

# Situación de la industria y tecnología Fotovoltaica española

Promuev



Financia



## ÍNDICE

	pág.
<b>ÍNDICE</b> .....	<b>2</b>
<b>ÍNDICE de FIGURAS</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Antecedentes de la industria y tecnología fotovoltaica española</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Análisis económico del sector FV</b> .....	<b>6</b>
<b>3. Situación de la industria FV en España</b> .....	<b>8</b>
<b>4. Estado de la I+D+i fotovoltaica española</b> .....	<b>9</b>
<b>5. Proyectos participados por España en 2016</b> .....	<b>13</b>
5.1. Proyectos internacionales.....	13
5.1.1. EU H2020 – FP.....	13
5.1.2. EU EIT KIC INNOENERGY (Knowledge & Innovation Community (KIC- InnoEnergy) de la Comisión Europea).....	19
5.1.3. Otros proyectos internacionales de I+D+i.....	21
5.2. Proyectos nacionales.....	23
5.2.1. RETOS .....	23
5.2.2. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación para el periodo 2013-2016 (PEICTI 2013-2016).....	25
5.2.3. Otros proyectos nacionales .....	25
5.3. Proyectos generados en el periodo 2016 nacionales e internacionales por miembros de FOTOPLAT. ....	26
<b>6. Perspectivas</b> .....	<b>31</b>

## ÍNDICE de FIGURAS

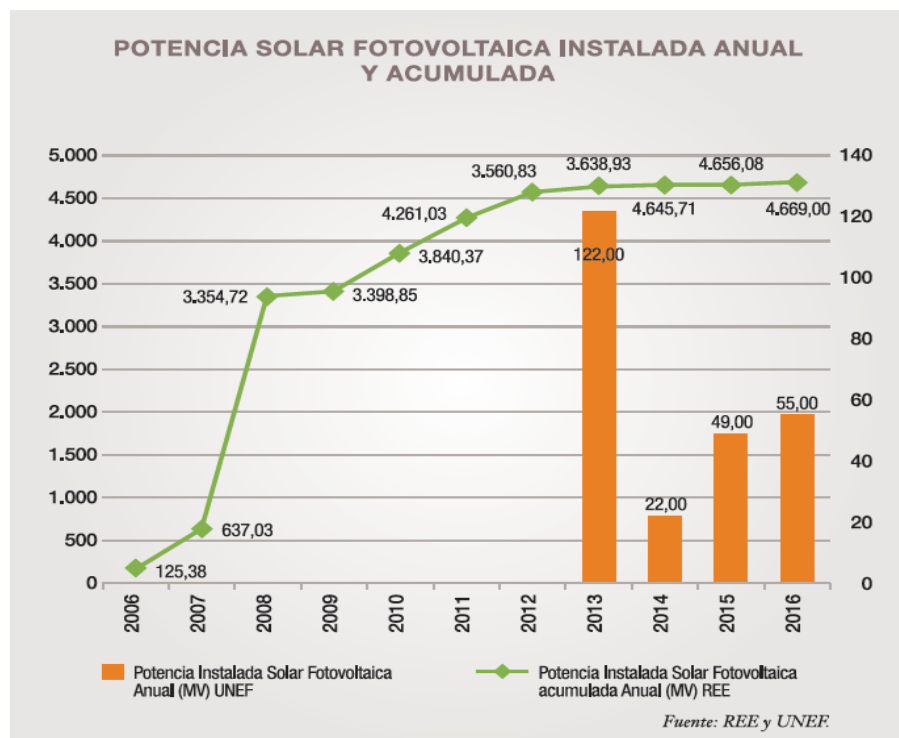
	pág.
<b>Figura 1. Potencia fotovoltaica instalada en España (2006-2016) (Fuente: REE y UNEF).....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2. Coste del MWh producido con fotovoltaica (Fuente: Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis) .....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 3. Precio de los módulos de tecnología monocristalina en China, Japón y Europa (Fuente: PvXchange/GTM Search, elaboración propia) .....</b>	<b>7</b>

## 1. Antecedentes de la industria y tecnología fotovoltaica española

En 2008, tras la publicación del Real Decreto 661/2007 la energía fotovoltaica experimentó un impactante crecimiento a nivel nacional e internacional, siendo uno de los países del mundo con mayor potencia instalada.

No obstante, tras la publicación del Real Decreto 1578/2008, posteriormente la reforma del sector energético con el Real Decreto 413/2014 y la moratoria para el sector de las renovables, se propició una fuerte ralentización del mercado fotovoltaico nacional que se ha mantenido en los últimos años.

En la Figura 1 se muestra la evolución de la potencia instalada en España hasta el año 2016, comprobando claramente cómo los cambios regulatorios acaecidos en España han ejercido un efecto decisivo en la implementación de energía fotovoltaica nacional.



**Figura 1. Potencia fotovoltaica instalada en España (2006-2016) (Fuente: REE y UNEF)**

Este fuerte impacto en el desarrollo del sector fotovoltaico dio lugar a una modificación sustancial del tejido industrial en nuestro país; mientras que en el año 2010 el movimiento del sector se centraba en la fabricación y distribución de módulos fotovoltaicos y en sistemas de estructuras y seguimiento solares, desde el año 2015 el sector se había concentrado en la promoción y gestión de proyectos en el extranjero (contratos Engineering, Procurement and Construction).

