



Gestión Activa de la Demanda para una Europa más eficiente

Palabras clave: Gestión activa de la demanda eléctrica, eficiencia energética, contadores inteligentes, smart grids, sostenibilidad.

Resumen:

La Gestión Activa de la Demanda puede contribuir de forma significativa a un funcionamiento más eficiente de los sistemas de energía eléctrica aunque todavía está por descubrir y explotar gran parte de su potencial. En este artículo se presenta una visión general de los mecanismos de gestión de la demanda en uso, su estado actual en Europa y los retos más relevantes a los que se enfrentan los organismos reguladores para una implantación con éxito.

Key words: Electric demand response, energy efficiency, smart meters, smart grids, sustainability.

Abstract:

Demand response can provide tools for a much more efficient operation of electric power systems even though most of its technical and economic potential remains to be discovered and exploited. This article presents an overview of the current mechanisms in use, the state of demand response in Europe and the most relevant challenges faced by regulators to successfully integrate it in the system.



Mercedes Vallés Rodríguez

Ingeniera Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas (2009). Desde 2010 trabaja como investigadora en formación y es estudiante de doctorado en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) dentro del Área de Redes Inteligentes Sostenibles.



Pablo Frías Marín

Doctor Ingeniero del ICAI (2008). Trabaja como investigador en el Instituto de Investigación Tecnológica donde es responsable del área de Redes Inteligentes Sostenibles.



Javier Reneses Guillén

Doctor Ingeniero de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas (2004), y Licenciado en Ciencias Matemáticas en la Universidad Nacional de Educación a Distancia (2005). Actualmente es Investigador en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT).



Luis González Sotres

Ingeniero Industrial de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ICAI, Universidad Pontificia Comillas (2009). Desde 2010 trabaja como investigador en formación y es estudiante de doctorado en el Instituto de Investigación Tecnológica (IIT) dentro del Área de Redes Inteligentes Sostenibles.

Introducción

Los sistemas de energía eléctrica se enfrentan en la actualidad a numerosos retos para satisfacer una demanda creciente y con cada vez mayores puntas de una forma eficiente y sostenible. El aumento de producción con energía renovable contribuye a disminuir el impacto medioambiental de esta adaptación pero su carácter intermitente e impredecible requiere que el sistema cuente con generación de respaldo para garantizar la fiabilidad del suministro. Por otro lado, los sistemas de transporte y distribución deben adaptarse y su capacidad debe ser reforzada para poder transmitir las crecientes necesidades de potencia de punta, dando lugar a una expansión ineficiente de la infraestructura eléctrica. En este contexto, aumenta el interés entre los reguladores por la flexibilidad de la demanda como recurso indispensable y poco aprovechado para hacer frente a estos retos de una forma más económica para el sistema. La Gestión Activa de la Demanda (GAD) Eléctrica engloba todo un conjunto de estrategias y medidas encaminadas a facilitar una mayor flexibilidad y una participación más activa de los consumidores de electricidad en los mercados eléctricos y en la operación del sistema a través de incentivos económicos. Una mayor flexibilidad para modificar la potencia consumida por parte de la demanda conlleva dos grandes ventajas. Por un lado, en el corto plazo puede permitir una operación más económica del sistema, utilizada como reserva secundaria o como recurso para gestionar desvíos y congestiones. Por otro lado, en el medio y largo plazo hará posible un aplanamiento de la curva de demanda del sistema. Todo esto conducirá a un funcionamiento más eficiente de los sistemas eléctricos. La aplicación práctica de este tipo de mecanismos depende en gran medida del marco regulatorio del sector eléctrico y del grado de desarrollo de una infraestructura de redes inteligentes, o *smart grids*.

Este artículo presenta una visión general de la GAD y las formas que puede tomar en los sistemas eléctricos a día de hoy, de las tecnologías necesarias para su implantación, de las experiencias y su situación actual en Europa y de los principales retos a los que se enfrenta en la actualidad.

