

Tendencias Tecnológicas en Recursos Energéticos



Hacia el cambio del modelo energético

Autor: Dr. Bernardo del Amo Fernández



Tabla de contenidos

1.- Cambio del modelo energético.....	3
2.- Tecnologías de la Energía.....	6
2.1.- Sector de los hidrocarburos.....	6
2.1.1.- Hechos geoestratégicos relevantes relacionados con la energía.....	6
2.2.- Energías renovables	7
2.2.1.- Despliegue y coste de la generación renovable.....	7
2.2.2.- Energía eólica	9
2.2.3.- Energía solar fotovoltaica	10
2.3.- Almacenamiento de Energía.....	12
3.- Resumen.....	14



I.- El cambio del modelo energético

Es bien conocido que el desarrollo de la sociedad a lo largo de la historia ha estado basado al menos en tres factores clave cuyo acceso ha sido estratégico; **alimentos, agua y energía**.

Dado que la contribución de los combustibles fósiles constituye la mayor parte del mix energético actual, y teniendo en cuenta la demanda creciente de energía y la intensidad en carbono, nos encontremos ante una encrucijada: diseñar un **nuevo modelo energético inteligente**. El reto energético al que nos enfrentamos debe tener una respuesta global, en la que coexistan todas las formas de energía disponibles, las convencionales y las alternativas; todas aquellas formas de energía que puedan ser producidas de manera **equilibrada, segura, con accesibilidad universal, competitiva y respetuosamente con el medio ambiente**.

Mucho de lo que nos ha servido en el pasado no servirá en el futuro, con la gran excepción de la **innovación y la tecnología** ya que seguirán siendo las claves fundamentales para la construcción de un nuevo modelo energético.

El desafío ante el que nos encontramos exige considerar horizontes mucho más lejanos, incorporar el sentido de riesgo, y buscar soluciones y modelos disruptivos. El cambio del modelo energético actual sólo puede conseguirse mediante el **desarrollo tecnológico y con la aportación de un variado mix de tecnologías**.

Los cambios acelerados en el mundo están dando lugar a una transformación global en todos los sectores. En este contexto, los principales motores del cambio se recogen seguidamente:

1. **Crecimiento de la población mundial** y como consecuencia de ello la presión que se está produciendo sobre los recursos del planeta.

Hay que reflexionar sobre si nuestro planeta tiene suficientes materias primas y recursos naturales para abastecer a un creciente e impresionante ejercito de consumidores. La prosperidad ha sido históricamente muy intensiva en consumo de recursos naturales: entre 1950 y 2000 la población mundial se duplicó, el consumo global de energía se multiplicó por 5 y la riqueza por 6. Eso fue posible, por la abundante disponibilidad de energía, carbón, petróleo y gas, accesibles y baratos. Sin duda lo que permitió conseguirlo, fue el talento de las personas como motores de la innovación y del desarrollo industrial y social.

2. **El segundo motor** es consecuencia del anterior y se corresponde con la presión que el crecimiento de la población y el uso intensivo de recursos tiene sobre los ecosistemas y el medioambiente de nuestro planeta. Esta presión creciente está reduciendo la capacidad de amortiguación de estos ecosistemas y el cambio climático, por ejemplo, no es más que una manifestación de ello.

Nuestra capacidad para hacer viable a largo plazo el bienestar y las demandas de desarrollo de la Humanidad depende de que seamos lo suficientemente inteligentes como para **gestionar de modo sostenible tres recursos básicos: el agua, la energía y el territorio**.

3. **El tercer motor** aunque es más sutil e intangible, tiene un alcance igual de trascendente y transformador que los anteriores y tiene que ver con los cambios sociales debidos a la globalización, la comunicación y la interconexión (economía colaborativa). Un factor que también hay que tener en cuenta dentro de este capítulo es el impacto de la **digitalización**¹, como revolución tecnológica que transformara tanto la economía como la sociedad, así como a nivel de cada individuo.

Las tecnologías de la información y la comunicación están produciendo, a una velocidad asombrosa, una conciencia global y están desencadenando cambios sociales insospechados. Los procesos que antes se

¹ La transformación digital podría implicar, solo en España, un incremento de 120.000 millones de Euros en los sectores principales para el año 2025 (España 4.0 El reto de la transformación digital de la economía. Roland Berger 2016)

medían en años ahora tienen escala de días. Nuestro mundo se ha abierto y ensanchado y a la vez se ha vuelto más complejo con múltiples relaciones entre muchos factores.

Si nos centramos en la energía, es indiscutible que estamos en el umbral de un nuevo modelo energético global, cuyos principales retos son los siguientes:

- En primer lugar, **el mundo seguirá demandando cada vez más energía**. De acuerdo con la Agencia Internacional de la Energía (IEA), en su estudio *World Energy Outlook* de 2015, el consumo de energía en el mundo se incrementará casi un 32% entre 2013 y 2040, como consecuencia de la incorporación de los países emergentes (no OCDE) al consumo de bienes y servicios, debido al aumento de la urbanización y nivel de renta, por lo que será necesaria la optimización de las fuentes de energía actuales, así como el desarrollo de nuevas tecnologías.

