

# **Análisis del Potencial de Desarrollo de Tecnologías Energéticas (APDTE 2018-2019)**

## **ANEXO**

### **ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**



Junio 2019

## CONTEXTO Y METODOLOGIA

Este segundo **Análisis del Potencial de Desarrollo de las Tecnologías Energéticas, APDTE 2018-19** (semejante al primero, desarrollado en 2014-15) coincide en el tiempo con el desarrollo del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (**PNIEC**) y con el de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (**LCCyTE**), a cuya evolución ha estado atento, y está, además, alineado con los objetivos generales de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación.

**El impulso a la I+D+i energética en ambos (plan y ley) habrá de potenciarse de manera decidida si el país apuesta por maximizar el aprovechamiento de oportunidades de desarrollo socioeconómico que la ineludible transición energética ofrece.**

La premisa en la que se basa la actividad de ALINNE (Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas) es que **la investigación y la innovación (I+i) estimulan la productividad y la competitividad del país**, son esenciales para mantener nuestro modelo socioeconómico y permiten afrontar los desafíos asociados a la energía (transición energética, generación, uso e impacto) sacando partido de nuestros recursos y fortalezas y creando oportunidades de desarrollo socioeconómico.

El APDTE 2018 ha seguido una **metodología**, semejante a la del primer APDTE 2015, basada en la colaboración entre las Plataformas Tecnológicas Españolas de ámbito Energético (PTEs), ALINNE y un Grupo de Evaluación (GEVAL, formado por unos 45 expertos) y se ha **desarrollado en varias fases**: 1) aportación de datos sobre 15 indicadores de evaluación propuestos; 2) presentación de la situación y perspectivas por parte de las PTEs; 3) valoración de la situación y tendencias por el GEVAL mediante votaciones, siguiendo un método de subjetividad compartida; 4) la redacción de un anexo (como el que aquí se presenta), a partir de toda la información recabada, para cada área tecnológica y 5) redacción de un Resumen Ejecutivo del APDTE 2018-19 con la síntesis de resultados del conjunto de las 13 áreas tecnológicas analizadas.

**En este Anexo se recogen los resultados del Análisis del Potencial de Desarrollo de las Energías Solar Fotovoltaica en España y se ha contado para ello con la colaboración de la Plataforma Tecnológica de ámbito Energético FOTOPLAT**

## INDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	4
1.1. Perspectiva global de la Energía Solar Fotovoltaica .....	5
1.2. Perspectivas de la energía solar fotovoltaica en la Unión Europea .....	8
1.3. La energía solar fotovoltaica en España .....	10
1.4. Argumentos básicos para apoyar el despliegue de las Energía Solar Fotovoltaica. ....	14
1.5. Potencialidades frente a una Transición Energética con Descarbonización de la Economía de la Energía Solar Fotovoltaica .....	15
1.6. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de la Energía Solar Fotovoltaica ..	16
2. POSICIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS SOCIOECONÓMICAS DE LA TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA.....	16
2.1. Economía y Empleo .....	16
2.1.1. Contribución al PIB.....	16
2.1.2. Creación de empleo.....	17
2.1.3. Costes de las tecnologías FV .....	18
2.1.4. Contabilidad de las <b>externalidades</b> de la FV .....	19
2.2. Capacidad en ciencia, tecnología e innovación.....	20
2.2.1. Capacidades e infraestructuras de I+D+i.....	20
2.2.2. Posicionamiento tecnológico .....	21
2.2.3. Financiación obtenida por la tecnología .....	23
2.2.4. Patentes Españolas en FV .....	24
3. RETOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO .....	25
3.1. Retos de I+D+i en Energía Solar Fotovoltaica .....	25
3.2. Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) Identificadas por FOTOPLAT ..	26
3.2.1. ITP 1. - Desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de grandes plantas, enfocado a la reducción global de los costes (LCOE).....	26
3.2.2. ITP 2. - La integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación .....	27
3.2.3. ITP 3. Gestionabilidad de las plantas FV, favoreciendo la integración en la red.	28
4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL GEVAL.....	30
4.1. Conclusiones del GEVAL.....	32
5. REFERENCIAS Y CONTRIBUCIONES .....	34
5.1. Contribuciones y Expertos Participantes .....	34
5.2. Agradecimientos .....	34
5.3. Referencias Bibliográficas .....	35
5.4. Abreviaturas.....	35
5.5. Apéndices.....	36
5.6. Historial de Cambios .....	37

## 1. INTRODUCCIÓN

En este documento se resume el trabajo conjunto de la Plataforma Tecnológica de Energía Solar Fotovoltaica (FOTOPLAT) y el Comité de Estrategia de ALINNE, en el contexto del ejercicio APTE 2018 de análisis del potencial de desarrollo de las tecnologías energéticas.

Se incluye inicialmente una visión del estado de la energía solar fotovoltaica, particularmente de sus tecnologías, tanto a nivel global, como a nivel de la UE y de España.

La perspectiva y retos que se presentan de forma muy resumida en los apartados 1, 2 y 3 se ha definido a partir de la encuesta y presentación de la Plataforma Tecnológica Española de Energía Solar Fotovoltaica (FOTOPLAT) y de la discusión sobre los datos aportados por dicha plataforma realizada por el Grupo de Evaluación de ALINNE (GEVAL), en la reunión conjunta mantenida el 21 de marzo de 2018 con dicha plataforma. En el apartado 4 se resume la opinión manifestada por el GEVAL en el ejercicio de subjetividad compartida, realizado a través de 40 preguntas respondidas por los miembros del grupo.

A lo largo del documento se dan datos del sector energético fotovoltaico español en su conjunto, incluyendo los subsectores identificados por FOTOPLAT, identificando en algunos casos los datos específicos de cada subsector.

Conviene tener en cuenta que este ejercicio APTE-2018 se refiere principalmente a los aspectos tecnológicos, aunque estos, por conveniencia o dificultad, aparezcan en algunos casos integrados con los datos del mercado del sector fotovoltaico; en realidad, lo que nos interesa es analizar el desarrollo tecnológico potencial asociado al sector y, muy en particular, la posición de nuestro país en el mismo como elemento dinamizador de la economía, el empleo y el bienestar.

Como veremos, el sector fotovoltaico (representado en este ejercicio APTE-2018 por la Plataforma Tecnológica Española FOTOPLAT) propone una visión estratégica con tres líneas básicas para su impulso y Análisis de Potencial Desarrollo a corto y medio plazo, a saber:

- La integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación
- Desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de grandes plantas, enfocado a la reducción global de los costes (LCOE).
- Gestionabilidad de las plantas FV, favoreciendo la integración en la red.

## 1.1. Perspectiva global de la Energía Solar Fotovoltaica

A finales de **2017** había instalados **402 GW de potencia fotovoltaica en el mundo**. De ellos, 131 GW en China, 51 GW en EE.UU., 49 GW en Japón, 42 GW en Alemania, 20 GW en Italia y 5,6 GW en España<sup>1</sup>

A nivel global, la energía fotovoltaica ahora contribuye con casi el 2% de la electricidad total y las instalaciones muestran un rápido crecimiento<sup>2</sup>.

En términos de energía, la solar fotovoltaica mostró un crecimiento récord del 40% en la generación de energía en 2017, hasta alcanzar 460TWh, lo que representa casi el 2% de la generación eléctrica mundial total. Estos datos sugieren que la tecnología FV está bien encaminada para cumplir su objetivo en el Escenario de Desarrollo Sostenible (SDS)<sup>3</sup>, que requiere un **crecimiento promedio anual del 17%** para alcanzar los 2700 TWh en 2030.

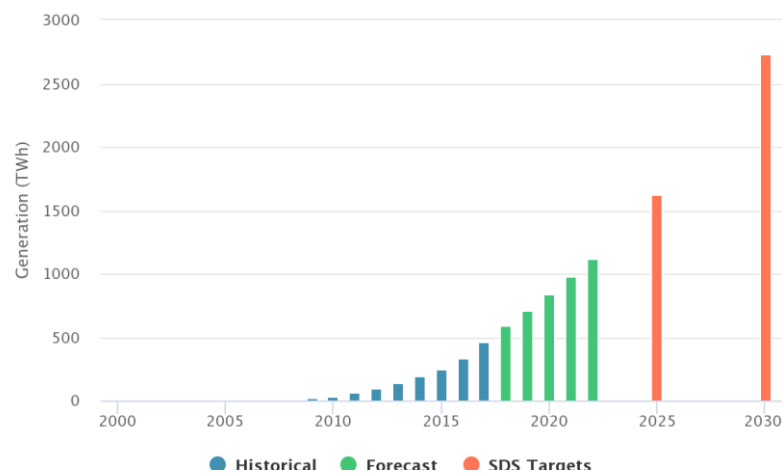


Figura 1. Generación anual de energía solar fotovoltaica en el mundo, previsión y objetivo SDS a 2030. (Fuente: IEA<sup>4</sup>)

<sup>1</sup> La potencia fotovoltaica instalada en España reportada por REE es la correspondiente en AC (4,5GW). La tendencia habitual en otros países es reportar esta potencia en DC, por ello se indica el valor correspondiente para la potencia fotovoltaica instalada en España en DC (5,6GW)

<sup>2</sup> 2016 Snapshot of Global Photovoltaic Markets, IEA PVPV (2017)

<sup>3</sup> Escenario de Desarrollo Sostenible (SDS) describe un enfoque integrado para lograr objetivos acordados internacionalmente sobre cambio climático, calidad del aire y acceso universal a la energía moderna. <https://www.iea.org/weo/weomodel/sds/>

<sup>4</sup> <https://www.iea.org/tcep/power/renewables/solar/>

La energía solar fotovoltaica (FV) lideró la expansión de la generación de energía renovable en 2017. El crecimiento récord de energía solar fotovoltaica de 98 GW en 2017 fue impulsado por el rápido despliegue de 53 GW de capacidad de China, respaldado por tarifas de alimentación económicamente atractivas. Desde 2012, la participación de China en la demanda fotovoltaica global ha aumentado del 10% a más del 55%. Los Estados Unidos siguen siendo el segundo mercado fotovoltaico más grande después de China. Sin embargo, las adiciones de capacidad disminuyeron en casi un 30% a 10.6 GW en 2017. Las incorporaciones anuales de PV de India se han más que duplicado, con 9.6 GW en línea. En Japón, el ritmo de crecimiento de la capacidad de la energía solar fotovoltaica se redujo en un 12% a 7 GW.

