



CIUDADANÍA Y VALORES  
FUNDACIÓN

# EL DESARROLLO DE LA SOLAR TERMOELÉCTRICA EN ESPAÑA

*Francisco Laverón*

Responsable de Coordinación y Estudios de la Dirección de  
Regulación de IBERDROLA

NOVIEMBRE 2011

La Fundación Ciudadanía y Valores como institución independiente, formada por profesionales de diversas áreas y variados planteamientos ideológicos, pretende a través de su actividad crear un ámbito de investigación y diálogo que contribuya a afrontar los problemas de la sociedad desde un marco de cooperación y concordia que ayude positivamente a la mejora de las personas, la convivencia y el progreso social

Las opiniones expresadas en las publicaciones pertenecen a sus autores, no representan el pensamiento corporativo de la Fundación.

## **Sobre el autor**

**Francisco Laverón**, Ingeniero Industrial. Septiembre de 1994, incorporación a Arthur Andersen como auditor y consultor en el grupo de Energía y Telecomunicaciones, desarrollando trabajos para la mayor parte de las empresas energéticas españolas.

Mayo de 1997, incorporación a IBERDROLA en la Dirección de Desarrollo Regulatorio, en la unidad de generación.

Año 1998, incorporación a la unidad de Regulación Internacional realizando el seguimiento de sectores eléctricos y de gas natural de otros países, básicamente europeos y americanos.

Año 2000, responsable de regulación de la Unidad de Gas de IBERDROLA. Cargo ocupado hasta febrero de 2007.

Actualmente, responsable de Coordinación y Estudios de la Dirección de Regulación de IBERDROLA

# EL DESARROLLO DE LA SOLAR TERMOELÉCTRICA EN ESPAÑA

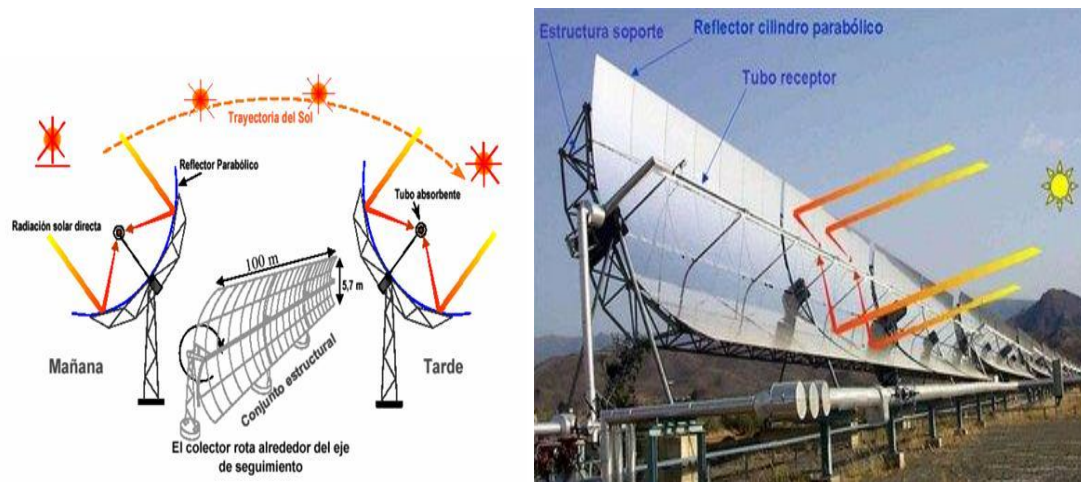
FRANCISCO LAVERÓN SIMAVILLA

España está experimentando un espectacular incremento de la capacidad de generación eléctrica de tecnología solar térmica (o termosolar). Dado que esta situación no se está repitiendo en ningún otro país del mundo, merece la pena realizar un rápido análisis de esta tecnología en nuestro país, tanto de sus aspectos técnicos como de su regulación económica, para poder concluir su razonabilidad y proponer posibles actuaciones a futuro.