Asimismo, y a expensas de una mejora en la normativa vigente, parte del desarrollo nacional se concentró en instalaciones de autoconsumo, así como instalaciones de riego o de bombeo fotovoltaico.

## 2. Análisis económico del sector FV

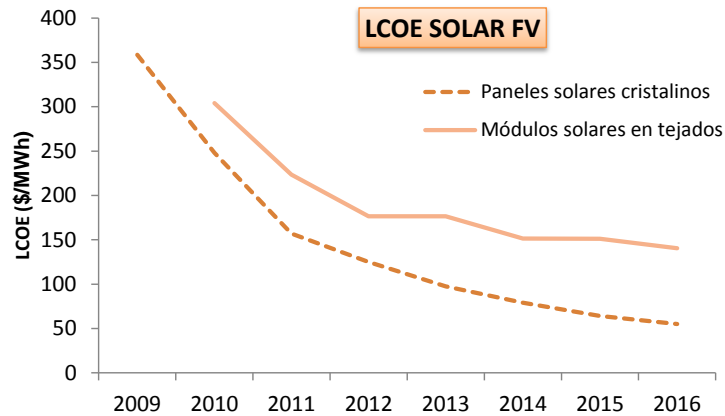
Durante los últimos años, los mercados de solar fotovoltaica a nivel internacional no han sido impulsados solo por el recurso existente, sino en mayor medida por las políticas y los mecanismos de apoyo disponibles. Los costes de capital de la tecnología renovable han dependido y dependen en gran medida de los mecanismos de apoyo disponibles, además del riesgo político en el país de inversión.

Como el resto de tecnologías renovables, la solar fotovoltaica es muy intensiva en capital y tiene bajos costes operativos. El coste que se necesita desembolsar por anticipado es una clara barrera para la inversión y el hecho de que los ingresos se extiendan en 25 años crea un desequilibrio entre costes e ingresos.

La tecnología de las energías renovables, especialmente la solar, ha incrementado su eficiencia tecnológica y económica exponencialmente en los últimos años, logrando competitividad con las demás tecnologías energéticas y paridad de red.

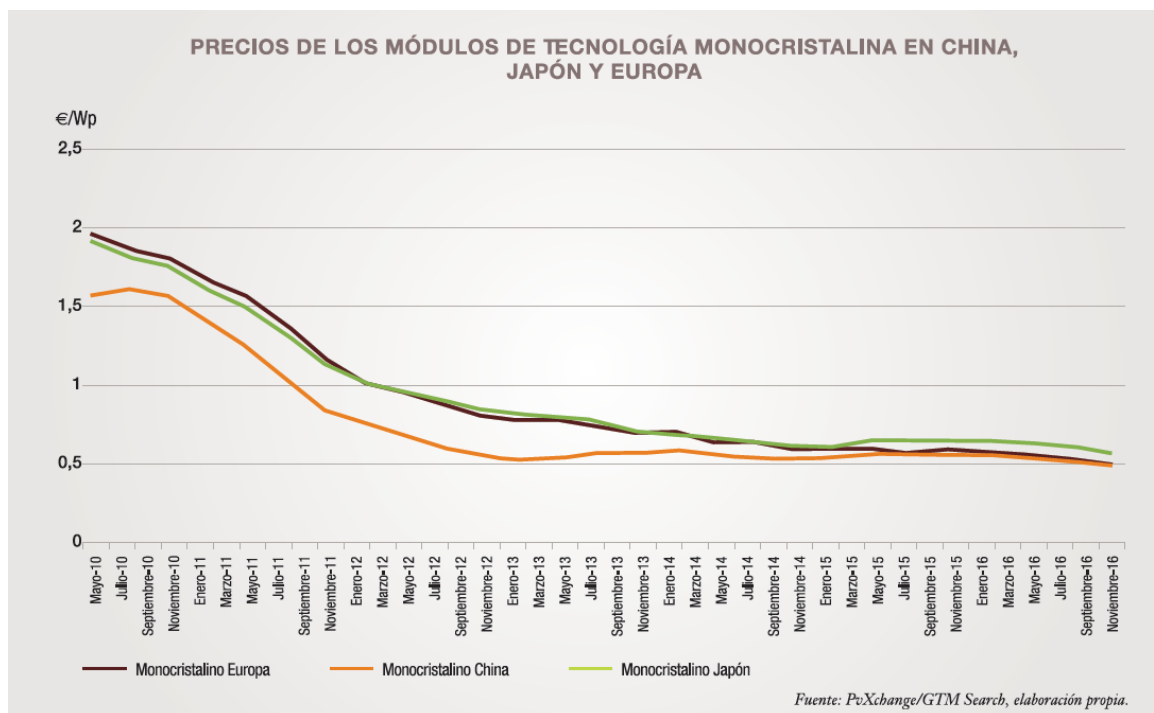
Conforme a ello, el coste de la electricidad (LCOE, en inglés) de la energía solar fotovoltaica ha disminuido un 20% en los últimos cinco años y en 2020 se prevé que la energía solar fotovoltaica tenga un LCOE menor que el carbón o el gas natural.

De hecho, la asesoría financiera Lazard, en su décimo informe sobre el LCOE fotovoltaico, considera que los costes de la energía solar se están reduciendo más rápido que otras fuentes de energía.



