DESARROLLO DE LAS REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES (SMART GRIDS) EN ESPAÑA

noviembre 2012

FutuRed

BCG

FutuRed - Plataforma Tecnológica Española de Redes Eléctricas
es una iniciativa que nace con la vocación de integrar a todos los agentes del sector eléctrico para definir e impulsar estrategias a nivel nacional para consolidar una red más avanzada, capaz de dar respuesta a los retos de la sociedad futura.
La misión de FutuRed es propiciar la evolución tecnológica que propulse el liderazgo nacional en el sector, el desarrollo sostenible y por ende, el aumento de la competitividad.
FutuRed fue creada en 2005 como lugar de encuentro y diálogo, un foro común que en la actualidad está conformado por más de 100 entidades y 280 profesionales del sector, en busca de la colaboración mutua para alcanzar los objetivos de desarrollo y sostenibilidad. Para más información: www.futured.es

The Boston Consulting Group (BCG)
es una multinacional de consultoría de gestión, líder en estrategia de negocios. Colaboramos con clientes de todos los sectores y áreas geográficas para identificar las oportunidades de mayor valor, abordar los retos más relevantes y transformar los negocios. Nuestro enfoque a la medida de cada cliente combina el conocimiento profundo de la dinámica empresarial y de los mercados, con una estrecha colaboración con todos los niveles de la organización. Esto garantiza a nuestros clientes la consecución de ventajas competitivas sostenibles, la construcción de organizaciones más capaces y la obtención de resultados duraderos. Fundada en 1963, BCG es hoy una sociedad limitada con 77 oficinas en 42 países. Para más información: www.thebostonconsultinggroup.es

Índice

1. Resumen ejecutivo 4

2. Análisis del coste-beneficio de las smart grids en España 7
2.1. Beneficios generados por las smart grids 7
2.2. Inversión necesaria para el desarrollo de smart grids en España 15
2.3. Análisis coste-beneficio de las smart grids en España 16

3. Elementos impulsores del desarrollo de las smart grids en España 18
3.1. Alineamiento de la política energética e industrial 18
3.2. Potenciación de incentivos al desarrollo 19
3.3. Fortalecimiento del apoyo institucional 20

Anexos 22
Anexo I. Las redes inteligentes 23
Anexo II. Estudio comparativo de evolución de las redes inteligentes a nivel mundial 29
Anexo III. Tabla de figuras 35

Acerca de los autores 36

I. Resumen ejecutivo

El entorno macroeconómico español se enfrenta a retos significativos. La complicada situación que atraviesan los mercados globales, la incertidumbre en los países de la zona Euro y las dificultades específicas de los sectores nacionales están lastrando el crecimiento de la economía nacional.

En este complicado escenario económico, España debe buscar soluciones que aumenten la competitividad del país, generen valor y empleo y desarrollen el tejido industrial. El impulso de las smart grids en España ayudará a conseguir estos objetivos.

El desarrollo de las smart grids en España es rentable y genera beneficios para el cliente y la economía del país. Se estima necesaria una inversión de 10.200 millones de euros en los próximos 10 años para generar unos beneficios intrínsecos de entre 2 y 3,5 veces la inversión (19.000 - 36.000 M€). En concreto, el despliegue de las smart grids favorece el crecimiento sostenible de la economía, fomenta el liderazgo mundial de los sectores tecnológicos españoles, facilita la integración de nuevas aplicaciones en el sistema eléctrico y mejora la eficiencia global del sistema.

En primer lugar, las smart grids permitirán un crecimiento sostenible de la economía de España debido al aumento de la productividad y del PIB, la generación de empleo, la disminución de la dependencia energética y la reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Acometer y liderar el proceso de transformación del sistema eléctrico con smart grids puede mejorar el producto interior bruto de nuestro país entre +0,20% y +0,35%, o lo que es lo mismo, entre 2.300 y 3.800 millones de euros. Esto se debe a varios factores, como son el desarrollo del sector tecnológico y eléctrico español, la generación de empleo, la reducción de importaciones de materias primas energéticas y el aumento de la productividad del país derivada de una mejora en la calidad de suministro.

El desarrollo de las smart grids generará entre 40.000 y 50.000 puestos de trabajo en España, de los cuales 20.000 corresponden a empleos directos, y entre 20.000 y 30.000 a empleos indirectos, en actividades de alto valor añadido como la fabricación de equipos eléctricos y de comunicaciones, su montaje, su instalación en campo y mantenimiento posterior y el desarrollo de empresas de gestión energética.

Por su parte, la dependencia energética de España se podrá ver reducida en 5,3 puntos porcentuales en 2020, o lo que es lo mismo, 10.800 ktep de energía primaria, debido al aumento de la eficiencia energética y el rendimiento energético del sistema eléctrico, y a la integración efectiva de las energías renovables y el vehículo eléctrico. Por los mismos motivos, las emisiones de CO_2 totales de España se podrán reducir en un 3,7% en 2020, lo que corresponde a 15 millones de toneladas.

En segundo lugar, las smart grids favorecerán el liderazgo mundial de los sectores tecnológico y eléctrico españoles.

A nivel mundial, y durante los próximos años, se prevén fuertes inversiones en tecnologías de smart grids, que generarán un elevado mercado potencial para la venta de bienes y servicios tecnológicos. En concreto, se estima que en el año 2020 la inversión en smart grids a nivel mundial será en torno a 90.000 millones de euros. Las empresas tecnológicas españolas podrían capturar una parte de este mercado potencial (entre 1.200 y 2.000 M€/año) en aquellas áreas geográficas más favorables para la venta de productos españoles.

En cuanto al sistema eléctrico, las smart grids ayudarán a mantener y potenciar el actual liderazgo de nuestro país en Europa y el mundo. Las empresas españolas han demostrado ser un referente en la gestión de redes eléctricas, con una eficiencia en costes que duplica la media europea y una mejora continua de la calidad de servicio (mejora del 8% anual desde 2006). Las smart grids permitirán mantener y potenciar este liderazgo, fortaleciendo las capacidades de las empresas españolas que les permitirán desarrollar nuevas oportunidades de negocio fuera de España y desempeñar un papel activo en el proceso de reconfiguración del sector energético europeo y mundial.

En tercer lugar, las smart grids facilitarán la integración efectiva de nuevas aplicaciones y la generación de eficiencias para el sistema eléctrico. En concreto, la red estará más automatizada, se integrarán efectivamente recursos energéticos distribuidos, aumentando la participación del cliente en el sistema, flexibilizando la gestión de la generación distribuida y facilitando la integración de nuevos agentes como el almacenamiento o el vehículo eléctrico. Estas nuevas aplicaciones y eficiencias generarán unos beneficios para el sistema eléctrico en su conjunto de entre 1.100 y 1.800 millones de euros anuales, como consecuencia de una mayor fiabilidad y calidad de suministro, una mayor eficiencia de operación y mantenimiento del sistema, un mayor rendimiento energético, un uso optimizado y una mayor vida útil de los activos, una intensidad energética menor y una curva de demanda más plana.

Adicionalmente, las smart grids son una condición necesaria para cumplir los objetivos de despliegue de las energías renovables previstos para 2020 y la integración efectiva de otras aplicaciones en el sistema, como por ejemplo el vehículo eléctrico, que contribuirán a una generación de valor de más de 3.000 millones de euros anuales y la creación de más de 200.000 puestos de trabajo. Estos beneficios extrínsecos no se han considerado en el análisis coste-beneficio de las smart grids.

Para que todos estos beneficios se puedan materializar, será necesario impulsar el desarrollo de las smart grids de una manera adecuada. En este sentido, es preciso alinear la política energética e industrial, potenciar los incentivos al desarrollo y fortalecer el apoyo institucional:

Una correcta política energética deberá incluir un modelo retributivo adecuado que permita alinear las inversiones y esfuerzos realizados con los beneficios generados para cada agente del sistema, así como mecanismos que incentiven la eficiencia y la reducción de la intensidad energética. Adicionalmente, la política industrial deberá ayudar a consolidar y potenciar a las empresas tractoras, y favorecer la creación de nuevas empresas para capturar las oportunidades del mercado smart.

Los incentivos al desarrollo deberán fomentar los proyectos de I+D en condiciones reales, el acceso de los consumidores a sistemas de gestión de su demanda mediante programas de financiación, y la formación en las nuevas tecnologías smart a los futuros profesionales del sector, tanto en universidades como en centros de enseñanza técnica.

A nivel institucional, es necesario potenciar el acceso de las empresas españolas a los mercados internacionales y crear campañas de concienciación y educación para todos los consumidores acerca de las smart grids y sus beneficios potenciales.

En resumen, el desarrollo de las smart grids en España es rentable en sí mismo y genera múltiples beneficios tanto para los clientes como para el desarrollo sostenible de la economía del país.

2. Análisis del coste-beneficio de las smart grids en España

2.1. Beneficios generados por las smart grids

El despliegue de redes eléctricas inteligentes proporcionará beneficios en diferentes ámbitos y sectores del panorama nacional:

- Beneficios para la sociedad y la competitividad del país, como el aumento de la productividad y del producto interior bruto, la creación de empleo, la reducción de la dependencia energética exterior y la disminución de emisiones de CO_2.
- Beneficios para el sector industrial y tecnológico español, favoreciendo el liderazgo de nuestro país en este área, potenciando las capacidades de las eléctricas españolas y fomentando las exportaciones del sector tecnológico y de conocimiento smart.
- Beneficios para el sistema eléctrico, con la mejora de la calidad de suministro, la optimización de los costes de operación y la creación de nuevas oportunidades para el cliente.

2.1.1. Beneficios para la sociedad y la competitividad del país

El suministro de energía eléctrica es uno de los factores clave para la actividad y productividad de un país. Por ello la competitividad de estas actividades, y, por ende, del país, depende del uso eficiente que se le dé a la energía eléctrica.