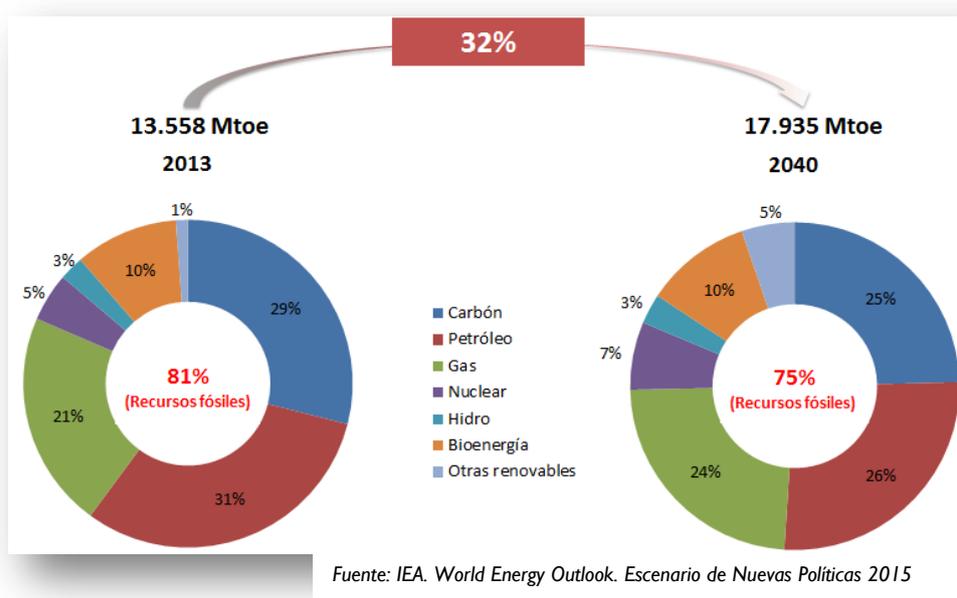


Figura I. Aumento previsto por la IEA de la demanda global de energía primaria

La creciente demanda para alcanzar cotas razonables de bienestar social y económico, con suministros estables, seguros y competitivos, constituye un reto colosal.

Como se puede observar en la figura I, en el año 2040, los combustibles fósiles representarán todavía cerca del 75% del mix de energía primaria, debido en buena parte al transporte. Por otra parte, hay que destacar que mientras que la demanda del gas seguirá aumentando, la participación del carbón y petróleo disminuirá progresivamente.

Es importante también destacar que la demanda de energía en relación al nivel de renta disminuirá el 2%, debido a los avances en la eficiencia energética.

Además, se requiere una energía más justa y de acceso universal. Actualmente, 1.500 millones de personas – fundamentalmente en África y en el sur de Asia- carecen todavía de acceso a la electricidad, y no es previsible que esta cifra se reduzca de forma significativa en los próximos años.

- El segundo reto consiste en satisfacer la demanda energética de forma **medioambientalmente aceptable**, equilibrando la concentración de gases de efecto invernadero y particularmente del dióxido de carbono, en niveles que no supongan una amenaza para el clima del planeta.

Teniendo presentes estas condiciones de contorno, las líneas de actuación para abordar el problema deben tener los siguientes ejes principales:

1. Producir **más energía de forma diversificada** y desde múltiples fuentes
2. Reducir la intensidad en el uso de la energía **aumentando la eficiencia energética**. La energía más disponible, barata y limpia es la que no se utiliza.

La Agencia internacional de la Energía (IEA), estima en un 50% la contribución de la eficiencia energética para alcanzar los escenarios compatibles con la hoja de ruta del acuerdo de París (COP 21)².

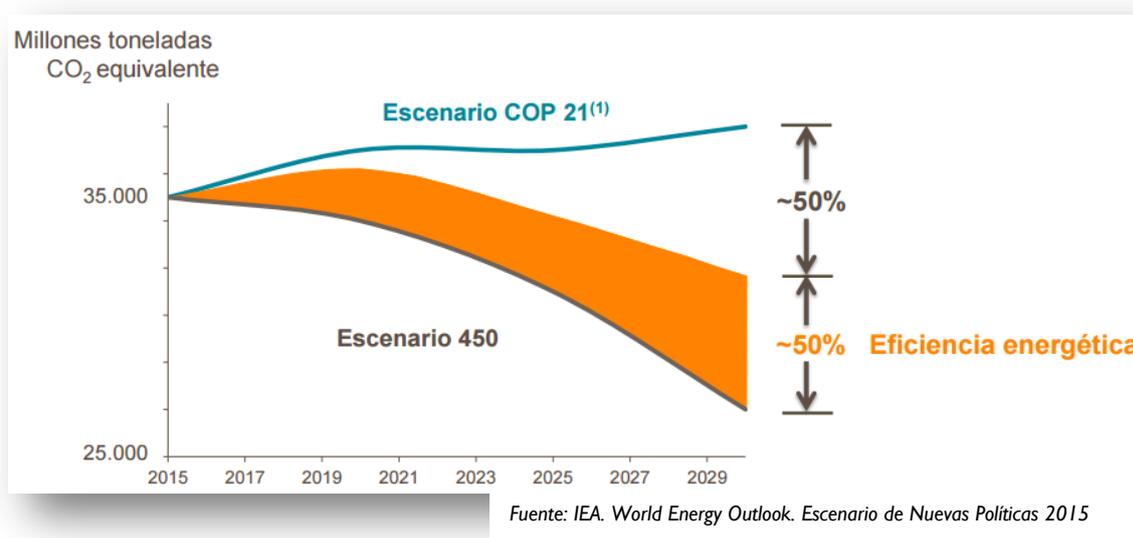


Figura 2: Contribución de la eficiencia energética en la reducción de emisiones globales de CO₂

3. **Reducir la intensidad de carbono** de las fuentes de energía primaria

Por ello, uno de los principales rasgos de ese nuevo modelo energético va a ser el protagonismo creciente de las nuevas energías alternativas o renovables, dado que incrementan la oferta de energía con baja intensidad de carbono.

