es necesario, prosigue José Luis Morán, "planificar el número de personas, de equipos y de maquinaria preciso para eliminar los cuellos de botella en el montaje". Y con esa intención, Solel simula situaciones reales y adopta a partir de esa experiencia la mejor alternativa, y a la vez construye un área logística adaptada a cada proyecto concreto.

Esa experiencia es la que conduce a Solel, según este ingeniero, a "montar una parábola de espejos cada diez minutos con grupos de tres personas, y siempre con un firme compromiso de creación de empleo local".

Como también se afina en el apartado de ingeniería de todo el entramado termoeléctrico, tal y como lo demuestra el trabajo que Iberinco acomete para ajustar cada día más el funcionamiento y ensamblaje de las plantas. En este sentido, Jorge Insa, de la citada división de ingeniería de Iberdrola, explica que en su compañía emplean modelos matemáticos que calculan la producción anual, para descifrar así la eficiencia con que se transforma en energía la radiación recibida en la planta termosolar.

En el proceso de construcción, para Insa es fundamental tener en cuenta factores como la eficiencia óptica de espejos y tubos, las posibles pérdidas térmicas en todo el proceso, la eficiencia de todo el ciclo, los equipos de refrigeración y los consumibles auxiliares, como elementos que definirán la futura rentabilidad de la instalación.

Ya durante la operación y mantenimiento de la planta, el ingeniero de Iberinco apunta a contar con modelos de producción que ayuden a gestionar el uso del gas de manera eficiente, contar con herramientas precisas de predicción meteorológica, y tener muy en cuenta la suciedad permitida en los espejos y los plazos de limpieza.

Los terrenos, en pleno desierto del Sáhara, donde se atisba el perímetro de la central Hassi R Mel.

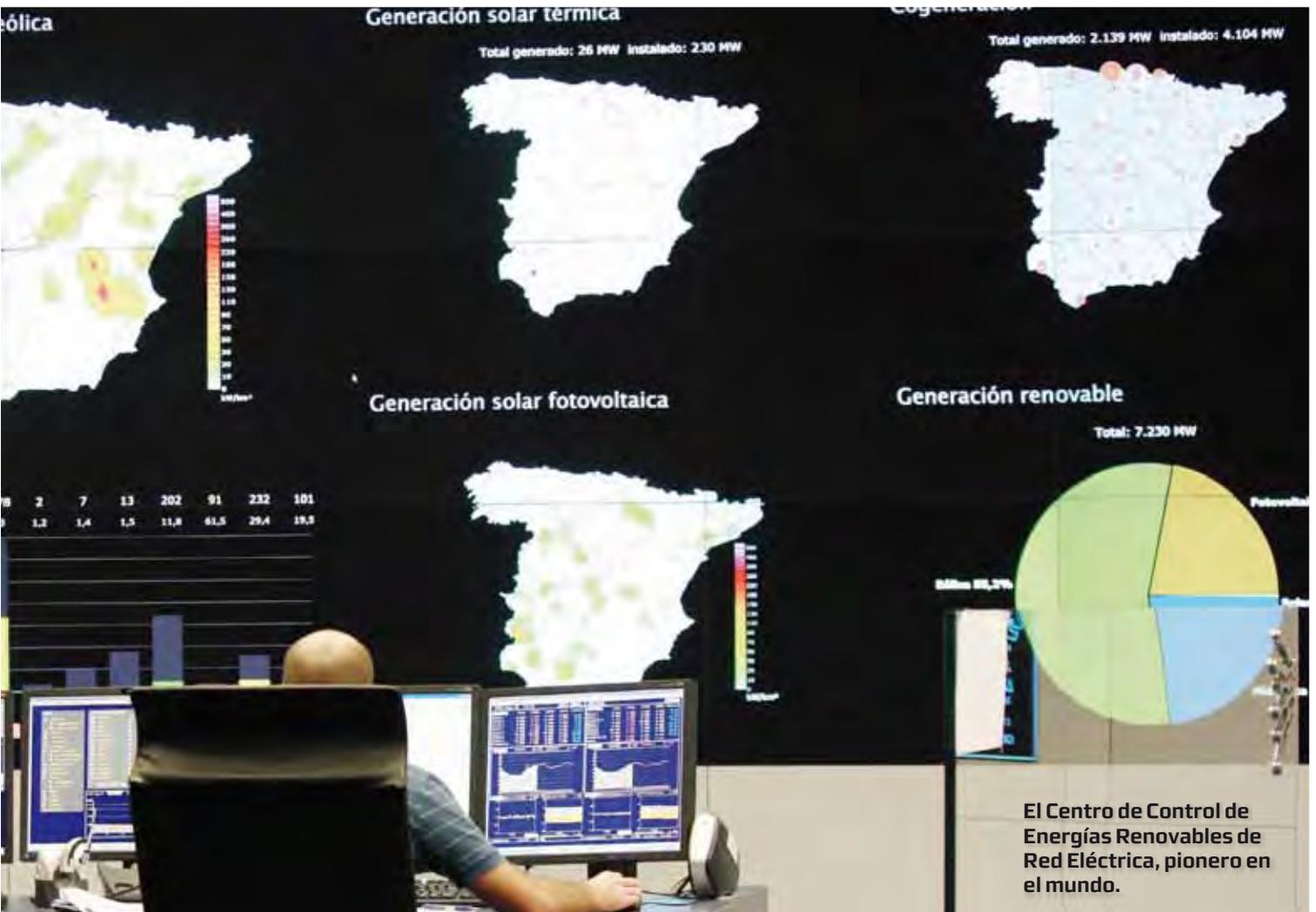
Los costes del kilovatio/hora en 2020

Fuente: Abengoa

Energía termosolar
7 cénts. de €

Energía fotovoltaica
9 cénts. de €

Energías convencionales
10 cénts. de €



A futuro, Insa apuesta por estandarizar los componentes de toda la industria, validar el comportamiento de los mismos en las plantas ya existentes, y contar siempre con un modelo definido de producción de la energía en este tipo de instalaciones, "porque ese patrón lo utiliza mucha gente implicada en el proceso y en muchos momentos de la cadena de montaje y de funcionamiento". Además, y como valoración final, Jorge Insa considera que ese modelo de producción es "la llave" de viabilidad de cada planta, y que por eso debe ser preciso para los promotores, para la entidad financiera que aporta liquidez y para la propia compañía que explota la instalación.

Y es ahí, en la definición propia de un modelo de producción de ener-

gía a través de la tecnología termosolar, donde la compañía Torresol Energy, participada por Sener y Masdar, quiere descollar en el ámbito de la generación termosolar.

Para ello, la compañía ya levanta su primera planta de torre central en Fuentes de Andalucía (Sevilla), con un sistema de almacenamiento de sales fundidas que guarda este tipo de elemento caloportador a 565 grados. Un modelo de producción que, una vez implantado en la provincia sevillana, Torresol pretende trasladar al Norte de África, a Abu Dhabi y a Estados Unidos.

Como ventajas de este tipo de plantas, el director de montaje de las mismas, Juan Ignacio Burgaleta, expone que "se trata de la tecnología más atractiva en términos de

eficiencia energética, ya que reduce las pérdidas de calor, concentra las sales en un área reducida y cuenta con helióstatos, que frente a los colectores cilindro parabólicos, realizan el seguimiento solar en dos ejes en lugar de en uno".

Además, y según explica Burgaleta, Torresol cuenta con el software 'Sensor', "que optimiza la gestión y dimensionamiento de plantas", e incorpora helióstatos de alta calidad óptica y con precisión de apunte, que son unidos en sus facetas con un innovador sistema que, además, reduce los costes de fabricación, montaje y mantenimiento.

Junto a esas ventajas citadas por Juan Ignacio, el receptor de sales fundidas de este tipo de plantas posee capacidad para

quince horas de almacenamiento térmico, tiene un tamaño optimizado, cuenta con un alto flujo de radiación y está garantizada su operación al menos por 25 años.

Pero lo más relevante que desvela Burgaleta es que, frente a los 17 megavatios eléctricos con los que contará la planta que ya construyen en Fuentes de Andalucía, la compañía ya trabaja en plantas de torre con potencias de entre 35 y 50 MW, en un desarrollo tecnológico que aprovecha el esfuerzo en I+D que ya se ha acometido para Gemasolar -la instalación de Fuentes de Andalucía-. Una nueva manera de aprovechar el sol que, según apunta el responsable de esta corporación, "está optimizada técnica y económicamente, y estará operativa en el primer semestre de 2011". ■

Estandarización La industria termoeléctrica se coge el paso

★ Según Blanco, “a día de hoy no tenemos estandarización en termosolar, y muy especialmente en el apartado de colectores cilindro parabólicos, por lo que en España hemos auspiciado una iniciativa para homogeneizar componentes y procesos”

A día de hoy, la tecnología termoeléctrica cuenta con más de 700MW instalados en todo el mundo, de los que 633 pertenecen a la modalidad de colectores cilindro parabólicos -CCP-. Una cifra total que, comparada con otro tipo de generación renovable, aún no es significativa, pero que ya cuenta con otros 1.538MW en construcción, y que a partir de ahora experimentará un crecimiento exponencial en países como España, Estados Unidos y Australia.

Es por lo que, precisamente en el incipiente momento actual, la industria termoeléctrica ya está tomando cartas en el apartado de la estandarización de componentes, con objeto de contar con normas y dimensiones unificadas para la fabricación de todas las partes de las que se compone cualquier instalación de este tipo. Un proceso del que, sin duda, se beneficiarán todos los proyectos termoeléctricos que se preparan en el país, con un papel destacado de Andalucía en ese panorama a escala nacional.

A esa necesidad de homogeneización responde la iniciativa que han tomado recientemente la Asociación Protermosolar y el CENER, junto a la empresa de certificación AENOR y a otras entidades y centros de investigación del sector como el CIEMAT, el CTAER y UNESA.

Un proceso al que se refiere el sevillano Manuel Blanco, que actualmente desarrolla su actividad investigadora como director del departamento de Energía Solar Térmica en el Centro Nacional de Energías Renovables -CENER-.



El responsable del departamento de Energía Solar Térmica en el CENER, Manuel Blanco, junto al presidente del CTAER, Valeriano Ruiz, en la última Cumbre Termosolar celebrada en Sevilla.

Según Blanco, “a día de hoy no tenemos estandarización en termosolar, y muy especialmente en el apartado de colectores cilindro parabólicos, por lo que en España hemos auspiciado una iniciativa para homogeneizar componentes y procesos”. Sí cita el responsable del CENER como intentos de este tipo de normalización “algunos pasos dados por el núcleo investigador europeo de Solar Paces, y otros desde la asociación norteamericana del ramo, ASME”, aunque ninguno de los dos resulta significativo.

“Ahora -expone Manuel Blanco- queremos dar este paso adelante [de estandarización] desde España, para conseguir una temprana implicación de todas las empresas del sector”, en clara alusión a la fase actual de esta industria, con sólo 700MW en todo el mundo y más de 1.500 en construcción.



Y en ese reto, explica el responsable del apartado termoeléctrico en el CENER, “será AENOR la que formalice esa normalización de componentes y procesos, para la que ya hemos tenido reuniones”. Un camino, el de la estandarización, en el que el sector contará con un plan cuyo objetivo final radica en la reducción de costes y en el incremento de la eficiencia y rentabilidad de los componentes, que redundará a su vez en una mayor facilidad de financiación para los proyectos.

Lo que sí deja claro Manuel Blanco, por encima de cualquier duda, es que “el sector, las empresas del mismo, son las que tienen que ejercer de motor en este proceso que hemos iniciado, que además sólo normalizará lo estrictamente necesario, con una vocación pragmática y minimalista”.

Así, el director de Energía Solar

★ “El sector, las empresas del mismo, son las que tienen que ejercer de motor en este proceso que hemos iniciado, que además sólo normalizará lo estrictamente necesario, con una vocación pragmática y minimalista”



Después de treinta años de investigación en la PSA –en la imagen-, la nueva fase comercial de la termosolar necesita estandarizar componentes.

Tubos que ‘se quedan’ con más sol

Uno de los componentes principales de las plantas termosolares que será objeto de la estandarización es el tubo absorbedor que, en el caso de Schott Solar, esta empresa fabrica en el Parque de Actividades Medioambientales de Aznalcóllar. En este ámbito, los avances han sido significativos en los últimos meses, tal y como expone Luis Solá, director general de la citada compañía alemana. Expone Solá que “la estrategia de la tecnología CCP a futuro es reducir costes e incrementar su eficiencia”, y que “en este apartado habrá que trabajar seriamente en los tubos absorbedores, que representan el 10% de la inversión total”. En ese apartado, la entidad que dirige Solá mantiene una línea



investigadora que pretende incrementar el diámetro y la longitud de los tubos con objeto de reducir los citados costes. Una tarea nada fácil, ya que el responsable de Schott Solar explica que el reto “conlleva un cambio en la captación de la radiación hacia el tubo, ya que hay que recalcular cuál es la apertura idónea de la

curva en la parábola de espejos”.

Aún así, la corporación alemana que fabrica en la provincia de Sevilla este tipo de componentes ya cuenta con dos prototipos de tubos que, además, espera tener en el mercado y colocándose en serie en las plantas para 2011.

Se trata de tubos con 80 y 90 milímetros de diámetro (frente a los 70 del actual) que, en el caso del mayor de los dos, aumenta la superficie de absorción en un 50% respecto a lo que ahora se comercializa. Unos componentes de los que Luis Solá destaca que, además, “son estables y duraderos a temperaturas de 590 grados”, frente a los 300 que actualmente se suelen registrar en este tipo de instalaciones.

Térmica del CENER adelanta que “el borrador del plan se centra en la tecnología de colectores cilindro parabólicos, y actuará preferentemente en la estandarización de tubos absorbedores, espejos y sistemas de almacenamiento”.

Asimismo, Blanco desvela que será AENOR la que cuente con un laboratorio principal en toda esta empresa normalizadora en la que acaba de entrar la termoeléctrica, “aunque a esa instalación queremos sumar otras ya existentes en centros como el CIEMAT, el propio CENER o el CTAER en Andalucía”.

El responsable de la división solar en el CENER cuenta que en sus instalaciones ya disponen de laboratorios para examinar la calidad y durabilidad de los reflectores solares, y que en el CTAER cuentan con una plataforma móvil para caracterizar los rendimientos de módulos CCP. ■

★ *“El borrador del plan se centra en la tecnología de colectores cilindro parabólicos, y actuará preferentemente en la estandarización de tubos absorbedores, espejos y sistemas de almacenamiento”*

Más reflectividad, menos campo solar

En esa coordenada de reducción de costes que Manuel Blanco le atribuye como uno de sus objetivos al proceso de estandarización de componentes termosolares, la multinacional Guardian Glass ha conseguido una mayor reflectividad en los espejos que fabrica para las plantas de colectores cilindro parabólicos. Según Michael Madgich, representante de la entidad que maneja toda la cadena de producción de este componente -fundamental para reflejar y concentrar la luz solar-, su empresa ha conseguido un vidrio laminado, más seguro, que no se rompe en mil pedazos. Esa característica posibilita y hace muchas veces aconsejable seguir trabajando con un vidrio roto en un colector, ya que el desmontaje del mismo para reparación sería más costoso que mantener el desperfecto y seguir operando.

Según Madgich, la mayor reflectividad de los espejos laminados posibilita que, a la hora de construir el campo solar, se necesite un 2% menos de superficie del mismo para conseguir iguales rendimientos que con los espejos actuales.

Un operario de planta termoelectrónica, revisando uno de los espejos que componen los colectores cilindro parabólicos.



Un primer ensayo Fresnel con éxito a escala comercial

Además de los procesos normalizadores en CCP, otra de las tecnologías termosolares que ya cuenta con un primer ensayo comercial es la de colectores lineales fresnel. Concretamente en Calasparra -Murcia-, la empresa Novatec Solar tiene en funcionamiento desde la pasada primavera una planta de 1,4 MW de potencia, que supone una simplificación del diseño del campo solar y de la isla de potencia respecto a los procedimientos seguidos en el ámbito de colectores cilindro parabólicos.

Según Martin Selig, de Novatec Solar España, “esta planta ha contado con una fase importante de premontaje fuera del

propio campo solar”, a diferencia con la tecnología CCP.

Es a partir de esta primera experiencia cuando la citada corporación ha planteado nuevas instalaciones en España, y según su representante, ya cuenta con tres nuevos proyectos que sumarán una potencia de 30MW en tecnología Fresnel. Respecto a las ventajas de este tipo de aplicación termosolar

para generación eléctrica, Martin Selig apunta a distintos apartados. De un lado, según Selig, “el coste de instalación de un metro cuadrado de espejos en tecnología Fresnel está en torno a 200 euros, frente a los 300 de CCP”. Esa reducción de costes conduce, según este técnico de Novatec, a reducir en 36 millones de euros la inversión en el campo solar para una generación de 50MW eléctricos. Además, prosigue Martin Selig, “este tipo de instalaciones tienen un menor impacto ambiental, ya que utilizan un 22% menos de suelo en su dimensión final y emplean un 85% menos de agua en la limpieza de los espejos”.



La supervivencia pasa por el laboratorio

La investigación y la innovación son las dos claves del desarrollo de la termosolar y constituyen la base de su futuro, que pasa por reducir costes y ser cada vez más barata y competitiva. La industria es consciente de ello y no se ha quedado quieta. Existe un campo extenso de desarrollo, ya que la termosolar es aún una tecnología muy variada, donde ninguna opción se ha impuesto al resto: torres, disco stirling, fresnel y cilindro parabólico.

Buscar socios tecnológicos es una forma de aportar nuevas visiones a un reto o problema y contar con el conocimiento de expertos en otros campos que pueden incorporarlos a un nuevo mercado. Stirling Energy Systems se ha asociado con McLaren y Leydeman, con el fin de encontrar un sistema de almacenamiento de energía, ya que el stirling hasta ahora no contemplaba esta posibilidad, según explica Nick Howard. Ahora, en un periodo máximo de un año, esperan contar con una solución en este sentido. Y es que el almacenamiento se ha convertido en una cuestión esencial, en especial en países como España, donde existen energías que necesitan mejorar su gestionabilidad, caso de la eólica. La I+D en termosolar es lo que ha conducido a la estadounidense SkyFuel, que desarrolla tecnología de colectores para instalaciones de reflectores cilindro-parabólicos, a desarrollar un concentrador de cilindro parabólico sin vidrio, sustituyéndolo por láminas de aluminio que abaraten costes. Es el SkyTrough, un sistema que lleva un año en el mercado y que, como característica peculiar, presenta módulos de un gran tamaño y con una estructura de soporte más sencilla. Por su parte, Rioglass es la primera empresa de España en la fabricación de espejos parabólicos. Para ello ha apostado por el vidrio templado -frente al tradicional laminado-, al considerar que se trata de un material con reducida tasa de rotura que resiste mejor las inclemencias del tiempo, lo que además lo hace apropiado para las instalaciones en zonas abruptas, según explica uno de sus responsables, Joseph Ubah. En Dow, una compañía química de larga tradición, se investiga para mejorar la eficiencia de sus fluidos de transmisión -sales-, que hoy se utilizan para transportar el calor en la mayor parte de las centrales térmicas. Su desafío está ahora en reducir la temperatura de fusión de las sales y en continuar trabajando para lograr una mayor eficiencia con líquidos que puedan alcanzar mayores temperaturas (actualmente los 400-450 grados son el límite) en el sistema de almacenamiento.



ADOP

Patrocinador
del Equipo
Paralímpico
Español

Un objetivo. Una visión. Y un equipo para hacerlos realidad.
Iberdrola. Una manera de hacer las cosas.



IBERDROLA

Rearme termosolar

A día de hoy, la tecnología termoeléctrica cuenta con más de 700MW instalados en todo el mundo, de los que 633 pertenecen a la modalidad de colectores cilindro parabólicos -CCP-. Una cifra total que, comparada con otro tipo de generación renovable, aún no es significativa, pero que ya cuenta con otros 1.538MW en construcción, y que a partir de ahora experimentará un crecimiento exponencial en países como España, Estados Unidos y Australia.

Las últimas operaciones empresariales en el sector termosolar están elevando la temperatura de esta actividad casi al mismo nivel que alcanzan las propias plantas de producción (400 grados centígrados). Es tan amplio el calado que suponen la compra de Solel por Siemens, y la alianza entre Abengoa y E.ON, que ambas sumadas pueden calificarse como el mayor movimiento estratégico del conjunto de este sector hacia su consolidación definitiva como alternativa renovable a las tecnologías basadas en el carbono. Y no es casualidad que dos de las empresas -Siemens y E.ON- sean alemanas, ya que este país parece decidido a liderar también la termosolar, en la que España es el número uno mundial, tras hacerlo históricamente con la fotovoltaica.

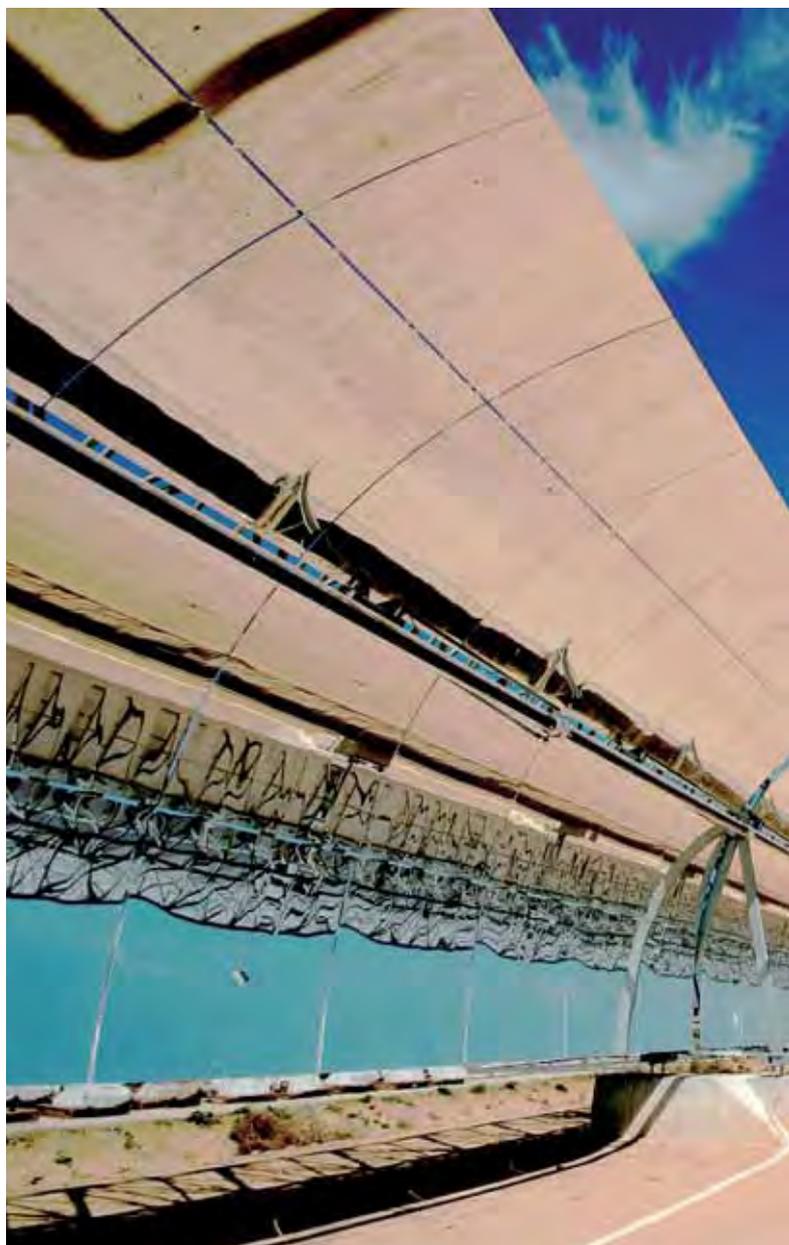
El primer gran golpe lo dio Siemens en octubre con la compra de Solel por 284 millones de euros, deuda incluida. Solel es la heredera de la empresa pionera en termosolar a nivel mundial, Luz, creada en Israel a principios de la década de los años ochenta y responsable de la construcción de las nueve primeras centrales termosolares comerciales del mundo entre 1984 y 1991 en el desierto de Mojave (California). En 1992 quebró y buena parte de sus activos fueron heredados por Solel, que es en realidad una de las dos herederas de Luz, junto a la también israelí Ener-t.

¿Por qué es ahora cuando Siemens se lanza a comprar Solel? Siemens ha visto clara la oportunidad de negocio. Según estima-

■ **Carlos Pizá**

★ *Los gigantes alemanes Siemens y E.ON, el primero con la compra de la israelí Solel y el segundo con su alianza con Abengoa, han certificado en la recta final de 2009 que la termosolar es la tecnología renovable del futuro*

★ *Andalucía es el principal campo de batalla global en el que ambos colosos, y el resto de contendientes en esta pugna verde, libran su contienda. Y el conjunto del sector solar termoeléctrico saldrá beneficiado de ello*



ciones de la consultora Emerging Energy Research, sólo en Europa habrá en 2015 alrededor de 6.800 MW termosolares en operación. EE UU, por su parte, quiere tener en marcha 1.600 MW de centrales cilindro-parabólicas y otros 1.600 con tecnología de torre en 2011, a los que se suman otros 2.000 previstos en fecha a determinar.

Más allá de estas cifras, existen otras razones que explican este movimiento. La primera, y más inmediata de comprender desde el punto de vista del puro negocio, es que Solel es una empresa con un preciado conocimiento tecnológico e industrial sobre cómo promover y construir un campo solar termoeléctrico, pero que carece de músculo financiero. Y que, al mismo tiempo, Siemens es uno de los mayores proveedores mundiales de turbinas y bloques de potencia para centrales eléctricas, y tiene una capacidad financiera e inversora enorme. Pero

desconoce la tecnología termosolar. De ahí la sinergia de libro entre ambas compañías.

Solel tiene 500 empleados en Israel, España y EE UU. Produce tubos solares y espejos cilindro parabólicos en sus instalaciones de Beit Shemesh, al oeste de Jerusalén, donde también investiga sobre ellos para mejorar su eficiencia y reducir sus costes de producción. Aporta a Siemens no sólo su experiencia heredada en Mojave, sino una activa presencia en el mercado español (ha suministrado componentes para centrales que suman 750 MW) y estadounidense: desde 2007 promueve un macroproyecto solar de 553 MW también en Mojave, en alianza con la eléctrica californiana Pacific Gas & Electric.

En España es conocida especialmente por su alianza con el grupo constructor Sacyr desde 2006, mediante la cual ambas están construyendo tres plantas en Lebrija (Sevilla) que suman 150



El 'expertise' de Solel en el montaje y explotación de plantas de colectores cilindro parabólicos contará ahora con el músculo financiero de Siemens.

Pero la operación Siemens-Solel, según las fuentes del sector consultadas, anticipa también cuál es el posible vector de futuro en este sector. Es decir, cuál es el modelo de empresa líder en termosolar que parece estar configurándose. La integración de Solel en Siemens supone la creación de una empresa integrada que va a ofrecer no sólo el conjunto de la tecnología necesaria, sino también la posibilidad de financiar la inversión precisa. Siemens es un conglomerado industrial con más de 400.000 empleados y más de 77.000 millones de euros en ingresos en 2008 que posee, entre sus muchas líneas de negocio, una rama dedicada a financiación.

Así pues, emerge la empresa termosolar que facilita a los promotores tecnología y financiación y les entrega la planta lista para operar 'llave en mano'. Y que no tiene ambición de explotar comercialmente las plantas a futuro, sino que pretende construir el mayor número de plantas posible y recortar todo lo posible los costes de los componentes. Un objetivo este último que ha sido recalorado por los máximos responsables de Siemens y Solel el día del anuncio de la compra. Y que es al tiempo el reto principal de este sector para ser competitivo con otras tecnologías como la del carbón o el gas.

Por otra parte, este modelo de negocio puede dar pistas sobre cuál es el futuro previsible de la presencia actual de Solel en el proyecto de Lebrija.

No obstante, como potencial impedimento a la integración Siemens-Solel, conviene recordar la diferencia cultural entre alemanes e israelíes y la muy diferente cultura empresarial entre Solel (160 años de historia) y Siemens.

Acción-reacción

Tras este desafío lanzado por Siemens, otro coloso alemán ha reaccionado rápido y pasado a la acción. La eléctrica alemana E.ON, tras su frustrado intento de comprar Endesa, ha mantenido su apuesta

MW. La primera de ellas está ya casi finalizada y empezará a operar en 2010. No está claro aún cuál será el recorrido de esta alianza una vez cerrada la compra de Solel por Siemens, pero las plantas andaluzas son sin duda uno de los mejores activos de Solel. Aunque no sólo las plantas.

Junto a ellas, Solel tiene previsto construir en Andalucía la segunda de sus instalaciones industriales, tras la de Israel. La Junta de Andalucía le concedió en septiembre un incentivo de 1,8 millones de euros para respaldar la primera fase de su fábrica en La Carolina (Jaén), que absorberá 8,3 millones para producir espejos, estructuras metálicas y otros componentes del campo solar, excepto los tubos absorbedores de la radiación solar. Las perspectivas de Solel pasan por fabricar también esos tubos y alcanzar una inversión industrial total de casi 100 millones de euros en La Carolina.