La Gestión Activa de la Demanda eléctrica

Actualmente, en los sistemas de energía eléctrica suele darse una falta de participación activa de los consumidores en la formación de los precios de la energía y de otros servicios complementarios para el sistema. Esto ocurre principalmente porque en la mayoría de los casos los consumidores no perciben el coste real del suministro fiable de la electricidad ni reciben los incentivos suficientes para adecuar su consumo a las condiciones del sistema en cada momento. Esta desconexión entre los mercados mayoristas y la comercialización de la electricidad se traduce en una curva agregada de demanda prácticamente inelástica.

La GAD eléctrica designa el conjunto de estrategias y medidas encaminadas a permitir una participación más activa de los consumidores en el mercado para así incrementar la eficiencia del sistema. Se trata de

transmitir al consumidor incentivos económicos que reflejen los costes reales de la energía y las condiciones del sistema en cada momento, de forma que modifique su consumo respecto a los patrones habituales. Si los precios internalizan todos los costes que conlleva hacer llegar la electricidad al consumidor¹, estos precios son las señales correctas a las que la demanda reaccionaría de forma natural hacia un consumo más eficiente. En particular, se espera que los consumidores respondan reduciendo o desplazando su consumo de horas del día en las que el precio de la electricidad es más elevado o en las que peligra la fiabilidad del sistema. Cuando no es así, las medidas de GAD implican intervenciones más directas como mecanismos directos de control del consumo (Pérez-Arriaga et al. 2005).

Beneficios que puede aportar la gestión de la demanda eléctrica

La GAD puede traer beneficios económicos y medioambientales para el sistema en su conjunto que se repartirán entre los agentes implicados en función del marco regulatorio y el diseño de los programas de GAD implantados.



⁽¹⁾ Los costes de la energía generada, los de transporte y distribución, los de comercialización y los de mantenimiento y fiabilidad del sistema.



En la medida en que la demanda se vaya haciendo más flexible y responda a estas señales, se irá consiguiendo un aplanamiento en la curva de carga del sistema y, a su vez, una reducción en la volatilidad de los precios que mejoren la eficiencia de la operación del sistema eléctrico (CNE 2012). La esperada reducción del pico de demanda del sistema podría permitir una disminución de las necesidades de nueva capacidad de generación de punta y un retraso en las inversiones para reforzar las redes de transporte y distribución. Asimismo, los consumidores que encuentren el incentivo de participar podrán ver cómo se reduce su gasto en electricidad al adecuar su curva de consumo a las señales recibidas.

Adicionalmente, la GAD busca hacer de la demanda un recurso controlable y alternativo a los recursos de la generación que están a disposición del operador del sistema para los ajustes entre generación y demanda o la resolución de restricciones técnicas. Una participación más activa de la demanda en los mercados de servicios complementarios gracias a la que permitirá integrar un mayor volumen de generación renovable intermitente disminuyendo las necesidades de capacidad de generación de respaldo y facilitando el cumplimiento de los objetivos de las políticas energéticas de la Unión Europea.

Por otro lado, una demanda más flexible gracias a la GAD podría tener

a largo plazo un efecto mitigador del poder de mercado ya que si los consumidores son capaces de reaccionar disminuyendo su consumo en períodos de precios elevados, los agentes participantes en el mercado con capacidad de subir los precios no verían el incentivo para hacerlo.

Formas de Gestión Activa de la Demanda: estrategias de implantación

Gestión Activa de la Demanda, Ahorro y Eficiencia Energética

Hay una terminología y una categorización muy amplias y poco uniformes para referirse a los programas y medidas de la GAD. Se suele enmarcar la GAD junto con las medidas de ahorro y eficiencia energética en un concepto general de acciones para influir en la demanda eléctrica que en inglés se ha denominado tradicionalmente *Demand Side Management* (DSM) y más recientemente *Active Demand* (AD) (EU 2013).