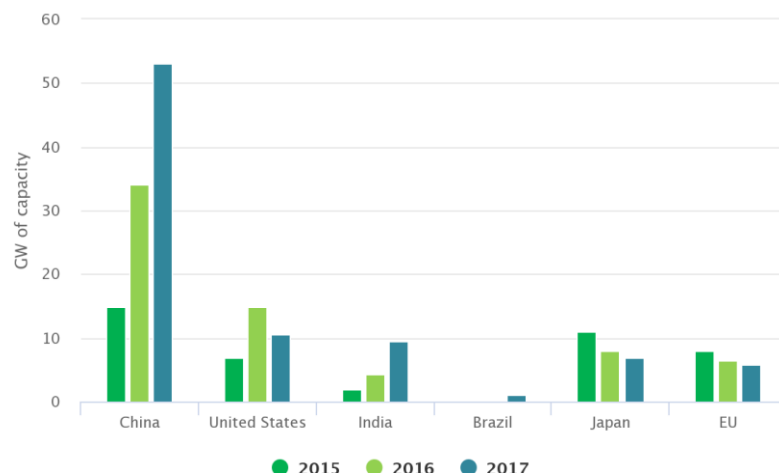


Figura 2 Capacidad fotovoltaica instalada por regiones mundiales. (Fuente IEA<sup>5</sup>)

Desde 2010, tanto los precios de los módulos como de los sistemas fotovoltaicos han experimentado una fuerte caída de coste de alrededor de un 70%. Dado creciente mercado anual, se espera que los precios promedio de la energía fotovoltaica continúen disminuyendo en los próximos años a medida que aumenta la competencia y aumenta la capacidad de fabricación en China y el sudeste asiático. Las empresas chinas ahora representan más de dos tercios de la fabricación global de módulos fotovoltaicos.

<sup>5</sup> <https://www.iea.org/tcep/power/renewables/solar/>

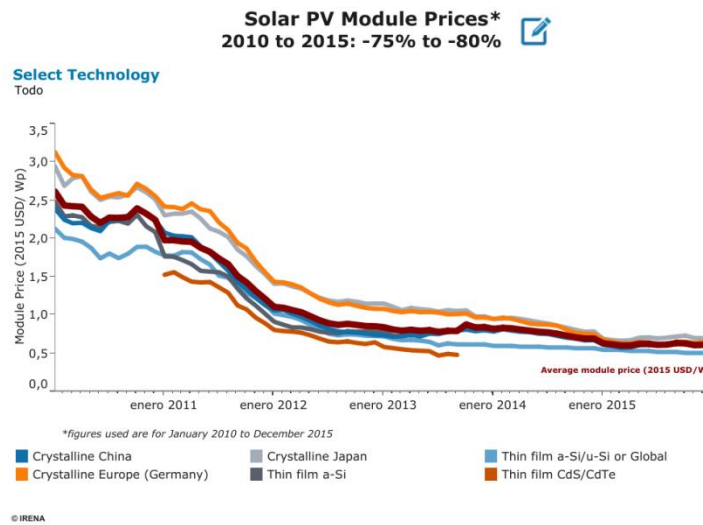


Figura 3 Evolución de los costes de los módulos FV por tecnología (Fuente: IRENA<sup>6</sup>)

No obstante, el panel o módulo FV se ha convertido en una “commodity”<sup>7</sup> con un importe máximo de participación (del módulo fotovoltaico) en el coste final de una instalación de un 30-40%.

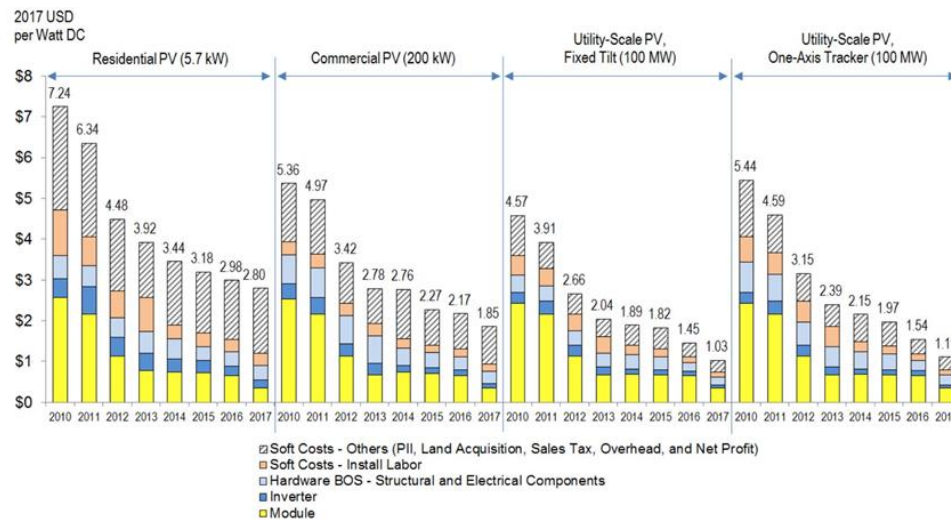


Figure ES-1. NREL PV system cost benchmark summary (inflation adjusted), 2010–2017

Figura 4. Evolución de los costes por componentes principales y por tipo de aplicación (fuente: Greentech Media, GTM<sup>8</sup>)

6 <http://resourceirena.irena.org/gateway/dashboard/?topic=3&subTopic=32>

7 “Commodity” entendida aquí como mercancía producida en masa

8 <https://www.greentechmedia.com/articles/read/tracking-residential-pv-prices-across-reports#gs.wxtQLbqD>

## 1.2. Perspectivas de la energía solar fotovoltaica en la Unión Europea

En la Unión Europea, durante los últimos años, los incrementos anuales de PV se mantuvieron estables en poco menos de 6 GW. A pesar de que 21 de los 28 países de la Unión Europea añadieron más potencia en 2017 que en el año anterior, en su conjunto la diferencia con el año anterior fue mínima (5,91 GW en 2017 frente a 5,89 GW en 2016). Esto se debió, fundamentalmente, a los importantes recortes de instalación en el Reino Unido, que añadió la mitad de potencia que en el año previo. No obstante, las islas británicas son, junto con Francia y Holanda, el único país que añadió más de 500 MW a su parque fotovoltaico.

El sector solar fotovoltaico europeo se está preparando para su siguiente fase de crecimiento, tras años de descensos. Así, en 2017 Europa agregó 9,2 GW, un aumento del 30% en comparación con los 7 GW instalados en 2016, impulsado fundamentalmente por el crecimiento de Turquía.

Atendiendo a la potencia total instalada, el panorama sigue igualmente similar al del año previo, con Alemania e Italia operando más de la mitad de la potencia total de generación de energía solar fotovoltaica de Europa: un 37,7% (42 GW) y un 17% (19,7 GW), respectivamente. Reino Unido, por su parte, ocupa el tercer puesto con un 11,1% y 12,7 GW, mientras que Francia mantiene el cuarto lugar (7% y 8 GW) y España el quinto (4,9% y 5,6 GW), a pesar de haber sumado menos de 750 MW en los últimos 6 años.

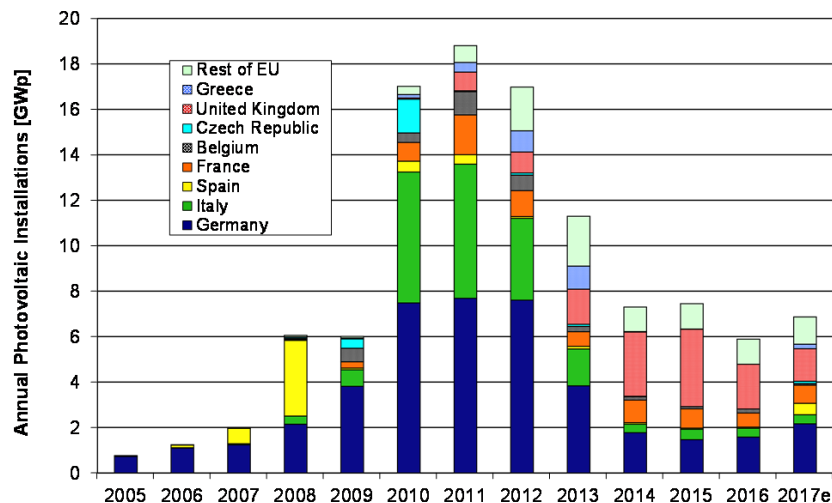


Figura 5. Capacidad FV anual instalada en la UE (Fuente: UE<sup>9</sup>)

<sup>9</sup> <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/kjna28817enn.pdf>



La industria fotovoltaica ha cambiado dramáticamente en los últimos años. En Europa, el rápido crecimiento del mercado fotovoltaico no ha dado lugar a un crecimiento similar de la capacidad de producción de las células y módulos solares. Europa ha perdido una cuota de mercado considerable en los últimos diez años. Por ejemplo, en 2007, aproximadamente el 30% de la fabricación de módulos fotovoltaicos globales se realizó en Europa. En 2016 la cuota fue de alrededor del 3%<sup>10</sup>.

La facturación anual total de la industria fotovoltaica europea se estima, actualmente, en 5.000 millones de euros. Los fabricantes de equipos de la UE siguen liderando, con una cuota de mercado global de alrededor del 50%, al tiempo que los fabricantes de inversores de la UE (en particular, el líder mundial del mercado SMA) tienen una cuota de mercado global superior al 18%. En la fabricación de silicio, la cuota de mercado global de Europa, del 11%, está principalmente impulsada por una empresa (Wacker Chemie) que ha logrado mantenerse competitiva en el mercado global. Por otro lado, Europa juega solo un papel menor en la fabricación de obleas, células y módulos (muy por debajo del 5% de la demanda global). Aquí, SolarWorld es el único jugador europeo importante con capacidades entre 1 y 1,5 GW. La fabricación global de lámina delgada todavía es limitada en volumen<sup>11</sup>.

Se ha perdido una gran parte de la capacidad de fabricación fotovoltaica de la UE en obleas, células y módulos. Es importante destacar que Europa mantiene la capacidad de reconstruir la cadena de valor completa de la tecnología FV y de poder comercializar tecnologías innovadoras en los mercados europeos y mundiales. En este sentido, también es importante contar con una sólida base de investigación en materia de energía fotovoltaica, que solo puede mantenerse si existe una sólida industria de fabricación de energía fotovoltaica en la UE en al menos algunos segmentos de la cadena de valor.

En este sentido Europa mantiene institutos de investigación en energía fotovoltaica que pueden sostener una posición de liderazgo en el ámbito mundial altamente competitivo de la ciencia y la tecnología. Esto proporciona una base crucial para cualquier ambición de preservar o recuperar participación de mercado en el sector fotovoltaico global. Este convencimiento se refleja en el Plan Integrado de Estrategia Tecnológica en Energía ("Integrated SET Plan")<sup>12</sup>: "Europa debe seguir invirtiendo en Investigación e Innovación y en la producción industrial y otras actividades a lo largo de toda la cadena de valor para poder desempeñar un papel activo y asegurar nuevamente una posición industrial sólida (en FV)".