Los retos del nuevo modelo energético inteligente que hay que construir son de tal magnitud que únicamente a través del **desarrollo tecnológico y de una innovación** muy potente será posible resolverlos.

² El escenario COP 21 se asimila al escenario de Nuevas Políticas definido por la Agencia Internacional de la Energía
UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS **online**
www.online.urjc.es

2.- Tecnologías de la energía

Los combustibles fósiles han mantenido durante décadas una participación de alrededor del 80% en el mix energético. Esta alta cuota es debida principalmente a su **abundancia, densidad de energía, infraestructura y costes competitivos**. Las previsiones apuntan a que a pesar de que su contribución en el mix energético será mayoritaria, sin embargo la cuota de participación de los combustibles fósiles disminuirá en los próximos años, debido fundamentalmente al desarrollo de las energías renovables, cada vez más eficientes.

2.1.- Sector de los hidrocarburos

La combinación de tecnologías de fractura hidráulica (*fracking*) y perforación horizontal, ha constituido una revolución global en la producción de recursos de petróleo y gas (**recursos no convencionales en formaciones de baja porosidad y permeabilidad; shale gas / tight oil**), y actualmente se han convertido en uno de los vectores de crecimiento más importantes del sector.

La revolución de los recursos no convencionales convertirá a EE.UU., antes de 2020, en el principal productor mundial de petróleo³. Sin embargo, la volatilidad actual del precio del crudo ha hecho que muchos productores de recursos no convencionales hayan tenido que cerrar sus instalaciones, hasta que el precio se vuelva a recuperar.

Por otra parte, los nuevos descubrimientos de crudo convencional se darán principalmente en áreas frontera cada vez más complejas⁴. Algunos ejemplos son: Aguas ultra profundas, Crudos pesados, Arenas bituminosas, Ártico, Hidratos de metano (Japón, Corea),...

Dada la abundancia del gas natural en EE.UU., a consecuencia del “*fracking*”, su precio es el mismo que hace 20 años, lo que está haciendo que se convierta en el principal vector de crecimiento de los combustibles fósiles, y en el **eje fundamental para la transición energética hacia la de-carbonización**. La mencionada abundancia y bajo precio del gas natural, está dando lugar al desplazamiento de otros recursos, sobre todo del carbón, para la generación de electricidad.

En todos los casos la **Tecnología se identifica como factor clave de éxito** para el acceso eficiente y seguro para la explotación de nuevos recursos energéticos.

2.1.1.- Hechos geoestratégicos relevantes relacionados con la energía

La volatilidad del precio del petróleo, con fuertes caídas desde finales de 2014, ha sido alentada por Arabia Saudí, con el objetivo, entre otros, de eliminar la viabilidad económica de la explotación de recursos no convencionales y provocar el cierre de sus instalaciones. Además, un factor que ha provocado un exceso de oferta, ha sido la vuelta al terreno de juego de Irán como productor, después del levantamiento de las sanciones internacionales.

También es importante señalar que el levantamiento de la prohibición de exportación de crudo (*Oil Ban*) de EE.UU. en Dic'15⁵, ha terminado con 40 años de restricciones que afectarán sin duda a la dinámica del mercado de los combustibles fósiles para la energía. Este cambio de perspectivas en la producción y uso de la energía puede redefinir el balance global económico y geopolítico.

Por otro lado, el acuerdo de Paris COP 21 (195 países), ha sido sin duda un éxito diplomático sin precedentes, aunque no vinculante, por lo que subyace una falta de compromiso, y por ello todavía existen muchas incertidumbres. De hecho, aún no ha sido ratificado por el poder legislativo de los EE.UU.

³ El presidente Obama ha creado un "Energy Security Trust Fund" que usa los beneficios del O&G no convencional en inversiones en energías alternativas

⁴ Más profundas, más lejanas, condiciones ambientales más complicadas...

⁵ *Unites States lifts 40 year old-ban on oil export.* <http://economictimes.indiatimes.com/news/international/business/united-states-lifts-40-year-old-ban-on-oil-export/articleshow/50242804.cms>

2.2.- Energías Renovables (EERR)

Ante el panorama energético actual y los retos planteados, se pone de manifiesto la necesidad de un apoyo firme y continuado a nivel global al desarrollo tecnológico y a la implantación de la generación eléctrica a partir de energías renovables. El estado diverso de las tecnologías de generación renovable, hace que el desarrollo de las mismas dependa en buena medida del impulso a través de la legislación, lo que supone un claro carácter regional.

La mayor parte del uso de las energías renovables se destina a la generación eléctrica, por lo que dada la tendencia progresiva a la electrificación de la energía, su importancia en este sector irá aumentando. Se está poniendo de manifiesto que la participación de las EERR en el mix energético está creciendo de forma continua, con poca sensibilidad a los bajos precios del crudo, impulsada por las mejoras tecnológicas y la legislación.