**Figura 2. Coste del MWh producido con fotovoltaica (Fuente: Lazard's Levelized Cost of Energy Analysis)**

Esta situación, de bajada de costes, bajada del precio de sus componentes (paneles, inversores etc.) y aumento del rendimiento de los sistemas fotovoltaicos, ha dado lugar a un desarrollo de esta tecnología muy por encima que la del resto de tecnologías renovables.



**Figura 3. Precio de los módulos de tecnología monocrystalina en China, Japón y Europa (Fuente: PvXchange/GTM Search, elaboración propia)**

### 3. Situación de la industria FV en España

El pasado mes de noviembre de 2016, el Consejo Económico y Social de España publicaba el *Informe Número 03/2016 - La Creación de Empresas en España y su Impacto en el Empleo*, en el que se ponían de manifiesto las últimas cifras del INE sobre la dinámica empresarial española que indica que tras un largo periodo de pérdida de tejido empresarial y por ende industrial, a finales de 2013 se habría producido un punto de inflexión, revelando un crecimiento en el número de empresas desde finales de 2013.

*“Por primera vez desde el inicio de la crisis, a partir de 2015, el número de empresas con asalariados que se crean en España supera al número de las que desaparecen”.*

Frente a sus socios comunitarios, la composición del tejido empresarial español por tamaños es muy similar a la de Francia, Italia y Portugal que cuentan con una elevada presencia de micro-pymes, y que en España representan en torno al 90%, seguido de pequeñas empresas de hasta 49 empleados que representan el 8%.

Intentando extrapolar estos resultados al sector fotovoltaico es fácil identificar una estructura similar en la que encontramos a nivel nacional.

En primer lugar, destaca un número limitado pero importante de grandes empresas que se dedican al desarrollo y construcción de plantas solares en todo el mundo y que tienen una fuerte presencia internacional.

Además existe un numeroso grupo de tecnólogos que se dedican a la fabricación de componentes y a la I+D+i sobre todo en el ámbito de la electrónica de potencia, sistemas de monitorización y estructuras. Y en el gran grueso de empresas que componen el tejido industrial de la energía solar fotovoltaica podemos encontrar un gran número de empresas instaladoras, distribuidores de material, ingenierías, consultorías y de otros servicios asociados, que completan toda la cadena de valor del sector.



## 4. Estado de la I+D+i fotovoltaica española

Completando el tejido industrial solar fotovoltaico en España, se encuentran los centros de investigación de Universidades, Centros Tecnológicos, OPIs, OTRIs y Empresas que llevan más de 25 años dedicando sus esfuerzos en un sector estratégico en el ámbito tecnológico de nuestro país.

Actualmente existen diferentes programas abiertos a nivel europeo para el fomento de la investigación y el desarrollo de nuevos productos y servicios en el ámbito de las energías renovables que tienen además una línea específica dedicada a la I+D+i para la tecnología solar fotovoltaica.

### Situación del SET Plan a nivel europeo

Acciones Consulta Pública: la primera ronda del proceso de consulta pública está dedicado a *“Being n°1 in renewables”* y centrados en las Acciones 1 y 2 del SET Plan: por un lado a mantener el liderazgo tecnológico desarrollando tecnologías renovables de alto rendimiento y su integración en el sistema energético de la Unión Europea, y por otro a reducir el coste de las tecnologías clave: eólica offshore, fotovoltaica, CSP, oceánica y geotérmica profunda. Así, el 20 de enero de 2016 el objetivo de fotovoltaica fue aprobado por el Grupo de Dirección del SET Plan.

Los objetivos estratégicos acordados en energía solar fotovoltaica están encaminados a la reconstrucción del liderazgo tecnológico de la UE en el sector persiguiendo tecnologías de alto rendimiento y su integración en el sistema energético; reducción del Levelised Cost of Electricity (LCOE) de una manera rápida y sostenible para permitir que la solar fotovoltaica sea competitiva en los mercados eléctricos en toda Europa.

Estos objetivos serán logrados mediante líneas de actuación concretas tales como:

1. Grandes avances en la eficiencia de las tecnologías establecidas como el Silicio Cristalino y película delgada, y nuevos conceptos. Con el objetivo de

incrementar la eficiencia del módulo hasta al menos el 35% en 2030 comparado con 2015, incluyendo la introducción de nuevas tecnologías.

2. Reducción del coste de las tecnologías clave. Reduciendo los costes de los sistemas de llave en mano en hasta el 50% en 2030 comparando con los costes de 2015, gracias a la introducción de tecnologías de fabricación a gran escala de alta eficiencia.

3. Mejora adicional en la vida útil, calidad y sostenibilidad. Incrementando la vida útil de los módulos con una garantía de potencia de salida de 35 años en 2025; y minimizando el impacto medioambiental del ciclo de vida en toda la cadena de valor de la generación eléctrica fotovoltaica, incrementando la capacidad de reciclaje de los componentes.

4. Permitiendo la realización masiva de Edificios de Energía Casi Nula, utilizando sistemas fotovoltaicos integrados en los edificios a través del establecimiento de esfuerzos estructurales de innovación colaborativa entre el sector fotovoltaico y sectores clave de la industria de la construcción. Desarrollando productos fotovoltaicos capaces de reemplazar elementos arquitectónicos estructurales existentes como fachadas y tejados reduciendo los costes hasta en un 75% en 2030 comparado con los niveles de 2015, incluyendo en este punto una mayor flexibilidad en los procesos productivos.

