

El gran reto de la integración de la electricidad de origen renovable en las redes eléctricas de Canarias

Julieta C. Schallenberg Rodríguez

Las Islas Canarias carecen totalmente de recursos energéticos convencionales, representando la importación de energía primaria un 98% del consumo del Archipiélago. En la actualidad las Islas se suministran de petróleo y sus derivados, importándolos mediante buques. Sin embargo, Canarias posee un alto potencial de energías renovables, energías autóctonas y limpias, pero tan sólo un 2% del consumo de energía primaria procede de energías renovables. La búsqueda de la sostenibilidad energética es uno de los grandes desafíos de Canarias y la integración de la electricidad de origen renovable en sus redes eléctricas uno de los grandes retos que podría convertir a Canarias en un laboratorio a nivel mundial; el ejemplo de la isla de El Hierro así lo constata. Este artículo versa sobre este gran reto que supone la integración de energías renovables en las redes eléctricas de Canarias.

The Canary Islands lack conventional energy resources, reaching the importation of primary energy 98% of the demand. Nowadays the Archipelago's energy supply is based on oil, which is brought to the islands by ships. Nevertheless, the Canary Islands have very high renewable energy potential, autochthonous and clean energies, which cover only 2% of the primary energy consumption. The quest of energy sustainability is one of the biggest challenges of the Canary Islands and the integration of renewable electricity into their electrical grids could put the Canary Islands on the world map as a worldwide energy laboratory, as the example of El Hierro island shows. This article deals with this big challenge that represents the integration of renewable energies into the Canarian electrical grids.

Las fuentes energéticas de Canarias

En la actualidad el archipiélago canario utiliza las siguientes fuentes energéticas:

- Petróleo importado, que representa el recurso más importante.
- Energías renovables, autóctonas, de las que Canarias dispone en abundancia: energía solar, eólica, hidráulica y biomasa.

Dada la especial orografía de las islas Canarias, estas energías renovables no están distribuidas unifor-

memente en el territorio, ni siquiera dentro de cada isla (zonas norte y sur, zonas bajas o altas).

En su conjunto las energías renovables representan una fracción muy pequeña de la energía primaria consumida en las islas, siendo su aportación un 2% en el 2010.

Más del 50% de la demanda de energía primaria en el Archipiélago está vinculada al sector transporte, en sus tres modalidades: aéreo, marítimo y terrestre. El sector transporte tiene, por tanto, un enorme peso en Canarias y, hasta la fecha, consume únicamente derivados del petróleo.

El segundo gran grupo en demanda de energía es el sector de generación de electricidad, que absorbía casi el 35% de la energía primaria consumida en el 2006, representando el 65,5% del consumo del mercado interior¹.

Este artículo se centra en el sector eléctrico y en la integración de electricidad de origen renovable en las redes eléctricas insulares.

Energía eléctrica

La potencia eléctrica instalada en Canarias en el 2010 era de 3057 MW; en términos de potencia las ener-



Artículo patrocinado por

Compañía Cervecería de Canarias

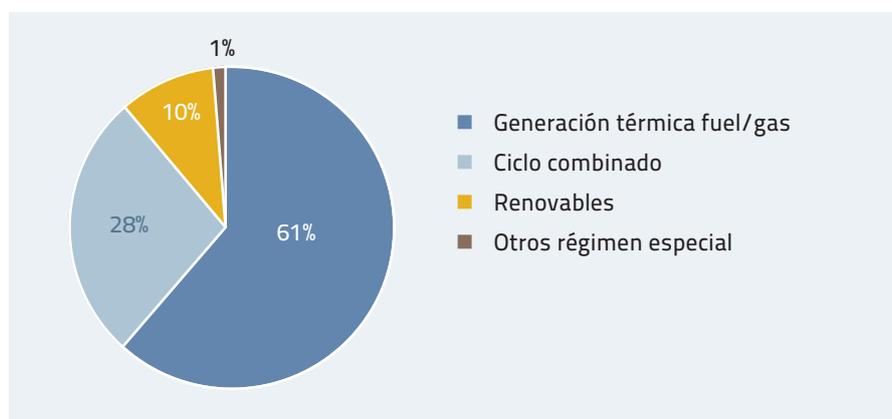


Figura 1. Configuración del parque de generación eléctrico en Canarias. Año 2010. REE (www.ree.es)

gías renovables suponían un 10% de la potencia total instalada².

En relación a la producción de electricidad, el porcentaje disminuye con respecto a la potencia instalada. La aportación de las energías renovables ha seguido una tendencia creciente en los últimos años, aún así la contribución de las renovables a la producción eléctrica rondaba el 7,7% a finales de 2010.

Energías renovables en Canarias

Canarias dispone de un gran potencial para la utilización de la mayoría de fuentes de energías renovables. En la actualidad sólo son explotadas la energía eólica, solar (en sus dos vertientes, térmica –para producir calor– y fotovoltaica –para producir electricidad–), hidráulica y algo de biomasa. Todas estas energías renovables que se explotan en Canarias se utilizan para producir electricidad, a excepción de la energía solar térmica, que se utiliza para producir ACS (Agua Caliente Sanitaria), y algunas instalaciones de biomasa.