EL ESCENARIO ACTUAL DEL REARME TERMOSOLAR

PAÍS	OPERATIVO	EN CONSTRUCCIÓN	TOTAL
EE.UU.	443,95	0	443,95
España	232,49	1.367	1.599,49
Australia	38,12	20	58,12
Italia	0,16	5	5,16
Alemania	1,50	0	1,50
Argelia	0	25	25
Egipto	0	40	40
Francia	0	1,40	1,40
Grecia	0	50	50
Marruecos	0	30	30
Total	716,22	1.538,40	2.254,62

TECNOLOGÍA	OPERATIVO	EN CONSTRUCCIÓN	TOTAL
Colectores cilindroparabólicos	633,80	1.500	2.133,80
Sistema de Fresnel	49,40	10	59,40
Torre central	32,78	28,4	61,18
Disco Stirling	0,24	0	0,24
Total	716,22	1.538,40	2.254,62

Fuente: CSP Global Report



La ventaja competitiva que supone tener dos plantas de torre ya en operación es uno de los mayores atractivos que Abengoa presenta para E.ON.

por España, pero ahora con éxito y a través de las energías renovables. E.ON ha firmado una alianza con Abengoa, la mayor empresa de Andalucía, circunscrita por ahora a la construcción y explotación de las dos centrales que Abengoa ha empezado a levantar en Écija (Sevilla). La compañía sevillana busca actualmente fuentes de financiación para poder acometer el ambicioso plan de crecimiento en termosolar en España, EE UU, Norte de África y Asia.

E.ON aporta así su músculo financiero, ya que tiene planificado invertir 8.000 millones de euros en renovables hasta 2011, y Abengoa su impresionante capacidad de promoción global y su tecnología. Pero, ¿E.ON sólo será un socio financiero? Cabe plantearse si la relación de E.ON y Abengoa será en cierta manera similar a la de Iberdrola y su participada Gamesa. Es decir, si la eléctrica alemana será a medio plazo la propietaria y explotadora comercial de las centrales construidas con la tecnología de Abengoa y, en parte, financiadas por E.ON. Como ocurre con Iberdrola, que ha venido adquiriendo buena parte de los parques eólicos que promocionaba y construía Gamesa.

Abengoa siempre ha asegurado que ese no es su modelo, que su vocación es integral: investigación para mejorar los componentes; promoción, financiación y

construcción de las centrales; y explotación de las mismas durante los 25 años estimados de su vida útil, inicialmente. Una filosofía que encaja con su celo empresarial por crecer en solitario, comprando el menor número de empresas posible y apostando sólo por sectores que pueda liderar. Por eso abandonó en los años ochenta su incipiente apuesta por la eólica en Cádiz, porque entendió que no iba a poder ser un líder mundial en esta actividad.

Pero quizá esta estrategia en solitario, con la que inicialmente abordó el auge termosolar especialmente desde hace 5 años, se haya revelado insostenible. En parte por las grandes necesidades de financiación que requiere, y en parte por la emergencia de líderes mundiales que son capaces de hacerle sombra y arrebatarse el liderazgo mundial del que ahora disfruta. Líderes como el nuevo Siemens-Solel o, más cerca, la ingeniería vasca Sener, empresa con muchas semejanzas con Abengoa, que en 2007 firmó un pacto con la empresa pública Masdar del emirato de Abu Dhabi que le aporta capacidad de financiación a sus proyectos en España, EE UU y Oriente Medio.

La alianza con una empresa del tamaño de E.ON parece claro que no se va a circunscribir a la construcción y explotación de dos centrales. Va a ir más allá. Y supo-

ne un cambio significativo en el modelo de crecimiento de Abengoa, ya que se va a compartir el crecimiento en un sector con un socio externo.

Las dos operaciones de este final de 2009 determinan así la existencia de tres grandes empresas en este sector con presencia destacada en Andalucía y EE UU, y con ambiciones de saltar a Oriente Medio: Siemens-Solel, Abengoa-E.ON y Sener-Masdar. Tres grandes grupos que, además de competidores globales, son socios en la visionaria, y sumamente compleja, iniciativa Desertec. Algo que lleva a concluir que el conjunto del sector termosolar, para el que Desertec es el mayor proyecto mundial, va a aplicar en ese proyecto todos los avances logrados individualmente y va a verse así beneficiado en su mayor reto: el ya citado recorte de costes para mejorar su competitividad respecto a otras tecnologías.

Y en medio de todo ello emerge Andalucía, donde los tres grupos tienen sus proyectos más avanzados (concretamente en Sevilla) y donde tienen previsto seguir invirtiendo a medio plazo tanto en plantas como en industria asociada (Jaén). Nuestra comunidad será, pues, el lugar en el que estén puestos los ojos del sector para decidir qué pasos se seguirán dando en él, tanto tecnológicos, como industriales y financieros. ■

★ *Siemens ha visto clara la oportunidad de negocio para lanzarse a comprar Solel. Sólo en Europa habrá en 2015 alrededor de 6.800 MW termosolares en operación; y EE UU quiere tener en marcha 3.200 MW en 2011*

★ *Nuestra comunidad será, pues, el lugar en el que estén puestos los ojos del sector para decidir qué pasos se seguirán dando en él, tanto tecnológicos, como industriales y financieros*

Almacenamiento El as en la manga de la termoeléctrica

★ Para Esther Rojas, del CIEMAT, “el objetivo actual pasa por optimizar la calidad de las sales sin que se dispare el coste de las mismas y, por tanto, el gasto que supone almacenar el calor generado en el campo solar”



Sobre estas líneas, la isla de potencia de la planta de colectores cilindro parabólicos de ANDASOL 1 en Granada, con los tanques de almacenamiento térmico en la parte inferior izquierda de la imagen, utiliza sales fundidas como tecnología de almacenaje.

Recreación virtual de la torre y la isla de potencia –con los tanques de sales– de la planta Gemasolar, que Torresol Energý construye en Fuentes de Andalucía.



Al calificativo interesado y pernicioso que, desde algunos sectores, se le intenta colgar a las renovables afirmando que no son energías gestionables para el sistema, le ha salido un serio argumento en contra en el ámbito de la termoeléctrica. Porque ya en fase comercial, la planta Andasol 1 opera con sistema de almacenamiento de calor para ser convertido después en electricidad y, en esa estela, Gemasolar ultima su construcción para utilizar también sales fundidas con ese fin.

Y es que ese tipo de tecnología para el almacenaje ya se ha ensayado durante años en las instalaciones de la Plataforma Solar de Almería, y se sigue abordando en ese mismo centro y en experiencias ya comerciales como la antes citada.

En ese sentido, Esther Rojas, del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas -CIEMAT-, ofrece su visión acerca del almacenamiento mediante sales fundidas de cara al futuro. Para esta investigadora, “un aspecto muy importante a tener en cuenta cuando utilizamos sales en almacenamiento es el punto de fusión y la capacidad de almacenamiento calorífico que éstas tengan”. Y con esos dos parámetros utilizados como reto, Esther Rojas afirma que, “aunque guardar el calor en las sales para gestionarlo luego en la generación eléctrica es un método ya probado, aún podemos mejorar muchísimo el proceso”.

Porque en opinión de este ingeniero del CIEMAT, “el objetivo actual pasa por optimizar la calidad de las sales sin que se dispare el coste de las mismas y, por tanto, el gasto que supone almacenar el calor generado en el campo solar”. Según Rojas, de-

★ *El almacenamiento es, para el técnico Rainer Tamme, del Instituto Aeroespacial Alemán -DLR-, "algo que siempre se debería contemplar a la hora de proyectar una planta termoeléctrica"*

bemos encontrar soluciones y respuestas a cuestiones como la optimización del calor que transmitimos desde los tubos absorbedores a las tuberías, cómo influye el diseño de los componentes o cuál es la mejor estrategia a seguir si se congelan y solidifican las sales".

Para descifrar estos inconvenientes, la entidad pública en la que trabaja esta investigadora creará un bucle de ensayo en la PSA, aunque Rojas deja claro que, a día de hoy, "ya podemos manejarnos con las sales y, además, no resultan caras, porque aunque es una inversión elevada al inicio, la rentabilidad de la

planta es también mucho mayor cuando se cuenta con ellas".

De cualquier forma, el almacenamiento es, para el técnico Rainer Tamme, del Instituto Aeroespacial Alemán -DLR-, "algo que siempre se debería contemplar a la hora de proyectar una planta termoeléctrica". Así lo considera este investigador porque, "de la misma manera que ahorramos en otras facetas del montaje, con el almacenamiento ganamos en rentabilidad desde el inicio, aunque en cada planta necesitemos una solución distinta para aplicarlo".

Pero, a pesar de la supuesta solidez de estos argumentos a

favor de las sales, Esther Rojas, del CIEMAT, no se cierra en banda en cuanto a otras modalidades para almacenar calor en termoeléctrica y argumenta que "es necesario ensayar con nuevos componentes" para guardar el calor y generar después electricidad, así como "aumentar la eficiencia de la isla de potencia en las centrales". Como último apunte, Rojas considera que una buena línea de avance "puede radicar en encontrar sales fundidas con un punto de fusión más bajo que las que hay en el mercado, con lo que ganaríamos muchísimo en eficiencia". ■

Almacenamiento térmico en hormigón: el calor acorazado

Junto al almacenamiento térmico en las plantas solares termoeléctricas mediante sales fundidas, utilizado ya comercialmente en las instalaciones granadinas de Andasol 1 y próximamente en la sevillana Gemasolar, otra posibilidad que comienza a tener empaque para guardar el calor y utilizarlo luego para la generación eléctrica es el almacenamiento en hormigón.

En este sentido, Züblin, una empresa alemana de ingeniería, ha ensayado durante 18 meses con una mole de hormigón acoplada a una instalación de colectores cilindro parabólicos, por cuyo interior pasan conductos en los que se almacena el calor, para después descargarlo a 330 grados, generar vapor y hacer mover la turbina eléctrica.

Es el mismo fin que se consigue con las sales fundidas, pero el comportamiento de materiales es, como explica Bahl Carsten, de la citada compañía, totalmente distinto.

Porque en el caso del hormigón, una ventaja significativa es "que no existen riesgos de congelación, como sí ocurre con las sales, que solidifican a 220°C".

Además, continúa el ingeniero, "estamos ante un sistema escalable, que podemos trasladar de una dimensión de megavatios a gigavatios sin complicaciones extremas".

En esa línea, Bahl Carsten señala que su empresa continúa investigando en esta manera de guardar el calor para generar electricidad en una planta experimental en Carboneras, "en la que apostamos por optimizar costes a partir de ahora y reducirlos significativamente".

Según este técnico especializado en almacenamiento térmico de Züblin, "esta técnica posibilita, en una planta convencional de 50 MW, un incremento anual de generación eléctrica de un 30%" sobre la media de 175 GW/h/año en la que se mueven este tipo de plantas.

A ello se une, además, el hecho de que el coste de colocar este tipo de almacenamiento en una

★ *En el caso de utilizar hormigón para almacenamiento, una ventaja significativa es "que no existen riesgos de congelación, como sí ocurre con las sales, que solidifican a 220°C" -explica Bahl Carsten, de Züblin*

central termosolar asciende a 38 millones de euros, frente a los 45 que supone instalar los tanques de sales junto a un campo solar de esas dimensiones.

Según Carsten, "el almacenamiento en hormigón está listo ya para su utilización comercial, y posibilita además volver a calentar el campo solar para el arranque". No obstante, el representante de Züblin no se cierra a otro tipo de ensayos con nuevos materiales, y sí deja meridianoamente claro que, "sea lo que sea con lo que almacenemos, la eficiencia en ese proceso de guardar el calor para utilizarlo después transformándolo en electricidad tiene un precio".

Y termina vaticinando, desde su condición de experto en la materia, un aspecto que habrá que considerar en lo que se refiere al dilema entre almacenar de manera local la energía o llevarla y consumirla ipso facto en el punto de consumo. Para Carsten, "cuando nos liberemos totalmente de los combustibles fósiles necesitaremos almacenar de manera local, porque si ahora podríamos trasladar la electricidad al punto de consumo e inyectarla a los coches eléctricos, en un futuro vamos a necesitar las reservas locales para dar cabida escalonada en la red a toda la generación eléctrica de las renovables".

Una planta 'minitermoeléctrica' con dimensiones similares a esta puede ser utilizada con éxito para abastecer el consumo eléctrico de instalaciones industriales.



El basalto posee la capacidad de mantener por largo tiempo el calor en su estructura. Por eso Heliodynamics lo plantea como solución de almacenamiento fiable.



Fresnel y basalto, un dúo muy dinámico

Además de los ensayos con hormigón y con sales fundidas, existen también en el mercado otro tipo de tecnologías, a menor escala, que pueden resultar soluciones adecuadas para abastecer energéticamente a determinadas actividades industriales.

Es el caso de la planta solar termoeléctrica con colectores lineales fresnel que ha desarrollado la empresa Heliodynamics. Un sistema que, con unas dimensiones de 33 metros de largo y 15 de ancho, con 64 kilovatios de potencia, utiliza el basalto como sistema de almacenamiento de calor. Este componente ofrece unas prestaciones, según el director de Heliodynamics, Graham Ford, "muy atractivas", ya que las 26 toneladas de esta roca que se emplean para el almacenaje ofrecen la posibilidad de hasta 16 horas de almacenamiento.

Para el representante de esta en-

tividad, la planta Fresnel con almacenamiento en basalto tiene además múltiples ventajas, como el hecho de que "puede trabajar a altas temperaturas" -550°C- como las centrales CCP y de torre-, "posee una ratio de conversión

★ Para el director de Heliodynamics resulta "cuestionable" que se puedan conseguir al ritmo exigido los nitratos de sodio y potasio para una horquilla de entre 2.000 y 4.000 GW mundiales de termosolar

★ El principal rasgo diferenciador de este tipo de 'minitermoeléctrica' es que se envía en un kit que cabe en un solo contenedor de transporte, y cuyo sistema de almacenamiento es en proporción más de la mitad de barato que las sales fundidas

eficiente del calor en electricidad, no utiliza alta tecnología, tiene un bajo impacto visual gracias a su tamaño, no causa daño óptico si se está cerca del foco, no emplea materiales contaminantes, es de bajo coste y usa componentes básicos".

Esta simplificación en el diseño es, para Ford, el principal rasgo diferenciador de este tipo de 'minitermoeléctrica', "que se envía en un kit que cabe en un solo contenedor de transporte, y cuyo sistema de almacenamiento es en proporción más de la mitad de barato que las sales fundidas".

Porque, para un firme defensor de almacenamiento en materiales como el basalto, como es el representante de Heliodynamics, "las sales son muy caras y limitadas en el planeta, ya que si necesitamos una tonelada por kilovatio, serán entre 40 y 50 millones de toneladas anuales las que reclamará el mercado termosolar al ritmo de implantación que va a adquirir esta industria en los próximos años". Es decir, que para Ford resulta "cuestionable" que se puedan conseguir al ritmo exigido los nitratos de sodio y potasio para una horquilla de entre 2.000 y 4.000 GW mundiales de termosolar que veremos instalarse en las décadas que vienen. Esto conduce al técnico de la corporación británica a afirmar que "sin duda, la termoeléctrica necesitará almacenamiento, pero no necesariamente tendrá que ser con sales fundidas".

"Hay que aumentar la temperatura de operación, pero sin grandes torres y con sistemas de almacenamiento a menor escala porque sólo así disminuirémos los costes por kilovatio hora" -concluye Graham Ford.



Financiación de plantas

Un 'sprint' inversor para muy pocos

■ José Manuel Saborido

“España es el principio del mercado termosolar, Estados Unidos representa un escenario muy atractivo y existen otros lugares con recurso suficiente, pero sin la necesaria seguridad jurídica, como puede ser Oriente Medio”. Las palabras son de Jorg Hahn, responsable de proyectos de financiación para renovables en Caja Madrid. Unas declaraciones que, en dos frases, ponen de relieve el reto inversor que se abre para los bancos y cajas de ahorro en la puesta en marcha de nue-

vas plantas solares termoeléctricas.

Y en ese contexto, si nos atenemos sólo al ámbito nacional, encontramos más de cuarenta proyectos para financiar en el corto y medio plazo que, además, tienen 36 meses para su ejecución total, lo que implica definir el apartado inversor en el primero de esos tres años. Por eso la banca española que ya trabaja este sector -Caja Madrid o La Caixa, entre otros- y entidades financieras como KfV apuntan a

una etapa muy intensiva en capital, donde el riesgo estará compartido, y donde cada banco correrá con una aportación de entre 15 y 25 millones de euros en cada planta.

En ese contexto, los promotores deberán contar con diversas entidades, para lo que ya existe total predisposición desde algunas que antes se han enumerado. Así, Daniel Parejo, de La Caixa, explica que esta entidad ya tiene 800MW financiados en el apartado termosolar, y que la banca ha respondido

★ Con el acuerdo de incluir en el prerregistro de renovables 2.339 MW termosolares hasta el horizonte 2013, esta tecnología requerirá en torno a 12.000 millones de euros de inversión para la puesta en marcha de las nuevas plantas



Los expertos vaticinan que, en España, el ritmo de implantación a partir de ahora pasa por la puesta en marcha de unas diez plantas termoeléctricas cada año.

★ *La media de plantas termoeléctricas para financiar cada anualidad estará en torno a diez instalaciones, a razón de entre 250 y 300 millones en cada caso*

Objetivo: sobrevivir sin primas

Ese objetivo, conseguir la generación eléctrica a precio de mercado y prescindir de las primas, es el reto final de toda la industria termosolar. Y la consecución del mismo traerá consigo otra serie de ventajas que, según Manuel Cabrerizo, de la consultora Voltiq, harán de este tipo de generación eléctrica "una de las grandes opciones" para una economía descarbonizada.

Porque, para este analista, la ventaja de la solar termoeléctrica radica en que es una tecnología predecible, gestionable y socialmente aceptada. Con esos atributos, el desafío está, según Cabrerizo, en alcanzar una generación a gran escala, ir a la paridad de red y abrir más los mercados de componentes porque, hasta que esto último no traiga competencia al sector, no habrá disminución de precios".

Junto a esos desafíos tecnológicos, el representante de Voltiq considera también que, para la venta de energía a gran escala, "habrá que ir de la mano de las grandes compañías eléctricas", por lo que invita a establecer sinergias entre las promotoras de plantas y las operadoras del sistema.

En otro ámbito, el de la financiación, Manuel Cabrerizo consi-

dera que "habrá que optimizar este apartado con economías de escala que nos traigan costes competitivos y tendremos que buscar con la banca reducciones en los costes de capital". Al respecto, y en referencia al mercado financiero de 2009 que viene apoyando a la termoeléctrica, el analista de Voltiq se refirió al mismo como un espacio fragmentado, con gran potencial y con mucha necesidad de capital intensivo".

En referencia a la situación general del sector a nivel nacional e internacional, Cabrerizo aportó su valoración, y explicó que en España "contamos ya con un escenario con muchos contratistas que tienen asegurada financiación y con una banca que está alcanzando cierto punto de saturación, lo que origina un nuevo tipo de contratista en las plantas que va a pulmón en la cobertura financiera de sus propios proyectos".

Sobre el mercado estadounidense, el representante de la consultora holandesa expone que "aún no se sabe si este país pasará a un sistema de tarifas o seguirá financiando las iniciativas con un 30% en su construcción". Además, Cabrerizo esti-

ma que "en la fase inicial de la implantación de la termoeléctrica en EE.UU. tendrá una presencia notable la banca europea y española".

Por último, y acerca del almacenamiento con sales fundidas que ofrece la termosolar como ventaja, Cabrerizo opina que "con ser un añadido de costes, esta opción está funcionando muy bien y puede ser un camino tecnológico que ofrezca rendimientos muy buenos" y números atractivos para que la banca rebaje sus exigencias en la financiación futura.

Desde otra asesoría especializada en renovables, Astrom, Pablo Valera aporta varios principios básicos a tener en cuenta en la promoción de este tipo de plantas. Expone Valera que "al ser unas instalaciones difícil de promover y con muchos factores en liza, es necesario considerar muy bien el lugar elegido, que debe tener mucha radiación, contar con el suministro de componentes asegurado, poseer capacidad y solvencia en los fabricantes, mantener un buen desarrollo de las licencias y permisos necesarios y estimar muy bien la futura producción de energía".

con cartas de apoyo a otros proyectos en esta tecnología que necesitaban el requisito de la financiación para entrar en el prerregistro de renovables, como ha ocurrido el pasado 13 de noviembre.

Mediante esas señales de apoyo financiero a las plantas, según Parejo, "hay ya 1.500MW con la inversión garantizada para entrar en ese prerregistro".

Un dato que, como corrobora Rosa Tarragó, de la compañía KFV, denota claramente que "los proyectos en torno a las energías renovables se han fortalecido como opción de negocio bancario en época de crisis, frente a otros segmentos de inversión que han bajado, como los navales o aeronavales".

Una baza que, para Jorg Hahn, de Caja Madrid, hace que "como norma general, un proyecto de calidad, ya avanzado en su planificación y con socios solventes en materia termoeléctrica siempre encontrará financiación bancaria".

Eso sí, a pesar de contar con esas ventajas, la financiación de las instalaciones termosolares que ahora comienza a escala mundial debe superar aún varios obstáculos, como la reducción de los propios costes bancarios. En esa línea, Hahn considera que será el aprendizaje que se adquiera con el funcionamiento de plantas como Andasol 1 -ubicada en Granada-, el que haga que las entidades financieras "liberen garantías, reduzcan sus márgenes de riesgo y, por lo tanto, bajen sus exigencias de retorno de capital".

De cualquier forma, y ante el nuevo horizonte de negocio que se abre para la banca en la aventura termosolar, la representante de la corporación KFV, Rosa Tarragó, argumenta que los inicios tendrán un marcado sello europeo y español. Así ha ocurrido ya con la planta de Acciona en EE.UU., Nevada Solar One, donde la mayoría de las entidades financieras que apoyan la iniciativa son europeas.

★ *Los expertos vaticinan que, a corto plazo, las entidades financieras que soporten este tipo de operaciones serán las que ya están trabajando con el sector en las primeras experiencias comerciales de esta tecnología*

Esa es la línea a corto y medio plazo, y vaticina Tarragó que "no entrarán otras entidades que las que ya operan en este tipo de proyectos, tan intensivos en inversión inicial". Y en ese sentido, el capital español parte también con ventaja y experiencia adquirida.

Es la misma línea que expone Manuel Cabrerizo, de la consultora Voltiq, especializada en energías renovables. Este experto va más allá y apuesta porque "los financiadores pierdan el miedo a la tecnología termosolar, porque aunque aún queda recorrido y experiencia que recoger de las plantas ya en operación, sería bueno que la banca cogiera confianza y cambiara el modelo financiero cerrado y estrecho que ha aplicado en Andasol 1, a pesar de que antes de esa instalación haya habido 20 años en los que no se haya acometido la financiación de una iniciativa de estas características desde el episodio americano de Mojave". ■

Energía a palo seco

■ **Sonia Rodríguez**



¿Cómo llevar las renovables a lugares extremos donde escasea el agua necesaria para el proceso de producción? La clave está en la tecnología, en necesitar menos recurso hídrico y en lograr materiales más resistentes, más modulares y que necesiten menos mantenimiento. Una energía producida 'a palo seco' en la que, dos proyectos, israelí y valenciano, aportan avances, cada uno en su línea.

Aora Solar es un innovador sistema basado en una turbina que funciona con aire caliente y que puede utilizar además otras fuentes de energía diferentes a la solar, un híbrido que permite generar electricidad 24 horas al día y que no precisa de una fuente continua de agua para la refrigeración.

El origen de esta iniciativa hay que ir a buscarla al sur de Israel, en un desierto llamado Arava, un erial en medio del cual surge la población o kibbutz de Samar. Allí, la necesidad de electricidad era imperiosa y la han obtenido de una curiosa 'flor', que nació en estas arenas desérticas en marzo de 2009. Se trata de una torre amarilla de 30 metros de altura que recuerda a un estambre y 30 heliostatos situados en su espacio a modo de pétalos, que la rodean y concentran sobre ella la luz del sol.

Según explica el representante de la compañía, Mariano Salas, la energía solar que converge en el receptor solar de la torre es utilizada para calentar el aire hasta una temperatura de 950 grados celsius y 4,5 kilogramos de presión, que mueven una turbina para generar 100 kilovatios de electricidad.

La peculiar torre con forma de flor es fruto del estudio de arquitectos Haim Dotan, mientras el instituto israelí Weizmann de Ciencias es el responsable técnico de este diseño, que permite además utilizar otros combustibles como el gas natural o el biodiésel para calentar el aire por las noches o cuando no haya sol. Además, permite un mantenimiento escalonado, de forma que se pare únicamente el heliostato que se debe revisar.

Así, técnicamente se han utilizado elementos que ya existían como los heliostatos, el concepto de torre o la turbina, disponiéndolos de una forma innovadora. Además, esta planta ocupa 1.800 metros cuadrados y no necesita un terreno excesivamente llano. Por el momento, no cuenta con ningún sistema de almacenamiento de energía.

Una iniciativa, la de la 'flor' del desierto de Arava, que ahora ha recurrido a Andalucía, experta en tecnología termosolar, gracias a la apuesta permanente que aquí se ha venido haciendo por este modelo de generación renovable. Aora Solar ha recurrido a esta comunidad autónoma asociándose con empresas locales para estudiar cómo hacer más competitivo su proyecto y estandarizar la producción, reduciendo así los costes. La planta está pensada para lugares donde la dispersión de la población es enorme y compensa producir donde se consume, con lo que 100 kilovatios son suficientes, pero ahora se está investigando para incrementar la potencia de turbina y aumentar la producción, así como para optimizar los espejos y abaratar el coste de la torre. ■

★ *El proyecto Aora Solar nace en Israel, en un kibbutz situado en una zona desértica y se pone en manos de andaluces para poder disminuir costes y ser más competitivo*



La iniciativa valenciana: The Luter 10 Project

José Vicente García, Ignacio González y Cristóbal González pusieron en marcha Vinci, una empresa especializada en ingeniería que también se ha internado en el campo de las renovables. Han apostado por la energía solar de pequeña y mediana potencia, en lugar de los grandes campos que se han implantado hasta ahora, y aseguran que han encontrado un producto competitivo que puede verter a cualquier red, de alta, media o baja potencia, el proyecto Luter 10, que actualmente busca financiación para seguir creciendo.

Luter 10 está basado en el disco stirling "pero dándole la vuelta", según explica José Vicente García. Los ingenieros valencianos han diseñado una lente

de disco con forma circular que se sitúa entre el sol y el motor stirling y que por sus características es casi 'autolimpiable' al ser lisa y no contar con las estrías típicas del stirling, en las que se puede acumular polvo y agua creando sombras. Con el mismo fin también están tratadas con un producto que repele el agua.

La luz, tras pasar por la lente, se concentra en el llamado foco caliente del motor stirling, que es la única parte que se ha dejado fuera y que se ve expuesta al sol y a las inclemencias del tiempo. Ambos hechos disminuyen también el mantenimiento. Otra singularidad de esta ingeniería es que cada módulo (compuesto por la lente y el foco caliente), pivota sobre un eje

★ *La 'flor' del desierto de Arava está pensada para lugares donde la dispersión de la población es enorme y compensa producir donde se consume, con lo que 100 kilovatios son suficientes*



circular que permite un seguimiento óptimo del sol.

La energía solar se utiliza en este caso para mover un motor de helio y generar la electricidad. El motor de helio ha sido empleado en la fase experimental y de pruebas, aunque en un futuro será de hidrógeno y, al igual que ahora, no necesitará contar con un aporte continuo de agua, ya que únicamente cuenta con un circuito cerrado de refrigeración.

Luter 10 toma su nombre porque se trata de una unidad de 10 kilovatios, capaz de producir durante más de 2.500 horas equivalentes al año. Una electricidad puede ser consumida directamente (funcionando con un standard-alone) o vertida a cualquier red de suminis-

tro, lo que hace este producto adecuado para zonas en vías de desarrollo, además de para cualquier otra zona convencional.

En la actualidad está gestándose Luter 20, donde entre otros avances se han montado de dos en dos las lentes en los sistemas de seguimiento solar, utilizando además uno que ya existía en el mercado, todo ello con el fin de abaratar costes.

García explica que han probado ya su viabilidad técnica y económica, detalla que el coste de instalación es de menos de 3.500 euros por kilowatio instalado, y que con su sistema podrían vender electricidad a una tarifa convencional, entre 12 y 15 céntimos de euro por kilowatio.

¿Sabe
expresar
qué hace
su empresa?