## 1. Algunas consideraciones técnicas sobre la tecnología termosolar

La tecnología solar termoeléctrica se basa únicamente en procesos térmicos para la transformación de la energía solar, como energía primaria, en electricidad. Al emplearse en estos procesos temperaturas elevadas, esta tecnología necesita radiación solar directa, no siendo aprovechable ni la radiación difusa ni la reflejada, como sí lo es en la tecnología fotovoltaica.

Figura 1. Colectores cilindro-parabólicos



La tecnología termosolar más extendida a nivel mundial, con más de 900 MW en operación en España<sup>1</sup> y más de 400 MW en EE.UU., es la tecnología de **colectores cilindro-parabólicos** (ver Figura 1), que basa su funcionamiento en la concentración de los rayos solares mediante espejos cilindro-parabólicos en unos tubos por los que circula un fluido, típicamente aceite térmico, que se calienta hasta unos 400°C. Este aceite pasa por un intercambiador de calor para producir vapor de agua sobrecalentado, con el que se genera finalmente electricidad en una turbina de vapor convencional.

<sup>1</sup> En España, más del 90% de la potencia instalada de termosolar corresponde a instalaciones de colectores cilindro-parabólicos.

También se pueden encontrar en el mercado otras tecnologías, como la de torre o receptor central, Fresnel y de disco parabólico, todas ellas menos desarrolladas por su menor eficiencia económica.

Por último, es importante destacar que, básicamente en España, las centrales termosolares se están complementando con instalaciones de almacenamiento térmico en tanques de sales fundidas<sup>2</sup>, calor que es aprovechado en ausencia de radiación solar directa (nubosidad o por la noche) para generar electricidad.

### **1.1 Consideraciones de la generación termosolar como energía renovable (y limpia) firme**

Si bien el objetivo principal de la tecnología termosolar es la generación eléctrica a partir de energía solar, es necesario matizar su consideración general como energía renovable y limpia. También es necesario analizar la firmeza y gestionabilidad que proporcionan a su producción eléctrica la hibridación con gas natural y el almacenamiento térmico.

#### *a. Es dependiente de los combustibles fósiles*

La **tecnología mayoritaria en términos de potencia instalada y en construcción** es, como se ha comentado, la de **colectores cilindro-parabólicos (CCP)**. En estas plantas, el aceite térmico debe mantenerse en todo momento por encima de los 12°C para que no se deteriore y estropee la instalación, con lo que, cuando no se cuenta con radiación solar directa (por ejemplo, un día nublado o por las noches y, sobre todo, en invierno), es necesario contar con una aportación de calor, habitualmente **gas natural**.

El almacenamiento térmico aumenta más esta necesidad de quemar gas natural ya que las sales fundidas deben mantenerse en todo momento por encima de los 220°C.

Asimismo, la legislación española permite la producción de electricidad con combustibles, normalmente gas natural. De esta forma, se calienta el aceite térmico mediante la quema de gas natural para generar electricidad, lo que se suele nombrar con el término *hibridación*. Este aspecto está desarrollado en el Real Decreto 661/2007, que posibilita generar electricidad usando como fuente energética un combustible con un límite del 15% de la electricidad total generada en cómputo anual.

#### *b. Produce un nivel muy significativo de emisiones de CO<sub>2</sub>*

La **utilización de gas natural** en los distintos procesos asociados al funcionamiento de la termosolar, incluida la posibilidad de producir un 15% de electricidad con gas natural, hace que una instalación en España tenga unas **emisiones de CO<sub>2</sub>** por unidad de energía producida del orden de un 40% de las de un ciclo combinado.

#### *c. El aceite térmico tiene un impacto ambiental negativo*

Más allá de las **emisiones de CO<sub>2</sub>**, hay que considerar los impactos asociados a los **elevados volúmenes de aceite térmico** utilizados, **sustancia tóxica**, contaminante e **inflamable**, y a los de la **elevada ocupación del territorio**.