Gestión Activa de la Demanda, ahorro y eficiencia energética son tres conceptos relacionados entre sí pero con distintas implicaciones (Goldman et al. 2010). Todas ellas promueven un uso más eficiente de la energía para el sistema y pueden conducir a reducciones en el pico de demanda eléctrica. Tanto las medidas de ahorro como las de eficiencia energética promueven reducciones permanentes en la demanda

eléctrica y no tanto una adaptación del perfil de potencia consumida a las condiciones cambiantes del sistema, como en el caso de la GAD. Al igual que la GAD, las medidas de ahorro buscan cambios de comportamiento del consumidor para reducir el uso energético con las tecnologías disponibles. Sin embargo, la eficiencia energética no implica una pérdida de utilidad o confort para el consumidor sino que promueve la sustitución de aparatos eléctricos por unos más eficientes o el cambio hacia una operación más eficiente de los ya disponibles.

Mecanismos de Gestión Activa de la Demanda

La Gestión Activa de la Demanda eléctrica en un contexto de mercado liberalizado puede llevarse a cabo a través de una gran variedad de mecanismos y tipos de programas, en función de la clase de señal e incentivo que recibe el consumidor; el agente intermediario encargado de enviar dicha señal o el mercado en el que se esté participando (Conchado y Linares 2012). También se distinguen por el grado de control y fiabilidad del proveedor del servicio sobre las modificaciones de la demanda, por el segmento de consumidores (industrial, comercial o residencial) al que vaya dirigido, por el nivel de desarrollo de las comunicaciones y por la automatización de los consumos y el servicio para el sistema proporcionado por el consumidor.

En cualquier caso, básicamente puede darse en dos formatos, en función del tipo de control que se ejerza sobre el consumidor final. Estos dos formatos se desarrollan a continuación.

- **Control directo de la carga del consumidor**

Según este sistema, los consumidores finales están dispuestos a ver su consumo reducido o desplazado por orden de despacho del operador del sistema, del comercializador o del agente agregador² de demanda. Se trata de procedimientos que permiten la participación activa de la demanda en

² Un agregador de demanda es un agente intermediario especializado en coordinar o agregar la respuesta de un conjunto de consumidores en la gestión activa de su demanda facilitando los requisitos técnicos necesarios para su participación en los mercados de energía y servicios complementarios.

los mercados de electricidad o proporcionando servicios al operador del sistema, como la resolución de congestiones, la provisión de reservas de operación, la gestión de desvíos o la compensación de energía reactiva.

Los consumidores reciben un incentivo económico explícito por la disponibilidad al ver el suministro interrumpido o reducido. Este incentivo se pacta con antelación en función de la cantidad y la frecuencia de las interrupciones. Para un funcionamiento eficiente de estos mecanismos, el valor de los incentivos debe ser similar al ahorro que produce en el sistema la gestión de la demanda que realiza el consumidor (considerando el correspondiente margen del comercializador o del agregador).

Por este motivo, hay dos dificultades asociadas a la correcta remuneración de estos mecanismos de gestión de la demanda: la medición de las reducciones, que requiere una correcta estimación del consumo de base, y la valoración del incentivo. A pesar de este inconveniente, estos sistemas presentan la clara ventaja de facilitar al sistema un recurso fiable, predecible y controlable (Braithwait et al. 2002).

Esta forma de participación requiere un desarrollo tecnológico que permita un control y una gestión remotos de las cargas del consumidor, así como sistemas avanzados de comunicación entre el agente y el usuario.

En general este tipo de programas van dirigidos a grandes consumidores industriales, como por ejemplo los contratos de interrumpibilidad. No obstante, también pueden participar pequeños y medianos consumidores a través de agentes agregadores de

consumos que tengan un control total de determinados aparatos interrumpibles como sistemas de aire acondicionado, calentamiento de agua o bombas de calor.

• **Respuesta del consumidor a señales de precio (control indirecto)**

Este mecanismo consiste en la aplicación de un sistema de precios y tarifas, tanto de la energía como del uso de las redes y de otros costes regulados, que refleje los costes reales de explotación. El consumidor responde de forma voluntaria a las señales de precios del mercado, que recibe a través de la empresa comercializadora o agente agregador, cambiando sus hábitos de consumo.

Los principales esquemas tarifarios que se aplican van del RTP (*Real Time Pricing*), que refleja la variación de los precios en tiempo real y con baja antelación de notificación, a sistemas de tarificación por bloques o ToU (*Time of Use*), que pueden ser recalculados con baja frecuencia y notificados con mucha antelación. Otra forma de precios dinámicos es el CPP (*Critical Peak Pricing*), que superpone precios muy elevados durante unas pocas horas del año a otros sistemas tarifarios más sencillos.

