

# EL FUTURO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Carlos Gracia Lor\*

Grup de Dispositius Fotovoltaics y Optoelectrònics .Departamento de Física, Universitat Jaume I  
 Mayo de 2010

La energía solar fotovoltaica pertenece al grupo de fuentes de energía renovables capaces de producir electricidad. En la actualidad sus costes de producción son todavía elevados y necesita subvenciones para poder desarrollarse. Sin embargo, si la evolución de esta tecnología continúa la tendencia actual, su coste de producción se equiparará con la tarifa eléctrica residencial antes de 2020.

## 1. Fuentes de energía capaces de producir electricidad

Existen diferentes fuentes de energía capaces de producir una corriente eléctrica. En casi todos los casos la fuente empleada se utiliza para mover una turbina, que a su vez hace girar un alternador y genera una corriente eléctrica que se vierte a la red. Dentro de este grupo se encuentran la energía hidroeléctrica, la nuclear, los derivados del petróleo, el carbón, el gas natural, la energía eólica y la biomasa. Los paneles solares fotovoltaicos, en cambio, son capaces de convertir directamente la radiación solar en electricidad, y la corriente generada se puede verter a la red o se puede utilizar directamente en el lugar donde ha sido producida. Esta peculiaridad de la energía solar fotovoltaica supone una gran ventaja, pero para que la tecnología desarrollada incremente su cuota de mercado es necesario que su precio sea competitivo en los próximos años.

En la **Tabla 1** se indica la proporción de cada fuente de energía utilizada para generar electricidad en el caso de España. Los datos han sido facilitados por el *Ministerio de Industria, Comercio y Turismo* y corresponden al año 2008:

**Tabla 1. Fuentes de energía utilizadas para la generación de electricidad en España. [1]**

| Fuentes de energía |                    | Proporción (%) |      |
|--------------------|--------------------|----------------|------|
| No renovables      | Gas natural        | 31,9           | 87,8 |
|                    | Nuclear            | 28,3           |      |
|                    | Carbón             | 20,6           |      |
|                    | Petróleo           | 7,0            |      |
| Renovables         | Eólica             | 5,0            | 12,2 |
|                    | Hidroeléctrica     | 3,7            |      |
|                    | Biomasa y residuos | 3,1            |      |
|                    | Solar Fotovoltaica | 0,4            |      |

A la vista de esta tabla se observa que, si bien España es uno de los países donde más se están incentivando las energías renovables, las energías no renovables siguen teniendo peso muy elevado. A continuación se comentan brevemente las ventajas y los inconvenientes de todas estas fuentes de energía:

- Las **centrales termoeléctricas**, o simplemente centrales térmicas, aprovechan la energía liberada en forma de calor durante la combustión de un combustible fósil como el carbón, el gas natural o los derivados del petróleo (fuelóleo y gasóleo) para evaporar agua y mover una turbina de gas. Dicha turbina hace girar un alternador y éste genera la corriente eléctrica. En la actualidad se están construyendo numerosas centrales denominadas de ciclo combinado, las cuales operan en la gran mayoría de los casos con gas natural o derivados del petróleo.

\* Correo electrónico: [carlos.gracia.lor@gmail.com](mailto:carlos.gracia.lor@gmail.com)

Los gases de escape de la turbina de gas, todavía a alta temperatura, se utilizan para mover una turbina de vapor. En estas instalaciones todas las turbinas están acopladas a un alternador, alcanzándose rendimientos mucho más elevados que en una central termoeléctrica clásica.

La gran ventaja de este tipo de centrales es su menor coste, especialmente las de carbón debido a su simplicidad de construcción. Sin embargo, la utilización de combustibles fósiles está limitada a la duración de las reservas o a su rentabilidad económica. Otra importante desventaja de esta tecnología es el impacto ambiental que ocasionan los gases emitidos, así como las partículas volantes vertidas a la atmósfera si el combustible utilizado es el carbón.

- Las **centrales nucleares** aprovechan el calor generado en una reacción nuclear de fisión para evaporar agua y mover una turbina de vapor. Dicha turbina hace girar un alternador y éste genera la corriente eléctrica.

La gran ventaja de esta fuente de energía es su bajo coste de producción y su precio poco fluctuante, lo cual contribuye a la estabilidad de las economías. Además, al no utilizar combustibles fósiles no se emiten gases de efecto invernadero.

La energía nuclear se desarrolló en la segunda mitad del siglo XX pero su rápido crecimiento se interrumpió a partir de desastres como el de Chernóbyl (Ucrania) en abril de 1986. En la actualidad su principal problema es la gestión de los residuos radiactivos generados, ya que deben ser albergados en depósitos aislados y controlarlos durante largo tiempo. Esta fuente de energía debe resolver todavía su controversia social.