La producción de electricidad de origen renovable se inyecta en la red eléctrica, salvedad hecha para las instalaciones fotovoltaicas ais-

ladas de la red, que tienen su campo de aplicación en aquellas zonas a las que no llega la red eléctrica. El resto de la producción, tanto eólica, como solar fotovoltaica como hidráulica, es vertida a la red eléctrica. Existen también algunas instalaciones eólicas de pequeña potencia que funcionan en régimen aislado, algunas veces solas y otras complementadas con energía solar fotovoltaica o grupos electrógenos, pero representan un porcentaje ínfimo de la potencia eólica instalada en Canarias.

Energías eólica en Canarias

Explotación de la energía eólica

Canarias posee muy buenas condiciones de viento, predominan los vientos Alisios (vientos de dirección noreste), que se caracterizan por ser constantes y con velocidades medias-altas (en algunas zonas la velocidad media es de 8 m/s e incluso de 10 m/s, a una altura de 80 m). De hecho, los parques eólicos de Canarias se encuentran entre los de mayor productividad del mundo, con factores de capacidad del 0,35 (35%) de media.

En el conjunto de las energías renovables, la energía eólica repre-

senta la de mayor contribución en Canarias. Respecto a la electricidad de origen renovable inyectada en la red eléctrica, el 48% fue de origen eólico en el 2010; porcentaje éste que ha disminuido significativamente en los últimos años, dado que rondaba el 98% en el 2006.

En Canarias existen fundamentalmente tres formas de explotar la energía eólica.

- Parques eólicos: el propietario del parque es un productor más de electricidad, estando la compañía eléctrica obligada por ley a facilitar la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica y a comprar toda su producción. En Canarias se adjudican mediante concurso público, siendo el Gobierno de Canarias el responsable tanto de sus bases como de su adjudicación.
- Parques eólicos o aerogeneradores con consumos asociados (autoconsumo): la electricidad producida por los aerogeneradores se utiliza para el consumo propio y el excedente de electricidad, si lo hubiera, se inyecta en la red eléctrica. Según la ley este excedente ha de ser, como máximo, el 50% de la producción; en otras palabras: la producción máxima, en balance

Tabla 1. Evolución de la potencia eólica instalada y conectada a la red (en MW) en Canarias.1985-2010

| Año | 1985 | 1990 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2009 | 2010 |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 0.1 | 1.1 | 26 | 47 | 38 | 77 | 80 | 96 | 116 | 127 | 130 | 137 | 137 | 140 | 142 | 143 |

Fuentes: Estadísticas Energéticas de Canarias 2006 (DGIE) y REE

anual, no puede superar el doble del consumo asociado. En Canarias se adjudican también desde hace unos años mediante concurso público.

- Aerogeneradores aislados: son aquellos que no tienen conexión alguna a la red eléctrica y cuya finalidad es abastecer de electricidad un consumo puntual.

Canarias contaba, a finales de 2010, con 143 MW instalados de energía eólica conectados a la red eléctrica, que produjeron ese año 331 GWh.

Para la Comunidad Autónoma de Canarias se establece un objetivo de potencia eólica de 600 MW (Real Decreto 1614/2010).

Rentabilidad económica de los parques eólicos

El marco legislativo actual en España (regulado por Real Decreto 661/2007, Real Decreto 1614/2010 y Real Decreto-ley 14/2010) favorece la producción de electricidad de origen eólico desde el punto de vista económico. El precio que se paga por el kWh de origen eólico depende de si la opción que elige el promotor eólico es la tarifa regulada o la prima (precio mercado + prima).

Si la opción elegida es la de mercado, se han establecido unos precios máximos y mínimos (sistema cap & floor) que se pueden percibir por kWh, independiente de las fluctuaciones del precio de mercado. Los precios de la tabla 2 son valores para 2007. Los precios se actuali-

Tabla 2. Retribución de la energía eólica según el RD 661/2007 (parques eólicos < 50 MW)

| cent €/kWh | primeros 20 años | a partir de entonces |
|---------------------|------------------|----------------------|
| Tarifa regulada | 7,3228 | 6,12 |
| Prima de referencia | 2,9291 | 0 |
| Límite superior | 8,4944 | |
| Límite inferior | 7,1275 | |

Valores para el año 2007

zan cada año en base al IPC-X (donde X es 0,25 hasta 2012 y 0,5 en adelante).

Aunque la legislación española ofrece estas dos alternativas de retribución de la energía eólica, a partir de finales del año 2010, el Real Decreto 1614/2010 establece que los parques eólicos situados en Canarias sólo pueden vender la energía neta producida de acuerdo con la opción de tarifa regulada. A través de este mismo decreto, se ha limitado el número de horas equivalentes que un parque eólico, situado en tierra, tiene derecho a percibir la prima equivalente o prima a 2589 horas/año. Si el parque eólico produjese durante un mayor número de horas equivalentes, el resto de las horas simplemente se le retribuiría a precio de mercado.

El coste de generación de 600 MW en Canarias, si estos se situasen en las zonas eólicas más rentables, excluyendo las zonas restringidas, por limitaciones territoriales u otras, podría variar entre 2,6 y 4,1 c€/kWh.