Las EERR están apoyadas por el impulso de la de-carbonización y el papel de las tecnologías de digitalización. Además de la reducción de la huella de carbono aportan otras ventajas importantes, como son la reducción de importaciones de materias primas, menor dependencia exterior de países con problemas geopolíticos, la disminución del riesgo de la alta volatilidad en el precio de las energías fósiles y el aumento de la seguridad de suministro. Adicionalmente la IEA, prevé que las EERR mejoraran aspectos tales como la accesibilidad a la energía (países desarrollados y en desarrollo), el desarrollo rural a través de la energía distribuida, la localización favorable de recursos por el carácter inagotable de las fuentes, para la mayoría de las EERR, y una reducción en el coste de las materias primas.

Un aspecto muy importante a tener en cuenta es la necesidad de **apoyo a la investigación y desarrollo de las nuevas tecnologías** energéticas renovables para hacer posible una creciente participación de las EERR, ya que sin duda el avance tecnológico contribuirá de forma notable a su implantación comercial, al conseguir una disminución en sus costes.

Por todo lo expuesto hasta el momento, queda patente el interés global por el despegue de las tecnologías energéticas renovables y su contribución cada vez más importante en el escenario energético global.

En el presente documento se recogen brevemente las tecnologías de generación renovable con mayor desarrollo e impacto en el teatro energético mundial, como son la eólica y solar fotovoltaica. El formidable desarrollo, en los últimos años, de estas tecnologías las está haciendo competitivas, incluso sin subvenciones, sirviendo como muestra el dato de que en recientes subastas de Energía Renovable se ha fijado un precio de 40 \$/MWh, muy competitivo con la generación convencional.

A la descripción de estas tecnologías se ha añadido una breve revisión de los sistemas de almacenamiento de energía, que constituyen una necesidad para aumentar la continuidad en la gestión de energías de carácter intermitente, así como un vector de desarrollo de la movilidad eléctrica.

Aunque no se describirá en este documento el papel del hidrogeno como vector energético, señalar también que sus principales retos están asociados a la generación limpia/barata del mismo, así como a las infraestructuras necesarias para su distribución y abastecimiento. Ambas circunstancias representan unos desafíos importantes frente al uso de baterías en la movilidad eléctrica.

2.2.1- Despliegue y costes de generación renovable

Desde el punto de vista del despliegue de las diferentes alternativas de generación de energía eléctrica, en las zonas más relevantes, cabe señalar que serán China e India los principales focos de crecimiento en el periodo 2010-2035. Como se puede observar en la figura 3, en todas las zonas estudiadas se producirá un aumento de capacidad de las EERR y del gas, produciéndose un retroceso en el carbón en los países más desarrollados, pero un fuerte aumento en China e India.

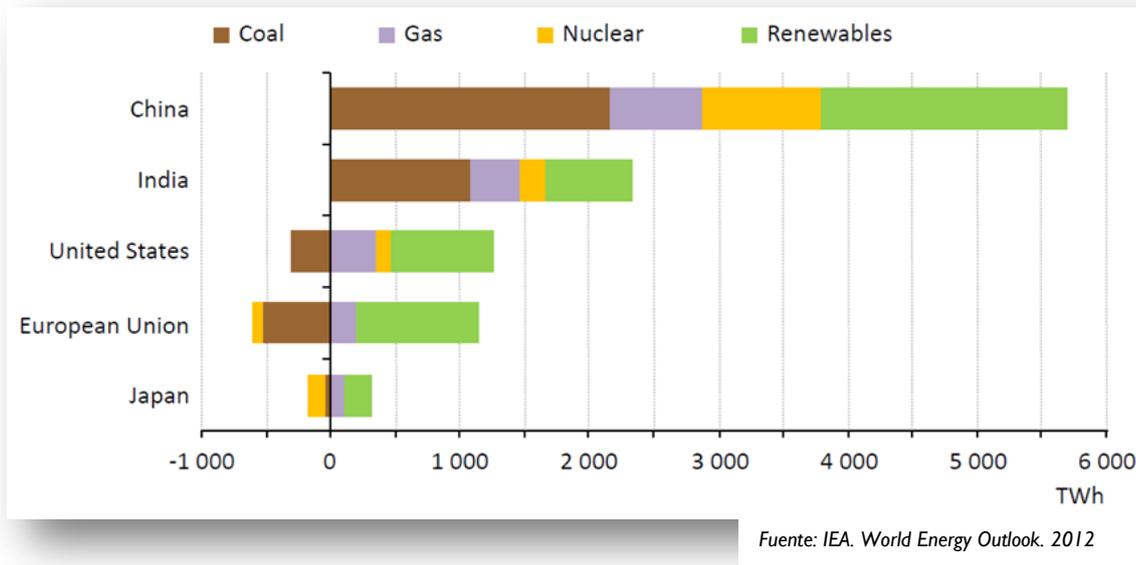


Figura 3: Cambio en la capacidad instalada de generación de energía eléctrica, según IEA

Desde el punto de vista de la capacidad global de generación renovable, en la figura 4, se puede observar un continuo aumento, destacando como se ha puesto de manifiesto anteriormente, el caso de China. Por otra parte, la previsión de la IEA para 2025 es que la generación renovable represente más del 25% del mix completo de generación, a nivel global.