- Las **centrales hidroeléctricas** aprovechan la energía potencial que posee el agua del cauce de un río para mover una turbina hidráulica a gran velocidad. Dicha turbina hace girar un alternador y éste genera la corriente eléctrica.

La gran ventaja de esta fuente de energía es la posibilidad de producir electricidad sin emisiones atmosféricas ni residuos radioactivos. Se trata de una fuente de energía renovable, ya que se obtiene a partir de una fuente natural, virtualmente inagotable y capaz de regenerarse, pero está limitada la existencia de saltos de agua.

En los últimos años otros tipos de energías renovables han comenzado a abrirse camino frente a las fuentes energéticas convencionales. Estas energías emergentes están sometidas a la variabilidad climatológica y su disponibilidad no está garantizada. Sin embargo, gracias al apoyo financiero de los gobiernos, están contribuyendo ya a diversificar la cesta energética de cada país y a reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

- Los **aerogeneradores** aprovechan la energía eólica para mover una turbina, que a su vez hace girar un alternador y genera la corriente eléctrica. La gran ventaja de esta fuente de energía es su abundancia, mientras que su principal inconveniente es su intermitencia.
- Las plantas de combustión de **biomasa y residuos** aprovechan la energía liberada en forma de calor durante la combustión de la materia orgánica originada en un proceso biológico (espontáneo o provocado) para evaporar agua y mover una turbina hidráulica. Dicha turbina hace girar un alternador y éste genera la corriente eléctrica.

La gran ventaja de esta fuente de energía es la gran diversidad de los combustibles utilizables. El principal inconveniente es que su despegue sólo se producirá si, en lugar de quemar residuos, se utilizan directamente los cultivos para abastecer a estas plantas. Ahora bien, si esta práctica se lleva a cabo y se reduce la superficie cultivada destinada a satisfacer las necesidades alimentarias de la población, los precios de algunos alimentos básicos se incrementarán considerablemente al ser menor la oferta. Esta medida afectará principalmente a la población con un menor poder adquisitivo, ya que es la que gasta un mayor porcentaje de su renta en comprar alimentos.

- Los **paneles solares fotovoltaicos**, a diferencia de las demás tecnologías, convierten directamente la radiación solar en electricidad sin necesidad de turbinas ni alternadores. La corriente eléctrica generada se puede verter a la red o se puede utilizar directamente en el lugar donde ha sido generada.

Las grandes ventajas de esta fuente de energía son su abundancia, su gratuidad y su inagotabilidad a escala humana, a diferencia de los combustibles fósiles o nucleares. Además, las instalaciones solares fotovoltaicas son limpias, silenciosas y seguras; y el único mantenimiento que requieren es la limpieza del polvo y la prevención de la congelación.

Como contrapartida, la energía solar es discontinua y aleatoria debido a la variabilidad de la insolación. Su principal inconveniente es la imposibilidad de garantizar un suministro energético continuo, a menos que la corriente generada se utilice para producir un vector energético como el hidrógeno. Por otra parte, el aprovechamiento de esta fuente de energía requiere la utilización de grandes superficies de captación solar.

## 2. Costes de producción de la electricidad para cada fuente de energía

Una vez presentadas todas las fuentes de energía capaces de generar electricidad se analiza cuánto cuesta producir esa corriente en cada caso. La estimación de los costes de producción de las fuentes de energía convencionales no resulta sencilla. Dichos costes se desglosan en costes variables y costes fijos:

- Los costes variables dependen principalmente de los contratos de aprovisionamiento de combustible (carbón, gas natural, petróleo, uranio...) firmados por cada empresa.
- Los costes fijos dependen en todos los casos de la política de amortizaciones practicada por cada empresa. Además, en el caso de una misma fuente de energía, los costes de las instalaciones pueden variar considerablemente dependiendo de la tecnología incorporada.

Como muchos de estos datos son confidenciales y no siempre son conocidos se plantean varias hipótesis para estimar unos costes de producción representativos:

**Hipótesis 1:** las centrales de producción de electricidad anteriores a 1998 (mediante energía nuclear, hidroeléctrica, carbón y derivados del petróleo) están ya amortizadas.