Energía solar fotovoltaica en Canarias

Explotación de la energía solar fotovoltaica

Las instalaciones solares fotovoltaicas que se encuentran en Canarias, se dividen en dos grandes grupos: sistemas aislados (sistemas autónomos sin conexión a la red eléctrica) y sistemas conectados a la red eléctrica.

Los sistemas aislados tienen el fin de autoabastecer de electricidad el sistema para el cual se instalan. En las instalaciones conectadas a la red, por el contrario, una vez la electricidad solar ha sido transformada por el inversor, toda la energía producida se inyecta en la red eléctrica, con las ventajas económicas que esto conlleva.

Las instalaciones en tejados o en grandes cubiertas representan un exponente claro de algunas de las grandes ventajas de la energía fotovoltaica, como es que los sistemas pueden ser de pequeño tamaño sin perder efectividad, la generación eléctrica puede darse en el mismo lugar donde se realiza el con-

Tabla 3. Evolución de la potencia solar fotovoltaica instalada en Canarias (en MW_p)

| Año | hasta 2005 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|---------------|------------|------|------|------|------|------|------|
| Potencia (MW) | 0.7 | 1.0 | 7.6 | 10 | 80 | 100 | 125 |

Fuente: Estadísticas Energéticas de Canarias 2006 (DGIE) y REE

sumo (lo que evita costes y pérdidas de transporte y distribución de la electricidad) y además su instalación no requiere ocupación de territorio adicional, aprovechando un espacio ya construido. Los módulos fotovoltaicos se pueden integrar en multitud de espacios y elementos urbanos, como pueden ser en terrazas, tejados, azoteas y patios, pero también en marquesinas, pérgolas, balcones, cornisas, cubiertas de aparcamientos, etc.

En regiones como Canarias, donde la densidad de población es muy alta y el porcentaje de territorio sometido a algún tipo de protección es grande (más del 40% del territorio canario posee algún grado de protección), cobra especial importancia el hecho de que la generación eléctrica se pueda llevar a cabo aprovechando estructuras urbanas, sin que haya que buscar superficies adicionales (no construidas) para la producción de energía. Por lo que la energía solar fotovoltaica se puede considerar como un tipo de energía de gran proyección en Canarias.

La potencia fotovoltaica instalada en las islas era de 125 MW_p a 31 de diciembre del año 2010, el 70% de la cual se localizaba en la isla de Tenerife.

De esta potencia, más del 99% pertenece a instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red eléctrica. En 2010 la producción de electricidad fotovoltaica conectada a la red fue de 195 GWh.

En los últimos años se puede observar una reactivación del sector debido al incremento de las instala-

ciones conectadas a la red, tendencia que se prevé que seguirá aumentando en los próximos años. El motivo es el marco económico que favorece este tipo de instalaciones. Además, la aprobación del Código Técnico de la Edificación, en septiembre de 2006, deberá favorecer también un incremento de este tipo de instalaciones. Este código obliga a la instalación de energía solar fotovoltaica en edificaciones nuevas y en reformas, en los casos siguientes:

- Hipermercado: 5000 m² construidos o más.
- Multitienda y centros de ocio: 3000 m² construidos o más.
- Nave de almacenamiento: 10000 m² construidos o más.
- Administrativos: 4000 m² construidos o más.
- Hoteles y hostales: 100 plazas o más.
- Hospitales y clínicas: 100 camas o más.
- Pabellones de recintos feriales: 10000 m² construidos o más.

Rentabilidad de las instalaciones solares fotovoltaicas

En España el marco legislativo actual favorece la conexión de energías renovables a la red eléctrica. La tarifa que se cobra por cada kWh fotovoltaico que se vierte a la red eléctrica está regulada por el Real Decreto 1578/2008, por el que se establece el régimen económico para la producción de energía solar fotovoltaica. Este decreto ha sido modificado posteriormente por el Real

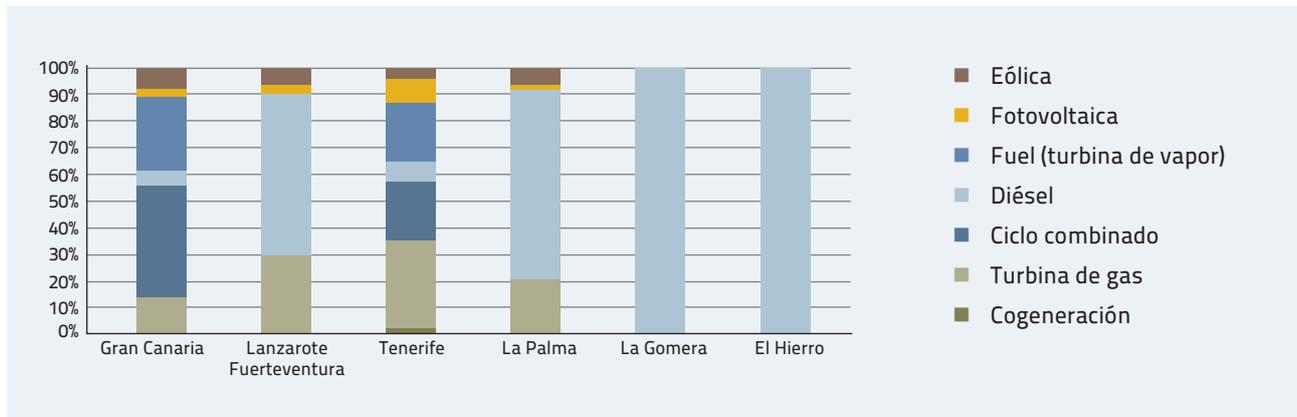
Decreto 1565/2010, por el que se disminuyen las cuantías a percibir.

