



# ENERGÍAS RENOVABLES

169  
Marzo 2018

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

@ERenovables

## 7ª Encuesta sobre mantenimiento eólico ¿Afectará la concentración de empresas a la O&M?

Riesgos de los  
proyectos renovables  
en España



“Mujeres solares”  
en la investigación  
y la fotovoltaica



Hasta siempre,  
Carlos Robles Piquer



# ARISTOTELES

Energy Portfolio Analytics

five continents. one solution.



# ENERGÍA CON CONCIENCIA

PARTE DE LA EXPERIENCIA BORNAY CONSISTE  
EN CREAR UN MUNDO MÁS SOSTENIBLE.  
EN ESTE SENTIDO NUESTROS PRODUCTOS  
AYUDAN A CONSERVAR MARAVILLAS COMO  
LA QUE AQUÍ TE MOSTRAMOS.

Bornay aprovecha los recursos que te ofrece la naturaleza para dar energía a tu hogar de manera sostenible.

El sol y el viento se convierten en tus mejores aliados, aportándote independencia energética y cuidando el planeta que heredarán los tuyos.

Súmate a la Experiencia Bornay.

DESDE 1970  
APORTANDO SOLUCIONES  
AL MUNDO DE LAS  
ENERGÍAS RENOVABLES

**Bornay** 

Aerogeneradores y fotovoltaica [+34] 965 560 025 | bornay@bornay.com | [www.bornay.com](http://www.bornay.com)



169

**Número 169**  
**Marzo 2018**

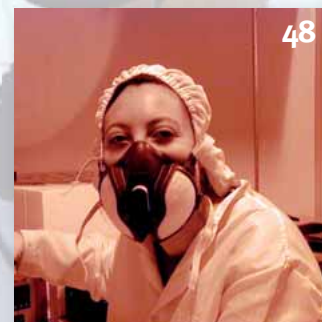
En la foto de portada, Kristen Hough, primera técnica de mantenimiento canadiense en lo alto de un aerogenerador en el parque eólico de Tumbler Ridge, en la Columbia Británica, Canadá.

Foto: General Electric (<https://www.ge.com/reports/element-kristen-hough-left-coal-mines-started-climbing-wind-turbines/>)

**Se anuncian en este número**

BARLOVENTO.....41	MASTER IN RENEWABLE ENERGY IN THE MARINE ENVIRONMENT .....23
BORNAY .....4	RENOVAGY .....13
CONTIGO ENERGÍA.....64	SANTOS MAQUINARIA ELÉCTRICA.....35
DTBIRD .....45	SCHAEFFLER .....31
ENERGY EXEMPLAR .....57	SOLARWATT .....11
HOLTROP .....19	SOLTEC.....53
INGTEAM.....37	UL RENOVABLES .....33
INNOENERGY MASTER'S SCHOOL .....25	VICTRON.....63
INTERSOLAR EUROPE .....51	WYNNERTECH .....49
KAISERWETTER .....2 y 3	

<b>■ PANORAMA</b>	
La actualidad en breves	8
Opinión: Javier G. Brea (8) / Sergio de Otto (9) / Ernesto Macías (10) / Eduardo Collado (12)	
Hasta siempre, Carlos	14
Grandes riesgos para que los proyectos renovables en España sean realidad	16
<b>■ EÓLICA</b>	
Vientos de transición	20
7ª Encuesta sobre mantenimiento de parques eólicos (+ Disponibles e imparables, por Juan Tesón, de Enel Green Power España)	26
La eólica en el mundo: una tecnología cada vez más poderosa	32
La eólica en América: crece un 16% y roza los 22 GW instalados	38
Soluciones 4.0 de Schaeffler: máximo rendimiento al menor coste	42
¿Y si pagamos entre todos el aero?	46
<b>■ SOLAR FOTOVOLTAICA</b>	
Mujeres solares: miradas compartidas desde la investigación y el sector fotovoltaico	48
<b>■ BIOENERGÍA</b>	
Proyecto LIFE Enerbioscrub	54
<b>■ HIDRÁULICA</b>	
PLEXOS incorpora desarrollo para resolver coordinación hidrotérmica bajo incertidumbre (+ Entrevista con Glenn Drayton, fundador de Energy Exemplar y jefe de Diseño de Software)	58
<b>■ AGENDA</b>	
	62





# Hablamos el lenguaje de las renovables ¿Y tú?

Anúnciate en



**ENERGÍAS  
RENOVABLES**

**120.000  
visitantes únicos  
al mes** *Datos: OJD*

El periodismo de  
las energías limpias

**ENERGÍAS  
RENOVABLES**

**ENERGÍAS RENOVABLES  
amERica**

**RENEWABLE  
ENERGY MAGAZINE**

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

**DIRECTORES**

**Pepa Mosquera**  
pmosquera@energias-renovables.com  
**Luis Merino**  
lmerino@energias-renovables.com

**REDACTOR JEFE**

**Antonio Barrero F.**  
abarrero@energias-renovables.com

**DISEÑO Y MAQUETACIÓN**

**Fernando de Miguel**  
trazas@telefonica.net

**COLABORADORES**

J.A. Alfonso, Paloma Asensio, Tomás Díaz, M<sup>º</sup> Ángeles Fernández, Luis Ini, Anthony Luke, Jairo Marcos, Michael McGovern, Diego Quintana, Javier Rico, Mino Rodríguez, Alejandro Diego Rosell, Yaiza Tacoronte, Hannah Zsolozs.

**CONSEJO ASESOR**

**Mar Asunción**

Responsable de Cambio Climático de WWF/España

**Pablo Ayesa**

Director general del Centro Nacional de Energías Renovables (Cener)

**Jorge Barredo**

Presidente de la Unión Española Fotovoltaica (UNEf)

**Luis Crespo**

Secretario General de Protermosolar y presidente de Estela

**Javier Díaz**

Presidente de la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (Avebiom)

**Jesús Fernández**

Presidente de la Asociación para la Difusión del Aprovechamiento de la Biomasa en España (Adabe)

**Juan Fernández**

Presidente de la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT)

**Javier García Brea**

Experto en Políticas Energéticas y presidente de N2E

**José Luis García Ortega**

Responsable del Área de Investigación e Incidencia y del Área de Cambio Climático y Energía de Greenpeace España

**Antoni Martínez**

Senior Advisor de InnoEnergy

**Miguel Ángel Martínez-Aroca**

Presidente de la Asociación Nacional de Productores de Energía Fotovoltaica (Anpie)

**Carlos Martínez Camarero**

Departamento Medio Ambiente CCOO (Comisiones Obreras)

**Emilio Miguel Mitre**

Director red Ambientectura

**Joaquín Nieto**

Director de la Oficina de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) en España

**Pep Puig**

Presidente de Eurosolar España

**Enrique Soria**

Director de Energías Renovables del Ciemat (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas)

**José Miguel Villarín**

Presidente de la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA)

**REDACCIÓN**

Paseo de Rías Altas, 30-1<sup>º</sup> Dcha. 28702 San Sebastián de los Reyes (Madrid)

Tel: +34 91 663 76 04 y +34 91 857 27 62

**SUSCRIPCIONES**

suscripciones@energias-renovables.com

**PUBLICIDAD**

91 663 76 04  
publicidad@energias-renovables.com  
advertising@energias-renovables.com

Imprime: Aries  
Depósito legal: M. 41.745 - 2001 ISSN 1578-6951



EDMA: Haya Comunicación

NOSOTROS USAMOS kilovatios verdes limpios

**Triodos Bank**

Trabajamos con Triodos Bank, el banco de las energías renovables.

# Minas en el cielo

Los presidentes de Aragón, Javier Lambán (PSOE); Asturias, Javier Fernández (PSOE); y Castilla y León, Juan Vicente Herrera (PP), firmaron el pasado 18 de febrero una Declaración conjunta –Pacto de Estado por la Energía– en la que señalan que mantener la producción de electricidad con carbón es “de interés estratégico para España”.

El Pacto PP-PSOE, que fue suscrito en la ciudad de León, no solo considera “imprescindible” (dice exactamente eso: “imprescindible”) que las centrales térmicas de carbón continúen operativas, sino que, además, reivindica “un escenario de estabilidad a largo plazo de contratos de suministro entre empresas eléctricas y mineras”.

Los tres barones consideran “deseable y razonable” mantener operativas las centrales susodichas “al menos hasta el año 2030”. Eso sí, para ello, los firmantes sostienen que es “fundamental” (así lo han dejado escrito en su Pacto: “fundamental”) el mantenimiento de los pagos por capacidad a las centrales de carbón hasta ese año: 2030.

Esos pagos –que no son sino subvenciones encubiertas para el carbón– han hinchado la factura eléctrica, solo entre los años 2010 y 2015, en 3.000 millones de euros. En 2010, y según consta en el registro de la Seguridad Social, había 6.778 mineros del carbón en España (afiliados medios en alta); en 2015, quedaban 3.797 (o sea, tres mil menos).

En resumen: tres mil millones de euros en subvenciones durante un quinquenio; traducidos en tres mil mineros menos en activo. ¿Un millón por cada minero?

El Comité de los Derechos de los Niños de la ONU ha publicado –lo hizo hace apenas unos días también– un informe (véase bit.ly/2Gkh3pZ) en el que “recomienda al Estado español que lleve a cabo una evaluación de los impactos de la contaminación atmosférica generada por las centrales térmicas de carbón en la salud de los niños y adolescentes”.

El informe llega tras la revisión del estudio «Un oscuro panorama», que relaciona las emisiones de las centrales de carbón españolas “con 10.521 casos de asma y 1.233 casos de bronquitis en un año en la población infantil”.

El estudio en cuestión ha sido elaborado por el Instituto Internacional de Derecho y Medio Ambiente, que es una asociación declarada de utilidad pública por el Ministerio del Interior y acreditada ante la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Los combustibles fósiles son los promotores primeros del cambio climático, ese que está desequilibrándolo todo (incluida, lógicamente, la salud de las personas). El carbón, el petróleo y el gas natural son, en fin, el problema. Y las fuentes de energía renovable son la solución, porque generan electricidad sin producir malos humos.

La transición energética ya está en marcha. En todo el mundo y también, contra viento y marea, en España. Porque tecnologías renovables como la eólica o la fotovoltaica ya han alcanzado su plena madurez y hoy son más baratas que la nuclear o el gas natural, y porque otras, como la termosolar, avanzan sin pausa en la misma dirección.

El viento ha sido la primera fuente de electricidad en España en los tres últimos meses (invierno). Y el Sol lo será en el futuro –aquí– durante todos y cada uno de nuestros estíos. Sin duda.

Por primera vez en la historia, la eólica, la solar y la biomasa generaron el año pasado en la Unión Europea de los 28 más electricidad que el carbón, cuando, hace solo cinco años, el negro mineral producía en el Viejo Continente el doble de electricidad que las renovables.

El Parlamento Europeo ha fijado un Objetivo Renovable 2030 del 35% (o sea, que quiere que el 35% de la energía que consuma ese año la Unión sea de origen renovable). La ciudadanía de la UE –el Parlamento es el único órgano de la Unión elegido por sufragio directo– se ha pronunciado allí explícita: quiere energías limpias.

Y lo está demostrando, exigiendo a sus representantes que pronuncien el discurso renovable alto y claro, y promoviendo ella misma instalaciones limpias. En la última subasta de potencia eólica de Alemania, uno de cada cuatro parques adjudicados está siendo desarrollado por comunidades de propietarios. Más aún: aquí, en España, el primer aerogenerador de propiedad compartida está a punto de echar a volar (página 46). Es, en fin, el curso de la historia, esa que busca la salida del hoyo (la mina), esa que busca el camino al aire libre.

Hasta el mes que viene

*A Barrero*  
Antonio Barrero F.





Javier **García Breva**  
Asesor en políticas  
energéticas y Presidente  
de N2E  
→ jgarciabreva@imediapres

## El cambio climático amenaza la seguridad nacional

La Estrategia de Seguridad Nacional 2017, aprobada por el RD 1008/2017, establece por primera vez la vulnerabilidad energética de España y el cambio climático como nuevos desafíos para la seguridad de nuestro país e incluye la preservación del medio ambiente y la lucha contra el cambio climático entre las actuaciones a llevar a cabo para que no se transformen en amenazas comparables con el terrorismo, el crimen organizado o los ciberataques.

La vulnerabilidad energética es descrita como la dependencia de zonas, como el norte de África o el Golfo de Guinea, cuya inestabilidad geopolítica amenaza el abastecimiento de energía y puede provocar escaladas en los precios del petróleo y el gas. La seguridad de suministro se contempla en un contexto de transición energética hacia un modelo más seguro, eficiente y sostenible ambientalmente. El incremento de las temperaturas, los fenómenos meteorológicos extremos, el incremento del nivel del mar, la acidificación del océano, la escasez de agua o la mayor vulnerabilidad de la región mediterránea, constituyen riesgos de seguridad para España.

La Estrategia de Seguridad Nacional 2017 establece la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la revisión de los sistemas de abastecimiento y uso de la energía, la lucha contra la pérdida de biodiversidad o la gestión del agua como requerimientos imprescindibles para afrontar las consecuencias del cambio climático y cumplir los compromisos asumidos en el Acuerdo del clima de París en 2015.

Para garantizar la seguridad energética se proponen líneas de actuación, como el fomento de fuentes de energía autóctonas para reducir la dependencia del exterior o impulsar una transición energética basada en la eficiencia. Para luchar contra el cambio climático se propone integrar las políticas de adaptación y mitigación en todas las planificaciones sectoriales, prevenir la contaminación del medio marino, gestionar la escasez hídrica y apoyar el uso de energías alternativas.

Es toda una rectificación de la anterior Estrategia de Seguridad Nacional de 2015 en la que se consideraba la exploración de recursos petrolíferos y gasísticos en aguas españolas y la intermediación en el mercado mundial de gas como una ventaja para la seguridad nacional. Ahora el cumplimiento del Acuerdo de París para reducir las emisiones un 40% en 2030 se convierte en una referencia para la seguridad nacional.

Aunque se hable de energía autóctona o alternativa, evitando tanto el concepto de energía renovable como de energía fósil, los objetivos de reducción de las emisiones y de la dependencia de las importaciones energéticas son determinantes para la seguridad nacional, pero se contradicen con la política energética del Gobierno:

- Los récords de 2017 en importaciones de petróleo y gas, emisiones energéticas, la mayor dependencia del exterior, la defensa del carbón y la inversión gasista aceleran el cambio climático en España.
- El rechazo a elevar los objetivos de renovables y de eficiencia energética en 2030 hacen imposible que España cumpla el Acuerdo del clima de París.
- La diversificación de la lista de países suministradores de gas y petróleo y la colonización del sector energético por inversores extranjeros aumenta los riesgos geopolíticos de abastecimiento energético.
- La única energía autóctona disponible y barata que tiene España son las renovables y la eficiencia energética; pero es la que más barreras regulatorias soporta.
- Dejar la seguridad nuclear en manos de los dueños de las centrales es una amenaza real a la seguridad nacional.
- Las infraestructuras energéticas se construyen sin tener en cuenta criterio alguno de seguridad, como demuestra el RD 13/2014 de hibernación de Castor.

Por coherencia, el Gobierno deberá cambiar radicalmente su política energética para cumplir la Estrategia de Seguridad Nacional 2017.

El cumplimiento del  
Acuerdo de París se  
convierte en una referencia  
para la seguridad nacional

## GE presenta Haliade-X, “la turbina eólica offshore más potente del mundo”

GE Renewable Energy ha presentado Haliade-X, a la que califica como la turbina eólica marina “más grande y potente del mercado”. Con un generador de 12 MW y un factor de capacidad bruta del 63%, la turbina producirá un 45% más de energía que cualquier otra actualmente disponible, asegura la compañía energética. GE invertirá más de 400 millones de dólares en un programa con una duración de 3 a 5 años para su desarrollo.

La turbina tendrá una altura de 260 metros sobre el nivel del mar, un tamaño cinco veces superior al Arco de Triunfo de París y un rotor de 220 metros. Utilizará palas diseñadas y fabricadas por LM Wind Power, de 107 metros de longitud, las más grandes del mercado. Cada una de las máquinas tendrá capacidad para generar 67 GWh al año, suficiente para abastecer hasta 16.000 hogares.

El fabricante estadounidense subraya que esta capacidad para producir más energía con una sola turbina permite un menor número de aerogeneradores en el parque, lo que se traduce en menor gasto de capital para el equilibrio de la planta y menor riesgo en la ejecución del proyecto porque se reduce el tiempo del ciclo de instalación. También simplifica la operación y el mantenimiento del parque eólico. Todo ello reduce la inversión y los costes operativos de los promotores, hace que los proyectos eólicos offshore sean más rentables y, en última instancia, reduce el coste de la electricidad para los consumidores.

La plataforma Haliade-X de GE está diseñada, asimismo, para ofrecer una mayor eficiencia en la generación de energía en función del viento disponible. Con un factor de capacidad bruta del 63%, la turbina está entre cinco a siete puntos por encima de la media de la industria actual. Por lo tanto, producirá más energía por MW instalado, lo que aumentará significativamente el beneficio para los clientes.

### Más información:

→ [www.gerenewableenergy.com](http://www.gerenewableenergy.com)



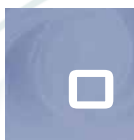
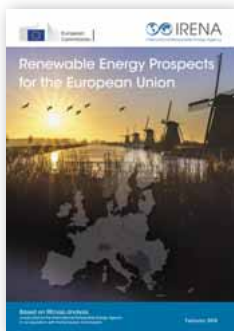
## Irena resalta el impacto económico positivo de llegar a 2030 con el 34% de renovables

“La Unión Europea (UE) puede aumentar la cuota de energía renovable en su combinación energética al 34% para 2030, el doble de la cuota en 2016, con un impacto económico positivo neto”. Es la principal lectura que se extrae del informe “Perspectivas de energía renovable para la Unión Europea”, presentado hace unos días por la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena). El informe indica que alcanzar dicho porcentaje “ayudaría a reducir las emisiones en un 15% adicional para 2030”.

En palabras del director general de Irena, Adnan Z. Amin, “es posible lograr mayores porcentajes de energía renovable con la tecnología actual, que generaría inversiones adicionales de alrededor de 368.000 millones de euros hasta 2030, lo que equivale a una contribución media anual del 0,3 por ciento del PIB de la UE”. Como ya adelantó en su informe REmap, hoja de ruta de la evolución mundial de las renovables, Irena considera que con estas cifras se ahorra quince veces más de lo invertido. La reducción adicional de las emisiones en un 15% adicional para 2030 pondría además a la UE en la línea de cumplir con su objetivo de reducir las emisiones en un 40% en comparación con los niveles de 1990. Y se ahorrarían entre 44.000 y 113.000 millones de euros anuales al contabilizar los costes de la energía y evitar los ambientales y sanitarios.

Alcanzar el 34% en 2030 supondría para la eólica 327 gigavatios (GW) de capacidad instalada, 97 adicionales a los actuales; y en solar fotovoltaica 270 GW, 86 GW más. El informe también recoge que una incorporación más acelerada de las bombas de calor y los vehículos eléctricos apararía a la electricidad al 27% del consumo total de energía final, en comparación con el 24% actual. De esta manera, la participación renovable en la generación de electricidad alcanzaría el 50% en 2030, muy superior al 29% de 2015.

■ **Más información:**  
→ [www.irena.org](http://www.irena.org)



P I N I Ó N  
→ RENOVANDO



Sergio de Otto  
Consultor en Energías Renovables  
→ [sergiodeotto@sdeocom.com](mailto:sergiodeotto@sdeocom.com)

## Directiva de Renovables: ¿objetivos tendenciales o ambiciosos?

Uno no sale de su asombro al comprobar el conformismo casi generalizado que impera en el debate de los objetivos para la penetración de renovables en Europa que debe incorporar la nueva Directiva sobre la materia, que estos días ha empezado a debatirse en el seno del llamado “trílogo”, del que forman parte Comisión, Parlamento y Consejo. Si decepcionante fue la propuesta en su día de la Comisión con un raquítico 27% de renovables sobre energía final en 2030, objetivo apoyado por el Consejo (es decir los gobiernos), no puede uno compartir el entusiasmo de los que celebran con fuegos artificiales el 35% aprobado recientemente por el Parlamento Europeo, por muy meritoria que haya sido la labor del eurodiputado socialista y ponente de la Directiva, José Blanco.

El exministro tiene razones para estar moderadamente satisfecho por vencer las resistencias de los representantes de algunos países repartidos por distintos grupos ideológicos que responden claramente a los intereses petroleros, gasistas y carboneros que siguen tratando de frenar el desarrollo renovable con el único argumento de salvaguardar sus negocios en los combustibles fósiles. Pero el señor Blanco también sabe muy bien que estos objetivos del 35% son totalmente insuficientes para avanzar en la dirección que marca el Acuerdo de París.

Si el Parlamento Europeo se sienta a la mesa de negociación con comisarios y representantes del Consejo con un 35% —y sin objetivos vinculantes— sabe que saldrá seguro con varios puntos porcentuales menos. El problema es que, como apuntaba recientemente la Fundación Renovables, el 35% es un escenario que casi podríamos considerar “tendencial si tenemos en cuenta el impresionante descenso del coste de las tecnologías renovables y que seguro se alcanzará solo por la dinámica del mercado”. Efectivamente, con los actuales precios de las tecnologías renovables y la dinámica en el mundo de las finanzas, que empiezan a alejarse de todo lo que huele a carbono, el 35% está al alcance de la mano sin ningún impulso institucional y, eso, pese a las resistencias del sector fósil. El objetivo solo servirá en este caso para que petroleros, gasistas y carboneros digan que vamos demasiado deprisa.

Lo que debemos reclamar es una nueva Directiva que suponga un auténtico estímulo, que refleje una ambición, que sea coherente con la gravedad que los discursos sobre el diagnóstico revelan. Cuando en el año 2008 se puso en marcha la política del 20-20-20 para 2020 (20% reducción emisiones, 20% más de eficiencia y 20% de renovables en energía final) se hizo una apuesta que entonces sonó muy ambiciosa, casi revolucionaria para algunos. Fue una señal importante que ha permitido el arranque (sí, solo el arranque) de un desarrollo muy significativo de las renovables y que a su vez hayan obtenido el reconocimiento unánime de que no son “alternativas” sino una realidad. Las cifras que hoy se manejan como resultado de la negociación del “trílogo” no es que carezcan de esa ambición, ni sean tímidas, es que pueden ser consideradas como una marcha atrás en esa transición energética en la que estamos inmersos y que puede ser truncada en la negociación que estos días se lleva a cabo en Bruselas.

El cambio climático ya está aquí, cada día con manifestaciones clamorosas que algunos se niegan a ver y seguimos actuando como si fuera un problema por llegar. Inmersos en esta diabólica dinámica alargamos una y otra vez los plazos para actuar mientras se aceleran los efectos elocuentes de que ya tenemos otro clima. Europa, que tantas veces ha encabezado los avances en la historia de la Humanidad va a quedarse atrás por la miopía de una clase política que tiene un discurso para el diagnóstico que olvida a la hora de recetar. Ese es el problema.

Estos objetivos del 35% son totalmente insuficientes para avanzar en la dirección que marca el Acuerdo de París



**Ernesto Macías**  
Presidente de la Alliance  
for Rural Electrification  
y miembro del Comité  
Directivo de REN 21  
→ ernesto.macias@sfcbp.com

## 12 años de Alianza para la Electrificación Rural

**E**ste mes de marzo se cierra una etapa importante de mi vida: después de 12 años como presidente de la Alianza para la Electrificación Rural, dejaré el puesto que he ocupado desde el que en 2006 fundé esta asociación y para el que fui reelegido dos veces. Ya es hora de un cambio. En realidad hacen falta muchísimos cambios, no sólo en ARE.

Nuestra misión, entonces sólo apoyada por unas pocas instituciones, fue la de aglutinar a la industria de las EERR para promover el acceso a la electrificación en países en vías de desarrollo. Ese había sido el principal mercado hasta el 2000, pero con el surgimiento de las políticas de inyección a red en los países desarrollados, de alguna forma, nos “habíamos olvidado de los pobres”.

La historia de ARE es una historia de éxito, en lo que se refiere a su papel internacional, liderando en muchas ocasiones esta actividad, y habiendo establecido relaciones formales de “asociado” con entidades tan importantes como la Comisión Europea, el Banco Mundial y el resto de Bancos de Desarrollo como el BID, AfDB, ADB, organizaciones como UN, IRENA, IEA y la que ahora mismo más esta tirando de esta actividad: El SE4ALL: Sustainable Energy for All, un ente creado entre el Banco Mundial y Naciones Unidas y que persigue fundamentalmente la consecución del objetivo séptimo de los 17 que Naciones Unidas estableció en septiembre de 2015: el acceso a la energía limpia y sostenible para todos los habitantes de la Tierra.

Ciertamente, nosotros habíamos comenzado muchos años antes nuestra “cruzada” y promovido no pocas actividades en todo el mundo, pero he de reconocer que a pesar del enorme esfuerzo de tanta gente, los avances, existiendo, no son todo lo importantes que deberían ser.

En 2006 la población mundial era de 6.598 millones de habitantes y la tasa de electrificación era del 81%, lo que suponía una población sin acceso a la electricidad de 1.260 millones de personas. En 2016 el acceso subió al 86%. Un avance que algunos pueden considerar importante, pero teniendo en cuenta que la población se elevó hasta 7.442 millones, seguimos dejando a más de 1.000 millones de personas sin acceso a la electricidad. ¿Os imagináis lo que eso significa? Casi 23 veces la población española sin electricidad y lo que eso implica en la vida cotidiana. Simplemente es inimaginable. Desde carencias en temas sanitarios y de bienestar básico a la enorme limitación que significa para la educación de los niños, pasando por las comunicaciones, los servicios públicos, etc. Y el impacto medioambiental y de salud derivado del uso de la leña y los combustibles como el queroseno.

En definitiva, el esfuerzo que la comunidad internacional está haciendo para alcanzar los 17 objetivos es, a todas luces, insuficiente.

Aunque sólo fuera por mero egoísmo y confort, los países ricos deberíamos invertir más en los pobres para facilitar su desarrollo y ralentizar las migraciones masivas. Los pobres son pobres, pero no ignorantes, y a pesar de no tener acceso a la electricidad, y por contradictorio que parezca, tienen acceso a teléfonos móviles que cargan en servicios comunitarios, y ven televisiones en lugares públicos, y son muy conscientes de lo que no tienen. Y de la injusticia que padecen.

El acceso a la electricidad no es un asunto de caridad, como tampoco lo es el acceso al agua, a la educación, a la alimentación y al resto de los derechos de los seres humanos y que vienen recogidos en esos 17 objetivos.

Las EERR han experimentado un avance tan impresionante que ya son las más utilizadas en el mundo para añadir capacidad a los sistemas eléctricos, pero la energía distribuida a las zonas más deprimidas, si bien está avanzando, no lo está haciendo al mismo ritmo.

Los días 13 al 15 de Marzo, en Sicilia, asistiré a mi última conferencia internacional, en la que me despediré de viejos colegas y de nuevos empresarios que se acercan a este mundo de la electrificación como un negocio de gran futuro, pero sabiendo que deberán hacer un esfuerzo mayor. A cambio, la satisfacción personal y profesional que proporciona el dar esa luz a la gente, es inmensa. E impagable.

Me queda la satisfacción de contar con Pablo Astorga, de ABB en la junta directiva de ARE y con muchas más amigos y amigas que espero puedan ser muchos más en los próximos años. Millones de personas os necesitan para seguir llevando la luz a los que la necesitan.

**Aunque sólo fuera por mero egoísmo y confort, los países ricos deberían invertir más en los pobres para facilitar su desarrollo y ralentizar las migraciones masivas**

## Acciona vende a ContourGlobal sus plantas termosolares españolas

**E**l grupo británico ContourGlobal ha llegado a un acuerdo con Acciona para adquirir sus cinco plantas termosolares en España, que en conjunto suman una capacidad de 250 MW. El valor de la operación, que debe ser ahora aprobada por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia y la Junta General de Accionistas de ContourGlobal, asciende a 1.093 millones de euros.

La venta de estas cinco plantas termosolares permitirá al grupo Acciona reducir este año su deuda en 760 millones de euros, según informa la compañía en un comunicado, en el que especifica que “la enajenación de sus termosolares españoles (Palma del Río I y II en Córdoba, Majadas en Cáceres, y Alvarado y Orellana en Badajoz) reequilibra la cartera de Acciona hacia el negocio internacional, hasta alcanzar el 50% del Ebitda de generación”.

Tras la operación, Acciona mantendrá una cartera total de activos de 8.772 megavatios, de los que el 84% son eólicos. La compañía cuenta también con un negocio creciente en el sector fotovoltaico, así como con instalaciones hidráulicas y de biomasa. En tecnología termosolar, mantiene la planta Nevada Solar One (Estados Unidos), de 64 megavatios, en la que participa a través de Acciona Energía Internacional.

ContourGlobal plc es un operador independiente de plantas de generación de energía con instalaciones en 19 países de Europa, América Latina y África, que suman aproximadamente 4.100 megavatios de potencia. El accionista de control de ContourGlobal plc, ContourGlobal LP tiene una participación del 71% y se ha comprometido de manera irrevocable a votar a favor de la transacción, de acuerdo con Acciona.