#### *d. Elevado consumo de agua en zonas de fuerte radiación solar*

Finalmente, el **consumo de agua es muy elevado**, dándose la paradoja de que donde hay altos niveles de radiación solar no suele sobrar el recurso de agua.

#### *e. La generación de electricidad con termosolar no es firme ni gestionable*

- Desde un punto de vista técnico:

---

<sup>2</sup> El almacenamiento térmico implica ampliar (prácticamente duplicar) el campo de espejos cilindro-parabólicos.

A pesar de que la generación termosolar necesita radiación directa para generar electricidad en días nublados o por la noche, habitualmente es descrita como firme y gestionable, fundamentalmente por su capacidad de almacenamiento y su hibridación con gas.

El almacenamiento permite seguir generando durante unas horas más cada día, típicamente entre 6 y 8 horas, tras la puesta de sol. Adicionalmente, mantener el calor en las sales solo es posible durante periodos inferiores a una semana.

Por lo tanto, ni su capacidad de almacenamiento es muy elevada ni su producción puede trasladarse significativamente en el tiempo a situaciones de escasez de generación en el sistema, como sí ocurre con la energía hidráulica regulable o las centrales térmicas. Su mayor utilidad sería, por tanto, alargar la producción unas horas más allá de la puesta de sol para llegar a cubrir los periodos de punta diaria de la demanda, que se suelen producir entre las 20:00 y 22:00 horas. En cualquier caso, esta producción no sería considerada como firme, ya que no es posible asegurar la existencia de radiación solar directa en el plazo de una semana, ni en el de un año, ni en el de diez.

La hibridación con gas de las centrales termosolares daría firmeza a su producción. Sin embargo, no tendría mucho sentido, ya que su rendimiento energético sería un poco superior al 20%, frente a rendimientos del 55% - 60% de los ciclos combinados, que también utilizan gas natural para producir electricidad. Es decir, sería una producción no renovable pero más ineficiente energéticamente y contaminante, además de ser más cara, como veremos posteriormente, al recibir una prima cuyos costes recaen en el consumidor de electricidad.

Respecto a la gestionabilidad, ya de partida está condicionada por la disponibilidad del recurso solar. En el caso de que haya radiación solar directa, su producción puede variarse moderadamente, aunque producir por debajo de las posibilidades implica la pérdida de producción potencial.

#### **- Desde un punto de vista económico:**

Dada la regulación económica de la termosolar en España, el almacenamiento térmico en sales no es una herramienta de gestión sino un instrumento para alargar las horas de producción con el único objetivo de aumentar la rentabilidad de la instalación.

Esto es debido a que la producción termosolar recibe una elevada prima que hace rentable la instalación de almacenamiento. Una vez hecha la inversión, los costes de operación variables son muy reducidos, por lo que la única decisión económicamente racional desde el punto de vista del operador de la central es almacenar de día (si es posible) para seguir produciendo tras la puesta de sol. Es decir, el calor almacenado debe aprovecharse por la noche y recibir la prima por la energía generada. No hacer este "ciclo diario" implicaría perder la radiación solar del día siguiente y su rendimiento económico<sup>3</sup>.

Este fenómeno explica que España sea prácticamente el único país del mundo que utiliza esta tecnología de almacenamiento térmico. Actualmente, más del 60% de su potencia en operación y el 65% de su potencia en construcción cuenta con capacidad de almacenamiento.