2.1.1.1. Aumento de la productividad y crecimiento del PIB

El despliegue de las redes inteligentes en España puede suponer un incremento del producto interior bruto español de entre **+0,20% y +0,35%, o lo que es lo mismo, entre 2.300 y 3.800 M€ al año.**

El incremento del PIB del país deriva del desarrollo del sector tecnológico y eléctrico español, la generación de empleo, la mejora en la calidad de suministro, que incrementa la productividad de las distintas industrias, y el re-equilibrio de la balanza de pagos debido a la reducción de las importaciones de materias primas energéticas.

2.1.1.2. Creación de empleo

Las smart grids tienen además un componente de desarrollo profesional. La inversión en smart grids abre nuevas oportunidades tanto para las personas que actualmente trabajan en campos relacionados con la electricidad y las comunicaciones, como para los profesionales que en un futuro realicen su actividad en el sector.

Se estima que el desarrollo de las smart grids genere en torno a 20.000 nuevos puestos de trabajo directos en España, y entre 20.000 y 30.000 nuevos empleos indirectos, lo que resulta en un total de **40.000 a 50.000 puestos de trabajo recurrentes.**

Los empleos directos debido a las smart grids se generarán en áreas como la fabricación de equipos eléctricos y de comunicaciones, el montaje, la instalación en campo y posterior mantenimiento de estos equipos. Además, se crearán nuevos puestos en las empresas eléctricas del sector para gestionar las nuevas infraestructuras e información de consumos en tiempo real.

Entre los empleos indirectos que se van a generar destacan la creación de nuevos modelos de negocio, como empresas de gestión de energía, y el aumento de actividad para los proveedores indirectos de tecnología y soluciones.

2.1.1.3. Reducción de la dependencia energética

La dependencia energética del sector eléctrico español es muy elevada. Cerca del 76% de la energía primaria que se consumió en 2011 en España procedía de combustibles fósiles importados de otros países.

La mejor integración de las energías renovables en la generación de electricidad y el vehículo eléctrico, la gestión de la demanda y el incremento de la eficiencia energética permiten reducir la dependencia energética que España tiene del exterior.

Con un sistema de smart grids se favorece la penetración de energías renovables en la generación de electricidad y se permite una gestión más eficiente de la curva de demanda, por lo que la importación de combustibles fósiles, en especial los menos sostenibles, se vería reducida en **10.800 ktep de energía primaria,** o lo que es lo mismo, la dependencia energética de España podría bajar 5,3 puntos porcentuales. De igual manera, la dependencia energética del sector eléctrico español disminuiría 12,2 puntos porcentuales.

Además, al reducirse la necesidad de compra e importación de combustibles fósiles en un sistema con smart grids, descenderán en consecuencia los riesgos de mercado de tipo de cambio y de posibles inestabilidades políticas de los países que suelen suministrar este tipo de combustibles.

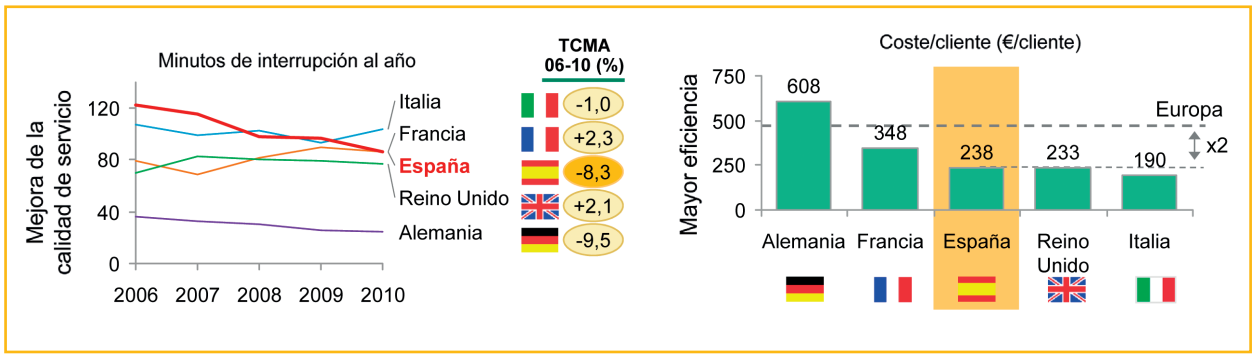
2.1.1.4. Reducción de las emisiones de CO_2

De modo similar a la dependencia energética, la disminución de los combustibles fósiles en la generación de electricidad, por los efectos ya comentados de mayor penetración de energías renovables y gestión más eficiente de la curva de la demanda, permitiría reducir **15 millones de toneladas de CO_2 anuales,** lo que correspondería a un recorte del 3,7% de los niveles de emisiones de CO_2 de España en 2020. Asimismo, el sistema eléctrico español podrá reducir un 15% su nivel de emisiones de CO_2 en 2020.

2.1.2. Beneficios para el sector industrial y tecnológico español

En la actualidad, el sistema eléctrico español es un referente europeo en términos de eficiencia y calidad de servicio. España ha registrado una mejora de la calidad de servicio de un 8% anual en el periodo 2006-2010 (30% en total), con una eficiencia en redes que duplica la media europea y es tres veces la de Alemania.

Figura 1: Calidad de servicio y eficiencia en los principales países europeos[1]



Fuente: Regulador energético de cada país, Council of European Energy Regulators (CEER), Boston Consulting Group

1. El término TCMA, en el gráfico, hace referencia a Tasa de Crecimiento Media Anual

El desarrollo de las smart grids permitirá a España mantener y potenciar su posición como referente mundial en la gestión eficiente del sistema eléctrico. Este posicionamiento internacional facilitará quelas empresas eléctricas exporten su conocimiento fuera de nuestras fronteras, capitalizando la experiencia y éxito adquiridos en España, y desempeñen un papel activo en el proceso de reconfiguración del sector energético a nivel europeo y mundial.

La evolución hacia las redes eléctricas inteligentes es una tendencia global, tanto en los países desarrollados como en países en vías de desarrollo. Algunos países desarrollados ya están fomentando las smart grids, como Estados Unidos, que ha destinado 4.500 M$ de fondos públicos al despliegue de este tipo de redes. En el caso de los países en vías de desarrollo, la IEA recomienda que incorporen elementos smart en la construcción de sus sistemas eléctricos.

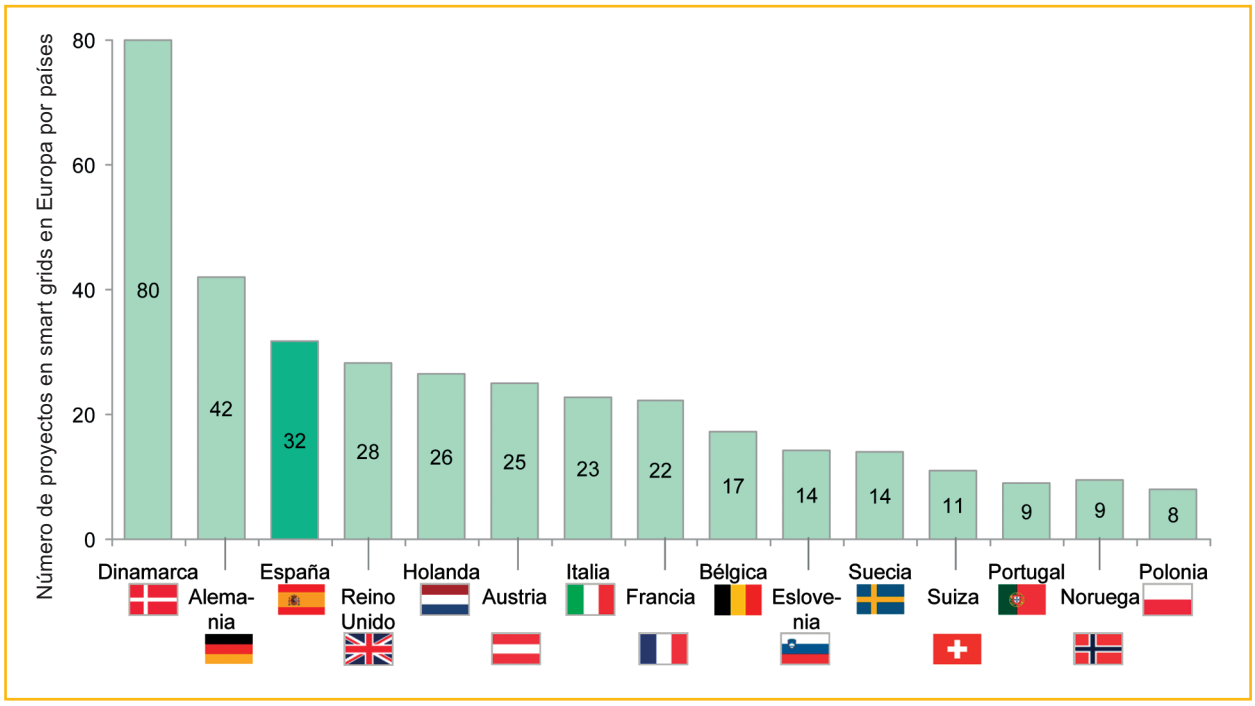
Las smart grids permitirán desarrollar el sector tecnológico español y la venta de bienes y servicios fuera de nuestras fronteras. Se generarán nuevas oportunidades de negocio para el sector tecnológico, con una demanda creciente de elementos smart, tanto de físicos de red (elementos de electrónica de potencia, nuevos materiales, sensores...) como de sistemas de información y comunicaciones, que deberá ser cubierta.

Las empresas tecnológicas españolas podrían capturar parte de este mercado potencial, estimado en **entre 1.200 y 2.000 millones de euros al año,** y aspirar a capturar entre un 3 y un 5% de cuota de mercado en aquellos países que sean más favorables para la venta de bienes y servicios de procedencia española, como pueden ser países europeos, Latinoamérica y Norteamérica.