A diferencia de los sistemas de control directo, la señal económica enviada es directamente producida por mecanismos de mercado y, por tanto, generan un nivel de respuesta más eficiente desde un punto de vista económico. Asimismo, el grado de desarrollo tecnológico requerido es menor que en dichos programas debido a que son necesarios fundamentalmente sistemas de medida y comunicaciones

pero no son imprescindibles sistemas de control remoto o gestión automática de las cargas.

La desventaja que presentan es la dificultad de predecir la respuesta final del consumidor a estas señales y la incertidumbre en torno al nivel de aceptación social de una sofisticación de las tarifas que no siempre es fácil de entender. Este menor grado de control hace más difícil su aplicación en sistemas de participación directa en mercados de electricidad y sus impactos en la formación de precios y en la mejora en la eficiencia del sistema se producen a medio y largo plazo.

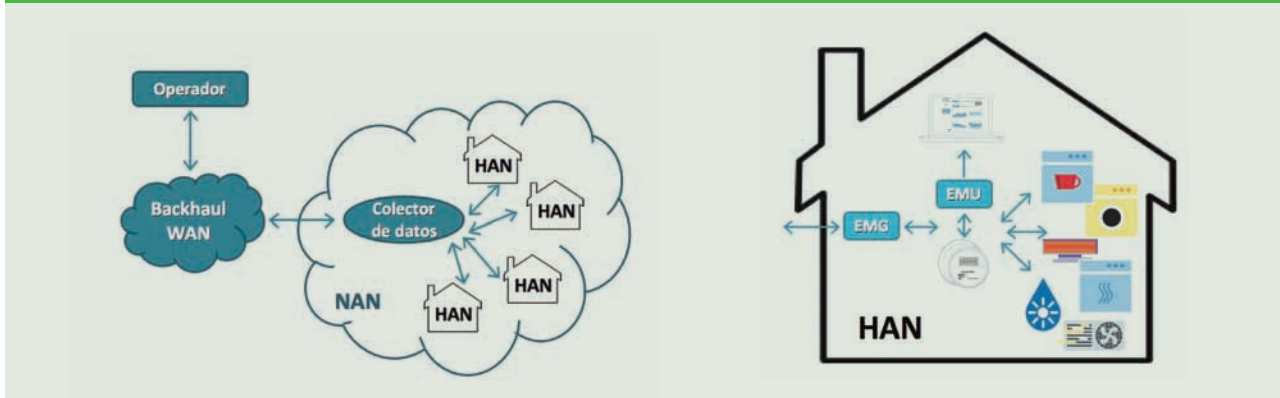
Tecnologías que facilitan la GAD

Un desarrollo efectivo de las medidas de GAD requiere un despliegue tecnológico de sistemas de medida inteligentes y sistemas de comunicación bidireccional con el agente intermediario o el operador de la red de distribución a la que esté conectado el consumidor. A estos sistemas de medición avanzada que permiten el envío de señales al usuario se los denomina AMI, del inglés *Advanced Metering Infrastructure*. Este requisito resulta indispensable tanto si el consumidor está participando en un sistema de precios dinámicos al que reacciona voluntariamente como si tiene algún acuerdo con un tercer agente por el que permite que se realice un control directo de su consumo, mediante interrupciones o reducciones de su potencia disponible. En este último caso, será necesario un mayor nivel de desarrollo tecnológico con ciertas posibilidades de control remoto y gestión inteligente de las cargas, aparte del intercambio de información.