Las tarifas se actualizan en cada convocatoria según el procedimiento siguiente.

- Para tener derecho a esta retribución, es necesaria la inscripción, con carácter previo, de los proyectos en el Registro de preasignación de retribución.
- En cada convocatoria de preasignación se establece un cupo de potencia. Las tarifas se actualizan en las sucesivas convocatorias (trimestrales), según ese cupo de potencia se haya sobrepasado o no en una 75%.

Según el Real Decreto 1578/2008, la tarifa fotovoltaica en la 1ª convocatoria, que se llevó a cabo en el primer trimestre de 2009, de preasignación de potencia era de 32 o 34 c€/kWh, según tipo de instalación. Para la 2ª convocatoria de 2011, tras las distintas actualizaciones trimestrales y siendo la 1ª convocatoria a la que se le aplican las reducciones establecidas en el Real Decreto 1565/2010, las tarifas según tipo de instalación quedaban de la siguiente forma:

- a. Tipo I. Instalaciones ubicadas en cubiertas, fachadas de construcciones fijas o instalaciones sobre estructuras fijas de soporte (cubierta de aparcamiento, de sombreado, etc.).
 - Tipo I.1: potencia inferior o igual a 20 kW. Tarifa: 28,9 c€/kWh.
 - Tipo I.2: potencia superior a 20,4 c€/kWh.

Figura 2. Mix de generación en Canarias en 2010. REE


b. Tipo II. Instalaciones no incluidas en el tipo I. Tarifa: 13,5 c€/kWh

Las tarifas quedaron nuevamente modificadas a finales de 2010 mediante el Real Decreto-Ley 14/2010 por el que se establece el número máximo de horas equivalentes por las que se puede percibir la tarifa regulada. Estas horas equivalentes varían según la zona climática en la que se ubique la región en cuestión; en el caso de Canarias las horas equivalentes anuales son de 1753 horas, para el caso de instalaciones fijas (sin seguidores), que son las que habitualmente se instalan en Canarias.

Energía hidráulica en Canarias

Los recursos hidráulicos en Canarias varían mucho de una isla a otra e incluso según las zonas de una misma isla. En estas islas las condiciones necesarias para realizar un aprovechamiento hidroeléctrico se presentan en muy pocos lugares, existiendo de hecho sólo dos centrales minihidráulicas: El Mulato en La Palma, de 800 kW, y La Guancha en Tenerife, de 463 kW.

Un mayor aprovechamiento de la energía hidráulica en Canarias pasa por algún aprovechamiento minihidráulico adicional, la explotación de instalaciones microhidráulicas

en conducciones de agua y la construcción de centrales hidráulicas de bombeo.

La red eléctrica en Canarias

En las Islas Canarias, por tratarse de un archipiélago de origen volcánico, la profundidad oceánica entre el continente y el Archipiélago es muy grande, como también lo es entre las islas, esto dificulta enormemente y encarece el transporte de la electricidad a través de cables submarinos; excepción hecha entre las islas de Lanzarote y Fuerteventura, que están interconectadas por un cable de potencia limitada y que llega a una profundidad de 100 metros, y Lanzarote y La Graciosa, que también están unidas por medio de cable submarino.

El resto de las islas constituyen cada una un solo sistema eléctrico no interconectado, conformando auténticas "islas eléctricas". En estas islas, la electricidad que se produce en cada una de ellas tiene que

ser igual a la que se consume y viceversa, resultando un sistema de control más complicado y de producción más caro.

Mix de generación y producción eléctrica

En el conjunto del Archipiélago el fuel oil ha sido históricamente el combustible más demandado, si bien en la actualidad ha aumentado significativamente el consumo de gasóleo frente al fueoil para la producción de electricidad. La situación puede variar considerablemente de una isla a otra en función del parque de generación que tenga instalado y las horas de servicio de cada grupo al año. La Gomera y El Hierro son casos particulares, ya que consumen únicamente diésel-oil. La figura 2 muestra el mix de generación en cada una de las islas en el año 2010.