5. Mayores avances en fabricación e instalación. Incrementando el concepto de fabricación a gran escala y sus capacidades hasta los 20 m<sup>2</sup> por minuto en 2020. Y desarrollando nuevos conceptos de diseño de sistemas y módulos fotovoltaicos que permitan automatizar la instalación.

### **Programa H2020**

El presupuesto indicativo para Energía en la convocatoria 2016-2017 es de un 30% sobre un presupuesto total de 1.344 millones de euros.

En fotovoltaica los objetivos están alineados con el potencial de generación de grandes plantas; con la reducción de los costes totales de los sistemas de

energía solar instalados y los cuellos de botella de la integración de la red ya que sigue siendo una prioridad para el sector y su capacidad de éxito; y la investigación y desarrollo de la fotovoltaica que es necesario que sea relanzada para conseguir una competitividad de la industria innovadora y a nivel mundial, basándose en la base de conocimiento de la tecnología fotovoltaica existente en Europa.

El reparto total presupuestario para el año 2016 dedicado a energía baja en carbono se ha correspondido con 335,86 millones de euros, de los cuales se ha dedicado a renovables y fuel un 45% del total.

Los resultados provisionales de la convocatoria del H2020 para energía baja en carbono de 2016 apuntan a que se han presentado 242 propuestas de las que 130 son españolas. Estas se han traducido en 52 proyectos, 27 en los que hay participación española y 7 directamente coordinados por un agente español. Que supondrán un retorno para España de una 26,3 millones de euros. De ellos, dos están centrados en fotovoltaica con una aportación de 8,5 millones de euros.

### **ERA-NET COFUND H2020**

La ***European Research Area Networks*** es una red de organismos públicos dedicados a la financiación de la I+D a nivel nacional (Ministerios y Agencias), que se coordinan para alinear y armonizar los programas nacionales, mediante la realización de actividades conjuntas a nivel europeo, principalmente convocatorias cofinanciadas por la Unión Europea, para proyectos transnacionales de I+D focalizados en retos de alto valor añadido europeo. Siendo el Instrumento prioritario en la construcción del ERA (Espacio Europeo de Investigación).

En concreto, el instrumento ERA-NET COFUND H2020 ofrece una financiación más atractiva, con una subvención de hasta el 60 % más informe motivado, y el impulso a la internacionalización, así como el acceso a mercados con procedimientos más accesibles, con mayor tasa de éxito, sirviendo como entrenamiento para el H2020.

Actualmente, existe una importante partida presupuestaria de subvención europea y creciente durante H2020, que para el período 2016/2017 se corresponde con unos 800 millones de euros. De los cuales, SOLAR ERA-NET para energía solar fotovoltaica y solar de concentración cuenta con un presupuesto total de 19 millones de euros que en España se traducirán en 2,5 millones de euros gestionados por el Centro de Desarrollo Tecnológico e Industrial y la Agencia Estatal de Investigación.

La convocatoria de SOLAR ERA-NET se abrió para información pública el pasado mes de noviembre de 2016 y las líneas temáticas de solar fotovoltaica son fabricación innovadora y de bajo coste, aplicaciones y productos avanzados e integración de sistemas.

## 5. Proyectos participados por España en 2016

### 5.1. Proyectos internacionales

#### 5.1.1. EU H2020 – FP

**PVSITES (C): Building-integrated photovoltaic technologies and systems for large-scale market deployment (2016-2019).** (<http://www.pvsites.eu/>)

El objetivo principal del proyecto PVSITES es fomentar el desarrollo de la tecnología de integración fotovoltaica en edificios (BIPV, buildingintegrated photovoltaics) para lograr una amplia presencia de este tipo de productos en el mercado. Durante el proyecto se desarrollará y demostrará en edificios reales un ambicioso portafolio de soluciones fotovoltaicas, dando así una respuesta fiable a los requisitos del mercado. Este desarrollo tecnológico tiene como ideas tractoras la generación rentable de energía eléctrica fotovoltaica en edificios, asociada además a una reducción en la demanda energética mediante medidas pasivas de ahorro energético, y una gestión inteligente de la energía generada.

Liderado por **Tecnalia**, este proyecto recibe financiación del programa H2020 de la Unión Europea (GA nº 691768) y está participado por 15 socios de toda Europa, con alta participación española: **Acciona, Onyx, Cricursa**, incluyendo dos demostradores, uno en las instalaciones de Tecnalia de San Sebastián y otro en una nave industrial propiedad de Cricursa.

**CHEETAH (P): Cost-reduction through material optimization and Higher EnErgy output of solAr pHotovoltaic modules – joining Europe’s Research and Development efforts in support of its PV industry (2013-2017).** (<https://www.cheetah-exchange.eu/>)

Los objetivos del proyecto CHEETAH, son:

1. Desarrollar nuevos conceptos y tecnologías para fotovoltaica (FV) basadas en obleas de silicio cristalino (módulos con células ultradelgadas), FV de capa fina (gestión avanzada de la luz) y FV orgánica (barreras de muy bajo coste) dando lugar a una fuerte reducción de costes de los materiales y un incremento del rendimiento del módulo;
2. Fomentar la cooperación europea a largo plazo en el sector de la I+D fotovoltaica, mediante la organización de talleres, la formación de investigadores, el uso eficiente de las infraestructuras;
3. La aceleración de la aplicación de tecnologías innovadoras en la industria fotovoltaica mediante una fuerte participación de EPIA y EITKIC InnoEnergy en este programa.