En este sentido, la evolución tecnológica que se va a producir en el campo de las smart grids durante los próximos años va a ser decisiva para su futuro desarrollo, puesto que determinará los estándares, tecnologías y modelos de negocio predominantes. España puede aprovechar el esfuerzo que se está realizando en investigación para ponerse a la cabeza en la implantación y desarrollo de la fase de industrialización.

Como ejemplo del liderazgo español en el ámbito de las redes inteligentes, España está participando en más de 30 proyectos de investigación relacionados con smart grids, situándose como el tercer país europeo que realiza mayor esfuerzo investigador, por detrás de Dinamarca y Alemania.

Figura 2: Participación en proyectos de investigación de smart grids a nivel europeo



Fuente: Comisión Europea

2.1.3. Beneficios para el sistema eléctrico

Las smart grids crearán un sistema eléctrico con las siguientes características:

- Mayor automatización de la red: actuación en remoto, reducción de cortes e interrupciones, mejora en la eficiencia de la operación y mantenimiento e incremento del rendimiento energético
- Mayor participación del cliente en el sistema: eficiencia energética, gestión activa de la demanda y posibilidad de producir energía y verterla a la red
- Mayor penetración y gestión más flexible de la energía renovable y dispersa
- Integración de nuevas aplicaciones: vehículo eléctrico, almacenamiento o conceptos avanzados como agregaciones en plantas virtuales.

La cuantificación de los **beneficios para el sistema eléctrico** en su conjunto es de entre **1.100 y 1.800 millones de euros anuales.**

El aumento de información disponible del sistema mejorará la fiabilidad y calidad de suministro al cliente final, posibilitando la identificación de fallos de manera más precisa y la actuación en

remoto con mayor rapidez. Un nuevo sistema de información mucho más riguroso e inteligente también permitirá realizar balances de flujos y controlar las tensiones en tiempo real, aumentando el control sobre la energía transportada.

De esta manera, se reducirá tanto la frecuencia como la duración de los posibles cortes e interrupciones de energía a consumidores finales. Los cortes de energía y las interrupciones de suministro generan costes y molestias para los consumidores. En el caso de los clientes industriales y comerciales los daños son mayores, ya que se producen pérdidas de producción y/o venta, daños en equipos y recursos parados y no productivos. Para los consumidores residenciales, los daños son más bien inconveniencias personales, como por ejemplo la imposibilidad de desarrollar la actividad prevista, la pérdida de información de los sistemas informáticos que se estuvieran utilizando y algunos posibles daños en determinados aparatos eléctricos.

La mayor automatización de la red permitirá además desarrollar un mantenimiento preventivo más fiable, por lo que se reducirá el mantenimiento correctivo. De esta manera, aumentará la eficiencia en el mantenimiento y operación del sistema debido a la posible actuación en remoto sobre el mismo.

Un balance de energía basado en las condiciones reales del sistema en tiempo real permitirá incrementar el rendimiento energético. Se podrán identificar con mayor facilidad los puntos físicos en los que este rendimiento es menor y actuar si fuera necesario, optimizando así los flujos de electricidad. De igual manera, los contadores inteligentes medirán el consumo real de los clientes finales, lo que permitirá reducir las posibles pérdidas por irregularidades que pudieran existir.

Para el cliente eléctrico se abren nuevas oportunidades, como la posibilidad de gestionar y controlar su propio consumo y la opción de convertirse en generador de electricidad.

Mediante una mejor información, a través del contador inteligente y el sistema de comunicaciones, el cliente conocerá su consumo y gasto en cada momento. Esto favorecerá la concienciación social en torno a la eficiencia energética, a la vez que el consumidor dispondrá de señales económicas para modificar su consumo y optimizar su coste energético. Por ejemplo, las aplicaciones domóticas apagarán las luces o cambiarán las temperaturas de los termostatos cuando los ocupantes no se encuentren en casa, ahorrando dinero en las facturas mensuales de electricidad.

El uso de contadores inteligentes, que miden en tiempo real el consumo de cada cliente, mejorará la predicción de demanda del sistema, y proporcionará la posibilidad de realizar sofisticados análisis de patrones de consumo que permitirán identificar oportunidades de mejora energética en el sistema.

De igual manera, el consumidor podrá decidir desplazar el consumo de energía a momentos en los que sea más barato, lo que se conoce como gestión activa de la demanda.

Los contadores inteligentes en el hogar permitirán además las tarificaciones flexibles, es decir, contar con tarifas distintas según la hora, en función de si al sistema le cuesta más o menos producir y transportar la electricidad que se demanda. Mediante estas tarificaciones flexibles, el consumidor podrá ajustar su consumo en función de las mismas y de sus necesidades. De esta manera, se favorece el consumo en aquellos momentos en los que la energía es más barata.

Los programas de gestión activa de la demanda no suponen una reducción de la energía consumida, sino un consumo igual a un precio menor debido al traslado de la demanda del momento de consumo y precio máximo (horas pico) a momentos de consumo y precio más reducidos. De esta manera, se consigue hacer la curva de la demanda más plana, disminuyendo los picos y produciendo una distribución del consumo eléctrico más eficiente y estable a lo largo del tiempo.

La reducción de picos en la demanda hará que sea menos necesario poner en funcionamiento plantas generadoras en dichos picos para producir electricidad, por lo que se optimizarán los costes de mantenimiento de estas centrales, generalmente plantas térmicas.

En cuanto a la posibilidad de convertir al cliente eléctrico en generador del sistema (lo que en jerga eléctrica internacional se conoce como prosumer), las smart grids facilitan la instalación de generación distribuida en el consumidor tradicional. El sistema de smart grids permitirá, en caso de que la generación sea mayor que el consumo, que el cliente vuelque a la red la energía excedente no utilizada y, de esta manera, que obtenga un beneficio económico por ello.

A largo plazo, se pueden capturar beneficios adicionales, como por ejemplo el desarrollo de capacidad de almacenamiento de energía, la optimización de las necesidades de aumento de capacidad del sistema y la maximización del uso local de la energía mediante la optimización de flujos e instalaciones eléctricas.

Una mejor planificación de la demanda a nivel local permitirá optimizar las inversiones de crecimiento en generación y redes y desarrollar de manera eficiente el sistema. Esta optimización será posible siempre y cuando la generación instalada sea gestionable, lo que limitará la necesidad de disponer de generación de reserva adicional y capacidad de back-up en redes.

Adicionalmente, la optimización en el uso de las infraestructuras y la mejor monitorización de su estado, facilitará la ampliación de la vida útil de las mismas, maximizando su rentabilidad para el sistema.

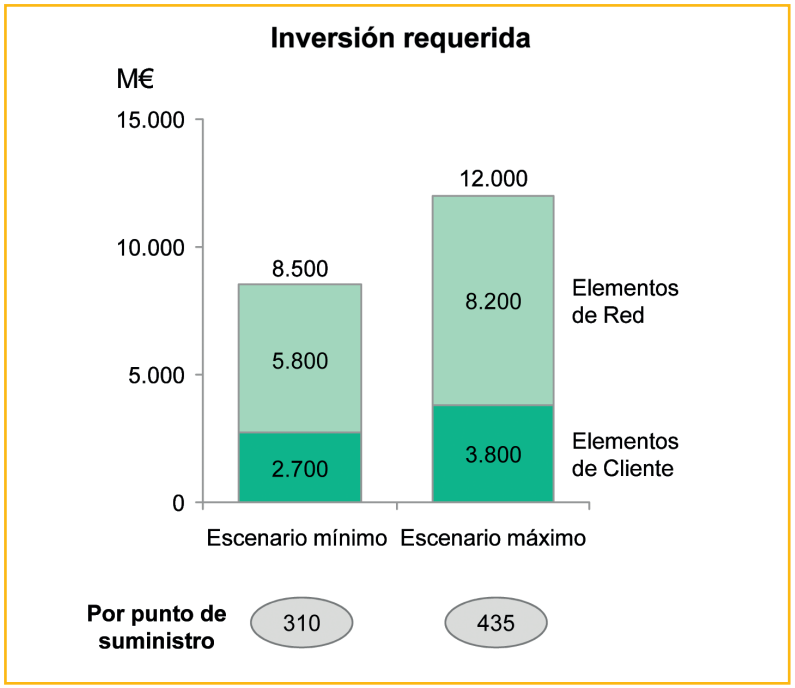
Por último, un aumento de la capacidad de almacenamiento a medio-largo plazo optimizará el uso de las energías renovables y su carácter intermitente.

2.2. Inversión necesaria para el desarrollo de smart grids en España

Desplegar un sistema de smart grids en España supondría una i**nversión de entre 8.500 y 12.000 millones de euros (10.200 M€ de media[2])**, es decir, entre **310 y 435 euros por punto de suministro.** La partida de costes más cuantiosa es la de elementos de red, es decir, transporte y distribución de redes, que incluye costes de subestaciones y centros de distribución, contadores inteligentes y sistemas. En esta partida se esperan unos costes totales de entre 5.800 y 8.200 millones de euros.

Además de los costes de elementos de red, es necesario invertir en elementos de cliente, ya que es preciso instalar aparatos de gestión de la energía en los hogares de los consumidores. Esto supondría una inversión adicional de entre 2.700 y 3.800 millones de euros, como se puede apreciar en la Figura 3.

Figura 3: Inversión necesaria para el despliegue de smart grids en España



Fuente: Boston Consulting Group

Los costes de elementos de red los podemos dividir en tres tipos: de automatización de las redes, de contadores inteligentes y de sistemas.