**Hipótesis 2:** las centrales de producción de electricidad todavía no están amortizadas.

En la **Tabla 2** se muestran los datos facilitados por la *Comisión Nacional de la Energía* correspondientes al año 2008:

**Tabla 2. Costes de producción de la electricidad para las fuentes de energía convencionales. [2]**

| Fuentes de energía | Proporción (%) | Coste (c€/kWh) |             |
|--------------------|----------------|----------------|-------------|
|                    |                | Hipótesis 1    | Hipótesis 2 |
| Hidroeléctrica     | 3,7            | 0,3            | 3,9         |
| Nuclear            | 28,3           | 1,8            | 4,4         |
| Carbón             | 20,6           | 5,8            | 7,2         |
| Ciclo combinado    | 38,9           | 6,9            | 6,9         |

Por otra parte, la producción de electricidad mediante las fuentes de energía renovables emergentes está regulada por el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo. De acuerdo con lo establecido en este decreto, los titulares de una instalación de energía solar fotovoltaica, energía eólica o biomasa y residuos tienen dos alternativas:

- Vender la electricidad producida durante toda su actividad a una tarifa única regulada que se equipara a su coste de producción.
- Negociar el precio de venta de la electricidad producida con una compañía eléctrica y percibir además una prima concedida por el Estado para incentivar el desarrollo de estas nuevas tecnologías.

En la **Tabla 3** se muestran los valores de las tarifas reguladas y las primas concedidas a este tipo de energías. Puede apreciarse que la producción de electricidad mediante la combustión de biomasa y residuos presenta unos costes muy diversos. Es lógico que sea así, teniendo en cuenta el origen tan variado de los combustibles utilizados.

**Tabla 3. Tarifas reguladas y primas establecidas en el Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo. [3]**

| Descripción  | Potencia                  | Tarifa regulada (c€/kWh) | Prima (c€/kWh) |
|--|---------------------------|--------------------------|----------------|
| Instalaciones eólicas  | -                         | 7,3                      | 2,9            |
| Cultivos energéticos   | $P \leq 2$ MW             | 16,0                     | 11,7           |
|  | $P \geq 2$ MW             | 14,7                     | 10,1           |
| Residuos de las actividades agrícolas o de jardinerías   | $P \leq 2$ MW             | 12,8                     | 8,5            |
|  | $P \geq 2$ MW             | 10,8                     | 6,2            |
| Biomasa residual de actividades forestales   | $P \leq 2$ MW             | 12,8                     | 8,5            |
|  | $P \geq 2$ MW             | 11,8                     | 7,3            |
| Biogás de vertederos   | -                         | 8,2                      | 4,1            |
| Biogás de residuos industriales, lodos de depuradora, residuos sólidos urbanos, residuos ganaderos y agrícolas | $P \leq 500$ kW           | 13,3                     | 10,1           |
|  | $P \geq 500$ kW           | 10,0                     | 6,1            |
| Estiércoles y biocombustibles líquidos   | -                         | 5,4                      | 3,1            |
| Biomasa de instalaciones industriales del sector agrícola  | $P \leq 2$ MW             | 12,8                     | 8,5            |
|  | $P \geq 2$ MW             | 10,9                     | 6,4            |
| Biomasa de instalaciones industriales del sector forestal  | $P \leq 2$ MW             | 9,5                      | 5,2            |
|  | $P \geq 2$ MW             | 7,1                      | 3,0            |
| Licores negros de la industria papelera  | $P \leq 2$ MW             | 9,5                      | 5,4            |
|  | $P \geq 2$ MW             | 9,3                      | 5,0            |
| Instalaciones solares fotovoltaicas  | $P \leq 100$ kW           | 44,0                     | -              |
|  | $100$ kW < $P \leq 10$ MW | 41,8                     | -              |
|  | $10$ MW < $P \leq 50$ MW  | 23,0                     | -              |

En el caso de la energía solar fotovoltaica la cuantía de las primas está regulada por el Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre. Inicialmente este decreto estableció para 2008 una prima de 34 c€/kWh para las instalaciones sobre tejado de menos de 20 kW y de 32 c€/kWh en el resto de los casos. Desde 2009 las primas se adaptan cada año en función del comportamiento del mercado. Los productores tienen además la ventaja adicional de comprar la electricidad a sólo 8 c€/kWh. [4]

En la **Tabla 4** se recopilan los costes de producción de electricidad de todas las fuentes de energía consideradas. Para las energías renovables emergentes el coste de producción se ha equiparado a la tarifa única regulada. Para poder comparar mejor estos datos se asigna arbitrariamente el valor 1 a la energía nuclear y se calcula una relación de costes para las demás fuentes de energía.