■ **Más información:**

→ [www.acciona.com/es](http://www.acciona.com/es)



NUEVA SOLARWATT  
MYRESERVE  
**MATRIX**

PRESENTAMOS  
LA MEJOR  
BATERÍA  
FOTOVOLTAICA  
DEL MERCADO

La mejor opción en términos  
de relación calidad-precio  
*Disponible desde el 1 de Marzo*

# RE- EVOLUCIÓN

Con su diseño modular, Matrix se adapta aún mejor a las necesidades de cada usuario.

- **Más potencia de carga-descarga** (desde 800 hasta 4.000 Watios)
- **Mayor capacidad** (desde 2,4 hasta 24 kWh)
- **Mayor tensión** (hasta 900 Voltios)
- **Más corriente** (hasta 20 Amperios)
- **Más control** gracias al monitor PDG

Y además sigue conservando todas las virtudes de la anterior MyReserve. **Capacidad útil del 100% de su valor nominal** (desde 2.4 hasta 24kWh). Es la batería **más eficiente del mercado** al cargarse directamente de los paneles fotovoltaicos. Tiene la **más rápida respuesta** y es la más segura. Con una garantía de más del 80% de la carga a los **10 años. Sin límite de ciclos.**

Solarwatt Energy Solutions Spain

c/ Real, 12-B. Villanueva de la Cañada, 28691 Madrid

Tf.: 917 236 854 | [www.solarwatt.es](http://www.solarwatt.es)

 **SOLARWATT**<sup>®</sup>  
power to the people



**Eduardo Collado**  
Experto en energías renovables y profesor de universidad.  
eduardo.collado@ya.com

## La trayectoria profesional y el trabajo en renovables

La actividad de las energías renovables en España se está recuperando, o eso parece. Es una conclusión a la que se llega en estos últimos meses, a poco que se asista a determinados actos en los que se hable de transición energética, autoconsumo, subastas, contratos PPA... Pero cuando hablas con los asistentes en la parte más interesante de estos actos, o sea, en la “pausa café” (hay que hacer *networking*, es fundamental), es cuando se da uno cuenta que, al igual que en otros sectores, lo que se está jugando todo el mundo es poder o no poder trabajar, es poder impulsar su actividad laboral y con ella la de su empresa, si es que consiguen sobrevivir hasta que pase la crisis o hasta que el Gobierno vea la luz y admita que las renovables son el futuro energético.

Esta actividad laboral ha tenido y tiene un componente de inestabilidad, propiciado por la inestabilidad jurídica impuesta por los Gobiernos en España, lo que ha llevado a las empresas a salir a otros países, en el mejor de los casos, o a la desaparición de sus actividades. Por eso, es normal que un profesional haya tenido que cambiar de trabajo varias veces, o cambiar de tipo de trabajo, y haya tenido que formarse de forma continua para no quedarse obsoleto. Formar a un buen profesional con conocimientos en energía, y más concretamente en renovables, puede llegar a ser una mezcla de ingeniero, economista y abogado. Se habla de instalaciones de energía, que dependen mucho de la parte económica y por ende de la parte jurídica, todas íntimamente ligadas. También hay una fuerte componente tecnológica que hace que la parte ingenieril del tema nos aboque a un estudio continuo de los diferentes tipos de tecnologías de presente y de futuro.

Por lo tanto, la formación de todo tipo por su interdisciplinariedad, forma parte consustancial de este trabajo. Formación extensible a los idiomas, porque aunque todos esperan que en España el futuro sea espectacular, los que han estado en los últimos 15 o 20 años ligados a las energías renovables, han tenido que viajar para poder ejercer su trabajo.

No hay que perder de vista la situación socio laboral que tenemos. El aumento progresivo de la edad oficial de jubilación, unido al aumento de la esperanza de vida en buenas condiciones físicas, parece que se encamina a mantener la actividad profesional de las personas hasta más allá de los 70 años, con lo que supone tener que realizar cambios laborales a partir de una determinada edad (digamos los 50 o los 60 años, doy fe de ello).

Por lo tanto, es bueno que todos los que se dedican a las renovables (seguramente en otros sectores será muy parecido), tengan en cuenta desde muy jóvenes, que esto les va a suponer no solo cambios de trabajo, sino en muchos casos de profesión, y que la preparación, los conocimientos, las experiencias y las relaciones, forman parte del necesario bagaje para acreditar a cada profesional en estos cambios. Puede ser incluso que tengamos que mezclar el trabajo por cuenta ajena, con trabajos por cuenta propia o con emprendimientos, o incluso mezclarlos, aunque eso es muy complicado. La clave es no precipitarse nunca. Pero todo ello va a depender de la evolución de la carrera profesional y, por qué no, de la edad. Y va a ser necesaria una continua definición de los objetivos profesionales, consolidarnos en ellos o llegar a explorar nuevas actividades, ya que las empresas para toda la vida están desapareciendo. Lo más normal es que a lo largo de nuestra carrera profesional cambiemos de empresa o de puesto de trabajo 8 o 10 veces. Es necesario, por tanto, revisar nuestra trayectoria profesional, y poder identificar nuestras oportunidades constantemente. Suerte a todos.

Va a ser necesaria una continua definición de los objetivos profesionales, consolidarnos en ellos o llegar a explorar nuevas actividades, ya que las empresas para toda la vida están desapareciendo

## El monocultivo del petróleo pone en peligro las economías del Golfo

El Grupo Catalana Occidente, través de su marca Crédito y Caución, ha hecho público un informe en el que estima que el crecimiento de las energías renovables a costa de la demanda de combustibles fósiles “podría llegar mucho más rápido de lo esperado”, lo cual ahondará el problema de la deuda pública de las economías del Golfo, enormemente dependientes de las exportaciones de petróleo.

De acuerdo con las cifras del estudio, que se ha centrado en las seis economías que forman el Consejo de Cooperación del Golfo –Barein, Kuwait, Omán, Catar, Arabia Saudita y los Emiratos Árabes Unidos–, el 76% de las exportaciones, el 61% de los ingresos públicos y el 27% del Producto Interior Bruto (PIB) están relacionados con los hidrocarburos.

De acuerdo con el informe, entre 2018 y 2025 cabe esperar un crecimiento progresivo de los precios del petróleo, aunque “muy por debajo de los niveles vistos a principios de esta década”. Según Crédito y Caución, el precio del barril en 2025 oscilará entre los 72 y los 83 dólares, lo que “supondrá un respiro para los países exportadores”, pero “será insuficiente para equilibrar sus cuentas públicas”. De no profundizar en las reformas, avisa, la disminución progresiva de las reservas y el encarecimiento del crédito “podrían incrementar los riesgos de crédito durante este período, especialmente a medida que los niveles de deuda pública continúen aumentando”.

El estudio señala a Catar como la única de estas economías que ha logrado estabilizar su deuda pública en 2017 y considera especialmente urgente la necesidad de adoptar medidas en Bahréin, cuyo nivel de deuda pública alcanzará el 90% en 2025.

### Más información:

www.grupocatalanaoccidente.com/es



# La solar sin conexión a red está en plena expansión en el mundo

Un nuevo informe publicado por el Programa Global de Iluminación del Banco Mundial (*World Bank Group's Lighting Global Program*), en colaboración con Dalberg Advisors y la asociación solar Gogla, señala que la industria solar global sin conexión a red está en plena expansión y ya proporciona electricidad a 360 millones de personas a largo y ancho del mundo.

El Informe, que lleva por título *2018 Off-Grid Solar Market Trends Report*, está financiado en el marco del programa Esmap del Banco Mundial y es la publicación insignia bienal para la industria solar mundial sin conexión a la red. Se trata de un estudio que analiza en profundidad la situación de esta industria, destacando las principales tendencias de inversión, los avances en tecnología, finanzas, políticas y repercusiones sociales de esta forma de electrificación.

El informe estima que desde 2010 se han vendido 130 millones de dispositivos solares sin conexión a red en todo el mundo, que van desde pequeñas linternas portátiles hasta siste-

El incremento de las ventas de los dispositivos más pequeños se está estabilizando, mientras que los dispositivos más grandes han experimentado un crecimiento explosivo

mas domésticos de más de 100 vatios, capaces de alimentar televisores, ventiladores y otros aparatos. Las ventas se han realizado en más de un centenar de países y han llevado por primera vez iluminación y electricidad a parte de los 2.200 millones de personas que aún carecen de conexión a red o de electricidad fiable.

A medida que el mercado ha ido creciendo, también lo ha hecho el número de proveedores: de los poco más de 60 proveedores de 2010 se ha pasado a más de 330 en la actualidad, y con una especialización cada vez mayor a lo largo de la cadena de valor. El informe indica que el crecimiento de las ventas de los dispositivos



más pequeños se está estabilizando, mientras que los dispositivos más grandes han experimentado un explosivo crecimiento: más del 85% anual desde 2014. Un factor clave de este crecimiento es la financiación de los sistemas mediante el método de ventas de pago por uso (PayGo), que pone estos productos al alcance de cada vez más consumidores en los mercados emergentes.

En conjunto, se espera que estas y otras tendencias exploradas en el informe impulsen las ventas anuales de energía solar sin conexión a red a los 70 millones de unidades en 2022 y unos 8 mil millones en ingresos para ese año.

**Más información:**

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

## SOLUCIONES A GRANDES PROBLEMAS

¿Sabías que el **70%** de las **plantas fotovoltaicas** **NO** cumplen los **objetivos** para los que fueron diseñadas?



Instalaciones y entornos complejos



Cementerio de datos



Precios Venta de Energía a la baja

## NUESTRA SOLUCIÓN DE SCADA Y CONTROL INCLUYE



Arquitectura Big Data en Cloud



Recomendaciones de Optimización



Análisis Predictivo



Reportes y cuadros de mando en Cloud

Hemos diseñado más de 12 algoritmos para optimizar la producción de una planta fotovoltaica tipo, en más de un 4% anual

**BD4BS**  
Business Solutions

Apostamos con nuestra tecnología en un modelo Win to Win (si tú ganas nosotros también) con coste de implantación cero



[www.renovagy.es](http://www.renovagy.es)  
[info@renovagy.com](mailto:info@renovagy.com)  
+34 918 306 550

## ■ Hasta siempre, Carlos

*El pasado 9 de febrero nos dejó Carlos Robles Piquer. Se fue a los 92 años, como solía hacer, sereno, haciendo poco ruido, y dejando detrás suyo a muchos (muchísimos) echándole de menos. Echando de menos sus vastos y variopintos conocimientos (que siempre compartió generosamente), su espectacular cultura, su exquisita educación, su ilimitada curiosidad, su buen hacer y su extraordinario sentido del humor, entre otras muchas virtudes. Pocos empeños se le resistieron, y alcanzó grandes logros en sus múltiples actividades. Polifacético como pocos, dejó un legado inigualable en muchas áreas de actividad, a incontables personas, entre las cuales me cuento.*

Juan Fraga\*



**E**l gran Carlos brilló en la diplomacia, como cónsul, secretario o embajador de España (lo era de carrera) y en la Política (en su caso así, en mayúsculas), donde además de ser responsable político de su partido, fue diputado autonómico, senador y eurodiputado. Escritor infatigable (en los ratos libres), fue además autor de varios libros, siempre bien escritos y excelentemente documentados, y un incansable articulista, presente durante muchísimos años en diversos periódicos y revistas. Me contó que un artículo suyo en *La Codorniz* (donde escribía con seudónimo porque ejercía un cargo público) le llevó ante el temido TOP (tribunal de orden público) por su incisivo humor. Como servidor público (director general, secretario de Estado y ministro, entre otros), fue honesto y eficaz, dejando un rase-ro que pocos pudieron igualar. Escribió su tesis doctoral cercano a los ochenta, y cuando la defendió, todos los miembros del tribunal reconocieron, sin excepción, que era “enciclopédica”, y que no se sentían capaces de juzgarla.

Agudo e incisivo, le gustaba acuñar frases ingeniosas como la máxima de que “las elecciones las deciden los indecisos”. Trabajador infatigable (su despacho estaba ocupado de sol a sol, y más), se autodenominaba el “abominable hombre de las nueve”. Conmigo solía despachar los domingos en su despacho personal (atiborrado de libros y periódicos pendientes de recorte), para incordio de nuestras dos familias. Coherente y comprometido, defendía que era “insostenible e inaceptable” que el 20% de la humanidad controle el 80% de los recursos. “Tenemos que hacer algo para cambiarlo” (y él hizo mucho). Perfeccionista rayano en lo obsesivo, decía que para lograr dominar algo había que trabajarlo duro y entrenar (no solo para el deporte), como sabe bien su fiel sufridora y muy querida mujer, Elisa Fraga, junto con la que ensayaba una y otra vez y mejoraba, gracias a sus sugerencias, las intervenciones más relevantes.

Además, sobre todo ello (podemos dar fe su legión de colaboradores y admiradores— todos aprendimos muchísimo de él), fue tremen-

damente humano, con una sensibilidad exquisita, e incondicionalmente cariñoso (y muy divertido!) en familia. En resumen, un hombre de los de verdad, de la cabeza a los pies, a quien el término “Señor” le encajaba como anillo al dedo, e incluso se le quedaba corto.

### SU PAPEL EN LAS RENOVABLES

Lo que algunos no sabrán es que también fue determinante para el desarrollo de las energías renovables modernas. Conozco la historia de primera mano porque tuve la inmensa suerte de que me ofreciera participar en la organización de un acto que acabó siendo la Conferencia de Madrid sobre Renovables en Europa, en marzo de 1994. Aunque ahora parezca increíble, entonces no existía ninguna política energética en este sentido y, de hecho, la anterior iniciativa en este sentido (del eurodiputado verde italiano Virginio Bettini) había acabado en fracaso, en beneficio de la nuclear, por lo que asumió un importante riesgo político al intentar cambiar la situación. Lo consiguió. La Conferencia, auspiciada por las instituciones europeas y apoyada sin fisuras (a pesar de la diferente filiación política) por el entonces ministro de Industria, el socialista Juan Manuel Eguíagaray, y por su secretario de Estado de Energía, Luis Atienza, alcanzó un consenso sin precedentes, y exigió (por medio de la Declaración de Madrid) que la Comisión Europea desarrollase un Plan de Acción de fomento de las renovables y un objetivo común europeo (12% para el año 2010 – ¿os suena?), y sentó las bases para el establecimiento de un foro para perseguir dicho objetivo (EUFORES, presidido por Carlos, y del que tuve la suerte de ser fundador y primer secretario general).

Carlos se lió así la manta a la cabeza, y presentó una moción a la mesa del Parlamento Europeo (en 250 palabras – yo puse ese fax) que fue inicialmente rechazada, pero la peleó y la sacó adelante (“¡a mí no me van a echar esto para atrás!”), consiguiendo el apoyo transversal de todas las filiaciones políticas, como siempre hacía. En consecuencia, en 1996, el Parlamento instó a la Comisión formalmente a desarrollar una política común de apoyo para alcanzar el famoso 12% citado (el informe del cristianodemócrata alemán Peter Mombaur), lo que acabó en el Libro Verde en 1997, y el Blanco (definitivo) en 1998. Tengamos en cuenta que en 1994, el objetivo del 12% parecía una propuesta de lunáticos, y menos su establecimiento como objetivo oficial de la entonces Comunidad



*Salamanca, diciembre de 2002, durante la ceremonia de entrega de los Campaign for Take-Off Awards 2002. Juan Fraga, autor de este artículo (primero por la izquierda, detrás), ofició de maestro de ceremonias. Carlos (primero por la derecha) era entonces vicepresidente de EUFORES, y fue presidente del jurado de los premios. También puede verse en el centro a Loyola de Palacio, entonces vicepresidenta de la Comisión Europea. Y a José Folgado (detrás, segundo por la izquierda), actualmente presidente de Red Eléctrica de España. En la página anterior, Carlos Robles Piquer en Sitges, en 1996.*

Europea, pero como dijo Gonzalo Molina, vasco de pro y entonces jefe adjunto de la Unidad de la Comisión responsable de Renovables, cuando le enseñé el famoso fax: “Esto es imposible, pero aun así tenemos que intentarlo” (comprometiendo además un fuerte apoyo de la Comisión, que además cumplió).

El resto es historia; Europa empezó a liderar las renovables tirando del carro, y el resto del mundo siguió el camino abierto. Y en 2010 se alcanzó ¡un 12,6%! con un objetivo para 2030 del 35%. No está mal para una iniciativa de unos pocos visionarios, cuyo mejor exponente fue Carlos. Recuerdo el día de la votación del informe Mombaur en 1996, cuando ocurrió justo lo contrario de lo ocurrido con el informe Bettini: ese mismo día se votaba el PINC nuclear, y su autor votó en contra de su propio informe porque se lo habían modificado tanto que proponía justo lo contrario (pararla), mientras que el informe sobre las renovables era aprobado por unanimidad. Carlos y Gonzalo lucían una sonrisa apenas disimulada.

#### TODO EL ARCO POLÍTICO

Carlos consiguió juntar a varias personalidades de múltiples tendencias políticas, y los convenció (“no se debe vencer sino convencer”) para participar en EUFORES (del que luego fueron presidentes) y empujar todos en la misma dirección, comenzando por la eurodiputada Eryl McNally, laborista del Reino Unido (“los británicos somos muy pro-renovables y proeuropeos –bueno, al menos algunos lo somos”), el socialista griego Tassos Manthelis (secretario de Estado de Energía y Ministro de Transportes), el popular italiano Livio Tamberli (presidente de la Provincia de Milán), y luego con el eurodiputado verde luxemburgués Claude Turmes, hoy presidente de EUFORES y el mejor valedor hasta hoy de las renovables en el Parlamento Europeo, y la eurodiputada socialdemócrata alemana Mechthild Rothe, discípula de Hermann Scheer, y una de las más prolíficas en informes del Parlamento y otras iniciativas de apoyo a las renovables.

### En 1994 consiguió que la Comisión Europea desarrollase un Plan de Acción de fomento de las renovables con un objetivo común europeo: 12% para el año 2010

También convenció a muchos más (empleando “la fuerza de la razón, no la razón de fuerza”); sirvan como ejemplos su amigo Rolf Linkohr, socialdemócrata alemán, y entonces eurodiputado y presidente de la Fundación Europea de la Energía (“no se va a acabar el petróleo sino la capacidad de las atmósfera por absorber sus emisiones”), y Miguel Arias (que ya en su época de eurodiputado defendía la eólica), al igual que muchos miembros y funcionarios de la Comisión Europea, como Gonzalo Molina, Mariàngels Pérez-Latorre, Pedro Sampaio-Nunes, Fabrizio Caccia Dominioni, Ramón de Miguel, Pablo Benavides, Christos Papoutsis, Abel Matutes y la gran Loyola de Palacio, pupila (y gran admiradora) suya, con la que logró parar uno de los contraataques más peligrosos a las renovables (el fin de las FIT por medio de una Directiva). Parlamentarios y otros representantes de gobiernos e instituciones, empresas, agencias y asociaciones de toda Europa, forman parte de su larguísima lista de convencidos; preguntad a algún histórico de entonces, como Concha Cánovas, Cayetano Hernández o José Donoso (IDAE) o José María González Vélez (APPA). Me van a perdonar aquellos a los que no he incluido, pero es que son tantos que no me caben en el texto, pero no fueron por ello menos determinantes y comprometidos con las renovables.

Incluso consiguió que colaborasen en la causa común de las renovables (en 1997, para el primer Encuentro Interparlamentario sobre Energías Renovables en la UE, en las Islas Canarias) un popular grancañario, el diputa-

do Antonio Luis Medina, y un nacionalista tinerfeño, Ricardo Melchior, vicepresidente del Cabildo Insular. Yo mismo estuve durante mucho tiempo de correveidile por toda Europa promoviendo la “doctrina” de los negavatos (o sea, eficiencia energética: “la energía más limpia es la que no hay que producir”) y las renovables (“complementarias, no alternativas”), ya que “hay que adoctrinar sobre las nuevas energías”, además de que “por fin podemos mirar al menos al sol de frente” (citando a La Rochefoucauld, Ni el sol ni la muerte pueden mirarse de frente).

Aunque racionalmente se pueda pensar que ha tenido una vida rica y plena, y que dadas las circunstancias ha sido lo mejor, que queréis que os diga, a mí me ha dejado una sensación de enorme vacío y pérdida irreparable. Carlos fue mi mejor mentor, un maestro que cambió mi vida, y sobre todo un gran amigo; ejerció generosamente de padre, ante la trágica pérdida prematura del mío (y así me lo dijo), así que me siento huérfano. Pero también fue uno de los padres de las renovables en Europa, así que también se han quedado un poco huérfanas. Gracias Carlos, por lo mucho que hiciste por todos nosotros. Descansa, por fin, en paz.

*\*Juan Fraga es ingeniero industrial, director de Negocio Internacional de la empresa de electrónica de potencia Wynnertech, y CEO de la promotora Dynavolt Renewable Energy Europe. Ha sido director de Desarrollo de Negocio en Wind to Power System y en Element Power. Y director general de Naturener Eólica y de Hidronorte. Fue fundador y secretario general de EUFORES (el Foro Europeo de las Energías Renovables), y coordinador de la Conferencia de Madrid de 1994, que lanzó el Plan de Acción con el objetivo comunitario del 12% para el año 2010.*





P A N O R A M A

# Grandes riesgos para que los proyectos renovables en España sean realidad

La actividad en España en renovables es febril ahora mismo; tras el tsunami de las subastas, todo el ruido de fondo relativo a si los mecanismos de las subastas eran los más adecuados ha ido disminuyendo. La actividad ha ido reclusándose al interior de cada empresa donde, a contrarreloj, se han ido quemando etapas para cumplir con los plazos y no perder los avales de los 8.000 MW que ganaron su plaza en la carrera. La gran mayoría de los promotores han hecho ya bastante de la tarea en lo que respecta a la permisología y la selección de emplazamientos y tecnología. Pero todavía queda tanto por hacer que muchos de los retos parecen inalcanzables.

José Javier Ripa\*

**E**n el horizonte se vislumbran grandes desafíos de ejecución a distintos niveles:

- **Industrial:** capacidad de producción, transporte y puesta en marcha de todas las unidades productoras y auxiliares: aerogeneradores, placas fotovoltaicas, inversores, transformadores, subestaciones, etc.
- **Constructivo:** movimiento de tierras, viales, disponibilidad de grúas, cableados.
- **Financiero:** estructuras financieras cada vez más complejas y con requisitos mucho más estrictos de lo que el panorama español está acostumbrado.
- **Retributivo:** parece difícil que los proyectos sin PPAs y mucho apalancamiento puedan alcanzar financiación.
- **Legal:** los contratos bilaterales van a requerir de gran precisión en su ejecución dado lo ajustado de los márgenes, las garantías, penalizaciones, responsabilidades, etc. tienen que quedar muy bien delimitadas.

La rentabilidad de los proyectos depende de muchos factores, que por supuesto han de ser muy finamente determinados y eso, en plena carrera por construir, va a ser muy difícil de controlar. Siempre se ha dicho que las prisas son malas consejeras, y el refranero español rara vez se equivoca.

Hace no mucho leí uno de esos memes que circulan por la red, que decía algo así como que un “project manager” es alguien que cree que con 9 mamás se puede tener un bebé en un mes. Salvando las distancias con la broma, todo indica que algunos planes de desarrollo y ejecución de plantas eólicas y fotovoltaicas en España pasan por aproximaciones no muy diferentes a eso. En

este artículo, de la mano de la experiencia de UL, nos atrevemos a intentar poner un poco de realismo en la situación, presentando los riesgos más importantes a afrontar desde el punto de vista de ejecución técnica de los proyectos y con el enfoque de conseguir acceso a una financiación que va a estar muy determinada por la seriedad y robustez de los proyectos.

## ■ Producción

El marco retributivo español ha cambiado notablemente. Toda la remuneración va contra la producción, desapareciendo los incentivos a la capacidad instalada. Ya casi no se puede hablar de activos regulados sino “merchant”. Esto hace que la estimación realista y precisa del recurso eólico o solar sea mucho más crítica de lo que lo había sido nunca.

La monitorización *on-site* es clave (en eólica) para reducir las incertidumbres. Los detalles en la selección de equipos, en su distribución en los mástiles para evitar influencias en las mediciones, la instalación precisa (cada grado de inclinación de un

anemómetro puede suponer infra-estimaciones de millones de euros), la monitorización, tratamiento de datos y aseguramiento de los criterios de calidad más estrictos marcan la diferencia en la validez de los datos obtenidos.

Una vez se cuente con buenos datos en posición de torre, el análisis de recurso eólico requiere de modelos de extrapolación horizontal para trasladar las condiciones de viento a todo el polígono del parque. En España, con una gran mayoría de parques en terreno complejo, los modelos apoyados en Jackson-Hunt (WASP) aportan una aplicabilidad insuficiente. Es necesario apoyarse en modelos NWP o CFD para conseguir la convergencia adecuada.





En el caso de las plantas solares, la simulación con modelos disponibles en el mercado, la precisión de la medida de irradiación (si existe), la variabilidad interanual, y la caracterización adecuada de la degradación, marcan la diferencia.

Una vez modelizado el recurso bruto, las pérdidas sistemáticas y las incertidumbres en la evaluación definirán el P50, P90 y P99 como vectores clave en la financiación. La búsqueda exhaustiva de reducción en la incertidumbre conlleva acercar los valores de P50 y P90 al máximo, lo cual es sinónimo de mitigación del riesgo en la producción y alta calidad del estudio. Para poder definir todos los factores correctamente se ha de contar con comparativas exhaustivas contra parques en operación y bases de datos robustas para caracterizar cada partida.

Una vez reducida la variabilidad en cuanto al recurso, en una situación de práctica ausencia de regulación, queda intentar proyectar de forma creíble los precios de la energía. La estimación a largo plazo de los precios de la energía es prácticamente un ejercicio de adivinación, apoyada en fundamentos más o menos tangibles que aún en el caso de los desarrolladores más confiados, generan una volatilidad notable en la predicción de ingresos. Los datos macro proyectan crecimientos sostenidos de los precios de la energía apoyados en una demanda creciente, e inflación controlada. La sobre-capacidad de generación puede suponer un riesgo importante de reducción de precios o aumento de la necesidad de regulación. Todo esto es difícilmente modelizable e imposible de controlar, por ello la importancia de una caracterización precisa del recurso se hace más importante si cabe.

### ■ *Tecnología*

Se debe tener acceso a información que prevenga la contratación de proveedores inexpertos o con antecedentes negativos o fallos en serie. Hoy en día en España se trabaja con proveedores con demostrada solvencia técnica, económica y postventa (garantías). Sin embargo, la presión competitiva está generando prácticas de mayor riesgo como el “forward-selling” (comercialización de

productos en fase de prototipado) o la excedencia en cargas (clases IEC sobrepasadas).

La conversión energética que se produce en los equipos principales (en eólica aerogeneradores; en fotovoltaica módulos, inversores y estructuras) pivota sobre la eficiencia y disponibilidad como parámetros clave para que la conversión se aproxime a la producción esperada y tenerlos bien atados será clave en la viabilidad de la planta.

La forma más adecuada de mitigar los riesgos ligados a la eficiencia de los aerogeneradores es la ejecución de curvas de potencia de acuerdo a IEC61400-12-1. La presión competitiva en los suministradores acerca las eficiencias reales a las mínimas garantizadas, los márgenes son cada vez menores. La incompatibilidad de posibles calibraciones de emplazamiento con los calendarios de construcción, por una mala planificación, podría inhabilitar la ejecución de los ensayos de curva en contra de los intereses del propio desarrollador.

En cuanto a la disponibilidad, las claves son la tipología de la misma (temporal o energética), su definición (contractual y apoyada en las series IEC 61400-26) y su correcta caracterización / monitoreo (con datos de Scada).

El otro gran riesgo en aerogeneradores es la inadecuación al emplazamiento (por ejemplo, sobrepasando las condiciones de clase IEC), cuya mitigación demanda estudios de cargas que proyecten la situación estructural tanto a extremas como respecto a fatiga para asegurar que las máquinas conseguirán alcanzar la vida proyectada en el modelo financiero. La certificación de los aerogeneradores asegura que se han contrastado de forma independiente los requisitos de diseño (IEC 61400-1) y que lo contrastado encaja con los valores obtenidos en los prototipos ensayados. Este proceso de certificación, supone unas exigencias a los fabricantes en plazo y costes que redundan en un confort mucho mayor para el inversor. Cuando las condiciones bajo las que se certificó el aerogenerador se sobrepasan, se debe contrastar, de forma independiente, que se cumplen los requisitos para los que la



P A N O R A M A



integridad estructural del aerogenerador no está comprometida durante la vida útil del mismo.

En fotovoltaica hay que prestar mucha atención a la calidad de los módulos (paneles certificados contra IEC61215 y otras, marcado CE, etc). Los vaivenes sufridos por la industria manufacturera han configurado una industria muy particular donde una gran parte de la producción proviene de ciertos mercados muy lejanos y “low-cost” (huelga dar más pistas) por lo que es muy importante realizar todos los tests e inspecciones necesarios para determinar la calidad del producto (rendimientos, resistencia mecánica, seguridad eléctrica, aislamiento, exposición a condiciones climáticas) así como su integridad tras las pruebas de esfuerzo o el transporte (electroluminiscencia, infrarrojos).

### ■ *Integración en red*

La interconexión va a ser otro de los evidentes cuellos de botella. Es previsible que la infraestructura tenga problemas para estar preparada en fechas (interconexión a red, subestaciones, líneas de alta tensión, etc), y esas restricciones son mitigables por el

desarrollador que en todo caso ha de velar por la vigencia y requerimientos correctos del PPA (cuando exista), el contrato de conexión a red, así como la verificación de potenciales limitaciones o regulaciones de potencia y las posibles interferencias del proyecto en el sistema eléctrico.