2. Media aritmética entre los escenarios mínimo y máximo de inversión, 8.500 y 12.000 millones de euros respectivamente

Entre los costes de automatización de las redes cabe destacar las actuaciones para automatizar los centros de transformación, incorporando elementos de medida (para medir la energía de transformación y poder detectar posibles fallos), elementos de comunicación (para crear una comunicación bidireccional extremo a extremo desde el sistema central hasta los contadores inteligentes) y elementos de control a distancia o telemando (como, por ejemplo, interruptores telecontrolados para gestionar y recuperar el suministro en remoto tras un fallo). Adicionalmente, se incorporan inversiones en sincrofasores para aumentar la calidad de la onda y la frecuencia de transmisión de información a las subestaciones.

Los costes de contadores inteligentes, que pueden operarse en remoto, incluyen los costes del equipo así como de instalación, inicialización del sistema e integración de software. Se han incluido en esta partida además los costes de inmadurez tecnológica ya que, al ser una tecnología nueva de rápida evolución, será necesario realizar ajustes en el software/firmware y la sustitución física de algunos equipos después del despliegue inicial.

Por último, los costes de sistemas incluyen aquellos derivados de adaptar los sistemas informáticos de operación del sistema de red. Cabe destacar entre éstos los que provienen de la ampliación de memoria necesaria para almacenar consumos de los clientes y sus tendencias, la integración de nuevas funciones como la gestión de incidencias, la predicción de la generación distribuida y el incremento de la seguridad del sistema.

En lo que respecta a los costes de elementos de cliente, estos provienen de la implantación de sistemas de gestión de la demanda residencial y comercial, que incluyen funcionalidades de gestión de la energía y conexiones entre los aparatos y la red.

Dado que actualmente España cuenta con unas redes eficientes y con un elevado nivel de automatización, las inversiones para la implantación de redes eléctricas inteligentes serán bajas si se comparan con las necesidades de otros países como Estados Unidos o Austria, donde la inversión por punto de suministro es entre 3 y 6 veces la estimada para España.

2.3. Análisis coste-beneficio de las smart grids en España

Los beneficios anteriormente mencionados se pueden clasificar en beneficios directos e indirectos al sistema eléctrico:

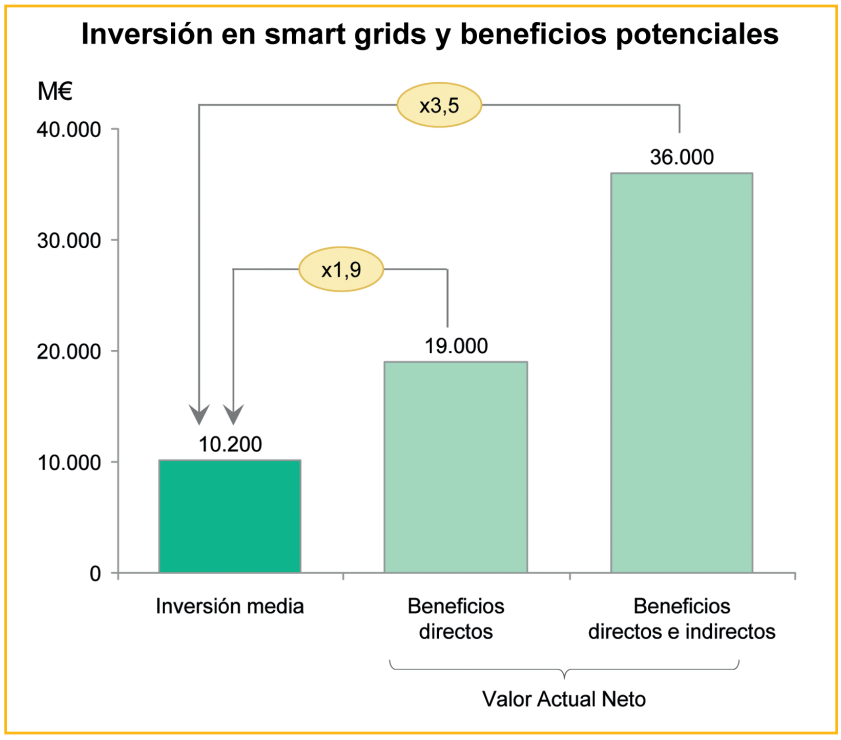
- Beneficios directos: son aquellos que suponen una mejora directa en la eficiencia del sistema. Entre ellos cabe destacar la optimización de los costes de operación y mantenimiento de redes y generación, la mejora de la calidad de suministro, las menores pérdidas en la red, la gestión activa de la demanda y la eficiencia energética.

- Beneficios indirectos: son aquellos que se generan gracias a que se han realizado los beneficios directos. Entre éstos se encuentran la reducción de los costes derivados de las interrupciones y cortes de energía en el sistema y el impacto en la sociedad de la mejora en la calidad y fiabilidad del mismo.

Se estima que el valor presente de los **beneficios directos** derivados del despliegue de las redes inteligentes en España asciende a **19.000 millones de euros.** Si se suman los **beneficios indirectos,** la suma alcanza los **36.000 millones de euros.**

Por tanto, los beneficios directos de las smart grids prácticamente duplican (x1,9) la inversión media requerida para el despliegue (10,200 millones de euros). En conjunto, los beneficios directos e indirectos serían 3,5 veces mayores que la inversión necesaria.

Figura 4: Ratios de beneficios-costes de las smart grids para España



Fuente: Boston Consulting Group

Adicionalmente, las smart grids son una condición necesaria para cumplir los objetivos de despliegue de las energías renovables previstos para 2020 y la integración efectiva de otras aplicaciones en el sistema, como por ejemplo el vehículo eléctrico. La consecución de estos objetivos contribuirá a **generar un valor de 3.100 M€/año y a crear más de 200.000 puestos de trabajo.** Estos beneficios no se han incluido en el análisis coste-beneficio del despliegue de las smart grids debido a que se han incorporado en el Plan de Energías Renovables 2011-2020.

3. Elementos impulsores del desarrollo de las smart grids en España

Es necesario que todos los agentes se impliquen de forma adecuada para que el desarrollo efectivo de las smart grids en España sea un éxito de evolución y mejora del sistema eléctrico y de los sectores industrial y tecnológico nacionales.

Por ello, se deben desarrollar medidas para organizar a todos los agentes involucrados en la cadena de valor en torno a tres ejes principales: alineamiento de la política energética e industrial, potenciación de incentivos al desarrollo y fortalecimiento del apoyo institucional.

3.1. Alineamiento de la política energética e industrial

Para conseguir un adecuado alineamiento de la política energética e industrial se debe:

- Diseñar un modelo retributivo adecuado.
- Asignar roles y responsabilidades a los distintos agentes del sistema.
- Generar mecanismos que incentiven la reducción de la intensidad energética.

Existe una asimetría entre los costes incurridos y los beneficios generados en el despliegue de las smart grids. Mientras que la gran mayoría de la inversión recae sobre las empresas de redes, los mayores beneficiarios son los consumidores finales, el conjunto del sector tecnológico e industrial, la competitividad del país y la sociedad. Por ello, el nuevo esquema retributivo debería alinear las inversiones y esfuerzos que se realicen con los beneficios que se generen para cada agente del sistema, incluyendo incentivos a la innovación.

Una clara asignación y definición de roles y responsabilidades permitirá capturar al máximo los beneficios potenciales de las smart grids, introduciendo, por ejemplo, mecanismos que permitan gestionar las fuentes de producción intermitente.

Por otro lado, es fundamental fomentar la participación activa del consumidor final, ya que una parte significativa de los beneficios de las smart grids depende de la involucración directa

del mismo en el sistema eléctrico. Por ejemplo, la introducción de señales de precio dinámicas favorecería la involucración de los consumidores en la gestión y el aplanamiento de la curva de demanda del sistema. De esta forma, existirían tarifas horarias diferenciadas en función del coste para el sistema de producir y transportar la electricidad hasta el punto de consumo. Sabiendo esto, el cliente final podría retrasar su consumo a otro momento del día e incluso reducirlo.

3.2. Potenciación de incentivos al desarrollo

El despliegue de las smart grids requiere incentivar tanto a las empresas de redes para fomentar la innovación, como al consumidor final en forma de financiación de los sistemas y aplicaciones inteligentes para el hogar.

Las empresas de redes deben ser las responsables de liderar los proyectos piloto de smart grids a gran escala que se realicen, puesto que la validez o no de la solución prevista deberá haber sido testada en redes y condiciones de operación reales (tensiones, demanda por parte de los consumidores, comportamiento de las redes). Por tanto, es necesario establecer mecanismos de financiación para el desarrollo de proyectos de I+D en condiciones reales, priorizando los proyectos de empresas nacionales y favoreciendo la colaboración de empresas de diferentes sectores.

En cuanto al cliente final, si bien los sistemas de gestión de la demanda no tienen un coste excesivamente elevado, puede resultar un desembolso importante para algunas familias. Por ello, además de ser esencial que todas estas aplicaciones para el cliente sean lo más sencillas posible, es importante que los consumidores dispongan de algún mecanismo de financiación para la compra de los dispositivos smart.

Adicionalmente, la introducción de tecnologías smart en redes requiere empleados con habilidades profesionales específicas. Para favorecer el conocimiento técnico y la experiencia es necesario incluir en las carreras técnicas de las universidades y centros de estudios materias relativas a las innovaciones tecnológicas y de sistemas y comunicaciones que son necesarias para hacer evolucionar el sistema eléctrico hacia un sistema de smart grids, así como planes de adaptación profesional y programas de formación continua.

3.3. Fortalecimiento del apoyo institucional

En primer lugar, el desarrollo de las smart grids supone una clara oportunidad para el sector tecnológico y de conocimiento interno en el país. Si este sector logra evolucionar de la manera adecuada y en los plazos necesarios, la posibilidad de exportación de tecnología y conocimiento al exterior podrá ser una realidad, con los consiguientes beneficios para el país de competitividad, equilibrio de la balanza de pagos y generación de empleo.