Por otra parte, el ciclo diario de explotación del almacenamiento no solo no lleva a mejorar la seguridad en la operación del sistema eléctrico, sino que la empeora, ya que por la noche es cuando menos demanda hay y añadir otra producción "en base" junto con la nuclear u otras

---

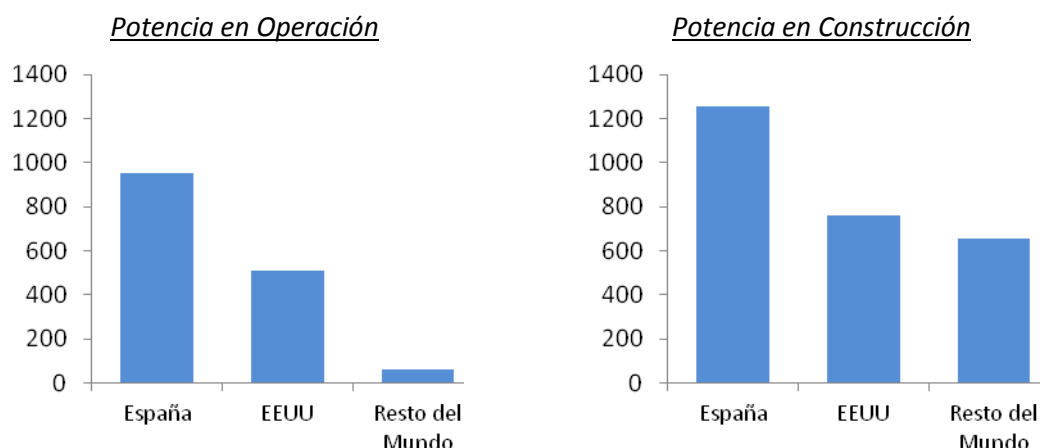
<sup>3</sup> "Incentive schemes need to send the right price signals and appropriately reflect the time varying value of electricity. Some current subsidy schemes do not, resulting in inappropriately designed plants. For example, in Spain the feed-in tariff varies by no more than 20% between peak and off-peak hours resulting in CSP plants incorporating an inefficiently high level of storage" – Informe "Concentrating solar power: its potential contribution to a sustainable energy future" (European Academies Science Advisory Council)

renovables como la eólica obligarán al Operador del Sistema a retirar producción (los llamados “vertidos renovables”).

## 2. Desarrollo de la termosolar en España

España es “líder” mundial en plantas termosolares, tanto en potencia ya instalada como en construcción (ver Figura 2). Le sigue EE.UU. muy de lejos, cuyo sector eléctrico es 14 veces mayor. El resto del mundo, de forma agregada, tiene niveles muy inferiores.

**Figura 2. Desarrollo internacional de la termosolar (MW, 2011)**



Fuente: España: Protermosolar. EEUU: Datos del webinar organizado por CSP Today en noviembre 2011. Resto del mundo: Solar Paces 2011

A esta situación de “liderazgo” mundial se ha llegado por claros errores regulatorios:

Las instalaciones que se están poniendo en servicio en la actualidad en España tienen su retribución regulada por el Real Decreto 661, aprobado en mayo de 2007, que establece una prima adicional a los ingresos que se obtienen en el mercado indefinidamente en el tiempo y que se actualiza cada año con el IPC – 0,5%. Para 2011, el valor de esta prima es de 269 €/MWh.

Con el objetivo de evitar que se superara el objetivo de instalación de termosolar en España, que estaba fijado en 500 MW para 2010, a principios de 2009 se creó un registro que daba derecho a recibir la retribución del Real Decreto 661/2007 a todo a aquel que lo solicitara en un plazo de un mes cumpliendo una serie de requisitos. Sin embargo, esta medida, que no controlaba cantidades, generó un “efecto llamada” que elevó la potencia registrada y con derecho a esta retribución regulada a 2.500 MW, suponiendo un exceso sobre el objetivo establecido de un 400%.