<sup>10</sup> Photovoltaics Report, Fraunhofer ISE, 12 July 2017

<sup>11</sup> Assessment of Photovoltaics, Final report, April 2017, EUR 27985 EN

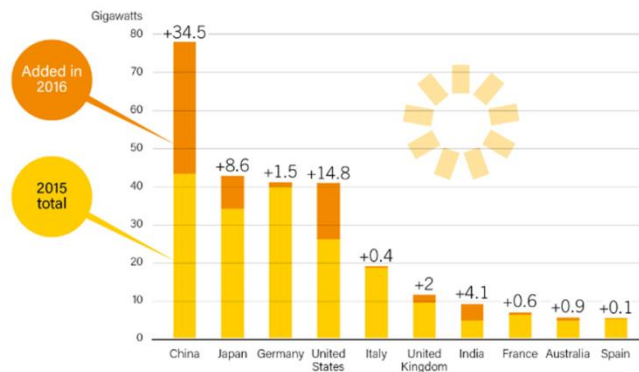
<sup>12</sup> SET-Plan TWP **PV** Implementation Plan Final Draft (18/10/2017):

### 1.3. La energía solar fotovoltaica en España

España es el 10º país del mundo por potencia fotovoltaica instalada (5,6GW). Sin embargo, ocupa el puesto 18 en relación a la nueva potencia instalada en 2017 (147 MW)

Figure: 17

Solar PV Capacity and Additions, Top 10 Countries, 2016



REN21 Renewables 2017 Global Status Report



Figura 6. Incremento anual de capacidad FV en los diez países con mayor despliegue (Fuente: REN21)

Actualmente, sobre el conjunto de las energías renovables en España, en términos de generación, la energía fotovoltaica se erige en 2017 como la tercera fuente con mayor peso en el mix con un 9.9% de la generación renovable total.

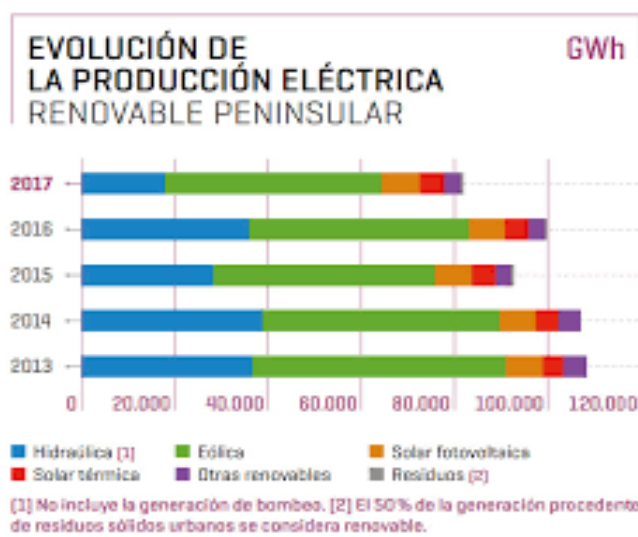


Figura 7. Evolución de la producción eléctrica Renovable Peninsular (Fuente: REE<sup>13</sup>)

<sup>13</sup> El sistema eléctrico español. Avance 2018. Red Eléctrica Española

En nuestro país, desde el año 2004 y principalmente 2007, se hizo una apuesta firme por esta fuente de energía, mediante los Reales Decretos 436/2004 y 661/2007, que establecieron primas a los productores de energía fotovoltaica. No obstante, el sistema de retribuciones establecidas en 2007 estuvo mal diseñado, ya que no se pusieron límites a la capacidad instalada, lo que provocó el boom de instalaciones del año 2008 y todo el caos regulatorio que vino con posterioridad.

A principios de esta década, con la moratoria de proyectos de energías renovables y las barreras al desarrollo del autoconsumo, se derrumba el mercado, llegando al mínimo en 2014 con la instalación en España de 22 MW.

En 2017 se produce un pequeño salto. La nueva caída de precios asociada a las placas fotovoltaicas posibilita 135 MW de autoconsumo. A ello hay que sumar el cambio en las subastas, y que en la tercera de ellas entraran **3.900 MW fotovoltaicos**, lo que supuso un impulso importante para el sector y una toma de conciencia de su competitividad: **la FV ya no necesita depender de la regulación.**



Figura 8. Capacidad FV anual instalada en España (Fuente: REE y UNEF<sup>14</sup>)

El acelerón asociado a las recientes subastas (de 3.900 MWe y semejante al de 2007-2008) no permite, de momento, un acompañamiento adecuado de la I+D+i pero podría permitirlo si se mantuviesen ritmos adecuados de incremento en el mercado (monotamente crecientes, por ej.).

14 <https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/kjna28817enn.pdf>

Las previsiones de UNEF y FOTOPLAT, en 2017, preveían un pico de crecimiento, debido a las subastas, para 2020 y un crecimiento de 1-2 GW/año hasta 2030 para cumplir los objetivos del Horizonte 2020 en aquel momento.

Estas previsiones podrían ser ampliamente superadas ya que en el actual borrador del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)<sup>15</sup>, prevé un parque de generación **fotovoltaica** de 37 GW para 2030. El cumplimiento de ese escenario implica que tendrían que instalarse alrededor de 3.000 MW fotovoltaicos anuales en la siguiente década, esto supone un reto tremendamente ambicioso.

Para conseguir estos objetivos se ha de desarrollar una política de fomento de gestión de la demanda, agregación de la demanda y otras herramientas de flexibilidad para aprovechar todo el potencial de la generación distribuida.

El futuro de la energía solar fotovoltaica en España pasa por la construcción de grandes centrales FV (subastas, PPA's<sup>16</sup>) y la promoción de los sistemas de energía distribuida (autoconsumo)

En relación al autoconsumo, el RDL 15/2018 de Medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores, ha realizado una modificación profunda en la regulación del autoconsumo en España en el que se han introducido las siguientes modificaciones:

- Autoconsumo compartido. Se realiza una nueva definición de autoconsumo, recogiendo que se entenderá como tal el consumo de energía eléctrica por parte de uno o varios consumidores.
- Se realiza una nueva definición de las modalidades de autoconsumo, reduciéndolas a solo dos: “autoconsumo sin excedentes” que en ningún momento puede realizar vertidos de energía a la red y “autoconsumo con excedentes” en el que sí se puede realizar vertidos a las redes de distribución y transporte.
- Se exime a las instalaciones de autoconsumo sin excedentes, para las que el consumidor asociado ya disponga de permiso de acceso y conexión para consumo, de la necesidad de la obtención de los permisos de acceso y conexión de las instalaciones de generación.
- Se habilita a que reglamentariamente se puedan desarrollar mecanismos de compensación entre el déficit y el superávit de los consumidores acogidos al autoconsumo con excedentes para instalaciones de hasta 100 kW.

<sup>15</sup> PNIEC, Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, define la hoja de ruta a 2030 para alcanzar los objetivos de eficiencia energética y de energías renovables comprometidos con la Unión Europea teniendo en cuenta el objetivo final de descarbonización a 2050.

<sup>16</sup> PPA: (del inglés Power purchase agreement) son acuerdos de venta de electricidad entre productor y cliente con precio pactado a largo plazo.

- En cuanto al registro, se opta por disponer de un registro de autoconsumo, pero muy simplificado. Este registro de ámbito estatal tendrá fines estadísticos para poder evaluar si se está logrando la implantación deseada, analizar los impactos en el sistema y para poder computar los efectos de una generación renovable en los planes integrados de energía y clima.
- Derogación de varios artículos del Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, al considerarlos obstáculos para la expansión del autoconsumo, entre los que cabe desatacar los relativos a las configuraciones de medida, las limitaciones del máximo de potencia de generación instalada hasta la potencia contratada o los relativos al pago de cargos por la energía auto consumida.

En resumen, el RDL 15/2018 propicia la eliminación de cargas y peajes a la energía autoconsumida, el autoconsumo compartido, la simplificación administrativa y técnica para las instalaciones de pequeña potencia y el uso de sistemas de almacenamiento

El Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, (que regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica) da continuidad a lo establecido en el **RD15/2018**, reglamentando todos aquellos aspectos no definidos en dicho texto, regulando aspectos tales como:

- Tres modalidades de autoconsumo: (i) sin excedentes, (ii) con excedentes acogidos a compensación y (iii) con excedentes no acogidos a compensación.
- Se reglamenta el autoconsumo colectivo.
- Se permite que el consumidor y el propietario de la instalación sean diferentes.
- Se simplifica la tramitación
  - Las instalaciones sin excedentes o las de excedentes de hasta quince kilovatios (15 kW) no necesitan permisos de acceso y conexión.
  - Para instalaciones de hasta 100 kW conectadas a baja tensión el contrato de acceso con la distribuidora será realizado de oficio por la empresa distribuidora.
- Establece los equipos de medida a instalar
- Establece el régimen económico. Se establecen varias posibilidades en función del tipo de autoconsumo:
  - Autoconsumo con excedentes acogidos a compensación: Pueden (i) vender la energía en el pool, o (ii) compensar mensualmente excedentes, mediante la valoración de la energía horaria excedentaria –compensación simplificada-
  - Autoconsumo con excedentes no acogidos a compensación. Deben vender los excedentes en el mercado.

La subasta recientemente adjudicada provocará un pico de capacidad instalada, lo que puede significar un modelo desafortunado para la I+D+i, ya que hubo un acelerón la década pasada, un frenazo a mediados de la actual y un previsible acelerón a finales de la misma, lo que dificulta el diseño de I+D y de desarrollos industriales. Tras el pico previsto en 2020 el sector espera para la próxima década un crecimiento sostenido del mercado de entre 2 y 3 GWe/año. En estos momentos hay en la Administración central y en las CC.AA. presentadas peticiones y avales para comenzar la tramitación de 24 GW para proyectos fotovoltaicos.

Una vez instalados los 3,9 GW de la subasta de 2017, el sector espera que los precios se sitúen en el rango de 28 a 31€/MWh, y con esas cifras se puede competir directamente en el mercado. Además, el sector está explorando nuevas fórmulas de negocio, tales como PPAs, contratos bilaterales con los grandes clientes, etc. que puedan ofrecer mejores condiciones que las obtenidas con la reciente subasta. No obstante hay empresas que directamente van a mercado. El sector ha cambiado el riesgo regulatorio por el riesgo de mercado.

## 1.4. Argumentos básicos para apoyar el despliegue de las Energía Solar Fotovoltaica.

El sector fotovoltaico presenta unas fortalezas que lo sitúan en una posición relevante en el panorama nacional e internacional. Algunas de estas fortalezas son las siguientes:

- Es una tecnología de energía fuente renovable y limpia.
- Se trata de una tecnología con muy bajas emisiones de CO<sub>2</sub><sup>17</sup>
- La FV tiene un bajo impacto medioambiental<sup>18</sup>
- El coste de generación es actualmente competitivo<sup>19</sup> tanto con la generación convencional como frente a otras renovables
- Es una tecnología fundamentalmente modular y se adapta muy bien a esquemas tanto de generación centralizada como de generación distribuida
- La FV permite esquemas de hibridación con otras fuentes renovables (y/o fósiles) para garantizar la gestionabilidad.
- Bajos costes de operación y mantenimiento
- Puede jugar un papel determinante en el desarrollo tecnológico de las Smart Cities (combinación con vehículo eléctrico, generación distribuida, redes inteligentes...)
- El impacto socioeconómico potencial de esta tecnología es muy elevado

<sup>17</sup> En torno a 25 grCO<sub>2</sub>e/kWh generadas durante todo el ciclo de vida de la tecnología: fabricación, transporte, instalación, generación, mantenimiento y desmantelamiento

<sup>18</sup> El tiempo de retorno energético para una instalación fotovoltaica en Europa se estima entre 1,5 y 3,5 años.