Para que las exportaciones de tecnología y conocimiento smart sean una realidad, el sector tecnológico requiere el apoyo institucional para acceder a mercados internacionales. Por ejemplo, a través de plataformas españolas, como las Cámaras de Comercio, se podría solicitar apoyo para facilitar la exportación de bienes.

En segundo lugar, las instituciones españolas deberán colaborar en la definición e implantación de protocolos y estándares a nivel internacional. La promoción de estándares maximiza la interoperabilidad de las diferentes soluciones tecnológicas y permite aprovechar la reducción de costes unitarios por efecto de escala.

Para implantar las smart grids, los equipos y sistemas necesarios serán proporcionados por sectores industriales diversos, como fabricantes de equipos eléctricos de red, proveedores de sistemas de comunicación, fabricantes de aplicaciones y dispositivos domóticos para el hogar, empresas de servicios para la gestión de la demanda, etc. La nueva tecnología deberá, no sólo

integrarse correctamente con la red y los equipos y sistemas ya existentes, sino además comunicarse entre ellos de manera fiable y segura.

En tercer lugar, se deben crear programas de información al ciudadano. Es imprescindible que el consumidor entienda realmente la información que le proporciona el contador inteligente para sacarle el máximo partido y ahorrar en la factura de la luz. El consumidor debe saber que, gracias a los avances del sistema eléctrico, va a poder gestionar su propio consumo, reduciéndolo o consumiendo en horas más baratas. Por ello, se deberán realizar campañas formativas, enfocadas en educar al consumidor en las posibilidades del nuevo sistema eléctrico.

Anexos

Anexo I. Las redes inteligentes 23
I.1. Infraestructura física de la red 24
I.2. Tecnologías de comunicación y sistemas 27

Anexo II. Estudio comparativo de evolución de las redes inteligentes a nivel mundial 29
II.1. Las smart grids como solución a los retos del sistema eléctrico 31
II.2. Impulso de las administraciones públicas al desarrollo de las smart grids 33

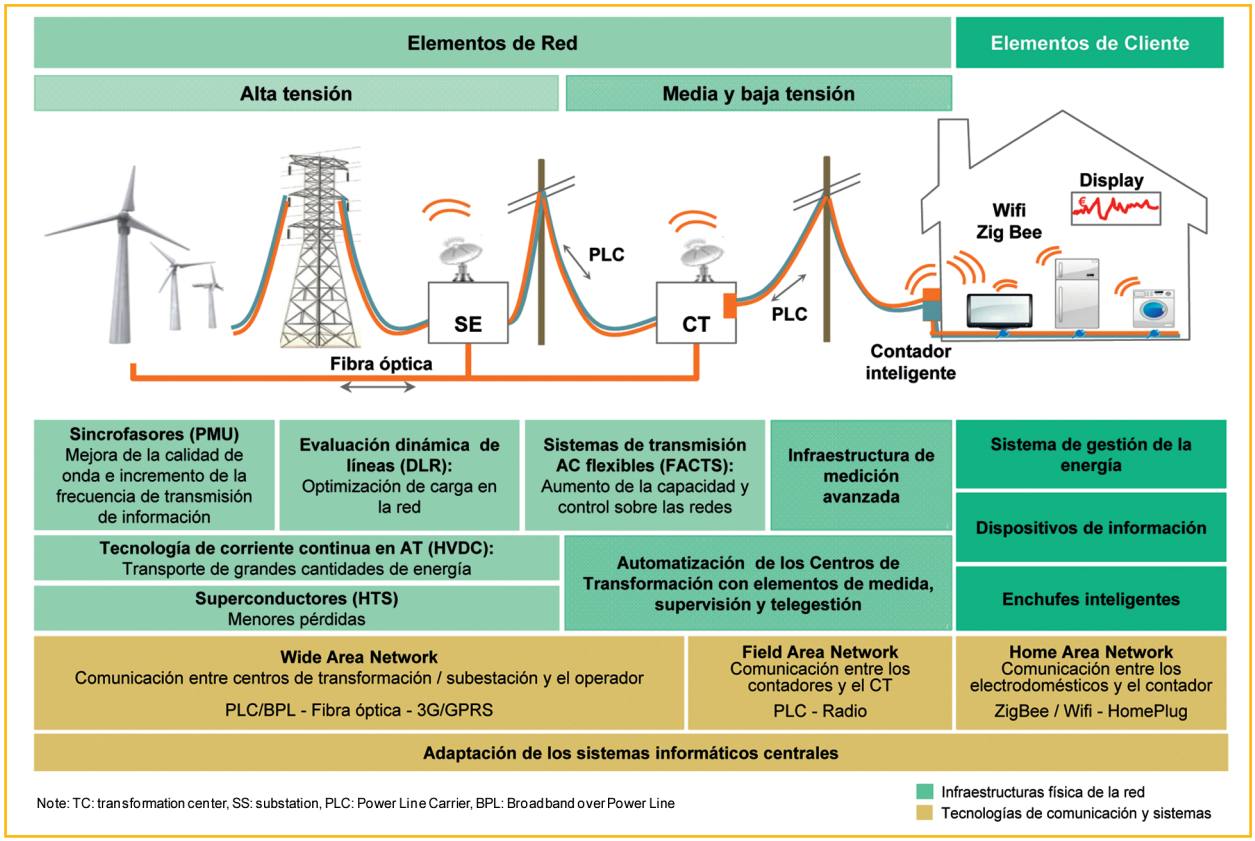
Anexo III. Tabla de figuras 35

Anexo I. Las redes inteligentes

Las smart grids, mediante la utilización de las últimas tecnologías en comunicación y elementos de red, son capaces de coordinar las necesidades y habilidades de todos los generadores, operadores de red, usuarios finales y, en definitiva, de todos los agentes involucrados en el proceso de generación y uso de la electricidad.

Para evolucionar hacia una red inteligente, es necesario implantar los avances tecnológicos tanto en elementos físicos de la red como en tecnologías de comunicación y sistemas. Estas nuevas tecnologías se extenderán a lo largo de la red, desde los puntos de generación hasta los puntos de consumo, pasando por las redes de transmisión y distribución, como muestra la Figura 5.

Figura 5: Esquema de las tecnologías físicas y de comunicaciones que integran las smart grids



Fuente: Boston Consulting Group

I.1. Infraestructura física de la red

Las infraestructuras eléctricas deberán contar con elementos para mejorar las operaciones y el control sobre las redes de transmisión y distribución, con sistemas avanzados de medición del consumo y con otros que faciliten la gestión del consumo a los clientes finales.

I.1.1. Elementos que permiten mejorar las operaciones en la red

En lo relativo a las redes, el seguimiento en tiempo real y el despliegue de componentes que monitoricen el sistema de un área geográfica amplia ayudarán a los operadores a entender y optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico. Este conocimiento permitirá mejorar la calidad de suministro y facilitar la integración de los recursos de energía renovable, mejorando por tanto la capacidad y fiabilidad del transporte y distribución de electricidad.

Los sincrofasores (Phasor Measurement Units, ó PMU) permiten obtener información en tiempo real sobre el funcionamiento del sistema eléctrico, tomando medidas de tensión y corriente en puntos significativos de la red. Los sincrofasores serán capaces de tomar 30 medidas por segundo, permitiendo un control de las condiciones operativas en tiempo real con las que detectar sobrecargas y posibles fallos con una mayor antelación.

También se podrán lograr mejoras operativas en la red de transmisión mediante la implantación de tecnologías y aplicaciones más novedosas. Entre estas cabe destacar las siguientes:

- Evaluación dinámica de líneas (Dynamic Line rating, o DLR): supone la utilización de sensores para optimizar el uso de los activos de transmisión existentes sin riesgo de causar sobrecargas. Permite hacer un seguimiento de las condiciones de la red y del ambiente para conocer su capacidad de transporte en tiempo real y hacerla variable en función de las condiciones del entorno.

- Sistemas de transmisión de corriente alterna flexibles (Flexible AC Transmission Systems, o FACTS): permiten mejorar el control de las redes de transmisión y maximizan la capacidad de transporte de electricidad.

- Tecnologías de alta tensión en corriente continua (High Voltage-Direct Current, o HVDC): permiten la transmisión de elevadas cantidades de electricidad a lo largo de grandes distancias. La transmisión de electricidad en corriente continua y alto voltaje permitirá disminuir las pérdidas en la red y un mayor control de los sistemas.

- Superconductores a altas temperaturas (High Temperature Superconductors, o HTS): reducen las pérdidas en el transporte de electricidad y mejoran la eficiencia en las operaciones.

En lo que respecta a la gestión de la red de distribución, la instalación de sensores y sistemas de automatización permitirán mejorar la calidad de suministro, mantener los niveles óptimos de tensión y mejorar la gestión de activos. Las tecnologías basadas en sensores permitirán conocer el estado de los componentes clave de la red y, de esta forma, optimizar las operaciones de mantenimiento basándose en las condiciones detectadas.

Parte de los cambios necesarios para obtener una red inteligente se producirán en los centros de transformación (CT). En ellos, será necesaria la instalación de equipos de medida, de telecontrol y de comunicación.

Los equipos de medida de los centros de transformación servirán para medir tanto la entrada como la salida de energía de éstos, de manera que sea posible detectar pérdidas y posibles fallos o cortes y se pueda realizar una monitorización en tiempo real del funcionamiento de los CTs.

En caso de fallo, los equipos de telecontrol facilitarán su resolución de manera remota y en un tiempo reducido. Por ejemplo, gracias a la instalación de interruptores telecontrolados, en el caso en el que se dé un fallo que corte la salida de energía de un centro de transformación, el centro de control podrá dar la orden de cierre del circuito, y, de esta manera, reinstaurar el suministro a los clientes finales en un tiempo mínimo.

Por último, los contadores inteligentes deben llevar y recoger información de los centros de información de los operadores y de la red. Para ello, es necesaria la instalación de concentradores de medida en los centros de transformación, de manera que hagan de nexo de unión entre los contadores y los centros de control de los operadores.