**Tabla 4. Costes de producción de la electricidad para cada fuente de energía.**

| Fuentes de energía | Proporción (%) | Hipótesis 1    |                    | Hipótesis 2    |                    |
|--------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|
|                    |                | Coste (c€/kWh) | Relación de costes | Coste (c€/kWh) | Relación de costes |
| Hidroeléctrica     | 3,7            | 0,3            | 0,2                | 3,9            | 0,9                |
| Nuclear            | 28,3           | 1,8            | <b>1,0</b>         | 4,4            | <b>1,0</b>         |
| Carbón             | 20,6           | 5,8            | 3,2                | 7,2            | 1,6                |
| Ciclo combinado    | 38,9           | 6,9            | 3,8                | 6,9            | 1,6                |
| Eólica             | 5,0            | 8,4            | 4,7                | 8,4            | 1,9                |
| Biomasa y residuos | 3,1            | 5,4 - 16,0     | 3,0 - 8,9          | 5,4 - 16,0     | 1,2 - 3,6          |
| Solar Fotovoltaica | 0,4            | 23,0 - 44,0    | <b>12,8 - 24,4</b> | 23,0 - 44,0    | <b>5,2 - 10,0</b>  |

Analizando esta tabla se extraen varias conclusiones:

- La fuente energía más barata es la hidroeléctrica, si bien su proporción es muy baja (3,7%) al estar limitada a la existencia de saltos de agua.
- La energía nuclear es también barata y su proporción es mucho mayor (28,3%), razón por la cual se ha tomado como referencia. Sin embargo, en España está vigente desde 1984 una moratoria para la construcción y el desarrollo de este tipo centrales.
- El coste de producción de las centrales termoeléctricas de carbón y ciclo combinado es mayor que el de las centrales nucleares, pero menor que el de las energías renovables emergentes. La producción de electricidad mediante la combustión de carbón resulta más económica, ya que las centrales utilizadas son más sencillas y se pueden amortizar más rápidamente.
- La energía solar fotovoltaica presenta el mayor coste de producción, siendo especialmente desfavorable si se considera la **Hipótesis 1**. Es lógico que sea así, ya que en este escenario muchas de las instalaciones de la mayoría de sus competidores están ya amortizadas. En cambio, todas instalaciones solares fotovoltaicas son muy recientes y están todavía por amortizar. En este escenario su coste es mucho mayor, pero no están compitiendo en igualdad de condiciones.

Si se considera la **Hipótesis 2** todas las energías compiten en condiciones más similares. El coste de producción de la energía solar fotovoltaica continúa siendo desfavorable, pero ya no lo es tanto.

### 3. Estimación del tiempo necesario para alcanzar la paridad de mercado

El principal argumento de los críticos de la energía solar es que sus costes de producción no son competitivos y distan mucho de los de las fuentes de energía convencionales. Los datos expuestos en la **Tabla 4** muestran que, a día de hoy, esa afirmación es cierta. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que las fuentes denominadas ahora convencionales no lo eran durante su etapa de desarrollo y recibieron también cuantiosas subvenciones. El apoyo económico concedido ahora a las energías renovables emergentes puede contemplarse como una compensación a los subsidios otorgados a las demás fuentes de energía en décadas pasadas.

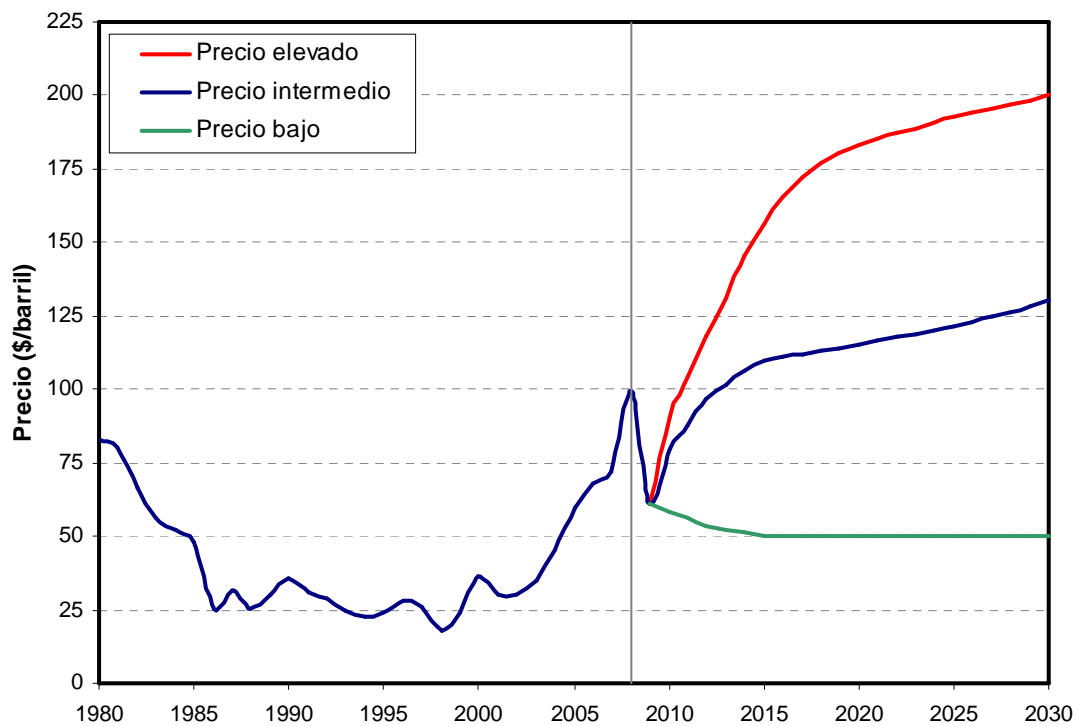
En la actualidad la energía solar fotovoltaica sólo puede competir con las fuentes de energía convencionales en algunos casos muy concretos:

- En ocasiones la ampliación de la red eléctrica hasta las zonas rurales de difícil acceso requiere una inversión considerable. En esos casos los paneles solares son ya la mejor alternativa. Cabe destacar que esas instalaciones fotovoltaicas no reciben ningún tipo de subsidio ya que la electricidad producida se consume directamente y no se vierte a la red.

- En algunos estados como Japón y California, donde el mercado eléctrico está más liberalizado, los precios de la electricidad aumentan muy significativamente durante el día y en verano, cuando la demanda se incrementa considerablemente. En estos casos la energía solar fotovoltaica ya es competitiva durante las horas de máxima demanda. [5]

En el resto de los casos la energía solar fotovoltaica sólo se puede desarrollar mediante la concesión de subsidios, ya que los períodos de retorno de las inversiones son demasiado prolongados. Estas subvenciones se podrán prolongar en un futuro hasta que el coste de producción de la energía solar se equipare con el de sus competidores. Para estimar cuándo se alcanzará esa paridad de mercado hay que tener en cuenta tanto el previsible descenso del coste de producción de la energía solar como la evolución prevista para las demás fuentes de energía.

Las estimaciones del precio de las energías a largo plazo son siempre difíciles. Considérese por ejemplo el caso del petróleo. En la **Figura 1** puede observarse la evolución del precio del barril de crudo desde 1980 (ajustado a la inflación y expresado en dólares de 2008), así como tres posibles escenarios de cara a los próximos 20 años. Estos datos han sido proporcionados por el *Department of Energy (DOE)* de los Estados Unidos.