Todos esos riesgos se mitigan mediante la realización de estudios adecuados y específicos: impacto de red, requisitos de interconexión (calidad de energía, respuesta a huecos de tensión), estudio de evacuación (MW, SET, LAAT, posibles competencias, etc), cumplimiento de requisitos (protecciones, cableado, equipos, SET, LAAT, etc), así como la correcta evaluación de restricciones actuales y futuras.

### ■ *Obra civil y eléctrica*

Por todo lo explicado, la ejecución de toda la obra civil y eléctrica necesaria para poner en marcha todos estos parques eólicos y solares en España va a generar un impacto económico muy positivo en la industria al asegurarse trabajo de construcción en abundancia para prácticamente los dos próximos años. Esta abundancia en la demanda puede, sin embargo, generar restricciones en la contratación de los servicios, por indisponibilidad, falta de plazos y materiales que puede redundar en calidades bajas y precios inflados.

Se recomienda contrato llave en mano a precio alzado y cerrado y asegurar que se cuenta con ingenieros civiles con gran experiencia en procesos de construcción tanto en eólica como fotovoltaica. Otros riesgos habituales: estudios geotécnicos básicos e insuficientes para las características del proyecto, diseño incompleto o inadecuado, plazos de ejecución no viables (que no contemplan con suficiente realismo contingencias derivadas de la meteorología, fallos de suministro, retrasos administrativos, afecciones no contempladas, etc).

### ■ *Contratos (PPA, IA, EPC, TSA, BoP, O&M)*

Los contratos conforman una de las partes más críticas dentro de la definición del proyecto. Las prisas por cerrar las redacciones y empezar a ejecutar van a generar innumerables riesgos abiertos



que no tienen otra solución que la revisión en profundidad de todos los aspectos técnicos contractuales que, o bien pueden suponer un riesgo para el proyecto, o no son práctica habitual en la industria.

El análisis de garantías se convierte en uno de los puntos fundamentales. Hay que poner énfasis en la comprobación de que las garantías y sus penalizaciones asociadas son suficientes para cubrir posibles lucros cesantes del proyecto y la correcta integración de la sensibilidad en el modelo financiero.

Los retrasos son otro punto clave. Es necesario un análisis detallado de la coherencia entre contratos a nivel de alcance, cronograma y responsabilidades y penalizaciones con clara definición de la matriz de responsabilidades y sus riesgos asociados.

El contrato de O&M cobra también especial relevancia en el actual marco debido al peso que el OPEX va a aportar al modelo financiero. Actualmente sin modelo "Full-Service" por parte del tecnólogo parece inviable acceder a financiación. En este punto la negociación del contrato debe poner énfasis no solo en la disponibilidad sino en cómo se gestionan los grandes correctivos, caracterizar la fuerza mayor, y acotar tiempos de respuesta y asegurar que el modelo de explotación maximiza el retorno de la inversión.

En todos y cada uno de los campos expuestos, UL Renovables (gracias a la herencia recibida de las históricas marcas DEWI y AWS Truepower) se perfila como el socio tecnológico perfecto por la enorme experiencia atesorada tras 30 años de trabajo en el sector, siendo una referencia en cada uno de esos campos. En España, donde contamos con más de 60 expertos en la división de

renovables trabajando en ensayos, inspecciones, certificación y consultoría, UL Renovables es la opción número uno para un gran número de desarrolladores, fabricantes y entidades financieras.

*\* José Javier Ripa (abajo en la foto) es responsable de Desarrollo Negocio en España y LATAM de UL Renovables*

■ **Más información:**

→ [www.awstruepower.com/es](http://www.awstruepower.com/es)



**Somos lo que hacemos cada día.**



**Contacto:**

[www.holtropblog.com](http://www.holtropblog.com) / T. 93 519 33 93

[info@holtropslp.com](mailto:info@holtropslp.com)

**HOLTROP** S.L.P.  
TRANSACTION & BUSINESS LAW



# Vientos de transición

*La Asociación Empresarial Eólica (AEE) no alberga duda alguna: “nuestra tecnología –dicen– está llamada a ser la protagonista de la transición energética española”. La vieja piel de toro tiene hoy 23.121 megavatios de potencia eólica instalados. Es más: si el sector es capaz de poner en marcha, en los próximos 22 meses, todos los megas que han sido adjudicados en las subastas que ha convocado el Gobierno a lo largo de los últimos dos años, la España de 2020 amanecerá con 28.000 megavatios eólicos de potencia.*

Antonio Barrero F.

La gran patronal eólica nacional, la AEE, lleva ya muchos meses difundiendo el mismo mensaje: el mix eléctrico de la España de 2050 puede y debe ser 100% renovable. Eso sí, para ello es preciso que, en los próximos dos años, para empezar, quede instalada toda la potencia que el Gobierno ha subastado: los 4.600 megavatios de la península más los 440 del cupo canario.

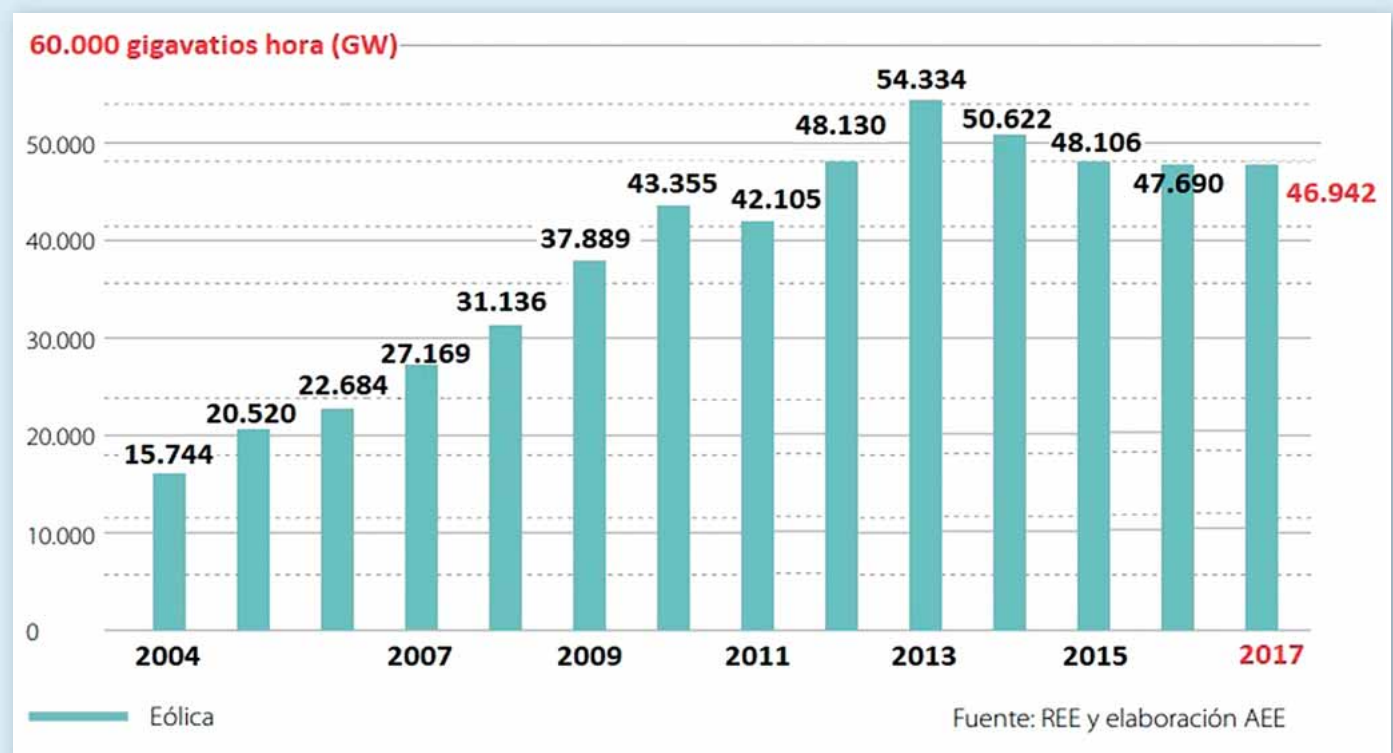
La Asociación Empresarial Eólica estima que la instalación de toda esa potencia demandará inversiones por valor de más de 4.500 millones de euros (200 millones de euros cada mes, de aquí a 2020).

Si España es capaz de enchufar, en los 22 meses que quedan hasta entonces, esos 5.000 megavatios, las emisiones del sector eléctrico –calcula AEE– podrían caer en 2020 hasta un 13% con respecto a las de

2017 (la Asociación ha hecho esa estimación partiendo de una hipótesis de aportación hidráulica equivalente a la media de los últimos 5 años).

Los números más recientes sonríen, además. La eólica lleva tres meses consecutivos siendo la tecnología que más electricidad ha vertido en el mix nacional: diciembre (24,3% del total), enero (24,7%) y febrero (22,5%). Durante el último tri-

## Evolución de la generación eólica en España



mestre, pues, ha circulado por la red eléctrica española más energía eólica que nuclear, de gas, carbón o hidroeléctrica.

El sector está pletórico, a la vista de esos resultados (de la fiabilidad de su tecnología) y de la potencia adjudicada. Pletórico (con 5.000 megas en lontananza) tras la travesía del desierto, que se ha sustanciado en la instalación de solo 65 megavatios en el trienio negro: 2014–15–16. “Estamos preparados para cumplir estos plazos [las subastas obligan a que toda la potencia adjudicada esté conectada en enero de 2020]; estamos preparados –insisten– para afrontar el reto”. Eso sí –avisan–, “todos los implicados –empresas, inversores, autoridades– han de poner de su parte”.

Las administraciones parece que así lo están entendiendo y están facilitando –en todas partes, en Aragón, en Galicia, en Canarias...– la tramitación de toda esa potencia.

Pero la historia no acaba en 2020. La Asociación ha elaborado un documento estratégico –«Elementos necesarios para la



transición energética. Propuestas para el sector eléctrico»– que vehicula una “propuesta concreta y realista” sobre la aportación de la energía eólica en la España de 2020, 2030 y 2050.

La AEE plantea en ese documento pues los 28.000 megavatios del inminente ejercicio 2020 y, además, una hoja de ruta

Arriba, “El futuro por delante”, de Santiago Bañón (Premios Eolo 2016).

## AEE señala las claves de la Eólica 2017

### EÓLICA EN CLAVE DE... ECONOMÍA CIRCULAR

- La eólica evitó en 2017 la importación de 8,8 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP). Eso, en lo que se refiere a los recursos.
- En lo que se refiere a los residuos: el año pasado la electricidad eólica evitó la emisión de 28 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, cantidad de gases de efecto invernadero que hubiesen sido emitidas si la electricidad que produjo el viento la hubiesen generado centrales térmicas que quemaran combustibles fósiles.
- En cuanto a lo estrictamente económico, la Asociación Empresarial Eólica (AEE) estima que la electricidad generada por el viento le ahorra a España alrededor de 2.000 millones de euros cada año en importaciones de combustibles fósiles.

### EÓLICA EN CLAVE DE... EMPLEO

- Según la AEE, la eólica crea cinco veces más empleo que las tecnologías convencionales: 22.468 personas trabajan en el sector en España (aproximadamente 16.000 son empleos directos). Según Comisiones Obreras, actualmente hay en el país unos 1.700 mineros del carbón en activo.
- Los puestos de trabajo en el sector eólico –apuntan desde AEE– son “de calidad y de gran estabilidad”. Siete de cada diez empleos son cualificados.
- La industria eólica cuenta en España con 210 centros de fabricación situados en dieciséis (16) de las diecisiete (17) comunidades autónomas, una cadena de valor que ha llevado a España a ser el cuarto exportador de aerogeneradores del mundo.

### EÓLICA EN CLAVE... NACIONAL

- La eólica representa el 0,4% del Producto Interior Bruto (PIB) español.
- La industria eólica exporta tecnología allende las fronteras por valor de unos 2.500 millones de euros al año. AEE cuantifica en 22.921 millones de euros el valor que han alcanzado esas exportaciones durante la última década, “lo que equivaldría a un 1,07% de las exportaciones totales de España en el periodo”.
- El sector invierte en investigación y desarrollo (I+D) alrededor de 85,5 millones de euros anuales.

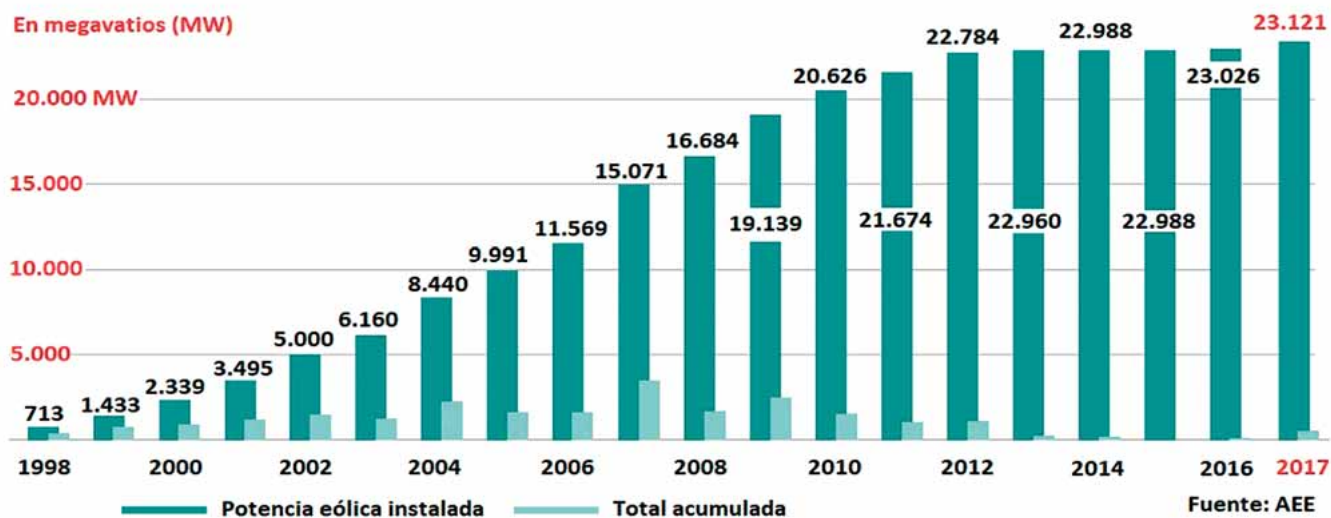
### EÓLICA EN CLAVE DE... AHORRO

- La eólica reduce el precio de la luz. Según los cálculos de AEE, en 2017, redujo los precios de la electricidad en doce euros por megavatio hora (12 €/MWh), por lo que el consumidor doméstico se ahorró 9 euros al año.
- Más estimaciones: los consumidores industriales, con un consumo medio de 1.500 MW al año, se ahorraron 1.587 € al mes en 2016 gracias a la eólica (19.044 € al año), porque en su mayoría compran directamente al mercado mayorista (*pool*).
- Según la Agencia Internacional de la Energía Renovable (International Renewable Energy Agency), el coste de generación eléctrica con energía eólica terrestre ha disminuido alrededor de un 25% desde el año 2010 (dato extraído del informe «Costes de generación eléctrica renovable en 2017», publicado en enero de 2018). La compañía Ørsted (antes DONG Energy), que se acaba de adjudicar el mayor parque eólico marino del mundo, Hornsea 2, ha reducido el coste de generación del kilovatio hora marino un 63% en los últimos seis años.

### EÓLICA EN CLAVE DE... ESTRATEGIA

- El sector eólico es clave, según la AEE, para cumplir el objetivo europeo de un 20% del consumo de energía procedente de fuentes renovables en 2020.
- El viento es una fuente de energía inagotable y autóctona, una fuente de energía que el año pasado generó el 17,8% de los kilovatios que produjo el parque eléctrico nacional, o sea, electricidad equivalente a la que demandarían 12 millones de hogares.
- Los 23.121 MW eólicos que había en España a 31 de diciembre de 2017 están repartidos en 1.080 parques eólicos que se encuentran distribuidos por 800 municipios.
- Gracias a toda esa tecnología, el viento produjo en España el año pasado 46.942 gigavatios hora (GWh), según el operador del sistema eléctrico nacional, Red Eléctrica de España. Solo una tecnología de generación de electricidad produjo más gigavatios, la nuclear, que además de electricidad nos legó, a nosotros y a las generaciones venideras, los correspondientes residuos radiactivos.
- España es el quinto país del mundo por potencia eólica instalada tras China, Estados Unidos, Alemania e India.

## Evolución anual y acumulada de la potencia instalada en España



que conduciría al país hasta un Escenario 2030 en el que España podría alcanzar los 40.000 megavatios de potencia eólica instalados. Para ello, debería ejecutar 1.200 megas cada año en el período 2020–2030.

La patronal, que asegura está preparada para ir alcanzando esos hitos (el de 2020 y el de 2030), calcula que las emisiones del

sector eléctrico español se reducirían en 2020 en un 30% con respecto a las registradas en 2005 (año de referencia para el sistema europeo de comercio de emisiones, European Union Emissions Trading System) y en un 42% en 2030.

Más aún: la Asociación está convencida de que el sistema eléctrico nacional puede

acabar completamente descarbonizado en el año 2040: “el mix eléctrico español alcanzaría un 40% de cobertura de la demanda con renovables en 2020, un 62% en 2030, un 92% en el año 2040 y un 100% para 2050” (en 2040, para cuadrar el 100% de descarbonización, AEE computa, aparte del 92% renovable, un 8% nuclear).

## La minieólica española, de etiqueta

El Ministerio de Energía, el Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (Ciemat, Ministerio de Competitividad) y la Asociación de Empresas de Energías Renovables (APPA) lanzaron conjuntamente el pasado verano el «Etiquetado de aerogeneradores de pequeña potencia» (máquinas de hasta 100 kilovatios). ¿Objetivo? Reforzar –según APPA– la confianza del usuario final en esta tecnología. El etiquetado se basa en las recomendaciones de la Agencia Internacional de la Energía, será voluntario para los fabricantes, e informará sobre la seguridad, el nivel de ruido, la producción anual, etcétera.

Es ha sido sin duda el gran hito de la minieólica en 2017, un hito al que, hace apenas unos días, ha seguido otro igualmente trascendente para este sector: la constitución de la sección de Autoconsumo de APPA, que, como su propio nombre indica, pretende promover esta solución de ahorro –el autoconsumo– en España. Y mencionamos aquí esa constitución porque el autoconsumo no es solo cuestión de fotovoltaica, ni mucho menos. La minieólica también tiene ahí mucho que decir. Por eso, entre los ocho socios fundadores de esta sección de APPA, se encuentra Bornay, el buque insignia de la minieólica *made in Spain*.

Otro de los grandes acontecimientos minieólicos que ha tenido lugar en los últimos meses en España ha sido la conferencia final del proyecto SWiP (Small Wind Project), iniciativa financiada por la Comisión Europea y coordinada por el Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos (Circe). En la conferencia, celebrada en Zaragoza a finales del pasado mes de septiembre, participó, entre otros expertos, el ingeniero aeronáutico Félix Avia, investigador de la Unidad de Energía Eólica del Ciemat. Avia contó en Zaragoza que en España hay ocho fabricantes de miniaerogeneradores y, en el mercado global, unos 350 modelos de miniaeros de menos de 50 kilovatios.

El ingeniero del Ciemat presentó además un análisis sobre el precio de los aerogeneradores de un kilovatio (1 kW). Según ese análisis, hay bastantes miniaeros de esa potencia en el mercado “con un precio en el entorno de los 1.000 € (precio del aerogenerador más el regulador, por lo que habría que añadir –matizaba el experto– el coste de la torre soporte y la instalación)”. Pues bien, Avia explicó en Zaragoza que ese precio es “claramente competitivo con otras opciones para la alimentación de sistemas aislados; como ejemplo comparativo –dijo–, las soluciones fotovoltaicas, en la actualidad, presentan un coste para un sistema de 1 kW (incluyendo las placas y el regulador) entre los 1.000 y los 1.500 €”.

Según la Asociación Mundial de la Energía Eólica (World Wind Energy Association, WWEA), en España había a finales de 2015 aproximadamente 7.250 miniaerogeneradores instalados, que sumaban alrededor de 7.400 kilovatios de potencia (ambos datos, que son los más actualizados de que dispone WWEA, proceden del informe «2017 Small Wind World Report», que la Asociación hizo público el pasado mes de junio). Según ese informe, que es el más completo y actualizado de su género a escala global, España es la octava potencia del mundo por unidades instaladas y la novena por potencia.

La situación del sector en España, a día de hoy, no difiere mucho de la que presentó WWEA el pasado verano, porque, aunque “existe demanda, el sector está estancado”, según reconocía el presidente de la Asociación de Empresas de Energías Renovables, José Miguel Villarig, participe también de la conferencia final del proyecto SWiP. Hay varias ventanas de oportunidad no obstante que empiezan a abrirse: “el autoconsumo –apunta Villarig– es una de ellas; las baterías también abren nuevas opciones para esta tecnología; y la hibridación con fotovoltaica, que es una tecnología con la que la minieólica se complementa muy bien, es también una buena solución” (la FV es más diurna; el viento, más noctívago).



La Hoja de Ruta Eólica 2050 que ha elaborado la patronal del sector –«Elementos necesarios para la transición energética»– propone una serie de medidas a implementar en los próximos cuatro años. La asociación lo tiene muy claro: por sí solo, el mercado eléctrico español, tal y como está diseñado actualmente, no va a dar las señales de precio que son necesarias para incentivar las inversiones que nos conduzcan “a un 100% de descarbonización de la electricidad en España”. Más aún: la Asociación está convencida de que, dada esta situación, ni siquiera vamos a pasar “por los hitos intermedios de cumplir los objetivos europeos a 2020 y alcanzar más de un 80% de descarbonización del sector eléctrico en 2030”. Habida cuenta de todo ello, la AEE propone una serie de medidas, a adoptar “a corto plazo, con un horizonte temporal de menos de cuatro años”. Son estas.

### 1. Marco regulatorio y planificación

- Definir objetivos vinculantes a 2030 para el sector eléctrico “y para el resto de los sectores”. El objetivo es reducir entre un 80 y un 95% de las emisiones de CO<sub>2</sub> para 2050. La senda 2020–2050 debe con-

tener objetivos parciales cada cinco años “para cada sector”.

- Eliminar de la factura de la electricidad los costes ajenos al suministro. El objetivo es que esta refleje el coste real de la electricidad.
- Favorecer –regulatoriamente– la descarbonización total (en el horizonte 2040) del sector eléctrico. Establecer un valor límite de emisión para las instalaciones de generación nuevas.
- Instituir un marco estable que favorezca la instalación de nueva potencia renovable.
- Fijar calendarios (de implantación de potencia, de subastas...).
- Establecer mecanismos estables de retribución. Si los flujos de caja futuros son predecibles –sostiene AEE–, los precios a pagar por el consumidor bajarán.
- Diseñar subastas más sencillas y esquemas retributivos también más sencillos.
- Abrir una ventanilla única para simplificar y agilizar los procesos administrativos.
- Facilitar las inversiones en interconexiones.
- Planificar la red de distribución y transporte de conformidad con los objetivos renovables.

### 2. Mercado eléctrico

- Establecer mecanismos de mercado que propicien señales de inversión a largo plazo.
- Avanzar en la integración de los mercados y en la participación de las energías renovables en los mercados de ajuste.
- Regular la libertad de cierre de instalaciones de generación “de acuerdo con las perspectivas económicas de los propietarios”.
- Instituir una tasa–suelo en el precio del CO<sub>2</sub>.
- Eliminar los price caps (límites superior e inferior) del mercado eléctrico.
- Desarrollar un mercado de garantías de origen. Trasladar al consumidor la obligación de que use un porcentaje equis de electricidad renovable.

### 3. Fiscalidad

- Establecer una fiscalidad que atienda al impacto ambiental, basada en el concepto de “quien contamina paga”. El objetivo es dar señales claras a los inversores.
- Eliminar los cánones eólicos autonómicos y el impuesto nacional del 7% a la generación de electricidad.
- Favorecer la electrificación de la econo-

MASTER IN RENEWABLE ENERGY IN THE MARINE ENVIRONMENT



International Master 4 Universities + 30 Companies



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

2018 - 2020 Edition

Apply Now

[master-rem.eu](http://master-rem.eu)

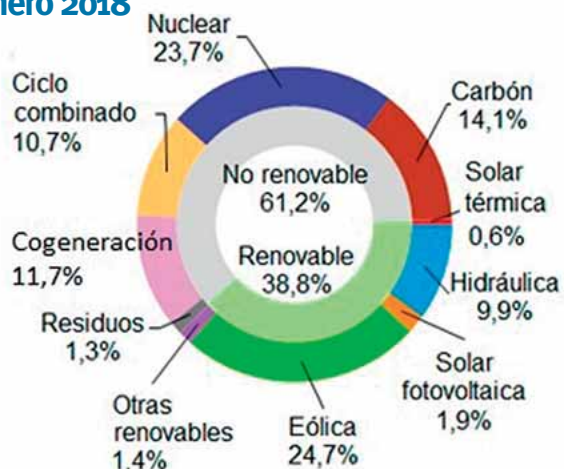
Erasmus Mundus Master  
120 ECTS - On Site  
English lectured

Scholarships available  
International teaching staff  
In-company MSc Thesis

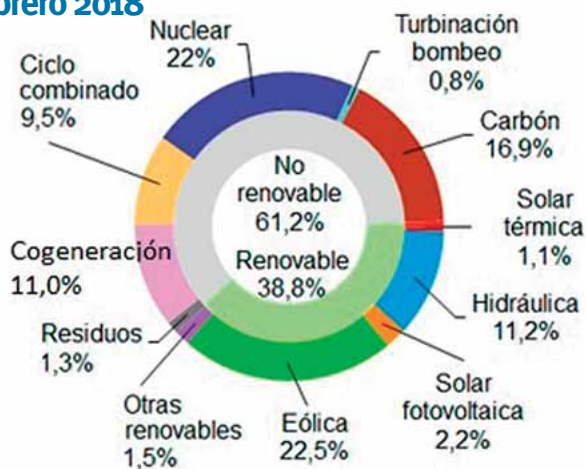
Get the best training in Renewable Energy

## Generación en los meses de enero y febrero de 2018

### Enero 2018



### Febrero 2018



mía modulando las cargas fiscales que habrán de soportar todas y cada una de las fuentes energéticas.

#### 4. Nuevos mecanismos de financiación

- Utilizar tasas ambientales para financiar proyectos que hoy no podrían competir pero que tienen un gran potencial de desarrollo.
- Apoyar el despliegue de nueva potencia renovable con financiación institucional blanda.
- Establecer un marco que favorezca el desarrollo de nuevos mecanismos de financiación verde: bonos verdes públicos y privados.

#### 5. Desarrollo tecnológico

- Elaborar un Plan Nacional de Electrifica-

ción, “principalmente del transporte”.

- Establecer un marco regulatorio que promueva la incorporación del almacenamiento.
- Introducir mecanismos regulatorios, administrativos y económicos/fiscales que incentiven la repotenciación y la extensión de vida de las instalaciones.
- Fomentar la I+D+i.

#### 6. Gobernanza

- Establecer, mediante normativa, sistemas y medidas de vigilancia del cumplimiento de los hitos de la ruta hacia la descarbonización (publicación obligatoria de informes de seguimiento).
- Establecer “medidas claras de corrección y resolución de potenciales desviaciones” (posibilidad de sanciones).

- Establecer “medidas de coordinación entre todas las administraciones” (fijación de un sistema de responsabilidades).
- Crear un “ente único independiente y de gestión y control de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética” que esté obligado a “rendir cuentas anualmente ante el Congreso”.
- Establecer un fondo de Transición Energética financiado por medidas fiscales medioambientales para promover medidas de eficiencia energética y tecnologías renovables aún no viables comercialmente pero de interés estratégico para el país (undimotriz, eólica marina, geotérmica, baterías, etcétera).

■ **Más información:**  
 → [www.aeeolica.org](http://www.aeeolica.org)

## ¿Qué opina AEE de las subastas?

La Asociación es perfectamente consciente de que “las subastas en 2016 y 2017 han dado un impulso al sector eólico, tras tres años en los que solo se habían instalado 65 MW eólicos en el país, frente a los 2.334 MW del trienio anterior”. Sin embargo, son muchas las voces del sector que apelan a sistemas de subastas más simples, como en otros países, y diferenciados por tecnologías (subastas específicamente eólicas; y específicamente fotovoltaicas; etcétera). Además, la AEE prefiere normativas (relativas a los incentivos que se otorgan a través de las subastas) menos inestables que la española (la normativa española implica revisiones cada seis años, con el consiguiente riesgo de arbitrariedad administrativa).