I.1.2. Infraestructura de medición avanzada

Una infraestructura de medición avanzada conlleva el despliegue de un amplio número de tecnologías, en el que el contador inteligente es el elemento principal. Los elementos de la infraestructura de medición avanzada permiten un flujo de información bidireccional, proporcionando al consumidor información sobre el consumo y el precio de la electricidad en tiempo real, y a los operadores datos sobre los niveles de consumo y el estado del servicio.

Este tipo de infraestructura va a proporcionar una serie de funciones esenciales para lograr una smart grid:

- Información al consumidor sobre el precio de la electricidad en tiempo real
- Habilidad para recopilar, almacenar y reportar datos sobre el consumo de energía del cliente
- Conocimiento exhaustivo de los consumos en tiempo real
- Capacidad para identificar la ubicación y el alcance de los fallos de suministro en remoto
- Capacidad para conectar y desconectar en remoto
- Detección de pérdidas y usos fraudulentos de la red.

I.1.3. Sistemas de gestión del consumo

Los sistemas de gestión de la energía responden a las señales de precio del sistema adaptando el patrón de consumo de los clientes a un patrón definido.

Una aplicación informática es la encargada de gestionar las cargas del consumidor en función de los precios de mercado y podrá ser programada en remoto por el operador de red, por una empresa que ofrezca este servicio, o de forma local por el propio consumidor. Para comodidad del consumidor, el sistema de gestión de la energía (Energy Management Systems o EMS), podrá ser gestionado a través de una página web.

Estos sistemas de gestión de la energía cuentan con unos visualizadores, o displays, de información básica, que proporcionan a los clientes información actualizada sobre su propio consumo y el precio en cada instante de la electricidad. Adicionalmente, estos displays podrán ofrecer información más detallada, como la identificación de si la energía que se está consumiendo proviene de fuentes renovables o el cálculo del impacto medioambiental del consumo.

Por último, se requiere que los aparatos eléctricos del hogar, el sistema de gestión de la energía y la red estén comunicados entre sí. De esta manera, el sistema de gestión de la energía podrá dar órdenes inmediatas de modificación de la carga, paro del electrodoméstico y desconexión de la red. Esto se puede realizar mediante enchufes inteligentes que permiten gestionar las cargas en remoto y que los electrodomésticos dejen de consumir si les llega una señal de parada. Estos enchufes requieren una inversión menor que los electrodomésticos inteligentes, cuyas comunicaciones con el sistema de gestión de la energía podrán ser a través de la propia red eléctrica o por radio de forma inalámbrica.

Los sistemas de gestión de la energía permitirán al consumidor conocer el precio que está pagando por la electricidad en cada momento, lo que favorecerá las medidas de eficiencia energética y la reducción de los picos de demanda.

I.2. Tecnologías de comunicación y sistemas

La infraestructura eléctrica inteligente, tanto en el ámbito de las redes de transmisión y distribución como en el ámbito del consumidor, requiere una plataforma de comunicaciones que haga posible la transmisión de información de manera bidireccional.

Se pueden distinguir tres niveles en el sistema de comunicación para dotar de la inteligencia necesaria a la red eléctrica del futuro: el Wide Area Network (WAN), el Field Area Network (FAN) y el Home Area Network (HAN).

I.2.1. Wide Area Network (WAN)

El Wide Area Network es el enlace entre los centros de transformación o subestaciones con los sistemas centrales de los operadores. Las tecnologías que están adquiriendo mayor relevancia en este ámbito son el PLC/BPL, la tecnología 3G/GPRS y la fibra óptica.

El PLC (Power Line Carrier)/BPL (Broadband over Power Lines) es una tecnología que utiliza las propias líneas de energía eléctrica convencionales para transmitir información. La tecnología PLC aprovecha la red eléctrica para convertirla en una línea digital de alta velocidad de transmisión de datos, por lo que conecta digitalmente cualquier equipo conectado a red. Esta tecnología necesita incorporar concentradores y repetidores para asegurar la calidad de la señal.

El 3G/GPRS, o servicio general de paquetes vía radio, es una extensión del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) que transmite datos por paquetes.

La fibra óptica permite conectar los concentradores con la empresa energética y enviar gran cantidad de datos a elevada velocidad.

I.2.2. Field Area Network (FAN)

El FAN está compuesto por elementos que permiten la comunicación entre los contadores inteligentes de cada punto consumidor y un concentrador de datos a medio camino entre la central de gestión del operador y el consumidor. Por lo general, los contadores se comunican directamente con un centro de transformación o una subestación, desde donde se envían los datos al operador.

Actualmente existen diversas tecnologías que permiten esta función, entre las que destacan el PLC/BPL y la radiofrecuencia.

La radiofrecuencia utiliza ondas de radio para comunicar entre sí los contadores de un área geográfica no muy grande mediante una red mallada de comunicación que a su vez enlaza con un concentrador de datos.

Si bien es técnicamente posible utilizar la tecnología 3G/GPRS en el FAN, su uso es casi despreciable, debido a que sus costes todavía son demasiado altos.

I.2.3. Home Area Network (HAN)

Una HAN es una red de comunicaciones de corto alcance que permite conectar electrodomésticos y otros dispositivos en el entorno de un edificio con los sistemas de gestión del consumo (contadores inteligentes y displays de energía). Mediante esta red de comunicación, los sistemas de gestión del consumo podrán monitorizar la demanda que se produce en un edificio en tiempo real, de forma que el cliente sea consciente en todo momento del consumo mediante los displays de energía y tome las medidas necesarias. A su vez, estos sistemas podrán programarse para que, en caso de superar un consumo fijado, desconecten algunos aparatos y reduzcan el consumo automáticamente.

Las tecnologías que permitirán esta comunicación pueden ser inalámbricas o físicas. Las tecnologías inalámbricas con mayor aceptación en este mercado son ZigBee, estándar de red mallada inalámbrica de baja potencia y bajo coste, y Wi-fi, tecnología ampliamente desarrollada que permite hacer una conexión inalámbrica a través de un punto de acceso (router). Si bien el Wi-fi es relativamente barato, ZigBee está tomando la delantera en este campo debido a sus menores necesidades de energía para funcionar.

I.2.4. Adaptación de los sistemas informáticos centrales

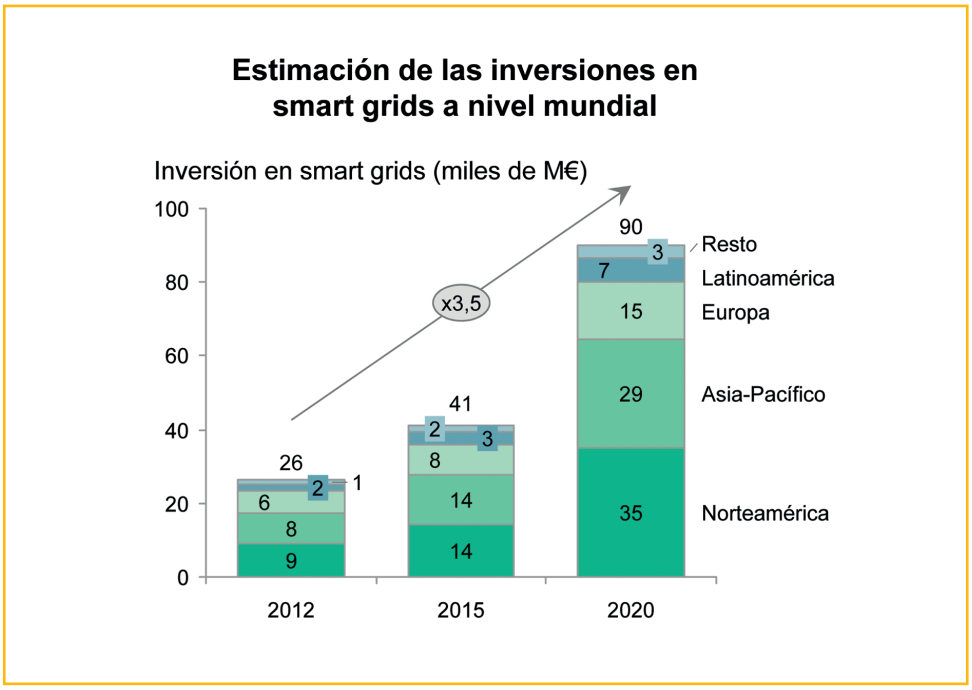
El aumento de información disponible, tanto del estado del sistema, como de los consumos de los clientes requerirá que los operadores de red y el propio operador del sistema adapten sus sistemas informáticos centrales.

Los operadores de red requerirán ampliaciones de memoria para poder almacenar datos históricos de la demanda de los consumidores. Con estos datos históricos se podrán realizar avanzados modelos de predicción de demanda, que mejorarán la gestión de incidencias, permitirán evaluar las tendencias del consumo con mayor precisión y facilitarán la integración de recursos energéticos distribuidos.

Anexo II. Estudio comparativo de evolución de las redes inteligentes a nivel mundial

Se espera que las redes inteligentes se desarrollen de manera considerable durante esta década. Es previsible que las redes inteligentes evolucionen desde la instalación de contadores inteligentes y realización de proyectos pilotos, al desarrollo industrial y la implantación de aplicaciones. En este sentido, algunos analistas predicen que para 2020 se multipliquen por 3,5 las inversiones en smart grids realizadas durante 2012, alcanzando, por tanto, una cifra de mercado de 90.000 millones de euros anuales.