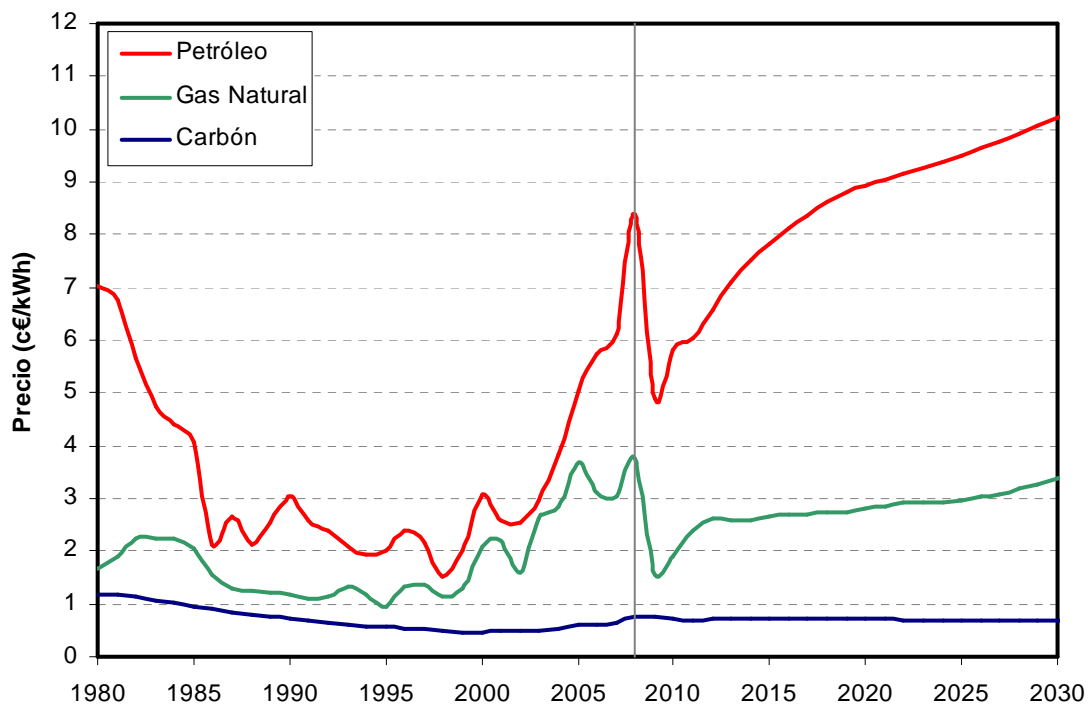


**Figura 1. Evolución histórica del precio del barril de crudo y previsiones de futuro. [6]**

El precio del crudo está sujeto a condicionantes de tipo geopolítico. El máximo de 1980, por ejemplo, se debió a la paralización de la actividad de muchos pozos petrolíferos como consecuencia del inicio de la guerra entre Irán e Iraq. En 2008 se alcanzó un nuevo máximo histórico pero en esta ocasión no se debió a causas circunstanciales sino al notable incremento de la demanda de energía por parte de algunos países asiáticos como China o India. La producción de petróleo ya no puede expandirse lo suficientemente rápido como para satisfacer toda la demanda. Si la extracción continuase al ritmo actual y no se encontraran nuevos yacimientos las reservas mundiales se agotarían en apenas 35 años. En la práctica no se llegará al agotamiento puesto que, a medida que las reservas disminuyan, se reducirá el ritmo de consumo. [7]

De cara al futuro la mayoría de los analistas contemplan tres posibles escenarios pero en el mejor de los casos el precio del crudo se mantendrá por encima de 50 \$/barril. La situación intermedia es la más probable y el previsible incremento del precio del crudo y sus derivados traerá consigo un inevitable aumento del coste de la electricidad producida en las centrales termoeléctricas.

En la **Figura 2** puede observarse la evolución del precio de los combustibles fósiles desde 1980 (ajustado a la inflación y expresado en céntimos de euro de 2008), así como las previsiones para los próximos 20 años. En el caso del petróleo se ha considerado la situación intermedia de la **Figura 1**.



**Figura 2. Evolución histórica del precio de los combustibles fósiles y previsiones de futuro. [8]**

A la vista de esta representación:

- El precio del gas natural se incrementará a lo largo de los próximos años, lo cual incrementará todavía más el coste de la electricidad producida en las centrales termoeléctricas.
- A diferencia del petróleo y el gas natural el precio del carbón se mantendrá estable e incluso disminuirá ligeramente en la década de 2020. Este recurso es todavía muy abundante y se estima que hay reservas para los próximos 200 años. No se prevé que el precio de la electricidad generada mediante esta fuente de energía se incremente con el tiempo. [7]

Por otra parte, el precio de la electricidad generada mediante la energía nuclear es ligeramente inferior al de la electricidad producida mediante la combustión de carbón desde finales de la década de 1990. [9] Se prevé que esta tendencia se mantenga en los próximos años.

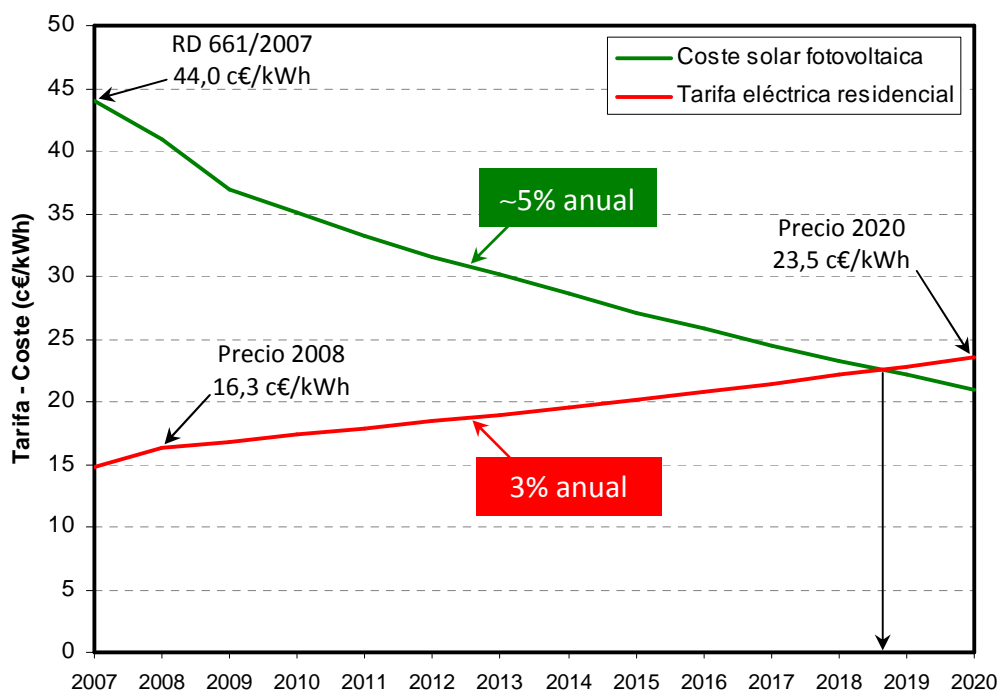
Teniendo en cuenta todas estas consideraciones es de esperar que el precio de la electricidad generada mediante las fuentes de energía convencionales se incremente a nivel mundial en los próximos 20 años. En el caso de España se puede estimar que el precio de la tarifa eléctrica residencial se incrementará en torno a un 3% anual durante los próximos años. En ese caso, considerando que esa tarifa ascendía a 16,3 c€/kWh en 2008, la proyección es de 23,5 c€/kWh para 2020. [10]