La participación española está representada por **Tecnalia, CIEMAT, Universidad Politécnica de Madrid y Universidad Politécnica de Valencia.**

**RESSEEPE (P) RETrofitting Solutions and Services for the enhancement of Energy Efficiency in Public Edification (2013-2017):**  
**(<http://www.resseepe-project.eu/>)**

El proyecto RESSEEPE, Servicios y soluciones de rehabilitación para la mejora de Eficiencia energética en edificios públicos, surge para dar respuesta a la necesidad urgente de que Europa se transforme en una economía de bajas emisiones de carbono para cumplir los objetivos de seguridad de clima y energía enfocado a la rehabilitación de los edificios ya existentes. Los objetivos del proyecto RESSEEPE son:

1. Reunir herramientas de diseño y toma de decisiones, fabricantes de materiales de construcción innovadores en un programa de demostración fuerte para mejorar el desempeño del edificio público a través de la adaptación;
2. Avanzar técnicamente, adaptar, demostrar y evaluar una serie de innovadoras tecnologías de adaptación;

3. Lograr reducciones del consumo de energía alrededor del 50%;
4. Implementar un proceso sistemático para la selección de la mejor mezcla posible de adaptación, adaptada a las necesidades particulares del edificio;
5. Integrar nuevas tecnologías (envolvente del edificio, almacenamiento, energías renovables, TICs).

El proyecto recibe financiación del 7º Programa Marco de la Unión Europea (GA nº 609377) y está participado por 25 socios de toda Europa, con alta participación española: **TECNALIA, OHL, CIM, UPC, EURECAT, Grupo Puma**, incluyendo dos edificios piloto el **Hospital de Tarrasa y Hospital Parc Taulí de Sabadell**. TECNALIA ha liderado el paquete de trabajo de Desarrollo de Tecnologías para soluciones de rehabilitación en edificios, y además ha estado implicado en el desarrollo tecnológico de mortero superaislante basado en aerogel, fachadas ventiladas con fotovoltaica, ventanas electrocrómicas con alimentación fotovoltaica, almacenamiento estacionario, estrategias de control y modelos predictivos de los sistemas de climatización,...

**CPVMATCH (P): Concentrating Photovoltaic modules using advanced technologies and cells for highest efficiencies (2015-2018).**  
(<https://cpvmatch.eu/>)

CPVMATCH busca desarrollar módulos fotovoltaicos de alta concentración (HCPV- High Concentrating PhotoVoltaic) en base a tecnologías avanzadas y células de mayores eficiencias, para llevar el rendimiento real de los módulos HCPV más cerca de los límites teóricos, con un objetivo de lograr células y módulos trabajando a un nivel de concentración  $\geq 800x$  con una eficiencia de 48% y 40%, respectivamente, con un bajo impacto ambiental.

Esto debe lograrse a través de novedosas arquitecturas multi-unión de células solares utilizando materiales y procesos avanzados para una mejor adaptación espectral e innovadores conceptos de módulo HCPV con mejor óptica y diseños de interconexión, incluyendo nuevos enfoques para la

gestión de la luz. Además CPVMATCH pretende asegurar una rápida y eficiente transferencia de las innovaciones realizadas en el proyecto a la industria, por un lado, incluyendo a los principales agentes industriales europeos como socios del proyecto e involucrándoles desde el principio en las actividades de investigación y desarrollo y, por otro lado, teniendo en cuenta en el diseño de los desarrollos la posterior integración de las innovaciones en sistemas HCPV completos usando seguidores, componentes de BOS, etc. ya existentes.

La participación española está representada por **TECNALIA y IES-UPM**.

**BFIRST (C): Development and demonstration of standardized BIPV components (2012-2016). (<http://www.bfirst-fp7.eu/>)**

El objetivo principal del proyecto BFIRST es el diseño, desarrollo y demostración de productos fotovoltaicos para integración en la edificación, basados en una tecnología de encapsulado de células fotovoltaicas en materiales compuestos (composites propiedad de TECNALIA). El proyecto incluye el diseño, la fabricación, instalación y monitorización de una familia de productos (2 tipos de fachada ventilada, teja, lucernario, elemento de sombreadamiento, balcones) en edificios reales ubicados en diferentes localizaciones en Europa: Pikermi en Grecia, Mons en Bélgica y Derio en España.

El proyecto, liderado por **TECNALIA** ha recibido financiación del 7º Programa Marco de la Unión Europea (GA nº 296026) y ha sido llevado a cabo por un consorcio europeo de 9 empresas, entre las que se incluyen las españolas **ACCIONA INFRAESTRUCTURAS y ATERSA (ELEC NOR)**.



**MASLOWATEN: Market uptake of an innovative irrigation Solution based on LOW WATER-ENERgy consumption (2015-2018).**  
*(<http://maslowaten.eu>)*

El proyecto MASLOWATEN tiene como objetivo introducir en el mercado un sistema de bombeo fotovoltaico para la irrigación agrícola que no consume electricidad convencional y ahorra un 30% de agua.