#### Adjudicatarios de la subasta celebrada en enero de 2016

Consorcio Aragonés de Recursos Eólicos SL: 300.000 kilovatios (kW)  
 Crossfield Engineering SL: 40 kW  
 Desarrollos Renovables del Ebro SL: 29 kW

EDP Renovables España SLU: 93.200 kW  
 Eólica Montes de Cierzo SL: 1.670 kW  
 Ingeniería y Planificación Sostenible SL: 61 kW  
 Jorge Energy SL: 102.000 kW  
 Planta Enersos III SL: 3.000 kW  
 Total: 500.000 kW (o quinientos megavatios, 500 MW)

#### Adjudicatarios de la subasta celebrada en mayo de 2017

Alfanar Co: 3 kW  
 Cobra Concesiones SL: 3 kW  
 Cepsa Gas y Electricidad SA: 1 kW  
 Enel Green Power España SL: 540.098 kW  
 EDP Renovables España SLU: 2 kW  
 Energías Eólicas y Ecológicas 54 SL: 237.500 kW  
 Energías Renovables del Bierzo SL: 3 kW  
 Gestamp Eólica SL: 1 kW  
 Gas Natural Fenosa Renovables: 666.999 kW  
 Greenalia Power SL: 1 kW  
 Hocensa Empresa Constructora SA: 3 kW  
 Norvento SLU: 128.600 kW

Sociedad Aragonesa Transeuropea de Energías Renovables (Forestalia): 1.200.000 kW  
 Sistemas Energéticos Sierra de Valde Fuentes SLU (Siemens Gamesa): 206.450 kW  
 Total eólica: 2.979.684 kilovatios (o 2.979,684 megavatios, MW).

#### Adjudicatarios de la subasta celebrada en julio de 2017

Alfanar Co: 720.000 kW  
 Boreas Tecnología SL: 5.000 kW  
 Fergo Galicia Vento SL: 24.000 kW  
 Greenalia Power SL: 133.333 kW  
 Grupo Empresarial Enhol SL: 2.500 kW  
 Hocensa Empresa Constructora SA: 49.000 kW  
 Ibervento Infraestructuras SL: 171.585 kW  
 Inverolica de Abella SL: 14.000 kW  
 Operación y Mantenimiento de Minicentrales Hidráulicas: 6.000 kW  
 Wind Hunter SL: 2.400 kW  
 Total: 1.128 MW



InnoEnergy  
Knowledge Innovation Community

InnoEnergy **Master's School**

# Ingenieros de hoy. Innovadores del mañana.



Toma tu lugar en el futuro energético.  
**¡Inscríbete hoy!**

**7** programas de máster

**14** universidades europeas

**10** países

**3** escuelas de negocio

**70+** socios industriales

**27** nacionalidades

**1** comunidad pan-Europea

**Doble diplomatura:**  
2 años  
2 universidades

**93% de estudiantes**  
con puestos de  
trabajo relevantes  
6 meses después de  
la graduación

**15% por encima**  
del salario medio  
europeo

**12% de graduados**  
crean sus start-ups  
después de la  
graduación

Inscripciones  
abiertas hasta el  
22 de abril de 2018

Más información e inscripción

[www.innoenergy.com/masterschool](http://www.innoenergy.com/masterschool)

Contacto: [masterschool@innoenergy.com](mailto:masterschool@innoenergy.com)

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



InnoEnergy is supported by the EIT,  
a body of the European Union



7ª Encuesta sobre mantenimiento de parques eólicos

# ¿Cómo afectará la concentración de empresas a la O&M?

*La madurez del sector se deja notar en la concentración de empresas del sector eólico. Las fusiones de Siemens–Gamesa y Nordex–Acciona han provocado que la práctica totalidad de los aerogeneradores instalados en nuestro país sean cosa ya de cinco fabricantes. Que, a su vez, han integrado a algunos proveedores independientes (ISP) en sus estructuras. El efecto que pueda tener sobre los trabajos de mantenimiento está por ver. Pero el universo de esta encuesta, ya de por sí reducido, no deja de menguar.*

Luis Merino

**P**or séptimo año consecutivo tienes delante la Encuesta de Mantenimiento de Parques Eólicos. Es, además, el tercer año en el que publicamos una encuesta cruzada. Es decir, propietarios y mantenedores se ponen nota mutuamente. Y como hemos hecho en ediciones anteriores, nos gusta recordar que se trata de una encuesta valiosa no exenta de limitaciones. La primera, que trabajamos con un universo estrecho, con una veintena de promotores a un lado y una veintena de mantenedores al otro. Encuestas similares que se hacen en Alemania, por ejemplo, se envían a más de 2.000 propietarios. Y se reciben cientos de cuestionarios respondidos.

En nuestro caso tenemos que conformarnos con enviar la encuesta a 16 propietarios de parques. Han respondido 12, que han valorado las tareas de mantenimiento realizadas por tecnólogos y proveedores independientes de servicios (ISP). Eso sí,

como en anteriores ocasiones, esas 12 compañías suman el 75% de la potencia eólica instalada en España, lo que garantiza la representatividad de este trabajo. Por otro lado, se han enviado 21 encuestas a otros tantos fabricantes de aerogeneradores e ISP. También aquí hemos recibido 12 respuestas. Como siempre, se trata de una encuesta anónima que preserva la confidencialidad de las empresas que responden y las calificaciones que dan. Todas las empresas que aparecen han sido valoradas, al menos, por dos encuestados.

Otra limitación es, precisamente, la relación que existe entre tecnólogos e ISP. O entre propietarios de parques y proveedores independientes, que, en algunos casos, pertenecen a los mismos grupos empresariales. Lo que podría desvirtuar la valoración real que hacen cuando califican a los de “su empresa”. Obviar esas respuestas, en todo caso, complicaría aún más la realidad de un universo ya de por sí escaso.

Como dijimos el año pasado, y repetimos textualmente, “nadie dijo que hacer una encuesta de este tipo fuera fácil. Hay limitaciones: una muestra pequeña; propietarios y mantenedores que, en algunos casos, pertenecen al mismo grupo; sospechas de que alguna empresa puntúa para fastidiar al contrario... Queríamos compartir estas dudas con todo el sector. Y decir que, a pesar de esas limitaciones, estamos convencidos del valor de la encuesta”. Con ello presente, conviene recordar que compañías como Iberdrola, Acciona, EDPR, Enel Green Power España, Gas Natural Fenosa, los cinco fabricantes de aerogeneradores y media docena de proveedores independientes son calificados por numerosos encuestados, que hacen que su valoración resulte de sobra relevante. ■



La potencia instalada en renovables sigue creciendo a un ritmo vertiginoso en el mundo año tras año. En febrero de 2018 se han superado los 500 GW eólicos, lo que lleva asociado un incremento del negocio del Service en plantas renovables (eólica y solar principalmente, aunque no sólo) que mueve cifras astronómicas, más de 20.000 millones de euros al año, y por el que las empresas especializadas pugnan en todos los rincones del mundo. Se espera, además, que superada la crisis mundial el ritmo de instalación se acelere aún más en los próximos años en busca de los ambiciosos objetivos de descarbonización del planeta.

Los cambios normativos que se han producido en el sector en España han llevado a una reducción drástica de la retribución de la energía producida lo que ha provocado un efecto muy significativo en el enfoque de los propietarios de los parques en la Operación y Mantenimiento, la migración desde modelos de contratos *Full Service* (todo incluido) en el que el sector se movió cómodamente durante muchos años a modelos de bajo alcance *Basic* (preventivos con consumibles y pequeños correctivos) en busca de una reducción de nuestros costes operativos.

Entre las empresas mantenedoras eólicas hay que diferenciar dos grupos: los propios fabricantes de las turbinas por un lado y los independientes (*ISP-Independent Service Providers*) por otro. Estamos viendo que los fabricantes pretenden mantener las flotas propias y hacerse con MW de otras tecnologías (multi-brand) para aumentar así su cartera de parques mantenidos porque el efecto volumen en un negocio como el del O&M eólico es muy importante. Mientras tanto los ISP se están hiperespecializando por modelos de turbinas y, en muchos casos, constituyen una competencia muy fuerte frente a los propios fabricantes.

Los objetivos del O&M en este escenario mucho más restrictivo son dos: reducción de los costes operativos (OPEX), e incremento de la eficiencia operativa de las plantas. Para conseguirlos tenemos diferentes palancas sobre las que pivota nuestra estrategia.

## Innovación tecnológica

Introducimos mejoras de todo tipo en nuestras turbinas y *up-grades* que pasan por un proceso de validación exigente, desde el piloto hasta su instalación masiva. Un ejemplo es la reconversión de turbinas de velocidad fija en velocidad variable, un claro exponente de la apuesta de la rama de renovables de Endesa, Enel Green Power España (EGPE), por la innovación en nuestras estrategias de extensión de vida.

Hasta finales de la década de los 90, las turbinas de velocidad fija fueron utilizadas mayoritariamente. Entonces, llegó el desarrollo de la velocidad variable, y con ello dejaron de ser utilizadas las anteriores, debido a las grandes ventajas que la velocidad variable presentaba: un mejor control de la potencia generada, menor estrés mecánico y mejor calidad de la energía vertida a la red.

EGPE, en colaboración con Ingeteam, ha desarrollado con éxito un proyecto innovador de extensión de vida en un parque eólico de Galicia, compuesto por aerogeneradores tecnología Neg Micon 52, utilizando el concepto de velocidad variable expuesto. Los resultados del proyecto son altamente satisfactorios debido a que, además de conseguir aumentar la producción anual de energía (AEP) en más de un 7% –uno de los objetivos principales del proyecto era implementar una solución que optimizase la inversión con un alto retorno (ROI)–, se han reducido significativa-

mente las cargas soportadas por los principales componentes del aerogenerador alargando el tiempo de vida de los mismos.

## Predictivo

Disponemos de una *Monitoring&Diagnostic Room* (MDR) que analiza desde Madrid las vibraciones de 2.000 aerogeneradores en todo el mundo. Esta técnica de mantenimiento predictivo permite obtener importantes ahorros de O&M por la detección anticipada de daños en el tren de potencia. Entre los principales beneficios están las averías evitadas por intervención sobre mecanismos de causa raíz y las reparaciones *uptower* de los grandes componentes, mucho menos costosas que las sustituciones y reparaciones en taller.

Destacan en la MDR tres puntos fuertes. En primer lugar su equipo, compuesto por cinco personas certificadas como analistas de categoría III según la ISO 18436-2, y con una experiencia media de más de 14 años como expertos en mantenimiento predictivo. En segundo lugar, su versatilidad para trabajar con los sistemas de los principales fabricantes del sector eólico (BKV, Gram&Juhl, Gamesa, SKF, Ingeteam o Mita Teknik) y la disposición de todas las herramientas para utilizar dichos sistemas. En último lugar, pero no menos importante, una metodología de trabajo basada en la mejora continua gracias al *feedback* recibido por las propias plantas del grupo Enel, en las que se ejecutan las recomendaciones provenientes de sus análisis.

EGPE fundamenta su estrategia de mantenimiento predictivo en la digitalización de toda la información disponible de los aerogeneradores, complementando los análisis de vibraciones con dos técnicas más de predictivo. Las analíticas de aceite de multiplicadoras y grupos hidráulicos se digitalizan para conformar una potente base de datos, que crece a razón de las más de 4.500 muestras que se analizan anualmente. Esto permite a sus expertos, también certificados por la ISO 18436-4, crear y mejorar lógicas de alarma a partir del conocimiento adquirido tras años de operación. Así se optimiza la vida de los aceites, se detectan los problemas de lubricación antes de que se produzcan averías, y se programan reparaciones y sustituciones de componentes optimizando los costes de mantenimiento.

El *big data* aplicado a datos de Scada de las turbinas maximiza las capacidades en predicción y prevención de averías. Los datos de Scada, tradicionalmente utilizados para proteger y operar los activos, pasan a convertirse en un activo esencial gracias a la digitalización. Recogidos en una base de datos, y mediante la aplica-

*sigue en pág 28...*





# 7ª Encuesta sobre mantenimiento de parques eólicos

## FABRICANTES AEROGENERADORES

La encuesta se ha enviado a 16 empresas propietarias de parques eólicos y han respondido 12. Es una encuesta anónima, que recoge las valoraciones, de 5 a 1, que los propietarios de parques hacen de los trabajos de mantenimiento que realizan 5 fabricantes de aerogeneradores y 10 proveedores independientes. Todas ellas han sido calificadas al menos por dos operadores. Al final de la tabla viene la puntuación media en cada una de las preguntas y la media obtenida en años anteriores para ver la evolución. Además, se incluye la suma final de puntos de todas las empresas valoradas.

EMPRESAS	Siemens- Gamesa	Vestas	GE- Alstom	Nordex- Acciona	Enercon	Media 2018	Media 2017	Media 2016	Media 2014	Media 2012
<b>– MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>										
1. Coordinación y ajuste al mantenimiento programado	3	3	3	3	4	<b>3,2</b>	3,3	3,7	2,8	3,6
2. Calidad del trabajo realizado	3	3	3	3	4	<b>3,2</b>	3,4	3,4	2,8	3,3
3. Informe posterior sobre el trabajo de mantenimiento realizado	3	2	2	2	2	<b>2,2</b>	2,9	2,6	2,4	1,8
4. Satisfacción con la relación calidad-precio	3	3	2	2	2	<b>2,4</b>	2,9	2,7	2,4	2,5
<b>– REPARACIONES NO PROGRAMADAS</b>										
5. Accesibilidad del equipo técnico que realiza el servicio	3	3	3	3	2	<b>2,8</b>	2,9	3	2	2,8
6. Celeridad a la hora de hacer las reparaciones solicitadas	2	3	3	2	3	<b>2,6</b>	2,7	2,7	2,6	2,8
7. Calidad del trabajo realizado	3	3	3	3	4	<b>3,2</b>	3	3,6	3,4	3,5
8. Comentarios sobre el trabajo realizado	3	2	3	3	3	<b>2,8</b>	2,4	2,6	2,4	2
9. Satisfacción con la relación calidad-precio	3	3	3	2	2	<b>2,6</b>	3	3	2,6	2,8
10. Disponibilidad de la información relativa a la causa del fallo	2	2	2	2	2	<b>2</b>	2	2,1	1,8	1,5
<b>– SERVICIOS EXTRAORDINARIOS</b>										
11. Mejoras no solicitadas	3	3	3	2	3	<b>2,8</b>	3	2,8	2,4	1,8
12. Ajuste a la disponibilidad garantizada	4	3	3	4	4	<b>3,6</b>	3,7	3,8	2,8	3,8
13. Disponibilidad de información técnica	2	2	2	3	3	<b>2,4</b>	2,4	2,4	1,6	1,8
<b>– OTRAS CUESTIONES</b>										
14. ¿Los aerogeneradores se comportan conforme a lo esperado?	3	4	3	4	4	<b>3,6</b>	3,9	3,7	3,4	3,8
<b>TOTAL:</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>42</b>					

... viene de la página 27

ción de cálculos de *big data*, EGPE detecta fallos de los sistemas en sus etapas más incipientes, por ejemplo, anomalías en sistemas de refrigeración que pueden corregirse a tiempo, anticipando un fallo más grave. También consigue a través de esta técnica supervisar el estado de otros sistemas de turbina no accesibles desde el análisis de vibraciones y aceite. Todas las capacidades anteriormente comentadas se las estamos ofreciendo también a terceros que requieran un análisis predictivo experto.

### Logística

La potencia eólica de EGPE está compuesta por unas 2.000 turbinas de diferentes fabricantes con más de 30 modelos que van desde 3 MW a los 180 kW de las más antiguas. Nuestra logística es compleja por el gran número de modelos y, por tanto, por el elevadísimo número de referencias que tenemos que gestionar. La flota se verá incrementada en breve por los nuevos modelos de > 3 MW que llegarán con los nuevos parques adjudicados en la subasta de 2017 y que ascienden a una potencia eólica adicional de 540 MW. Son turbinas más fiables, más eficientes, lo que

nos permitirá incrementar aún más nuestros niveles de eficiencia operativa. La logística es estratégica para poder dar unos niveles de eficiencia operativa altísimos si atendemos a la complejidad de la flota ya que se reducen significativamente los tiempos de respuesta para la ejecución de pequeños y grandes correctivos.

Estamos tremendamente activos en el mercado de segunda mano en países donde la regulación ha incentivado la repotenciación de parques eólicos y se están desmantelando turbinas de entre 12–15 años. Compramos turbinas de segunda mano, tras exhaustivos análisis eléctricos y mecánicos, que despiezamos y reacondicionamos con el fin de usar los componentes como parte de nuestro stock estratégico. Lo que a priori podría parecer un gran problema, por la tremenda diversidad de la flota a gestionar, se traduce en una gran ventaja competitiva que hace que clientes de todo el mundo llamen a nuestras puertas en busca de componentes en ocasiones difíciles de encontrar o con plazos de suministro larguísimo.

sigue en pág 29...

# 7ª Encuesta sobre mantenimiento de parques eólicos



## PROVEEDORES INDEPENDIENTES

La encuesta se ha enviado a 16 empresas propietarias de parques eólicos y han respondido 12. Es una encuesta anónima, que recoge las valoraciones, de 5 a 1, que los propietarios de parques hacen de los trabajos de mantenimiento que realizan 5 fabricantes de aerogeneradores y 10 proveedores independientes. Todas ellas han sido calificadas al menos por dos operadores. Al final de la tabla viene la puntuación media en cada una de las preguntas y la media obtenida en años anteriores para ver la evolución. Además, se incluye la suma final de puntos de todas las empresas valoradas.

EMPRESAS	EROM	GES	IM Future	Inge-team	Mesa	Santos Maquin. Electr.	GdES	Eiffage	Tamoin	Availon	Media 2018	Media 2017	Media 2016	Media 2012
<b>– Mantenimiento preventivo</b>														
1. Coordinación y ajuste al mantenimiento programado	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,7	3,6
2. Calidad del trabajo realizado	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3,9	3,6	3,5	3,2
3. Informe posterior sobre el trabajo de mantenimiento realizado	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	3,7	3,7	3,6	3
4. Satisfacción con la relación calidad-precio	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3,6	3,8	3,8	2,6
<b>– Reparaciones no programadas</b>														
5. Accesibilidad del equipo técnico que realiza el servicio	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4,1	4	4,3	3,2
6. Celeridad a la hora de hacer las reparaciones solicitadas	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4,1	4,3	3,8	3,6
7. Calidad del trabajo realizado	4	3	4	4	4	5	4	3	4	3	3,8	3,8	3,7	3,4
8. Comentarios sobre el trabajo realizado	4	3	3	4	4	4	4	4	3	3	3,6	3,5	3,6	2,4
9. Satisfacción con la relación calidad-precio	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3,8	4	3,7	3
10. Disponibilidad de la información relativa a la causa del fallo	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3,8	3,7	3,5	2,2
<b>– Servicios extraordinarios</b>														
11. Mejoras no solicitadas	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3,1	3,5	3	1,8
12. Ajuste a la disponibilidad garantizada	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3,7	3,7	3,7	4
13. Disponibilidad de información técnica	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3,7	3,7	3,6	3,2
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>44</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>45</b>				

... viene de la página 28

### Operación remota

El Centro de Control de EGPE, situado en la sede de Endesa en Madrid, trabaja 365 días al año, 24 horas al día, controlando de forma constante todos y cada uno de los aerogeneradores u otro tipo de unidad de generación que conforma nuestra flota, así como subestaciones, para coordinar las alarmas y propiciar una rápida resolución de las incidencias, cuando éstas se produzcan. De esta manera, aportamos nuestros esfuerzos con un doble fin: técnico (garantizar la operación y disponibilidad de nuestras instalaciones) y económico (priorizando la disponibilidad en periodos de precios altos). Está organizado por cuatro patas: operación, Scadas y procesos de telecontrol, operación de red, y *Back Office*. Todo esto se traduce en cifras para el 2017 de 14.054 *resets*, gestión de 205 descargos y un total de 35 GWh de energía recuperada. En la actualidad operamos el total de las plantas de EGPE así como algunas plantas de terceros a los que les prestamos este mismo servicio a precios muy competitivos.

### Equipo

Y por supuesto nuestra palanca fundamental es el equipo, un equipo joven, preparado, comprometido, competitivo, motivado, que gestiona estos casi 2 GW de potencia y que espera ansioso la llegada de las nuevas plantas eólicas y fotovoltaicas (879 MW adicionales adjudicados en las subastas) que integramos en nuestra cartera en 2018 y 2019.

El mundo en el que vivimos no para y nosotros tampoco. Siempre disponibles e imparables, somos parte fundamental de este tiempo de cambio, somos renovables porque nuestro mundo será más pronto que tarde 100% renovable.

*\*Juan Tesón es director de O&M Eólica-Solar-Biomasa en Enel Green Power España, división de Energías Renovables de Endesa.*

■ **Más información:** [www.endesa.com](http://www.endesa.com)

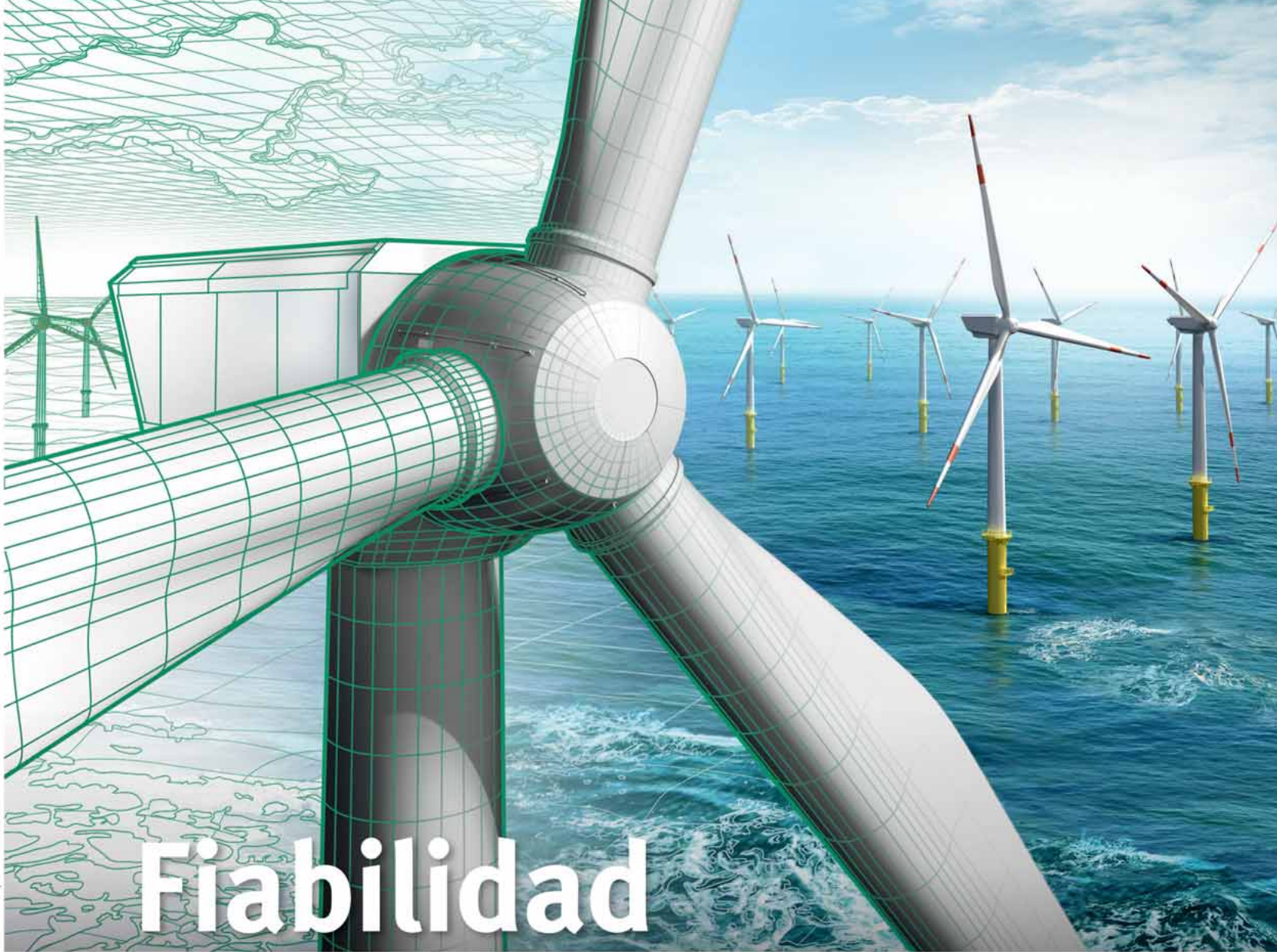


# 7ª Encuesta sobre mantenimiento de parques eólicos

## PROPIETARIOS DE PARQUES

La encuesta se ha enviado a 21 empresas, fabricantes de aerogeneradores e ISP que realizan tareas de mantenimiento de parques eólicos y han respondido 12. Es una encuesta anónima, que recoge las valoraciones, de 5 a 1, que estas empresas hacen sobre la actitud de los propietarios a la hora de plantearse las tareas de mantenimiento de sus parques. Se pone nota a 14 empresas que suman la mayor parte de la potencia eólica instalada en España. Todas ellas han sido calificadas al menos por dos empresas. Al final de la tabla viene la puntuación media en cada una de las preguntas. Además, se incluye la suma final de puntos de las empresas valoradas.

EMPRESAS	Iberdrola	Acciona	EDPR	EnelGP	GasNF	Iberéolica	GamesaE	Plenium P	Enerfin	Viesgo	Renovalia	MoEbro	ENavarra	Exus	2018	2017	2016
<b>– Metodología de trabajo/Comunicación</b>																	
1. Seguimiento directo y continuo de las instalaciones	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4,1	3,9	4
2. Implicación en las tareas en campo	4	4	4	4	3	3	4	3	4	4	3	5	4	4	3,8	3,4	3,4
3. Comunicación con contratistas. Accesibilidad para el intercambio de información	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	3	4	4	4	3,6	3,7	3,8
4. Criterios de trabajo definidos y claros	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3,5	3,3	3,5
<b>– Perfil</b>																	
5. Capacidad técnica de la empresa propietaria para entender la situación y plantear soluciones	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3	5	4	3	3,7	3,6	4,1
6. Capacidad de gestión y organizativa	4	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3,7	3,6	3,8
7. Actitud positiva a nuevas propuestas, innovación: predictivo, alargamiento vida útil	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	5	4	3	3,3	3,4	3,6
<b>– Estrategia de O&amp;M</b>																	
8. Estrategia definida	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3,9	4	4,1
9. Apertura a ISP vs OEM (ISP versus fabricante de equipos original)	4	4	4	4	4	3	2	2	3	3	3	3	4	3	3,3	3,4	3,5
10. Duración y estabilidad de contratos	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	3,5	3,6	3,5
11. Comunicación clara de necesidades al proveedor	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	4	5	3,6	3,5	3,8
<b>– Criterios de selección a la hora de contratar O&amp;M</b>																	
12. Precio	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4,3	4	4
13. Conocimiento/Experiencia	4	4	4	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3,6	3,9	3,7
14. Certificaciones (Calidad, Medio Ambiente...)	5	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3,7	3,6	3,6
<b>– Sistemas de Gestión/Formación</b>																	
15. Prevención de riesgos laborales, implicación, criterios propios, seguimiento, medición	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4,1	4,1	4,2
16. Calidad, implicación, criterios propios, seguimiento, medición	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3,5	3,6	3,6
17. Criterios propios de formación	3	4	3	4	3	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3,2	3,4	3,2
18. Conocimientos de estándares internacionales	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3,8	3,4	3,1
<b>TOTAL:</b>	<b>70</b>	<b>71</b>	<b>69</b>	<b>69</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>62</b>	<b>59</b>	<b>66</b>	<b>60</b>	<b>59</b>	<b>76</b>	<b>65</b>	<b>68</b>			



# Fiabilidad



Más información sobre los productos y servicios de Schaeffler para el sector eólico

## Made by Schaeffler

Para que un aerogenerador sea rentable precisa componentes fiables. Ofrecemos la mejor solución para cada aplicación de rodamientos en aerogeneradores y un concepto integrado para obtener la máxima seguridad:

- Diseño óptimo con programas avanzados de cálculo y simulación.
- Simulaciones reales en el banco de pruebas "Astraios" de Schaeffler, uno de los mayores y más potentes bancos de pruebas para rodamientos grandes del mundo.
- Soluciones innovadoras que contribuyen a prevenir las grietas por fatiga bajo la superficie (WEC).
- Alta disponibilidad de planta gracias a los sistemas de condition monitoring online.

¡Beneficiarse de nuestra experiencia!

[www.schaeffler.es/Aerogeneradores](http://www.schaeffler.es/Aerogeneradores)

**SCHAEFFLER**



La eólica en el mundo en 2017

# Una tecnología cada vez más poderosa

*Las dos principales organizaciones de referencia mundial, el Consejo Global de Energía Eólica (Global Wind Energy Council, GWEC) y la Asociación Mundial de Energía Eólica (World Wind Energy Association, WWEA), presentaban a mediados de febrero su balance anual sobre el estado de esta fuente de energía en 2017, coincidiendo ambas en destacar el buen momento que vive la energía del viento, que ya aporta el 5% de la electricidad que consume el mundo. Una electricidad, recordemos, libre de emisiones de CO<sub>2</sub> y, por tanto, decisiva en la lucha contra el calentamiento global.*

Pepa Mosquera

**E**l 12 de febrero conocíamos los datos aportados por WWEA y dos días más tarde llegaban las estadísticas de GWEC. Con escasas diferencias en cuanto a la potencia añadida en 2017, situada, en ambos casos, por encima de los 52.000 MW. Las estimaciones preliminares de WWEA son que se el año pasado se añadieron 52.552 MW, mientras que GWEC indica que fueron 52.573 MW. Es decir, una mínima diferencia entre los cálculos de una y otra organización y que reflejan claramente el poderoso músculo que ha desarrollado la eólica en apenas tres décadas. Esta tecnología suma ya 540.000 MW instalados a lo largo y ancho del globo –cifra difícil de imaginar cuando iniciaba su andadura– y todo hacer prever que seguirá añadiendo bastante más potencia, al menos a medio plazo. De mo-

mento, bajo el liderazgo de China, que está sabiendo aprovechar como pocos países las posibilidades que ofrecen las energías limpias para poner coto a la contaminación que ha provocado en sus ciudades el abuso del carbón. (50.018) e India (28.700).