<sup>19</sup> dependiendo del recurso solar pero aplicable en la mayoría de las regiones con recurso solar medio o alto.

- El hecho de que el recurso solar esté muy extendido permite su implementación en zonas desfavorecidas (contribuyendo a desarrollo local en esas zonas)
- Según la IEA, la fotovoltaica será la tecnología energética dominante en 2050 y está llamada a jugar un papel principal en la transición energética
- Existe una red de I+D+i fuertemente arraigada con participación pública y privada y se cuenta con una activa plataforma Tecnológica (FOTOPLAT).
- España ha sido líder histórico en el mundo de la I+D durante muchos años y debe recuperar el estatus que le correspondería por su esfuerzo acumulado, reforzando su participación en el mercado y recuperando posiciones nacionales e internacionales. El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNEIC) representa la oportunidad esperada para rearmar un tejido industrial y tecnológico que cubra toda la cadena de valor de la Energía Fotovoltaica.

## 1.5. Potencialidades frente a una Transición Energética con Descarbonización de la Economía de la Energía Solar Fotovoltaica

En todos escenarios futuros de energía se asume un papel clave para la energía solar fotovoltaica. La FV se considera una tecnología fundamental para un sistema de energía seguro y sostenible.

En varios países europeos, la energía fotovoltaica ya proporciona más del 5% de la demanda anual de electricidad, un nivel originalmente previsto solo para después de 2020. (En España, en 2018, la FV suministró el 3% de la electricidad anual).

Actualmente, la energía fotovoltaica cubre aproximadamente el 3% de la demanda eléctrica total de la UE. Tiene el potencial de al menos duplicar su participación para 2020 y contribuir con un 15% en 2030.

Si se logra, esto resultaría en una contribución considerable a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, ya que la huella de carbono de los sistemas fotovoltaicos es al menos 10 veces más baja que la de la electricidad basada en combustibles fósiles.

Sin embargo, todo esto solo representa una pequeña fracción del potencial de la FV a más largo plazo. El desarrollo del potencial de la FV para contribuir significativamente en el logro de los objetivos climáticos acordados en París requeriría aumentar muy significativamente (autores reconocidos hablan de multiplicarlo unas 10 veces) el ritmo de despliegue de instalaciones anuales y, obviamente, esto supondría un gran desafío, pero también una gran oportunidad económica. La implementación fotovoltaica se puede acelerar mejorando aún más la eficiencia de la tecnología FV y reduciendo los precios de los módulos y sistemas, así como eliminando los cuellos de botella en la integración en el sistema energético.

El actual borrador del Plan Nacional Español de Energía y Clima (PNIEC) prevé “un despliegue masivo del autoconsumo FV, facilitado por la existencia de un alto recurso solar en la totalidad del territorio nacional, la modularidad de las instalaciones y la reducción de costes, lo que ha conllevado en algunos casos a que la autogeneración sea más económica que las tarifas al consumidor final (paridad de red)”. El escenario base de este borrador de PNIEC prevé para 2030 el despliegue de unos 37 GWe de capacidad FV.

## 1.6. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de la Energía Solar Fotovoltaica

La tecnología FV ha demostrado su vitalidad para ser un componente esencial del mix energético del futuro; debe superar tópicos y valoraciones interesadas; **debe recuperar la cota de excelencia tecnológica** y de mercado nacional e internacional y su papel de liderazgo que con tanto esfuerzo ha conseguido.

Desde FOTOPLAT se han identificado los diferentes tipos de apoyo que se requieren para el despliegue de la tecnología fotovoltaica:

- Recuperación de actividad en I+D+i FV (dentro de una política tecnológica)
- Instrumentos fiscales al I+D+i sobre redes robustas y débiles con alta penetración. Demostración.
- I+D+i orientada: gestionabilidad, integración en edificios (BIPV), digitalización y autoconsumo
- Mercado local planificado y previsible
- Potenciar la coordinación de la I+D+i y apoyar la transferencia de la misma hacia la fabricación de bienes de equipo

## 2. POSICIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS SOCIOECONÓMICAS DE LA TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA EN ESPAÑA

### 2.1. Economía y Empleo

#### 2.1.1. Contribución al PIB

La aportación al PIB, del sector fotovoltaico en España, en 2018, se estima en el orden de los 3.500 M€, (según [1] y FOTOPLAT), y se prevé un crecimiento a corto plazo para moverse en torno a los 4.500-6.000 M€/año en la década 2020-2030.



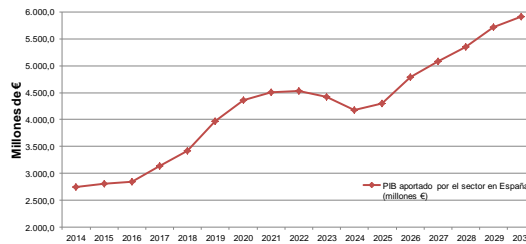


Figura 9. PIB aportado y esperado del sector FV en España (Fuente: Informe Deloitte para UNEF - La Energía Solar Fotovoltaica en España - Desarrollo Actual y Potencial.<sup>20</sup>)

### 2.1.2. Creación de empleo

En relación al empleo en el sector, se estima que actualmente existen del orden de 8.650 empleados directos y 3.500 indirectos. La previsión de crecimiento es de 6.500 empleos directos y 4.500 indirectos al año. FOTOPLAT considera que la creación de empleo será significativamente superior, sobre todo los primeros años, que la reflejada en el informe de Deloitte.

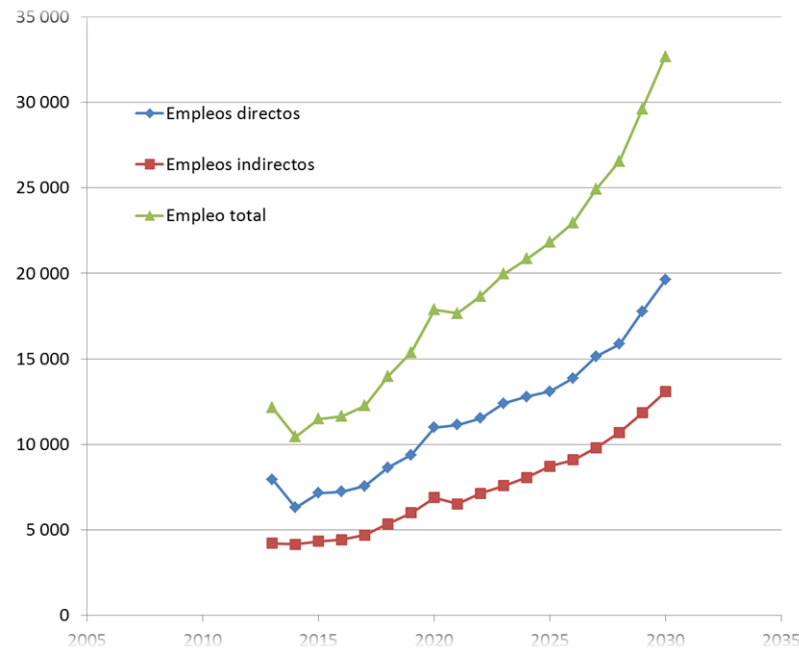


Figura 10. Generación de empleo con estimación a 2030 en el sector de la Energía Solar fotovoltaica. (fuente: Informe Deloitte para UNEF<sup>21</sup>.)

<sup>20</sup> <https://unef.es/downloads/la-energia-solar-fotovoltaica-en-espana-desarrollo-actual-y-potencial/>

<sup>21</sup> - Informe Deloitte para UNEF: "La Energía Solar Fotovoltaica en España - Desarrollo Actual y Potencial" <https://unef.es/downloads/la-energia-solar-fotovoltaica-en-espana-desarrollo-actual-y-potencial/>

### 2.1.3. Costes de las tecnologías FV

Desde 2010, tanto los precios de los módulos como de los sistemas fotovoltaicos han experimentado una fuerte caída de coste de alrededor de un 70%. Dado el creciente mercado anual, se espera que los precios promedio de la energía fotovoltaica continúen disminuyendo en los próximos años a medida que aumenta la competencia y aumenta la capacidad de fabricación en China y el sudeste asiático.

El coste ponderado de la electricidad (LCOE) difiere, en función del tamaño de la instalación y facilidad de implementación de la planta FV, entre instalaciones residenciales, comerciales e industriales y las centrales fotovoltaicas que vierten directamente a red de distribución.

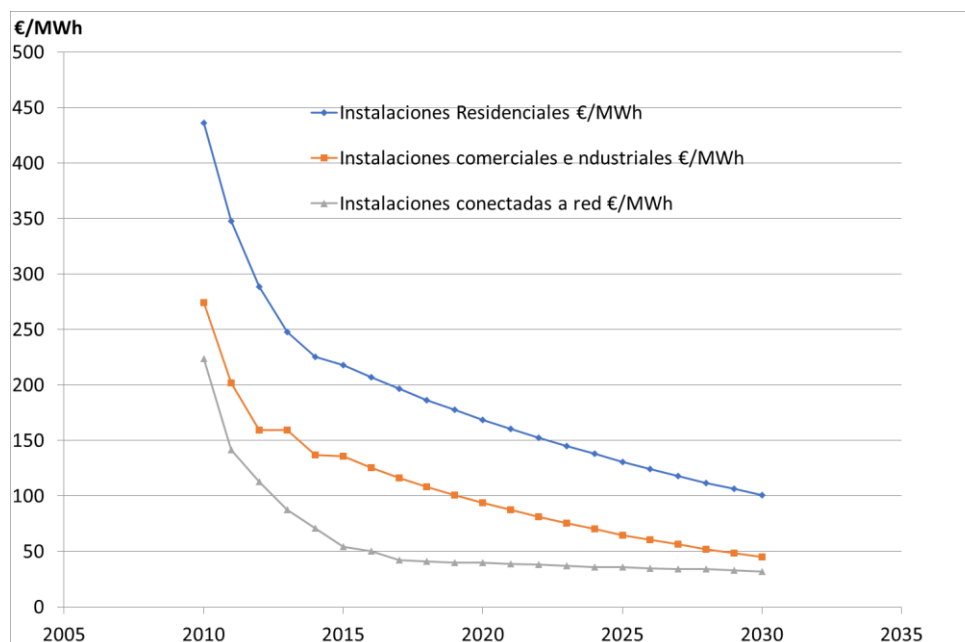


Figura 11. Coste de la Electricidad FV y estimación a 2030 (fuente FOTOPLAT)

En todos los casos se observa una rápida caída en la curva de costes. A nivel internacional ya se están viendo precios en torno a 20\$/MW/h y las previsiones son que va a seguir dándose una reducción de los costes de la tecnología a 2030.