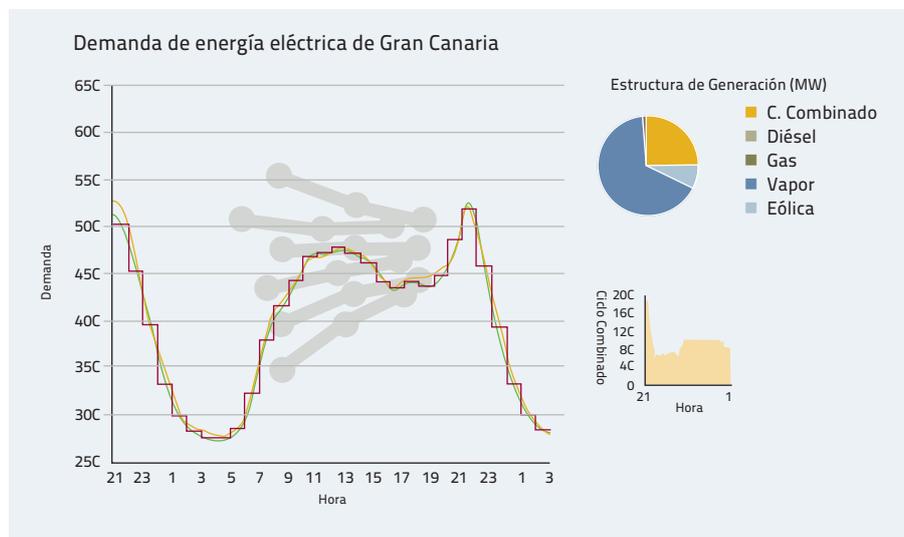
En cuanto a la producción de electricidad renovable conectada a la red eléctrica en el 2010, se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. Electricidad de origen renovable conectada a la red en 2010

| Tecnología renovable | Producción (GWh) |
|----------------------|------------------|
| Fotovoltaica | 195 |
| Eólica | 331 |
| Otras renovables | 161 |
| TOTAL | 687 |

Fuente: REE

Figura 3. Curva de carga del 06/05/2009 para la isla de Gran Canaria. REE



Características del sistema eléctrico: equilibrio instantáneo generación-demanda

La electricidad no es almacenable; ésta es una característica que diferencia la electricidad del resto de fuentes energéticas que están presentes en el balance energético, como puede ser el gas natural, el fueloil, etc., que sí son almacenables. Esto quiere decir que es necesario que exista en cada momento, ante la imposibilidad de almacenamiento, un equilibrio entre la demanda y la generación

Comportamiento de la demanda eléctrica

El consumo de electricidad tiene una variación diaria muy marcada y bastante predecible. A continuación se va a dar un paseo por las 24 horas de un día típico cualquiera (se ha seleccionado el día 06/05/2009, isla de Gran Canaria) para ver qué es lo que pasa con ese equilibrio generación y demanda y qué retos se plantean.

Tal y como se observa en la figura 3 en las Islas Canarias (Gran Canaria es un ejemplo representa-

tivo del comportamiento de las islas) la demanda suele seguir las pautas siguientes: a partir de las doce de la noche el consumo de electricidad cae rápidamente y llega al mínimo en la madrugada (horas valle). Hacia las 6 de la mañana comienza a crecer otra vez, llega a una primera punta a media mañana (horas punta), se reduce ligeramente hacia el mediodía y tiene un segundo pico a primera hora de la noche.

Integración de energías renovables no gestionables en la red eléctrica

Las energías renovables no gestionables son aquellas cuya contribución depende de recursos que no se pueden controlar. En el caso de Canarias, en la actualidad, estas energías no gestionables son la eólica y la solar fotovoltaica. La potencia renovable no gestionable que se puede conectar a la red eléctrica de cada isla en Canarias es más reducida que la que se podría conectar en el continente. Esta limitación está condicionada por factores como los que se exponen a continuación.

Las horas valle: la demanda mínima de electricidad se produce en

las horas valle (normalmente por la noche). Este factor tiene una gran influencia en la potencia eólica instalable dado que los parques eólicos producen en función del viento reinante. Es por esto por lo que éste es un factor limitante en cuanto a la potencia eólica a instalar. Esta limitación está relacionada con la **gestión de la demanda**; si se consigue aplanar la curva de carga para permitir que los valles sean más altos, se podría aumentar la contribución de la energía eólica

Este factor no resulta tan limitante en relación a la energía solar fotovoltaica, dado que esta energía produce durante el día, cuando la demanda eléctrica es mayor.

Mínimo técnico de los grupos de generación térmicos: los grupos de generación de las centrales eléctricas convencionales han de seguir funcionando, aunque sea a su mínimo técnico por sí, de repente, disminuye la producción de energía renovable (por ejemplo porque baja el viento) poder suplir rápidamente la electricidad que estaban produciendo los parques eólicos o fotovoltaicos. Esta condición limita de forma especial la inyección de energía eólica en los momentos en que la

demanda del sistema es mínima, en las horas valle (durante las horas nocturnas), relacionándose, de esta forma, con la limitación anterior.

Por tanto, la penetración eólica admitida según este criterio sería la diferencia entre los mínimos técnicos de los grupos y la demanda mínima del sistema eléctrico en cada isla o sistema eléctrico.

La capacidad de las redes: las líneas eléctricas han de ser capaces de transportar la electricidad de origen renovable desde los parques eólicos y/o fotovoltaicos hasta los puntos de consumo. Las islas Canarias tienen redes eléctricas de pequeña dimensión (redes débiles). Podría suceder que las líneas eléctricas situadas en las ubicaciones donde se quiere instalar un parque no tengan la suficiente capacidad para transportar la electricidad. Por tanto, las redes eléctricas se han de adecuar a la capacidad de evacuación necesaria para instalar sistemas renovables.