## ■ El mercado según WWEA

A finales de 2017, en el mundo había una capacidad eólica instalada de 539.291 MW, capaz de atender las necesidades de electricidad del 5% de la población mundial, según los números de esta asociación. La potencia añadida ese año (52.552 MW) fue ligeramente superior a la de 2016 (51.402 MW instalados) y es la tercera más alta lograda en un año, tras los números récord conseguidos en 2014 y 2015. La Asociación Mundial de Energía Eólica



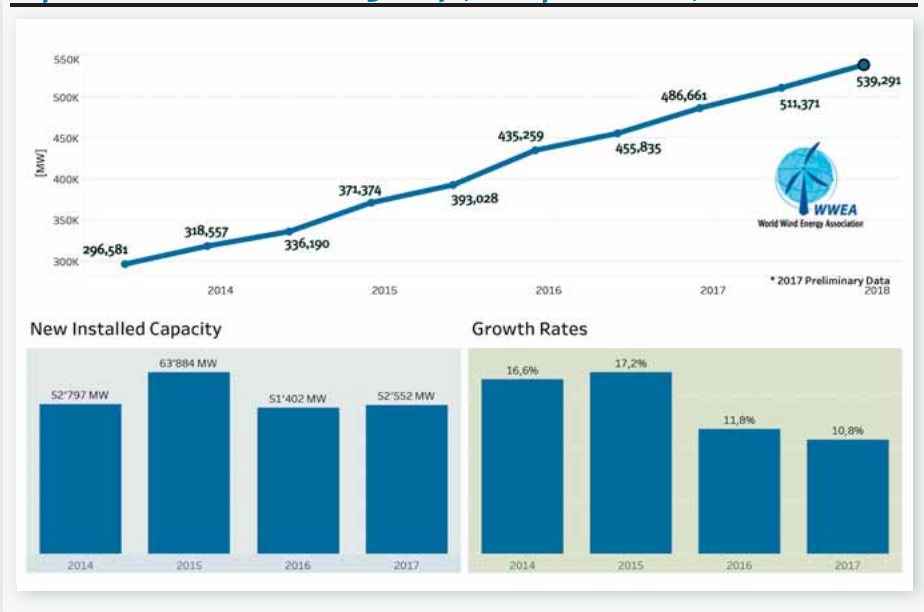
puntualiza, no obstante, que la tasa de crecimiento de 2017 fue de “solo” un 10,8%, la más baja desde el inicio del despliegue industrial de las turbinas eólicas a fines del siglo XX. También advierte de que algunos de los principales mercados, en particular en Europa, sufrieron un estancamiento el año pasado, sobre todo los de España y Portugal.

WWEA mantiene, además, que el nuevo récord de instalación conseguido en Alemania y en algunos otros mercados europeos “es más bien el resultado de un colapso anticipado del mercado, debido al paso del sistema de “feed in tariffs” al de subastas, que ha sido impuesto por la Comisión Europea. A la asociación no le acaba de convencer este sistema ya que opina que “crea importantes dificultades, en particular para los pequeños y medianos inversores”. En cualquier caso, WWEA tiene claro que para muchos países del mundo, la energía eólica se ha convertido en un pilar en sus estrategias encaminadas a eliminar progresivamente los combustibles fósiles y el nuclear. Dinamarca, por ejemplo, estableció un nuevo récord mundial el año pasado, con el 43% de su energía procedente del viento. En otros países, la eólica mantiene igualmente una participación de dos dígitos en el

mix energético, como ocurre en Alemania, Irlanda, Portugal, España, Suecia o Uruguay.

En China, según las cifras de esta asociación mundial, el año pasado se añadieron 19.000 MW (un poco menos que en 2016) y ya cuenta con una capacidad acumulada de 188.000 MW. Así las

### Capacidad total instalada 2013–2017 (datos preliminares)



## A RENEWABLE ENERGY POWERHOUSE

UL now delivers an even more extensive portfolio of renewable energy services, through the acquisition of DEWI and AWS Truepower.

### PRESENCIA GLOBAL



### PRINCIPALES MERCADOS DE ENERGÍAS RENOVABLES



ENERGÍA EÓLICA



ENERGÍA SOLAR



BATERÍAS Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



E-MOVILIDAD

We empower trust by providing sound technical advice for renewable energy projects as they evolve from concept to durable operating assets. True to our roots, we remain keenly responsive to the needs of our clients, helping them build projects that reduce humanity's global carbon footprint and generate healthy financial returns.

### SERVICIOS GLOBALES DE ENERGÍAS RENOVABLES:

- Prognosis Energética
- Due Diligence
- Operación
- Mapas y Datos
- Forecasting
- Software
- Certificación
- Inspecciones
- Ensayos
- Integración Red
- Offshore
- Formación
- I+D
- Extensión Vida
- y más ...



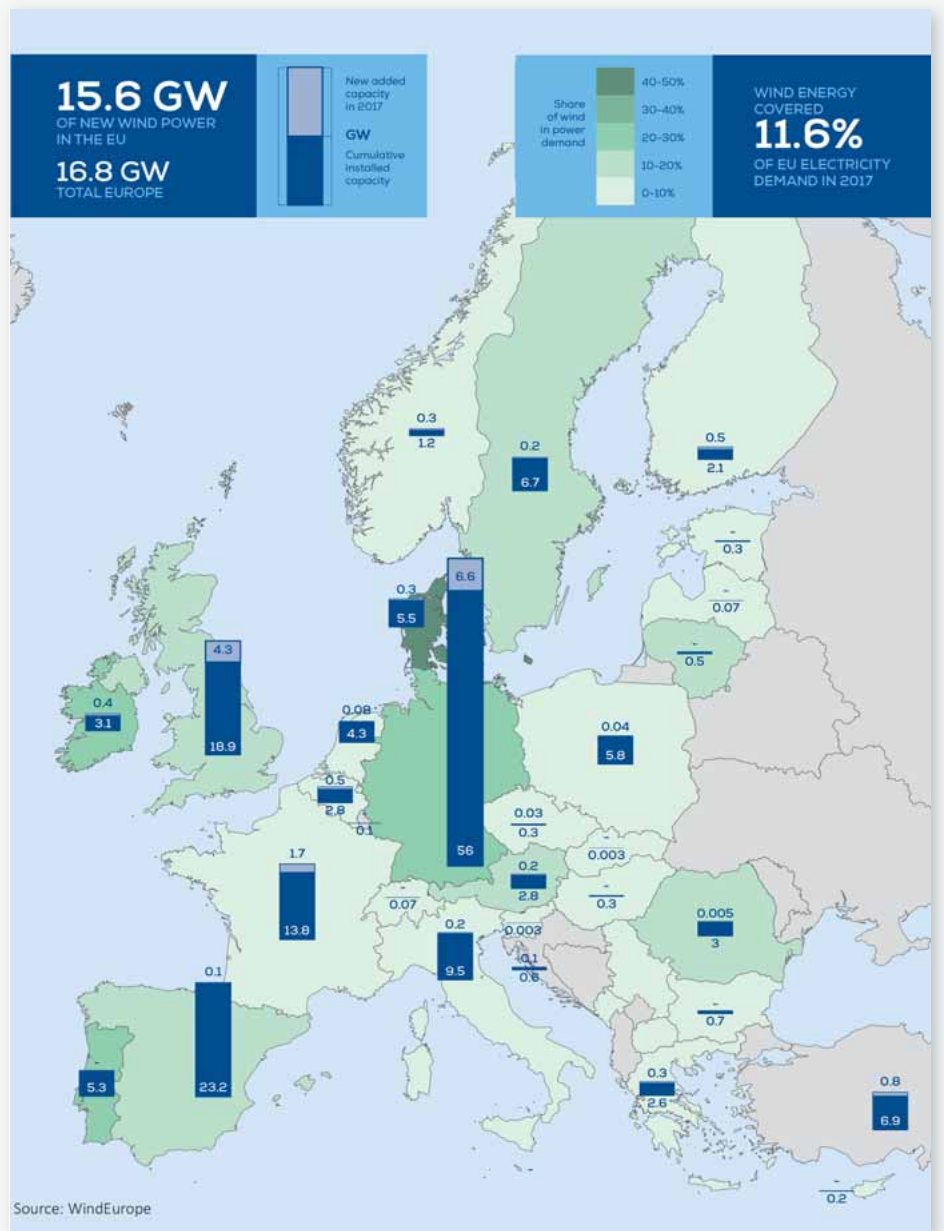
## Los números de Europa

Europa instaló 15.638 MW de nueva capacidad eólica durante 2017, lo que supone un incremento del 25% en relación a 2016. De esta cifra, 12.484 MW corresponden a aerogeneradores en tierra y 3.154 MW a aerogeneradores en el mar, repartidos en 13 parques. Esto significa que ya hay 168.700 MW eólicos en la UE: 153.000 terrestres y 15.800 marinos. Otro hito es que el año pasado se inauguró el primer parque eólico marino flotante del mundo, Hywind Scotland, en Reino Unido.

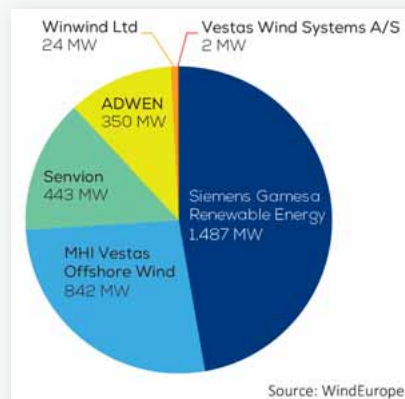
Todos estos datos los aporta WindEurope, que también habla del éxito conseguido por el conjunto de las renovables en 2017. Estas tecnologías acapararon el 85% de la nueva potencia añadida el año pasado (23,9 GW de un total de 28,3 GW añadidos). La eólica fue la tecnología más instalada en la UE, con un 55% del total. La energía del viento es, además, la primera tecnología que utiliza recursos íntegramente autóctonos por potencia instalada. Los 336 TWh generados con toda esa potencia acumulada equivalen a la demanda de 60 millones de hogares de la UE (o el consumo de 150 millones de europeos) y han evitado la emisión a la atmósfera de 187 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, el equivalente al 19% de las emisiones del sector eléctrico de la UE. También nos han ahorrado tener que importar combustibles fósiles por un valor de más de 13.000 millones de euros. Alemania fue el país que más potencia instaló, acaparando el 42% de los megavatios añadidos.

### Aeros en el mar

En eólica marina, fue el segundo, tras Reino Unido, con 1,3 GW y 1,7 GW respectivamente. Europa cuenta ya con más de 4.000 aerogeneradores costa afuera que operan en 11 países, si bien el 98% de los parques eólicos marinos se reparte entre el Reino Unido, Alemania, Dinamarca, los Países Bajos y Bélgica. WindEurope indica que el tamaño promedio de las nuevas turbinas instaladas en el mar es de 5,9 MW, y el de los nuevos parques marinos de 49,3 MW, un aumento del 34% en relación a 2016. También crecieron los factores de capacidad, hasta el punto de que algunos proyectos ya operan con factores de capacidad del 54% (Anholt 1, Dinamarca) o incluso del 65% (Dudgeon, Reino Unido).



## Participación de los fabricantes de aerogeneradores en las instalaciones offshore de 2017



## Siemens-Gamesa, nuevo líder eólico mundial

Los promotores eólicos contrataron en 2017 un total de 47.000 MW de turbinas eólicas terrestres para su instalación en todo el mundo, con cuatro fabricantes acaparando el 53% de los pedidos: Vestas (Dinamarca), Siemens-Gamesa (Alemania-España), Goldwind (China) y General Electric (EEUU). Si a la terrestre se añaden los megavatios instalados en el mar, el líder es Siemens-Gamesa.

Las últimas cifras ofrecidas por Bloomberg New Energy Finance (BNEF) en su informe *Global Wind Turbine Market Shares* muestran que Vestas, número uno en 2016, mantuvo el primer puesto en 2017 en eólica terrestre, con 7,7GW puestas en servicio, lo que equivale a una participación de mercado global del 16%. Siemens-Gamesa, resultado de la fusión en 2016 del negocio eólico del gigante alemán y el fabricante español de turbinas, ocupa el segundo lugar en turbinas en tierra, con 6,8GW en servicio el año pasado. Su cuota de mercado creció un 11% respecto al porcentaje que tenían un año antes las dos compañías fusionadas, y que era del 15%. El tercero es Goldwind, que puso en servicio 5,4 GW y GE, con 4,9 GW, equivalentes a cuotas de mercado de 11% y 10%, respectivamente.

En eólica marina la historia es diferente. Aquí, Siemens-Gamesa figura a la cabeza mundial, con 2,7GW en servicio. Otros jugadores importantes son Sewind, de China, MHI Vestas y Servion de Alemania, cada uno de los cuales sirvió en torno a la mitad de gigavatios.

# MANTENIMIENTO CORRECTIVO PARA EL SECTOR EOLICO

GENERADORES, MULTIPLICADORAS, TRANSFORMADORES, MOTOREDUCTORES...

...viene de pág. 33.

cosas, este país mantiene su posición indiscutible como líder eólico global. El despliegue de la energía solar en China es igualmente asombroso, y el país está en camino de convertir las energías renovables en su principal fuente de energía.

Otros grandes mercados que experimentaron un crecimiento muy fuerte en 2017 fueron: EEUU (6,8 GW agregados, alcanzando los 89 GW en total); Alemania (6,1 GW nuevos, 56 GW en total); India (4,6 GW añadidos, 32,9 GW de capacidad total); Reino Unido (3,3 GW nuevos, 17,9 GW en total), Brasil (2 GW nuevos, 12,8 GW en total) y Francia (1,7 GW nuevos, 13,8 GW en total).

En palabras de Stefan Gsänger, Secretario General de WWEA, “el robusto crecimiento de la energía eólica en todo el mundo es muy alentador y va de la mano de una mayor diversificación geográfica. En este dinámico desarrollo, están jugando un papel importante las nuevas regiones, como América Latina y, más recientemente, África”. En opinión de Gsänger, esto es así porque “muchos gobiernos han entendido que la energía eólica aporta grandes beneficios a sus sociedades, ya que está libre de emisiones, es barata, local y accesible, y ofrece un camino muy atractivo para alcanzar el Acuerdo de París”. Sin embargo, le preocupan los signos de debilidad que se ven en Europa: “La Unión Europea y sus Estados miembros deben reforzar urgentemente sus esfuerzos para desplegar la energía eólica como parte de una estrategia general de energía renovable y elaborar un plan de acción para un futuro de energía 100% renovable”, asegura el experto.

## ■ GWEC: una industria madura y competitiva

El GWEC se muestra menos preocupado por la situación europea y afirma que la energía del viento vive un buen momento en todo el mundo, con India y Europa, junto con el sector offshore, aportando cifras récord. Según sus estimaciones, en el mundo ya hay acumulado 539.581MW eólicos.

“Estas cifras muestran una industria madura, en transición a un sistema basado solo en el mercado, que compite exitosamente con tecnologías predominantes fuertemente subsidiadas”, decía Steve Sawyer, secretario general de GWEC, en la presentación del informe. No obstante, Sawyer cree que “la transición hacia un mercado totalmente comercial ha dejado brechas en las políticas en algunos países, y las cifras mundiales de 2017 lo reflejan, al igual que lo harán las de 2018”. Pese a ello, el directivo de GWEC no tiene dudas de que “la eólica es ya la tecnología más competitiva en muchos mercados, si no en todos, y la aparición de híbridos eólicos/solares, una gestión de red más sofisticada y un almacenamiento cada vez más asequible están empezando a dibujar la imagen de cómo va a ser un sector de energía totalmente libre de combustibles fósiles”.

El informe de GWEC subraya que los precios logrados por la energía del viento, tanto en tierra como en el mar, siguen sorprendiendo. En lugares tan diversos como Marruecos, India, México y Canadá, el kWh ronda los 0,03 dólares, con una reciente licitación en México a un precio incluso inferior (0,02 \$). También recuerda que en Alemania se celebró el año pasado la primera licitación de eólica marina sin subsidios, con ofertas por más de 1 GW de nueva capacidad que no recibirán más que el precio mayorista de la electricidad.

Respecto al continente asiático, destaca –como no podía ser de otra forma–, el poderío chino, con 19.500 MW añadidos en 2017 (500 MW más que los indicados por WWEA). La India tuvo también un año muy bueno, pero según GWEC en 2018 será “víctima” de una brecha política”. Pakistán, Tailandia y Vietnam se mantienen como mercados prometedores, y hay movimientos en



TALLER HOMOLOGADO-SERVICIO OFICIAL Y ASISTENCIA TÉCNICA



**Santos**  
MAQUINARIA ELÉCTRICA S.L.

C/Sindicalismo 13-15-17 Pol.Ind.Los Olivos  
28906 Getafe (Madrid)

Tel: 91 468 35 00 - Fax 91 467 06 45

e-mail: direccion@santosmaquinaria.es

www.santosmaquinaria.es

Desde **1967**

## Capacidad total instalada (MW) – distribución regional

	Fin de 2016	Nuevo en 2017	Total en 2017
<b>ÁFRICA &amp; ORIENTE MEDIO</b>			
Sudáfrica	1,473	621	2,094
Egipto	810	–	810
Marruecos	787	–	787
Etiopía	324	–	324
Túnez	245	–	245
Jordania	119	–	119
Otros(1)	159	–	159
<b>Total</b>	<b>3,917</b>	<b>621</b>	<b>4,538</b>
<b>ASIA</b>			
Rep. Pop. China(*)	168,732	19,500	188,232
India	28,700	4,148	32,848
Japón	3,230	177	3,407
Corea del Sur	1,031	106	1,137
Pakistán	592	200	792
Taiwan	682	10	692
Tailandia(*)	430	218	648
Filipinas	427	–	427
Vietnam	159	38	197
Mongolia	50	50	100
Otros(2)	70	–	70
<b>Total</b>	<b>204,104</b>	<b>24,447</b>	<b>228,542</b>
<b>EUROPA</b>			
Alemania	50,019	6,581	56,600
España	23,075	96	23,171
Reino Unido	14,602	4,270	18,872
Francia	12,065	1,694	13,759
Italia	9,227	252	9,479
Turquía	6,091	766	6,857
Suecia	6,494	197	6,691
Polonia	6,355	41	6,396
Dinamarca	5,230	342	5,572
Portugal	5,316	–	5,316
Países Bajos	4,328	81	4,409
Irlanda	2,701	426	3,127
Rumanía	4,328	5	4,333
Bélgica	2,378	467	2,845
Austria	2,632	196	2,828
Rest of Europe(3)	8,354	1,432	9,786
<b>Total Europa</b>	<b>161,891</b>	<b>16,845</b>	<b>178,736</b>
<b>de la UE-28(4)</b>	<b>154,279</b>	<b>15,680</b>	<b>169,959</b>
<b>LATINOAMÉRICA y CARIBE</b>			
Brasil(*)	10,741	2,022	12,763
Chile	1,424	116	1,540
Uruguay	1,210	295	1,505
Costa Rica	319	59	378
Panamá	270	–	270
Perú	243	–	243
Argentina	204	24	228
Honduras	180	45	225
Rep. Dominicana	135	–	135
Caribe(5)	200	18	218
Otros(6)	386	–	386
<b>Total</b>	<b>15,312</b>	<b>2,578</b>	<b>17,891</b>
<b>NORTE AMÉRICA</b>			
EE.UU.	82,060	7,017	89,077
Canadá	11,898	341	12,239
México	3,527	478	4,005
<b>Total</b>	<b>97,485</b>	<b>7,836</b>	<b>105,321</b>
<b>REGIÓN del PACÍFICO</b>			
Australia	4,312	245	4,557
Nueva Zelanda	623	–	623
Islas del Pacífico	13	–	13
<b>Total mundo</b>	<b>487,657</b>	<b>52,573</b>	<b>539,581</b>

otros mercados “rezagados”, como el japonés y, muy en especial, el de Corea del Sur, como resultado de las políticas promulgadas por el nuevo gobierno.

En cuanto a Europa, califica de “excelentes” los resultados obtenidos por la eólica el año pasado, con Alemania a la cabeza –este país añadió más de 6.000 MW–, una muy buena actuación en el Reino Unido y un resurgimiento en el mercado francés. Finlandia, Bélgica, Irlanda y Croacia también establecieron nuevos récords. El Consejo considera, asimismo, que la instalación de más de 3.000 MW en los mares europeos es un presagio del gran futuro que aguarda a este sector.

En los Estados Unidos de Trump, la energía del viento sigue también avanzado y en 2017 añadió 7.100 MW. Según GWEC, las perspectivas se presentan igualmente favorables para los próximos años gracias a la compra directa de electricidad limpia (eólica y solar, fundamentalmente) por parte de grandes corporaciones (Google, Apple, Nike, Facebook, Wal-Mart, Microsoft, etc.). Y la lista de compañías que se suman a esta práctica sigue creciendo. Respecto a Canadá y México, GWEC explica que aunque 2017 fue modesto en términos de instalaciones, el nuevo gobierno de Alberta está dando vida al mercado canadiense, mientras que en México, la sólida base de políticas lo convertirá en un mercado de crecimiento sustancial la próxima década.

### ■ Todo suma

En realidad, la suma de instalaciones eólicas llega desde todos los rincones del mundo. En Sudamérica, Brasil acumuló más de 2 GW, a pesar de las crisis políticas y económicas que aún no se han resuelto por completo, mientras que Uruguay está cumpliendo sus objetivos y se acerca al 100% de energía renovable en el sector eléctrico. En cuanto a Argentina, los resultados de las subastas de 2016 y 2017 prometen generar nuevas instalaciones en 2018 y años sucesivos. En África y Oriente Medio, la eólica también tuvo bastante actividad el año pasado, si bien los únicos proyectos terminados tuvieron como escenario Sudáfrica, donde se agregaron 621 MW de nueva capacidad a la red. En Kenia y Marruecos hay importantes proyectos que se espera estén conectados a la red este año. La región del Pacífico, por último, ha sido la más pasiva y aunque en 2017 se firmaron bastantes nuevos contratos en Australia, la cifra añadida fue de solo 245 MW.

Steve Sawyer hace otra puntualización muy a valorar: “Las drásticas caídas de precios de la tecnología eólica han reducido enormemente las ganancias en toda la cadena de suministro. Pero estamos cumpliendo nuestra promesa de proporcionar la mayor cantidad posible de electricidad libre de carbono al menor precio. Los márgenes de beneficio más modestos son un pequeño precio a pagar por liderar la revolución energética”.

### ■ Más información:

→ [www.wwindeea.org](http://www.wwindeea.org)  
 → <http://gwec.net>  
 → <https://windeurope.org>

### Notas a la tabla:

1 Argelia, Cabo Verde, Irán, Israel, Kenia, Libia, Mozambique, Nigeria.  
 2 Azerbaián, Bangladesh, Sri Lanka.  
 3 Bulgaria, Chipre, República Checa, Estonia, Finlandia, Islas Feroe, FYROM, Hungría, Islandia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Rumanía, Rusia, Suiza, Eslovaquia, Eslovenia, Ucrania.  
 4 Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, Croacia, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumanía, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia, Reino Unido.  
 5 Caribe: Aruba, Bonaire, Curaçao, Cuba, Dominica, Guadalupe, Jamaica, Martinica, Granada, St. Kitts y Nevis.  
 6 Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Venezuela.  
 Nota: El desmantelamiento del proyecto de aproximadamente 648 MW y el redondeo afectan las sumas finales.  
 \*Cifra provisional



# Líder Mundial de Servicios O&M en el Sector Energético

Ingeteam Service es una empresa global que ofrece servicios de operación y mantenimiento en cualquier lugar del mundo bajo un concepto único: **i+c**, Innovación para encontrar las mejores soluciones y Compromiso para prestar el mejor servicio.

Con más de  
**12GW** mantenidos  
en todo el mundo

La nueva fórmula de la energía **i+c**

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

**Ingeteam**

READY FOR YOUR CHALLENGES



## América

# La eólica crece un 16% y roza los 22 GW instalados

*El Consejo Global de la Energía Eólica (GWEC, según sus siglas en inglés) ha publicado el informe mundial estadístico del sector correspondiente al año pasado, en donde se revela que en América Latina –es decir los países comprendido desde México hacia el sur– durante 2017 se han instalado 3.057 MW, para alcanzar un total de 21.896 MW de capacidad, lo que representa un crecimiento respecto de 2016 del 16,2%.*

Luis Iní

**E**l informe, titulado *Global Wind Statistic 2017*, revela datos interesantes, como el liderazgo y espectacular crecimiento de Brasil y Uruguay, que rondan el 20%, al que deben sumarse Chile y Costa Rica.

Brasil, el primero en la lista regional por capacidad instalada –incluso subiendo un lugar a nivel mundial al superar a Canadá, y situarse en la octava posición–, ha alcanzado los 12.763 MW eólicos (18,8% más respecto al año anterior merced a los 2.022 MW instalados en 2017);

le siguen México, con 4.005 MW (13,5% y 478 MW nuevos), Chile, con 1.540 MW (8,1% y 116 MW), Uruguay 1.505 MW (24,4% y 295 MW) y Costa Rica, 378 MW (18,5% y 59 MW).

Más atrás, en el sexto puesto, está Panamá con 270 MW y sin instalaciones nuevas durante el año pasado, igual que Perú, en séptimo lugar, que se quedó en 243 MW eólicos.

Argentina mantuvo el octavo puesto regional, con 228 MW eólicos y 24 MW nuevos durante 2017. Honduras, noveno y con 225 MW, también ha tenido un incremento notable del 25% respecto al año anterior, con 45 MW instalados en 2017.

República Dominicana no ha tenido cambios, por lo que permanece en el décimo puesto, con 135 MW eólicos instalados.

Sigue el Caribe, que incluye las islas de Aruba, Bonaire, Curaçao, Cuba, Dominica, Guadalupe, Jamaica, Martinica, Granada, St. Kitts y Nevis, que en su conjunto sumó 18 MW, un incremento comparativo del 9%, para alcanzar 218 MW eólicos. Y completan la estadística regional latinoamericana el grupo considerado Otros (Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Venezuela), que no han tenido modificaciones duran-



Parque eólico Valentines en Uruguay.



Parque eólico de Coahuila, en México.

te 2017 y continúan con un total de 386 MW de capacidad eólica instalada.

Para rematar el marco del continente americano, puede agregarse que Estados Unidos con 89.077 MW eólicos de capacidad instalada reafirma su segundo puesto como potencia mundial, detrás de la líder, China (188.232 MW), con 7.017 MW instalados el año pasado, un 8,5% de incremento respecto de 2016. Canadá bajó un puesto a nivel global para quedar en el noveno, alcanzando los 12.239 MW, gracias a la introducción de 341 MW, casi un 3% de incremento.

A continuación, datos más relevantes de algunos de los países mencionados, situados en orden por capacidad instalada.

## ■ BRASIL

Según la Asociación Brasileña de la Energía Eólica (ABEeólica), ya son 518 los parques eólicos distribuidos en el gran país sudamericano, principalmente en los estados de Rio Grande do Norte, Bahia, Rio Grande do Sul y Ceará. Otro dato del sector, divulgado por la Cámara de Comercialización de Energía Eléctrica (CCEE), reveló un crecimiento del 26,5% de la generación de energía eólica en operación comercial en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), en 2017, en la comparación con 2016.

Además debe sumarse que hay en construcción o ya contratados más 4,8 GW, divididos en 213 parques eólicos que serán entregados a lo largo de los

próximos años, hasta 2023, lo que llevará al sector a una marca cercana a los de 19 GW de capacidad instalada.

## ■ MÉXICO

Un hito importante del año pasado fue la inauguración del parque eólico de Coahuila, de casi 200 MW de capacidad, el más grande del país, un proyecto conjunto de la filial en Norteamérica de la portuguesa EDP Renovables y la minera mexicana Industrias Peñoles.

El presidente de la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), Leopoldo Rodríguez Olivé, ha asegurado que para 2022 el país tendrá una capacidad instalada con base en tecnología eólica de hasta 12.000 MW –lo cual significa triplicar la actual–, distribuida en más de la mitad del territorio mexicano.

## ■ CHILE

Datos de la Asociación Chilena de Energías Renovables (Acera) indican que hay casi 500 MW eólicos en construcción, con 9.175 MW aprobados y 2.345 MW en calificación medioambiental. Posiblemente lo más relevante ha sido el anuncio oficial hecho en septiembre pasado, por el cual la empresa local Colbún S.A. se adjudicó la Licitación Internacional Eólica de Taltal, para construir el que será el mayor parque eólico de Latinoamérica, con 607 MW previstos de capacidad instalada. Con una inversión estimada de 971 millones de dólares, el parque se eri-

rá en casi 8 mil hectáreas de terrenos fiscales, en la región de Antofagasta, y se prevé que la energía eléctrica producida sea equivalente al consumo de unos 730.000 hogares.

## ■ URUGUAY

Posiblemente uno de los datos más relevantes del año pasado es el inicio de las exportaciones de energía de base eólica a Argentina. Se trata de la empresa Ventus, que administra y opera más de 70 MW eólicos en el país.

Otro dato relevante es que durante al menos diez días de abril de 2017, los parques eólicos fueron responsables del 46,5% de la generación eléctrica del país, en tanto que el segundo lugar correspondió a la generación hidroeléctrica, con una participación del 43,3%.