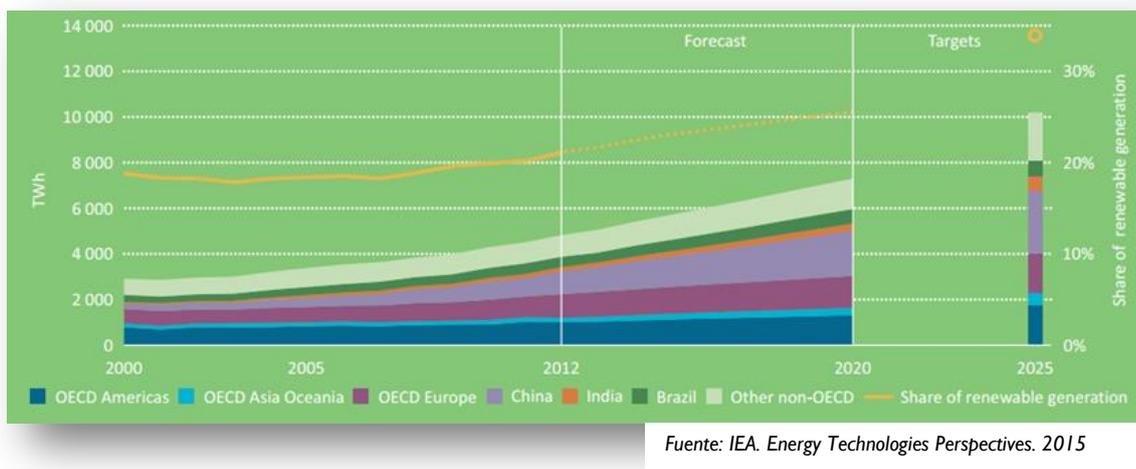


Figura 4. Generación de energía renovable por región.

Respecto a la evolución de los costes de generación de algunas de las tecnologías de energía renovable, la figura 5 recoge los valores correspondientes a los años 2013 y 2014, junto con la previsión de la IEA para 2025. La pendiente más acusada de disminución del coste, en todos los casos, corresponde a la solar fotovoltaica, lo que hace suponer que todavía sigue existiendo margen de mejora.

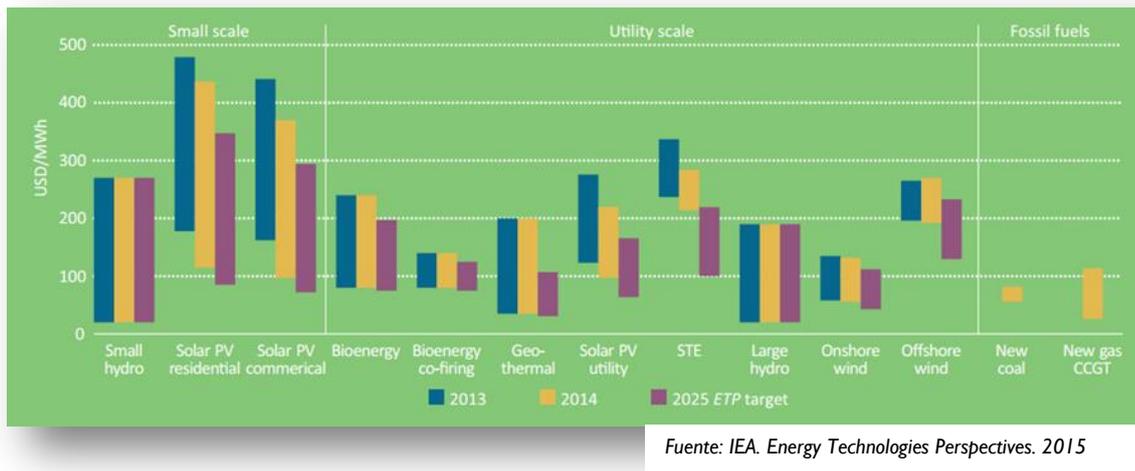


Figura 5. Comparación del coste nivelado de generación de electricidad de varias tecnologías

2.2.2.- Energía eólica

La tecnología de generación renovable que más se ha desarrollado en los últimos años ha sido la eólica, de manera que en algunos territorios ya es competitiva con las formas tradicionales de generación de energía.

Se trata de una energía intermitente, que necesitaría de un sistema de almacenamiento energético y/o tecnologías gestionables que satisfagan la demanda cuando no hay viento.

Los principales retos tecnológicos están asociados a la búsqueda de materiales ligeros (torre, álabes), la optimización del diseño aerodinámico, el aumento de la velocidad punta de la pala (limitando el ruido), etc.. Estos factores podrían mejorar la eficiencia hasta un 60%, con una disminución del CAPEX de hasta un 21%.

En los últimos años se está desarrollando un sistema de generación eólica offshore, aunque por el momento su coste es elevado, en línea con su falta de madurez tecnológica (limitada a aguas poco profundas <50 m), con elevado riesgo e incertidumbre, fundamentalmente asociados a la construcción, instalación, operación y de-comisionado.

En el caso de los sistemas offshore un reto importante reside en las necesarias estructuras flotantes, con el objetivo de desarrollar un sistema de amarre económico, estabilidad en el transporte, reducción del peso del acero, etc..

Desde el punto de vista de la evolución del coste de generación eólica, en la siguiente figura 6 se puede apreciar casi un 50% de reducción, en el periodo 2009-2014.