En el caso de la energía solar fotovoltaica la tendencia esperada es la contraria:

- Cabe esperar que durante los próximos diez años se produzca un **aumento del tiempo de vida útil** de las instalaciones solares. En el estudio *Roadmap*, publicado por la *European Photovoltaic Industry Association (EPIA)* en 2004, se preveía un incremento de 25 a 35 años para 2010. Si los costes de producción de los paneles solares se mantienen y su tiempo de operación aumenta se producirá un descenso del coste del kWh generado. [11]
- En paralelo, es de esperar también que en los próximos años se comercialicen instalaciones solares constituidas por **paneles de mayor tamaño** y con un menor número interconexiones. La disminución de la inversión inicial traerá consigo un descenso del coste del kWh generado.
- Cabe esperar también una disminución del precio de los paneles solares gracias a la aparición de **innovaciones tecnológicas**. En el pasado el desarrollo de paneles solares de capa delgada permitió reducir los costes de producción. De cara al futuro se pueden esperar avances similares gracias a otras tecnologías como las células de colorante o las de puntos cuánticos.
- También es de esperar que el coste de producción de los paneles solares disminuya a medida que se incremente el volumen de producción. Este proceso se conoce en microeconomía como **economía de escala**. Se estima que cada vez que se duplique la producción de paneles solares el coste por unidad producida se reducirá en un 20%. [5]

La *Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF)* y la *Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA)* consideran que a lo largo de los próximos 10 años el coste de producción de la electricidad mediante energía solar fotovoltaica se reducirá en torno a un 5% anual. [10]

En la **Figura 3** se han representado conjuntamente los precios esperados para la tarifa eléctrica residencial y los costes de producción estimados para la energía solar fotovoltaica. A primera vista puede resultar extraño que se compare un precio de venta con un coste de producción. Sin embargo esto es posible ya que los paneles solares proporcionan directamente la electricidad consumida a nivel residencial en lugar de tener que pagar una tarifa de suministro a una compañía eléctrica.