También vale recordar que el parque eólico Valentines tiene más de 10.000 accionistas a partir de una emisión pública, con toda probabilidad un caso único en el mundo.

## ■ COSTA RICA

Con sus casi 400 MW de capacidad instalada actual, el país centroamericano ha alcanzado en 2017 la mayor generación eólica de su historia, al acumular 1.288 MWh durante los doce meses. Eso significa que de toda la electricidad que el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) produjo



Parque eólico Rawson en Argentina. Abajo, Parque Eólico Tejona en Guanacaste, Costa Rica.

el año anterior, un 11,50% provino del viento. Según datos del Centro Nacional de Control de Energía (Cence), la electricidad generada con la eólica el año pasado creció un 12,28% en comparación con el ejercicio anterior. Actualmente, hay en el país 16 plantas eólicas, ubicadas en las provincias de Guanacaste y San José. De ellas, 13 son de ámbito privado, mientras que las restantes corresponden al público.

#### ■ PANAMÁ

Si bien en 2017 no hubo nueva capacidad eólica instalada, las previsiones son mejores para este 2018. De acuerdo con la Autoridad de Servicios Públicos (Asep), tres nuevos proyectos eólicos se conectarán este año al Sistema Interconectado Nacional (SIN), para sumar cerca de 170 MW. De este modo se inyectarán un 63% adicional de energía eólica a la capacidad existente para alcanzarían los 440 MW eólicos instalados. Según datos estadísticos del Centro Nacional de Despacho (CND), durante la temporada seca de 2017, la energía

eólica logró suplir al mercado energético en un 14%.

#### ■ PERÚ

En 2017 los parques eólicos produjeron el 2% de la electricidad total, de acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas (MEM). Este aporte de la energía del viento seguramente crecerá este año, una vez entre en operaciones, en el primer semestre, el parque Wayra 1, de 132 MW, que Enel Green Power está construyendo en el departamento de Ica, con una inversión de 165 millones de dólares.

#### ■ ARGENTINA

A lo largo de este año y los próximos se espera que vayan instalándose los más de 2.000 MW eólicos adjudicados en el Programa RenovAr, cuyas dos rondas han licitado más de 4.400 MW renovables en 2016 y 2017. En este contexto, tal vez no sorprenda que la empresa Genneia, propietaria entre otros del parque eólico Rawson, el mayor del país, haya conseguido ampliar su capital al colocar un bono internacional con vencimiento en 2022 en 150 millones de dólares, para así alcanzar los 500 millones de dólares con sus fondos de ampliación.

#### ■ Más información:

→ [http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC\\_PRstats2017\\_EN-003\\_FINAL.pdf](http://gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC_PRstats2017_EN-003_FINAL.pdf)



trabajamos allí  
donde esté  
SU PROYECTO



- Estudios meteorológicos y de recurso
- Diseño y optimización de instalaciones
- Estudios de Integración en Red y cumplimiento de Grid Codes
- Due Diligence
- Asistencia técnica en proyectos, fase de construcción y O&M
- Verificación de Garantías
- Laboratorio acreditado de ensayos

BOLIVIA / BRASIL / CHILE / MÉXICO  
PERÚ / RUMANÍA / ESPAÑA  
oficinas y proyectos en más de 50 países

BARLOVENTO  
RECURSOS NATURALES

[www.barloventorecursos.com](http://www.barloventorecursos.com)  
[brn@barlovento-recursos.com](mailto:brn@barlovento-recursos.com)  
+34 941 287 347



EÓLICA

# Soluciones 4.0 de Schaeffler: máximo rendimiento al menor coste

*Ya se trate del diagnóstico automatizado de las máquinas, del cálculo de la vida útil residual de los rodamientos o de la lubricación basada en las exigencias de la posición de los rodamientos, las soluciones de Schaeffler para la industria eólica proporcionan mayores tiempos de servicio y un menor coste para los propietarios.*

ER

Los rodamientos son elementos clave por su papel en la transmisión de fuerzas en la mayoría de las aplicaciones. Los aerogeneradores no son una excepción. Por ello, además de rodamientos y componentes con los más altos estándares de calidad y optimizados para adaptarse a las cada vez más exigentes demandas del sector, Schaeffler está desarrollando continuamente nuevos productos y servicios di-

gital para el Condition Monitoring adaptados a los requisitos de los aerogeneradores. Por ejemplo, los sistemas modulares de sensores en el tren de potencia, especialmente adaptados para las bajas frecuencias de rotación del rodamiento principal y del lado de entrada de la multiplicadora, reúnen información sobre su estado gracias a la medición de las vibraciones y su procesamiento en tiempo real. Además, el servicio digital “de diagnóstico automatizado de

los rodamientos” permite que los operadores y el personal de mantenimiento monitoricen individualmente el estado de los rodamientos y de las unidades completas en todo el mundo a través de una conexión a internet. Estos reciben un mensaje de texto simple relativo a los daños analizados y pueden contar con el apoyo de los expertos de Schaeffler a través de un análisis a distancia. Pero estas son solo algunas soluciones.



## ■ Cálculo de la vida útil residual de los rodamientos

Schaeffler cuenta con un sistema de cálculo de la vida útil residual de los rodamientos basado en los espectros de carga real. Si los operadores de los parques eólicos saben en todo momento cual es la vida útil residual de cada rodamiento en cada aerogenerador, pueden consolidar y programar el trabajo de mantenimiento, asegurando así un efecto favorable sobre el coste de la energía. El envío de los datos al

entorno cloud de Schaeffler asegura la disponibilidad de los últimos cálculos y análisis de algoritmos, un mayor rendimiento de cálculo y más opciones de análisis para los operadores a través de sus enlaces a otros datos de la máquina y del sensor.

Ya en la última edición de la WindEnergy de Hamburgo, Schaeffler realizó una demostración de todos los compo-



## Mucho más que rodamientos

La industria eólica no para de optimizar su eficiencia y fiabilidad. Se reduce el espacio constructivo y el peso, los componentes deben tener mayor rendimiento y resistir con fiabilidad los crecientes requerimientos. Todo ello afecta también a los rodamientos, que deben asegurar una elevada disponibilidad de los equipos. Por otro lado, los servicios digitales ayudan a planificar el mantenimiento predictivo. Son solo algunos de los temas en los que trabaja actualmente el sector.

Schaeffler, uno de los principales fabricantes de rodamientos del mundo, fabrica rodamientos para aerogeneradores desde hace más de 30 años y colabora estrechamente con clientes y proveedores a lo largo de toda la cadena de procesos, desde el diseño hasta la producción en serie. Los conocimientos de la empresa sobre sistemas se amplían continuamente gracias a la aplicación inteligente de diferentes herramientas y métodos de desarrollo, como por ejemplo, el análisis de elementos finitos (FEA), la simulación dinámica, los ensayos coordinados de validación y el análisis completo del tren de potencia. Todo ello comporta soluciones sofisticadas y coordinadas para todas las posiciones de rodamientos en los aerogeneradores:

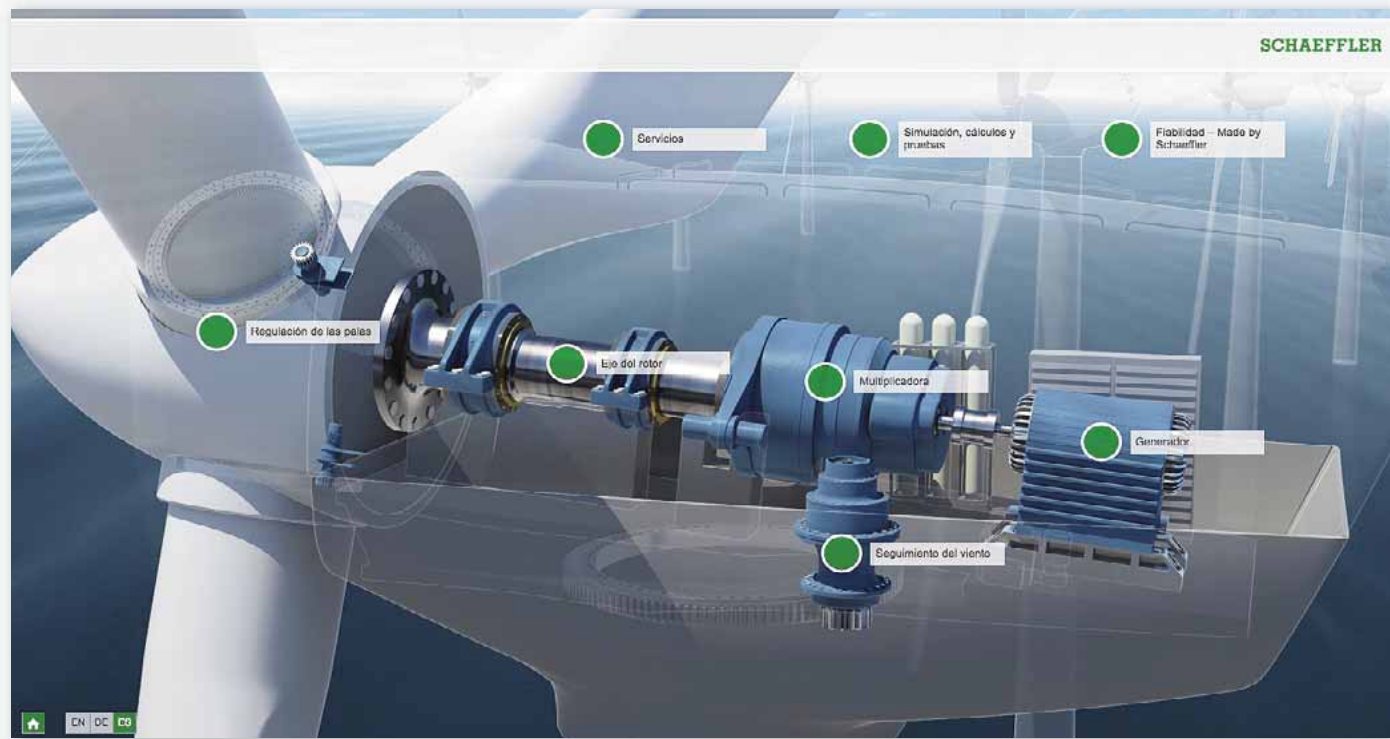
✓ **Rodamientos oscilantes de rodillos FAG, optimizados para el eje del rotor:** la fuerza del viento ejerce un impacto directo sobre los rodamientos de los ejes del rotor. Schaeffler ha optimizado sus rodamientos oscilantes de rodillos dotándolos de una geometría micro y macro-revisada para ser utilizados como rodamientos fijos. El desarrollo de un ro-

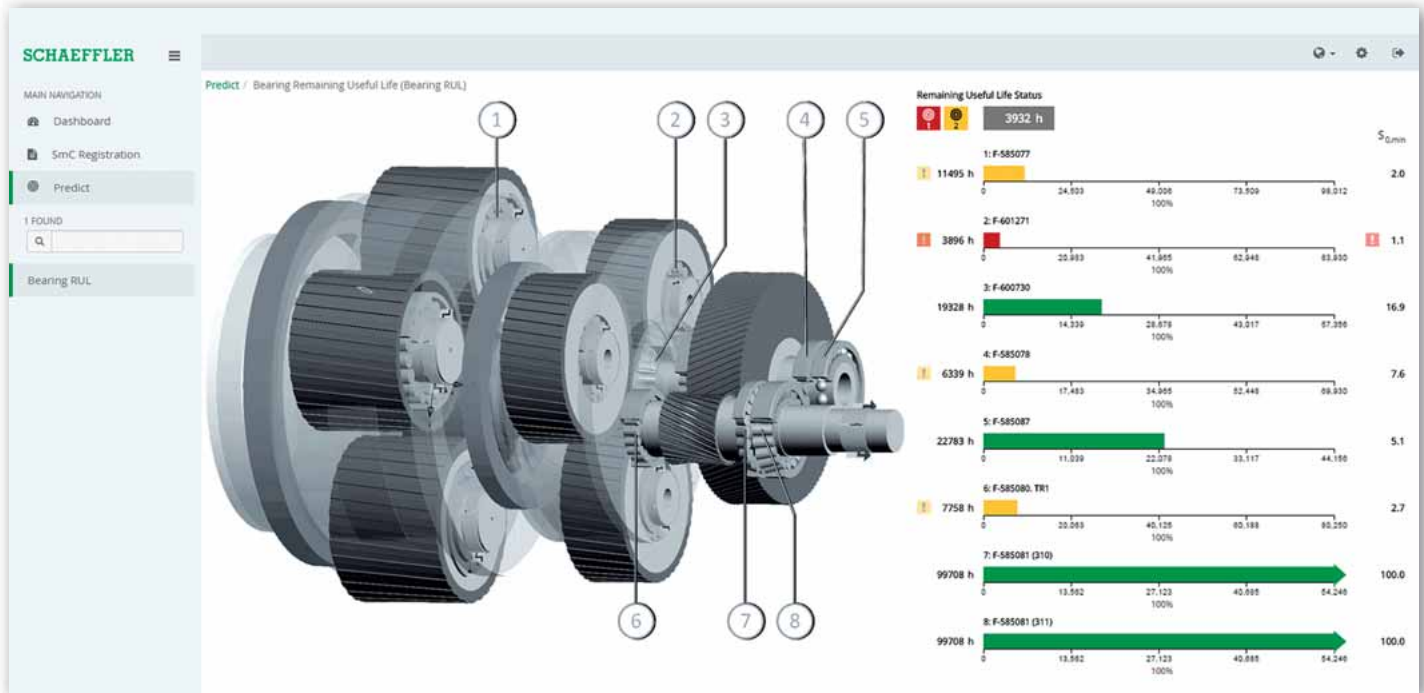
damiento oscilante de rodillos asimétrico representa un paso más hacia una mayor resistencia, sobre todo gracias a la reducción del desgaste.

✓ **Gran capacidad de la multiplicadora, mayor capacidad de carga y rozamiento reducido:** el rodamiento de los engranajes planetarios es un punto de apoyo muy exigente, en el que se generan elevadas cargas radiales que deben ser absorbidas por el rodamiento con un espacio constructivo limitado y unos engranajes planetarios de paredes relativamente finas. El rodamiento de rodillos cilíndricos FAG de alta capacidad es la solución adecuada, sobre todo si se utiliza como apoyo directo, ya que permite una utilización mucho mejor del espacio constructivo que un rodamiento estándar.

✓ **Grietas por fatiga bajo la superficie, temidas pero evitables:** las "grietas por fatiga bajo la superficie" (*white etching cracks*, WEC) son un fenómeno que ejerce un impacto negativo en la fiabilidad de los rodamientos. Para reducir de manera eficiente y económica estos cambios microestructurales del material, Schaeffler temple los rodamientos y recubre los anillos y los elementos rodantes con Durotect B. Se han encontrado daños ocasionados por grietas WEC en menos del 0,1% de los más de 750.000 rodamientos de este tipo que Schaeffler ha fabricado desde 2005 para su utilización en puntos de apoyo afectados por grietas WEC.

[Pincha en la imagen para ver la animación en tu navegador y conocer la oferta completa de rodamientos.](#)





## Conexión e integración sistemática de datos masivos

Los componentes de Schaeffler, como los rodamientos o los sistemas de embrague, se utilizan en subsistemas importantes de maquinaria y vehículos y generan información crítica sobre su estado. Durante los últimos años, Schaeffler ha realizado inversiones importantes en investigación y desarrollo, y ha incorporado en estos productos sensores y unidades de control con software integrado. Gracias a ello, estos productos recopilan y procesan valiosa información sobre el estado de una máquina y convierten dichos datos en servicios de valor añadido. Desde 2016, Schaeffler está desarrollando una plataforma en la que poder almacenar y analizar estos datos. En una primera fase, la colaboración está centrada, entre otros, en la optimización del mantenimiento eólico. Schaeffler es un actor importante en el sector de las energías renovables y fabrica grandes rodamientos que contribuyen al movimiento de los aerogeneradores. Reemplazar estos rodamientos es complicado y costoso, puesto que comporta períodos de inactividad y pérdida de energía. Gracias a esta nueva asociación, IBM y Schaeffler explorarán las posibilidades del autoaprendizaje de las máquinas (lo que se conoce como *machine learning*) para obtener información adicional sobre el rendimiento de los equipos en diferentes condiciones de servicio. Los sensores integrados en los equipos o en los mismos rodamientos informarán sobre el estado de los componentes en tiempo real. Aprovechando las previsiones de viento de Weather Company, una empresa de IBM, los operadores de parques eólicos podrán planificar con antelación y reemplazar los componentes defectuosos durante los períodos de menos viento.

## III Simposio de Soluciones de Mantenimiento para la Industria Eólica

Ya hace unos años Schaeffler detectó la necesidad de crear un foro en el que intercambiar experiencias en el ámbito del mantenimiento de los aerogeneradores. Esta jornada, que celebró su tercera edición el pasado mes de septiembre en Gorráiz (Navarra), nació con el objetivo de convertirse en un punto de encuentro donde representantes de las principales empresas pudieran compartir experiencias y conocer las principales tendencias del sector, en la que también se presentan los últimos desarrollos de Schaeffler para dar respuesta a los principales desafíos del mercado. Durante el III Simposio de Soluciones de Mantenimiento para la Industria Eólica, los participantes tuvieron la oportunidad de compartir experiencias e informarse sobre la situación actual y las tendencias del mercado. En esta ocasión los asistentes pudieron visitar las instalaciones del Centro Nacional de Energías Renovables (Cener) y las instalaciones tecnológicamente punteras del Laboratorio de Ensayo de Aerogeneradores (LEA) en Sangüesa (Navarra).

Si los operadores de los parques eólicos saben cuál es la duración de la vida útil residual de cada rodamiento, pueden programar el trabajo de mantenimiento. A la derecha, el FAG WiPro s (el blanco) permite la monitorización en línea de los parques eólicos, tanto en tierra como en el mar. El contador de partículas Wear Debris Check de FAG (el gris) reacciona a las partículas metálicas de distintos tamaños, y facilita la detección precoz de daños en los rodamientos y el dentado de la multiplicadora.

Los datos recopilados son fundamentales para la monitorización digitalizada de los accionamientos de los aerogeneradores, utilizando como ejemplo un sistema en línea completamente funcional. En la exposición de la feria los visitantes podían pulsar botones para generar vibraciones y frecuencias que producen daños en los rodamientos y que eran registrados por el sistema de monitorización de vibraciones FAG SmartCheck instalado y transferidos en línea al entorno cloud de Schaeffler. El diagnóstico automatizado informaba de los daños analizados como texto simple en la pantalla de la exposición en la feria. Este servicio digital también se ha implementado en el entorno cloud de Schaeffler.

Otra opción para el Condition Monitoring es FAG WiPro s. Ha sido especialmente diseñado para los bajos rangos de frecuencia del rodamiento principal y el lado de entrada de la multiplicadora de los aerogeneradores, y permite la monitorización online de los parques eólicos completos, tanto en tierra como *offshore*. Este sistema de *Condition Monitoring* tiene un total de siete sensores de aceleración que pueden instalarse en el tren de potencia del aerogenerador. Por ejemplo, un sensor en cada uno de los dos rodamientos principa-



para esta aplicación. Un suministro de lubricante optimizado aumenta la vida útil de los rodamientos y los dentados.

#### ■ Detección precoz de daños

Gracias al FAG Wear Debris Check, que reacciona a las partículas metálicas de distintos tamaños, se puede lograr la detección precoz de daños en los rodamientos y el dentado de la multiplicadora. Un aumento del índice de partículas indica daños incipientes con mucha antelación, pero sin asignación a ningún tipo de componente. En combinación con un CMS (sistema de *Condition Monitoring*) los daños se pueden asignar con antelación a un componente específico. Esto es particularmente importante porque previene un daño grave posterior y permite la sustitución del único componente dañado, como una rueda dentada o un rodamiento. Esta alerta anticipada ayuda a evitar la necesidad de sustituir toda la multiplicadora, ahorrando costes sustanciales de reparación y minimizando el tiempo de inactividad.

les, dos en la multiplicadora, dos en los rodamientos del generador y un sensor en la rueda dentada acimutal, que registraría las vibraciones de la torre.

Schaeffler también dispone de unidades automáticas de relubricación de la se-

rie Concept de FAG. Se pueden utilizar para relubricar los puntos de lubricación de las coronas giratorias del regulador de las palas, del generador y de la rueda dentada acimutal individualmente y, según sea necesario, con grasas especiales adecuadas

■ **Más información:**  
 → [www.schaeffler.es](http://www.schaeffler.es)

 The background features a world map with a grid of dots. A large eagle is shown in flight on the left side. The dtbird logo is in the top right corner.
 

**dtbird**  
 BIRD & BAT PROTECTION

**PROTECCIÓN DE AVES Y MURCIÉLAGOS EN PARQUES EÓLICOS**

AUTOMATIC & REAL-TIME PROTECTION

● DTBird® On Shore   ○ DTBird® Off Shore   ▲ DTBat®

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

# ¿Y si pagamos entre todos el aero?

*En realidad todo comenzó así. Se juntaron unos amigos (de fiesta); cooperativistas, ingenieros y emprendedores (pioneros de la eólica); se hicieron la pregunta que encabeza (¿y si lo pagamos entre todos?); encontraron la respuesta (venga); y, hoy, casi nueve años después, el aerogenerador en cuestión ya está en su sitio (con el certificado de conformidad de Red Eléctrica de España y la autorización de la Generalitat de Catalunya) y esperando solo a que los señores del papeleo/oligopolio (Endesa) tengan a bien estampar el sello correspondiente (afortunadamente, parece al fin inminente). El primer aerogenerador de propiedad común de la península ibérica ya es –contra viento, marea y Endesa– una realidad. Esta es la historia.*

Antonio Barrero F.

**E**l 10 de marzo del año 2009, los fundadores de la cooperativa Ecotècnia (marca catalana fabricante de aerogeneradores), se reunieron para conmemorar el 25º aniversario de la puesta en marcha del primer aero moderno que se conectaba a la red en Cataluña: una máquina Ecotècnia 12/15 de veinte kilovatios (20 kW) que fue instalada en 1984 en Vilopriu (Baix Empordà, Girona). “Aquel día de 2009 –nos cuenta Pep Puig, uno de aquellos pioneros– nos preguntamos qué aportación innovadora podíamos hacer, 25 años después de Vilopriu, habida cuenta de la plena madurez que ya había alcanzado entonces la tecnología eólica”.

¿La respuesta? *Viure de l'aire del cel* (Vivir del aire del cielo), iniciativa que consiste en la instalación de un aerogenerador de propiedad compartida.

“Allí, y así, nació la idea de promover un proyecto eólico que hiciera realidad la apropiación social de la tecnología eólica”, cuenta Puig.

Para llevar a buen término aquella iniciativa fue constituida una pequeña empresa, Eolpop SL, que ha sido y está siendo la máxima responsable de la promoción y ejecución del proyecto. Así, es la encargada de emitir las cuentas participativas que están haciendo posible la propiedad compartida del aerogenerador, ha sido la respon-

sable de buscar un emplazamiento adecuado (con buen viento, fácil acceso y proximidad a la red eléctrica de media tensión), ha labrado los acuerdos precisos con los propietarios del terreno y con el ayuntamiento, ha gestionado los permisos necesarios, ha escogido el modelo de aerogenerador y ha encargado el proyecto (a Invall SL). Igualmente, ha sido la responsable de la adquisición del aero elegido, de supervisar el montaje, de la instalación, y será la encargada de gestionar los correspondientes contratos de venta de la energía, del mantenimiento de la máquina y del seguro. En fin, toda una travesía (que aún no ha concluido) y que comenzó en una fiesta de aniversario allá por el año 2009.

## ■ En la Alta Anoia

Puig, alma mater del proyecto, nos ayuda a repasar algunos de los hitos de esta historia: “después de buscar emplazamientos, nos convenció uno, situado dentro del término municipal de Pujalt (Barcelona), que cumplía los requisitos que nos habíamos impuesto”. Eolpop selecciona Pujalt, en la Alta Anoia, y elige inicialmente –estamos a finales de 2011, principios de 2012– un aerogenerador Ecotècnia 74 de 1.670 kilovatios de potencia. Pronto sin embargo los pioneros de la eólica compartida desestiman esa máquina, pues en esa fecha ya no se fabrica ese modelo, y avanzan hacia una

segunda opción: el aerogenerador Alstom (de clase III) modelo Eco 122 de 2,7 megavatios de potencia (el grupo francés Alstom había comprado Ecotècnia en 2007, pero el Eco 122 continuaba siendo tecnología muy autóctona, pues el centro global de I+D+i de Alstom Wind seguía estando en Barcelona). El caso es que Eolpop redacta el proyecto en enero de 2012 (con la Eco 122) e inicia en marzo los trámites de autorización administrativa, que finalizarán... a mediados de 2016.

En ese momento, Alstom ya es propiedad de la gigantesca General Electric, que había completado la adquisición de la francesa en noviembre de 2015 y que, poco después, tomaría la decisión de descatalogar toda la tecnología eólica terrestre Ecotècnia. En ese marco, Eolpop dice no a General Electric, entre otras cosas porque no quiere trabajar con un fabricante implicado en el desarrollo de tecnología nuclear. “Aquellos –cuenta Puig– nos obligó a analizar a fondo el mercado para encontrar la máquina adecuada y... la sorpresa fue que algunos fabricantes no querían, o eran muy reacios a hacernos una oferta por una sola máquina”. La solución la trajo Enercon, “un fabricante alemán que ha suministrado muchas máquinas en proyectos comunitarios en Alemania y otros países y que ha querido ser el suministrador del que es el primer proyecto de estas caracte-



rísticas en Catalunya y España”. ¿Modelo elegido? E-103 EP2 de 2,35 megavatios, una máquina (sin multiplicadora) de clase III, de 103 metros de diámetro de rotor, con una torre de 85 metros de altura.

Y es así como empieza la recta final, larga, del periplo: en junio de 2016 es colocada, simbólicamente, la primera piedra del proyecto; en agosto, Eolpop paga la conexión; y, trece meses después, en septiembre de 2017, comienzan las primeras obras de cimentación.

### ■ Y... ¿a día de hoy?

“Pues, habiendo pagado por adelantado la conexión, más de cien mil euros [138.903 €], y habiendo firmado el contrato para la entrega de energía, en enero de 2018, y teniendo el aerogenerador conectado físicamente a la red de distribución desde la primera semana de este año, Endesa aún no nos da tensión para energizar el aerogenerador. El abuso de poder de los que monopolizan las redes de distribución –denuncia Puig– y el trato despectivo a los que promueven proyectos renovables clama, una vez más, al cielo”. Enfrente de Endesa, 439 personas y/o entidades que

ya se han vinculado a esta iniciativa, y que han comprometido un capital que supera los dos millones de euros (el 69% del total necesario para materializar el proyecto).

Entre las muchas entidades –asociaciones y pequeñas empresas– que participan en *Viure de l'aire del cel* (Vivir del aire del cielo), están las bodegas (vino ecológico) Albet i Noya, Els Verds Alternativa Verda, la comercializadora de electricidad 100% renovable Som Energia, Arç Cooperativa, la Associaci'o de veïnes y veïns de Vilanna–Bescanó, Clatovall Consultors, el Colegio de Ambientòlegs de Cataluña, la empresa de no lucro Ecooo, Estebanell Energia, Greenpeace, EuroSolar, el Grupo de Científicos y Técnicos por un Futuro no Nuclear, el restaurante Lasal del Varador, Normawind, Prat & Rebugent SL, Vortex y la Asociación Vida Sana. “De los 3.050.000 euros del coste total del proyecto –apunta Pep Puig–, más de dos millones de euros están siendo aportados por los partícipes y un millón procede de un crédito blando de la cooperativa Som Energia, crédito que tenemos que devolver en un año”. La iniciativa, que está a punto de cristalizar

por fin, continúa pues –aviso para navegantes que quieran subir a bordo– abierta a la participación.

La gran máquina está ya instalada, en fin, y solo quedan por ir cerrando algunos flecos administrativos para que sus frutos – los kilovatios hora– empiecen a reportar a sus propietarios. Sobre el particular, sobre la travesía administrativa que ha debido hacer Eolpop a lo largo de estos casi diez años, léase (en [viuredelaire.cat](http://viuredelaire.cat)) el texto “Evolución del proyecto”, un exhaustivo repaso (y muy ilustrativo) de los mil y un trámites que ha debido cumplimentar el primer aereo de propiedad comunitaria de este país, una máquina (funcionamiento previsto de 2.405 horas al año) que está previsto genere anualmente 5.653 megavatios hora: “el equivalente al consumo anual de unas 2.000 familias; esto supondrá –apuntan desde Eolpop– un ahorro de entre 5.000 y 6.000 toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> cada año, que son las que hubiese enviado a la atmósfera una central térmica que hubiese generado esos megavatios”.

■ **Más información:**  
→ [www.viuredelaire.cat](http://www.viuredelaire.cat)

## Pep Puig, en primera persona

**Energías Renovables sintetiza a continuación un texto de Pep Puig en el que el alma mater de *Viure de l'aire del cel* plasma, con la fuerza de la fe –y con la fuerza de los hechos–, el espíritu de una iniciativa comunera sin parangón en este país. Sin parangón... aún.**

Esta iniciativa quiere demostrar que la ciudadanía es capaz de sacar adelante, de forma colectiva, proyectos renovables que serían imposibles, o muy difícilmente materializables, si los emprendiésemos de forma individual. *Viure de l'aire del cel* es un ejemplo de lo que se conoce como apropiación social de la tecnología (tecnología eólica, en nuestro caso). Sin esta apropiación, difícilmente podremos alumbrar –hacer nacer– la Democracia Energética; y difícilmente podremos pasar la página del Sistema Oligopólico que hemos heredado del siglo XX, responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del cambio climático y de las emisiones radiactivas que provocan el envenenamiento de la biosfera.