Figura 6: Estimación de las inversiones en smart grids a nivel mundial



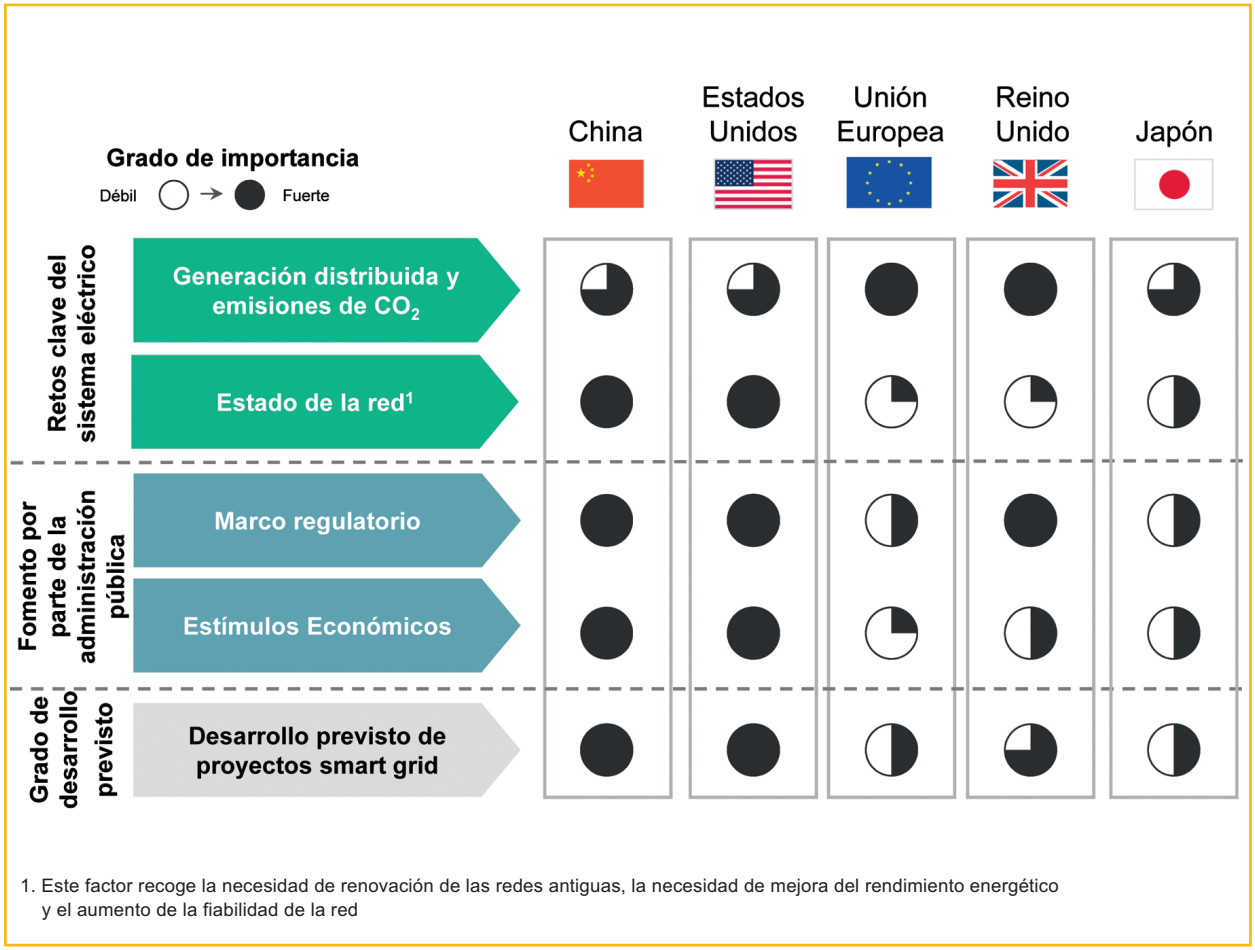
Fuente: Visiongain

El grado de desarrollo de smart grids en cada uno de los países estará determinado por dos factores clave: la evolución de los retos clave del sistema eléctrico en cada país y el impulso que las administraciones públicas den a esta tecnología.

De acuerdo con la evolución de los retos clave del sistema eléctrico, cabe esperar que aquellos países comprometidos con la reducción de emisiones de CO_2 y en los que se ha hecho una apuesta por las energías renovables, generación distribuida y vehículo eléctrico opten por la instalación de tecnología smart como medio para paliar posibles dificultades que dicha integración pueda originar. Del mismo modo, aquellos países en los que actualmente existen problemas con el estado de la red y la calidad del servicio, se espera que vayan desplegando de manera progresiva tecnología smart para aumentar la seguridad y fiabilidad de su sistema eléctrico.

Por otro lado, el fomento por parte de la administración pública, a través de estímulos económicos o de un marco regulatorio adecuado, puede servir igualmente para acelerar el desarrollo de las smart grids. De este modo, los países en los que se espera un grado de desarrollo mayor de las smart grids coinciden con aquellos en los que la administración pública ha apostado de manera más decidida por esta tecnología.

Figura 7: Estudio comparativo de evolución de las redes inteligentes a nivel mundial



Fuente: Boston Consulting Group

II.1. Las smart grids como solución a los retos del sistema eléctrico

La Unión Europea ha asumido el liderazgo en la reducción de emisiones de CO_2 a la atmósfera y el desarrollo de energías renovables y generación distribuida. Según la hoja de ruta de la Unión Europea, las emisiones de CO_2 deberán reducirse en torno al 80-95% en 2050 respecto a los valores de 1990. Esta reducción estará apoyada en buena parte por la introducción de energías renovables, para lo que la Unión Europea ha establecido el compromiso del 20% en 2020.[3]

De la misma manera, las políticas de lucha contra el cambio climático están llevando al Reino Unido a fomentar de manera decidida el desarrollo de energías renovables.[4] El objetivo del gobierno es llegar a un porcentaje del 15% de energía limpia en 2020; sin embargo el impulso que se está dando a la energía eólica, tanto onshore como offshore, puede llevar a que dicho porcentaje se incremente de manera considerable.

Otros países del mundo también están apostando por el desarrollo de energías renovables. La mayoría de ellos también ha establecido algún tipo de objetivo para un mayor desarrollo de las estas energías. Cabe destacar los ejemplos de Estados Unidos, Japón y China.

En Estados Unidos, 26 estados han establecido compromisos vinculantes de desarrollo de renovables.[5] Por su parte, Japón ha establecido que el 20% de la energía del país deberá provenir de energías renovables en 2030.

China, líder mundial en energía eólica, en 2011 desarrolló incentivos y objetivos de instalación de energía solar como medida para reducir la intensidad de carbono en un 40-45% en 2020.

Sin embargo, el desarrollo de energías renovables a tan gran escala puede suponer problemas de integración en la red eléctrica. Según la Asociación de Energía Eólica china, en 2010 no se pudoemplear un 20% de la capacidad instalada eólica debido a una falta de conexión adecuada a la red.

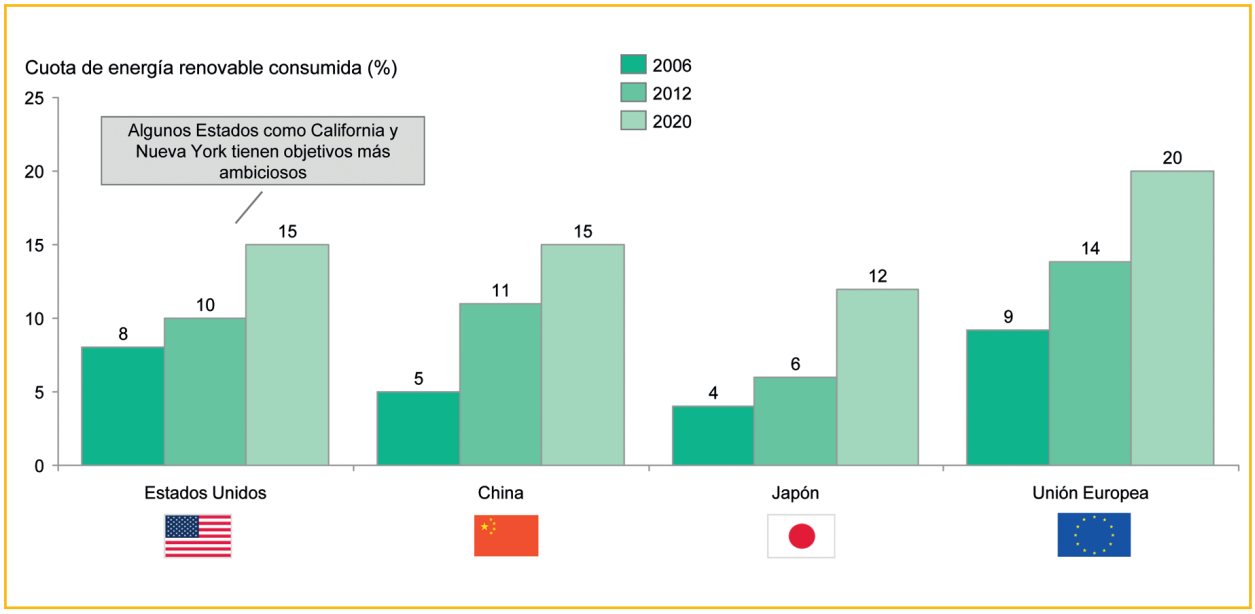
3. La directiva CE/28/2009 estableció objetivos de renovables para cada uno de los países de la Unión Europea. De esta manera cada país desarrolló un Plan Nacional de Desarrollo de las Renovables, que suponía un incremento de 2,6 veces la capacidad instalada.

4. Conforme al "Low Carbon Transition Plan" Reino Unido reducirá sus emisiones de carbón un 34% en 2020 respecto a los niveles de 1990, llegando a una reducción del 80% en una fase posterior.

5. El presidente de EEUU, Barack Obama, ha planteado un objetivo del 80% de energía limpia para 2035.

Es aquí donde entran en juego las smart grids, que permiten la correcta integración de estas nuevas tecnologías.

Figura 8: Objetivos de desarrollo de la energía renovables



Fuente: Ministerio de energía de cada país, Boston Consulting Group

Por otro lado, además del desarrollo de las renovables y la reducción de emisiones de CO_2, la necesidad de renovación de la red eléctrica y los problemas de calidad asociados son esenciales para el desarrollo de las redes inteligentes a corto plazo.