Si no, nosotros
le ayudamos

Noah 
Comunicación para una energía sostenible

www.expresatuenergia.com

Hacia la necesaria estabilidad normativa y regulatoria

★ *Las últimas decisiones adoptadas por el Ministerio de Industria en cuanto a adjudicación de megavatios no han hecho más que volver a generar polémica e insatisfacción en el sector*



Empieza el año y es momento de balance respecto al que hemos dejado atrás. Las energías renovables andaluzas, al igual que en el resto de España, han vivido un 2009 cargado de incertidumbre por los vaivenes normativos y regulatorios que han afectado al sector. El Real Decreto 6/2009, publicado en mayo pasado, supuso una convulsión en todo el sector, que unánimemente mostró el más enérgico rechazo.

El llamado 'decretazo', que de hecho suponía cambiar las reglas del juego a mitad del partido, además de paralizar el desarrollo de las renovables en Andalucía, dificultaba las competencias que la Junta de Andalucía tiene en la materia, con un Plan de Sostenibilidad Energética (PASENER) cuyo cumplimiento de objetivos se ha visto más que comprometido.

El reciente otoño, con amagos, no cumplidos finalmente, de echar atrás parte de dicho decreto, ha intensificado el clima de incertidumbre que se viene padeciendo en el escenario de las renovables. Además, las últimas decisiones adoptadas por el Ministerio de Industria en cuanto a adjudicación de megavatios no han hecho más que volver a generar polémica e insatisfacción en el sector.

■ **APREAN**
Asociación de Promotores y Productores de Energías Renovables de Andalucía

★ *Desde APREAN, esperamos que este año traiga un nuevo marco regulatorio y retributivo a todo el sector de las renovables que permita garantizar las inversiones presentes y futuras, retomar la confianza de la empresa en la gestión de las instituciones e impulsar el tejido económico andaluz*

Inversiones multimillonarias con plazos quinquenales en desarrollo y ejecución necesitan de estabilidad, de confianza institucional, de compromiso en su cumplimiento porque, de no ser así, estaremos poniendo en peligro no sólo el modelo energético con el que se quiere dotar el mundo moderno sino, en el caso de Andalucía, del potencial de desarrollo industrial más importante de las últimas décadas y de la verdadera esperanza de generación de empleo en nuestra región.

Pero no sólo la inestabilidad de la norma produce quiebros importantes en el sector. Venimos reclamando desde hace años una mayor agilidad administrativa en la resolución de los expedientes que afectan a las renovables. No es de recibo que nuestra comunidad, la de mayor potencial medioambiental en la instalación de renovables, triplique los plazos en que se materializan las instalaciones.

A pesar de la voluntad de impulso que emana de los gestores públicos, la excesiva burocracia y lentitud administrativa está lastrando el deseable desarrollo del sector, dejando a Andalucía en situación de desventaja competitiva con respecto a otras comunidades.

En este sentido, la puesta en marcha de la Ley 14/2007 de Patrimonio Histórico de Andalucía, que obliga a realizar prospecciones arqueológicas en la fase inicial de cualquier proyecto de instalación energética, incluso antes de su información pública, ha sido un claro ejemplo de traba burocrática que imposibilita la ejecución de proyectos en los que, por su gran envergadura espacial y complejidad técnica, es imposible determinar a priori los trazados de las acometidas. Desde APREAN hemos solicitado a la Administración, en varias ocasiones, la adopción de medidas para hacer compatible el actual desarrollo de las energías renovables con la preservación del patrimonio.

A pesar de todo lo anterior, 2009 ha sido un año de crecimiento en las renovables andaluzas y ha confirmado la tendencia alcista del sector como fuente de desarrollo económico, y las esperanzas en él depositadas como impulsor de la reactivación laboral. En este aspecto, destaca el espectacular incremento en la demanda de formación en renovables, que ha llevado a Aprean a triplicar la oferta en los distintos proyectos formativos que anualmente pone en marcha, en colaboración con la Administración andaluza.

En un año como el que ahora acaba, la Agencia Andaluza de la Energía, como entidad encargada del desarrollo de las políticas energéticas en nuestra comunidad, ha ocupado un papel primordial con respecto a las energías renovables, abriéndose un amplio camino para profundizar en la colaboración mutua y la ejecución de importantes proyectos comunes necesitados del impulso de la administración y de la empresa.

Desde APREAN, esperamos que este año traiga un nuevo marco regulatorio y retributivo a todo el sector de las renovables que permita garantizar las inversiones presentes y futuras, retomar la confianza de la empresa en la gestión de las instituciones e impulsar el tejido económico andaluz hacia la necesaria creación de empleo y riqueza. ■

Barack Obama y Hu Jing Tao, cuyos países, EEUU y China, son piezas clave en el tablero de la lucha contra el Cambio Climático.



Reflexión desde la Cumbre del Clima en Copenhague

El egoísmo individualista pone en riesgo a la especie humana

La primera impresión al llegar a la zona de Copenhague donde se celebra la Cumbre Mundial sobre Cambio Climático es que el asunto interesa a mucha gente de muchos lugares de todo el mundo. Desde chinos y negros a europeos, americanos o hindúes, pasando por todos los demás. Aquí hay gente de todo el mundo. Dentro del recinto y fuera con una gran cantidad de sesiones paralelas. Para mi sorpresa, en lo personal, es que no se trata sólo de los temas frecuentes en los asuntos científicos relacionados con el cambio climático (energía, forestación, usos del suelo, etc.); también hay otros puntos de vista casi igualmente sugerentes, como propuestas de vegetarianos que sostienen que la solución al Cambio Climático pasa por dejar de comer carne o pescado.

Yendo ya a los temas energéticos, nuestra asociación Protermosolar ha acudido a Copenhague con un lema, "The solar energy is the key", traducción al inglés que le hemos dado a la versión original en español "En la energía solar está la clave". Una frase que venimos utilizando para resaltar el papel de la energía solar en la mitigación del cambio climático y en la mejora del sistema energético (el español y el mundial), que también fue presentada en la última reunión del Con-

sejo Nacional del Clima. Esperamos que esta voz se oiga en la Cumbre, y que los líderes mundiales encargados de buscar nuevos impulsos a la solución del problema la tengan muy en cuenta.

Las tecnologías solares de conversión de la radiación solar en electricidad tienen que desempeñar una función muy importante frente al Cambio Climático, por cuanto una de las claves del cambio de paradigma del sistema energético mundial es modificar radicalmente la forma de generar electricidad, pasando de las actuales fuentes contaminantes al predominio de las renovables en energía primaria. Sin duda, en estas tecnologías electrosolares, la termosolar tendrá gran relevancia gracias a su capacidad de adaptación a la forma de la demanda de electricidad (gestionabilidad), en base a su capacidad de aceptar sistemas de almacenamiento térmico y de hibridación con formas energéticas almacenables como la biomasa.

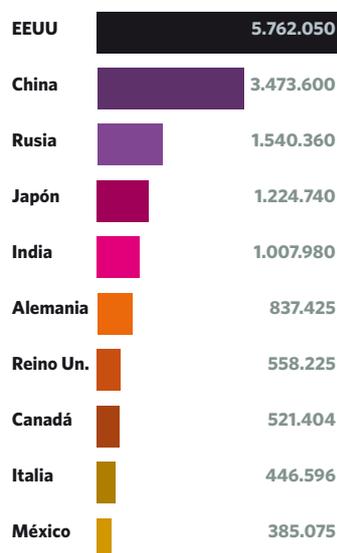
Por otro lado, acontecimientos como este de Copenhague deben llevarnos a una reflexión a fondo sobre el significado de conceptos nuevos tan utilizados, como el de "cambio climático" o el de "desarrollo sostenible", que si los lees detenidamente tienen una fuerte

■ Valeriano Ruiz Hernández
Presidente de Protermosolar



El 'top ten' de las emisiones GEI

Unidades: miles de toneladas métricas de dióxido de carbono



carga de egoísmo humano, reflejo de las preocupaciones poco sentadas de los actuales habitantes del planeta Tierra. Me refiero a esa posición individualista que se olvida de la colectividad, y del problema que vamos a dejar a nuestros descendientes. A título de ejemplo de lo que quiero decir, reproduzco el texto exacto -traducido al español- de la ya muy manoseada definición de "desarrollo sostenible" que se gestó en la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Comisión Brundtland) en 1987, llamada "Nuestro Futuro Común": "Desarrollo sostenible es el desarrollo que satisface las necesidades actuales de las personas sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas."

Si uno lee atentamente, se da cuenta enseguida de que se antepone la satisfacción de las necesidades de las personas actuales y, sólo en segundo término, se dice "sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones...". Es decir, que quienes lo aprobaron y los que lo empleamos abusivamente con posterioridad damos prioridad a satisfacer nuestras necesidades (la de los seres humanos actuales) antes que preocuparnos de nuestros descendientes; o lo que es lo mismo, antepone nuestros intereses individuales a los colectivos de la especie, que sólo se perpetuará si las futuras generaciones prosperan y tienen éxito como seres vivos. Personalmente, me parece escandaloso que una especie cualquiera (en este caso, la humana) anteponga el interés de los individuos al de la especie en su conjunto, representada aquí por las generaciones futuras.

Y mucho me temo que eso es lo que está pasando con el Cambio Climático. Que nuestra actitud miope y egoísta de no actuar contundentemente ante un problema de dimensión global como éste origine un riesgo que pueda poner en peligro a la propia existencia de la especie humana, que podría extinguirse como otras especies animales en el pasado.

En definitiva, creo que habría que haber definido -puestos a ello- un concepto que resumiera en una frase lo que hay que hacer ante el problema, ya manifestado de varias formas (crisis financiera, medioambiental, de valores, etc.), de esta otra manera:

"El ser humano debe garantizar la existencia de las generaciones futuras manteniendo en lo posible su capacidad de satisfacer las necesidades presentes". ■



La I+D+i soñada por la Economía Sostenible

■ José Manuel Saborido

En plena ebullición de la Ley para la Economía Sostenible, con la que el gobierno pretende cambiar el modelo productivo del país propiciando incluso desgravaciones fiscales a la inversión en investigación, el sector eólico mantiene en torno al 5% su gasto en I+D+i respecto a la riqueza total que generó en 2008. Concretamente, la industria del viento movió 189,5 millones de euros en el apartado investigador, que en referencia a los 3.803 millones que aportó al PIB nacional, supone un 4,98% de ese total. Unos registros muy similares a los de 2007, cuando este subsector de las renovables empleó el 5,32% en I+D+i, con 174 millones de euros invertidos.

Estas cifras, además, ofrecen una idea del compromiso que la

eólica mantiene para continuar mejorando la tecnología. Porque si comparamos ese gasto en I+D+i con el que se realiza a nivel nacional o con el que la UE destina a esta cuestión, las diferencias son sustanciales. Concretamente, España cerró 2008 con una aportación a investigación y desarrollo del 1,35% de su PIB, y la Europa de los Veintisiete lo hizo con un registro del 1,85%, lejos ambos guarismos de la intención española de alcanzar el 2% en 2011, y del objetivo europeo de estar en el 3% el año que viene.

Una I+D+i eólica que está sustentada en una importante malla de centros públicos y privados, que colocan a España en una situación inmejorable para liderar las expectativas de crecimiento

de esta energía renovable en las próximas décadas. Así queda reflejado, por ejemplo, en la actividad de la Reoltec, la Plataforma Eólica Tecnológica, que aglutina la investigación que en este segmento desarrollan 700 empresas nacionales.

Felix Avia, miembro del órgano gestor de esta entidad, explica que el principal cometido de Reoltec es "consolidar el posicionamiento tecnológico de la industria nacional". En esa línea, la Plataforma ha financiado siete proyectos de investigación básica, entre los que destacan el PROFIT, una iniciativa en torno a la minieólica, el proyecto Emerge -para instalar aerogeneradores a más de 60 metros de profundidad en el mar-, o los proyectos Windleader, Eolia

★ *El Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España, elaborado por Deloitte para la Asociación Empresarial Eólica, desvela que este subsector de las energías renovables destinó a I+D+i el 5% de su contribución al PIB nacional*



Cuerpo a cuerpo frente al gas

Una cuestión que ya está generando las primeras fricciones es la incomodidad que principalmente para las centrales de ciclo combinado está suponiendo el imparable avance de la eólica. En los últimos años, la apuesta por esa tecnología para abastecer la demanda ha sido relevante, y ahora la legislación prima la entrada de renovables en el sistema, con lo que hay muchas centrales de ciclo combinado que incluso están parando mucho más de lo previsto cuando fueron proyectadas.

Ese desajuste, que hace aflorar el discurso contra las primas a las renovables que se está dejando notar en las últimas fechas, seguirá produciéndose cada vez más, ya que, según estimaciones de Red Eléctrica y del Ministerio de Industria, para 2012 la eólica sustituirá la generación de 30.000 gigavatios/hora que antes se producían con gas.

De cualquier forma, esto contribuirá especialmente a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero -GEI-, cuya cifra ya se ha colocado en 2008 en las 19 millones de toneladas de CO₂

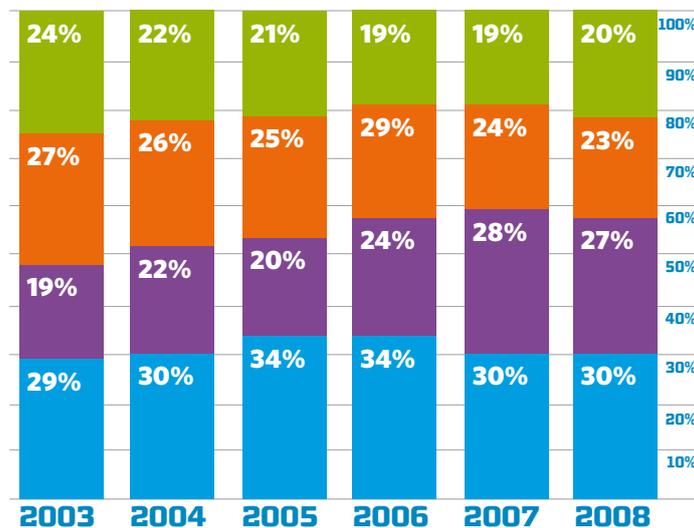
evitadas gracias a la generación eólica. Una cifra que, traducida a derechos de emisión, donde la tonelada de CO₂ está a 21,1 euros, alcanza la cantidad de 405,5 millones de euros.

*** La continua penetración de la electricidad producida por el viento en la red eléctrica hará que, para 2012, sean 30 millones de toneladas de CO₂ las que se eviten, además de otras 18.000 toneladas de óxidos de nitrógeno y 46.000 de dióxido de azufre, gases muy determinantes en el calentamiento del planeta**

Pero en la progresión que el Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España mantiene como escenario futuro, la continua penetración de la electricidad producida por el viento en la red eléctrica hará que, para 2012, sean 30 millones de toneladas de dióxido de carbono las que se eviten, además de otras 18.000 toneladas de óxidos de nitrógeno y 46.000 de dióxido de azufre, gases ambos muy determinantes en el calentamiento del planeta.

Y por supuesto, esa persistente penetración en el sistema eléctrico que se prevé que siga teniendo la eólica también redundará en independencia energética para la economía nacional. Así, los cálculos de la Asociación Empresarial Eólica en su último informe macroeconómico apuntan a que, de evitar la importación de 7,7 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2008 por valor de 2.205 millones de euros, el sector podrá pasar a 9,9 millones de tep evitadas en importación para 2012, con el consiguiente beneficio para la balanza comercial.

Aportación de los subsectores al valor añadido sectorial



Fuente: Deloitte

SERVICIOS
FABRICANTES DE COMPONENTES
FABRICANTES AEROGENERADORES
PROMOTOR-PRODUCTOR

y otro de torres prefabricadas de hormigón y acero.

Una I+D profusa, que conduce a Avia a afirmar que "la maduración del mercado nacional y la necesidad de orientarse al mercado internacional exigen un mantenimiento activo de los factores innovadores". Unido a esto, para el miembro de Reoltec "existe un sector altamente profesionalizado, con las capacidades tecnológicas y de gestión necesarias para hacer frente a los nuevos objetivos de crecimiento y listo para asumir los retos que Europa y la sociedad española demandan".

Esas demandas pasan por generar, mediante la eólica terrestre y marina, el 20% de la energía eléctrica de la UE en 2020, para pasar al 33% en 2030 y al 50% en 2050.

*** En la misma tónica que el año anterior, la eólica sigue destinando en torno al cinco por ciento de su riqueza al avance tecnológico de sus componentes y máquinas, algo que contribuye al liderazgo que España mantiene en este ámbito**

Para ello, la Plataforma Europea de Investigación Eólica, TPWind, ha iniciado el camino que debe conducirla a fabricar aerogeneradores de entre 10 y 20MW de potencia en torno a 2020. Una máquina que, según TPWind, hará que para 2030 haya 200GW eólicos en tierra en la UE y otros 150GW cercanos a las costas del Viejo Continente.

Junto a esas nuevas turbinas, para la Plataforma Europea los principales ámbitos en los que se debe investigar son la integración en red, la estimación minuciosa del 'recurso viento' y la aplicación de una logística innovadora.

En muchos de estos apartados nuestro país, como lo demuestran los datos que maneja el Centro para el

EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PERSONAS EMPLEADAS EN LA INDUSTRIA EÓLICA ENTRE 2003 Y 2008

EMPLEO POR SUBSECTOR

Fuente: Registro Mercantil y Deloitte

	2003	INCREM.	2004	INCREM.	2005	INCREM.	2006	INCREM.	2007	INCREM.	2008
Promotor - Productora	3.398	4,5%	3.550	8,9%	3.867	7,2%	4.145	5,7%	4.381	10,4%	4.837
F. Aerogeneradores	2.299	15,7%	2.660	4,7%	2.786	14,6%	3.193	6,1%	3.387	14,6%	3.881
F. Componentes	5.632	6,8%	6.015	2,4%	6.158	3,4%	6.366	5,4%	6.712	9,1%	7.323
Servicios	5.473	-3,7%	5.270	9,2%	5.752	4,2%	5.994	5,1%	6.301	10%	6.929
Total	16.802	4,1%	17.495	6,1%	18.562	6,1%	19.698	5,5%	20.781	10,5%	22.970

Desarrollo Tecnológico Industrial -CDTI-. Según este organismo, sólo en 2009, la I+D eólica española ha captado 36 millones de euros para sus programas investigadores desde los fondos europeos, concretamente de Topic Energy y de las dos convocatorias del séptimo programa marco de investigación, en el apartado energético. Unas cifras que nos colocan, junto a Alemania, como del país que más se emplea en este tipo de iniciativas. Algo que, además, tiene a la empresa privada como principal actor, ya que los números desvelan que la aportación a I+D en eólica proviene en un 69% de las corporaciones del sector, en un 24% de los Estados Miembros y en un 7% de la UE.

Y es que sólo en la próxima década, las estimaciones hablan de que serán necesarios seis mil millones de euros para la investigación en materia de energía eólica. Una inversión que, con ser mareante, resulta insignificante frente a los cálculos de negocio que maneja Antoni Martínez, director general del IREC catalán. Este centro tecnológico, con un presupuesto de 143 millones de euros, apuesta por armar un prototipo propio de turbina offshore de aquí a 2017, porque estima que sólo en el horizonte 2020 se abre un volumen de inversión en eólica que ronda los cien mil millones de euros para instalar 40.000MW en Europa.

Para llegar con garantías a ese mercado, el IREC ensayará con dos plataformas offshore frente a las costas tarraconenses, la primera anclada a fondo y la segunda flotante, porque Martínez considera que "la eólica marina se desarrollará si no se ve desde la costa, es decir, a 20 kilómetros de distancia, donde las profundidades en general superan los cincuenta metros". Además, añade el director del IREC, en el Estudio Estratégico Ambiental del Litoral español "la zona apta sin condicionantes está lejos de la costa, a profundidades elevadas, donde no han sido probadas soluciones tecnológicas".

Ya se cuecen 30.000 MW eólicos

Ésa es la conclusión a la que se llega cuando, tras la entrada en prerregistro de nuevas instalaciones el pasado noviembre, se conoció que el sector eólico ya tiene presentadas 536 solicitudes con una potencia asociada de 13.462 MW al registro administrativo de instalaciones de energías renovables para la preasignación de la retribución -de ellos, 6.000MW cumplen todos los requisitos-. Porque si a esa cantidad le añadimos los 16.436MW eólicos ya en funcionamiento, eso supone que la industria del viento en España alcanza casi los 30.000MW entre los que ya operan y los que están en construcción, en trámite administrativo o en proyecto.

Un paso firme al que el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio quiere seguir el ritmo, como lo demuestra la última inscripción de instalaciones del Régimen Especial en el registro de preasignación de retribución, acontecida el pasado mes de diciembre. En ella se fijan los nuevos cupos de entrada de instalaciones eólicas y, junto a los 1.633MW de energía del viento ya listos para operar que han pasado por ese registro, el Gobierno ha incluido otros 4.754MW. Esto hará que, para finales de 2012, España cuente con 22.825 megavatios operativos en este sector.

De cualquier manera, como la avalancha de proyectos es considerable, el director general de Po-

lítica Energética y Minas, Antonio Hernández, explica que el gran volumen de instalaciones presentadas ha hecho "necesaria la laminación", porque así "se evita la entrada de golpe de los megavatios autorizados", y no se incurre "en problemas técnicos ni en costes económicos excesivos". Para esa laminación, la dirección de Política Energética ha elegido como criterio la autorización administrativa que otorgan las Comunidades Autónomas, a lo que se le ha unido cierta flexibilidad para permitir "que algunas plantas puedan solicitar ser retrasadas para que otras que estén más avanzadas se adelanten en el tiempo".

En esa línea, Hernández señala que "la futura regulación española continuará apoyando a las renovables", basándose en la promoción del desarrollo sostenible de las distintas tecnologías de generación limpia, en la mejora del desarrollo tecnológico y consiguiendo ajuste de primas, y en la garantía de la seguridad jurídica de los inversores. Como llamada de atención, Hernández deja sobre la mesa el hecho de que, todavía, las energías limpias "son caras mientras no alcancen su madurez tecnológica", y el inconveniente de que "el sistema eléctrico necesita el back-up de otras tecnologías [convencionales] por motivos de gestionabilidad; lo que se agrava en ausencia de interconexiones".

Efecto multiplicador

Toda esta amalgama de buenas prácticas y de centros de vanguardia han posibilitado, además, que las exportaciones netas del sector eólico se hayan incrementado este año en un 10,5% respecto a 2007, y que hayan pasado de los 228,2 millones de euros de 2004 a los 1.048 millones exportados en 2008.

Y es que la contribución de la eólica al PIB nacional registra valores positivos en todos los indicadores, y de manera global ya representa el 0,39 del total de la riqueza de la economía española. Un crecimiento cuantitativo que también tiene su reflejo en su relevancia dentro del sector energético nacional, donde ya representa el 7,05% sobre el total.

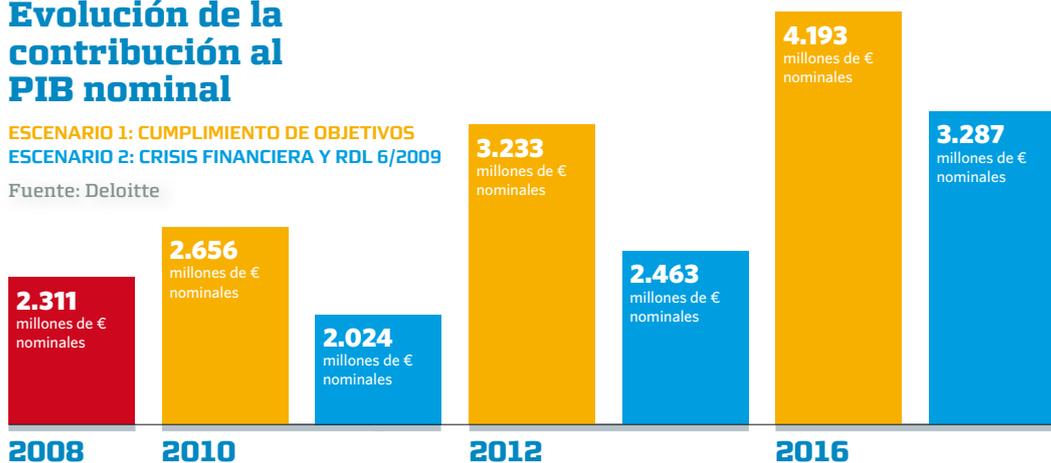
Por subsectores dentro de la propia industria eólica, son los promotores y productores, junto a los fabricantes de aerogeneradores con un fuerte crecimiento, los que más aportan a esa porción de PIB que la eólica vierte en la economía española.

En esos baremos de incremento es en los que se quiere situar la industria del viento en los próximos años, con unas expectativas ambiciosas que sitúan el salto de la potencia instalada en un 33,1% sobre la de 2008 en 2010, y en un crecimiento del 98,3% en 2015 sobre los registros del año pasado. Todo ello, traducido a términos de PIB, supondría que de los 2.311 millones de euros de PIB directo generados en 2008, la eólica pasaría a los

Evolución de la contribución al PIB nominal

ESCENARIO 1: CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS
ESCENARIO 2: CRISIS FINANCIERA Y RDL 6/2009

Fuente: Deloitte





2.656 en 2.010 y a los 4.193 en 2016 –siempre si se cumplen los objetivos energéticos establecidos por el gobierno–.

En el apartado de empleo, la pujanza de la eólica también se deja notar. Y así, el total de personas que trabajan de manera directa en el sector ha vuelto a crecer entre 2007 y 2008 en un 10,5%, a pesar de que en el segundo semestre del último año ya se inició la destrucción de empleo a nivel general. En este ámbito, el subsector de empleados que más crece es el de los fabricantes de aerogeneradores, que se incrementa en un 15,2%. Y lo mismo ocurre cuando se miran las cifras de empleo indirecto, que disparan hasta los 41.438 los puestos de trabajo en eólica en 2008 –un incremento del 8,95% respecto a 2007–, para todo el territorio nacional.

Aquí, la eólica se encuentra en una verdadera encrucijada para el futuro, como ocurre con la que puede ser su aportación al PIB nacional. Sostiene el último Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España que si la evolución de las renovables sigue conforme a las previsiones futuras –40.000MW para 2020 en la industria del viento–, en 2016 habrá más de 72.000 personas ocupadas en la eólica. Pero, por el contrario, “si la crisis financiera que afecta al sector continúa y no se resuelve la incertidumbre regulatoria”, se dejarán de crear casi 23.000 empleos para esa fecha. ■

El paisaje eólico, con el ritmo de implantación marcado por el Ministerio, seguirá siendo cada día más familiar a nuestros ojos.

*** La cifra de I+D+i en el apartado eólico durante 2008, ese cinco por ciento, contrasta significativamente con el 1,35% de gasto en este mismo concepto que tuvo la economía a escala nacional**

44% de generación, 22% de primas

En torno al Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España, el director técnico de la Asociación Empresarial Eólica, Alberto Ceña, hace una serie de consideraciones y valoraciones, en la línea de remarcar los beneficios que tiene la generación eléctrica que proviene del viento. Y como dato principal, este representante de la AEE, ofrece la comparativa de que, en lo que va de 2009, el sector eólico acapara el 44% del total de generación eléctrica del Régimen Especial y, por el contrario, sólo es receptor del 22% de las primas a este apartado del mix eléctrico nacional.

Junto a esa primera apreciación, Ceña estima que la crisis que se iniciara a mediados del pasado año “no se refleja en los resultados macroeconómicos del sector eólico”. Según Ceña, esto se debe a que “los proyectos de inversión tienen un periodo de maduración superior a los dos años, por lo que muchos de los pedidos de componentes ya se habían realizado con antelación [a la crisis] para parques que se han instalado a lo largo de 2008 y primeros meses de 2009”.

Asimismo, el director técnico de la Asociación explica que “la fuerte demanda de 2007

ha hecho que muchos fabricantes, además de atender sus pedidos, han fabricado para acopiar equipos y componentes”, de ahí la importante contribución al total del negocio eólico que ha representado el subsector de aerogeneradores.

Otro factor por el que la eólica ha mantenido el tipo, expone Ceña, ha sido “el importante incremento del precio de la electricidad en el mercado mayorista”, con una subida del 63% que ha beneficiado a las ventas del volumen de generación que ha corrido a cargo de la industria del viento.

También los elevados precios del petróleo en 2008, valora el director de AEE, hicieron que la contribución al PIB nacional de la actividad eólica se dejase notar aún más, ya que el ahorro en importaciones de combustibles fue mayor. Y por último, Alberto Ceña sí prepara el terreno para futuros estudios con cifras menos halagüeñas, explicando que “los impactos de la crisis financiera se han visto agudizados en el año 2009 por el cambio de ciclo expansivo de la demanda a una contracción de la misma en menos de un año”, hecho que ha impedido “adaptar los procesos productivos” a la nueva situación.

Energía solar fotovoltaica

Cualquier aparato eléctrico podría funcionar con células fotovoltaicas que transforman la luz solar en energía, incluso en lugares donde no puede llegar la red.

1 Aplicaciones de la energía

Las instalaciones fotovoltaicas transforman la luz solar en energía eléctrica y constituyen una importante fuente de producción energía eléctrica renovable, limpia y respetable con el medio ambiente, capaz de llegar a cualquier punto de consumo aislado o conectado a la red eléctrica.