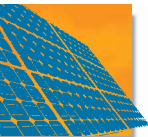
La materialización del proyecto *Viure de l'aire del cel*, en las condiciones actuales del mercado de la electricidad en el Estado español, demuestra además que este es un proyecto que se puede replicar en los diversos territorios de la península; y es en sí misma –esta iniciati-

va– una demostración, un ejemplo, de que la ciudadanía puede tomar en sus manos la generación de electricidad de forma colectiva.

Las personas, familias, entidades y empresas que están participando en *Viure de l'aire del cel* ya pueden presumir de que están luchando activamente, en primera persona, contra el cambio climático y la energía nuclear. La mayoría de ellos aportan una cantidad de dinero que permite generar una cantidad de energía equivalente a la que utilizan en su vida cotidiana (usos eléctricos, térmicos, motrices), o sea, que pueden decir abiertamente que van a inyectar en el sistema una cantidad de energía verde equivalente a la que obtienen de él. Está muy bien hablar de la Democracia Energética, y divulgarla, pero es mucho mejor practicarla. Y ellos lo van a hacer, lo están haciendo.

**P. D. 1.** Para participar en el proyecto, solo es necesario inscribirse y comprometer una aportación (no hay ni mínimo ni máximo).

**P. D. 2.** ¿Quieres iniciar un proyecto como *Viure de l'aire del cel*? Una vez tengamos en operación el sistema convertidor de energía eólica y obtenido todo el dinero, pondremos a disposición de cualquier colectivo la experiencia que hemos adquirido en todo el trayecto que iniciamos en 2009.



## Mujeres Solares

# Miradas compartidas desde la investigación y el sector fotovoltaico

*La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó en 2015 el 11 de febrero “Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia”, con el fin de lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia de las mujeres y las niñas. En la tercera celebración del evento, en febrero de 2018, varias expertas en el sector solar fotovoltaico español, del colectivo Mujeres Solares, presentaron su visión sobre la situación en nuestro país concluyendo que “es urgente poner a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la energía voz de mujer”. Este artículo recoge esa visión y analiza algunas de las aportaciones realizadas por mujeres en el ámbito de la investigación, la industria y la academia*

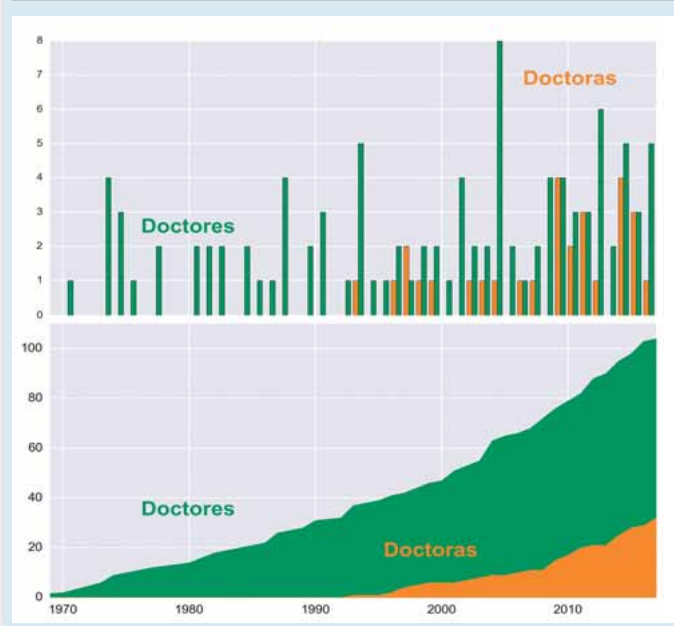
María Camino, Alba Ramos, Rebeca Herrero y otras Mujeres Solares\*

### ■ La investigación. El Instituto de Energía Solar (IES)

La participación de científicas y tecnólogas en la mayoría de los centros de investigación españoles de tecnologías energéticas es reseñable, siendo dos de los más relevantes el Ciemat y el Cener. En ellos trabajan excelentes investigadores, y ambos cuentan en la actualidad con unidades de fotovoltaica dirigidas por mujeres. Muchos otros centros, departamentos universitarios y grupos de investigación realizan aportaciones al desarrollo tecnológico del sector fotovoltaico, investigando tanto en nuevos materiales como en las aplicaciones y sistemas que se construyen con ellos. Aquí nos centraremos en uno de ellos, referente a nivel internacional y pionero de la investigación fotovoltaica en España: el Instituto de Energía Solar (IES).

Adscrito a la Universidad Politécnica de Madrid, el IES surge a finales de los años 70 a partir del Laboratorio de Semiconductores de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. El trabajo de investigación se realiza fundamentalmente en el marco de grupos de investigación y a través de la participación en proyectos nacionales e internacionales, con financiación tanto pública como privada. Una parte muy importante de este trabajo se lleva a cabo por investigadores jóvenes durante su doctorado ya que el IES también tiene una notable vocación docente. La evolución temporal de las tesis doctorales defendidas en el IES es un buen indicador de la intensa actividad investigadora que se ha mantenido en este centro desde su fundación. En los comien-

Tesis doctorales presentadas en el Instituto de Energía Solar (IES): por año y acumulado segregando las tesis de doctores y doctoras.





zos, todas las contribuciones están realizadas por doctores, pero esto cambia en 1993, cuando **Jacqueline Copetti**, primera mujer doctorada en el IES, presenta su tesis (Modelado de acumuladores de plomo-ácido para aplicaciones fotovoltaicas). Desde ese momento, el número de doctoras ha ido creciendo paulatinamente y en la última década más del 37% de las tesis doctorales han sido leídas por mujeres.

#### ■ Materiales y sistemas

La temática de las tesis defendidas por investigadoras ha sido realmente variada, con ejemplos destacados en las dos líneas fundamentales de la investigación fotovoltaica: materiales y sistemas.

En la línea de materiales, se trabaja tanto en el desarrollo de nuevos materiales y mejora de la eficiencia de conversión de

energía solar a energía eléctrica, como en la optimización de los procesos de fabricación y producción buscando reducir los costes de esta tecnología. Algunos ejemplos de logros alcanzados por investigadoras en este campo son el récord de eficiencia en una célula de Arseniuro de Galio (**Estíbaliz Ortíz**) o el desarrollo de una estrategia que permite reducir en un 30% el consumo de energía necesaria para la producción del material de partida que utilizan las células solares de silicio mono-cristalino (**Alba Ramos**); en la actualidad, la tecnología más frecuente en el mercado fotovoltaico.

En la línea de investigación en sistemas fotovoltaicos (FV), se trabaja tanto en aplicaciones de electrificación (aislada y conectada a la red), en la caracterización de paneles solares y equipos, así como en la optimización del diseño de plantas fotovoltaicas y de las



**WYNNERTECH**

*We make change happen*

**INVERSOR FOTOVOLTAICO**

**ALBA**

**CONTENEDOR COMPACTO  
DE MUY ALTA POTENCIA**

**MEJOR PRECIO POR VATIO  
DEL MERCADO**

**FIABILIDAD DEMOSTRADA  
EN ENTORNOS EXTREMOS**

Reduce los costes de instalación  
y operación de toda la planta

[info@wynnertech.com](mailto:info@wynnertech.com)





Sobre estas líneas, Alba Ramos, impartiendo una charla en un encuentro internacional. A la derecha, Marisa Castro, haciendo un fotolito en el IES. En la página anterior, María Camino, en la puesta en marcha de una planta solar.

estrategias para maximizar la energía que estas producen. Estas plantas pueden estar formadas por módulos de silicio (en su mayoría) o por los denominados concentradores fotovoltaicos. Estos últimos incluyen espejos o lentes para concentrar la luz solar sobre las células con el fin de incrementar la eficiencia y abaratar costes.

La investigación en sistemas de concentración en España y, en particular, en el IES es puntera, existiendo varias patentes y transferencias de tecnología con autoría femenina (**Rebeca Herrero, Marta Victoria**). En apoyo a la industria FV de concentración, desde el IES se impulsó la creación del Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración (ISFOC), que fue dirigido en sus primeros años por **Francisca Rubio** y que constituye un centro de referencia internacional en el desarrollo de esta tecnología.

En sistemas basados en panel convencional contamos con ejemplos relevantes en aplicaciones de generación distribuida, tanto en electrificación rural (**María Camino**) como en integración en entornos urbanos (**Estefanía Caamaño**). En ambos casos se trata de fomentar la expansión de sistemas distribuidos para garantizar un acceso a la energía eléctrica universal y asequible. Los sistemas de generación distribuida permiten minimizar las pérdidas en la red de transporte y mejorar la eficiencia global del sistema, aumentando simultáneamente la soberanía energética al basarse en fuentes que utilizan un recurso energético, el sol, local y renovable. En esta línea cabe destacar la participación de la UPM en el concurso Solar Decathlon en 2005. Este ejemplar proyecto educativo, con elementos de I+D+i, multidisciplinar, mixto y con la integración de investigadoras de varias escuelas politécnicas fue dirigido por **Estefanía Caamaño**, autora, además, de la primera tesis doctoral en España en integración FV en edificios y la primera demostración en Europa de gestión activa de la demanda eléctrica con FV híbrida.

### ■ La industria. La Unión Española Fotovoltaica (UNEF)

La evolución de la tecnología debe ser transferida a la industria para suponer un cambio en el modelo. Como ejemplo de transferencia exitosa destacamos el caso de tecnología de concentración basada en células de silicio, en el que la experiencia adquirida por **Marisa Castro** fue utilizada en el acompañamiento a la producción industrial. De la mano del IES y Guascor Fotón se instaló el



primer prototipo de seguidor y posteriormente las primeras plantas industriales de MW de FV de concentración en España y el mundo.

A pesar de las propiedades modulares de la tecnología FV, cuya eficiencia de sistema apenas varía con su tamaño, lo cierto es que la industria y el sector han evolucionado a través de la instalación de grandes plantas fotovoltaicas alrededor del mundo. Esta rápida implantación a escala ha sido de utilidad para abaratar vertiginosamente los costes de la tecnología haciéndola hoy competitiva en cualquier entorno frente a otras fuentes de generación convencionales. Desde este espacio, queremos hacer también un reconocimiento a todas las expertas que trabajan en el sector, desde los departamentos técnicos de ingeniería, calidad y también en instalaciones, obra, construcción, montajes, puesta en marcha y operación. Ingenieras de campo, que día a día trabajan en entornos especialmente complejos y duros, por la exposición a la intemperie, los viajes interminables lejos del hogar habitual y lidiando con unos de los entornos más masculinizados de todas las áreas ingenieriles.

La mayoría de las empresas del sector FV en España se agrupan en la asociación profesional UNEF. Una radiografía del sector profesional a partir de los datos de participación segregados en actividades de UNEF nos muestra que, en las jornadas y eventos organizados por la asociación, aproximadamente un 25% de los participantes son mujeres. En los Grupos de Trabajo, esta participación alcanza un 20%. Ambas cifras podrían hacernos pensar que, aproximadamente, uno de cada cuatro o cinco trabajadores en el sector es mujer. Sin embargo, la representatividad no se mantiene en otras áreas. Por ejemplo, en la Junta Directiva de UNEF solo participa un 10% de mujeres. Si atendemos a los delegados regionales, esta cifra representa el 33%. Un caso particular es el personal contratado por UNEF. Un 88% de los empleados son mujeres, a cargo de las diferentes direcciones con la excepción del puesto de dirección general.

A la vista de estos datos y en base a nuestra propia experiencia, podemos decir que existe mayor participación de mujeres en tareas administrativas, mientras que en las más técnicas aún encontramos ciertas barreras de entrada. Incluso en las áreas técnicas existe

mayor presencia de mujeres en tareas operativas, y escasa participación en áreas de decisión estratégica.

## ■ La academia. La Universidad Politécnica de Madrid (UPM)

En las universidades, y en particular en las escuelas de ingeniería, las profesionales en energía solar FV impartimos asignaturas de grado (relacionadas con el área de electrónica e ingeniería eléctrica) y de postgrado (en másteres de energía solar o energías renovables). También dentro de la formación reglada se imparten asignaturas optativas como 'Ingeniería de Telecomunicación en Cooperación para el Desarrollo' que introduce desde hace más de 15 años un bloque de reflexiones sobre el sistema energético global y los impactos de género en el acceso a la energía (Estefanía Caamaño, María Camino, Marta Victoria, Alba Ramos).

Consideramos que el conocimiento en materias técnicas debe extenderse más allá de las aulas universitarias. Así, participamos también en actividades de difusión fuera de las aulas, como, por ejemplo, la celebración de la 'Uni en la Calle', en la que en 2013 se impartieron clases abiertas de energía solar en la Plaza de la Villa de Madrid a las personas que quisieron acercarse, sumándonos así a las protestas de otros compañeros de universidades públicas madrileñas por los recortes en educación e investigación.

Con la intención de poner números a la situación en la academia, en concreto en la universidad a la que pertenecemos la mayoría de las autoras, cabe destacar algunas cifras extraídas del diagnóstico elaborado en el marco del Plan de Igualdad de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). La presencia de mujeres en el ámbito de la investigación en las escuelas técnicas ascendía al 26% de los equipos de investigación en el 2011, siendo el 23% investigadoras principales (directoras) de los proyectos. Situación que, por cierto, empeoró en cuatro puntos porcentuales en 2015.

En cuanto a la situación de mujeres y hombres en la carrera académica por categoría profesional en la UPM, comparando datos de 2003 y 2015, observamos que a nivel de tituladas, hay un estancamiento; las doctoras han incrementado su presencia; y las profesoras, según las distintas categorías (asociadas, titulares y catedráticas), también han aumentado la proporción, pero están lejos de lo conseguido a nivel de tituladas y doctoras.

Adentrándonos en la estructura organizativa de la UPM, es decir, en los órganos que toman decisiones de carácter estratégico y ejecutivo, veamos por ejemplo el Consejo de Gobierno, que es el que establece las líneas estratégicas, programáticas y su aplicación, la organización de las enseñanzas, la investigación, y los recursos humanos y económicos (incluida la elaboración de los presupuestos). En la composición del Consejo de Gobierno observamos que existe paridad de género en la representación de los colectivos PAS (Personal Administración y Servicios) y laborales, y una mayor representación de mujeres en el colectivo de estudiantes. Sin embargo, la presencia de mujeres en el de personal docente e investigador no llega al 10%. ¡Más razones para actuar!

## ■ Segregación por áreas de conocimiento

Una situación similar es la que ocurre dentro de los centros educativos y de investigación adscritos a la UPM, donde solamente hay una directora de un total de 20 centros y menos del 12% de la dirección de los departamentos está a cargo de mujeres. Si nos fijamos concretamente en los centros relacionados con energía, la presencia de mujeres es inferior (ninguna directora, y más adjuntas o delegadas a la dirección -puestos por cierto sin retribución económica- que subdirectoras).

La feria especializada  
de la industria solar  
líder en el mundo  
MESSE MÜNCHEN  
ALEMANIA

**JUNIO**  
**20-22**  
**2018**  
[www.intersolar.de](http://www.intersolar.de)



- Su punto de encuentro internacional: Más de 50.000 profesionales, 165 países, más de 900 expositores
- Explore la capacidad de innovación del sector solar
- Desde la producción hasta el consumo inteligente: The smarter E agrupa cuatro ferias internacionales dedicadas al tema de la energía



Estefanía Caamaño, durante la celebración, en Milán, de la Conferencia Europea FV 2007.

A pesar de la tendencia creciente de las tituladas universitarias en todo el Estado español, que a día de hoy está por encima del 50%, nos encontramos con una fuerte segregación por áreas de conocimiento. La mayor diferencia la encontramos entre arquitectura e ingenierías frente al resto de titulaciones (incluyendo en estas últimas las carreras de ciencias). El dato de las carreras de ingeniería y arquitectura nos preocupa mucho, no sólo porque nunca se haya superado el 30% de tituladas, sino sobre todo porque en los últimos diez años la tendencia ascendente se ha estancado

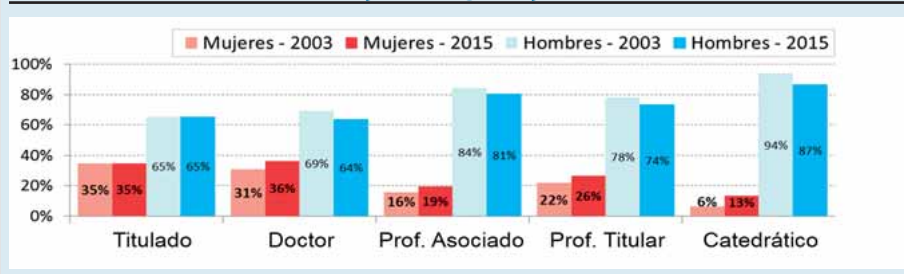
y revertido. Así, desde el año 2008 encontramos que el porcentaje de matriculadas en ingenierías desciende.

### ■ Retos a futuro

Del análisis del sector solar fotovoltaico desde los ámbitos citados –investigación, industria y academia– podemos decir que el número de expertas es de relevancia así como las contribuciones y aportaciones femeninas al sector. Sin embargo, en todos los ámbitos científico-técnicos encontramos una situación similar: a pesar de una presencia relevante, las mujeres tenemos escasa o nula visibilidad en posiciones estratégicas. La presencia de mujeres en el sector energético en los últimos años tiene una tendencia creciente, y sin embargo, esto no se ve traducido en un mayor peso en los foros de decisión.

¿Cuándo podremos dejar de celebrar el 11 de febrero? ¿Cuándo conseguiremos lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y las niñas, logrando la igualdad de género y el empoderamiento de mujeres y niñas en este área? De continuar la inercia actual extrapolamos que en las escuelas técnicas de la UPM esto no se conseguiría antes de 60 a 100 años. ¿Es esto razonable? En ningún caso lo es. Además, la invisibilización provoca que menos niñas estudien ingenierías, que menos mujeres se decidan por la carrera técnica y científica cuando –y esto se viene constatando desde la escuela primaria– su preparación es comparable (si no mejor) que la de sus compañeros. Es urgente revertir esta situación, visibilizar referentes y poner a la ciencia, la tecnología, la ingeniería y la energía voz de mujer. Los retos son urgentes, ineludibles, se hace imprescindible una transición energética hacia un modelo justo y sostenible. En este transitar, el 50% de las voces no pueden seguir silenciadas.

### Porcentajes de mujeres y hombres contratados en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) por categoría profesional.



### El Observatorio Crítico de la Energía

En 2007 se creó el Observatorio Crítico de la Energía. Un foro de discusión y elaboración de propuestas constituido por científicos y profesionales, entre los que se incluyen varias mujeres, convencidos de que necesitamos una sociedad formada e informada para poder participar en la toma de decisiones que nos atañen.

En el Observatorio se elaboran materiales de difusión para generar un discurso riguroso e informado que permita abordar las principales cuestiones energéticas de nuestro tiempo desde una postura que combine la solvencia del método científico con la conciencia política y social. Como ejemplo, podemos destacar su último informe, publicado en enero de 2018, que bajo el título “¿Es posible cerrar simultáneamente las centrales de carbón y nucleares antes del final de 2025?” analiza diferentes sendas de transición para la descarbonización del sector eléctrico en España.

Las mujeres que firmamos este artículo tenemos una opinión compartida sobre la necesidad de un cambio de modelo energético. Creemos que es necesario apostar por un modelo limpio renovable, modular y distribuido. En este modelo, la energía debe ser un derecho universal de las personas y estar disponible para los usos esenciales de forma asequible y fiable.

La energía solar fotovoltaica, por su carácter modular y renovable, es una tecnología clave para este nuevo modelo energético, una herramienta útil para garantizar el derecho universal de acceso a la energía, tanto para la electrificación de áreas rurales sin acceso a la red eléctrica como para integrar generadores en las viviendas y puntos de consumo, ofreciendo la capacidad a los usuarios de ser propietarios de su propio sistema y aumentando la soberanía energética basada en recursos renovables y locales.

*\*Mujeres Solares es un colectivo formado por expertas y profesionales del sector fotovoltaico, que, además, tenemos varios espacios laborales, asociativos, cooperativos y diversos foros en común. Somos Investigadoras doctoras, ingenieras, físicas y químicas, profesoras de Universidad, directoras de políticas energéticas e Ingeniería y coordinadoras de las áreas de energía en nuestras respectivas organizaciones. Contacto: mujeres.solar@gmail.com*

# Transformamos la energía en **liderazgo.**

En Soltec somos fabricantes de seguidores solares, con un equipo de más de 750 personas en todo el mundo dedicadas a transformar la energía del sol en liderazgo, innovación, respeto y empleo.

Estamos comprometidos con un futuro mejor para todos y convencidos de nuestra capacidad para liderar el futuro de la energía fotovoltaica a través de la innovación en seguimiento solar.



# Proyecto LIFE Enerbioscrub

*Solo en enero de 2018, entre la superficie afectada por incendios forestales en España, 480 hectáreas correspondían a matorral y monte abierto; cifra mucho mayor que la arbolada (20 hectáreas) y la herbácea (40). El problema no es baladí, por lo que el proyecto LIFE Enerbioscrub se ha convertido durante cuatro años en un campo de pruebas vital para atajar esta sangría. La extracción del matorral, su procesamiento y su posterior uso como biocombustible, todo bajo garantías de sostenibilidad, han sido sus líneas de trabajo, con las que se han conseguido objetivos y conclusiones de relevancia para compartir y replicar.* Javier Rico

**A**l cabo del año son muchas las hectáreas de matorral y monte abierto que sucumben bajo los incendios. Los últimos datos completos que aporta el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (Mapama) son de 2016 y cuantifican la superficie afectada en 36.204 hectáreas. La cifra está muy por encima de las 23.173 hectáreas de la superficie arbolada y de las 6.438 del terreno herbáceo. “Y a ello habría que añadir las hectáreas de arbolado afectadas tras originarse el fuego en matorrales”.

Quien se expresa así es Luísa Saúl Esteban, coordinador de Enerbioscrub, enmarcado dentro del programa LIFE de la Unión Europea. Es investigador de la Unidad de Biomasa del Centro de Desarrollo de Energías Renovables (Ceder/Ciemat), socio coordinador del proyecto, y subraya que “tanto las comunidades autónomas como el Gobierno central cuentan ahora con

una información muy valiosa para abordar trabajos de desbroce y limpieza de matorrales con aprovechamiento energético para atajar los incendios forestales e invertir el presupuesto para destinar más dinero a la prevención que a la extinción”.

Esa información procede de un proyecto que durante casi cuatro años ha realizado una ardua tarea de investigación y trabajo de campo impulsada por diez socios y coordinada por el Ceder/Ciemat. Durante la reunión final de Enerbioscrub, celebrada en febrero en As Pontes (A Coruña), Héctor Dopico, representante de dos de las empresas involucradas, Biomasa Forestal e Intacta, afirmaba que “el riesgo de incendio en las zonas que han sido desbrozadas ha disminuido entre un 60 y un 80 por ciento”, en referencia a As Pontes y Palas de Rei (Lugo) y basado en datos obtenidos por otro socio del proyecto, el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

La disminución del riesgo de incendios forestales en un país altamente azotado por ellos es uno de los objetivos primordiales de Enerbioscrub. Y se habla aún en presente porque el proyecto ha recibido un permiso de prórroga de la Comisión Europea hasta el 30 de abril de 2018 (concluyó a finales de 2017) con el objetivo de mejorar y afinar pruebas y resultados que atañen a toda la cadena de aprovechamiento del matorral: detección de las masas donde actuar, logística de extracción y preparación de la biomasa, conversión en biocombustible, combustión en calderas domésticas e industriales, respuesta de los equipos a los diferentes biocombustibles y medición de emisiones contaminantes y ahorros de gases de efecto invernadero (GEI).

## ■ Matorrales marginales

De esta manera se cubren los otros tres objetivos primordiales: reducir la huella de carbono y la dependencia de productos energéticos fósiles importados usando los autóctonos; demostrar que existen alternativas y alicientes para crear puestos de trabajo en el medio rural; y definir políticas que favorezcan la gestión forestal sostenible y rentable de las masas forestales marginales.

Las cuatro grandes zonas identificadas para la actuación han sido Garray (Soria), Las Navas del Marqués (Ávila), Fabero (León) y As Pontes. En estos lugares, las especies dominantes dentro del matorral con



Desbroce de matorral con Biobaler en monte Merlan (Palas de Rei).

las que se ha trabajado pertenecen a jaras, escobas, brezos y tojos, respectivamente.

Entre las conclusiones que se van generando se tiene claro que “muchas de estas masas arbustivas, con un adecuado manejo, pueden contribuir a la lucha contra el cambio climático, no solo a través de la limpieza de las masas forestales marginales de matorral previniendo incendios forestales, sino también por su destino al aprovechamiento energético con un claro ensalzamiento de la energía renovable autóctona de la biomasa”.

Las zonas marginales seleccionadas están cubiertas de matorral debido al abandono como pastizal para ganadería o con una baja actividad de esta, o directamente tierras de cultivo fuera ya de uso agrícola.

En As Pontes se trabajó en una escombrera del complejo minero-eléctrico de la empresa Endesa, donde se realizaron desbroces durante la primavera y verano de 2015. Durante la misma reunión en esta localidad coruñesa, se visitó y se comprobó la evolución del matorral desbrozado, que se utilizó para hacer los ensayos de pelletizado en la factoría de Biomasa Forestal. En un radio de cien kilómetros alrededor de As Pontes se estima que existen 2,8 millones de toneladas de matorral, de las que 400.000 serían explotables a corto plazo utilizando la tecnología probada en el proyecto.

En estos primeros trabajos de determinación de las zonas donde trabajar han intervenido dos socios más: Agresta, con el inventario de masas de matorral mediante tecnología Lidar (acrónimo de *light detection and ranging*), y Tragsa, con la prueba de la maquinaria de recolección. “Es un poco el quid de la cuestión –apunta Luis Saúl Esteban–, porque lo que queremos hacer es comprobar que las máquinas podían hacer el desbroce y la recolección de la biomasa al mismo tiempo; comprobarlo y estudiar su viabilidad, en lo económico y en lo técnico”.

Precisamente, los dos primeros manuales que han visto la luz como difusión del proyecto tienen que ver con la maquinaria empleada en el desbroce con cosecha de matorral y con la evaluación del impacto ambiental generado por dicha actividad.

### ■ Cuidar la logística

El primero de ellos (Manual de buenas prácticas para el desbroce con cosecha de matorral), editado por Tragsa, resume que para desarrollar estos trabajos “se recurrió a dos novedosos equipos mecánicos que trabajan con diferentes estrategias: ambos realizan el desbroce, pero a la hora de cose-

Medición de emisiones en caldera Gestamp (Soria).

charlo uno lo hace en formato fardo y el otro en formato astilla”.

Se ha desbrozado un total de 137 hectáreas y se han producido 1.628 toneladas de biomasa en cinco áreas: Las Navas del Marqués, Villardeciervos (Zamora), As Pontes, Fabero y Garray. La mayoría se consiguieron en As Pontes, con 851 toneladas en 24 hectáreas, con las que Biomasa Forestal ha producido 300 toneladas de pélets y ha generado calor para su secado.

“Hay que cuidar la logística –advierte Esteban–, porque si se recolecta bien vamos a tener bajos contenidos en ceniza si las máquinas cogen menos tierra durante la cosecha; y lo mismo si con posterioridad se realiza un buen cribado de esta cosecha en las plantas de preparación de biocombustibles”.

El Manual de evaluación ambiental de los aprovechamientos de matorrales para uso biomásico está editado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), otro de los socios de Enerbioscrub. Se presenta como “una guía orientativa de aquellos aspectos más relevantes a la hora de llevar a cabo una evaluación del impacto ambiental generado por las actividades de desbroce de matorral”. Con este objetivo exponen “los pasos imprescindibles a seguir para analizar dicho impacto sobre la biodiversidad (composición y estructura de los matorrales), propiedades físicas y químicas del suelo, riesgo de erosión y riesgo de incendio”.



Antes de que acabe Enerbioscrub se publicarán más manuales con pautas para la evaluación ambiental del desbroce mecanizado y con una recopilación de buenas prácticas generadas en los que intervendrán otros socios.

### ■ Caracterización

Tras la logística le llega el turno a la caracterización de la biomasa. Se ha estudiado el pretratamiento y combustión de la biomasa obtenida de escoba, brezo, jara y tojo con la finalidad de evaluar la calidad de los biocombustibles sólidos conseguidos y su comportamiento en calderas domésticas e industriales.

El pretratamiento, mediante molienda y pelletización, se ha realizado en plantas piloto del Ceder/Ciemat, “obteniéndose pélets de calidad comercial y estudiándose los flujos máxicos producidos y los consumos energéticos requeridos”, aseguran entre las conclusiones. Como resultado de la molienda se han conseguido astillas de 30 milímetros. Otra de las conclusiones extraídas es que “la molienda y pelletización puede llevarse a cabo sin registrarse problemas de operación, dependiendo el rendimiento del tipo de biomasa utilizada y de la forma (pacas o astillas) en la que es recibida”.