La parte de panel se ha convertido en una “commodity”<sup>22</sup>: el importe máximo de participación de un panel fotovoltaico en el coste final de un proyecto es de un 30-40%, (mientras que, por ejemplo, en la eólica un generador ronda el 75%).

<sup>22</sup> El comercio del panel FV en el mercado se asemeja a una materia prima

## 2.1.4. Contabilidad de las externalidades de la FV

Según [1] la energía Solar Fotovoltaica contribuye a mejorar la balanza de pagos en España, así como a reducir la dependencia energética del país, puesto que permite reducir las importaciones de combustibles fósiles:

- Durante el periodo 2014-2015, la producción de energía Solar Fotovoltaica en España ha evitado importar 32.870 GWh de gas natural, equivalente a 2.828 miles de toneladas equivalentes de petróleo.
- En 2015 las importaciones evitadas fueron 16.472 GWh de gas natural, un total de 1.417 miles de toneladas equivalentes de petróleo.

Esto ha supuesto en términos económicos un importante ahorro para España. Considerando el precio del gas natural en estos años, la energía Solar Fotovoltaica ahorró importaciones de combustibles fósiles por valor de: 355,9 millones de € en 2015 y 779,0 millones de € en el periodo 2014-2015

La energía solar fotovoltaica contribuye de forma relevante a los objetivos energéticos y medioambientales, al tratarse de una tecnología no emisora de CO<sub>2</sub>.

Un cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub>e derivadas del funcionamiento de la tecnología realizado por (Louen et al, 2016, [2]) estima las emisiones generadas durante todo el ciclo de vida de la tecnología FV, distinguiendo 3 etapas:

- Procesos Iniciales: incluyendo la extracción de materias primas, fabricación de componentes y construcción de instalaciones.
- Operación: la generación y las labores de operación y mantenimiento.
- Procesos finales: incluyendo la gestión de residuos y el desmantelamiento de las instalaciones.

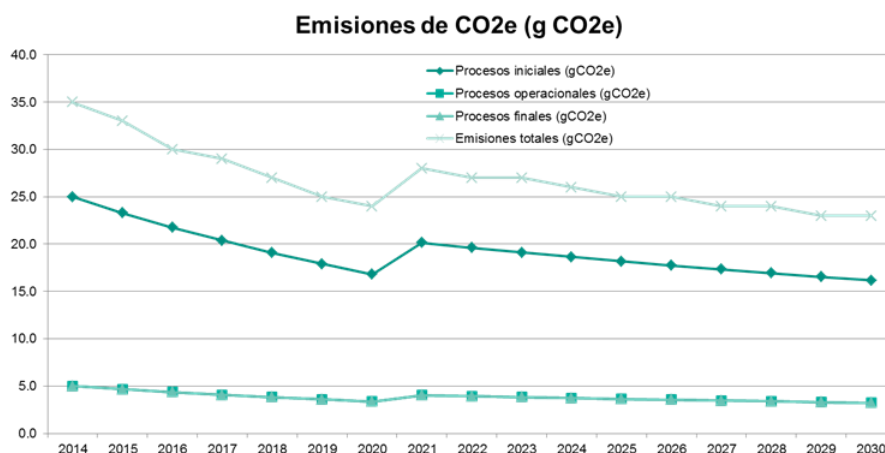


Figura 12. Contabilidad de emisiones

Para cuantificar el ahorro económico derivado de la producción de energía solar fotovoltaica (menos contaminante) frente a otras tecnologías convencionales, FOTOPLAT ha realizado el cálculo del coste de la tonelada de CO<sub>2</sub> no emitida utilizando sistemas de energía solar fotovoltaica en diferentes aplicaciones; residenciales, comerciales/industriales y gran escala conectada a red<sup>23</sup>.

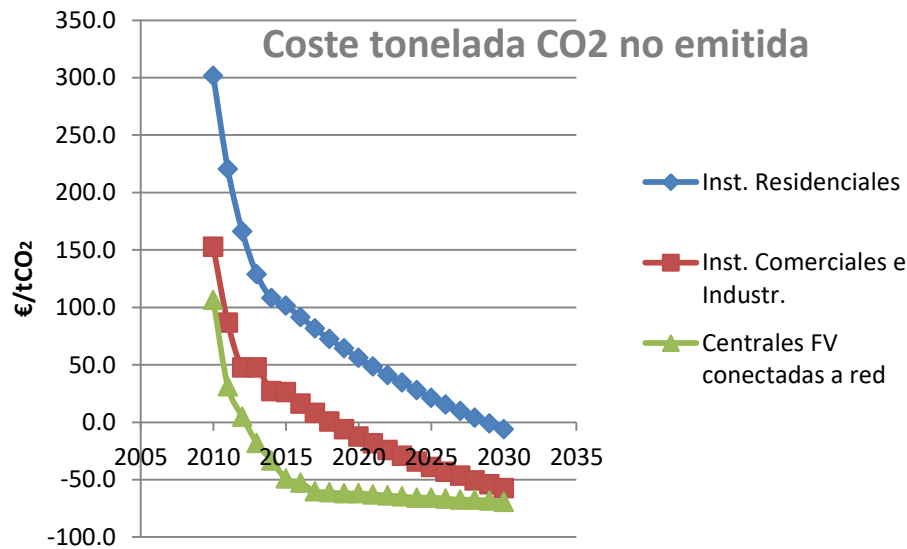


Figura 13. Estimación del coste de la tonelada de CO<sub>2</sub> no emitida por el uso de FV y evolución a 2030 (fuente: FOTOPLAT)

## 2.2. Capacidad en ciencia, tecnología e innovación

### 2.2.1. Capacidades e infraestructuras de I+D+i

Completando el tejido industrial, España presenta una sólida estructura de centros de I+D relacionados con la energía solar fotovoltaica, incluyendo Universidades, Organismos Públicos de Investigación y Centros Tecnológicos que cubren toda la cadena de valor de la tecnología fotovoltaica.

Desde FOTOPLAT se ha realizado un trabajo de recopilación del número de agentes implicados en actividades de I+D en el sector de la energía solar fotovoltaica y se estima que está en torno a los 47 y 4 centros de certificación y homologación españoles. La fuente de esta información ha sido el propio MEIC, CDTI, UNEF, artículos publicados en revistas especializadas y fuentes propias.

<sup>23</sup> El coste de la tonelada de CO<sub>2</sub> no emitida se ha calculado a partir de las toneladas de CO<sub>2</sub> generadas con la tecnología fotovoltaica y el LCOE de la misma, comparándola con una tecnología convencional de referencia, en este caso el carbón.

Se ha contabilizado un total de 497 investigadores provenientes de Universidades, Centros Tecnológicos y empresas. Los datos se han elaborado a partir de la información facilitada por los propios centros. Se han incluido en los mismos al personal auxiliar y gestores considerados como necesarios en los equipos de investigación, así como a los doctorandos en los centros universitarios

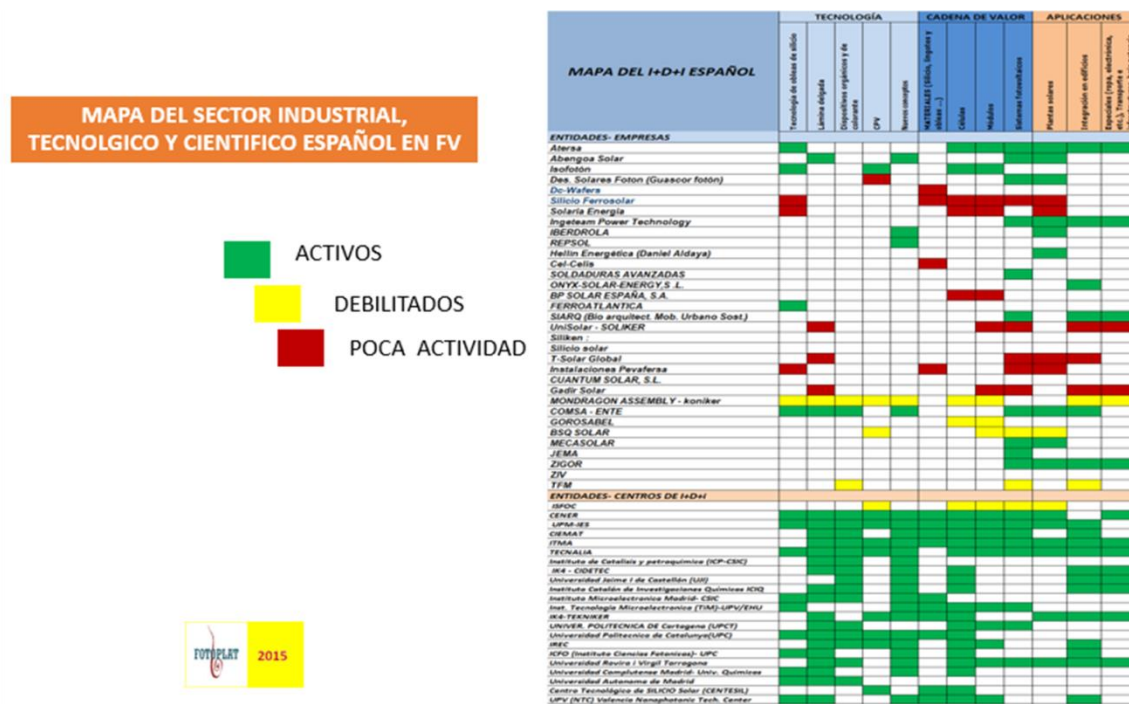


Figura 14 Mapa del sector Industrial, Tecnológico y Científico Español en Fotovoltaica (Fuente: FOTOPLAT)

### 2.2.2. Posicionamiento tecnológico

En España hay empresas bien posicionadas a nivel mundial, ya sean de inversores como Ingeteam o GPTech, o de mecanismos de seguimiento como Soltec. Estamos hablando de ingeniería, servicios, integración en edificios, nuevos materiales, almacenamiento, etc. En toda esta cadena de valor tenemos también empresas epecistas<sup>24</sup> y empresas de consultoría, que son la referencia de los bancos. También son importantes otros sectores menos complejos, como los de las estructuras.

En España, las tres principales empresas del sector FV copan aproximadamente una cuota de mercado de en torno al 30 % y todo indica que se mantendrá esta tendencia a medio plazo.