La estabilidad del sistema: las variaciones bruscas de la producción de electricidad por parte de los parques eólicos, fotovoltaicos o de las centrales térmicas convencionales provoca estados de inestabilidad en las redes eléctricas. Este factor ha de tenerse en cuenta, considerando que los parques pueden bajar repentinamente su producción.

Estos factores, entre otros, limitan la potencia renovable no gestionable a instalar en las Islas.

Incremento de la contribución de las energías renovables en las redes

Aunque existe una limitación en el porcentaje de energía renovable no gestionable que se puede inyectar en las redes eléctricas, en la actualidad el porcentaje de energía eólica y fotovoltaica es muy pequeño en comparación con las posibilidades de explotación de la energía eólica y solar. Algunas de las estrategias que se podrían seguir para aumentar la contribución de la energía renovable en las redes son las siguientes.

Planificación territorial: Las restricciones territoriales, debido a zonas protegidas, cercanía de población o de cualquier otro tipo, han de tenerse en cuenta a la hora de instalar parques eólicos o solares. Una vez establecidas las restricciones territoriales, se pueden evaluar las zonas donde se pueden instalar parques eólicos o solares. Una de las estrategias importantes para optimizar la energía eólica es ubicar los parques eólicos en las mejores zonas de viento. Dado que, si las condiciones son buenas, en un espacio menor se puede conseguir una mayor producción de electricidad. Llevar a cabo la planificación territorial es, por tanto, crucial. Una vez eliminadas todas las áreas con algún tipo de restricción para la energía eólica, la potencia instalable en las islas es superior a 5000 MW. A su vez, esta información se puede cruzar con la información de las redes eléctricas en las ubicacio-

nes propuestas, para comprobar los niveles máximos de electricidad susceptible de ser inyectada en las redes eléctricas en las localizaciones en cuestión. Si la capacidad de las redes resultase insuficiente, un análisis de viabilidad económica podría determinar las redes que se han de reforzar para permitir la evacuación de la producción renovable.

En cuanto a la energía solar fotovoltaica, los gobiernos insulares han de decidir si permiten la instalación de parques fotovoltaicos y, en tal caso, en qué tipo de zonas se van a conceder los permisos pertinentes; o si, por el contrario, sólo van a permitir instalaciones fotovoltaicas en edificaciones ya existentes (cubiertas, marquesinas, aparcamientos, etc.). Las instalaciones fotovoltaicas en estructuras ya construidas tienen la ventaja de que no hacen uso de terreno adicional. Además tienen un gran potencial en Canarias, donde se podrían llegar a instalar unos 7000 MW en cubiertas.

Repotenciación de parques eólicos: Muchos de los parques eólicos actualmente instalados en las islas tienen más de 10 o 20 años. En Canarias se instaló el primer aerogenerador con conexión a la red eléctrica en 1984 y tenía una potencia unitaria de 55 kW. Las potencias unitarias de los aerogeneradores instalados a principios de los años 90 oscilaban entre los 100 y los 300 kW. Ya a finales de los 90 y principios del 2000 se instalaron máquinas con potencias unitarias entre los 500 y 660 kW.

En la actualidad se instalan en Europa aerogeneradores de hasta 5 MW, por lo que se podría aumentar la contribución eólica simplemente utilizando el espacio ocupado por los parques eólicos antiguos, sustituyendo los aerogeneradores instalados por otros de potencia unitaria superior. En Canarias varios parques eólicos han solicitado reponer sus instalaciones.

Desarrollo de sistemas con almacenamiento: El almacenamiento representa una estrategia fundamental para que las energías renovables puedan participar en mejorar la gestión de la demanda.

Entre estas aplicaciones destacan los bombeos para almacenar agua en forma de energía potencial para su posterior turbinado (centrales hidráulicas de bombeo). Si se aumentan los bombeos, se podría introducir en la red eléctrica más energía renovable a lo largo del día. En este sentido cabe destacar el proyecto de El Hierro, que pretende cubrir un 85% de su consumo eléctrico a través de una central hidro-eólica. Esquemas parecidos, basados en un almacenamiento hidráulico, con salto de agua entre 2 presas o depósitos (pero para una cobertura menor en porcentaje) serían replicables en el resto de las islas; de hecho ya existen proyectos propuestos en este sentido para todas las islas, excepto Fuerteventura.

Se están haciendo avances importantes en el tema de las baterías; se están desarrollando baterías de gran tamaño, en torno a los 20 MW, que pueden resultar de gran

interés en un entorno insular. Y, por ende, transformación en otros vectores energéticos con posibilidad de almacenamiento como el hidrógeno.

Por último, otra de las estrategias fundamentales para incrementar la contribución de las energías renovables en las redes eléctricas es la **gestión de la demanda**. Por ejemplo, en un futuro, se podría modular la electricidad almacenándola en coches eléctricos que cargasen durante las horas valle. Algunas estrategias de gestión de la demanda desde el punto de vista empresarial se analizan en la sección siguiente.