Instalaciones aisladas

Requieren el uso de reguladores y baterías para poder almacenar la energía y utilizarla en función de las necesidades y horarios de consumo (por la noche, días nublados, etc.).



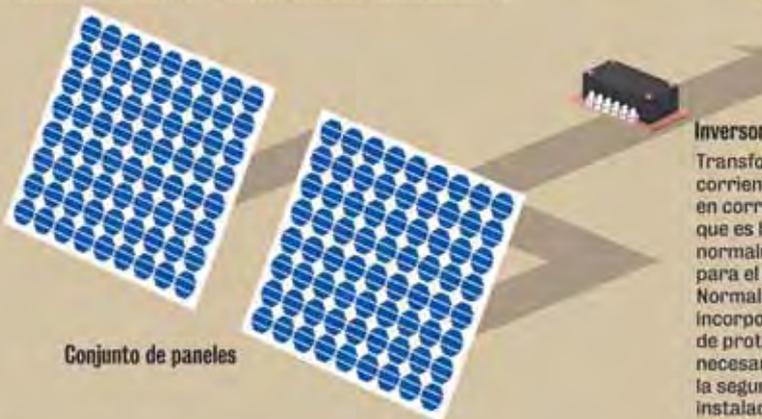
Panel fotovoltaico

Regulador de energía

Batería

Instalaciones conectadas a la red eléctrica

Estas instalaciones no requieren del uso de baterías ni reguladores, ya que inyectan la energía producida a la red eléctrica para su consumo, transformando la corriente continua producida los módulos fotovoltaicos, en corriente alterna a través del inversor o inversores de la instalación.



Conjunto de paneles

Inversor

Transformar la corriente continua en corriente alterna, que es la que normalmente se utiliza para el consumo. Normalmente incorpora una serie de protecciones necesarias para la seguridad de la instalación en caso de posibles fallos.

Estructura soporte

Se utiliza para la fijación y anclaje de los módulos, así como para darles la orientación e inclinación adecuada.

Batería o acumulador

Su misión es el almacenamiento de energía eléctrica para su uso cuando no se disponga de recurso solar suficiente, como por la noche, días nublados, etc.

Regulador

Protege las baterías contra sobrecargas y sobredescargas, facilitando su adecuado funcionamiento y alargando la vida útil de las mismas.

Su desarrollo en Andalucía

A finales de 2008 había instalada una potencia de 6,75MW de instalaciones fotovoltaicas aisladas y 657MW de fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica.

Distribución anual de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red

En kW de potencia eléctrica.

A día de hoy, ya se han superado ampliamente los objetivos propuestos por el PASENER 2007-2013 (Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética).



Distribución anual de instalaciones aisladas

En kW de potencia eléctrica.





ENLACES

- www.agenciaandaluzadelaenergia.es
- www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciaeyempresa
- www.micinn.es/
- www.cener.com
- www.ctaer.com
- ec.europa.eu

2 El sistema de ionización

Los fotones -partículas de luz- entran en las celdas solares y liberan electrones que se mueven en busca de su carga opuesta produciendo electricidad.



Capa de silicio negativa

Si se sustituye un átomo de silicio por uno que tenga tres electrones en vez de cuatro -como el boro-, se producirá un espacio sin electrón que buscará conectarse con la carga positiva de la otra capa de silicio.

Módulo fotovoltaico

Se compone de células que están interconectadas entre sí. La unión de varios módulos se conoce como generador fotovoltaico y su función es la obtención de corriente continua a partir de la luz solar.

Caja de terminales

Capa de unión

Fotones

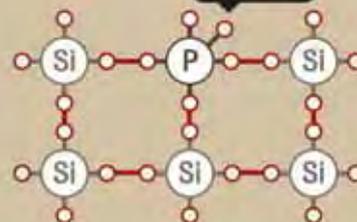
Conductor

Las cargas pasan por un circuito externo, produciendo electricidad.

Electrón libre

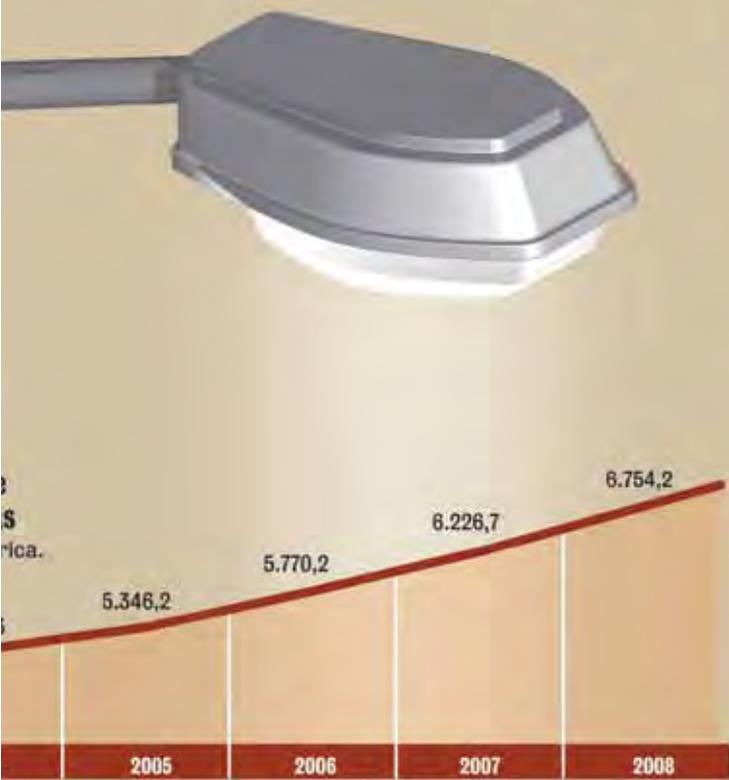
Capa de silicio positiva

En esta capa se crean electrones libres añadiendo un átomo con 5 electrones de valencia, como el fósforo. Estos electrones libres se moverán hacia la capa negativa, atraídos por los agujeros sin electrón.



Energía conectada a red por provincias

kWp de potencia instalados, datos a diciembre de 2008.



La fotovoltaica de los mil usos

■ **Ángela Herrera**

★ *Estable, barata, flexible y traslúcida, así es como pueden definirse las cualidades de la célula Grätzel. Algo que “la convierte, a medio plazo, en la competencia directa del silicio”, en opinión del científico de la UPO*

★ *Investigadores de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla (UPO) participan en el proyecto interuniversitario ‘Consolider’, que pretende dar un fuerte impulso al desarrollo de dispositivos para la producción de energía renovable y ahorro en el consumo, desde el ámbito de la fotovoltaica*

A la pregunta *¿se puede generar electricidad a partir de la luz que entra por las ventanas o, mejor aún, podemos recargar el teléfono móvil, cómodamente, sin enchufarlo a la corriente alterna?* La respuesta es sí.

Estas cuestiones, aparentemente anecdóticas y con tintes futuristas, dignos de la más pura ficción son, en pleno siglo XXI, toda una realidad gracias a múltiples investigaciones que se desarrollan en el campo de la energía solar, concretamente, en el estudio de la eficiencia y estabilidad de la célula fotovoltaica de nueva generación.

Este es el caso del grupo de científicos del Área de Química Física de la Universidad Pablo de Olavide, UPO, que dirige el profesor Juan Antonio Anta, cuyo objetivo se centra en “conseguir la competitividad y rentabilidad, a largo plazo, de las células solares fotovoltaicas a partir de otros materiales semiconductores más baratos que el silicio”, según el profesor.

En concreto, estos investigadores de la UPO pretenden mejorar la eficiencia y, sobre todo, la estabilidad traducida en durabilidad, de los componentes de la célula solar de Grätzel. De hecho, esta línea de trabajo no es ni mucho menos caprichosa, por el contrario es “de gran relevancia para hacer competitiva la energía solar fotovoltaica ya que si, a día de hoy, no estuviera subvencionada, probablemente ningún sector apostaría por ella”, según Anta.

Es verdad que económicamente “la tarifa fotovoltaica no es rentable sin ayudas estatales, establecidas por Ley, ya que ronda los 5 euros por watio”, como explica Anta. No obstante, su implantación es más que positiva para el medio ambiente, el ahorro energético y la independencia energética de España.

Además, frente a la rentabilidad de la fotovoltaica a través de subvenciones, José Antonio Anta propone indagar y mejorar las aplicaciones de esta energía del sol desde “la base”, transformando la arquitectura tradicional de las células solares comerciales disponibles en el mercado, que

Unanimidad internacional

Juan Antonio Anta y su equipo no son los únicos que apuestan por la célula de Grätzel como alternativa. De hecho, este grupo de científicos está integrado dentro del proyecto Consolider Hope (Dispositivos Optoelectrónicos y Fotovoltaicos híbridos para energía Renovable), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con 4 millones de euros para el periodo 2007-2012. A través de esta iniciativa, en el campo de la energía solar fotovoltaica se consiguen aunar esfuerzos de investigadores de diferentes partes del mundo. Es más, Anta, mediante esta plataforma, colabora con una docena de Universidades, entre ellas algunas de Alemania y México, y sirve ‘de conocimiento’ a empresas del sector como la estadounidense Konarka, la australiana Dyesol o la europea G24 Innovations.

Las Placas Fotovoltaicas de Grätzel

Pese a su juventud, las células de nueva generación ya están comenzando a ser introducidas en mercados a gran escala. De hecho, a día de hoy, existen plantas experimentales que usan este innovador dispositivo solar. El récord actual de eficiencia se aproxima al 12 por ciento, aunque en producción en serie se reduce al 6-7 por ciento. Hay que tener en cuenta que las celdas de “pata negra” comerciales de silicio monocristalino alcanzan el 18 por ciento, aunque el coste es prohibitivo. Las celdas más baratas de silicio amorfo ofrecen un 4 o 5 por ciento de eficiencia.

La célula fotovoltaica de Grätzel, sometida a pruebas de sensibilidad en los ensayos del grupo de investigación que dirige Juan Antonio Anta.

están basadas en materiales orgánicos como el silicio.

El problema actual de “la escasez de este material [el silicio] y la dificultad de obtenerlo hace que este dispositivo sea demasiado caro”, según el investigador. Como contrapartida, en opinión de Anta, “la célula de Grätzel utiliza el dióxido de titanio o el óxido de zinc y otros componentes que son baratos y de fácil obtención y manipulación”.

Frente al silicio, que hay que fabricarlo, “el dióxido de titanio se encuentra en las bolsas de plástico, las pinturas; y el óxido de zinc en polvos de talco, por ejemplo”, explica el profesor de la UPO.

¿Qué son las células de Grätzel?

Las células de Grätzel o DSSC (del inglés Dye-sensitised Solar Cell), son dispositivos fotovoltaicos introducidos a inicios de los años 90 por el profesor Michael Grätzel en Suiza, que aprovechan la combinación de un semiconductor (dióxido de titanio en la mayoría de los casos) y un colorante orgánico que hace las veces de captador de luz solar. La clorofila, sacada de las hojas de los árboles, y las antocianinas, pigmentos rojos y azules de las flores o del vino tinto, son elementos que funcionan como colorantes para estas células de nueva generación.

El récord actual de eficiencia se aproxima al 12 por ciento, aunque en producción en serie se reduce al 6-7 por ciento. Hay que tener en cuenta que las celdas de "pata negra" comerciales de silicio monocristalino alcanzan el 18 por ciento, aunque el coste es prohibitivo. Las celdas más baratas de silicio amorfo ofrecen un 4 o 5 por ciento.

En esta encrucijada, estos investigadores vuelcan sus esfuerzos para incrementar la "aplicación comercial de esta célula de nueva generación, buscando siempre reducir los costes de los dispositivos fotovoltaicos actuales", tal y como apunta el investigador principal del proyecto.

Silicio vs Grätzel

En términos de eficiencia, la célula de Grätzel es para los climas mediterráneos una buena solución frente al silicio, ya que cuanto mayor es la temperatura ambiente, mayor es su eficiencia

"No es tan importante que la eficiencia de la célula de Grätzel sea inferior a la de silicio, siempre

y cuando el coste de los elementos de nueva generación sean mucho mucho más baratos" -opina Anta-.

Con el respaldo de la comunidad científico-técnica, el grupo de la UPO continúa su labor en el terreno de la célula de Grätzel con el dióxido de titanio y el óxido de cinc como semiconductores, a través de la experimentación y la simulación. En este camino, y con el aval de los datos, esta célula de nueva generación plantea una serie de ventajas añadidas que "la convierten, a medio plazo, en la competencia directa del silicio", añade Anta.

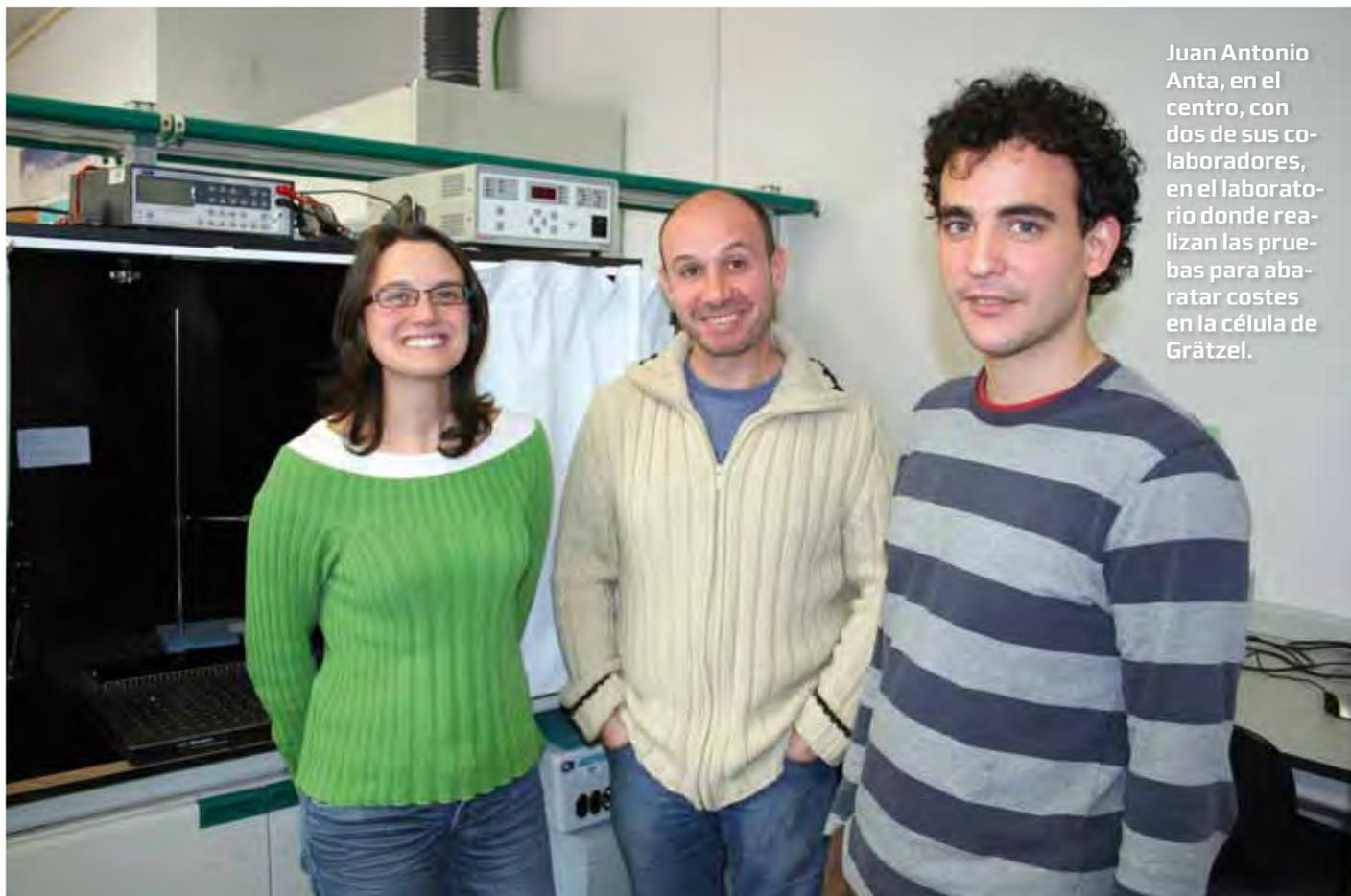
Estable, barata, flexible y traslúcida, así es como se pueden

★ Esta línea de trabajo es "de gran relevancia para hacer competitiva la energía solar fotovoltaica ya que si, a día de hoy, no estuviera subvencionada, probablemente ningún sector apostaría por ella", según el científico Juan Antonio Anta

definir las cualidades de la célula de Grätzel frente a las tradicionales de silicio. Según comenta el científico de la UPO, "esta nueva tecnología posibilita la construcción de dispositivos de bajo coste con un buen comportamiento frente a incrementos de temperatura, con la capacidad de captar la luz desde varios ángulos y con la posibilidad de fabricar células translúcidas y sobre sustratos flexibles". Todas estas características no están presentes en las células tradicionales de silicio aunque, "eso sí, estas últimas, tienen la virtud de ser duraderas en el tiempo", según el Doctor encargado del estudio.

No obstante, la opción en la

★ *El grupo investigador de la Olavide está integrado dentro del proyecto Consolider Hope (Dispositivos Optoelectrónicos y Fotovoltaicos híbridos para energía Renovable), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación con 4 millones de euros para el periodo 2007-2012*



Juan Antonio Anta, en el centro, con dos de sus colaboradores, en el laboratorio donde realizan las pruebas para abaratar costes en la célula de Grätzel.

que trabaja Juan Antonio Anta posee unas características que permitirán "ampliar los nichos de mercado de la energía solar fotovoltaica", argumenta el investigador principal. De hecho, su flexibilidad permitirá crear dispositivos solares portátiles como, por ejemplo, cargadores de móvil cuya alimentación sea la propia luz del sol. También, en esta línea innovadora, al ser transparente y no opaca como el silicio, "dejaría traspasar la luz solar y, por tanto, permitiría la fabricación de ventanas que mientras cumplen con su función en el día, se aprovechan a su vez para generar electricidad", añade el profesor.

Del mismo modo, y en términos de eficiencia, la célula de Grätzel es "para los climas mediterráneos una buena solución frente al silicio", explica el doctor. El hecho es que "cuanto mayor es la temperatura ambiente, mayor es su eficiencia, además da igual sino está orientada al sol", por el contrario, "las células tradicionales en los momentos más calurosos de verano rinden un 11 y un 13

por ciento menos", tal y como muestran las pruebas realizadas en este campo.

Junto a estas ventajas, las células de Grätzel tienen su 'talón de Aquiles' en la durabilidad en el tiempo y en la eficiencia frente al silicio, ya que este último ofrece rendimientos óptimos incluso después de veinte años.

Pero, para paliar este hándicap, el doctor de la UPO hace la siguiente proposición: "No es tan importante que la eficiencia de la célula de Grätzel sea inferior a la de silicio, siempre y cuando el coste de los elementos de nueva generación sean mucho mucho más baratos". Imaginemos, por un momento, "que los costes de cubrir una superficie con un material fotovoltaico fuera similar a cubrirlo con asfalto, con tejas o con cualquier otro material de construcción", en ese caso "la energía solar podría llegar a ser muy competitiva, incluso para bajas eficiencias". Una reflexión que, con el paso del tiempo, puede traducirse en una implantación masiva de la célula de Grätzel en el ámbito fotovoltaico. ■

Avances en la estabilidad y en el conocimiento de los mecanismos

Dentro de los estudios nacionales e internacionales en el campo de las células de Grätzel, el grupo de la UPO centra sus esfuerzos actuales en el empleo de líquidos iónicos como electrolitos, en combinación con óxido de cinc. El uso de estas sustancias facilita la consecución de un dispositivo estable, dado que son líquidos no volátiles (una especie de sal fundida), además de muy buenos disolventes. Por otro lado, el conocimiento de los mecanismos microscópicos que ex-

plican la gran eficacia de las células de Grätzel están aún hoy en día sujeto a debate, y ello motiva un creciente número de publicaciones científicas relacionadas con este tema de índole fundamental y crucial para el desarrollo y mejora de estos dispositivos. El grupo de la UPO colabora en este terreno desarrollando modelos numéricos, que modelan la célula solar y contribuyen al esclarecimiento de los procesos de fotoconversión que hacen funcionar la celda solar.

★ *El conocimiento de los mecanismos microscópicos que explican la gran eficacia de las células de Grätzel están aún hoy en día sujetos a debate, y ello motiva un creciente número de publicaciones científicas relacionadas con este tema*

La biomasa forestal residual y la producción energética

El cambio climático, que constituye el problema ambiental más importante a escala mundial, incide también sobre los ecosistemas forestales que pueden verse afectados por este fenómeno, pero a la vez éstos pueden influir también sobre la evolución del primero.

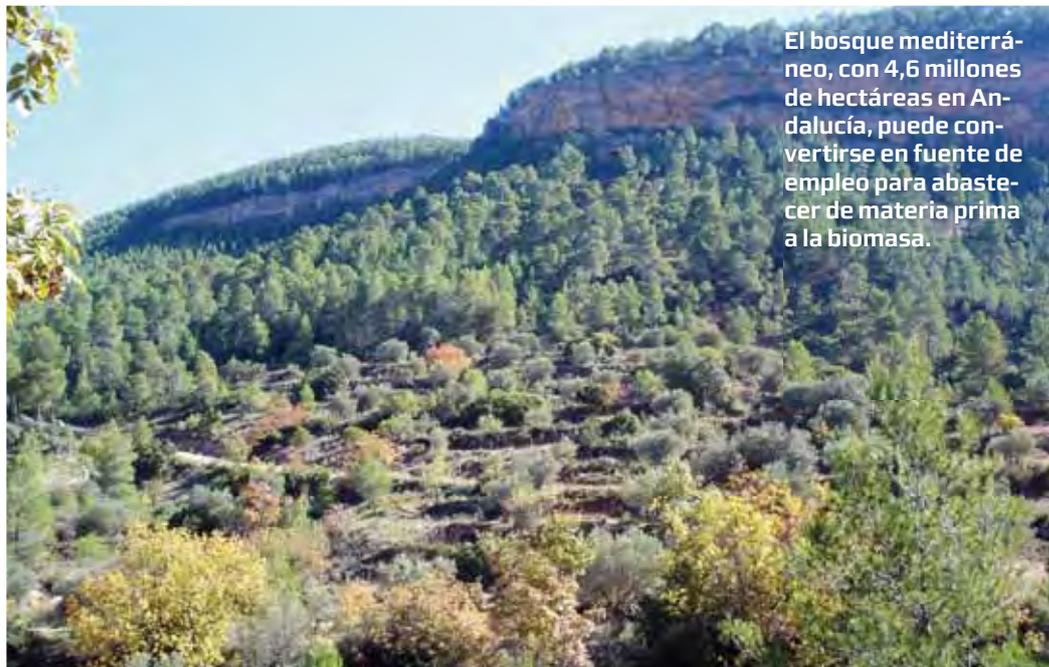
En efecto, es claro el papel de la vegetación forestal como sumidero de CO₂, así como la utilización de la biomasa como energía renovable, contribuyendo por tanto a mitigar el cambio climático y a la disminución de la dependencia energética de combustibles fósiles, siendo necesario por tanto promover la mejora de ambos efectos.

Con respecto al empleo de la biomasa forestal residual con fines energéticos, se debe considerar como un aprovechamiento más de la multifuncionalidad que caracteriza al monte mediterráneo, que no es solo productor de madera, sino de otros beneficios directos como pueden ser la leña, el corcho, los frutos forestales, los pastos, las setas etc.

De esta manera se podría incrementar la rentabilidad de los terrenos forestales, que ocupan algo más de la mitad de la superficie andaluza, 4,60 millones de hectáreas, y contribuir al cumplimiento de los objetivos de la Adecuación del Plan Forestal Andaluz (2008-2015) entre los que figuran: poner en valor los montes andaluces y favorecer el progreso del medio rural, debiéndose aplicar para ello una gestión forestal sostenible de los recursos naturales que garantice la conservación de la biodiversidad.

Actualmente, la biomasa forestal utilizada como fuente de energía renovable procede de los restos de los distintos tratamientos selvícolas realizados en las masas forestales, tales como desbroces, limpiezas, clareos o podas, y supone una ventaja sobre la quema de despojos que se venía utilizando y que presenta el riesgo de producir incendios.

También puede utilizarse la biomasa residual procedente de los aprovechamientos para la obtención de madera, de la creación y mantenimiento de cortafuegos, o de la vegetación quemada en los



El bosque mediterráneo, con 4,6 millones de hectáreas en Andalucía, puede convertirse en fuente de empleo para abastecer de materia prima a la biomasa.

■ **Francisco Salas Trujillo**
Asesor Técnico de la
Dirección General de
Gestión del Medio Natural.
Consejería de Medio
Ambiente de la Junta de
Andalucía

★ *El empleo de la biomasa forestal residual para la producción energética supone incorporar un aprovechamiento más a la gestión sostenible de los montes andaluces*

incendios forestales, en este caso cumpliendo con las condiciones especiales establecidas en la normativa vigente.

Estos aprovechamientos de la biomasa forestal residual pueden suponer una importante generación de empleo e incremento de las rentas del medio rural, pero además hay que destacar que contribuirán a la defensa contra los incendios forestales, al disminuir la cantidad de combustible y modificar la estructura de las formaciones forestales, haciéndolas más resistentes al avance del fuego.

Parece por tanto, necesario, impulsar el uso de la biomasa forestal en nuestros montes. Es por lo que la Consejería de Medio Ambiente está preparando un informe sobre la situación actual de la cuestión, así como la elaboración de un proyecto demostrativo, a ejecutar en el año 2010, sobre "Aprovechamiento de la biomasa residual" en el que se estudiará la viabilidad de la extracción, la evaluación de sistemas de trabajo, la tipología de la maquinaria empleada, los rendimientos y costes para la mejora de los procesos utilizados y, por supuesto, las directrices y recomendaciones para optimizar este aprovechamiento.

Otro tipo de biomasa que se podría utilizar es la procedente de las plantaciones, en terrenos fo-

restales, de especies de crecimiento rápido, con alta densidad, y tratadas en general a turnos cortos (menores de 10 años) y su posterior aprovechamiento para un uso final energético.

En la realización de estas plantaciones se deberá estar a lo dispuesto en la Ley Forestal de Andalucía de 1992, que establece que las especies de crecimiento rápido sólo podrán implantarse sobre terrenos forestales de escaso valor ecológico, siempre que se justifique su rentabilidad económica y social y cuando no existan graves riesgos de erosión, de degradación del suelo y de los recursos hídricos.

Teniendo en cuenta estas premisas, la Consejería de Medio Ambiente va a realizar un informe sobre la viabilidad de este tipo de utilización, así como un segundo proyecto demostrativo en relación con el "Cultivo y aprovechamiento de especies forestales con fines energéticos" en el que se hará una zonificación para este tipo de plantaciones, teniendo en cuenta el rendimiento de las mismas y las condiciones para su implantación, determinando las posibles especies a utilizar, métodos de cultivo, preparación del terreno, mantenimiento de las plantaciones y sistemas de aprovechamiento. ■

La rigurosa bondad del biodiésel

Mucho han tenido que soportar en contra, a estas alturas, los biocombustibles. Porque desde un tiempo a esta parte, tanto el biodiésel como el bioetanol han sufrido una campaña de desprestigio que los ha intentado condenar al ostracismo y a la no proliferación de instalaciones que fabricaran este tipo de biocarburantes extraídos de materia vegetal o, incluso, en el caso del biodiésel, de grasas animales.

Hasta la Unión Europea, con toda una legislación en este asunto, llegó a cuestionar la conveniencia de potenciar el consumo de este tipo de energías en su parque automovilístico, aunque al final todo quedara en exigencias de mayor trazabilidad al proceso de elaboración.

Pero como ocurre siempre en episodios de propaganda como el que han padecido los biocombustibles, el mejor antídoto es un ataque científico y riguroso, que arroje luz a la sombra que han querido colocar en el sector del 'bio' que ya se mezcla con todo el gasoil y la gasolina en Europa.

Y en esa línea, Antonio Martín, catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Córdoba y experto en biodiésel, acude sin dudar a un estudio científico que el Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas -CIEMAT- ha realizado sobre las bondades o no de este biocombustible, en comparación con el diésel convencional o petrodiesel.

En ese documento, la Unidad de Análisis de Sistemas Energéticos del CIEMAT aglutina a una serie de empresas para el seguimiento de datos, y realiza lo que se conoce como el 'análisis del ciclo de vida' comparativo entre el diésel y varios tipos de biodiésel, entre los que figuran uno extraído 100% de aceite vegetal crudo y otro de aceite usado 100%. Es decir, ese estudio le sigue los pasos,

★ Por cada unidad de energía fósil empleada para fabricar petrodiesel convencional se obtienen 0,968 unidades de ese petrodiesel; 3,85 unidades de biodiésel desde el aceite vegetal crudo; y 21,86 unidades de biodiésel a partir del aceite vegetal usado

Análisis de Ciclo de Vida (UNE-EN-ISO 14040-43)

“El ACV es una técnica para evaluar los aspectos medioambientales y los potenciales impactos asociados con un producto mediante:

- la recopilación de un inventario de las entradas y salidas de materia, energía y emisiones.
- la evaluación de los potenciales impactos medioambientales asociados
- la interpretación de los resultados.”