<sup>24</sup> Empresas EPC del inglés: Engineering, Procurement and Construction

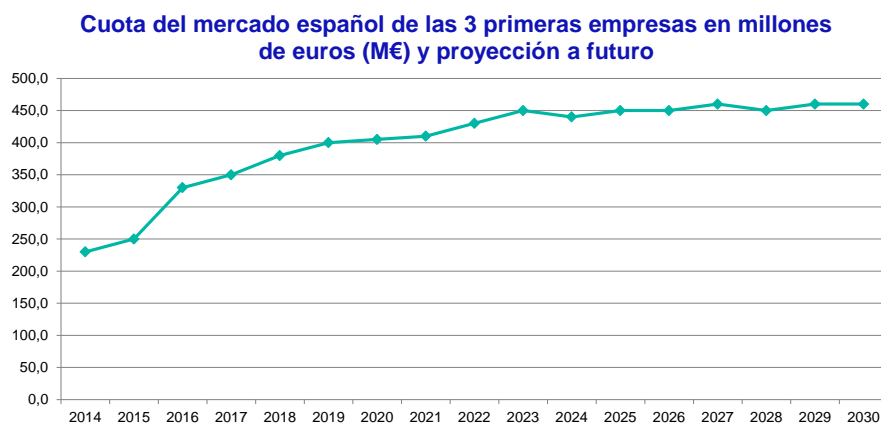


Figura 15 . Cuota de mercado español de las tres primeras empresas<sup>25</sup> (Fuente: FOTOPLAT)



Figura 16. Empresas españolas en el sector FV (fuente: FOTOPLAT)

**Relevancia del Sector Solar PV español en el Exterior:** Del elevado nivel de cualificación de los agentes españoles del sector, se deriva una importante actividad exportadora.

En la actualidad el Sector Solar PV español es exportador neto (diferencia entre exportaciones e importaciones de bienes y servicios):

- En 2015 las exportaciones netas alcanzaron 1.171 millones de euros, mientras que en 2014 fueron de 913 millones de euros.
- Durante el periodo 2014-2015, alcanzaron los 2.084 millones de euros.

<sup>25</sup> Este indicador permite medir la fortaleza de las capacidades españolas respecto al mercado nacional de la tecnología, valorando la cuota captada por las tres primeras empresas en España. Entendiéndose por tecnología la incorporación de conocimiento de una realidad física para proveer un nuevo servicio o producto

Como resultado de la escasa instalación de potencia en España, (años 2012-2017) muchos de los agentes han tenido que salir a competir al extranjero: FOTOPLAT ha identificado 42 empresas españolas del sector con presencia relevante en 72 países.

En España tenemos un índice de preparación y de madurez (TRL) tecnológica en FV similar a la media de la Unión Europea

### 2.2.3. Financiación obtenida por la tecnología

Para estimar la financiación obtenida para I+D en FV se ha contado con información facilitada por el MCIU, CDTI y KIC-INNOENERGY. Además, ante la falta de datos concretos, se han estimado aquellos fondos propios provenientes de los presupuestos de las Universidades y Centros Tecnológicos con una media de unos 30.000 € por investigador.

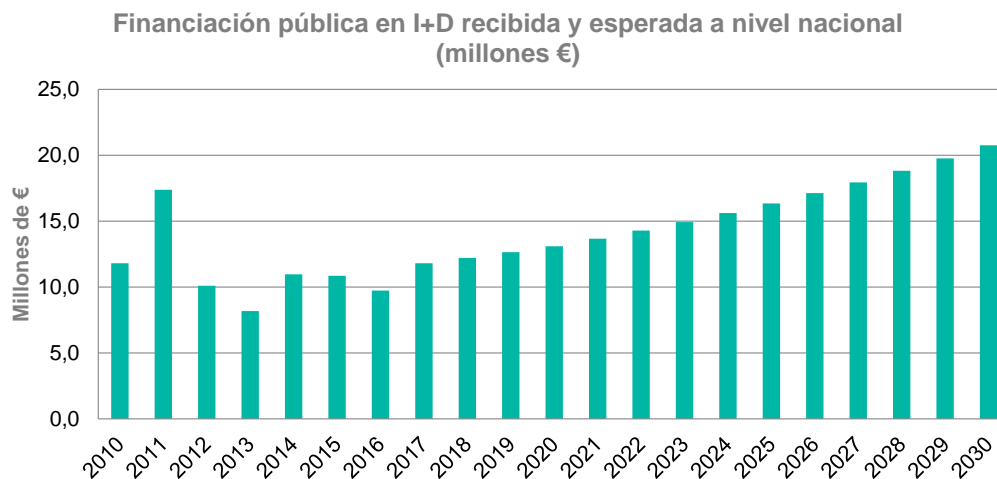


Figura 17. Estimación de la financiación española a la I+D en FV (fuente: FOTOPLAT)

Además, las ayudas que son concedidas por las comunidades autónomas se han estimado en función del personal dedicado al I+D+i.

A nivel de fondos europeos europeo, utilizando datos de CDTI y KIC-INNOENERGY, la financiación recibida en España para I+D+i en FV es varias veces menor.

### Financiación pública recibida y esperada a nivel europeo

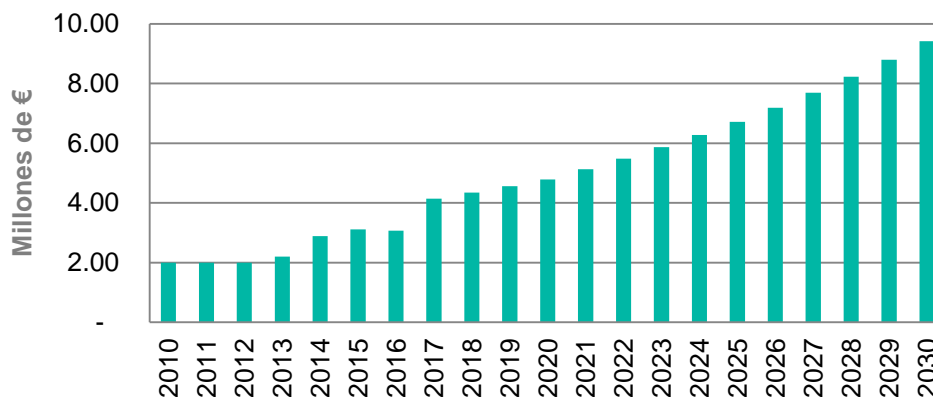


Figura 18. Estimación de la financiación europea a la I+D en FV en España (fuente: FOTOPLAT)

#### 2.2.4. Patentes Españolas en FV

Desde la OEPM se han tomado el total de patentes en el periodo 2005-2016 que señalan una alta intensidad desde las OPIs como desde las empresas.

Fuente: BB.dd. de la OEPM

	Empresas	%	Organismos Públicos	%	Particulares	%	Total 2005-2016
<b>Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático Directas. Energías Renovables:</b>							
1. E. SOLAR TÉRMICA	544	56%	87	9%	346	35%	977
2. E. SOLAR FOTOVOLTAICA	191	54%	73	20%	93	26%	357
3. E. EÓLICA	396	58%	48	7%	238	35%	682
4.- E. HIDRÁULICA	21	13%	7	4%	139	83%	167
5. E. MARINA	33	21%	24	15%	100	64%	157
6.- E. GEOTÉRMICA	12	63%	2	11%	5	26%	19
7.- BIOENERGÍA	71	47%	51	34%	30	20%	152
<b>Tecnologías de Mitigación del Cambio Climático Indirectas:</b>							
8. GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	72	51%	26	18%	44	31%	142
9.- COGENERACIÓN, RECUPERACIÓN Y BOMBAS DE CALOR	6	33%	5	28%	7	39%	18
10.- ILUMINACIÓN EFICIENTE	57	50%	34	30%	22	19%	113
11.- AISLAMIENTO TÉRMICO	54	51%	15	14%	37	35%	106
12.- CAPTURA DE GHG (CO <sub>2</sub> y Metano)	17	28%	34	57%	9	15%	60
<b>TOTALES</b>	<b>1.474</b>	<b>50%</b>	<b>406</b>	<b>14%</b>	<b>1.070</b>	<b>36%</b>	<b>2.950</b>

Figura 19. # Patentes españolas (2005-2016) en Energía Solar Fotovoltaica en comparación a otras tecnologías energéticas para mitigación del cambio climático (fuente OEPM-FOTOPLAT)



### 3. RETOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO

Al convertirse en una “commodity”, los paneles FV dejan de ser interesantes desde el punto de vista de inversión en I+D+i, salvo para aquellas empresas que ya están en el sector y tienen que competir con productos más específicos o con alto valor añadido.

Aparte del panel FV, nos queda alrededor de un 60-70% restante del valor añadido donde sí se puede trabajar en la reducción de costes y desarrollo de I+D+i.

Ahora que crece la FV en España, Europa y en el mundo, España está atascada en su propio desarrollo, poniendo en riesgo la fortaleza en empresas tecnológicas e industriales. España tiene el reto de posicionarse en un mercado mundial para sus empresas industriales, tecnológicas y de servicios, incluidas las financieras, con un peso que podría alcanzar el 5% del mercado mundial<sup>26</sup>, de acuerdo a su liderazgo.

En el futuro las empresas españolas deberán continuar trabajando en las siguientes líneas estratégicas:

- Disminución global de los costes (LCOE) a través de la innovación en la digitalización y la gestión de la operación y el mantenimiento de las instalaciones.
- Gestionabilidad de las plantas, favoreciendo la integración en la red.
- La integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación, Building Integrated Photovoltaics, BiPV.
- Aumento de la productividad por hectárea para las instalaciones: con el objetivo de reducir el impacto visual y favorecer la aceptación social de la tecnología.

#### 3.1. Retos de I+D+i en Energía Solar Fotovoltaica

El sector fotovoltaico (representado en este ejercicio APDTE-2018 por la Plataforma Tecnológica Española FOTOPLAT) propone una visión estratégica con tres líneas básicas para su impulso y Análisis de Potencial Desarrollo a corto y medio plazo, a saber:

- La integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación
- Desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de grandes plantas, enfocado a la reducción global de los costes (LCOE).
- Gestionabilidad de las plantas FV, favoreciendo la integración en la red.

<sup>26</sup> Según FOTOPLAT

De modo simplificado, la hoja de ruta que propone FOTOPLAT identifica los retos y temas críticos prioritarios en varios periodos de 2016 a 2050 (almacenamiento, gestionabilidad en redes débiles, movilidad, etc.) con sugerencia de algunos indicadores: p.ej. que al menos 100 ciudades deberán superar el 15% de su consumo eléctrico a 2030 y a 2050 la penetración debería alcanzar el 30%.

**HOJA DE RUTA FOTOPLAT – AREAS PRIORITARIAS PARA ESPAÑA**

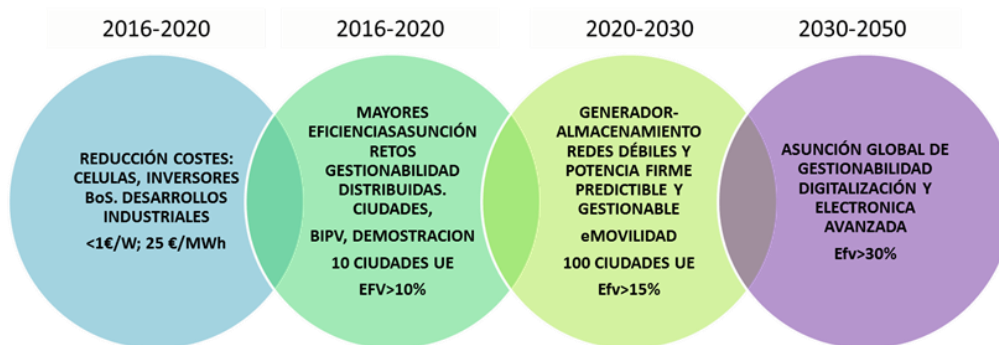


Figura 20. Hoja de Ruta FOTPLAT. Áreas prioritarias para España

### 3.2. Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) Identificadas por FOTOPLAT

En respuesta a la petición de ALINNE, FOTOPLAT ha definido sus Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs), que se definen como “aquellos desarrollos tecnológicos de gran calado que permitan a la industria española, en un horizonte temporal no excesivamente lejano, desarrollar tejido industrial y cubrir una cuota de mercado tecnológico nacional y/o internacional que, por su retorno económico y de otros tangibles e intangibles de alto valor intrínseco (empleo, sostenibilidad en sentido amplio, etc), le supongan a España unos beneficios tales que justifiquen una dedicación focalizada y sostenida hacia las mismas en recursos económicos y capital humano, así como el desarrollo y aseguramiento de un marco favorable para su implantación”.