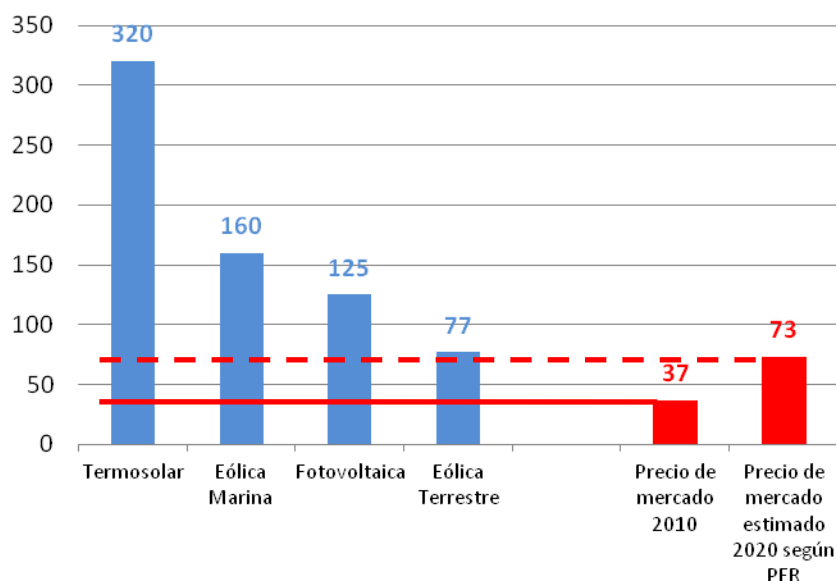
El efecto llamada estaba ocasionado por una retribución que se calculó en 2006/2007 y que se aplicaba a unas instalaciones que se iban a construir algunos años después con una reducción de costes aproximada de un 20%. Además, la retribución se había calculado para plantas sin almacenamiento, por lo que esta inversión complementaria aumenta aún más la rentabilidad de los proyectos. Se puede estimar que una planta que entre en funcionamiento estos años puede tener rentabilidades, calculadas como tasa interna de rentabilidad después de impuestos o TIR, del 13% sin almacenamiento o superior al 15% con almacenamiento.

Sorprende cómo la regulación, tras generar una importantísima burbuja fotovoltaica en 2008<sup>4</sup>, no solo no se corrige sino que se repite, creando otra similar pero esta vez con instalaciones

<sup>4</sup> El Plan de Energías Renovables 2005-2010 establecía un objetivo para el fotovoltaica de 400 MW a 2010. Sin embargo, solo en 2008 se instalaron más de 2.500 MW debido a su alta retribución, fijada en

termosolares. Además, tras la reducción de costes de la tecnología fotovoltaica, la termosolar es actualmente la tecnología renovable más cara para el consumidor, muy superior a cualquier otra (ver Figura 3).

**Figura 3. Comparación de retribución unitaria (€/MWh)**



Si las instalaciones del registro se construyen y no se modifica su régimen retributivo, la termosolar supondrá un sobre coste para la tarifa eléctrica de 1.800 M€ en 2013, lo que implicará incrementar los peajes de acceso por este concepto en aproximadamente un 10%.

### 3. La termosolar a futuro en España

El 11 de noviembre de 2011 se ha publicado el nuevo Plan Energías Renovables 2011-2020, en el que se fijan objetivos no vinculantes de las tecnologías renovables a 2020 de forma que se cumpla el compromiso de España con la UE de que el 20% de la energía consumida sea de origen renovable.

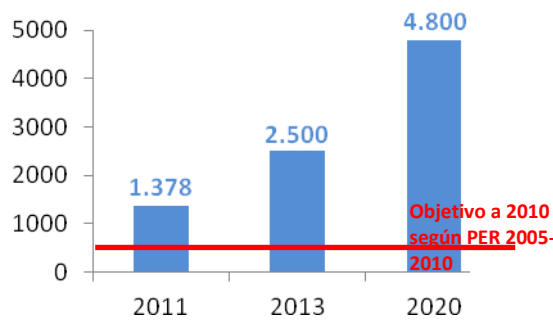
En este Plan, se recogen los 2.500 MW del registro hasta 2013 y se establece un objetivo total 4.800 MW a 2020 (ver Figura 4). Es destacable que la tecnología que más incrementa su potencia instalada es la termosolar, actualmente la más cara entre las renovables que se están instalando (ver Figura 5). De hecho, según las previsiones enviadas por los Estados miembros a la Comisión Europea<sup>5</sup>, casi el 80% de toda la electricidad generada en la Unión Europea con tecnología termosolar en 2020 será de origen español.