Todo ello a lo largo de la vida del producto “DE LA CUNA A LA TUMBA”



uno a uno, a todos los inputs y outputs de la vida del producto, bajo una norma estándar -la UNE-EN-ISO 14040-43-, y calcula emisiones totales y ahorros en distintos ámbitos, explotación de suelos, ecotoxicidad, cambio climático, contaminación del aire, etc.

El resultado de ese análisis, por sí solo, serviría para eliminar todas las tesis que hasta ahora han arreciado en contra de los biocombustibles. Porque este documento, con datos concluyentes, asegura que por cada unidad de energía fósil empleada para fabricar petrodiesel convencional se obtienen 0,968 unidades de ese petrodiesel; 3,85 unidades de biodiésel desde el aceite vegetal crudo; y 21,86 unidades de biodiésel a partir del aceite vegetal usado.

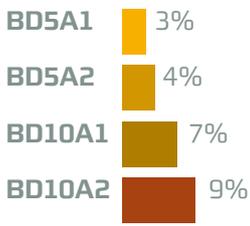
Unas cifras que, a Antonio Martín, le conducen a afirmar que “el biodiésel, desde el punto de vista ambiental y energético, es muy saludable y rentable”, y a remarcar el hecho de que en un futuro inmediato “la recogida de aceites usados debe ser uno de los ámbitos en los que incidir de manera insistente”.

Junto a esas conclusiones, Martín añade que “el problema actual, en el caso de aceites vege-

tales crudos, radica en encontrar materias primas que ofrezcan rendimientos óptimos”, con alto poder energético, “más que en el desarrollo de tecnología específica para la producción”. A todo ello, además, el catedrático de la UCO suma otras 'bondades' del biodiésel, como que “es biodegradable en menos de 30 días, tiene bajas emisiones de GEL, contiene poco o nada de azufre, se puede mezclar en cualquier proporción con el petrodiesel, no requiere modificación de los motores para su uso y es un autolubricante”.

Datos sobre los que, en algunos casos, también incide el estudio del CIEMAT, cuando apunta la importante reducción de gases de efecto invernadero que se obtiene cuando utilizamos biodiésel, ya sea a partir de aceites vegetales crudos o usados. Porque si con el petrodiesel, para recorrer un kilómetro en un vehículo determinado la emisión es de 163 gramos de CO2 a lo largo de todo el ciclo de vida de ese combustible, esa misma cantidad se reduce a 71 gramos usando biodiésel extraído de aceite vegetal crudo, y a sólo 19 gramos en el caso de usar biodiésel a partir de aceite usado.

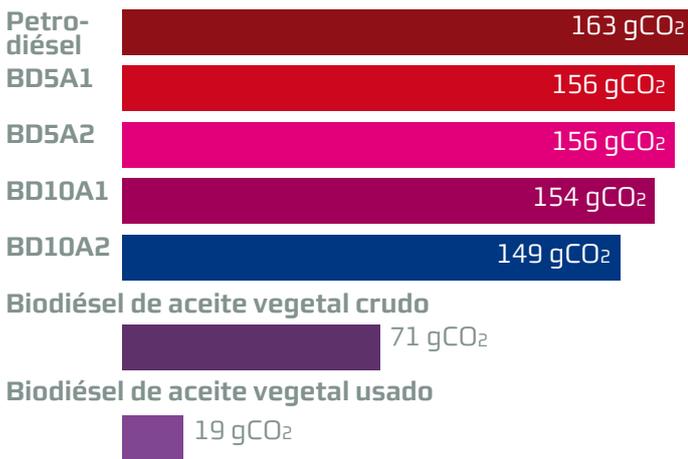
En lo que respecta al ahorro de energía fósil, también las diferen-



RESULTADOS AHORRO DE ENERGÍA FÓSIL



RESULTADOS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



cias son sustanciales. Y así, ocurre que en cada unidad obtenida de biodiésel a partir de aceite vegetal crudo se produce un ahorro del 75% de la energía fósil empleada en el ciclo de vida del producto, y un ahorro del 96% si hacemos biodiésel desde aceite usado.

En definitiva, el informe del Centro de Investigaciones Energéticas, Medio Ambientales y Tecnológicas, tras estudiar diferentes opciones de mezclas entre biodiésel y petrodiesel, concluye afirmando que "el balance energético de la producción de mezclas estudiadas es tanto mejor cuanto mayor es el contenido de biodiésel en la mezcla".

Una sentencia a la que, además, se le introducen opciones para mejorar los resultados ya alcanzados de consumo de energía fósil y de reducción de emisiones. De esta forma, el CIEMAT apuesta por instalar sistemas de cogeneración en el proceso de producción del biodiésel para ganar eficiencia, utilizar la biomasa residual como fuente de energía para la producción, reducir fertilizantes y labores en el cultivo de la materia prima, introducir nuevos cultivos y optimizar la recogida y la logística. ■

*** Para recorrer un kilómetro en un vehículo determinado con petrodiesel, la emisión es de 163 gramos de CO₂ a lo largo de todo el ciclo de vida de ese combustible; 71 gramos si usamos biodiésel extraído de aceite vegetal crudo, y sólo 19 gramos en el caso de usar biodiésel a partir de aceite usado**

Y a pesar de su 'bondad', el biodiésel continúa en crisis

*** El hecho de que las plantas de primera generación tengan que contar con muchos reactores para el proceso y deban utilizar aceite crudo de una sola especie vegetal acarrea mucha ineficiencia industrial**

Esto es lo que induce a pensar la revisión de cifras que ofrece el CIEMAT acerca de las bondades de este biocombustible: a pesar de ser beneficioso, el biodiésel permanece en horas bajas.

Así lo evidencia el hecho de que, a nivel nacional, de las 42 fábricas existentes, sólo funcionan en la actualidad menos de una decena de ellas. Ese 'crack' en el sector se debe, según el presidente de Biodiésel de Andalucía, Cristóbal García, "a diversos puntos sensibles" que traen en jaque a ese negocio.

En ese sentido, García cita "la mala imagen que continúan arrastrando los biocombustibles, el dumping estadounidense, y el endeudamiento por haber cerrado contratos de suministro de materias primas a precios elevadísimos hace algo más de un año".

Junto a esas debilidades que mantienen paradas las plantas de producción, el presidente de BIDA vaticina un futuro en el que "los préstamos para liqui-

dez inversora y para comprar materia prima serán difíciles de obtener a causa de la crisis", y augura además "una alta demanda de aceite alimentario en los próximos diez años que vendrá originada por el incremento del consumo en los países emergentes, y con la que no debería colisionar la producción de biodiésel".

Para el representante de la compañía andaluza, con sede en Fuentes de Andalucía, otro aspecto a tener en cuenta en la falta de despeje del biodiésel radica en el estancamiento de las soluciones tecnológicas que se conocen para la producción de este biocombustible. Según Cristóbal García, "el hecho de que las plantas de primera generación tengan que contar con muchos reactores para el proceso y deban utilizar aceite crudo de una sola especie vegetal acarrea mucha ineficiencia industrial y, por lo tanto, una grave penalización para toda la cadena de producción".

Frente a todo esto, la corporación andaluza BIDA ha desarrollado una tecnología propia y eficiente, de segunda generación, que utiliza reactores continuos, que se adapta a todo tipo de aceites vegetales crudos, a aceites usados o a grasas animales para la producción de biodiésel, y que emplea cultivos energéticos no alimentarios en su trabajo diario -la jatropha curcas-. Una serie de rasgos diferenciales que, según García, "nos conducen a tener entre un 50 y un 70 por ciento menos de costes en la producción que cualquiera de las tecnologías restantes que se dedican a la obtención de biodiésel".



ENCE aporta más liderazgo a la biomasa andaluza

Industrial, pero con claro contenido medioambiental. El Grupo ENCE cultiva bosques para producir madera y extraer la celulosa o pasta de papel. Desde hace más de cuarenta años utiliza los restos sobrantes en el proceso de fabricación -todos orgánicos- para generar energía con la que autoabastecer su fábrica de Huelva. Ahora da un paso más y apuesta por la producción de electricidad a partir de biomasa como línea de negocio independiente, para lo que en el plazo de año y medio construirá una planta con una potencia nominal de 50 MW, la mayor de España.

La instalación, que se prevé que esté en marcha en el segundo trimestre de 2011, generará 400.000 MWh/año, con lo que se podría abastecer a una población de tamaño mediano, de unas 150.000 viviendas. La conexión a la red ya está priorizada por la Junta de Andalucía y tiene las autorizaciones correspondientes del Gobierno central, por lo que la empresa está en la fase de negociación y contrato con proveedores para ejecutar el proyecto, según han señalado fuentes de ENCE.

La planta supondrá una inversión de 80 millones de euros y estará dentro del actual recinto de la factoría onubense. Como primer paso, la empresa acondicionó junto al complejo industrial un parque de recepción y acopio de biomasa en el que tiene capacidad para almacenar unas 180.000 toneladas de este material destinado a cubrir la demanda de la futura planta y las actuales del proceso de producción de celulo-

sa. Se estima que la nueva planta necesitará unas 400.000 toneladas al año para alimentar su producción de electricidad.

El recurso para abastecer la nueva instalación saldrá de árboles cultivados especialmente para este fin, y también de residuos agrícolas y forestales. ENCE produce biomasa, por lo que la mitad de sus necesidades pretende cubrir las con sus propios cultivos energéticos, mientras que el 15% procedería de residuos propios de sus labores forestales y el 35% restante de la compra a terceros.

Con esta iniciativa, la compañía estima que se generarán más de 400 puestos de trabajo, en su mayor parte asociados al cultivo, cosecha y transporte de la biomasa. La necesidad de cultivar para garantizar la producción de la planta se debe a que los residuos agrícolas o forestales se originan estacionalmente y de forma irregular, con lo que no garantizan un suministro continuo como el que precisa una planta eléctrica con biomasa.

Por su parte, la compañía forestal de celulosa lleva más de una



★ **La compañía Ence construirá una planta de generación de energía con biomasa en sus instalaciones de Huelva que producirá 400.000 MWh/año, que supone el consumo equivalente de unos 150.000 hogares**

década investigando sobre las distintas especies leñosas para producir biomasa, así como para mejorar las técnicas de cultivo y cosecha. La empresa señala que algunas especies de eucalipto están resultando muy eficientes en la producción de biomasa por unidad de superficie, ya que su capacidad de rebrote, su índice de crecimiento y su comportamiento ambiental le hacen destacar del resto de especies leñosas investigadas.

Además, sus representantes apuntan que la biomasa supone una "gran oportunidad para cientos de agricultores", ya que calculan que podrían ponerse en valor al menos 30.000 hectáreas agrícolas afectadas por la reforma de la PAC en la comunidad autónoma, "dando una alternativa real a cultivos agrícolas que ya dejan de ser rentables".

Acuerdo con la Junta de Andalucía

La viabilidad de la nueva planta energética se sustenta en el acuerdo suscrito entre ENCE y la Junta de Andalucía por el que ambas instituciones se comprometen a colaborar en la mejor ordenación de los cultivos forestales y, al mismo tiempo, preservar espacios con valor ecológico.

Se ha comenzado por estudiar la viabilidad para recuperar el cultivo del eucalipto en 6.000 hectáreas de monte, propiedad de la Admi-

Más liderazgo en biomasa

 Biogás	kW de potencia	Total: 2.226
 Biomasa	MW de potencia	164,2 +50 (ENCE) Total: 214,2
 Pellets	Toneladas producidas	Total: 34.500
 Biodiésel	Toneladas al año	Total: 406.800
 ETBE	Toneladas al año	Total: 31.850



El eucalipto será la principal materia prima que utilice la nueva planta de biomasa de ENCE en sus instalaciones de Huelva.

nistración autonómica, eucaliptares que no han sido explotados durante años. El objetivo del convenio es seguir colaborando en esa línea, con el fin de establecer qué tierras pueden volver a recuperar la capacidad productiva.

Poner estas tierras en explotación permitirá además incrementar el nivel de abastecimiento con madera local de la fábrica de ENCE, lo que supone una garantía para el futuro de la factoría a largo plazo, ya que más del 60% de la madera que en la actualidad utiliza la empresa procede de terceros países.

Con el acuerdo forestal alcanzado se pretenden poner en valor un 60% de la superficie de eucaliptar andaluz hoy por hoy improductivo. En el resto, se abordará la recuperación del bosque autóctono, aprovechando la madera y biomasa existente en ellos, que actualmente no sólo no aporta riqueza al entorno rural, sino que su acumulación supone un riesgo de incendio. ■

Residuos para consumir en casa

ENCE, prácticamente desde su origen, tiene integrada una planta de generación de electricidad a partir de biomasa dentro de su proceso productivo, reciclando así todo el sobrante orgánico resultante en la extracción de la celulosa. El primer resto se produce al quitarle la corteza a los eucaliptos antes de comenzar a tratarlos.

Posteriormente, los troncos del árbol se astillan, proceso en el que se generan rechazos de madera que no sirven para ser cocidos, generando así más biomasa. Por último, después de la cocción, se separan las fibras de celulosa de todos los demás componentes de la madera (lignina fundamentalmente) que

también se emplean como un valioso combustible vegetal.

Todos estos restos se valorizan, es decir, de ellos se saca partido con su combustión y generando vapor de alta presión. Parte del mismo se devuelve al circuito del proceso productivo para proporcionar temperatura al mismo, mientras que otra parte se destina a la producción de energía eléctrica, suficiente para abastecer las necesidades de la fábrica y para verter a la red. Un proceso, el de aprovechamiento de esta biomasa residual, que lleva a producir 220.000 MWh/año. Como complemento, desde 2001, también se emplea la cogeneración de energía en una central

eléctrica anexa con gas natural, que es capaz de producir 460.000 MWh/año. Una cifra que, sumada a la anterior, supone una capacidad de generación de 680.000 MWh/año.

Sumando estas instalaciones y la que se va a construir, Ence duplicará ahora su capacidad para producir energía desde fuentes renovables, situándose en los 118 MW instalados. Un aporte con el que será capaz de abastecer las necesidades energéticas de una ciudad de 250.000 habitantes. Otro objetivo de futuro es incrementar hasta los 450.000 MWh/año la producción a través de biomasa residual, con lo que en conjunto, se alcanzarán 1.310.000 MWh/año.



Actualmente, Andalucía cuenta con quince plantas de biomasa.

Biomasa en Andalucía

El Plan Andaluz de Sostenibilidad Energética (Pasener) establece entre sus objetivos que, en 2013, Andalucía cuente con una potencia instalada de 256 MW a partir de biomasa, según datos de la Agencia Andaluza de la Energía. Una de las principales ventajas de esta energía renovable es que no está sujeta a condicionantes ambientales como la eólica o la solar, sino que puede

producir energía las 24 horas del día los 365 días del año.

Actualmente, Andalucía lidera la producción nacional de biomasa eléctrica con un total de 15 plantas que suman 164 MW de potencia, el 44% del total nacional. Todas ellas generan electricidad anual para cubrir las necesidades de suministro de más de 246.300 viviendas, a lo que ahora se sumarán los 50 MW del

proyecto de ENCE.

Estas plantas utilizan como combustible restos de invernadero, orujo, orujillo y madera. En cuanto a su ubicación, la provincia con más instalaciones de este tipo es Córdoba con ocho (82,7 MW), mientras que tienen dos Almería (3,4 MW), Jaén (20,3 MW) y Málaga (16,8 MW). En Huelva, hasta el momento, hay una (41 MW).

Almonte se lanza a por la sostenibilidad energética

■ José Ramón Urbano

La localidad de Almonte quiere ser referente de las energías renovables en Andalucía, ese es el principal propósito del Ayuntamiento de la localidad. En esa línea, el gobierno local baraja un proyecto realizado por la empresa promotora Biomasa Gasificación Almonte (BGA), junto a la aportación de la Fundación Doñana 21, con la que se aseguran la construcción de una planta de gasificación de biomasa en su término municipal. Una iniciativa que, según apuntan desde la corporación almonteña, es pionero y único en Andalucía. En esa línea, la concejala de medio ambiente del Ayuntamiento, Azucena León, y el técnico de medio ambiente, Juan Jesús Viejo, destacan que la instalación de esta nueva planta de gasificación no es casual en la comarca, ya que en un enclave como el del Parque Nacional de Doñana se conjugan todos los atributos necesarios. Así, desde la entidad local afirman que "la adopción de un proyecto de esta envergadura no solo atiende a criterios técnicos o económicos, sino a un elemento fundamental inserto en la política de la proyección de las energías renovables, me refiero a la apuesta por la sostenibilidad, abarcada desde las perspectivas ambiental, económica y social".

Así, la planta utilizará materia prima de la provincia, aprovechando importantes stocks de madera inerte, que se integrarán en un proceso natural en el entorno del territorio onubense, como es la limpieza del monte para, a la vez, producir electricidad. En esa línea de aprovechamiento, el Ayuntamiento de Almonte asegura que la tecnología que se utilizará en la planta de gasificación cuenta con todo tipo de garantías técnicas y ambientales, lo que realza aún más la iniciativa y propicia que el crédito para la financiación esté garantizado gracias a la singularidad de esta propuesta.

Una planta que, además, en tiempos de crisis como los que corren, será una medida para impulsar el empleo, ya que ese complejo creará unos quince puestos

★ *El gobierno local baraja un proyecto realizado por la empresa promotora Biomasa Gasificación Almonte (BGA), junto a la aportación de la Fundación Doñana 21, con la que se aseguran la construcción de una planta de gasificación de biomasa en su término municipal*



Localización de la planta de BGA, entre Almonte y la aldea de El Rocío.

Características de la planta de BGA

Cantidad anual disponible: **20.000 toneladas**

Estacionalidad: **continuada**

Forma de recepción: **triturada (2-12 mm)**

Grado de humedad: **40% en base húmeda**

Poder calorífico: **>3.800 kCal/kg al 10% Hr**

Densidad: **>200 kg/m³ al 10% Hr**

Contenido cenizas: **<2,0% másico en base seca**

Contenido impropios: **<0,01% másico en base seca**

Un proyecto con paso firme

El Ayuntamiento de Almonte pretende ajustarse a los compromisos de la Unión Europea para 2020 en un plazo muy corto de tiempo, tratando de reducir en más un 20 por ciento los gases contaminantes y el consumo de combustibles fósiles que utiliza el municipio. Así lo reafirmó su alcalde, Francisco Bella, cuando ratificó el Pacto de Alcaldes en el mes de septiembre, por el que las entidades locales se suman al objetivo de detener el Cambio Climático.

En ese objetivo general es en el que se enmarca la planta de gasificación de biomasa, con unos números que apunta además a una rentabilidad de la iniciativa en pocos años. De esta manera,

la inversión prevista asciende a ocho millones de euros y la facturación prevista se sitúa en torno a los 2,5 millones. Eso supone que el periodo de recuperación de la inversión será de unos once años aproximadamente, con una tasa de rentabilidad del quince por ciento.

Para ratificar esos cálculos, las instalaciones producirán más de 15.000 Mwh anuales y podrá aprovechar parte de la ingente cantidad de biomasa disponible en la provincia de Huelva –el 27% del total andaluz–. Una potencia que, además, producirá energía para abastecer a unos 4.000 hogares, con una capacidad eléctrica instalada de 2 MW eléctricos.

de trabajo directos dentro de las instalaciones y numerosos indirectos en los trabajadores que se encarguen de acopiar y transportar toda la biomasa del monte.

La planta se construirá en la zona llamada Dehesa del Pocito, próxima al municipio, y contará con una extensión de cinco hectáreas. A partir de ahora, los técnicos prevén un plazo de dos años para la puesta en marcha del proyecto, debido al largo proceso administrativo que conlleva, por lo que desde el Ayuntamiento se vaticina que será en 2012 cuando las instalaciones de la planta de gasificación estén a pleno rendimiento.

En esa línea, el representante de Biomasa Gasificación Almonte, Victoriano Camacho, comenta que "esta iniciativa ha sido fruto del compromiso municipal, que ha mantenido un desarrollo sostenible a lo largo del tiempo y, cómo no, también del sector empresarial y sobre todo de la población del entorno, que ha dado lugar a una comarca tan emblemática en el apartado sostenible como es Doñana".

Este proyecto también parte con una serie de ventajas, potenciadas desde la planificación sostenible que realiza el Ayuntamiento de Almonte en su política local. Así, según Camacho, "no es mera casualidad elegir Almonte, donde la sensibilidad y el desarrollo de procesos vinculados a la sostenibilidad forma parte de la propuestas municipales, entre ellos esta futura planta de gasificación de biomasa. Además, a ese beneficioso punto de partida hay que sumar la exclusividad de contar con una 6.500 hectáreas de monte propio, en un territorio eminentemente forestal como es el municipio de Almonte". Dos cualidades, por tanto, sostenibilidad y masa forestal, que son "el caldo de cultivo ideal para la puesta en servicio de una planta de biomasa".

Unas instalaciones que también cuentan con el apoyo local de los habitantes y empresas de Almonte, tal y como lo refleja el



El proceso de la gasificación

En el proceso de gasificación, la biomasa se transforma en hidrocarburos más ligeros, incluso en monóxido de carbono e hidrógeno. Esta mezcla de gases, llamada gas de síntesis o "syngas", tiene un poder calorífico inferior (PCI) equivalente a la sexta parte del PCI del gas natural, cuando se emplea aire como agente gasificante.

La gasificación es usada para convertir materiales orgánicos directamente en un gas sintético (syngas) formado por monóxido de carbono e hidrógeno. El gas se puede quemar directamente para producir vapor o en un motor térmico para producir electricidad. La gasificación se emplea en centrales eléctricas de biomasa para producir la energía renovable y calor.

Las plantas de gasificación de biomasa son, con la implantación de las renovables, una nueva opción para obtener energía eléctrica desde un proceso respetuoso con el medio ambiente.

★ **El Ayuntamiento de Almonte pretende ajustarse a los compromisos de la Unión Europea para 2020 en un plazo muy corto de tiempo, tratando de reducir en más un 20 por ciento los gases contaminantes y el consumo de combustibles fósiles que utiliza el municipio**

hecho de que la titular de este proyecto sea una corporación empresarial local, Biomasa Gasificación Almonte, que será la que gestione la planta. Para los representantes locales, "es una satisfacción poder contar con empresas del municipio que estén interesadas y decididas a invertir en esta tecnología en Almonte". Un enclave íntimamente asociado al nombre de Doñana, lo que hace más atractiva la inversión, aunque para ello sea necesaria una meticulosidad mayor respecto al tipo de proyectos e iniciativas que pretenden instalarse en este territorio.

En definitiva, desde el consistorio almonteño son muy optimistas con el proyecto, ya que marca un antes y un después en la comarca. "Sin lugar a dudas, este proyecto es innovador en el tipo de producción de la energía y de los aprovechamientos paralelos

que conlleva y, aunque no podemos competir con alguna planta de biomasa provincial, a nivel local seremos un referente en la implantación de esta tecnología y su uso" -afirman desde la delegación local de medio ambiente-.

En ese sentido, el Ayuntamiento resalta otra potencialidad que a medio plazo se presenta con esta planta de gasificación. Y es que, cerca de esas instalaciones, el consistorio de esta localidad ha proyectado un complejo de usos relacionados con la salud, y ahí se podrá utilizar parte del calor generado en la futura planta para calentar zonas de spa o centros de mayores. Por lo tanto, la actividad no solo se destinará a producción eléctrica, sino que se abre la posibilidad de asociar el calor resultante del proceso hacia estas otras iniciativas relacionadas con la salud en el entorno cercano. ■

★ **A partir de ahora, los técnicos prevén un plazo de dos años para la puesta en marcha del proyecto, por lo que desde el Ayuntamiento se vaticina que será en 2012 cuando las instalaciones de la planta de gasificación estén a pleno rendimiento**

Electricidad en el cubo de la basura

Un gesto tan cotidiano como tirar la basura cada noche puede ser el primer paso hacia otro que también realizamos cientos de veces al día: dar al interruptor de la luz. Y es que los residuos sólidos urbanos (RSU) ya suponen hoy una fuente real de energía eléctrica, que se consigue a partir del biogás que se genera en los vertederos. De eso saben mucho en el Centro de Tratamiento de Residuos de Montemarta-Cónica de Alcalá de Guadaíra, el más grande de Andalucía y uno de los mayores de España, gestionado desde 1990 por la empresa Abonos Orgánicos Sevilla. Aquí, a partir de los gases que generan los residuos, se consigue producir 6 MW a la hora de energía eléctrica, aunque la previsión es que, a lo largo del año 2010, se alcance una producción cercana a los 8 MW/hora.

Todo comenzó en el año 2000. Entonces, en este centro quisieron dar un paso más y no conformarse con realizar el procedimiento legal que tenían todos los vertederos en España de recuperar mediante pozos de captación el biogás que generan los residuos y quemarlo en antorchas. Es cierto que esta práctica minimiza un problema, porque evita la emisión de gases tóxicos a la atmósfera. No hay que olvidar que estos gases, compuestos principalmente por metano, son 21,7 veces más contaminantes que el CO₂ y lideran el ranking de gases de efecto invernadero establecido en el Protocolo de Kyoto.

Pero ese metano, en vez de ser liberado a la atmósfera, puede reciclarse y reutilizarse, o lo que es lo mismo, puede convertirse en energía eléctrica. Y eso es lo que han hecho en el Centro de Tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos de Montemarta-Cónica. Según Arturo Caraballo, técnico de CLP Organogás, la empresa dedicada al mantenimiento de la planta, con esta iniciativa "cerramos el círculo de los RSU, porque generamos energía eléctrica a partir del biogás de vertedero, con la que nos autoabastecemos en la

planta", al tiempo que se obtiene un beneficio económico con la venta del excedente a la red general.

Efectivamente, los usos de la energía eléctrica que producen en Montemarta-Cónica van en una doble dirección. Por un lado, sirven para alimentar al propio complejo. Pensemos en el recorrido que siguen los residuos cuando llegan al centro. Cuando los camiones de basura acceden a Montemarta-Cónica, se pesan en una báscula y se trasladan a alguna de las instalaciones existentes en el centro, donde se aplicará el tratamiento oportuno para su reciclado y aprovechamiento máximo según la naturaleza del residuo. Los rechazos y excedentes de estos procesos de reciclaje se depositan en el vertedero y, una vez cubiertos con otras capas de residuo y tierras, comienzan a generar gases. Entonces se activa el proceso de desgasificación, la captación del biogás, para convertirlo en energía eléctrica. Energía que se usa para el funcionamiento de todos los procesos de reciclaje de residuos.

■ **Reyes Moreno**

★ *En las instalaciones Montemarta-Cónica, de Alcalá de Guadaíra, seis motogeneradores transforman en energía eléctrica el biogás que se origina en los desechos de la basura*

Un operario de la central ajusta el proceso por el que el biogás se capta de los pozos perforados en los montones de basura acumulada y anteriormente sellada.



Pero por otro lado, la central no necesita consumir toda la energía que produce, por lo que el excedente se exporta a la red general, a través de la subestación eléctrica de Don Rodrigo. Técnicos de CLP-Organogás, calculan que con la producción de cada motogenerador pueden abastecerse hasta 2.000 hogares.

El proceso de generación de energía eléctrica a partir de biogás requiere una maquinaria robusta y muy precisa, para que pueda soportar las duras condiciones del entorno en el que trabajan. En principio, los residuos sólidos urbanos, una vez realizada la separación de los elementos recuperables, son depositados y enterrados en zonas estancas, en condiciones de falta de oxígeno. Estos residuos son fermentados por microorganismos anaerobios que transforman la materia orgánica en azúcares sencillos, alcoholes y ácidos orgánicos. Estos productos son transformados por bacterias metanogénicas en metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂). Y a partir de ese paso, esos gases son la fuente de energía, el biogás, rico en metano y con un alto poder calorífico.

El momento de mayor generación de biogás se produce de uno



El metano que se origina en el proceso de descomposición de la basura que generamos en los hogares se transforma en electricidad en esta planta de Montemarta-Cónica.

★ *Con la energía generada se alimenta todo el complejo de reciclaje de basuras, además de que esa energía que se exporta a la red puede llegar a abastecer a 12.000 hogares*

a dos años después de sellada y clausurada un área de vertido, cuando comienza la metanogénesis. Es entonces cuando se consiguen los mejores resultados en la captación de biogás. Dicha captación requiere una capa de sellado impermeable, a través de la cual se perforan en un radio de 25 metros los pozos, que se dotan de un tubo ranurado y una línea de transporte que recoge la producción.

En Montemarta-Cónica disponen de más de 400 pozos de extracción de biogás, que es transformado en energía eléctrica gracias a seis motogeneradores, de un megavatio cada uno. Tras la instalación del sexto motor, en abril de 2009, el pasado mes de julio se alcanzó el récord de producción de 6 MW por hora, aproximadamente la misma energía que se necesita para alimentar 12.000 viviendas. La captación de biogás y su transformación en energía eléctrica se realiza en la central de Montemarta-Cónica durante las 24 horas al día, todos los días del año. Un equipo de cinco personas, ingenieros industriales, maquinistas navales y técnicos específicamente formados en la operación de motores de biogás, velan por el correcto fun-

cionamiento de la planta. En palabras de Christopher Eden, gerente de CLP-Organogás, el equipo humano, netamente andaluz, es uno de los mayores activos de la empresa. "La clave es nuestra gente, porque en Andalucía disponemos de una fuente inagotable de personal capaz y cualificado".