La gestión de la electricidad desde una perspectiva empresarial

El sector industrial y empresarial tiene un peso relativamente importante en el conjunto del consumo energético del Archipiélago. Pero más allá de una visión macroeconómica, es particularmente relevante el análisis a nivel microeconómico. La empresa entendida como una unidad de producción; y para llevar a cabo esa producción necesita materias primas que transformarse para obtener un producto con valor añadido. Una de las materias primas común a todas las empresas es la energía, dado que todo proceso productivo lleva asociado un consumo energético.

Las actuaciones que pueden llevar a cabo las empresas para lograr una gestión energética sostenible, se pueden clasificar en:

- Actuaciones tecnológicas.
- Actuaciones de gestión de la demanda.
- Actuaciones en tarificación.
- Actuaciones de consumo responsable.
- Actuaciones de generación de energía.

Actuaciones tecnológicas

Este tipo de actuaciones requiere un análisis pormenorizado de los consumos energéticos dentro de la empresa. Se han de identificar los equipos de consumo más importantes y evaluar su rendimiento y analizar, asimismo, una posible sustitución por equipos más eficientes. Más allá de estas medidas, también habría que evaluar los procesos energéticos globales de la empresa y determinar si son los más eficientes o si existen alternativas que no se han tenido en cuenta y que mejorarían la eficiencia energética de la empresa.

Actuaciones de gestión de la demanda

Estas actuaciones están encaminadas a aplanar la curva de carga, para lo cual se incentiva a las empresas para que colaboren en desplazar la demanda de la punta al valle. Las medidas más importantes a nivel empresarial en este sentido son la modulación y la interrupción.

La modulación consiste en desplazar consumos de horas de máxima demanda (punta) a horas de mí-

nima demanda (valle). Esto se logra aplicando medidas como la discriminación horaria. La discriminación horaria se lleva a cabo mediante tarifas especiales a través de las cuales, ante unas ciertas señales económicas de precios que incentivan el consumo en los periodos valle, se desincentiva el consumo en los periodos punta.

La **interrumpibilidad** implica un contrato de la empresa en cuestión con el operador del sistema eléctrico. Esta medida consiste en reducir la demanda eléctrica de la empresa cuando el operador lo solicita a unos valores previamente preacordados y que están formalizados en el contrato firmado. En ocasiones el valor preacordado es cero kWh y la empresa para totalmente la actividad por un determinado intervalo de tiempo, también establecido en el contrato. En Canarias, en el 2009, 10 empresas tenían contratados servicios de interrumpibilidad.

Actuaciones en tarificación

Esta actuación no implica ningún cambio en la gestión energética de la empresa, al contrario que las dos anteriores, y consiste en comprobar que los contratos establecidos con la empresa suministradora de energía son los adecuados para la actividad (y, por tanto, consumo) de la empresa. Esta tarea consiste en analizar el tipo de tarifa contratada, las potencias contratadas, energía reactiva, etc. y comprobar si son las más económicas para los niveles de consumo de la empresa o si, cam -

biando alguno/s de estos parámetros, la empresa se puede beneficiar económicamente.

Actuaciones de consumo responsable

Todas las actuaciones anteriores han de ir acompañadas por una campaña de información y sensibilización en el seno de la empresa. Los empleados han de estar concienciados de que están inmersos en un proceso encaminado, no sólo a mejorar el balance económico de la empresa sino el medioambiente empresarial y local. La colaboración de los empleados es esencial y clave para el éxito.

Actuaciones de generación de energía

Algunas empresas han optado también por entrar de lleno en el negocio energético y convertirse en generadores de electricidad. De esta forma, en el balance de la empresa no sólo la energía es un input, sino que forma parte también del output empresarial. Las energías renovables ofrecen grandes posibilidades para que las empresas se transformen en generadores eléctricos, convirtiendo a las empresas en pequeñas centrales de generación.

Las energías renovables que más ampliamente se utilizan para estos fines son:

- la energía eólica
- la energía solar fotovoltaica
- la energía minihidráulica (en menor medida)

Energía eólica

El régimen de **autoconsumo** con energía eólica es una de las fórmulas más recurridas por parte de las empresas para autogenerar su propia electricidad consiguiendo, además, unos beneficios económicos extras a través de la venta de sus excedentes de generación eléctrica.

Algunas empresas, ante la imposibilidad de instalar un autoconsumo, debido por ejemplo a la escasez de suelo o a que la ubicación de sus instalaciones están situadas en zonas con poco viento o donde no es factible instalar un aerogenerador, optan por participar en parques eólicos e intentar compensar, por esa vía, sus consumos energéticos.

Pero, si se dan las condiciones adecuadas, la fórmula empresarial es el autoconsumo. A finales de 2006 en Canarias los parques eólicos en régimen de autoconsumo ascendían a un total de 7 (6 en Gran Canaria y 1 en La Palma) con un total de 11 MW instalados; lo que representaba un 8% de la potencia total instalada en Canarias. Posteriormente se llevó a cabo concurso público para la asignación de consumos asociados, ascendiendo los parques en tramitación a más de 38 MW.

Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es también una de las inversiones que tiene una rentabilidad atractiva para aquellas empresas que dispongan



Caso práctico: EMALSA

La empresa EMALSA, Empresa Mixta de Aguas de Las Palmas, S.A., es una de las empresas de Canarias que ha desarrollado actuaciones para lograr una gestión energéticamente sostenible. Las medidas que ha implementado en cada uno de los ejes anteriormente mencionados se describen a continuación.

Actuaciones tecnológicas

Esta empresa ha llevado a cabo una adecuación de las instalaciones desde el punto de vista energético. Entre las actuaciones llevadas a cabo destacan dos, por su importancia en términos energéticos.

- Estudio del rendimiento de las estaciones de bombeo, renovando los grupos que presentaban un rendimiento deficiente.
- Logística de distribución del agua: estudio del sistema de bombeo de distribución del agua y análisis del esquema óptimo desde el punto de vista energético. Este análisis ha conllevado cambios en la logística de bombeo.

Actuaciones de gestión de la demanda

Desde el punto de vista de la **modulación** se aplican medidas de discriminación horaria para el funcionamiento de los grupos de bombeo, que representan el mayor consumo energético de la empresa. Desde el

punto de vista de la **interrumpibilidad** se ha firmado un contrato con el operador del sistema eléctrico.

Actuaciones en tarificación

Desde este punto de vista se han revisado los contratos más importantes que tiene la empresa con la empresa suministradora y se han adecuado el tipo de tarifas y las potencias contratadas al consumo real.

Actuaciones de consumo responsable

La colaboración de los empleados es esencial, en este sentido destaca la concienciación de los operarios para que respeten los horarios de discriminación horaria a la hora de operar los grupos de bombeo.

Actuaciones de generación de energía

En este sentido, EMALSA ha sido particularmente activa. Las instalaciones llevadas a cabo hasta la fecha son las siguientes:

- Instalación solar fotovoltaica de 12 kW, aprovechando parte de un depósito cubierto de la empresa.
- Instalación de una turbina microhidráulica de 20 kW, instalada en una de las conducciones de agua que conectan dos depósitos. Esta iniciativa es pionera en Canarias.

de superficie suficiente para instalar una planta fotovoltaica, con la ventaja que esta superficie no tiene que ser en suelo, sino que se pueden aprovechar cubiertas de naves industriales o edificios, grandes aparcamientos o cualquier edificación asociada con la empresa.

Energía minihidráulica

La energía minihidráulica también puede ser aprovechada por empresas, pero en este caso su explotación se limita a empresas que dispongan de posibilidades de saltos de agua o de conducciones de agua en las que sea viable la explotación de centrales microhidráulicas.

Conclusiones

La integración a gran escala de energías renovables no gestionables (eólica y solar fotovoltaica) en Canarias es altamente deseable pero representa un gran reto desde el punto de vista de la gestión de las redes eléctricas. Varias son las estrategias que se pueden seguir, pero destacaría dos por su importancia: la gestión de la demanda y el desarrollo de sistemas de almacenamiento. Por lo tanto, es necesario desarrollar mecanismos de incentivos que propicien que estas estrategias se desarrollen, tanto a nivel regional (macroeconómico) como a nivel microeconómico (ciudadanía y sector empresarial).

Referencias bibliográficas

- Dirección General de Industria y Energía. Gobierno de Canarias (2008). Estadísticas Energéticas de Canarias del 2006.
- Gobierno de Canarias (2006). Plan energético de Canarias 2006.
- J. Schallenberg, G. Piernavieja, C. Hernández, P. Unamunzaga, R. García, M. Díaz, D. Cabrera, G. Martel, J. Pardilla, V. Subiela (2008). Energías Renovables y Ahorro Energético.
- Entrevista con Benito Viera Armas, Jefe del área de Saneamiento de EMALSA (2009).
- Entrevista con Alfredo Rodríguez Velázquez, Departamento de Operaciones de Red Eléctrica de España (REE) (2009).
- Entrevista con Santiago Marín Fernández, Director de Red Eléctrica de España en Canarias (REE) (2009).
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2007). Real Decreto 661/2007 de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2008). REAL DECRETO 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica.
- Jefatura del Estado. Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010). Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica.
- Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (2010). Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Jefatura del Estado. Real Decreto-ley 14/2010, de 23 de diciembre, por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

Notas

- 1 Mercado interior: demanda energética dentro de las islas, sin contar, por tanto, transporte marítimo ni aéreo.
- 2 Este porcentaje sólo tiene en cuenta las instalaciones renovables conectadas a la red eléctrica. Datos obtenidos de REE.
- 3 Las centrales minihidráulicas se definen como aquellas menores de 10 MW.

Reseña curricular

Julieta C. Schallenberg Rodríguez. Ingeniera Industrial. Miembro del grupo de investigación de Ingeniería Ambiental y Energética (GIAE) de la ULPGC. También ha sido profesora a tiempo parcial del departamento DEDE. Además de en la ULPGC, ha trabajado en el Instituto Tecnológico de Canarias, para la Comisión Europea como experta independiente y en el Solar Institut Jülich (Alemania). Ha participado en numerosos congresos y proyectos europeos y ha escrito artículos y libros sobre las energías renovables y la sostenibilidad energética.