Figura 6. Variación del índice de coste de generación eólica (100 = 2014, excluidos incentivos)

2.2.3.- Energía solar fotovoltaica:

Aunque con un poco más de retraso frente a la generación eólica, el desarrollo de la energía solar fotovoltaica ha sido espectacular, no solo desde el punto de vista de la capacidad instalada, sino de la disminución de los costes de generación, como se puede apreciar en la figura 7. Los precios de los módulos solares han disminuido un 85% en el periodo 2005-2015 y la capacidad instalada se ha multiplicado por 50 desde 2005.

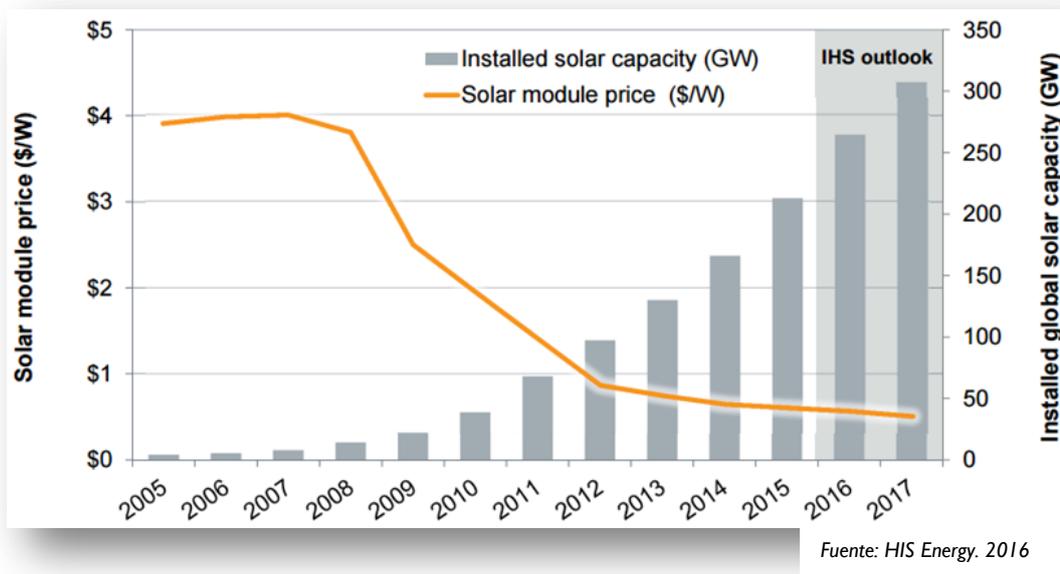


Figura 7. Variación del precio del módulo solar frente a la capacidad instalada

La bajada en los costes de generación solar fotovoltaica se ha subestimado desde hace años por todos los analistas, entre ellos la propia IEA. En la figura 8, se puede observar que una estimación realizada en 2009, fue muy conservadora frente a la evolución de los costes reales. La mejora continua de los costes no solo se ha debido a cuestiones tecnológicas, sino también a la manufactura de las firmas Chinas que han desplomado los precios; de cualquier forma la curva de aprendizaje está siendo mucho más rápida de lo esperado.

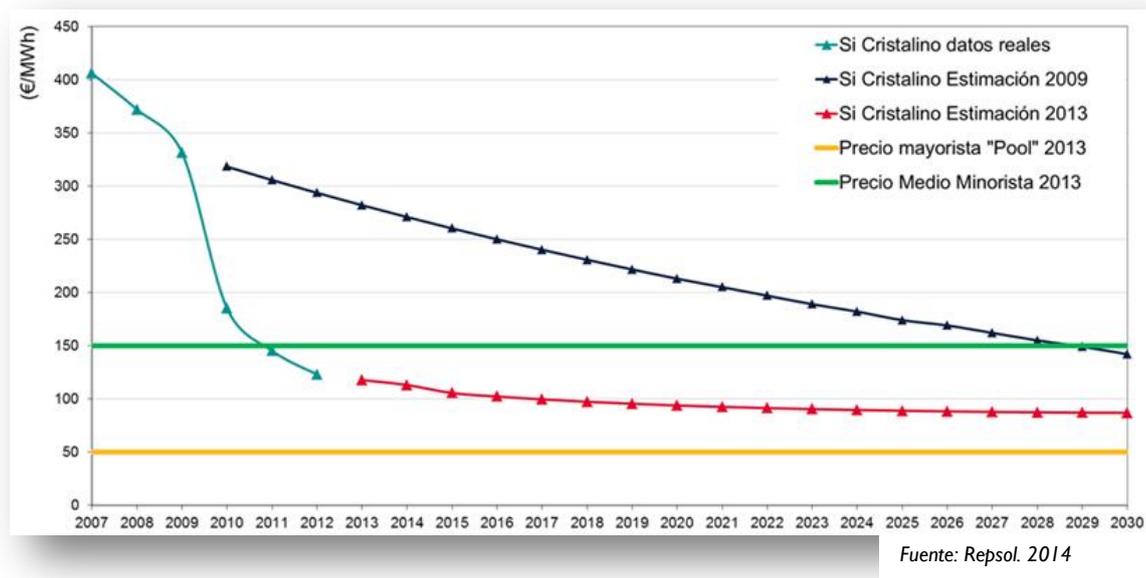


Figura 8. Disminución del coste de generación fotovoltaica. Curva de aprendizaje

Los principales retos tecnológicos de las diferentes familias de tecnologías; 1ª generación (Si mono-cristalino y Si poli-cristalino), 2ª generación (Si amorfo, CIGS/CZTS, CdTe) y 3ª generación (DSSC, OPV, CPV, ...), con el objetivo de mejorar su eficiencia global, en general son comunes a las tres generaciones, y se centran en los siguientes aspectos:

- Mejora de la eficiencia hasta su máximo teórico
- Disminución de la degradación de las células
- Reducción de espesores(x-Si)
- Mejora de las técnicas y costes de fabricación
- Incremento de la vida útil
- Desarrollo de soluciones más flexibles y durables para sistemas integrados en edificios
- Sustitución de elementos tóxicos (Cd y As) y escasos (In y Te)

En 2011, la Universidad de Oxford, desarrolló la primera célula solar de perovskita con una eficiencia de conversión superior al 10%. En los años siguientes, investigadores de todo el mundo se lanzaron a desarrollar células de perovskita más eficientes. En 2014, el Instituto de Investigación en Tecnología Química de Corea estableció un nuevo récord al lograr una eficiencia del 20%.

Las perovskitas resultan atractivas por varios motivos. En primer lugar los materiales necesarios para sintetizarlas con abundantes y baratos. Además, pueden combinarse con facilidad, de forma económica y a bajas temperaturas para crear películas delgadas con una estructura altamente cristalina, similar a la que se obtiene en las obleas de silicio tras un costoso tratamiento a altas temperaturas. Sin embargo, el principal reto de las perovskita, aun no conseguido, es lograr su estabilidad a largo plazo.

2.3.- Almacenamiento de energía

El importante crecimiento de las necesidades energéticas en los próximos años, se perfila en una parte importante bajo la forma de energía eléctrica, con una creciente participación de fuentes renovables intermitentes. Además, se prevé una progresiva comercialización de vehículos eléctricos. Por todo ello, el almacenamiento de energía va a jugar un papel relevante en el nuevo escenario energético.

La energía eléctrica no puede ser almacenada económicamente como tal, salvo en muy pequeñas cantidades (condensadores), pero puede almacenarse fácilmente en otras formas de energía para ser convertidas posteriormente a energía eléctrica cuando sea necesario. En este sentido, los combustibles líquidos, y también el gas natural, han sido la forma indirecta de almacenamiento tanto para la generación eléctrica como para el transporte. Sin almacenamiento el sistema energético debe dimensionarse para cubrir puntas de consumo, con una filosofía “just in time”, en la que el elemento regulador puede ser un exceso de capacidad instalada y/o capacidad de almacenamiento para facilitar el suministro cuando y en donde es necesario.

En su esencia, la implantación de almacenamiento de energía es una decisión económica para racionalizar el funcionamiento del propio sistema energético. En el caso de la energía solar y eólica, cuya producción tiene la característica de no ser continua, cada vez es más importante la búsqueda de nuevas capacidades y características de los sistemas de almacenamiento para dar una mayor continuidad a estas fuentes energéticas.

Por otra parte, la introducción progresiva del vehículo eléctrico va a suponer un cambio importante en los hábitos de consumo y en la distribución horaria del consumo eléctrico, que se concentrará en determinadas horas del día, produciendo desajustes oferta-demanda que necesitarán ser amortiguados con sistemas de almacenamiento de energía fácilmente transformables en energía eléctrica. El desarrollo de baterías avanzadas para los vehículos eléctricos es un área de desarrollo que están abordando muchas compañías y supone un reto y una oportunidad de gran importancia.

La demanda eléctrica que se derivará de la introducción del coche eléctrico es enorme. Baste citar evaluaciones para EE.UU. en 2009, que muestran que la potencia de la flota de vehículos en términos eléctricos, equivaldría a multiplicar por un factor de 24 la potencia eléctrica actual instalada en el país.

Dada la gran variedad de tecnologías empleadas en el almacenamiento de energía, únicamente se hará una breve reseña a las baterías empleadas para la movilidad eléctrica.

Los principales retos para conseguir unas baterías eficientes que permitan la transformación del sistema actual de movilidad, son los siguientes:

- Coste
- Densidad energética
- Potencia

Los tres factores presentan una importancia capital sobre el avance futuro de la movilidad eléctrica, dado que además de un coste competitivo frente a las alternativas actuales, será importante extender la autonomía de la batería (kilómetros entre recargas), y disminuir el tiempo necesario para cada recarga.

Una muestra de diferentes tecnologías de baterías y su influencia en la autonomía del vehículo, se puede observar en la figura 9. Todavía quedan lejos los 500 km de autonomía, pero el avance conseguido en los últimos años ha sido espectacular y la cantidad de recursos y talento empleado en la actualidad hacen muy posible conseguirlos.