---

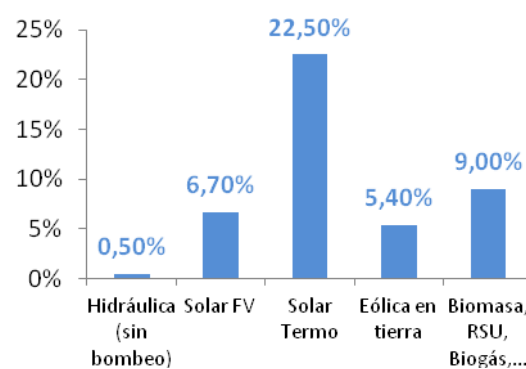
ese momento en 450 €/MWh. Si toda esa potencia se hubiera instalado solo 2 años después, en 2010 cuando la retribución había bajado hasta los 125 €/MWh por la reducción de costes de inversión de esta tecnología, el consumidor eléctrico se hubiera ahorrado 35.000 M€ durante los siguientes 25 años.

<sup>5</sup> La Directiva 2009/28/CE para el fomento de energías renovables estableció la obligación a los Estados miembros de remitir a la Comisión Europea los Planes de Acción Nacionales en Energías Renovables (los llamados PANERs), en los que se detallan los objetivos nacionales de cara al cumplimiento de los objetivos determinados en la mencionada directiva.

**Figura 4. Desarrollo previsto de la termosolar en España (MW acumulados)**



**Figura 5. Crecimiento promedio interanual de la potencia instalada según PER 2011-2020**



En 2020, el sobre coste anual de la termosolar supondrá un 14% de los costes regulados totales del sistema.

#### **4. Propuestas**

La situación actual de la generación eléctrica termosolar en España requiere medidas, tanto a corto como a medio y largo plazos. Para ello se debería analizar la viabilidad jurídica y económica de:

En el corto plazo:

- Ajustar la retribución regulada de estas instalaciones a la reducción de costes experimentada desde los años 2006/2007 hasta la actualidad, de forma que lleve a unas rentabilidades razonables de los capitales invertidos. Se tendrá en cuenta unas horas previstas de producción, por encima de las cuales, la producción no recibirá subvención.

Esta revisión deberá diferenciar las instalaciones según dispongan de almacenamiento o no. En el caso de que dispongan de él, la retribución unitaria deberá ajustarse a los mayores niveles de producción asociada a la inversión y costes adicionales requeridos, teniendo en cuenta el impacto de estas instalaciones en la operación del sistema.

Se puede estimar que un proyecto termosolar con almacenamiento conseguiría una TIR del 8% reduciendo la prima desde los 269 €/MWh actuales a 115 €/MWh.

- Revisar la regulación para que el uso del gas natural esté destinado a mantener dentro de los límites de temperatura admisibles tanto el aceite térmico como las sales, así como apoyo a la producción de electricidad sólo cuando sea técnicamente necesario para la gestión del sistema y eficiente económicamente. Se deberán desarrollar procedimientos de control para el uso de este combustible.
- Estudiar la paralización temporal de nuevas instalaciones con carácter urgente, en colaboración con los promotores, analizando los costes y beneficios que para el sistema eléctrico puede tener esta decisión.

Para el medio y largo plazos:

- Revisar el Plan de Energías Renovables a 2020, de forma que los objetivos de producción de electricidad con renovables se basen en la tecnología más eficiente económicamente y con menos impacto ambiental en cada momento. Previsiblemente, esta tecnología será la eólica terrestre.
- Fomentar otras tecnologías renovables de producción de electricidad siguiendo criterios generales de política de I+D+i, fomentando proyectos innovadores y con cargo a los presupuestos generales del Estado dedicados a este fin.