#### 3.2.1. ITP 1. - Desarrollo, construcción, operación y mantenimiento de grandes plantas, enfocado a la reducción global de los costes (LCOE).

**Descripción:** Modelizar el impacto en costes de cada innovación por separado, así como el impacto agregado de combinaciones de innovaciones en el LCOE de la tecnología solar fotovoltaica.

**Objetivos Generales:** Si bien es cierto que existe una tendencia de mejora sostenida de la tecnología que confirma la pujanza de un sector en pleno crecimiento a nivel internacional, acompañado de un proceso de desarrollo tecnológico y maduración del negocio en el que podemos incluir el resto de los parámetros

no tecnológicos que impactan en su competitividad (financiación, tramitación, etc.).

Los resultados obtenidos hasta ahora son conocidos por todos con una reducción de coste de los equipos superior al 70% desde el año 2007.

Pero de acuerdo con organismos de referencia, incluida la propia Agencia Internacional de la Energía, hay todavía potencial para bajar los costes de la fotovoltaica aún más situándose en el rango de los 40 €/MWh en términos de LCOE al horizonte 2050 en zonas en las que se presentan combinaciones ideales de: irradiación, financiación, mano de obra cualificada entre otros. La Plataforma Tecnológica Europea de Energía Fotovoltaica (EUPVTP) es incluso más optimista y anticipa una reducción del LCOE similar en el año 2030.

Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España

- Innovación en instalaciones, conexiones y estructuras.
- Innovaciones en operación y mantenimiento.
- Innovación en digitalización de la ingeniería, construcción y operación.

Horizonte Temporal:

Dependiendo de la línea de actuación concreta hablamos de proyectos que pueden implementarse en el horizonte temporal de entre 3 y 5 años.

Con un horizonte de estudio al año 2030, el escenario de referencia de reducción de LCOE está comprendido entre el 30% y el 50% según la tecnología y el tipo de aplicación (plantas en suelo o instalaciones en tejado).

Recursos Financieros necesarios para su desarrollo:

Se considera absolutamente necesaria la implementación de ayudas en forma de subvención para que se lleven a cabo las primeras instalaciones de referencia, así como incentivos fiscales, garantías o financiación blanda.

Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios:

Compromiso de las administraciones, central y regionales, por un marco regulatorio estable para el desarrollo y fomento de las energías renovables, sin la introducción de medidas que supongan cambios retroactivos en las condiciones de operación de las plantas de generación.

Desarrollo de un plan nacional y regional de transición energética en el que se marquen objetivos vinculantes de alta penetración de energías renovables en el sistema eléctrico.

Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia de energía exterior en el sistema eléctrico.

### 3.2.2. ITP 2. - La integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación

Descripción: La vinculación directa existente entre el consumo de energía en la edificación, la incentivación de la eficiencia energética y la integración de las energías renovables en los edificios hace que la energía fotovoltaica sea cada vez más protagonista en las nuevas instalaciones y en la incorporación de la misma a los edificios en rehabilitación.

**Objetivos Generales:** No cabe duda de que en España la integración de la energía solar fotovoltaica en entornos construidos (edificios, infraestructuras, espacios públicos, etc.) ha recibido menor atención que otras aplicaciones fotovoltaicas como la construcción de grandes centrales. Y es posible que, en parte debido a ese desequilibrio, el sector fotovoltaico español haya sido particularmente golpeado en escenarios de crisis, cambios e incertidumbres como los vividos en los últimos años.

Ello no implica, sin embargo, que en nuestro país no existan universidades, centros de investigación y empresas con experiencia y actividades en este mercado: de ello existen evidencias en forma de edificios reales, proyectos de investigación, ofertas de formación académica y cursos de especialización, participación en comités de normalización, etc.

El objetivo es aprovechar todo este conocimiento y capacidades disponibles en nuestro país para desarrollar las iniciativas que tecnológicamente consideramos prioritaria para una integración real de la tecnología en nuestros edificios.

**Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España** Elementos constructivos activos en fachada para la producción de energía solar fotovoltaica.  
Sistemas fotovoltaicos para suministrar las necesidades de sistemas de climatización mediante bombas de calor.  
Rehabilitación y acondicionamiento de colegios públicos para ofrecer un mayor confort y mejorar a la vez su eficiencia energética.

Soluciones de suministro mediante energía solar fotovoltaica para vehículos eléctricos integrados en el entorno urbano.

**Horizonte Temporal:** Dependiendo de la línea de actuación concreta hablamos de proyectos que pueden implementarse en el horizonte temporal comprendido entre 1 año y 5 años.

**Recursos Financieros necesarios para su desarrollo:** Se considera absolutamente necesaria la implementación de ayudas en forma de subvención para que se lleven a cabo las primeras instalaciones de referencia, así como incentivos fiscales, garantías o financiación blanda.

**Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios:** Compromiso por parte de la Administración General del Estado de regular favoreciendo la incorporación de este tipo de instalaciones tanto en edificios de nueva construcción como en la rehabilitación de los existentes a través de los nuevos códigos técnicos de la edificación y de la regulación local en materia de urbanismo por parte de la Administración Local.

Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia energética exterior en el parque de la edificación.

### 3.2.3. ITP 3. Gestionabilidad de las plantas FV, favoreciendo la integración en la red.

**Descripción:** Integración de la operación de las instalaciones en el sistema

**Objetivos** En España donde se pretende contar con altas tasas de penetración de energía fotovoltaica en generación central y distribuida, surge la problemática

**Generales:** de la integración en red. Recordando por un lado el perfil de generación de la fotovoltaica, centrado en las horas diurnas y por otro la variabilidad de la producción por ser dependiente de las condiciones meteorológicas.

Considerando tanto grandes plantas en suelo como sistemas distribuidos en tejado, esta integración presenta múltiples retos: integración en red, en mercados o regulatoria.

**Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España**

- Desarrollo de proyecto piloto en micro-red monitorizada para estudiar el efecto de la progresiva penetración de las instalaciones en la red.
- Estudio sobre soluciones para incrementar la capacidad de la red para favorecer la penetración de la energía solar fotovoltaica a nivel distribuido.

**Horizonte Temporal:** Dependiendo de la línea de actuación concreta hablamos de proyectos que pueden implementarse en el horizonte temporal de 5 años.

**Recursos Financieros necesarios para su desarrollo:** Se considera absolutamente necesaria la implementación de ayudas en forma de subvención para que se lleven a cabo las primeras instalaciones de referencia, así como incentivos fiscales, garantías o financiación blanda.

**Aspectos No Financieros, Legales y Regulatorios Necesarios:** Compromiso de las administraciones, central y regionales, por un marco regulatorio estable para el desarrollo y fomento de las energías renovables, sin la introducción de medidas que supongan cambios retroactivos en las condiciones de operación de las plantas de generación.

Desarrollo de un plan nacional y regional de transición energética en el que se marquen objetivos vinculantes de alta penetración de energías renovables en el sistema eléctrico.

Fomentar medidas de aprovechamiento de los recursos procedentes de energías renovables y la reducción de emisiones para reducir la dependencia de energética exterior en el sistema eléctrico.

## 4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL GEVAL

El ejercicio de subjetividad compartida de la tecnología Fotovoltaica, realizado por el GEVAL, cuyos resultados detallados se incluyen en el Apéndice III, se resume a continuación.

### “Posicionamiento de la tecnología en España”

El 78 % de los participantes en el ejercicio opina que la industria española tiene un amplio e interesante nicho de mercado, en cuanto al diseño y fabricación de los principales componentes que necesita el sector fotovoltaico (especialmente en los segmentos de la cadena de valor que siguen al panel).

En España se ha generado en los últimos 10 años un tejido empresarial que tiene un mercado tecnológico superior a 1.000 M€/año, para el que hay gran número de empresas, superior a 10, que captan la mayoría del mercado interior, confiando el GEVAL en que esta captura se mantenga en el futuro.

Hay unanimidad en que las empresas españolas son capaces de dar respuesta a los desarrollos tecnológicos necesarios, en el corto y medio plazo, para mejorar la velocidad de despliegue las prestaciones y los costes de las instalaciones FV, previéndose que el nuevo impulso asociado a la transición energética lleve asociada una creación significativa de nuevas empresas a corto (2022) y a largo plazo (2022-2030).

La cuota de mercado nacional que cubren las empresas españolas (mayormente PYMES) está en torno al 30%-50%, habiendo mucha dispersión empresarial,

En cuanto a la captura del mercado tecnológico internacional por las empresas españolas, se manifiesta cierta ambigüedad sobre la cuota de estas empresas, ya que se considera inferior al 10% del mercado internacional tanto a corto plazo como a largo plazo (2022-2030) con un objetivo del 5%, que es relativamente significativo, lo cual no desmerece el alto valor tecnológico y comercial de nuestra industria.

La mayoría del GEVAL opina que la tecnología fotovoltaica merece un mayor apoyo en políticas públicas, a través de proyectos de desarrollo tecnológico de colaboración público-privada, en los que la financiación privada debe ser mayoritaria.

El mercado tecnológico de mayor interés para la industria española se localiza principalmente en Asia, Europa, Oriente Medio y Latinoamérica, tanto a corto (2022) como a medio plazo (2022-2030), siendo también estas regiones las preferentes para crear alianzas estratégicas con sus países para conseguir el mercado previsto y llevar a cabo la innovación necesaria.

### **“Valor intrínseco de la tecnología”**

En base a la evolución y perspectivas de la energía fotovoltaica en nuestro país, el GEVAL considera que la tecnología FV merece concentrar un mayor esfuerzo inversor y el apoyo de otras políticas y generación de normativa e instrumentos para que nuestro país consiga una ventaja competitiva.

El GEVAL también considera que dicha tecnología debe tener más recursos para la innovación que otras. Esta tecnología, desde un punto de vista específico, está más consolidada, por lo que necesita una innovación específica orientada a TRLs más altos.

Una clara mayoría del GEVAL considera que la aceptación social NO es un reto importante para el sector FV. Tampoco en el sector de la edificación los análisis del sector detectan rechazo social. No obstante, FOTOPLAT, asume la necesidad de invertir en integración y encontrar productos que sean compatibles arquitectónicamente y que, además, aporten energía.