Tabla 1. Mecanismos de actuación sobre la demanda eléctrica para incrementar la eficiencia del sistema

Programas y políticas que actúan sobre la demanda eléctrica		
Ahorro y Eficiencia Energética	Gestión Activa de la Demanda	
	Respuesta libre a precios dinámicos	Mecanismos de control directo de la demanda
Certificación y etiquetado, formación y concienciación, subsidios para equipos eficientes	RTP, ToU, CPP	Interrumpibilidad, limitación temporal de potencia, regulación de la carga

Figura I. Diagrama esquemático de la estructura de la infraestructura de comunicaciones AMI



Típicamente, una red AMI está constituida por una serie de redes denominadas NAN, del inglés *Neighbourhood Area Network*. Estas redes conectan una unidad central o punto agregador de datos con los contadores inteligentes de un mismo punto de consumo (*Home Area Network*, HAN). Las NAN envían aguas arriba la información a una red extendida o WAN, del inglés *Wide Area Network*, también denominada *backhaul* hasta el extremo final de la AMI (Bouhafs et al. 2012). Las redes HAN están diseñadas para comunicarse con el contador inteligente de forma que:

- Se puedan enviar y visualizar in situ las señales de precios y otros datos a través de los dispositivos de visualización, o *in-home displays*.
- El contador inteligente, o *smart meter*, pueda enviar consignas de control a los aparatos inteligentes. Para ello, el sistema de medida, que juega un papel pasivo, debe estar acompañado por un sistema de gestión de las cargas que controle ciertos aparatos cuya operación es flexible para el consumidor.
- El contador inteligente pueda monitorizar la producción de los sistemas de micro-generación en el punto de consumo, en caso de que existan.

Estas redes sirven de infraestructura para los distintos algoritmos de optimización de la respuesta automática a las medidas de gestión de la demanda, en el ámbito local o de área. Si bien es cierto que el control

de los consumos en reacción a las señales recibidas desde el operador o comercializador también puede ser manual, resulta más eficiente y tiene un mayor potencial de ahorro e impacto sobre el sistema si la respuesta es automatizada. En el caso de que los consumidores residenciales opten por optimizar la gestión de sus cargas de manera automatizada, la red HAN estará integrada en un sistema inteligente de gestión de los consumos denominado *Home Energy Management System*, o *Energy Box*. Además de electrodomésticos y enchufes inteligentes conectados a la red, estos sistemas suelen integrar:

- Un portal de entrada (EMG, *Energy Management Gateway*) que permite una conexión segura entre los dispositivos conectados y la red externa.
- Una unidad de gestión (EMU, *Energy Management Unit*) que recoge información del estado de los aparatos y otros dispositivos y controla el consumo según las consignas recibidas a través del EMG y los propios algoritmos de optimización instalados.
- Un conjunto de sensores y micro-controladores que alimentan la EMU con características del entorno y del estado y del modo de operación de los dispositivos.

Tanto las NAN como las HAN de los sistemas AMI son susceptibles de ser construidas con tecnologías inalámbricas dadas su facilidad de instalación y bajo coste en comparación con

las soluciones cableadas. Las tecnologías de red más empleadas para las redes NAN son WiFi, Zigbee y Bluetooth. Las redes *backhaul* en cambio suelen ser inalámbricas o cableadas, bien a través del cable telefónico o por las propias líneas eléctricas mediante PLC³ (Zhu et al. 2012).

El problema de estos sistemas de comunicaciones y de automatización de cargas es su coste y su nivel de aceptación todavía bajo por parte de muchos consumidores. Una alternativa viable y más económica es el control manual de la gestión de los consumos en base a la información proporcionada por sistemas inteligentes y no invasivos sobre el uso de los aparatos eléctricos a partir de medidas que se toman a nivel del interruptor principal de la instalación eléctrica del consumidor. Estos sistemas se denominan Non-intrusive Appliance Load Monitoring (NIALM). Muchas empresas relacionadas con la gestión y la eficiencia energéticas, p.ej. Belkin, GE, IBM o Intel, están avanzando en el desarrollo de los algoritmos que permiten identificar consumos individuales con alta precisión para facilitar al consumidor la toma de decisiones sobre su uso.

Experiencia y política energética sobre GAD en Europa

El desarrollo de la Gestión Activa de la Demanda tiene todavía un largo camino que recorrer en Europa, en cuanto a tecnología disponible en uso

⁽³⁾ *Power Line Communications* es una tecnología que hace uso de la red eléctrica para transmitir información digital de alta frecuencia por los mismos conductores que conducen la corriente eléctrica.

y el marco regulatorio vigente. En términos generales, se puede decir que las medidas de GAD tienen un desarrollo normativo y aplicación mucho más amplios en Estados Unidos que en Europa.