Liderado por la **Universidad Politécnica de Madrid**, este proyecto recibe financiación del programa de la Unión Europea “Horizonte 2020” (Acuerdo No640771) y está compuesto por 13 miembros de cinco países Europeos (España, Italia, Holanda, Austria y Portugal) pertenecientes a todos los ámbitos, federaciones de usuarios, investigadores, universidades y empresas.

El proyecto se divide en tres líneas de actuación diferenciadas cuyos objetivos son:

1. Mostrar la viabilidad técnica y económica de sistemas a gran escala de bombeo continuo fotovoltaico para el regadío utilizando 100% energías renovables;
2. Reducir el consumo de agua mediante el uso de Automatismos, ITC y otras soluciones agrícolas de precisión;
3. Lograr la introducción de esta solución al mercado.

El sistema ha sido adaptado a cinco modalidades de riego distintas (bombeo fotovoltaico a presión constante para riego con pivots o para riego por aspersión, sustitución parcial de bombas con grupo diésel para regadío a presión constante, bombeo 100% fotovoltaico a balsa elevada, sustitución parcial de bombas conectadas a la red eléctrica). Además, presenta cinco demostradores a escala real y una potencia total de 820 kWp.

### **SOLAR-TRAIN: Photovoltaic modules lifetime, forecast and evaluation (2016-2020)**

El Proyecto se dedica a investigar los aspectos que conciernen al aseguramiento de la calidad y verificación de tiempo de vida y condiciones de funcionamiento de módulos fotovoltaicos, utilizando para ello factores climáticos de degradación, análisis de sistemas, parámetros de materiales (polímeros), modelos de tiempos de vida y capacidad de generación de energía y en general funcionamiento y mejora asociada a una óptima O&M. [www.solar-train.eu](http://www.solar-train.eu)

El proyecto no solo se enfoca en investigación, sino en formación real que culmina con la posibilidad de obtención de un doctorado para los estudiantes participantes.

Pertenece a la convocatoria H2020-Marie Skłodowska Curie-ITN-2016. Líder es Fraunhofer y participantes Universidades de Loughborough y Liubliana, **CENER**, PCCL (Austria), EURAC (Italia), EDF (Francia), BAIWA (Italia)

### **HESiTSC: High efficiency silicon based tandem solar cell (2015-2017)**

El objetivo del proyecto HESiTSC es el aumento de la eficiencia de las células FV utilizando el concepto de células tándem para aprovechar mayor parte del espectro de la radiación solar. El proyecto utiliza como sub-célula inferior silicio y como sub-celdas superiores diferentes materiales de la familia III/V basados en InGaP. El reto de este proyecto es la fabricación de estas células tándem monolíticamente.

Este proyecto está enmarcado dentro de las “Transnational Calls SOLAR-ERA.NET” y recibe financiación por parte del MINISTERIO DE ECONOMIA Y COMPETITIVIDAD dentro del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica. El consorcio está liderado por el Royal Institute of Technology

(KTH) y cuenta con 3 entidades dedicadas a la I+D (KTH, Karlstad University y **CENER**) y una PYME (Tandem Sun AB)

**ETFE-MFM: Desarrollo y demostración de un módulo fotovoltaico multifuncional basado en material ETFE para integración arquitectónica (2013-2017).**

El objetivo de largo alcance del proyecto es el desarrollo, evaluación y demostración de un elemento arquitectónico con LED (iluminación) y fotovoltaica (BIPV) para generación de electricidad integrados. El elemento constructivo propuesto tiene características multifuncionales (electrónica de control para los sistemas de iluminación también integrada) y está diseñado basado en el material ETFE para ser utilizado formando parte de la arquitectura textil tan de moda últimamente en grandes edificaciones.  
[www.ette-mfm.eu](http://www.ette-mfm.eu)

El Proyecto que acaba en Noviembre 2017 corresponde a la convocatoria ENERGY.2012.2.1-2 Demonstration of multifunctional PV modules. El líder es ITMA (centro tecnológico de Asturias), Taiyo (empresa alemana que instala arquitectura “tensada”), **Acciona Infraestructuras**, Belectric (fabricante de módulos FV flexibles), Greenovate, y **CENER**

**5.1.2. EU EIT KIC INNOENERGY (Knowledge & Innovation Community (KIC- InnoEnergy) de la Comisión Europea).**

**BIPV INSIGHT (C): Development of an integrated software tool for performance prediction of BIPV products (2014-2016).**  
 (<http://www.innoenergy.com/innovationproject/our-innovation-projects/bipvinsight/>)

El proyecto BIPV INSIGHT, financiado por EIT KIC Inno Energy, se ha enfocado al desarrollo de una herramienta de simulación precisa, versátil y adaptada a las necesidades del usuario, que permite predecir el

funcionamiento de los sistemas fotovoltaicos integrados en edificio (sistemas BIPV, por sus siglas en inglés), tanto desde el punto de vista del sistema FV (p.e. producción energética) como desde el propio edificio (p.e. consumos energéticos), para lo que se han utilizado modelos BIM de los productos fotovoltaicos. Se han desarrollado además algoritmos para la modelización óptica, térmica y eléctrica, así como para la determinación de la producción energética y el análisis económico de las instalaciones fotovoltaicas.