CLP-Organogás prevé una nueva ampliación de las instalaciones de Montemarta-Cónica para el año 2010. De hecho, el séptimo motogenerador, también con capacidad para producir un megavatio

adicional, se ha instalado en el mes de diciembre de 2009. Las previsiones de la compañía, explica Arturo Caraballo, apuntan a la instalación de un octavo motor a lo largo de este año, para lograr una producción de 8 MW por hora.

Esta futura ampliación es sin duda el siguiente paso hacia el propósito de la Central de Tratamiento de Montemarta-Cónica de cerrar el círculo de los Residuos Sólidos Urbanos, una fuente de energía alternativa más limpia y renovable. ■

★ *En 2010 se espera que la producción alcance los 8MW/h, gracias a la instalación de dos nuevos motores de este tipo*

Mucho más que un vertedero

El Centro de Tratamiento de R.S.U. Montemarta-Cónica recibe todos los residuos sólidos urbanos procedentes de los municipios que integran las Mancomunidades de Los Alcores y del Guadalquivir. En cifras, presta servicio a 1,2 millones de habitantes y gestiona hasta 600.000 toneladas de residuos al año.

Pero no se trata de un simple vertedero, porque además de las áreas controladas de vertido de los residuos y de la central de biogás para la generación de energía eléctrica, en la Hacienda Montemarta-Cónica también funciona desde hace varios años un centro de formación e investigación, que cuenta con aulas formativas, administración, laboratorios, talleres y almacenes de materiales. Sus objetivos son múltiples:

por un lado la formación profesional y la divulgación educativa en el ámbito de reciclaje de los residuos, por otro, el control de calidad del compost, de los procesos medioambientales del centro y los registros de entrada y salida de los materiales.

Por último, también existe en este centro un área recreativa, destinada al desarrollo de técnicas didácticas relacionadas con la recogida selectiva de RSU. Muchos centros educativos pasan por este aula al aire libre para aprender a distinguir los materiales orgánicos y fermentables del resto de componentes. La idea es concienciar a los más jóvenes de la necesidad de reciclar en origen. El lema es simple: "lo que no se mezcla no necesita separarse".

Dichoso mes de noviembre

Durante la niñez hay situaciones, imágenes y frases que se te graban a fuego y que “regurgitas” a lo largo de la vida, como títulos improvisados de momentos actuales.

Al sentarme a escribir este artículo, sin saber por qué, he recordado a un viejo maestro, o al menos así lo veía entonces, que cuando ya se sentía desesperado por nuestro salvaje comportamiento, repetía con insistencia “dichoso el mes que empieza por los Santos y acaba por San Andrés”, aclarándonos a continuación que se refería a noviembre, mes de sus sueños, ya que según sus cálculos era el de menor número de días lectivos y por tanto el de menor “tortura infantil”. Entendamos pues el término dichoso del título, en su acepción de feliz. Feliz para las energías renovables.

Porque después de “predicar en el desierto” en diferentes foros durante mucho tiempo, comprobamos con satisfacción cómo la maquinaria de la Administración, poco a poco, comienza a rodar en pos de una economía libre de carbono y, por tanto, en un apoyo decidido a las energías limpias.

Veamos. Comenzó ese mes con la celebración, durante los días 6, 7 y 8, de las I Jornadas de Energías Renovables y Desarrollo Sostenible en Fuentes de Andalucía, población que dispone de

■ **Cristóbal García Ruz**
Presidente de Biodiésel de Andalucía

★ *Después de “predicar en el desierto” en diferentes foros durante mucho tiempo, comprobamos con satisfacción cómo la maquinaria de la Administración, poco a poco, comienza a rodar en pos de una economía libre de carbono*

proyectos de casi todos los tipos de energías renovables, caso único probablemente en todo el país. Aprovechando esta particularidad, un grupo de jóvenes entusiastas capitaneados por los máximos responsables municipales, Miguel Fernández y Juan Martínez, en un tiempo récord, montaron estas Jornadas para dar a conocer tanto a la población local, como a estudiosos de estas energías, las características y singularidades de los proyectos ya existentes, así como la extraordinaria proyección de los que están en fase de ejecución en su término municipal.

Por eso ahora quiero unirme a las numerosas felicitaciones que el Ayuntamiento ha recibido, no solo por la magnífica organización del evento, sino por el nivel técnico de las ponencias, diferenciándose positivamente de cuantas hemos vivido en los últimos años en distintos puntos de España. Felicidades por tanto, y ánimo para superar ese alto nivel en las del próximo año.

Pero continuó noviembre y su idilio con las renovables. Y días después, la Diputación de Sevilla comenzó la primera fase de un ambicioso Programa de Recogida de Aceites Usados en los pueblos de la provincia, al que la empresa Biodiésel de Andalucía se ha adherido de manera inmediata e incondicional. Un reto, un trabajo

en el que seguiremos insistiendo, para que sea cada vez más amplio y eficaz.

Magnífica sorpresa también, por su eficaz difusión, han sido las Jornadas Técnicas sobre el uso de Biocombustibles de Automoción, celebradas los días 25 en Sevilla y 26 en Málaga. Organizadas por la Agencia Andaluza de la Energía, y destinadas preferentemente a profesionales del sector del transporte, en ellas se presentó el Manual Técnico de Uso de Biocombustibles en Motores de Automoción, en el que se despejan todas las dudas sobre el empleo de los biocombustibles, tanto para los profesionales del transporte como para los usuarios en general.

Hitos en el camino hacia una nueva forma de generar energía en la que, también, estamos a la espera de lo que pueda significar la Ley de Economía Sostenible que tramita el Gobierno Nacional, en cuanto a las ayudas que pueda contemplar para el sector. En definitiva, ojalá que, a partir de ahora, todos los meses sean como noviembre para las Energías Renovables en todas las partes del mundo.

Pero para que no todo sea miel y rosas, quiero terminar con un comentario a tantos responsables políticos que, en eventos como los que han venido aconteciendo en pos de las renovables, repiten hasta la saciedad las nuevas letanías de “calentamiento global”, “cambio climático” y “desarrollo sostenible”, como algo que requiere cambiar los cimientos del país.

Sin embargo cuánto se puede adelantar al respecto simplemente con que conciencien a los ciudadanos para que modifiquen hábitos tan cotidianos como el absurdo de llevar a diario a los niños al colegio en coche en trayectos ridículos, o esos chicos y chicas que deambulan sin destino con sus motos y coches, sobre todo los fines de semana, con la única pretensión de quemar combustible mientras nos hacen ‘disfrutar’ de un espléndido y ensordecedor ruido.

Y seguro que cada uno de los lectores puede añadir más situaciones usuales, susceptibles de cambio, a esas que acabo de enumerar. ■



Volver a la bicicleta puede ser un buen remedio, en lugar de seguir optando por ese ir ‘a ninguna parte’ que practican con las motos los adolescentes en el medio rural.



Hogares renovables Futuro en tiempo presente

Gracias a la energía solar fotovoltaica, las viviendas que se encuentran alejadas de la red pueden actuar como planta de generación eléctrica hoy en día, contribuyendo a la producción eléctrica global de forma limpia y sostenible. Así, la energía eléctrica se genera de una fuente renovable y, además, dicha electricidad se produce y se inyecta justamente donde se demanda y consume. Por lo tanto, la eficiencia aumenta al eliminarse las pérdidas en el transporte, transformación y distribución de esa energía y, además, el coste económico asociado al mantenimiento de las infraestructuras de transporte también se elimina.

Otras maneras de aprovechar el sol en casa

Pero no solo podemos aprovechar el sol directamente. A nivel doméstico, la biomasa se emplea en estufas, chimeneas y calderas. Se puede optar por biomasa en forma de leña, astillas, en forma de pellets o en briquetas. En la actualidad existen equipos domésticos de biomasa que funcionan con un grado de automatismo, limpieza y eficiencia absolutamente equiva-

lente, cuando no superior, al de los sistemas a gas o gasóleo.

Geotérmica de baja entalpía, esa gran desconocida

Por su parte, la energía geotérmica de baja entalpía consiste en aprovechar el calor del interior de la tierra, mediante la estabilidad en la temperatura del subsuelo aplicada como foco de intercambio de una bomba de calor. Para ello, se introducen en el terreno una serie de tubos de intercambio térmico. Y es que el suelo, a partir de unos dos metros de profundidad, se mantiene todo el año a una temperatura estable, del orden de 18 °C, lo que supone una gradación inferior a la exterior en verano y superior en invierno.

Una fuente energética renovable que, en Andalucía, tiene un gran campo de aplicación, porque puede reducir de forma importante la demanda de electricidad de las viviendas y edificios en general, tanto en calefacción como en refrigeración. Sin embargo, hasta la fecha, estas tecnologías que están muy extendidas y probadas en el Norte y centro de Europa, han tenido poca penetración en Andalucía.

★ Con la energía geotérmica de baja entalpía, por cada kilovatio de energía eléctrica consumida podemos generar aproximadamente 4,5 kW de refrigeración o 4 kW de calefacción, frente a los 2 kW de refrigeración o 2,3 kW de calefacción que generan los sistemas convencionales

★ Las tecnologías renovables con mayor potencial de penetración en el sector doméstico y residencial son solar fotovoltaica, solar térmica, biomasa y geotérmica de baja entalpía

Pero a partir de ahora, conviene no olvidar unos datos. Con la energía geotérmica de baja entalpía, por cada kilovatio de energía eléctrica consumida podemos generar aproximadamente 4,5 kW de refrigeración o 4 kW de calefacción. Mientras, en los sistemas convencionales de climatización, por cada kilovatio de potencia eléctrica utilizada se generan aproximadamente 2 kW de refrigeración o 2,3 kW de calefacción.

Por lo tanto, el sistema de climatización con bomba de calor geotérmica presenta unas mejoras de eficiencia energética con respecto al sistema de bomba de calor convencional aire-agua que se sitúan entre el 30% y el 60%. Y eso no es todo. Las mejoras con respecto a otros sistemas como gasóleo o gas también rondan estos valores, dependiendo de la instalación. Esto quiere decir que se reduce considerablemente el consumo energético para abastecer las mismas necesidades de climatización.

En definitiva, la energía geotérmica de baja entalpía posee unas características técnicas en su instalación que permiten su adaptación a distintas tipologías de edificios, destacando hospitales, colegios, hoteles, edificios públicos y, por supuesto, viviendas.

Y en ese contexto, la actual orden de incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía, dependiente de la Consejería de Innovación, dispone de un apartado específico para tramitar las solicitudes de incentivos a esta climatización renovable. Hasta el momento, se han incentivado en Andalucía 7 proyectos, entre ellos un hotel en Almería y una guardería en la localidad malagueña de Ronda.

“En Andalucía somos capaces de despegar en sostenibilidad, es cuestión de creérselo”

Fernando Martínez Salcedo

Ejecutó una de las mayores transformaciones de la ciudad de Sevilla, la peatonalización de la avenida de la Constitución. Y lo hizo en un año, en plazos, aunque defiende que lo más importante de esta obra es lo que no se ve: la renovación de algunas de las grandes conexiones de la ciudad. Ahora trabaja para Abengoa, es responsable de los masters en gestión ambiental de la EOI y de uno de los análisis de referencia para conocer si la evolución ambiental de la comunidad autónoma va por buen camino, el Informe de Sostenibilidad de Andalucía

■ **Sonia Rodríguez**

Acaban de terminar el sexto informe sobre sostenibilidad. ¿Cómo está Andalucía?

–Vamos bien, se camina en la dirección adecuada, pero podríamos ir a mucha mayor velocidad. El informe analiza el desacoplamiento entre actividad económica e impacto ambiental y social. Y caminamos hacia un mayor desacoplamiento, es decir que para incrementar la producción por cada unidad de PIB no se aumenta el impacto social y ambiental negativo.

Andalucía está en un índice del 1,038 en este informe, lo que quiere decir que mejora muy lentamente. El indicador sintético que realiza el informe según una metodología contrastada expresa que valores por encima de uno marcan una tendencia positiva y por debajo de uno una tendencia negativa.

-En estos seis años, ¿cuál ha sido la evolución?

–Casi todos los años Andalucía ha estado por encima de 1, con una evolución positiva aunque muy leve, muy lenta. Estoy convencido de que somos capaces de despegar, estamos dejando un montón de oportunidades al margen. Y no creo que sea un problema de las empresas o de las políticas públicas, sino de creérselo, de conocer las posibilidades que tenemos y emplearlas.

-¿La crisis actual es una oportunidad?

–Una situación de crisis nunca es buena, porque produce fracturas sociales y económicas irreparables, pero es un buen momento para reflexionar y para pensar cómo salir de ella. Si no salimos cambiando el modelo productivo sólo le estaremos poniendo fecha a la próxima crisis. Hay que cambiar para no repetir los mismos errores, aplicar otra lógica a la producción y al consumo, salir del círculo en el que nos encontramos y hacer nuestra economía más sostenible mediante sectores de actividad con bajo impacto ambiental y, al menos, manteniendo el mismo nivel de creación de riqueza y empleo.

-Pero, ¿cómo?

–Hasta ahora en España hemos orientado la actividad económica y empresarial hacia acciones que han dado grandes beneficios pero con un gran impacto, como el turismo, con una construcción expansiva que ha ocupado el litoral y que no es sostenible, porque hay recursos como el suelo o el agua que no son ilimitados.

Un buen ejemplo del camino a seguir es la diversificación hacia sectores que se orienten en esta dirección. Creo que no partimos de cero, sino de experiencias con éxito: los parques eólicos y las instalaciones termosolares, que no han salido de la nada. Han salido

de la innovación, del apoyo público coherente y del esfuerzo de empresas.

-El informe analiza en varios campos las energías renovables; ¿cuál es su situación?

–En Andalucía las cosas se han hecho razonablemente bien, ha habido proyectos empresariales con riesgo que han salido adelante, una respuesta del sistema financiero, una política pública que ha potenciado e incentivado la producción energética mediante primas y, además, la investigación, ha habido mucha I+D+I.

De hecho, proyectos que hoy vemos consolidarse, por ejemplo en el campo termosolar, son investigaciones que han empezado en la plataforma solar de Almería en los años 80.

Con las renovables se está cambiando un poco la lógica del sistema, de forma que en lugar de responder a las nuevas demandas de energía con fuentes convencionales (centrales térmicas, de carbón o de ciclo combinado), se está dando respuesta con una fuente que no contamina. Creo que Andalucía tiene recursos para generar desarrollo eólico y solar y que la Junta de Andalucía lo está haciendo bien, potenciando proyectos como los de biomasa o los de pila de hidrógeno.

No obstante, siempre está la cuestión del coste de las renovables, muy discutido. Ni en las energías renovables ni en las convencionales estamos contabilizando el coste de CO₂, que es de 13,5 euros por tonelada. Si se aflore en ambas el coste de la tonelada de CO₂, la diferencia la obtendríamos del volumen de emisiones de cada una de ellas. Ese es el auténtico precio de la energía y el balance es positivo para las renovables.

-En su opinión, ¿cuáles son las





“Ni en las energías renovables ni en las convencionales estamos contabilizando el coste de CO₂, que es de 13,5 euros por tonelada. Si se aflorase en ambas, el balance es positivo para las renovables”

claves para la consolidación de estas energías?

– Existe un claro potencial endógeno, y para que éste siga generando riqueza y empleo es necesario salir a otros países. Para ello deben existir políticas estables, una continuidad en la investigación para seguir manteniendo el diferencial con otros países, además de potenciar el capital humano, formar a personas que puedan dirigir o iniciar proyectos.

Por otra parte, hemos avanzado mucho más en sostenibilidad en la generación de energía que en eficiencia, y ahí hay camino que recorrer, sobre todo en el consumo de los hogares. La electricidad, igual que el agua, sigue siendo muy barata y hay una concienciación muy limitada sobre la necesidad de reducir su uso. No estamos acostumbrados a pagar ni siquiera por estos dos servicios básicos, ya que en la mayor parte de los casos el precio no cubre los costes.

Se deberían incrementar los precios escalonada y selectivamente para incentivar el uso sostenible de estos servicios.

-¿Entre los sectores que analiza el informe sobre sostenibilidad, cuál destaca?

– La agricultura, que puede ser una actividad con un alto grado de

“Para seguir liderando las renovables deben existir políticas estables y una continuidad en la investigación para seguir manteniendo el diferencial con otros países, además de potenciar el capital humano y formar a personas que puedan dirigir o iniciar proyectos”

impacto ambiental pero que es el ámbito donde ha habido más esfuerzos, tanto para mejorar el uso del agua como para reducir el uso de productos y la generación de residuos.

En cuanto al transporte, la tendencia a la sostenibilidad viene de la mano del incremento de los grandes sistemas de transporte público, trenes y metros, cuya construcción está en marcha y cuya existencia se percibirá con claridad. Aunque se está avanzando en el transporte de viajeros, sigue pendiente el de mercancías, que en su mayor parte se realiza por carretera, lo que es tremendamente ineficiente.

-Ha hablado de la necesidad de formación, qué tipo de cualificación ofrece la EOI?

– Contamos con dos masters, en Ingeniería y Gestión Medioambiental (Migma) para recién titulados y el Profesional en Ingeniería y Gestión Medioambiental (Mpigma), dirigido a profesionales que quieren recualificarse y reorientarse en el mercado laboral.

En el primer caso son personas que salen preparadas para trabajar en un departamento de Medio Ambiente o para una consultoría, mientras que el master para profesionales capacita a los

alumnos incluso para asumir responsabilidades como la de dirigir el área de calidad ambiental de una empresa.

-¿La sostenibilidad es materia de estos masters?

– Hemos incorporado un módulo específico de gestión de la sostenibilidad en el master para profesionales, de forma que no sólo se aborda cómo elaborar un estudio de impacto ambiental, de contaminación del aire, o la gestión ambiental, sino que consideramos que necesitan tener conocimientos como la eficiencia energética o la situación y aplicación de las energías renovables.

Además, en la actualidad, la Ley de Responsabilidad Ambiental obliga a las empresas a realizar análisis de riesgo, algo que surgió tras la rotura de la balsa de residuos mineros de Aznalcóllar, con el fin de que no haya riesgos de posibles incidentes que queden sin detectar o sin asegurar. Un análisis de riesgo también permite transformar las debilidades en oportunidades de negocio, porque si, por ejemplo, logramos reducir nuestras emisiones contaminantes por debajo de lo que establece el Plan Nacional de Asignaciones para nuestra industria podemos vender a otra empresa el margen que nos sobra. ■

Interpretando los latidos de la Tierra



✦ *La empresa Geognosia ha realizado entre 2008 y 2009 tres campañas de búsqueda de emplazamientos para confinar el dióxido de carbono*

✦ *Esta firma onubense es la única en España que utiliza el método magneto-telúrico -MT- para estudios profundos del subsuelo*

■ **Reyes Moreno**

La captura y almacenamiento de CO₂ se presenta cada vez con mayor claridad como una de las soluciones a la emisión de gases de efecto invernadero. El primer paso es encontrar los emplazamientos idóneos para crear estos almacenes de dióxido de carbono bajo tierra, a profundidades de varios kilómetros. El problema es que los estudios del subsuelo se basan en general en metodologías muy costosas, los sondeos mecánicos, que requieren la inversión de varios millones de euros.

Por eso, en la actualidad se están desarrollando nuevos métodos, basados en la Geofísica, que abaratan costes y, por añadidura, pueden también reducir el tiempo de estudio de las zonas suscepti-

bles de albergar a priori CO₂.

Dos son los métodos que en la actualidad se utilizan como paso previo a los sondeos mecánicos: la sísmica de reflexión y el método magneto-telúrico (MT). En España sólo Geognosia, una empresa onubense, desarrolla este último sistema MT aplicado al estudio de almacenes profundos. "No se trata de sustituir los sondeos mecánicos, sino de ofrecer con nuestro método un mapa previo del subsuelo, antes de llegar al paso necesario, pero muy caro, de realizar estos sondeos", asegura Carlos Gata, uno de los tres socios de Geognosia.

Tanto la sísmica de reflexión como el MT son métodos complementarios, porque los datos

Uno de los integrantes de Geognosia prepara una prueba magneto-telúrica para conocer el subsuelo.



Alta competitividad andaluza

Cuando una puerta se cierra, se abre una ventana. Refrán certero que puede resumir la andadura de Geognosia, una empresa genuinamente andaluza, que nació al abrigo de la Cuenca Minera de Río Tinto, cuando en 2003 la empresa inglesa dedicada a la exploración minera de la zona cesó su actividad.

Geognosia es una empresa de economía social. Ofrece servicios aplicados entorno a la Geofísica, la ciencia encargada del estudio de la Tierra y su aplicación a la búsqueda de recursos naturales, preservación del medio am-

biente y reducción de los efectos provocados por desastres naturales, entre otros.

Al frente de Geognosia, tres emprendedores, Emilio Mora, Isla Fernández y Carlos Gata, traducen a rentabilidad empresarial sus conocimientos técnicos y científicos en un mercado difícil y, por ahora, con escasa tradición en España. Y es que hasta hace bien poco tiempo, la Geofísica se utilizaba en nuestro país sólo cuando hay problemas, pero lentamente empieza a calar la idea de que con esta herramienta se abaratan costes

y se tiene una información más completa sobre lo que pasa en el subsuelo. Un ejemplo, según Isla Fernández, está en el sector de la construcción, donde las empresas pueden ahorrar tiempo y dinero con un buen estudio previo apoyado en campañas de geofísica.

Además de su especialización en el uso del método magneto-telúrico para buscar emplazamientos idóneos de captación y almacenamiento de CO₂, Geognosia dedica su actividad a otros campos, como la obra civil, la geotecnia y la exploración minera.

★ **El método magneto-telúrico ofrece la ventaja de abaratar costes y reducir el tiempo de estudio de los posibles yacimientos de CO₂**

★ **Las zonas de aplicación del MT son actualmente las grandes cuencas fluviales españolas**

La captura y el posterior confinamiento del dióxido de carbono requieren de enclaves en el subsuelo con determinadas características, que son las que descifra Geognosia.



Un método complejo para resultados fiables

El método magneto-telúrico (MT) aprovecha las corrientes telúricas presentes en la Tierra de forma natural. Es un método electromagnético en el dominio de frecuencias a partir del cual es posible obtener secciones en dos dimensiones de resistividad eléctrica hasta varios kilómetros de profundidad.

En el MT se miden el campo eléctrico, mediante dipolos eléctricos, y el magnético, mediante antenas, generadas por las corrientes telúricas en una posición determinada. Esto se conoce como sondeos MT, que son muy sensibles a fuentes de ruido electromagnético (tendidos de alta tensión, poblaciones, subestaciones eléctricas, entre otros), ya que la señal proporcionada por las corrientes telúricas no es muy potente. En ocasiones, para mejorar esta señal, se introduce una corriente eléctrica en un entorno suficientemente alejado de la zona de estudio. En este caso, hablamos de sondeos audiomagnetotelúricos de fuente controlada (CSAMT).

que proporcionan ambos sistemas pueden integrarse para ofrecer un mapa más exacto de la zona de estudio. "La sísmica da una mayor definición de los contactos, mientras que el MT permite diferenciar, además de litologías, posibles variaciones dentro de ésta, como salinidad, cambios de composición, etcétera, ya que nos da secciones en dos dimensiones de resistividad eléctrica hasta varios kilómetros de profundidad", explica Gata. Sin embargo, el MT tiene una ventaja sobre el otro. La sísmica de reflexión es en torno a diez veces más cara que el magneto-telúrico, que requiere una inversión de unos pocos cientos de miles de euros para una campaña de este tipo.

Pese a esta menor inversión, el MT requiere la utilización de equipos muy precisos. En este sentido, Geognosia utiliza la tecnología de la compañía estadounidense Zonge Engineering, empresa puntera a nivel mundial en la fabricación y desarrollo de equipos y software para estudios electromagnéticos.

Los expertos de Geognosia ya han realizado varias campañas de búsqueda de emplazamientos de dióxido de carbono, pero ninguna de ellas se ha desarrollado en Andalucía. Trabajan con la compañía Endesa para estudiar las cuencas fluviales de grandes ríos españoles, donde se dan acuíferos salinos a gran profundidad, rocas muy porosas que albergan agua

con una concentración de sales muy superior al agua de mar. Realizaron la primera campaña en 2008, y a lo largo de 2009 han emprendido otras dos más, también para Endesa.

El futuro de este método magneto-telúrico está más que garantizado en el campo del almacenamiento de CO₂, ya que no sólo es aplicable, según Carlos Gata, "en la investigación de zonas favorables, sino que se está estudiando su posible utilización para monitorizar futuras inyecciones". Esto quiere decir que, posiblemente, "el MT también sirva para ver cómo evoluciona el CO₂ inyectado permitiendo monitorizar temporalmente este proceso de inyección", concluye Carlos Gata. ■



El embrión de una nueva manera de construir

■ **Sonia Rodríguez**

Cuando retiremos la casa Solar Kit, el terreno volverá a quedar prácticamente igual, apenas tiene huella ecológica. Está construida en madera y sabe inspirarse en la arquitectura tradicional, aliñándola con la más moderna tecnología para lograr un espacio confortable que requiera el menor consumo de energía posible. Además, está dotada con paneles fotovoltaicos de alta eficiencia para la producción de energía solar y placas térmicas para el agua caliente sanitaria, de forma que se alimenta por completo del sol. Estas características hacen que pueda ser muy útil en países en desarrollo, en áreas con poca urbanización, utilizarse como vivienda convencional o incluso como refugio.

Pero este es sólo el principio, porque la idea originaria podría pasar a producirse en serie, con diversos modelos y aplicaciones, y ser así la semilla de una nueva manera de construir, donde la tecnología y la sostenibilidad entren

en toda la cadena de ensamblaje.

El proyecto Solar Kit, promovido por la Escuela de Ingeniería de la Hispalense, ha sido seleccionado por la competición Solar Decathlon Europe 2010, organizada por el Departamento de Energía de Estados Unidos, que en 2010 se celebrará por primera vez fuera de ese país, cambiando Washington por Madrid, gracias a un acuerdo con el Gobierno español. Las bases de la competición son complejas, hasta el punto de que hay que superar diez pruebas, todo un decathlon en el que entran en liza otros 19 participantes de 10 países de todo el mundo, según explican el arquitecto José Miguel Tineo y el ingeniero Antonio Guillén, miembros del equipo responsable del proyecto.

En la actualidad hay una casa Solar Kit en construcción en la fábrica de Maderas Polanco en Chiclana (Cádiz), un prototipo que a principios de este año se montará en Sevilla, y sobre el que se reali-

zarán todo tipo de pruebas. Será el precursor del que se llevará a Madrid. Esperan encontrar un lugar en la capital hispalense donde hacer su trabajo, y al mismo tiempo, la casa pueda abrirse a las visitas del público.

Otro arquitecto participante en esta iniciativa, Javier Terrados, ha ideado el sistema 'kit de muebles' en el que se basa la construcción de esta vivienda prefabricada. Es como un mecano, donde cada pieza tiene una función y se ensambla con la siguiente. Así, la casa está formada por una serie de cajas en cuyo interior hay algo: literas, una cocina, un lavabo o una ducha, cada cosa integrada en un 'mueble'. Al colocar una junto a otra se van formando las paredes (con estanterías, armarios, etc) y se van componiendo las distintas estancias. Dentro de los muebles están incorporados el cableado eléctrico y las canalizaciones, mientras que algunos están específicamente dedicados a albergar aparatos, como el sistema de control o la climatización.

★ *Ahora que todos buscan nuevos modelos productivos, un grupo de investigadores idea una vivienda de futuro que podría cambiar la forma de construir nuestras casas, dando paso a un nuevo concepto del sector de la construcción*



Paneles solares en la pared

Desde el punto de vista energético, las viviendas se clasifican igual que los frigoríficos en función de su eficiencia y la de Solar Kit es, por supuesto, de tipo A, mientras que cualquier casa convencional estaría hoy en la C o la D. Para ello se han tomado distintas medidas: se ha cuidado la generación de electricidad, se han utilizado bombillas de bajo consumo (fluorescentes compactas y leds) y electrodomésticos eficientes y se han inspirado en la arquitectura tradicional hispana y árabe para dotar la casa de mecanismos propios que mantengan una buena temperatura, reduciendo al mínimo las necesidades eléctricas.

Las 10 pruebas del decathlon

Solar Kit se tendrá que enfrentar a 10 pruebas para certificar que pueden mantener la actividad de una casa habitada por cuatro personas sólo con energía solar, donde se ponen 2 lavadoras al día, y en la que sus habitantes tienen que cocinar una cena para agasajar a sus vecinos. También se puntúa

lo confortable del espacio creado, midiendo hasta los más mínimos detalles como la calidad del aire en su interior (humedad relativa, temperatura, etc). Otros aspectos que se valorarán son la integración de la tecnología en la vivienda y la sostenibilidad del inmueble, es decir, su huella ecológica.