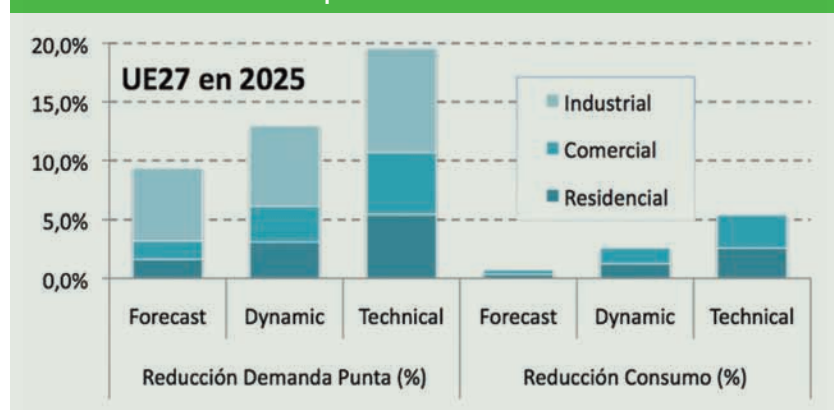
Históricamente se ha dado mucha más importancia al ahorro y la eficiencia energética que a la gestión de la demanda en la política energética y medioambiental de la Unión Europea⁴. De hecho, durante los últimos veinte años se han dado algunas iniciativas nacionales para impulsar la GAD pero ninguna política armonizada en el ámbito de toda la Unión Europea o en el marco del diseño del mercado interior de electricidad. Dichas iniciativas se han basado casi exclusivamente en programas de servicio de interrumpibilidad para grandes consumidores industriales y sistemas sencillos de diseño de tarifas con discriminación horaria por bloques (ToU). Algunos ejemplos de programas de estos dos tipos se han dado en Francia, Italia, Reino Unido y España. En los últimos años también ha crecido el interés por el potencial de los sistemas de precios dinámicos aplicados a pequeños y medianos consumidores de los sectores comercial y residencial, pero su aplicación se ha limitado prácticamente a proyectos experimentales y estudios piloto. Se estima que actualmente en Europa hay en marcha o se han iniciado unos 90 proyectos de investigación relacionados con *smart metering* y programas de despliegue de contadores inteligentes. Además, el número de proyectos europeos de investigación en el campo de las smart grids dirigidos a la Gestión Activa de la Demanda ha ido en aumento pero todavía son programas limitados en alcance (típicamente abarcan menos de 2000 consumidores). Algunos ejemplos de proyectos europeos recientes o en marcha son: *Beywatch*, *Address*,

EcoGridEU, *E-Energy*, *WEB2ENERGY*, *Greenlys*, *INCAP*, *ENERGY DEMAND PROJECT*, *New Thames Valley Vision*, *Model City Mannheim* y *ADVANCED*. Igualmente, son muy numerosos los estudios que han tratado de evaluar el potencial técnico y económico de la GAD en Europa, como por ejemplo el realizado por (Capgemini et al. 2012). Según este estudio, bajo diferentes hipótesis de marcos regulatorios y diseños de mercados se prevén para la UE27 posibles reducciones de la punta de demanda de entre 10% y 20% y ahorros de energía de entre el 1% y 5%, y posiblemente mayores ahorros económicos. Este impacto puede diferir en función del tipo de consumidor participando de estos programas, como indica la Figura 2, siendo más representativo el efecto de los consumidores industriales frente a los residenciales o comerciales en el aplanamiento de la curva de demanda del sistema, aunque no en el ahorro de energía consumida debido a la inviabilidad de reducir el volumen de sus procesos productivos.