El proyecto ha sido liderado por **TECNALIA** que, además, ha participado en la definición de especificaciones, y ha sido responsable del desarrollo de los modelos ópticos, eléctricos y económicos y el plan de monitorización y validación. Asimismo, ha participado en la fase de pruebas y validación del software desarrollado. Destaca la participación española de otras empresas como **TFM Energía Solar Fotovoltaica** (beta testers, validación de software, y aportando especificaciones como expertos instaladores BIPV) y el **Grupo COMSA**.

#### **FASCOM (C): Compact solar streetlight (2014-2016).**

El proyecto FASCOM, financiado por EIT KIC Inno Energy, ha consistido en el desarrollo de una farola solar compacta, de muy alta eficiencia, cuyo principal elemento es una cúpula fotovoltaica en forma de semiesfera, en la que se integran todos los elementos clave de una farola: una luminaria de LEDs combinada con tecnología fotovoltaica de capa fina CIGS, una nueva generación de baterías (LiFePO<sub>4</sub>), electrónica de control y potencia optimizada para la gestión inteligente de la energía e implementación de comunicaciones remotas. La farola tiene dos versiones: conectada a red y modelo autónomo, que se diferencia básicamente por el tamaño de las baterías. La versión conectada a red puede actuar de forma bidireccional, entregando energía a la red o cargando las baterías desde la red, en función de las necesidades. La evolución del diseño de la farola y su modelo de negocio asociados han devenido en un elemento de idónea para las smartcities, el SOLAR HUB, al poder albergar sensórica, comunicaciones, potencial de recarga de dispositivos de baja potencia, etc. Empresas españolas que han participado en el proyecto FASCOM: **SIARQ** (empresa

diseñadora, y que explotará la farola FASCOM), **TECNALIA** y **SECE** (empresa catalana especialista en la iluminación urbana).

**HANDLE (P): A hybrid photovoltaic-thermodynamic solar system for electricity and heat generation (2015-2016).**

El proyecto HANDLE, financiado por EIT KIC Inno Energy, consiste en el desarrollo de un nuevo sistema solar híbrido fotovoltaico-termodinámico (FVTd) para generación de electricidad y calor que proporciona el menor costo de agua caliente sanitaria (ACS) y maximiza el autoconsumo de energía fotovoltaica (FV).

La unión de las tecnologías de la termodinámica (Td) y fotovoltaica (FV) en un colector permite la generación de electricidad y calor simultánea, en una simbiosis de forma que ambas tecnologías funcionan de manera óptima y sin interferir negativamente en el comportamiento de la otra, aumentando el uso anual total del recurso solar. Además, el sistema de control general mejora el rendimiento de la bomba de calor (HP) y maximiza el autoconsumo de la energía solar FV, mejorando el balance total de energía, lo que la hace más predecible y controlable. La solución también alarga la vida útil de los elementos más caros, módulos FV y compresor de bomba de calor. La participación española está representada por **TECNALIA** y **ENERGY PANEL, ATERSA**.

**5.1.3. Otros proyectos internacionales de I+D+i**

*Proyecto InVivo nEXTh (EraNetMed)*

Este proyecto está financiado por el programa *EraNetMed* (Euro-Mediterranean Cooperation Through ERANET) dentro de la línea de Sistemas y Centrales Fotovoltaicas, el objetivo del proyecto es optimizar las prácticas de operación y mantenimiento de las centrales fotovoltaicas en el

contexto de la diversificación del clima mediterráneo. Este proyecto está participado por la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica del **CIEMAT**

### **Emergiendo con el sol**

La Agencia Española de Cooperación está desarrollando el proyecto denominado Emergiendo con el sol, que cuenta con la colaboración de Grupo de Investigación y Desarrollo de Energía Solar de la **Universidad de Jaén** (UJA) y el Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima (CER-UNI).

El objetivo principal de este proyecto es prestar apoyo científico-material y de transferencia de experiencias y conocimientos por parte de investigadores de ambos grupos para reforzar su capacidad tecnológica y fomentar la participación ciudadana. Para ello, las actividades principales para conseguir este objetivo son el fomento de la I+D y de la formación, difusión y promoción empresarial.

### **APPI: Atmospheric Pressure Processing for Industrial Solar Cells (2015-2018).**

El objetivo del proyecto es alcanzar eficiencias de célula del 21.5% usando procesos a presión atmosférica de bajo coste.

Tres procesos a baja presión (texturado avanzado, emisor de alta eficiencia y pasivación) se están desarrollando para conseguir las células de bajo coste y alta eficiencia. Cada uno de los procesos se va a probar en una línea de producción por separado, y de forma conjunta, y se espera un aumento de eficiencia a la vez que una reducción de coste del 40%.

Dada la limitada capacidad de inversión de la industria, los nuevos procesos deben poder integrarse en las líneas de producción existentes, y es por eso

que se ha optado por un células de alta eficiencia de emisor pasivado y trasero (PERC).

Conforme nos acercamos al límite de mejora a base de reducir la recombinación y la resistencia serie, la eficiencia de la célula se mantiene limitada por pérdidas ópticas. Por eso en este proyecto se va a poner especial énfasis en un nuevo proceso de texturado basado en ataque seco y húmedo, del que pueden beneficiarse más del 80% de las células actualmente en el mercado. Es en esta parte donde se centra el trabajo del PV-lab del NTC.