Amplio respaldo para Solar Kit

Este proyecto ha logrado involucrar a un amplio número de instituciones, entidades y empresas que lo están respaldando, haciendo posible la competición y, en un futuro, es posible que su construcción real. Tras Solar Kit se encuentran como patrocinadores tecnológicos Maderas Polanco, Solar del Va-

lle y D+M, como patrocinadores el Ayuntamiento de Sevilla, con sus empresas públicas de vivienda y agua, Emvisesa y Emasesa, Texas Instruments, Sodinur y Acxt/ídom. Además, ha contado con la colaboración de las Spin off de la Universidad de Sevilla Wind Inertia y Adevice.

cionamiento de la instalación. La energía sobrante se acumula en un supercondensador de 2Kw, una especie de batería con carga y descarga rápidas, ideada para responder a los picos de demanda que se producen al encender un electrodoméstico. El resto se vierte a la red, obteniendo un balance en el que se genera el doble de electricidad de la que la vivienda demanda en un año. Por otra parte, se han instalado placas solares en la fachada sur del edificio para agua caliente sanitaria.

Otra medida ha sido utilizar la climatización radiante. Para ello, la calefacción se sitúa en el falso techo de la vivienda, por el que circulan tuberías con un líquido caloportador. También se le llama climatización tranquila, dado que no se generan corrientes de aire. En cuanto al frío, se emplean sistemas convencionales aunque de bajo consumo y alta eficiencia.

La ventilación del inmueble se inspira en la arquitectura árabe, con dos torres de ventilación (desde fuera parecen chimeneas) que introducen brisas en la vivienda o sacan el aire caliente de la misma, aunque mejoradas con tecnología para que la temperatura del aire que entre sea la adecuada. Además, esta casa no tiene ventanas exactamente, sino un rectángulo de cristal cuyo interior es un pequeño patio al que se puede acceder, y desde él salir al exterior. Estas piezas tienen lamas en la parte superior para poder correrlas y evitar la entrada directa del sol.

En cuanto al aislamiento, Solar Kit se ha inspirado en las casas tradicionales cuyos grandes muros lograban mantener el interior fresco o caliente, y ha ideado un sistema de capas que logra el mismo objetivo.

Así, si imaginamos un verano caluroso, la casa está recubierta por fuera con un panel fenólico situado a 3 centímetros de las paredes-mueble, formando una cámara de aire que está ventilada por rendijas situadas en el techo y a la altura del suelo. El reverso de este panel tiene una sustancia que refleja la radiación solar, evitando el recalentamiento de la cámara de aire. A continuación se sitúan las paredes-mueble de madera, que también constituyen un aislante, de forma que en el interior se logra reducir varios grados respecto al exterior. El hecho de poder evitar la entrada directa de los rayos solares por las ventanas y el funcionamiento de las torres de viento también contribuyen a bajar la temperatura. Por tanto, hay que utilizar mucho menos el aire acondicionado. ■

Las viviendas de futuro que se presentan en las distintas ediciones de 'Solar Decathlon' apuestan siempre por aprovechar la radiación solar al máximo y se dotan de rasgos que las integran en el medio donde se ubican.



★ *Solar Kit, es una casa insólita en lo arquitectónico y en lo energético. Es desmontable, modular y ecológica, y además es completamente autónoma, se abastece de energía solar, consume la mitad que una vivienda convencional y produce más electricidad de la que gasta*



Los prototipos conciben casas aisladas, pero la fabricación en serie deberá aportar nuevos modelos de edificación sostenible.



España posee ya experiencia en Solar Decathlon. En la imagen, el ensamblaje del techo solar de la vivienda que presentó la UPM en la edición anterior.

Además, se ha instalado un dispositivo de seguimiento de consumo y también de la generación de energía solar.

En cuanto a los paneles solares, se ha aprovechado el techo de la vivienda para instalar paneles fotovoltaicos de alta eficiencia, buscando la mejor disposición para obtener el máximo beneficio del sol, optimizando su colocación. Además, este campo solar se ha dividido en sectores, de forma que si una zona no recibe el sol correctamente o se ensucia, no afecte al resto, según explica Eugenio Domínguez, de Wind Inertia, responsable del abastecimiento energético del proyecto.

La vivienda, de 74 metros cuadrados, es capaz de producir 8.500 kilovatios pico, mientras que la casa precisa unos 5.500 kilovatios, con lo que se logra generar un 20% más de la energía demandada. Esto facilita que, en momentos de poca irradiación solar, podamos mantener el fun-

Torres de Hércules, estética y sostenibilidad

Dos torres que respetan el entorno, que se integran en él y que necesitarán menos energía para su adecuación térmica interior, gracias a la celosía de hormigón.



■ Reyes Moreno

“Se nos ha pedido una torre y hemos decidido hacer dos”. Palabras sencillas y contundentes del arquitecto Rafael de la Hoz para hablar de una de sus últimas obras, las Torres de Hércules de Los Barrios. Estas dos esbeltas moles de hormigón se levantan en el Parque Empresarial y Tecnológico “Las Marismas” de Palmones, en la citada localidad campogibraltareña, y han nacido para perdurar en un entorno difícil por su proximidad al mar, por los a veces inmisericordes vientos cargados de arena que azotan el Estrecho, y por la alta concentración de industrias a su alrededor. Con estos ingredientes jugó el arquitecto cordobés, afincado en Madrid, para integrarlos en su proyecto arquitectónico y conferirle así identidad propia.

“Con una altura limitada a cien metros y una superficie por planta de mil metros cuadrados, la esbeltez resultante sería aproximadamente de 2,8 en el caso de una torre, y es evidente que reduciendo la planta a la mitad, la relación de esbeltez mejora drásticamente hasta alcanzar una relación de 4, explica Rafael de la Hoz. Decidido este primer punto, aún quedaban otros por concretar. Como el puente que une las dos torres, para que estén vinculadas, porque al tener una superficie reducida, 500 metros cuadrados cada una, “no pueden actuar de forma autónoma”. Tercera decisión: torres circulares, y en este punto Rafael de la Hoz se dejó llevar por “la razón intuitiva”. El resultado, torres que, con un forjado exterior de 100 metros y otros 26 más correspondientes a una antena de telecomunicaciones, se han convertido en el edificio más alto de Andalucía, por delante de la Giralda.

Más allá de sus evidentes logros estéticos, estos rascacielos cilíndricos, que en sus 20 plantas albergan oficinas, están plenamente al día en una cuestión fundamental: la sostenibilidad. Cada uno de los pasos de su construc-

★ *El inmueble ha arrebatado a la Giralda de Sevilla el honor de ser la edificación más alta de Andalucía*



★ *La urbanización de la zona que circunda las torres también ha seguido criterios sostenibles*

★ *La celosía de hormigón protege del exceso de sol y evita que el edificio se caliente*

ción tuvo en cuenta el entorno para minimizar el impacto y reducir considerablemente el consumo energético.

En primer lugar, en el proyecto se tuvo en cuenta el suelo en que se asienta el Polígono Palmones. Las torres se ubican prácticamente a nivel del mar, en lo que fue una marisma, por lo que la cimentación se ha ejecutado mediante la hinca de pilotes de hormigón armado prefabricados de hasta 40 metros de profundidad. Según explica Rafael de la Hoz, "debido a la altura de nivel freático y a la mala calidad del terreno, se decidió no ejecutar la planta subterránea dedicada a garaje y se optó por emplazarlo en superficie, de manera que se evitó un importante movimiento y transporte de tierras y los necesarios muros de contención".

En segundo lugar, la reducción considerable de consumo energético descansa en el diseño de la fachada del edificio. Por un lado, la masa de la celosía de hormigón, del núcleo y de los forjados le confieren una gran inercia térmica al edificio. Por otro lado, esta celosía evita que el inmueble se caliente con un exceso de sol, con mayor efectividad que un cerramiento de vidrio. Además, el hecho de que gran parte de los paramentos verticales sean de hormigón visto ha supuesto un ahorro considerable en materiales de terminación.

Una vez en el interior de las torres, las carpinterías de suelo a techo permiten una iluminación natural interior extraordinaria, al contar cada planta con todas las orientaciones. Y las luminarias empleadas, tanto en zonas comunes como en oficinas, son Down Light con lámparas de bajo consumo.

Las ventanas practicables permiten ventilar naturalmente cada uno de los módulos aprovechando la bonanza del clima y las frecuentes corrientes. Además, cada unidad puede gestionar su climatización de manera individual.



La fuerza mítica de Hércules

Razón e intuición son los dos pilares en los que, dice Rafael de la Hoz, se basó para diseñar las Torres de Hércules. Tras ellos, continúa, llegó la reflexión. "¿Se puede construir en uno de los espacios míticos de la humanidad, al menos de la cultura mediterránea, de forma ajena al significado del lugar?", se pregunta este arquitecto.

Cuenta la mitología que Hércules decidió abrirse paso a su regreso de Tartessos y, apoyándose en las rocas de Gibraltar y Musa –las columnas–, separó los continentes, conectó mares y creó el Estrecho. Desde entonces, este lugar indicaba el fin del mar, el Non Plus Ultra.

Y Rafael de la Hoz no quiso ser ajeno al lugar donde se levantan estas torres. "El Estrecho de Gibraltar es un lugar impresionante con sus dos mares, sus dos continentes y sus dos rocas; no puede sorprender que los dioses lo eligieran para sus aventuras", asegura De la Hoz, quien, sin embargo, se sorprende por que aquí no haya perdurado, a diferencia de otros lugares míticos, ningún resto arqueológico o arquitec-

tónico de su grandeza y su pasado. Pero "aquí no hay templos, ni faros, ni teatros, ni siquiera cimientos", insiste.

Lo que sí hay es un "disperso hábitat industrial de fábricas, polígonos, depósitos y sobre todo visibles chimeneas que a lo largo de la costa recorren la bahía de Gibraltar a Algeciras". Unir ambos significados, el industrial y el mitológico, se presentaba complejo. De ahí la propuesta de Rafael de la Hoz: dos torres, dos columnas, dos chimeneas.

Dos torres (dos columnas) de hormigón, "el único material industrial por lo tanto moderno con significado de permanencia". Dos columnas (dos torres) construidas con encofrados deslizantes de origen industrial y moldes de poliestireno artesanales, dispuestas según un código caligráfico de origen mitológico que nos indica que no hay más allá. Por último, dos torres, dos columnas de hormigón industrial, meticulosamente caligrafadas que literalmente hablan del mito y de los invariantes propios de la arquitectura local y sus arquetipos: la luz, el blanco y la sombra.

★ *El material inalterable utilizado en su exterior permite reducir al máximo su mantenimiento y reposición durante la vida del edificio*

Las duras condiciones ambientales han condicionado también la elección de los materiales que se han usado en el exterior. La idea, según De la Hoz, era usar materiales inalterables que permitieran reducir al máximo su mantenimiento y reposición durante la vida del edificio. Por eso se eligió el hormigón color arena, tratado con una protección repelente al agua y la suciedad y preparado para soportar la exposición al polvo que traen los vientos del Estrecho. Junto a este cemento blanco, la estructura de las torres se compone de aluminio anodizado en su color, acero inoxidable de calidad marina y perfiles de acero galvanizados en su color.

También los criterios de sostenibilidad han regido la urbanización del terreno sobre el que se asientan las Torres de Hércules. El impacto del aparcamiento en superficie se ha intentado reducir evitando el uso de asfalto. Las zonas rodadas y las plazas de aparcamiento se adoquinan y se combinan con zonas de adoquín encespado para permitir la "respiración del terreno". Las plazas se cubren con textiles atirantados, permeables a los vientos, pero que producen una enorme sombra que reducirá la temperatura superficial del terreno.

Por su parte, la laguna artificial con agua tratada y reciclada que rodea las torres también está pensada para mejorar las condiciones ambientales y paisajísticas de la urbanización.

El ajardinamiento se realiza con plantas de bajo mantenimiento y adaptadas a las condiciones del entorno: palmeras, olivos, algarrobos, adelfas y olorosas, entre otras, con lo que se evita así el uso excesivo de agua.

El objetivo final de estos edificios es que perduren, que se asimilen al paisaje, que sean sostenibles, prácticos y con futuro. Adjetivos que las Torres de Hércules parecen llevar grabados sobre la celosía de su fachada. ■

Quien a buen árbol se arrima, buena electricidad le cobija

■ Ángela Herrera

Vivir en un barrio verde y renovable, ahora, es posible. Para comprobarlo sólo habrá que pasarse por la localidad de Motril en Granada. La iniciativa es conocida como 'Ecobarrio Tropical' y pretende convertirse en un referente de "solución de ordenación urbana sostenible del siglo XXI", según uno de los impulsores del proyecto, el arquitecto granadino Ángel Gijón.

Jardines botánicos con árboles de frutas tropicales, macroparques verdes, huertos sociales, carriles bici, espacios cerrados al tráfico y peatonalizados y, por supuesto, infraestructuras con capacidad de autoabastecimiento energético a partir de fuentes renovables son las principales marcas de este nuevo 'Ecobarrio Tropical', que abarcará una superficie de 27 hectáreas.

Pero además, hay más. A todas estas singularidades se suma el hecho de la ubicación, ya que en opinión de Gijón "gracias al innovador proyecto conectamos el medio rural con el urbano". Una afirmación más que certera, ya que el Ecobarrio aspira a conservar y respetar el entorno y patrimonio natural dentro de la vorágine de la vida en una ciudad. Con esta iniciativa real "se pretende crear un estilo de vida diferente, tranquila y respetuosa con el medio ambiente". Vivir en una ciudad con la forma de vida de un pueblo.

El 'Ecobarrio tropical' se ha propuesto revolucionar el diseño para las cercanías del Cerro del Toro, la zona norte de Motril, el sector definido como MOT -3 en el Plan General de Ordenación Urbanística de la localidad, que se encuentra justo por encima del actual campo de fútbol. Además, en esta iniciativa primará la construcción de 1.638 viviendas, 700 de ellas de pro-



El ecobarrio de Motril contará con un árbol fotovoltaico que posibilitará el autoabastecimiento energético de la zona.

★ *Instalar un árbol fotovoltaico sobre unas pistas deportivas capaces de generar electricidad para todo el barrio es una de las principales señales que dejan entrever una nueva forma de urbanizar, en la que las energías renovables ocupan un lugar privilegiado*

Las claves del Ecobarrio tropical

El MOT-3 se ubica en la localidad granadina de Motril, tras el actual campo de fútbol y hacia el Cerro del Toro, lindando con la Rambla de los Álamos. Ahí se instalará un árbol fotovoltaico sobre las infraestructuras deportivas, o lo que es lo mismo, una estructura de generación eléctrica mediante la tecnología fotovoltaica que presenta un aspecto singular. Esa será la principal fuente de abastecimiento eléctrico con la que contarán, en una extensión de 273.216 metros cuadrados, las 1.638 viviendas proyectadas, 700 de ellas de VPO.

Una nueva manera de concebir el urbanismo en la que resulta indispensable la interrelación de las viviendas con zonas verdes. Así, habrá un macroparque de 50.000 metros cuadrados, un jardín botánico xerofítico y 300 parcelas para huertos e invernaderos sociales. Además, el 'ecobarrio' dispondrá de zonas cortadas al tráfico con carril bici por toda la barriada y conservará espacios naturales como la Rambla de los Álamos, amén de crear un corredor verde y adecuar los caminos centenarios de la zona.

tección oficial. Así lo han previsto los máximos responsables del proyecto, el ya nombrado arquitecto Ángel Gijón y su colega y homólogo valenciano, Vicente Guallart.

No obstante, por si fuera poco esta nueva visión de vida urbana prevé actuaciones de conservación de la Rambla de los Álamos, espacio natural en el que se encuentra situado el MOT-3, y la creación en torno a ella de un gran corredor verde con especies autóctonas de la conocida zona del monte bajo.

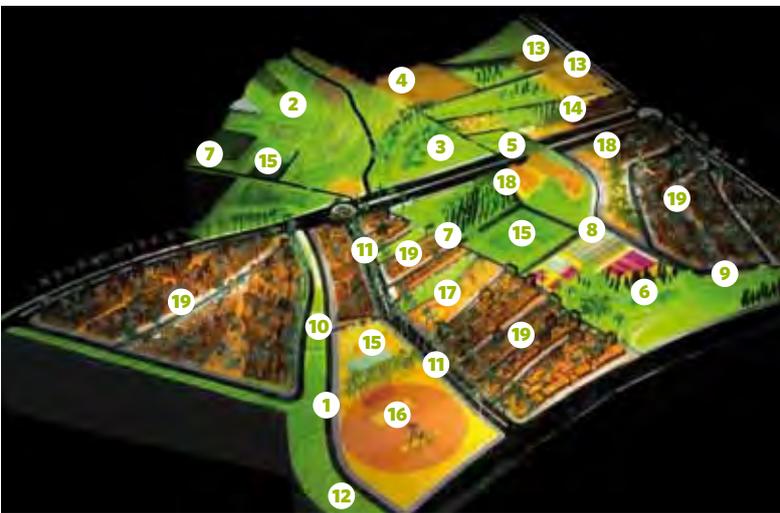
En palabras de Gijón, y en resumidas cuentas, "el ecobarrio es un concepto revolucionario en Andalucía y pretende ser un ejemplo a la hora de intervenir desde criterios ecológicos, funcionales y respetuosos con el entorno", un nuevo concepto de "urbanismo humanista".

El árbol fotovoltaico

Instalar una gran cubierta con placas solares fotovoltaicas sobre unas pistas deportivas capaces de generar electricidad para todo el barrio es una de las principales señales que dejan entrever una nueva forma de urbanizar, en la que las energías renovables tienen un lugar privilegiado.

Más exactamente, esta cubierta, de unos 6.000 metros cuadrados, recibe el nombre de árbol fotovoltaico por su disposición, y rinde a unos 1.000 KWh, con la consecuente ventaja ambiental. De hecho, con esta instalación solar se dejarán de emitir a la atmósfera 600 toneladas de CO₂.

"Esta energía producida, una vez tratada adecuadamente es inyectada a la red eléctrica de distribución y, además tiene la capacidad suficiente de autoabastecer a las diferentes vi-



La Sociópolis de Vicente Gullart

El 'Ecobarrio Tropical' de Motril tiene su punto de origen en el innovador proyecto de Vicente Gullart, 'Sociópolis'. Un diseño arquitectónico que pone sobre la mesa unas 2.800 viviendas, relacionadas con huertos ecológicos urbanos en la pedanía de La Torre, en Valencia. Sociópolis consiste en la construcción de un campus social en la ciudad de Valencia compuesto por viviendas, equipa-

mientos y servicios, destinados a diversos colectivos sociales vulnerables, sobre todo ancianos y jóvenes, teniendo como referentes claves para su desarrollo el fomento de la interacción social entre sus habitantes, el uso de las nuevas tecnologías en el espacio doméstico, y la definición de nuevos modelos de asentamiento que compatibilicen el medio urbano y el medio rural, la arquitectura y el paisaje.

- 1** Corredor ambiental en la Rambla de los Álamos, con especies vegetales propias de monte bajo (se evita construir una vía de tráfico sobre ella).
- 2** Botánico de frutales tropicales, como parte cultural del parque.
- 3** Huertos sociales. 300 parcelas gestionadas por el ayuntamiento donde los residentes y habitantes de Motril pueden cultivar hortalizas.
- 4** Invernaderos sociales. Recuperación de estructuras existentes y transformación en lugares de cultivo con participación social
- 5** Continuidad del parque sobre la ronda norte, utilizando la topografía actual. Su ancho dependerá de las precisiones presupuestadas.
- 6** Parque tropical con especies arbóreas existentes que se conservan.
- 7** Camino del Cerro del Toro. Recorre de norte a sur el sector, todos los caminos existentes en la parte central se integran en el proyecto de urbanización.
- 8** Huerto solar. Cubierta fotovoltaica de 6.000 m² sobre pistas deportivas que genera 1.000 kilovatios de energía. Financiado totalmente a través de un "Project finance" con beneficio para su propietario.
- 9** Protección de topografías actuales, donde existen especies naturales relevantes como mariposas.
- 10** Carril bici y paseo peatonal a ambos lados de la Rambla de los Álamos
- 11** Vía de tráfico que estructura la zona oeste del sector.
- 12** Conexión de la Rambla de los Álamos con la población, fomentando su continuidad por el casco urbano, hasta el mar.

- 13** Equipamiento cultural.
- 14** Equipamiento social.
- 15** Equipamiento deportivo.
- 16** Equipamiento de primaria con cubierta fotovoltaica.
- 17** Equipamiento infantil con zona de juego para niños.
- 18** Viviendas con comercial, alineadas al límite de parcela.
- 19** Viviendas de renta libre y de protección oficial, emplazadas de forma mezclada en el sector para fomentar la cohesión social. Viviendas con alineación prefijada, con cierto grado de libertad en su implantación. Se fomenta así una ciudad planificada integralmente (evitando estudios de detalle, que hacen que cada parcela de cada promotor sea totalmente diferente). 100 espacios habitacionales en régimen de alquiler para jóvenes y mayores sobre suelo rotacional, con espacio compartido. Pueden ser de promoción pública o privada en concesión a 50 años.

viendas y espacios comunes del barrio", según el arquitecto Ángel Gijón.

En opinión del ideólogo del proyecto "los paneles solares no generan oxígeno, pero se pueden colocar en espacios donde no es posible plantar árboles, como son las cubiertas de los edificios urbanos", aún así, "las especies vegetales, en especial las tropicales, autóctonas de la zona, como las chirimoyas y aguacates, entre otras, son la gran apuesta del Ecobarrio tropical".

Las especies vegetales: fieles aliadas de las renovables

En esa línea, las plantaciones de árboles dejan un paisaje naturalizado que, además de absorber dióxido de carbono, genera oxígeno. Así, un sólo árbol produce 3 millones de litros de oxígeno al año, lo que equivale a la respiración de cinco personas. En paralelo, para absorber 1 tonelada de CO₂ se precisan 210 árboles.

Es por ello que el 'Ecobarrio Tropical' sigue criterios acordes con la última novedad en 'xerofítico', o lo que es lo mismo "po-

tencia la plantación de plantas autóctonas de la zona, cuyo consumo de agua es casi mínimo", según Gijón.

Por ello, en los espacios verdes del Ecobarrio como el macroparque, de 50.000 metros cuadrados, y en el jardín botánico, se primarán este tipo de plantaciones que hacen "un uso racional del agua de riego, evitando en todo momento el despilfarro, en especial en climas como el Mediterráneo, donde el agua es un bien escaso", en opinión del arquitecto impulsor del proyecto.

Está demostrado que un jardín diseñado y mantenido con criterios de uso eficiente del agua consume apenas una cuarta parte del agua de riego que se gasta en un jardín convencional.

Además, el ahorro de agua no es el único objetivo, la Xerojardinería va más allá. También tiene un sentido ecológico y aboga por un mantenimiento reducido. Por ejemplo, intenta limitar la utilización constante de productos fitosanitarios, el menor uso de maquinaria con el consiguiente ahorro de combustible y el reciclaje, entre otros aspectos. ■

CONFERENCIA



Unidad Editorial
Compartiendo conocimientos

Energía en Andalucía

Análisis del potencial energético y oportunidades derivadas del cambio que se está produciendo en el sistema energético andaluz

Patrocina:



Con la participación de:

D. Martín Soler Márquez
Consejero de Innovación, Ciencia y Empresa. JUNTA DE ANDALUCÍA

Dña. Isabel de Haro
Presidenta. AGENCIA ANDALUZA DE LA ENERGÍA

Málaga, 18 de enero de 2010
Hotel Silken Puerta de Málaga

Colaboran:





Inscripción a través de **conferencias** y **formación.com** Atención al cliente y ayuda a la navegación **902 99 62 00**

Las renovables al servicio de la arquitectura comprometida del siglo XXI



■ **Juan José Argudo García**

Ingeniero Técnico de Minas, especializado en Recursos Energéticos, Combustibles y Explosivos

El futuro edificio que acogerá la nueva sede de la Agencia Andaluza de la Energía es un buen ejemplo de cómo las renovables pueden colocarse al servicio de la arquitectura, en pos de una mayor eficiencia energética.

En pleno siglo XXI, las intenciones de la arquitectura deben de pasar por firmar un compromiso ejemplarizante de función a la sociedad, y su necesidad de cuidar el medioambiente y el entorno en el que se desarrolla. Defendía el universal arquitecto británico, Sir Norman Foster, horas antes de recoger el Premio Príncipe de Asturias de las Artes 2009, en Oviedo, que "el objetivo es conseguir un desarrollo arquitectónico ecológico, que sea respetuoso con el entorno y que aproveche los recursos que tiene al alcance". Y estos recursos de los que nos habla Foster deben ser cada vez más limpios y generar menos emisiones de CO₂, así como impactar lo menos posible en el cambio climático. "Veremos una transición hacia edificios que consumirán menos energía y recogerán más energía", afirmaba el maestro del high-tech, uno de los arquitectos más comprometidos con la sostenibilidad de los edificios y por ende, de las ciudades donde se elevan, como su proyecto a través de la empresa MASDAR en Abu Dhabi, la primera ciudad que será totalmente sostenible, donde no habrá ni un solo coche, y en la que 50.000 personas no emitirán ninguna partícula de CO₂ a la atmósfera, ya que se autoabastecerán

de energía procedente de fuentes renovables. Es por ello que debemos poner el acento en nuestras masificadas ciudades, debido a que el 50% de la energía demandada en la actualidad se consume en nuestros hogares.

Pero también tenemos ejemplos de arquitectura sostenible y bioclimática en nuestra tierra, Andalucía. En Sevilla, César Pelli, el autor de las Torres Petronas de Malasia, que con 452 metros de altura fue el edificio más alto del mundo durante muchos años, ha diseñado la Torre Cajasol, de 178 metros, que será el edificio más alto de Andalucía. Con una fachada de aluminio y cristal, la torre de planta elíptica, cuenta con un parasol de cerámica, que provocará un ahorro de energía de un 20%. Cuenta además con cubiertas vegetales y con un consumo mínimo de energía del ascensor. Por todo ello, además de proporcionar unos 4.000 empleos directos, se le ha otorgado el Premio Andalucía de Arquitectura.

En la zona oriental también existe un proyecto interesante y sostenible. En Jun (Granada) existe un proyecto de 25 viviendas bioclimáticas diseñadas por Beatriz Inglés, "Las Caléndulas", promovidas por Iberdrola Inmobiliaria, que fue elegido por la revista Red Life

★ *El inmortal arquitecto catalán, Antoni Gaudí, se autodefinía como "un hombre sintético, aquel que es capaz de ver las cosas en conjunto antes de que estén hechas", haciendo mención a su profesión, mientras que el genial escritor mexicano Octavio Paz, decía que "la arquitectura es el testigo insobornable de la historia, porque no se puede hablar de un gran edificio sin reconocer en él el testigo de una época, su cultura, su sociedad, sus intenciones"*

de Andalucía como una de las 10 mejores ideas para salvar la Biodiversidad. Analicemos este premio de una arquitecta comprometida, que tiene la máxima Calificación energética, tipo A, debido a su ahorro de energía en un 70%, y un ahorro de agua de un 35%. ¿Cómo? Pues con un diseño buscando orientación Sur, el uso de paneles térmicos para ACS y calefacción, empleo de materiales sostenibles (termoarcilla, tarima de bambú,...), eficiencia y reciclaje de agua (reguladores caudal, doble descarga W.C., reutilización aguas grises y aljibe en cubierta para agua de lluvia) y eficiencia energética con suelo radiante, aislamiento de fachada y vidrios de control solar.

En definitiva, este tiene que ser el camino que tendríamos que seguir para que el estatus que ofrece la vivienda se mida en cuanto a su nivel de ahorro y de calificación energética, y no sean los metros cuadrados los que predominen sobre la sostenibilidad. Y sobre todo, que el nivel de confort no se consiga consumiendo más energía y derrochando recursos, sino abriendo una puerta a la sostenibilidad del planeta, para que las generaciones venideras puedan disfrutar de nuestro mundo, en igualdad de condiciones. ■

La ETSI se refresca 'al sol'

★ *La Planta de Refrigeración Solar por absorción instalada en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla mostrará la viabilidad económica y técnica de la obtención de frío con calor, gracias a la aplicación de tecnologías muy atractivas, pioneras y únicas en su modalidad*

■ **Ángela Herrera**

Bordóns: "Renovables, sí o sí"

Carlos Bordóns Alba es en la actualidad el nuevo director gerente de la Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía (AICIA), una institución de gran prestigio en el mundo académico, de la empresa y de la innovación. De hecho, en ella, trabajan investigadores de alto nivel de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla (ETSI).