A pesar de la falta de iniciativas unificadas y concretas para fomentar la GAD dentro de la UE en su conjunto, se está impulsando el desarrollo de las tecnologías que facilitarán

su implantación, si bien de por sí no son suficientes. Este impulso busca también informar y concienciar al consumidor para aumentar el ahorro y la eficiencia energética. La directiva europea 2009/72/EC⁵ insta a los Estados miembros a equipar para 2020 al menos al 80% de los consumidores de electricidad con contadores inteligentes si la evaluación por parte de las autoridades reguladoras nacionales de la relación coste-beneficio social de esta medida resulta positiva. La Figura 3 muestra los países que a fecha de enero de 2013 han decidido ir adelante con la instalación de *smart meters* a gran escala (en verde) frente a los que siguen indecisos (naranja). Algunos Estados Miembro ya están finalizando el despliegue completo de contadores inteligentes (Italia, Malta, Finlandia para 2013). Otros han iniciado el proceso: p.ej. Francia habrá instalado 35 millones para 2017, Reino Unido 56 millones para 2019 y España 28 millones para 2018. Según un informe de la Comisión Europea (CE) (Giordano et al. 2013), entre 170 y 180 millones de contadores inteligentes estarán operativos en 2020, lo que supone una inversión de al menos 30.000 millones de euros y un 70% del total de contadores de electricidad de la UE.

Figura 2. Resultados clave del impacto técnico en el sistema por segmentos de consumidores gracias a la Gestión Activa de la Demanda para la Unión Europea en un horizonte de 10 años. Estimado bajo diferentes escenarios de implantación de la GAD ⁶.

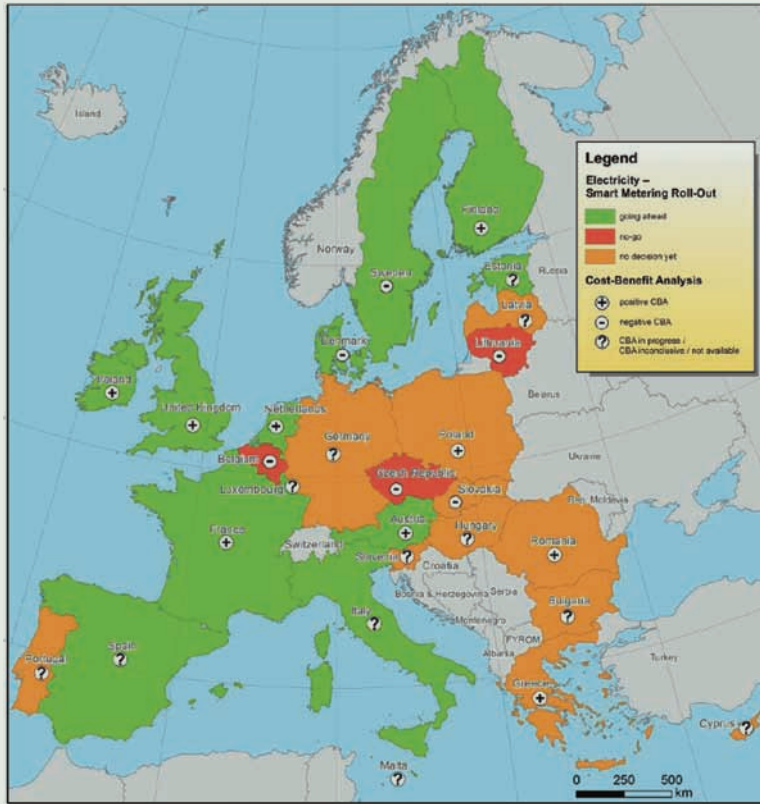


⁽⁴⁾ Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE

⁽⁵⁾ Directiva 2009/72/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 13 de julio de 2009 sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad y por la que se deroga la Directiva 2003/54/CE

⁽⁶⁾ El estudio (Capgemini et al. 2012) distingue tres escenarios de penetración de GAD en Europa: *Forecast*, *Dynamic* y *Technical*. El escenario *Forecast* es la predicción más realista basada en las políticas previstas y la predisposición actual de empresas y consumidores; el escenario *Dynamic* representa una situación favorable de aceptación de estas políticas y el escenario *Technical* evalúa el potencial teórico más alto posible con políticas y actitud muy favorables.