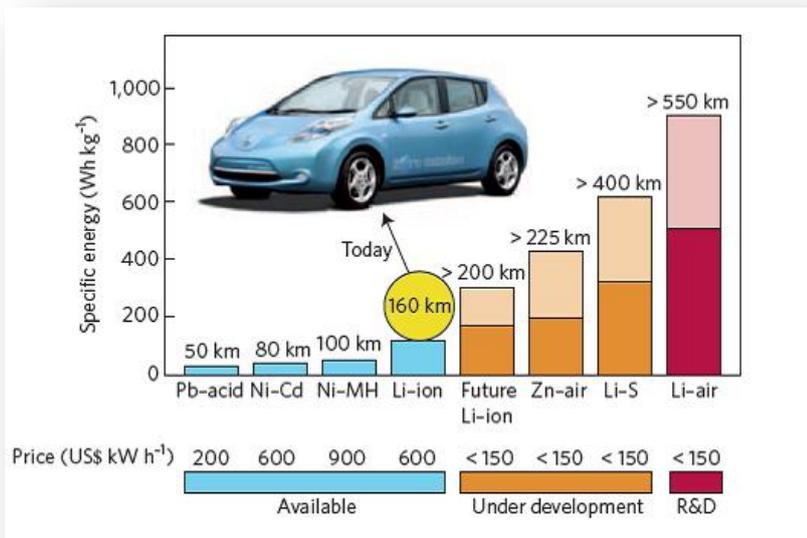


Figura 9: Autonomía del coche eléctrico en función del tipo de tecnología de la batería usada⁶

Por otra parte, la bajada del coste de las baterías ha sido continua y solo en tres años se ha conseguido disminuir a la mitad. A pesar de fijar en la figura 10 la consecución de un coste de 150\$ /kWh en 2030, recientemente GM⁷ ha anunciado que en 2017, junto con LG, conseguirá un coste de 145 \$/kWh y en 2020 disminuirán el coste hasta 100 \$/kWh. En caso de conseguirlo se habría alcanzado prácticamente la paridad en coste frente al motor de combustión interna, lo cual tendría un efecto muy importante sobre el despliegue de la movilidad eléctrica.

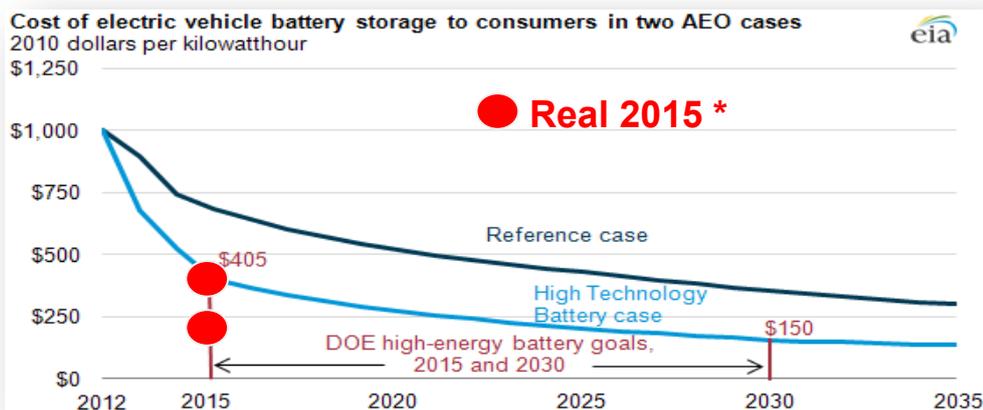


Figura 10: Evolución del coste⁸ de las baterías para vehículos eléctricos

Las nuevas tecnologías de almacenamiento, en combinación con sistemas de generación eficientes y distribuidos, como la energía solar, están llamadas a causar una disrupción en el “*status-quo*” del modelo energético actual.

⁶ Fuente: Peter G. Bruce y otros. Nature materials, (2011)

⁷ GM Says Li-ion Battery Cells Down To \$145/kWh and Still Falling (<http://www.hybridcars.com/gm-ev-battery-cells-down-to-145kwh-and-still-falling/>)

⁸ Fuente: U.S. Energy Information Administration, Annual Energy Outlook 2012

La combinación de ambas tecnologías (generación + almacenamiento) apoyará la transición de modelos de generación de energía centralizada hacia recursos de energía distribuidos, sin duda este cambio será aún más atractivo en regiones que todavía no han desarrollado grandes infraestructuras, y que quizás nunca lo hagan.

Por último, destacar que a la hora de diseñar una nueva tecnología de almacenamiento, con objeto de que no se vea cuestionada su competitividad a largo plazo, hay que tener en cuenta por una parte la posible concentración de los materiales necesarios en regiones con inestabilidad política y por otra, el potencial impacto que dichos materiales puedan tener en el medioambiente.

3.- Resumen

Como resumen de las vías para el desarrollo energético sostenible, que darán paso al cambio del modelo, se pueden citar los siguientes vectores:

- **Eficiencia energética:**
 - Transporte (mejores vehículos y combustibles)
 - Edificios y aparatos domésticos
 - Industria
- **“De-carbonización” de la generación eléctrica y otros sectores:**
 - A corto plazo sustitución parcial de carbón por gas natural
 - Renovables (eólica, solar, etc...)
 - Transporte: biocombustibles, a más largo plazo vehículos eléctricos
 - Nuclear
- **Recuperación de hidrocarburos en zonas frontera:**
 - Petróleo: Recuperación mejorada de petróleo (EOR), crudos pesados, aguas profundas,..
 - Gas: *tight gas*, *Coal Bed Methane* (CBM) y a más largo plazo hidratos de metano.
- **“Digitalización”:**
 - Combinación de sensores de bajo coste, autónomos e inalámbricos y “Big Data Analytics”

Para acabar, es importante hacer una mención especial al papel crítico que desempeña el agua como recurso estratégico para la viabilidad de todos los proyectos relacionados con la energía, aunque en algunos casos de forma más intensiva que en otros.