A día de hoy, como Director Gerente, Bordóns tiene como objetivo "mantener los estándares de calidad y prestigio" desde que se creó esta entidad hace 25 años. En esta línea, y en cuanto a la posición de AICIA en torno a la promoción e investigación de las energías alternativas, respetuosas con el medio, Carlos lo tiene muy claro: "renovables sí, sí o sí". De hecho, para este doctor e ingeniero de sistemas la solución de futuro, en 15 ó 20 años, será apostar por "el binomio hidrógeno y renovables". En esta línea, investigadores de la ETSI tienen varios frentes de estudio como, por ejemplo, la producción de hidrógeno a partir de energía eólica, vehículos híbridos, o los convertidores electrónicos de corriente de potencia a la red eléctrica para renovables, en el que caminan aliados con la empresa sevillana Greenpower.

Es ahí, entre las empresas del sector, donde mantiene gran predicamento AICIA, como bien lo explica el director gerente cuando desvela que "casi el 80 por ciento de nuestro trabajo está avalado y apoyado por capital privado, proveniente de empresas como Abengoa, Endesa, Cepsa, Repsol, entre otras".



Los colectores lineales Fresnel colocados en las cubiertas de la ETSI generan la energía térmica que, transformada en frío, refrigera las dependencias del enorme edificio de Ingenieros. En la foto, la presidenta de la Agencia Andaluza de la Energía se interesa por el funcionamiento de este sistema.

Obtener frío con calor es paradójico pero posible. No en vano, en la actualidad, existen sistemas de refrigeración en edificios que utilizan la energía solar térmica como fuente de suministro. De hecho, hay sobre la mesa múltiples investigaciones que ahondan en la utilización de la energía del sol para enfriar diferentes tipos de dependencias. Eso sí, por ahora, su uso se ha limitado, principalmente, a grandes superficies relacionadas con actividades terciarias.

De esta forma, y con las líneas de investigación abiertas en este ámbito cabe preguntarse por qué, hasta la fecha, no tenemos instalado en nuestros hogares un

'aire acondicionado solar'. Y es que frente a un contexto de partida donde todo son ventajas y los vientos soplan a favor del frío solar, existe un gran hándicap como es "su elevada inversión inicial y su imprecisión técnica", según el director gerente de AICIA - Asociación de Investigación y Cooperación Industrial de Andalucía- y catedrático de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Sevilla (ETSI), Carlos Bordóns.

Obstáculo que hace que la refrigeración a partir de la energía solar térmica siga su marcha más lenta de lo esperado. Así es como avanza, a pesar de poseer razones de "peso y ventajosas" para su implantación, como son "la propia radiación solar en Andalucía, el consecuente ahorro energético y la reducción tarifaria en la factura de la luz", explica Bordóns.

Pero, como contrapartida a este escenario, investigadores de altura del equipo de AICIA en la ETSI están en el camino de demostrar la viabilidad técnica y económica de este proceso en clave renovable, a través de un proyecto de investigación dirigido por el catedrático Servando Álvarez. Y lo harán gracias a las investigaciones realizadas desde la Planta de Refrigeración por absorción que tienen instalada el edificio de la ETSI. Unas instalaciones pioneras en Europa, que se pusieron en marcha en julio de 2008 y que, después de un año, están a pleno rendimiento.

"Este verano hemos reducido considerablemente nuestro consumo eléctrico gracias a la Planta de refrigeración solar que ha abastecido a más del 30 por ciento del edificio" en sus necesidades de refrigeración, según los datos aportados por Bordóns. No obstante, ha añadido, "a más inversión, mayores infraestructuras y más capacidad de abastecimiento", en referencia a la posi-

★ *“En la ETSI, este verano hemos reducido considerablemente nuestro consumo eléctrico gracias a la Planta de refrigeración solar que ha abastecido más del 30 por ciento del edificio y, además, hemos conseguido ahorros de emisiones de CO₂ del 20 por ciento”, apunta Bordóns*

bilidad de aumentar el ahorro y la potencia de la planta.

Además, con esta instalación, la refrigeración de la Escuela de Ingenieros ha conseguido reducciones de energía primaria del 35 por ciento y, consecuentemente, ahorros de emisiones de CO₂ del 20 por ciento.

En resumen, “podríamos decir que el objetivo de esta iniciativa es establecer los parámetros técnicos, económicos y medioambientales que permitan el diseño e implantación de sistemas de refrigeración mediante el aprovechamiento de energía solar en el sector de la edificación, desplazando el consumo de energía eléctrica de red y reduciendo las puntas de demanda eléctrica estival”, en opinión de Bordóns.

La Planta gira 'al sol'

Una de las novedades de la Planta es que recoge la radiación solar a través de espejos planos, que se orientan automáticamente al sol, también conocidos como 'captador solar de concentración de alta temperatura de tipo Fresnel'.

Su funcionamiento, una vez recogida la radiación solar en forma de calor a través de las once filas de espejos Fresnel -176 unidades-, consiste en utilizar “el agua como fluido a 180 grados Celsius para accionar una máquina climatizadora de absorción de doble efecto, frío-calor, a un rendimiento de 174kW, que transforma la energía térmica en frío apto para la climatización de varias dependencias de la Escuela”, explica el director de AICIA.

Como principal ventaja, este tipo de captadores “trabaja a una temperatura mayor que otros sistemas, lo que hace que a más temperatura, mayor aporte solar y, por ende, mayor capacidad de crear frío”, añade Carlos Bordóns.

Esta Planta piloto de refrigeración solar por absorción viene de una “experiencia anterior”, expli-

ca este doctor de Ingeniería de Sistemas. Y es que desde 2001, la ETSI trabaja en el campo de la obtención de frío con calor. Esa es la razón por la que, hace ocho años, la Escuela Técnica de Ingenieros de Sevilla puso en marcha la primera Planta de este tipo, que incluye una máquina de absorción de fabricación japonesa, con una superficie de 150 metros cuadrados, y un sistema de captación solar plano, sin movimiento, a 90 grados Celsius.

Tras, aquellas primeras aproximaciones, y con el aval de la experiencia, la ETSI acometió un nuevo proyecto con la participación de Gas Natural, modificando ciertos parámetros y factores para su éxito. De hecho, duplicaron tanto la captación solar en superficie, de 150 a 300 metros cuadrados, como la temperatura, de 90 a 180 grados Celsius.

“Cada vez más nos estamos acercando a minimizar y concretar los parámetros idóneos para hacer de la refrigeración solar un proceso rentable y viable económicamente, incluso, para usos residenciales”, en opinión de este doctor de la ETSI. Aparte del diseño de las instalaciones y materiales de este modelo de instalaciones, también se estudian desde la Planta experimental cuestiones como el caudal de agua, temperatura y humedad, entre otros parámetros del sistema.

Una opción, la del frío solar, que apostará por generar valor en el territorio, tal y como ha añadido el responsable de AICIA, exponiendo que “una vez amortizado el proceso debemos apostar por fabricantes autóctonos, de Andalucía, ya que de momento para poder desarrollar estas instalaciones hemos tenido que recurrir a máquinas de absorción provenientes de Japón y China”. Un obstáculo de suministro que, a medio plazo, habrá que salvar para poder hacer viable un ‘aire acondicionado del sol’ en nuestra región.

Planta de refrigeración solar

Captador solar lineal Fresnel

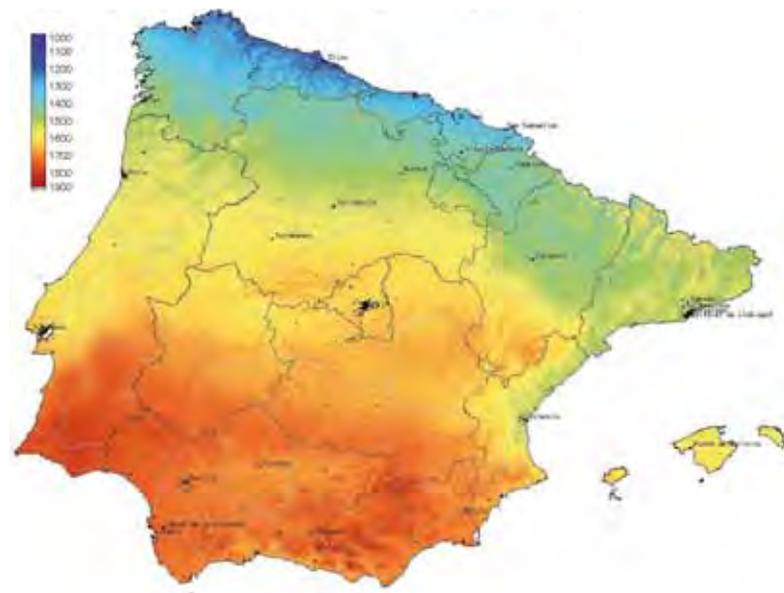
Su funcionamiento es similar al de un concentrador cilindro-parabólico, ya que se basa en reflejar la radiación solar incidente en los espejos primarios, concentrándola en un tubo receptor de vacío por donde circula el fluido caloportador.

En este caso, las once filas de espejos primarios se orientan automáticamente, siguiendo la trayectoria del sol de tal forma que su reflejo siempre incide sobre el receptor, situado a 4 m de altura. Un espejo secundario colocado sobre el tubo receptor se encarga de reflejar la radiación solar que no incide directamente sobre el receptor optimizando, así, la eficiencia óptica del sistema.



Sistema de control

El sistema de control se encarga de optimizar el funcionamiento del sistema, actuando sobre las válvulas, arrancando y parando el captador solar, la máquina de absorción y las bombas del circuito hidráulico e informando de las posibles averías o incidencias. Sirve, también, para extraer información acerca de los caudales, consumos y temperaturas en diversos puntos del sistema, datos que se utilizarán en las tareas de investigación.



La ventaja de utilizar el frío solar es que, como se aprecia en este mapa de radiación, las zonas donde hace más calor son a la vez en las que mejor rendimiento dará este tipo de sistema de refrigeración.



★ *En opinión de Bordóns, “podríamos decir que el objetivo de esta iniciativa es establecer los parámetros técnicos, económicos y medioambientales que permitan el diseño e implantación de sistemas de refrigeración mediante el aprovechamiento de energía solar en edificación, aminorando el consumo de energía eléctrica de red y reduciendo las puntas de demanda eléctrica estivales”*

En la diferencia, el éxito

La Planta de Refrigeración Solar de la ETSI es pionera y la primera en su modalidad. Además, tal y como explica el gerente de AICIA, el éxito de la planta, frente a otros procesos de obtención de frío solar, está en la aplicación de “tecnologías muy atractivas”.

De hecho, el sistema de refrigeración instalado por absorción de fluidos de doble efecto con captador solar de tipo Fresnel es “la fórmula diferenciadora para conseguir un alto rendimiento de la Planta y, por ende, del funcionamiento global del proceso frente a otros sistemas de refrigeración solar por adsorción, desecación o evaporación”, en palabras de Bordóns.

Además, junto a ello, la Planta de la ETSI cuenta con otro punto a su favor. Cuando la energía solar captada es insuficiente para accionar la máquina de

climatización, el gas natural sirve de apoyo para mantener el proceso en funcionamiento. Una realidad posible, gracias a la colaboración y financiación del proyecto por parte de Gas Natural, empresa que, junto a la Corporación Tecnológica de Andalucía, ha invertido 1,3 millones de euros en la infraestructura necesaria.

★ *Según el gerente de AICIA, el éxito de la planta, frente a otros procesos de obtención de frío solar, está en la aplicación de “tecnologías muy atractivas”*

Nuevos caminos para la 'supergrid'

La era del camaleón
 Autor: Teresa de los Arcos
 Edita: Editorial Síntesis
 Precio: 18,50 euros



El romántico descubrimiento accidental en 1985 del fullenero C60, denominado por algunos 'la molécula más hermosa', y por otros como 'la esfera celestial que

cayó a la Tierra', fue un hito central en el desarrollo de la joven Nanociencia.

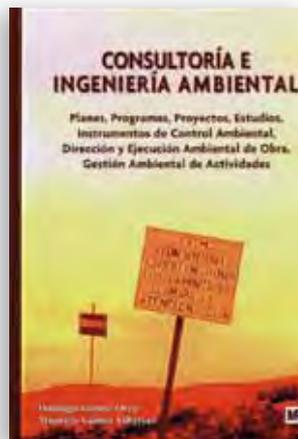
De hecho, este descubrimiento abrió el camino a los nanotubos de carbono, hilos diminutos, los cuales, mediante su combinación de atractivas propiedades, han protagonizado una explosión de interés casi sin precedentes en la comunidad científica. Este ejemplar ofrece al lector un curioso paseo por el pasado, presente y brillante futuro de estos materiales revolucionarios en un lenguaje claro y entretenido.

Un buen trabajo que nos acerca a un ámbito, el de la nanociencia, que en el apartado de la conductividad tendrá mucho que decir en el futuro de las redes eléctricas que transporten la energía renovable que generemos.

Sobre la autora, Teresa de Arcos es doctora en Física por la Universidad Autónoma de Madrid. Tras una estancia de un año en el Instituto Nacional de Investigación Industrial de Hokkaido, en Japón, se trasladó a Suiza donde ha trabajado nueve años en el Departamento de Física de la Universidad de Basilea. Allí entró a formar parte del Programa Nacional Suizo de Nanotecnología y tomó contacto con sus primeros nanotubos de Carbono. Desde entonces este elemento de futuro se ha convertido en el centro de su investigación.

De mayor quiero ser, 'ambientólogo'

Consultoría e Ingeniería Ambiental
 Autores: Domingo Gómez Orea y Mauricio Gómez Villarino
 Precio: 55 euros



Este libro contiene una panorámica sobre el amplio horizonte profesional que se abre para el titulado en medio ambiente, así como para aquellos profesionales que deseen incorporarse a este pujante campo de actividad.

Sus páginas muestran 'qué hacer y cómo hacerlo' en materia de planificación, ejecución y gestión de las actividades que conforman el mundo de la consultoría y de la ingeniería ambiental.

El texto pretende combinar de forma equilibrada los contenidos conceptuales, metodológicos y técnicos a lo largo de tres partes bien diferenciadas. En la primera se inicia con una tipología sobre los trabajos profesionales, para presentar después la filosofía con la que deben ser encarados.

La segunda desarrolla los instrumentos generales para planificar el desarrollo sostenible sin perder de vista la regulación marcada por ley en este ámbito de acción.

Por último, en la tercer parte se presentan los elementos de apoyo y complementarios: programación, aseguramiento de la calidad, prevención de riesgos laborales y preparación de ofertas relativas a la actividad profesional en general y a los instrumentos anteriores en particular, concluyendo con un capítulo sobre deontología profesional.

www.re.accion.com

Cómo Re-inventarse para Re-nacer

La compañía española Acciona, una de las de liderazgo en el ámbito de las energías renovables, ha aprovechado la coyuntura económica mundial para re-inventarse a sí misma. Sin lugar a dudas, esta empresa ha apostado por convertir el 'desarrollo y la sostenibilidad' en fieles aliados del cambio, para la creación

de un nuevo modelo productivo. Bajo estas sólidas premisas, Re-Acciona ha puesto en marcha una potente campaña de acción-reacción en la que los sueños de crecimiento económico y progreso social son compatibles con el equilibrio ecológico.

Re-inventar, Re-accionar, Re-ducir, Re-forzar, Re-lacionar, Re-examinar, Re-cuperar, Re-emplazar... ahora, todo esto es posible y mucho más. Si eres de la misma opinión, y piensas que las oportunidades para mejorar hay que aprovecharlas, consulta la página web en la que Acciona plantea esta revisión de conceptos. Un espacio diseñado a la perfección y cuidado al mínimo detalle, donde el 'change' no es inventado sino real.

¿Crees que está en nuestras manos cambiar el mundo? ¿Podemos mirar al futuro con esperanza? ¿Estamos a tiempo de reaccionar y cambiar las cosas? ¿Seremos capaces de dar un paso adelante? ¿Aportará soluciones la próxima cumbre el Copenhague? Compruébalo por ti mismo y re-aporta tu granito de arena.



www.windplatform.eu

'Viento en popa a toda vela'

La Plataforma de Tecnología Europea para la Energía Eólica (TPWind) es un foro indispensable tanto para el fomento del debate político como para el impulso de investigaciones y desarrollo de tecnología para el sector de la energía eólica. Además, TPWind es una nueva oportunidad para la colaboración amena y distendida entre Estados miembros, incluyendo aquellos con menos experiencia en la explotación de esta fuente limpia.

La eólica es, por su inagotabilidad, un recurso energético fundamental que necesita de incentivos y apoyos políticos comunitarios para su implantación definitiva. De hecho, usando instalaciones que propicien su uso, este vector podría proveer hasta el 28 por ciento de electricidad de la Unión Europea hacia 2030.

Sin embargo, este objetivo no será alcanzado si el sector, incluyendo a los propios fabricantes, continúan con una mentalidad a corto plazo. El éxito de TPWind radica en su planteamiento a

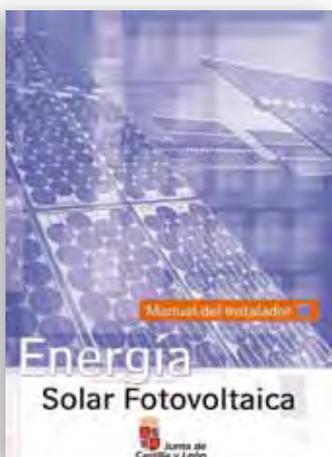
Habilidades para la fotovoltaica

Energía Solar Fotovoltaica

Autor: Junta de Castilla y León

Edita: Ente Regional de la Energía de Castilla y León (EREN)

Precio: 5 euros/ ejemplar



La Consejería de Economía y Empleo del Gobierno Regional de Castilla y León ha querido poner sobre la mesa tres manuales dirigidos a profesionales que trabajan, codo con codo, en la implantación de la energía solar fotovoltaica.

En concreto, se han editado tres ejemplares. Uno de ellos está destinado a empresas instaladoras, de modo que su fortalecimiento satisfaga las expectativas de los usuarios, entendiendo que esta tecnología es susceptible de aprovechamiento por numerosos consumidores de energía eléctrica. En paralelo, también se han publicado, bajo la misma tipología pero adaptando los contenidos, libros para arquitectos y profesionales proyectistas.

Este ente público ha desarrollado estos textos especializados para el sector con el objetivo de poder satisfacer con garantías la demanda de electricidad de manera más económica en 'claves renovables' de un importante número de usuarios, entre ellos, viviendas, explotaciones agrícolas y ganaderas, bombeos, telecomunicaciones, señalización, alumbrado de viales o suministro de energía a la red de distribución. El fin es promover e impulsar definitivamente la utilización de una fuente no contaminante como la fotovoltaica.

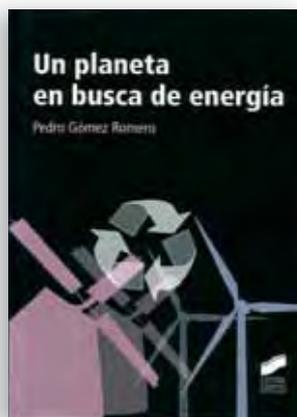
De cómo los 'sapiens' aprenden a utilizar la energía

Un planeta en busca de energía

Autor: Pedro Gómez Romero

Edita: Editorial Síntesis

Precio: 18,50 euros



Nuestra especie favorita, la que se llama a sí misma inteligente, lleva ciento de miles de años habitando el planeta. Pero, hace tan sólo ocho generaciones, cuando un tal Watt perfeccionó una máquina que había diseñado Newcomen alimentada con combustibles fósiles. Y, desde ese momento, nuestra dependencia a esta fuente de energía no ha parado de crecer.

De hecho, el consumo desmesurado e irracional de energía y nuestra adicción a los combustibles fósiles -que suponen el 85 por ciento de la energía que consumimos- nos están conduciendo, lenta pero inexorablemente, a una doble crisis sin precedentes, causada por los problemas trenzados de energía y medio ambiente.

Este libro describe el crecimiento en nuestro Planeta Azul de una tecnosfera derrochadora de energía, adicta al tan preciado Oro Negro, propia de una sociedad con un modelo energético insostenible y, por tanto, abocado al cambio.

Una transición que, después de analizar cómo hemos llegado a esta situación, además de cómo se debería reconducir la nueva evolución tecnológica, es urgente y vital, y que necesariamente nos lleve a un modelo sostenible en el que la Energía Verde deje de ser una utopía.



www.desertec.org

Desafía para ganar

En las próximas décadas, varios acontecimientos globales crearán nuevos desafíos para la humanidad, entre ellos, el Cambio Climático, el aumento de población más allá de la propia capacidad de la Tierra, el incremento de la demanda de la energía y de agua. Ante estos obstáculos, la Fundación DESERTEC trabaja con ahínco para crear soluciones centradas, sobre todo, en el afian-

zamiento de una 'alianza global' entre naciones, a nivel mundial, que asegure la provisión de energía, promueva el desarrollo económico, y 'frene el cambio climático', todo ello desde una visión internacional, consensuada y, por supuesto, nada utópica.

Además, en esta encrucijada, este entidad quiere actuar como 'cultivador de conciencias' desde todos los ámbitos: el vecino de a pie, el sector de las renovables y, cómo no, la clase política. DESERTEC, poco a poco pero con paso firme, quiere romper barreras, preparando un terreno fértil para la implantación de las energías limpias a 'gran escala'.

Para ello trabaja con gobiernos nacionales y cuerpos políticos de la Unión Europea y de la élite internacional, con el fin de crear un marco de derecho favorable en la elaboración de leyes y regulaciones.

Esta Fundación es una fuente de conocimiento y maestría sobre todos los asuntos que se relacionan con el concepto solución DESERTEC, incluyendo aspectos políticos, sociales, industriales, legales, y reguladores.



largo plazo, apostando por la calidad y la mejora de las tecnologías. Claro está, la colaboración política es primordial para abrir nuevos mercados comunitarios, afirmación en la que esta Plataforma se respalda para incentivar el diálogo entre expertos intercomunitarios que trabajen tanto para el bienestar público como privado.

Enero 10
18

Hotel Silken
Puerto de
Málaga

Energía en Andalucía

La Comunidad ha reducido la brecha tecnológica hasta tal punto que las 'nuevas' actividades son las que están manteniendo los niveles de inversión en momentos de dificultades económicas. A pesar de haber estado siempre más vinculada al campo y al ladrillo, Andalucía ha logrado salvar en los últimos años esa tierra de por medio que la separaba del resto de España. Y no sólo eso, sino que en muchas áreas se ha posicionado en primera línea, como en el caso de las renovables. Junto a esta carta de presentación, las cifras hablan por sí mismas. Las energías limpias suponen ya más del 20% de la potencia eléctrica instalada en la Comunidad. El PASENER (Plan Andaluz para la Sostenibilidad Energética) recoge que, en el horizonte de 2013, el aporte de las fuentes renovables a la estructura de energía primaria llegará al 18,3% y que la instalada se sitúe en torno al 39%. En eólica, el objetivo es llegar a los 4.800 MW y en termosolar a los 800 MW. Con este panorama, Andalucía está a la cabeza a nivel nacional en un sector de vanguardia y, cómo no, de futuro. Por ello y con el objetivo de dar a conocer las oportunidades que presenta para la industria la nueva planificación y ordenación energética de la región, Unidad Editorial Conferencias y Formación organiza "Energía en Andalucía". Un encuentro único donde los principales protagonistas de este cambio en el modelo energético le tomarán el pulso al sector.

-Precio: 1150 euros + IVA
-Más información: <http://www.agenciaandaluzadelaenergia.es>

Febrero 10
2

Auditorio
Unidad
Editorial
Madrid

Cómo aprovechar la energía del mar

Las energías renovables están ganando espacio, posicionándose como una alternativa

real a los sistemas tradicionales de generación eléctrica. Así, vemos la evolución que han tenido energías como la eólica y la solar, tanto a nivel tecnológico como social. Sin embargo, existen otros tipos de energías limpias con un gran potencial que son prácticamente desconocidas, entre las que se encuentra la Energía del Mar. Este tipo de energía no se ha impuesto aún con una tecnología concreta, ya que las características intrínsecas del mar hacen que los dispositivos para generar dicha energía sean muy diversos.

Por otra parte, en un entorno en el que los sistemas energéticos están cada vez más globalizados, es necesaria una mirada amplia a la situación actual en la que se encuentra la Energía del Mar. Ahí se centrará esta cita. En el marco para su desarrollo tecnológico, legislativo y para la planificación de políticas energéticas a largo plazo.

Conscientes de la importancia que tiene el aprovechamiento energético de la Energía Marina, el encuentro Energía del Mar tendrá lugar en Madrid el próximo día 2 de febrero, donde se darán cita los máximos representantes del sector y donde podrá conocer, entre otros aspectos: ¿Cuál es la perspectiva internacional y nacional de la energía del mar? y ¿Qué proyectos se están llevando a cabo y cuáles son los resultados obtenidos?

-Más información: <http://www.conferenciasyformacion.com/conferencias/show/energia-del-mar-238>

Febrero 10
10-12

Albacete

II Convención sobre Cambio Climático y Sostenibilidad en España (CCSE)

La primera Convención sobre Cambio Climático y Sostenibilidad en España, celebrada en febrero de 2008, se planteó como punto de encuentro e intercambio para, del modo más amplio y generalista posible, exponer ideas, experiencias y propuestas acerca del propio título principal de la Convención. Al alcanzar un notable éxito en la anterior edición, la II Convención pretende dar un paso más, enfocando el

mensaje principal hacia la adaptación y utilidad que para las estructuras institucionales, productivas y sociales puede significar la sostenibilidad. Y donde, por expresarlo así, se reservan para el ámbito científico e investigador, ineludiblemente presente en esta II Convención, los aspectos más relevantes acerca del debate y estado del conocimiento intrínseco al fenómeno del cambio climático.

Bajo el lema 'es más rentable y barato luchar contra el cambio climático que no hacerlo' se ha enmarcado esta segunda edición. Las instituciones públicas y privadas que conforman la organización de este importante encuentro, entre ellas, el Gobierno de Castilla La Mancha, la Diputación de Albacete, la Universidad de Castilla-La Mancha, la Fundación CONAMA, la Confederación de Empresarios y la Federación de Asociaciones de Jóvenes Empresarios y el Observatorio de la Sostenibilidad en España, se han propuesto mostrar las oportunidades económicas y sociales que el cambio climático puede ofrecer a la sociedad del siglo XXI.

-Precio jornadas AEE: La cuota general es de 150€ y existen varios tipos de descuento: los estudiantes del 50% descuento, los investigadores del 25% y los congresistas de la edición 2008 del 10%. También hay una reducción por inscripción en grupo: dos inscritos, 125€ por persona; tres inscritos, 100€ por persona.

-Más información: <http://www.convencionccse.es>

Febrero 10
16

Hotel NH
Príncipe de
Vergara
Madrid

Wind Power Conference 2010

Llega una cita que analizará el Nuevo Escenario de la Regulación Eólica en España. A la pregunta ¿Cuál es el futuro de la energía Eólica? La respuesta nos la pueden dar las posibles conclusiones de esta conferencia que, además, pueden aproximarnos a una realidad presente y futura en el propio ámbito legislativo. ¿Por qué asistir? El asistente podrá conocer las novedades de la financiación de tecnolo-

gías de bajo carbono en el contexto del programa europeo SET-Plan a la vez que identificar los requisitos técnicos y operativos para la conexión e integración en el Sistema de Red. ¿Quién debe asistir? Empresas de Energía/Productores de Energías Renovables, Suministradores de tecnología y servicios para el Sector Eólico, Banca y Cajas de Ahorros y Ayuntamientos y Comunidades Autónomas.

-Precio: para la Administración Pública 999€ y para asistentes en general 1.299€

Más información: <http://www.irsipain.com/Producto/>

Marzo 10
10 y
11

Palacio de
Congresos
Madrid

II Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria

La Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid organiza Geoener 2010, que pretende ser un foro de encuentro entre científicos y técnicos de centros de investigación, universidades, administración y empresas del sector de la energía geotérmica interesados en las diferentes áreas temáticas relacionadas con esta fuente renovable. Una energía que está ampliamente desarrollada en otros países europeos por sus beneficios y rentabilidad. Por ello mismo, en este encuentro, se analizarán los procedimientos de aplicación, los equipos disponibles en el mercado y la adaptación a la normativa actual. El II Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria se celebrará en Madrid los días 10 y 11 de marzo de 2010. Una cita que responde a dos objetivos: por un lado, proporcionar un lugar de discusión a científicos, profesionales, industriales y usuarios, que permita difundir y compartir sus conocimientos, experiencias e investigaciones sobre la energía geotérmica en la edificación y la industria. Por el otro, transferir e intercambiar conocimientos y experiencias desarrolladas en diferentes regiones, que contribuyan a promover este tipo de energía renovable.

-Precio: entre 185 y 244 euros. Más información: <http://www.geoener.es/>

175 Aniversario

1834-2009



Sede Caja de Ahorros de Jerez. 1834



Sede actual

La fepa
2012 
Constitución Española

Cajasol 175 años



Andalucía **A+**

Incentivos a empresas e instituciones para el ahorro energético, las energías renovables y la mejora de las infraestructuras energéticas



Con tu energía, Andalucía va a más.

Para más información llama al **902 113 000**

Solicitudes en www.juntadeandalucia.es/innovacioncienciayempresa o en www.agenciaandaluzadelaenergia.es