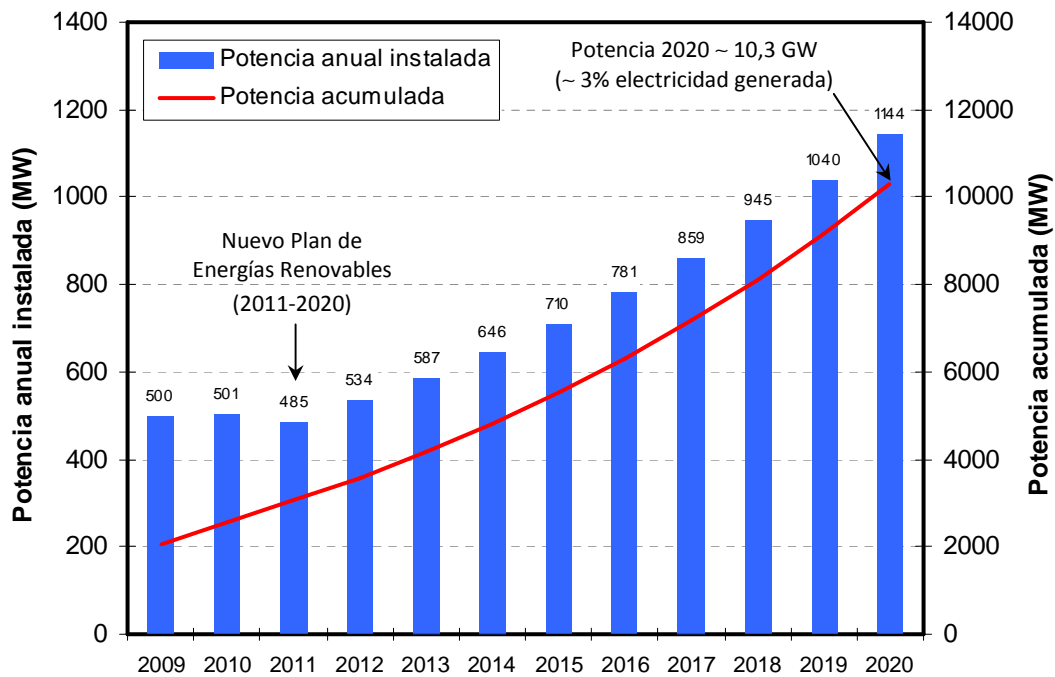


**Figura 3. Estimación del tiempo necesario para alcanzar la paridad de mercado.**

A la vista de esta representación, si las suposiciones expuestas a lo largo este informe son correctas la energía solar fotovoltaica para uso residencial alcanzará la paridad de mercado con respecto a las fuentes de energía convencionales antes del año 2020. [10] En ese momento además de ser sostenible será también rentable.

#### 4. Perspectivas de la industria fotovoltaica española en los próximos años

El descenso del coste de producción de la electricidad generada por medio de la energía solar traerá consigo un incremento considerable de la potencia instalada en España a lo largo de la próxima década. En la **Figura 4** se han representado las previsiones de la *Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF)*:



**Figura 4. Estimación de la potencia instalada en España en los próximos años.**

A la vista de esta representación:

- La industria fotovoltaica española ha crecido de forma planificada desde la promulgación del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo. Por esta razón la potencia anual instalada prevista para 2010 es muy similar a la del año anterior.
- Existe una cierta incertidumbre ante la previsible bajada de las primas concedidas por el Estado a partir de julio de 2010. Por otra parte, la evolución del mercado en los próximos años dependerá en gran medida del nuevo Plan de Energías Renovables (2011-2020) previsto para 2011. Por todos estos motivos no sería de extrañar que la potencia anual instalada ese año se redujera ligeramente con respecto a los dos años anteriores.
- A partir de 2011 será necesario un replanteamiento empresarial del sector, con cambios estratégicos en cuanto al tipo de instalaciones a producir. La estrategia a seguir pasa necesariamente por incrementar el número de instalaciones sobre tejado. La *Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF)* prevé un incremento de la potencia anual instalada en torno al 10%, con lo cual la potencia acumulada podría superar ligeramente los 10 GW en 2020. Si esta suposición es correcta aproximadamente un 3% de la electricidad consumida ese año en España se habrá generado por medio de la energía solar fotovoltaica. [12]

El devenir del sector fotovoltaico a lo largo de la próxima década debe contribuir a alcanzar los objetivos establecidos por la Unión Europea en marzo de 2007. En 2020 al menos un 20% de la energía utilizada en los países miembros deberá ser renovable. Durante años se dijo que la energía solar fotovoltaica era la energía del futuro. Ese futuro se encuentra ya *a la vuelta de la esquina*.

## 5. Bibliografía

- [1] *La energía en España 2008*. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Secretaría General Técnica. División de Información, Documentación y Publicaciones, 2008, 323 páginas.
- [2] *Informe complementario a la propuesta de revisión de la tarifa eléctrica a partir del 1 de julio de 2008: precios y costes de la generación de electricidad*. Comisión Nacional de la Energía, 2008, 16 páginas.
- [3] España. Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. *Boletín Oficial del Estado*, número 126 de 26/5/2007, páginas 22846 a 22886 (41 páginas)
- [4] España. Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología. *Boletín Oficial del Estado*, número 234 de 27/9/2008, páginas 39117 a 39125 (9 páginas)
- [5] *Solar Generation V*. European Photovoltaic Industry Association (EPIA), 2008, 76 páginas.
- [6] *International Energy Outlook 2009*. US Department of Energy (DOE), 2009, 284 páginas.
- [7] *Consumo y recursos energéticos a nivel mundial*. Wikipedia, la enciclopedia libre.
- [8] *Annual Energy Outlook 2010: Early Release Overview*. US Department of Energy (DOE), 2010, 24 transparencias.
- [9] *The Economics of Nuclear Power*. World Nuclear Association, 2010.
- [10] *El sector fotovoltaico quiere crecer un 20% anual e igualar su coste de generación con el precio doméstico de la luz antes de 2020*. Comunicado de prensa de la Asociación de la Industria Fotovoltaica (ASIF) y la Asociación de Productores de Energías Renovables (APPA). Madrid, 27 de noviembre de 2007, 46 transparencias.
- [11] *EPIA Roadmap*. European Photovoltaic Industry Association (EPIA), 2004, 54 páginas.
- [12] COLLADO, E. *Transición, evolución y perspectivas de la industria fotovoltaica española*. *Energética XXI*, n° 83, diciembre 2008, páginas 62-63.