Figura 3. Panorama de los resultados del análisis coste beneficio por Estado Miembro, basado en información de enero de 2013. Fuente: (Giordano et al. 2013)



Retos a los que se enfrenta la GAD en Europa y próximos pasos

Las principales dificultades para implantar la GAD en el contexto actual, especialmente en Europa son de tipo regulatorio y tecnológico. En este contexto las necesidades más urgentes son:

- Mejorar el marco regulatorio de forma armonizada en toda la UE de manera que:
 - Se estimule el desarrollo de programas de GAD mediante un diseño de las tarifas reguladas que refleje los costes reales.
 - La remuneración de las actividades reguladas incentive el desarrollo de la infraestructura necesaria para la GAD, incluyendo la instalación de contadores y de los sistemas de comunicaciones y control.
 - Se promueva que las empresas comercializadoras tomen la iniciativa de proporcionar servicios energéticos y desarrollar programas de gestión de

la demanda, sobre todo a través de esquemas de precios transparentes y eficientes.

- Desarrollar sistemas avanzados de procesado de la información proporcionada por los contadores inteligentes que permitan extraer información útil de las medidas, y algoritmos de optimización para gestionar los consumos de forma automática en el ámbito HAN o NAN en función de las condiciones del sistema en cada momento.
- Mejorar la interoperabilidad de los sistemas de información y comunicaciones.
- Diseñar herramientas de predicción de la demanda y estimación de la respuesta de los consumidores a las señales de precio recibidas.
- Comprender mejor las motivaciones de los consumidores para facilitarles incentivos que favorezcan su participación activa en los programas de gestión de la demanda y el cambio de sus hábitos de consumo.

La Gestión Activa de la Demanda es una herramienta que proporciona oportunidades hasta ahora poco aprovechadas para un uso más eficiente del sistema eléctrico. Es necesario que los organismos reguladores y las instituciones de la UE desarrollen los mecanismos adecuados para analizar en mayor profundidad su potencial y facilitar su implantación en Europa de común acuerdo y sin incurrir en un sobrecoste para la sociedad. Los resultados que se vayan obteniendo en la multitud de proyectos de investigación y experiencias piloto en marcha deben ser aprovechados para este fin y así conseguir una Europa más eficiente y sostenible. ■

Bibliografía

- Bouhafs, F., Mackay, M. & Merabti, M., 2012. Links to the Future: Communication Requirements and Challenges in the Smart Grid. *IEEE Power and Energy Magazine*, 10 (1), pp.24–32.
- Braithwait, S.D., Eakin, K. & Lauritsen R. Christensen Associates, 2002. *The role of Demand Response in electric power market design*, Washington, D.C.: Edison Electric Institute (EEI).
- Cappemini, Vaasa ETT & Enerdata, 2012. *2020/2025 Demand Response Study*, Paris.
- CNE, 2012. *Propuestas relativas a la Gestión de la Demanda*, Comisión Nacional de la Energía (CNE).
- Conchado, A. & Linares, P., 2012. Estimación de los beneficios de la gestión activa de la demanda. Revisión del estado del arte y propuestas. *Cuadernos Económicos del ICE*, 79, pp.187–212.
- EU, 2013. *ADVANCED. Active Demand Value And Consumers Experience Discovery*. Disponible en: <http://www.advancedfp7.eu/>.
- Giordano, V. et al., 2013. *Smart Grid projects in Europe: Lessons learned and current developments*, Luxembourg: Publications Office of the European Union: European Commission Joint Research Centre; Institute for Energy and Transport. Disponible en: <http://www.jrc.ec.europa.eu/>.
- Goldman, C. et al., 2010. *Coordination of Energy Efficiency and Demand Response*, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL).
- Pérez-Arriaga, I., Sánchez de Tembleque, L.J. & Pardo, M., 2005. *La gestión de la demanda de electricidad vol I*, Fundación Alternativas. Disponible en: <http://e-archivo.uc3m.es/>.
- Zhu, Z. et al., 2012. Overview of demand management in smart grid and enabling wireless communication technologies. *IEEE Wireless Communications*, 19 (3), pp.48–56.