Una amplia proporción de la red eléctrica de los países desarrollados se instaló en los años 50-60. Puesto que la vida media útil de los componentes de la red es de aproximadamente 50 años, esto significa que existirá una elevada necesidad de renovación de la red durante la presente década.

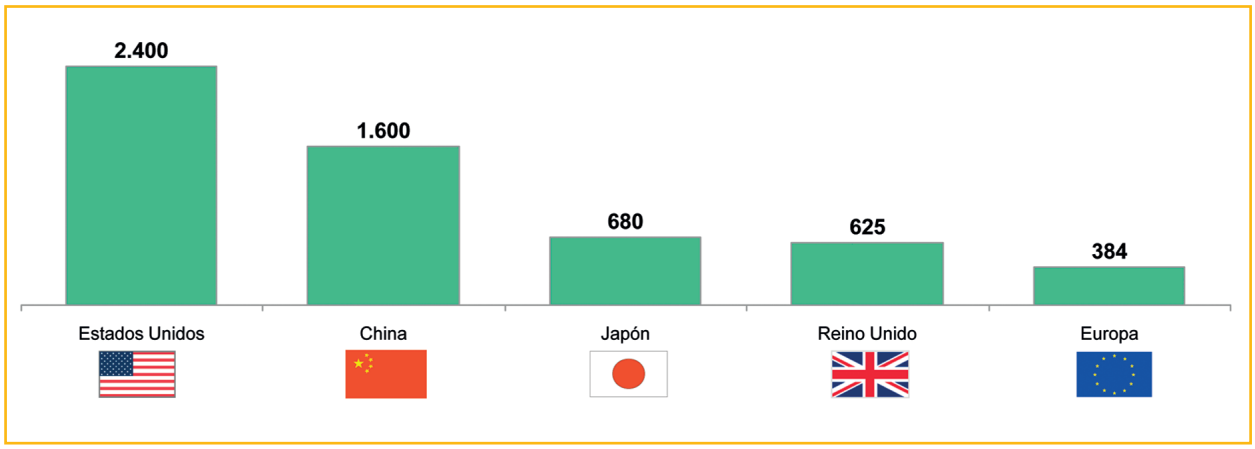
Los problemas de calidad son especialmente relevantes en Estados Unidos, donde su Ministerio de Energía (Department of Energy, DOE) estima que las interrupciones de suministro cuestan a la economía estadounidense en torno a 120.000 M$. De hecho, de los cinco mayores fallos de suministro ocurridos en los últimos 40 años, tres han tenido lugar durante la última década.

Los países en vías de desarrollo sufren múltiples problemas de interrupciones, y plantean la necesidad de desarrollo de la red eléctrica como una prioridad. Incluso en países referentes en fiabilidad del sistema eléctrico a nivel mundial, como puede ser el caso de Alemania con una media de unos 15 minutos de interrupciones por cliente al año, hay margen de mejora.

II.2. Impulso de las administraciones públicas al desarrollo de las smart grids

El impulso de los gobiernos es un factor determinante en el desarrollo de las redes inteligentes, puesto que sin inversión pública en el desarrollo de la tecnología necesaria y sin las políticas de fomento oportunas el desarrollo de las mismas será mucho más lento. La experiencia demuestra que en aquellos países donde los gobiernos han implantado objetivos ambiciosos de contadores inteligentes como Italia y Suecia, el grado de penetración de los mismos es mayor.

Figura 8: Inversión pública prevista en redes inteligentes (millones de €)



Fuente: Ministerio de energía de cada país, Boston Consulting Group

Estados Unidos ha dispuesto distintos mecanismos regulatorios para el fomento de las redes inteligentes, incluyendo la necesidad de investigar el potencial de los contadores inteligentes y la gestión de la demanda y la posibilidad de recuperar parte de la inversión a través de la tarifa a los consumidores. Un punto importante que se debe destacar es que se han destinado en torno a 4.500 M$ del presupuesto del American Recovery and Reinvestment Act, establecido en 2009, a la modernización de la red eléctrica durante los próximos años, de modo que cada estado puede dotar con hasta 200 millones de dólares de manera directa a proyectos de redes inteligentes. Otros mecanismos de fomento por parte de la administración de Estados Unidos incluyen la creación de planes de desarrollo de estándares de interoperabilidad, así como la elaboración de una hoja de ruta para el sector.

China parece haber apostado también de manera decida por la implantación de redes inteligentes. Así pues, en su último plan quinquenal (de 2011 a 2015), con unos presupuestos de más de 5.000 millones de euros para la mejora de la red eléctrica, se establecieron en torno a 1.600 millones de euros para inversiones en redes inteligentes.

Por su parte, Japón está desarrollando a escala nacional 4 pilotos de demostración en las ciudades de Yokohama, Toyota, Kitakyushu y Kyoto, a través de los cuales pretende experimentar con la tecnología y modelos de negocio adecuados para el desarrollo de las redes inteligentes.

El regulador del Reino Unido ha creado un fondo para impulsar el desarrollo de redes inteligentes por parte de las empresas de distribución eléctrica que se encuadra dentro del "Low Carbon Transition Plan". Esto se materializará en una inversión de 625 millones de euros en implantación de proyectos smart grid.

La Comisión Europea también ha establecido mecanismos para el fomento de las redes inteligentes. Las disposiciones del tercer paquete de medidas6 obligan explícitamente a los estados miembro a evaluar el desarrollo de sistemas inteligentes de medida como paso esencial hacia el establecimiento de redes inteligentes.

En mayo de 2010, la Iniciativa Europea sobre la Red Eléctrica adoptó un plan de aplicación detallado, en el que se establecían prioridades para el periodo 2010-2018 y se indicaban necesidades financieras de aproximadamente 2.000 millones de euros. En el informe "Redes inteligentes: de la innovación a la implantación", la Comisión Europea indicaba que "supervisará activamente los avances de los estados miembro y proporcionará orientaciones sobre los principales indicadores de resultados para finales de 2011. Si durante 2012 los avances son insuficientes, la Comisión considerará la introducción de una reglamentación más estricta para la implantación de redes inteligentes". Otros mecanismos de fomento incluyen el desarrollo de la Plataforma Tecnológica Europea de las Redes Inteligentes, la Iniciativa Europea sobre la Red Eléctrica (EEGI)7 y el establecimiento de iniciativas a nivel local como el Pacto de los Alcaldes y la Iniciativa sobre Ciudades y Comunidades Inteligentes.

6. Especialmente el Anexo I, punto 2, de la Directiva sobre la electricidad (2009/72/CE).

7. Dicha iniciativa se centra principalmente en la innovación a nivel del sistema y precisará las características de la integración tecnológica y de los modelos de actividad mediante proyectos de I+D y de demostración a gran escala en el ámbito de las redes inteligentes.

Anexo III. Tabla de figuras

Figura 1: Calidad de servicio y eficiencia en los principales países europeos 9

Figura 2: Participación en proyectos de investigación de smart grids a nivel europeo 11

Figura 3: Inversión necesaria para el despliegue de smart grids en España 15

Figura 4: Ratios de beneficios-costes de las smart grids para España 17

Figura 5: Esquema de las tecnologías físicas y de comunicaciones que integran las smart grids 23

Figura 6: Estimación de las inversiones en smart grids a nivel mundial 29

Figura 7: Estudio comparativo de evolución de las redes inteligentes a nivel mundial 30

Figura 8: Objetivos de desarrollo de la energía renovables 32

Figura 9: Inversión pública prevista en redes inteligentes (millones de €) 33

Acerca de los autores

Magín Yáñez es Partner and Managing Director en la oficina de Madrid de The Boston Consulting Group y Líder Global de la firma en el área de Redes de Energía.
Puede ponerse en contacto con él a través del e-mail *yanez.magin@bcg.com*

Alfonso Abella es Principal en la oficina de Madrid de The Boston Consulting Group y Nodo de la firma para Iberia y Latinoamérica en el área de Redes de Energía.
Puede ponerse en contacto con él a través del e-mail *abella.alfonso@bcg.com*

Lista de participantes

aicia	**AICIA**	Antonio Gómez	ITE	**Instituto Tecnológico de la Energía**	Juan Pablo González
CDTI	**CDTI**	María Luisa Revilla Borja Izquierdo Alberto Bermejo		**Ministerio de Economía y Competividad**	Marian Ferré Ana María Lancha
circe	**Circe**	Andrés Llombart Enrique Morgades Sara Olivera	ORMAZABAL	**Ormazabal**	Santiago Bañales
edp hc energía	**HC Energía**	Luis Manuel Santos	RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA	**Red Eléctrica de España**	Vicente González Unai Búrdalo
endesa	**Endesa**	Ángel Arcos	tecnalia	**Tecnalia**	Ángel Díaz
e·on España	**E-ON**	Álberto Guerra	TELVENT	**Telvent Energía**	Francisco Romero
gasNatural fenosa	**Gas Natural Fenosa**	Blanca Losada Fernando García	unesa	**UNESA**	Ignacio Isla
IBERDROLA	**Iberdrola**	Miguel Ángel Sánchez Juan Martí	ZIV	**ZIV Grupo**	Santiago Norberto
indra	**Indra**	Santiago Blanco			

FutuRed

Plataforma
española
de redes eléctricas

Secretaría Técnica Plataforma Futured
C/ Mariano Esquillor Gómez, 15
E - 50018 Zaragoza (Spain)
T: (+34) 976 762 957
F: (+34) 976 732 078
secretaria@futured.es

BCG

The Boston Consulting Group

The Boston Consulting Group
C/Alcalá, 95
28009 Madrid (Spain)
T: (+34) 91 520 61 00
F: (+34) 91 520 62 22
Bcg.spain@bcg.com