FOTOPLAT ha identificado las barreras regulatorias a reformar para mejorar la implantación industrial y GEVAL considera factible que la reforma se realice a corto plazo, especialmente con proyectos de demostración locales.

Se está invitando a CCAA y Ayuntamientos a que hagan planes de fomento y divulgación del uso de esta tecnología en edificios para hacerla llegar al gran público, lo que requiere fondos públicos. Los edificios serían un buen ejemplo de plantas de demostración. También se está trabajando en proyectos de autoconsumo compartido, ya que a nivel municipal puede ser interesante tener micro redes de autogeneración. En este sentido serán necesarios proyectos piloto, para contrastar la fiabilidad y gestionabilidad de microredes y su integración en la red global.

La Plataforma Tecnológica tiene, asimismo, clara y bien definida su estrategia tecnológica, particularmente los proyectos de demostración necesarios, para los que debe recabarse la colaboración internacional, aunque no existe un estudio de financiación detallado.

### **“Base de I+D+i en España”**

España tiene una base sólida de investigación FV, competitiva a nivel internacional, para asegurar niveles de eficiencia y eficacia en la consecución de los objetivos estratégicos, materializada en centros de investigación, grupos universitarios y empresas, así como en relevantes infraestructuras de I+D, disponiendo de una buena estructura de colaboración entre las instituciones anteriores auspiciada por FOTOPLAT.

El sistema de I+D en fotovoltaica recoge adecuadamente las áreas de homologación y certificación necesarias.

El apoyo público recibido para el desarrollo tecnológico del sector FV ha sido de carácter general, no existiendo líneas específicas prioritarias. Esto ocurre igual en todas las tecnologías.

En general, la valoración internacional de los centros de I+D españoles en energía fotovoltaica, y de sus proyectos, es alta.

#### **“Penetración de la tecnología en el mercado”**

El GEVAL considera, casi unánimemente, que la capacidad de transferencia de conocimiento desde la ciencia a la tecnología y al mercado es aceptable, aunque se requerirá una planificación estratégica persistente para la penetración de los nuevos desarrollos tecnológicos en el mercado.

FOTOPLAT ha definido, a requerimiento de ALINNE, con rigor, sus Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs), aunque sin detallar, por su dificultad, el mecanismo financiero para llevarlas a cabo.

Finalmente, se considera que la tecnología Fotovoltaica es clave para la transición energética, otorgándole un papel de apoyo coyuntural a la misma.

### **4.1. Conclusiones del GEVAL**

La energía solar fotovoltaica es una de las tecnologías renovables prioritarias en la planificación para la transición energética, con opciones de desarrollo tecnológico adicional para acompañar la implementación masiva que se prevé en la próxima década y para continuar avanzando en la curva de aprendizaje de la tecnología. El GEVAL dispuso de una información muy completa del sector para realizar su evaluación, y llegó a las siguientes conclusiones.

El sector FV aporta unos 3.500 M€, al PIB español y se prevé un crecimiento a corto plazo para moverse de los 4.500 a los 6.000M€ en la década 2020-2030. El sector ofrece unos 5.000 empleos directos y unos 9.000 empleos indirectos de media/alta cualificación. Este sector tiene una multitud de empresas medianas y algunas grandes importantes que compiten en el mercado tecnológico internacional, con unas exportaciones por encima de 1.100 M€/año.

La energía solar fotovoltaica no emite gases de efecto invernadero y contribuye con un 3 % a la generación eléctrica de nuestro país y está llamada a jugar un papel protagonista en la transición energética para alcanzar niveles de generación del entorno del 25% hacia 2030

El sector fotovoltaico español dispone de capacidades relevantes de investigación y desarrollo que soportan la participación en el mercado tecnológico internacional con empresas importantes en los campos de ingeniería, fabricación de bienes de equipo, y servicios técnicos de predicción de generación, de monitorización, gestión y mantenimiento de instalaciones.GEVAL



La I+D+i del sector fotovoltaico, que recibe subvenciones públicas (españolas y europeas) de unos 16 M€/año, mantiene una amplia colaboración internacional y goza de una buena coordinación nacional, en la que contribuye de modo determinante la Plataforma Tecnológica FOTOPLAT. Esta plataforma tiene bien definida su estrategia tecnológica para satisfacer las necesidades de nuestro país, y ha seleccionado unas Iniciativas Tecnológicas Prioritarias, cuya realización tiene un alto interés para la economía y el bienestar del país, colaborando a crear tejido industrial de alta tecnología.

Entre los retos importantes del sector están: i) Disminución global de los costes (LCOE) a través de la innovación en la digitalización y la gestión de la operación y el mantenimiento de las instalaciones; ii) mejorar la gestionabilidad de las plantas, favoreciendo la integración en la red; iii) avanzar en la integración de la energía solar fotovoltaica en la edificación; iv) Aumento de la productividad por hectárea para las instalaciones.

El sector fotovoltaico ha identificado las barreras principales para su desarrollo tecnológico, que incluyen:

- Falta de una política tecnológica en FV (para no abundar en la dependencia tecnológica exterior)
- Lentitud en la legislación de autoconsumo
- Apertura del mercado a la generación distribuida
- Incrementar la financiación de la I+D+i para profundizar en desarrollos tecnológicos nacionales/locales.

Ha propuesto, asimismo, posibles soluciones a las barreras anteriores.

## 5. REFERENCIAS Y CONTRIBUCIONES

### 5.1. Contribuciones y Expertos Participantes

#### Redactor(es) del Anexo:

Nieves Vela  
Ana Lancha  
Félix Téllez

#### Contribución/Revisión desde la PTE-FOTOPLART:

José Donoso  
Juan Avellaner  
Victoria Azancot.

#### Miembros de GEVAL-ALINNE que han participado en el ejercicio de análisis de este ANEXO:

Marta Llinás (ACS), Sara Muñoz (ACS), Pablo Fernández (ALINNE), Ruth Yagüe (CDTI), Enrique Soria (CIEMAT), José Ignacio Cruz (CIEMAT), Maximiano Bernabé (CNH2), Jaime Segarra (Col. Ingenieros de Madrid), Miguel Antonio Peña (CSIC), Ana Padilla (ENERCLUB), Jesús Fernández (EYDESA), Ingvar Hallste (GAS NATURAL FENOSA), Javier Alonso (GAS NATURAL FENOSA), Pedro Martínez (IBERDROLA), Diego García (IMDEA Energía), Javier Dufour (IMDEA Energía), Ana Lancha (MEIC), Lourdes Armesto (MEIC), Iñaki Azkárate (TECNALIA) y José Molero (UCM).

#### Secretaría Técnica de ALINNE:

Felix Tellez (ALINNE / CIEMAT)  
Jorge de Berenguer (ALINNE)

### 5.2. Agradecimientos

Las actividades de ALINNE cuentan con **patrocinio público y privado**. Desde el sector público colaboran: **CIEMAT, CRUE, CSIC, IDAE, Mº de Ciencia, Innovación y Universidades (Agencia Estatal de Investigación, Dirección General de Política de la I+D+i y Dirección General de Industria y de la PYME), Mº para la Transición Ecológica (Subdirección General de Eficiencia Energética y Oficina Española de Cambio Climático) y la Universidad de Zaragoza**. Desde el sector privado se cuenta con la participación de ocho empresas: **ACS-SCE; ALBUFERA ENERGY STORAGE; ESTEYCO; GEOTER; IBERDROLA; NATURGY; REE y SIEMENS-GAMESA**.

Actualmente, estas actividades cuentan, además, con la financiación pública del proyecto “**Red de Excelencia ENE2017-90816-REDE**”

### 5.3. Referencias Bibliográficas

- [1]. Informe Deloitte para UNEF - La Energía Solar Fotovoltaica en España - Desarrollo Actual y Potencial. (<https://unef.es/downloads/la-energia-solar-fotovoltaica-en-espana-desarrollo-actual-y-potencial/> )
- [2]. Louwen, Atse & van Sark, Wilfried & P C Faaij, André & Schropp, R.E.I.. (2016). Re-assessment of net energy production and greenhouse gas emissions avoidance after 40 years of photovoltaics development. Nature Communications. 7. 13728. 10.1038/ncomms13728.

### 5.4. Abreviaturas

AC	Corriente Alterna
APDTE	Análisis del Potencial de Tecnologías Energéticas
CDTI	Centro de Desarrollo Tecnológico Industrial
DC	Corriente Continua
EE.RR.	Energías Renovables
FOTOPLAT	Plataforma Tecnológica Española Fotovoltaica ( <a href="https://fotoplat.org/">https://fotoplat.org/</a> )
FV	Fotovoltaica
GEVAL	Grupo de Evaluación (en ALINNE)
GEVAL	Grupo de Evaluación que colabora con el Comité de Estrategia de ALINNE
GW, GWh, TW, TWh	Giga vatio, Giga vatio-hora, Tera vatio, Tera vatio-hora
IEA	Agencia Internacional de la energía (International Energy Agency, <a href="https://www.iea.org/">https://www.iea.org/</a> )
ITP	Iniciativa Tecnológica Prioritaria
LCOE	Coste ponderado de la electricidad generada sobre la vida de la instalación (Levelized Cost of Electricity)
M€	Millones de euros
OEPM	Oficina Española de Patentes y Marcas
OPIs	Organismos Públicos de Investigación
PPA	Acuerdo de compra de electricidad (Power Purchase

	Agreement)
PTE	Plataforma Tecnológica Española de ámbito Energético
TRL	Nivel de madurez de la Tecnología (Technology Readiness Level)
UNEF	Unión Española Fotovoltaica ( <a href="https://unef.es/">https://unef.es/</a> )

## 5.5. Apéndices

- Apéndice I Encuesta de la PTE FOTOPLAT
- Apéndice II Presentación de la PTE FOTOPLAT
- Apéndice III Resultados del ejercicio de subjetividad compartida de GEVAL

## 5.6. Historial de Cambios

*(Este historial solo aparecerá en el Borrador)*

Version	Fecha	Modificado por	Cambio realizado
0	14/11/18	ALINNE (FT)	Plantilla y propuesta contenidos del Anexo (Inclusion de los resúmenes de las ITPs de FOTOPLAT). Inclusion de gráficos de los indicadores (para 2010-2030) aportados por la FOTOPLAT
1	22/04/19	Nieves Vela	Redaccion Secciones 1, 2 y 3
2	17/05/19	ALINNE(FT)	Revision Secciones 1,2 y 3
3	29/5/19	ALINNE(FT)	Reordenacion de contenidos, graficas y complementos en secciones 1, 2 y 3 ( y actualización secciones 5 y 6)
3.1	3/6/19	Ana Lancha	Revision y comentarios
3.2	13/6/19	N. Vela / F. Tellez	Consolidacion de comentarios y sugerencias de cambios
3.3	19/06/19	R. Gavela	Revisión y correcciones
3.4	19/06/19	ALINNE(FT)	Cambio en Contexto y Metodología
3.5	23/07/19	J. Avellaner (FOTOPLAT)	Revision de calidad y VºBº