### Conclusiones principales del proyecto

1. Los desbroces de matorrales y las limpiezas de montes pueden generar recursos de biomasa muy abundantes que actualmente están poco o nada valorizados.
2. Es ambientalmente sostenible desbrozar si se hace de forma ordenada y usando la maquinaria adecuada.
3. La biomasa obtenida tiene calidades medias-altas para usos energéticos y podría competir con los pélets y astillas de madera.
4. El aprovechamiento mecanizado de la biomasa de muchas masas arbustivas puede ser rentable a corto-medio plazo (curva de aprendizaje aún por delante).
5. Es necesario que las administraciones se tomen en serio el tema. Ayudar a los propietarios e invertir más en desbroces que se puedan autofinanciar parcialmente con la biomasa, pastos, recursos micológicos y apicultura.
6. Vencer inercias. La biomasa del matorral no es madera. Su tratamiento es diferente. Se requieren directrices y normativas específicas para su gestión, como el permiso para almacenarla temporalmente en las zonas desbrozadas.
7. Recomendación a la administración en el empleo de nuevos fondos públicos: más tratamientos silvopastorales y menos repoblaciones. Es necesario cuidar las masas que tenemos antes de crear otras nuevas.



**Barreras y soluciones**

BARRERAS ADMINISTRATIVAS	BARRERAS DE ENTRADA AL MERCADO	ACCIONES CLAVE	RECURSOS PARA LLEVAR A CABO LAS ACCIONES DEL VIENTO (Físicos, económicos, humanos, legales, etc)	SOCIOS CLAVE
Hiperintervencionismo de la administración	Falta y desconocimiento de maquinaria específica	Lobby frente a la administración para la realización de servicultura preventiva de incendios	Actuaciones demostrativas en comarcas con mucho recurso de matorral	Administraciones públicas
Ausencia de planes de gestión del matorral	Falta conocimiento del producto por el consumidor (analítica y formato)	Legislación prioritaria para desarrollo rural y políticas contra el cambio climático	Integrar el matorral en los planes de gestión	Entidades que gestionan la prevención de incendios
Fragmentación de la propiedad privada	Falta identificación de matorrales para aprovechamiento mecanizado	Mejorar la maquinaria de desbroce y recolección	Implicación de políticos y empresas	Propietarios forestales, emprendedores
Restricciones temporales en los trabajos de desbroce	Faltan casos reales de explotación	Mejorar la calidad de la biomasa	Financiación pública	Universidades y opis

Posteriormente, los ensayos de combustión se llevaron a cabo con pélets de matorral en las redes de calor de Las Navas del Marqués y Fabero, matorrales triturados en la caldera del Ceder/Ciemat y jara triturada en la planta de producción de electricidad de Garray, cuyo titular es otro de los socios del proyecto, Gestamp. El Ayuntamiento de Fabero, la sociedad Montes de Las Navas y la Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa (Avebiom) completan la decena de socios.

En Garray se midieron emisiones mientras las calderas operaban según su régimen habitual de demanda de calor. En general, en esta etapa no se registraron problemas de operación, aunque en las primeras valoraciones se apreció “la formación de escorias con las biomásas de brezo, jara y tojo, que sí podrían generar problemas durante su combustión en periodos prolongados de tiempo; también se aprecia una mayor tendencia de estas biomásas a producir dióxidos de nitrógeno (NOx) y partículas, y es destacable la emisión de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y cloruros de hidrógeno (HCl) durante la combustión de tojo”.

Luis Saúl Esteban puntualiza que “todos estos resultados son fruto de ensayos en calderas comerciales que en algunos casos no estaban bien reguladas, que además es lo que pasa en el 50 por ciento de las instalaciones, incluyendo las de combustibles fósiles”. Esteban achaca estos defectos a “un escaso cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), que para las calderas de más de 70 kW obliga a realizar una revisión mensual de mantenimiento y una más a fondo anual”.

Enerbioscrub ha permitido así constatar un mal a solucionar para lograr una mayor eficiencia y limpieza de la combustión.

Ciertas modificaciones, como simplemente regular las calderas, permitieron obtener mejores resultados en nuevos ensayos realizados en 2017.

■ **Normativas de emisiones**

Se incide en que, a pesar de que en los ensayos la combustión de biomasa de matorral dio lugar a una mayor emisión de NOx y partículas comparada con los combustibles de pino utilizados como referencia, se mantendrían por debajo de las normativas europeas en la materia. Eso sí, aconsejan “utilizar sistemas de reducción de NOx, como la combustión escalonada, y de partículas, como multiciclones, filtros de mangas o precipitadores electrostáticos en las instalaciones de mayor potencia”.

Hay casos, como el del uso de jara en la caldera industrial de Gestamp en Garray, en los que se afirma que “no conduce a emisiones de NOx, SO<sub>2</sub>, HCl y partículas más elevadas que el combustible que se emplea habitualmente en la planta”.

Con respecto al combustible más problemático en emisiones, el obtenido a partir de tojo, recomiendan que dado su alto contenido en azufre y cloro se destinen solo a uso industrial. No obstante, según expuso Raquel Bados, investigadora también de la Unidad de Biomasa del Ceder/Ciemat, en la Conferencia Europea de Biomasa celebrada en Estocolmo (Suecia) en junio de 2017, “con respecto a la peletización, el tojo es el matorral que presenta mayor flujo másico de pélets y menor consumo energético, seguido por la escoba y el brezo, con valores similares y, finalmente, la jara”.

Bados añade que, en cuanto a la caracterización de los pélets, “con un pretratamiento adecuado, que implica la reducción en la humedad y en el contenido en ceniza,

los de escoba, brezo y jara se podrían llegar a clasificar dentro de la categoría B de la norma ISO 17225-2:2014 para uso en aplicaciones comerciales y residenciales”.

Por último, a falta del punto y final al proyecto, los participantes de Enerbioscrub se dan por satisfechos con la consecución de uno de sus objetivos esenciales: “contribuir a una UE con economía hipocarbónica y reducir la dependencia de productos energéticos fósiles”. Y no solo por el empleo de energías renovables a partir de biocombustibles sólidos.

“Hay que pensar que el balance de emisiones de gases de efecto invernadero de los ensayos es mucho menos positivo que en condiciones reales, entre otras razones porque en el análisis del ciclo de vida se ha incluido el transporte hasta el Ceder/Ciemat de algunas de las biomásas estudiadas e incluso las emisiones derivadas de la construcción de la maquinaria”, señala Luis Saúl Esteban.

“Por ejemplo –concluye el investigador del Ceder/Ciemat–, en Garray, donde el biocombustible a partir de matorrales de jara se genera a escasa distancia de la central, las reducciones de GEI llegan al 95 por ciento con respecto a los combustibles fósiles, cuando en la nueva directiva de energías renovables, para este tipo de plantas, se contempla llegar a un 80 por ciento en 2021 y a un 85 por ciento para 2026”. Los resultados provisionales del resto de ensayos en sus instalaciones de combustión (escoba en Las Navas del Marqués, brezo en Fabero y tojo en As Pontes) dan todos reducciones por encima del 88 por ciento con respecto al gasoil.

■ **Más información:**  
[enerbioscrub.ciemat.es](http://enerbioscrub.ciemat.es)

## **Hidro Estocástico: Incertidumbre, resuelta.**

La gestión de los embalses y decisiones de despacho están afectas a incertidumbre. Afortunadamente, existe una herramienta para guiar la toma de decisiones óptimas.

PLEXOS es el software líder de simulación de energía a nivel mundial. Es altamente personalizable y configurable para lograr modelos optimizados y pronósticos eficaces.

# PLEXOS

BY ENERGY EXEMPLAR



# PLEXOS incorpora desarrollo para resolver coordinación hidrotérmica bajo incertidumbre

*En algunas regiones del mundo la energía hidráulica juega un papel esencial en el abastecimiento energético. Por ejemplo, en Latinoamérica, donde más del 50% de la demanda eléctrica se cubre con esta fuente. Algunos países como Costa Rica superan incluso el 70%. Para sacar el máximo partido a esta energía limpia es preciso contar con herramientas que permitan optimizar la gestión del recurso hídrico. Es justo lo que se ha propuesto PLEXOS con su nueva solución.*

ER

**P**LEXOS es un software de modelación de mercados energéticos basado en la optimización. Desarrollado por la empresa Energy Exemplar, que fue fundada en Adelaide (Australia) en 1999, PLEXOS es una de las herramientas más utilizadas en el mundo. De hecho, está instalado ya en más de 1.000 lugares en 47 países. Su extraordinaria capacidad para hacer previsiones está basada en los últimos avances en tecnología de computación y algoritmos matemáticos.

El programa acaba de introducir una nueva formulación para incorporar la modelación de energía hidroeléctrica. Los sistemas eléctricos con generación térmica e hidroeléctrica requieren una coordinación sistemática para lidiar con la incertidumbre de los afluentes y determinar una política óptima para la operación de los embalses. Por eso, PLEXOS ha incorporado la modelación estocástica junto con la capacidad de modelar variables enteras para entregar una solución óptima a este problema. Además, PLEXOS permite modelar restricciones adicionales como el recurso a destinar en riegos o caudales



ecológicos y evaporaciones, y el máximo de agua que se puede desembalsar para no provocar inundaciones. Es decir, es capaz de representar situaciones frecuentes de la vida real.

Para resolver el problema, el modelo formula un árbol de posibles escenarios, como puede verse en el gráfico 1. Un árbol de escenarios está conformado por nodos y líneas, donde los nodos representan posibles estados y el momento en que se toman nuevas decisiones. Las líneas, por otra parte, representan posibles resultados con una probabilidad asociada. El recorrido desde el nodo inicial hasta el final del horizonte se denomina escenario y puede contener etapas secas, húmedas o intermedias. Es importante que cada escenario recoja una secuencia lógica de los eventos a lo largo del horizonte y eso, etapa tras etapa, supone reunir millones de datos que pueden generar problemas de

dimensionalidad. Esto exige una simplificación de escenarios ya que a medida que aumenta el horizonte de estudio también aumenta la cantidad de escenarios reduciendo la probabilidad de ocurrencia de cada uno de ellos. Para resolver el problema

desde el inicio hasta el final del horizonte se calculan probabilidades de ocurrencia al punto que los paquetes de optimización no pueden percibir la diferencia entre los escenarios. Para superar esta limitación, PLEXOS implementa la técnica de horizonte rodante (*rolling horizon*) resolviendo el horizonte por segmentos.

Otra de las cualidades de PLEXOS es que ofrece soluciones integrales, que no solo tienen en cuenta la generación hidráulica sino la del resto de fuentes renovables o térmicas. Además, calcula y elabora estas soluciones de forma precisa y rápida permitiendo al usuario obtener resultados en tiempos prácticos de simulación.

■ **Más información:**  
 → [www.energyexemplar.com](http://www.energyexemplar.com)



# Glenn Drayton

Fundador de Energy Exemplar y jefe de Diseño de Software



*“Imagina conducir un coche en la noche: con PLEXOS el coche lleva luces, con otros sistemas es como ir a oscuras”*

Ligado desde hace más de 20 años al modelado de sistemas de energía, Glenn Drayton ha participado en el diseño de los mercados energéticos de Nueva Zelanda, Australia y Singapur. Fundó Drayton Analytics (lo que ahora es Energy Exemplar) en 1999 con el objetivo de modelar un mercado basado en la optimización. El resultado de ese trabajo es PLEXOS. Drayton es experto en optimización matemática aplicada a la planificación de sistemas de energía. En esta entrevista le preguntamos por un nuevo desarrollo de PLEXOS pensado para resolver la modelación de energía hidroeléctrica.

■ PLEXOS está a punto de incorporar una nueva solución enfocada en la modelación estocástica de coordinación hidrotérmica.

¿Por qué surgió esta necesidad? ¿Cuánto tiempo llevan trabajando en su desarrollo?

■ La tecnología predominante para resolver la coordinación hidrotérmica con incertidumbre es la programación dinámica dual estocástica (SDDP), que fue desarrollada en 1970 de manera independiente en Brasil (Pereira) y Nueva Zelanda (Read). Este método utiliza la llamada descomposición de Benders para fragmentar el enorme problema combinatorio de incertidumbre en los afluentes hidrológicos en una serie de iteraciones (repeticiones) más pequeñas y manejables. Este método ha funcionado bien durante décadas, pero sufre muchas limitaciones, una de las cuales es que el método a menudo tiene dificultades para converger (encontrar soluciones) especialmente en los actuales sistemas de energía con altos niveles de generación renovable, donde es necesaria una mayor resolución. La falta de convergencia significa que no se puede saber si las soluciones encontradas son óptimas y, por lo tanto, confiar en su exactitud. Por eso, es necesario un enfoque innovador que responda a este problema e incorpore los últimos avances en poder de procesamiento computacional y programación matemática para enfrentar el problema de coordinación hidrotérmica.

Energy Exemplar comenzó a trabajar en un enfoque de optimización estocástica a principios del año 2010 aplicando con éxito estos desarrollos a problemas de corto plazo como el predespacho estocástico

(*stochastic unit commitment*). En este problema la variable de decisión es el momento de encender/apagar las plantas de generación de manera óptima con respecto a la incertidumbre en la demanda, y predicciones solares y eólicas. Como resultado de este desarrollo se han publicado varios estudios relevantes sobre este tema.

Después de aquel éxito, empezamos a trabajar en la aplicación de nuestro enfoque al problema hidrológico donde la mayor parte del desarrollo se ha producido en los últimos tres años. Ahora estamos en un punto donde podemos demostrar nuestro enfoque comparando directamente contra el tradicional método SDDP.

■ ¿Qué desafíos presenta la modelación de un sistema hidrotérmico?

■ El almacenamiento de agua en un problema de coordinación hidrotérmica lo hace más complejo que los modelos estocásticos de corto plazo debido a que se convierte en un problema con acoplamiento temporal multietapa. Es decir, las decisiones sobre la generación hidroeléctrica realizadas hoy afectan las soluciones del futuro, y por ello, se necesita ajustar nuestras decisiones en etapas a medida que el futuro se revela. El *software* debe optimizar las decisiones, por ejemplo, mes a mes, en lugar de hacerlo solo una vez al inicio del horizonte de proyección. Esto produce que el número de escenarios resultante sea a menudo muy grande, lo que representa un problema, ya que frecuentemente es deseable explorar todas las combinaciones de afluentes históricos en nuestros pronósticos.

Sin embargo, no resulta práctico explorar todos los escenarios futuros posibles. Por ejemplo, si miramos a lo largo de 10 años con decisiones en etapas mensuales y 50 futuros posibles en cada etapa, el número total de futuros a explorar es del orden de 50120. Un desafío clave es cómo reducir el número de futuros que exploramos conservando la mayor cantidad posible de información en la incertidumbre.

■ ¿Cómo se ha modelado hasta ahora la coordinación hidrotérmica y qué novedades presenta PLEXOS?

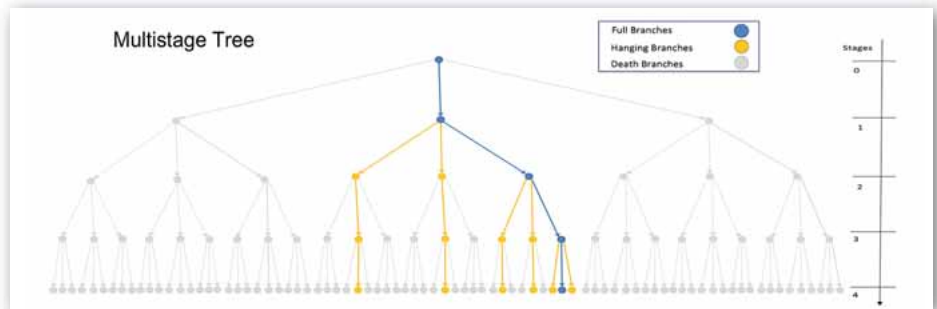
■ SDDP ha sido la solución dominante. Donde SDDP y PLEXOS difieren es en la forma en la que se explora el árbol de posibles escenarios futuros hidrológicos. Mientras SDDP descompone el problema en sub-problemas más pequeños, lo cual requiere muchas iteraciones alrededor de diferentes valores del agua, el método de PLEXOS es directo, es decir, no requiere descomposición. En su lugar, utiliza un enfoque de horizonte rodante.

Imagina conducir un coche en la oscuridad de la noche y en un camino lleno de obstáculos. Con SDDP es como si el automóvil no tuviera luces. El conductor tiene que recorrer por una pequeña sección con sumo cuidado mientras tiene que ir tomando notas de donde se desvió o tropezó con algo. Cada vez que se topa con un problema, comienza de nuevo y continúa repitiendo hasta que llegan al final sin chocar con ningún obstáculo ni salirse de la carretera.

Por el contrario, con PLEXOS, el coche viaja con luces que iluminan el camino por delante tan lejos como pueda. Una vez que el automóvil pasa un punto dado, ya no tenemos que preocuparnos por lo que quedó detrás de nosotros o por las curvas que tuvimos que atravesar, sólo tenemos que mirar el camino que queda por delante. Esto es esencialmente lo que el enfoque de horizonte rodante de PLEXOS realiza, ya que su resolución no termina hasta llegar al final del camino.

El poder de procesamiento computacional y la velocidad de los códigos de programación matemática modernos son las ‘luces’ que hacen que el enfoque de PLE-

El método de reducción de escenarios de PLEXOS se denomina *hanging branches* y fue desarrollado en la oficina de Adelaide (Australia) en 2013-2015. El árbol completo se clasifica en ramas llenas, ramas colgantes y ramas muertas, como muestra el gráfico.



XOS sea computacionalmente factible en la actualidad.

### ■ ¿Cómo funciona el nuevo desarrollo?

#### ■ ¿Qué es capaz de hacer?

■ Si continuamos con la analogía, PLEXOS funciona en primer lugar encendiendo las luces para mirar hacia el futuro lo más lejos posible e incorporar sus diferentes posibilidades. Tanto SDDP como PLEXOS hacen esto y ambos enfoques deben reducir el número de futuros considerados de una manera significativa. De hecho, el enfoque de reducción de escenarios empleado por PLEXOS, que se llama *hanging branches*, es similar al de SDDP. Esta es la primera pieza del rompecabezas. La segunda es cómo la optimización explora el horizonte.

Debido a que PLEXOS no utiliza descomposición, resuelve una pequeña cantidad de grandes problemas de optimización en lugar de una gran cantidad de pequeños problemas. Hay muchas ventajas en esto. En primer lugar, PLEXOS siempre converge. Las soluciones de PLEXOS son óptimas sin ningún 'gap'.

En segundo lugar, PLEXOS puede considerar sistemas más complejos, por ejemplo, incorpora fácilmente altos niveles de penetración de generación renovable. También puede incorporar decisiones enteras, por ejemplo, decisiones que son binarias *on/off*. Todos estos aspectos tienden a ser un problema para SDDP. Con PLEXOS, los usuarios pueden pasar sobre las limitaciones de SDDP y crear estudios más completos, precisos e informativos.

■ La herramienta utiliza información histórica y entiendo que las mismas condiciones que se dieron en alguno de esos años pueden volver a repetirse. ¿Puede darse el caso de que las soluciones que ofrece la herramienta sean poco precisas dada la gran cantidad de datos?

■ Este es uno de los desafíos clave en el problema de coordinación hidrotérmica. Debido a la enorme cantidad de posibles combinaciones futuras de afluentes hidrológicos, no es posible ni razonable explorar todos ellos. Sin embargo, sabemos que las decisiones óptimas tienden a no

## PLEXOS versus SDDP

	SDDP	PLEXOS Hanging Branches
¿Documentado en literatura científica?	Sí	No. Método desarrollado exclusivamente por Energy Exemplar
Exploración árbol multi-etapas	Algunas versiones de SDDP remuestran el árbol permitiendo múltiples rutas de exploración	Sin remuestreo = Más eficiente
Velocidad de la solución	Técnicas de descomposición y resolución paralela de sub-problemas independientes para mejorar el rendimiento de la simulación	Resolución paralela de ramas completas de simulación para mejorar el rendimiento de la simulación
¿Lineal o integral?	Lineal	Entero – Mixto

cambiar después de tener en cuenta un cierto número de escenarios. Esto sigue siendo un gran número, generalmente mayor a 1.000, pero es un número manejable.

Podemos estar bastante seguros de que el método es preciso y las soluciones robustas. No estamos tomando atajos, ya que estamos resolviendo de forma más robusta, teniendo en cuenta la mayor incertidumbre posible.

### ■ ¿Qué velocidad de simulación ofrece PLEXOS comparado a lo que actualmente se utiliza?

■ Con SDDP es posible comprometer la solución óptima para lograr un tiempo de ejecución rápido, pero la calidad del resultado es cuestionable. Nuestra evaluación muestra que el enfoque PLEXOS es generalmente más rápido de todos modos y que garantiza el óptimo.

### ■ Para analizar el nuevo desarrollo han tomado el caso de Chile y comparado los resultados de PLEXOS con la metodología tradicional SDDP. ¿Qué conclusiones relevantes han encontrado en esta comparación?

■ Sí, hemos utilizado Chile como punto de referencia y ahora estamos expandiendo nuestras pruebas a otros sistemas. Para dar una idea del nivel de computación y velocidad de los algoritmos actuales, los casos de Chile emplean habitualmente 55 series históricas de afluentes hidrológicos aplicados a un horizonte de planificación de 10 años. Para cada una de las 55 series, el método de horizonte rodante de PLEXOS resuelve 23 grandes problemas de optimización, cada

uno con aproximadamente 4 millones de coeficientes. Si imprimiéramos todos esos problemas matemáticos, la pila de papel alcanzaría los 400 km de altura, pero la computadora puede resolver todo esto en unas pocas horas.

Al comparar los resultados de SDDP con PLEXOS vemos un alto grado de similitud, sin embargo, se puede observar que la solución de PLEXOS es superior porque es capaz de representar escenarios más profundos en el futuro que SDDP, para el mismo tiempo de ejecución.

### ■ ¿A qué países, empresas, organismos puede resultar más interesante esta nueva herramienta?

■ Los sistemas con una alta participación de generación hidroeléctrica, como muchos países en América Latina, países nórdicos, Nueva Zelanda y el sudeste asiático son los principales objetivos de esta herramienta.

Un punto importante a tener en cuenta es que este nuevo método está completamente integrado en el *software* PLEXOS, brindando a los usuarios completo acceso a las capacidades existentes que van desde la planificación de inversiones de largo plazo hasta el predespacho (*unit commitment*) detallado y algoritmos de despacho económico. Esto significa que el método de solución es fácilmente accesible para cualquier cliente PLEXOS y no está separado en una herramienta especializada. Con esto esperamos que el método de coordinación hidrotérmica con incertidumbre se expanda a una mayor cantidad de organizaciones. ■

## ¡Suscríbete!

Todas las opciones para poner  
*Energías Renovables* en tu vida

### 1. SUSCRIPCIÓN ANUAL A LA REVISTA EN PAPEL (10 NÚMEROS)

Cuesta 50 euros (75 para Europa y 100 para el resto de países) y comienza con el número del mes en curso. Se distribuye exclusivamente por suscripción y se envía por correo postal. Esta suscripción incluye también la posibilidad de descargar la revista en formato PDF y el acceso a todos los contenidos de la página web.

→ *Revista en papel + Revista en PDF + contenidos web: 50 euros*

### 2. SUSCRIPCIÓN ANUAL AL PDF (10 NÚMEROS)

Cuesta 30 euros al año. Esta suscripción incluye la descarga de la revista en formato PDF y el acceso a todos los contenidos de la página web.

→ *Revista en PDF + contenidos web: 30 euros*

### 3. SUSCRIPCIÓN ANUAL A CONTENIDOS WEB

Cuesta 20 euros al año. Esta suscripción incluye el acceso a todos los contenidos de la página web.

→ *Contenidos web: 20 euros*

Si quieres suscribirte,  
hazlo a través de  
nuestra página web:

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





## AGENDA

### II FERIA DE LA ENERGÍA DE GALICIA

■ La II Feria de la Energía de Galicia se celebra en Silleda (Pontevedra), del 22 al 24 de marzo de 2018. Dará continuidad a un proyecto que contó con gran acogida en su primera convocatoria. Lo hará con una cita que profundizará en sus claves: la convergencia de empresas, instituciones, profesionales y usuarios en un foro con presencia de todos los tipos de energía y el mejor planteamiento posible para la generación de negocio, la innovación y también la divulgación tanto técnica como social. Entre sus ejes principales estarán la bioenergía, el ahorro y la eficiencia energética, y los combustibles alternativos para sectores difusos (transporte, ganadería, residuos...). Una formulación con la que el certamen quiere posicionarse como referente en el suroeste europeo.

■ **Más información:**

→ <http://feiraenerxiagalicia.com/es/>



### EUBCE 2018

■ Del 14 al 18 de mayo se celebra en Copenhague (Dinamarca) la 26 European Biomass Conference & Exhibition (EUBCE 2018). Uno de los eventos más importantes del sector para la recopilación, el intercambio y la difusión de conocimientos científicos e industriales en el campo de la biomasa. La EUBCE combina una de las conferencias sobre ciencia y tecnología de biomasa más grandes con una exposición industrial de alta calidad, que atrae a profesionales de la biomasa de todo el mundo: investigadores, ingenieros, tecnólogos, certificadores, responsables políticos, instituciones financieras, etc. La conferencia se organiza cada año en una ciudad. En España ha tenido lugar en dos ocasiones, en el año 2000 en Sevilla y en 2008 en Valencia. Los organizadores esperan contar este año con 900 presentaciones procedentes de 83 países.

■ **Más información:**

→ [www.eubce.com](http://www.eubce.com)



### ENERBLOCK: ENERGÍA Y BLOCKCHAIN

■ Productores y comercializadores de todos los tipos de energía, tanto convencionales como renovables, avanzan con paso firme en el estudio y comprensión de la tecnología Blockchain para implementarla en sus respectivos negocios, en sus relaciones con proveedores y clientes. De todo ello se hablará en la jornada Enerblock, que se celebra en Madrid el 17 de mayo. Juben Asesores Sector Energético, miembro de Alastria, quiere dar a conocer los beneficios y ventajas que el Blockchain pueda reportar a todos los intervinientes en la cadena de producción y comercialización de productos y servicios energéticos. Por ello Global Energy, división de eventos de Juben Asesores, organiza Enerblock: Energía y Blockchain, que tendrá lugar en Madrid el próximo 17 de mayo en el hotel Ilunion Pio XII. Un evento que dedicará ocho ponencias al Blockchain aplicado al sector energético, incluyendo casos reales de uso.

■ **Más información:**

→ <http://globalenergy.es/patrocinadores/enerblock-energia-blockchain/>



### GREENCITIES 2018

■ Greencities es punto de encuentro entre profesionales, representantes institucionales y empresas para mostrar sus productos, servicios y experiencias entre los agentes involucrados en el desarrollo de las ciudades inteligentes y en la mejora de la calidad de vida del ciudadano. La 9ª edición se celebra en Málaga los días 30 y 31 de mayo de 2018. Y como en anteriores ocasiones, la cita está pensada para sectores como consultoría, domótica, energías renovables, iluminación eficiente, certificación, financiación y ayudas, gestión de residuos, movilidad eléctrica, agua, gas y energía, urbanismo, rehabilitación y construcción sostenible, representantes sectoriales y asociaciones.

■ **Más información:**

→ <http://greencities.malaga.eu>



### GENERA 2018

■ La Feria Internacional de Energía y Medio Ambiente, Genera, se celebra del 13 al 15 de junio en Madrid. Como en años anteriores, las energías renovables marcarán el protagonismo de este evento que también tratará temas de tecnología, eficiencia energética, iluminación, smart grids, etc. Una vez más volverá a celebrarse la Galería de la Innovación, en la que se mostrarán diversos proyectos, seleccionados por su aportación al desarrollo de las renovables y la eficiencia energética en España. La iniciativa está dirigida a apoyar la labor de investigación científica y tecnológica que llevan a cabo organizaciones públicas y privadas y la actividad innovadora de las empresas del sector.

■ **Más información:**

→ [http://www.ifema.es/genera\\_01](http://www.ifema.es/genera_01)



### INTERSOLAR 2018

■ Intersolar Europe 2018 se celebra del 20 al 22 de junio en Munich (Alemania). Por primera vez estará integrada en la nueva plataforma de innovación The smarter E Europe, bajo la que se agrupan otras importantes ferias de ámbito mundial, como Power2Drive Europe, la nueva feria especializada en infraestructura de carga y electromovilidad. Y EM-Power, feria especializada en el uso inteligente de la energía en edificios y en la industria. En paralelo a Intersolar Europe se celebra la quinta edición de ees Europe, la feria de baterías y sistemas acumuladores de energía más grande de Europa. Las cuatro se engloban dentro de The smarter E Europe: la plataforma de innovación para el nuevo mundo energético. Una plataforma, sin duda, que no tiene competencia con ningún otro evento de estas características en Europa.

■ **Más información:**

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



# Blue Power

*The professional choice*



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

Energy. Anytime. Anywhere.

Encuentra estos productos en:

**Bornay** 

P.I. Riu, Camino del Riu s/n  
03420 Castalla (Alicante) España

Tel: (+34) 965 560 025  
Fax: (+34) 965 560 752

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

91 031 23 07

Para tu vivienda, comunidad, negocio o explotación agrícola ofrecemos la **solución sostenible** que necesitas

Nuestro objetivo es poner a tu alcance los **servicios de eficiencia** con la garantía de que siempre tendrás un **retorno económico asociado al confort**



Ofrecemos soluciones  
para todos los usos de la energía

Solo soluciones sostenibles

gesternova