El proyecto está liderado por el Fraunhofer ISE, y participado por Schmidt, **NTC Valencia** y otras empresas europeas.

## **5.2. Proyectos nacionales**

### **5.2.1. RETOS**

**SPHERES (C): Building integrated PV glass based on spherical silicon solar cells (2015-2017).**

El proyecto SPHERES propone el desarrollo de módulos fotovoltaicos con geometrías planas y curvas, semitransparentes, de alta eficiencia en la producción fotovoltaica y elevado nivel estético y de confort, mediante la implementación en vidrio laminado de una novedosa tecnología solar basada en células esféricas de silicio cristalino. Este producto muestra grandes sinergias con las medidas pasivas de control solar y aislamiento térmico habitualmente utilizadas en los edificios. El proyecto se enmarca dentro de una colaboración con la empresa japonesa SPHELAR POWER Corporation, mientras que la participación española está representada por **TECNALIA y CRICURSA**. Cuenta con financiación del Programa RETOS de MINECO.

## SOLEF-UHCPV

Dentro del Programa Estatal de I+D+i Orientado a los Retos de la Sociedad, Ministerio de Economía y Competitividad de España, la **Universidad de Jaén** (UJA) ha desarrollado el proyecto SOLEF-UHCPV basado en Nuevas arquitecturas para el desarrollo de sistemas a ultra-alta concentración fotovoltaica (UHCPV).

El proyecto SOLEF-UHCPV pretende resolver los retos que el desarrollo de esta tecnología de ultra-alta concentración plantea mediante nuevas arquitecturas de células solares, configuraciones ópticas y mecanismos de refrigeración. Esto permitirá aumentar el factor de concentración y la eficiencia de los módulos fotovoltaicos y a la vez reducir el precio y el coste de los mismos. El objetivo último es “Desarrollar módulos UHCPV de alta eficiencia compactos y ligeros, con factores de concentración superiores a 2000 soles”.

### **AiSoVol: Solución de generación fotovoltaica para su uso como material constructivo alternativo en la edificación (2016-2018).**

El objetivo de este proyecto es el desarrollo experimental, la fabricación y el ensayo en un entorno controlado, de un módulo solar fotovoltaico modular, integrable y polivalente (módulo fotovoltaico “plug&play”), capaz de facilitar su utilización como elemento arquitectónico. Así, se desarrollará la fabricación de un módulo mediante encapsulamiento de sus elementos eléctricos con técnicas de laminación tipo sándwich a baja temperatura, utilizando distintos tipos de termoplásticos transparente en lugar de vidrio templado, materiales de cohesión y entramado estructural de fibras.

Este proyecto se engloba dentro del RETO 3 (R3): RETO ENERGÍA SEGURA, EFICIENTE Y LIMPIA del Programa Estatal de I+D+i orientada a los Retos de la Sociedad, correspondiente a la convocatoria de 2015. En este proyecto participan como socios el Centro Nacional de Energías Renovables (**CENER**) y el Instituto Tecnológico de Energías Renovables (**ITER**) y finaliza en 2018.



### 5.2.2. Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación para el periodo 2013-2016 (PEICTI 2013-2016)

Durante el periodo 2013-2016 la Unidad de Energía Solar Fotovoltaica del **CIEMAT** ha desarrollado los siguientes proyectos, englobados en el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación para el periodo 2013-2016 (PEICTI 2013-2016)

- ✓ *Proyecto HELLO (PEICITI)*: dentro de la línea de Dispositivos de Silicio Depositado, el proyecto ha estudiado la pasivación de obleas de silicio multicristalino mediante hidrogenación por diferentes métodos.
- ✓ *Proyecto GRAFAGÉN (PEICITI)*: basado en la caracterización de láminas de grafeno de una, dos y tres capas atómicas respectivamente, para su aplicación a electrodos transparentes de células de heterounión de silicio.
- ✓ *Proyecto Oxycon (PEICITI)*: dentro de la línea de Materiales Policristalinos de Lámina Delgada, el proyecto está basado en el estudio de óxidos conductores transparentes con distinto tipo de conductividad.
- ✓ *Proyecto Confianza-FV (PEICITI)*: basado en el estudio del impacto de la radiación ultravioleta, el almacenamiento a alta temperatura y las vibraciones en el tiempo de vida de diferentes tipos de módulos fotovoltaicos.

### 5.2.3. Otros proyectos nacionales

### **TEXTUMODU: Desarrollo de vidrios estructurados para el control de la radiación infrarroja y su aplicación a la fotovoltaica (2016-2017)**

El proyecto TEXTUMODU tiene como objetivo general el desarrollo de vidrios estructurados con funcionalidades avanzadas en el manejo de la luz infrarroja y cuya integración en módulos fotovoltaicos proporcione un aumento en su rendimiento energético. Más concretamente, en este proyecto se plantea el diseño y la fabricación de un vidrio cuyas estructuras superficiales proporcionen una reflectancia elevada de la radiación solar en un rango de longitudes de onda entre 1200 nm y 2500 nm, correspondiente al infrarrojo cercano. Como resultado del proyecto se espera conseguir un aumento en la eficiencia de los módulos fotovoltaicos basados en la tecnología estándar de silicio cristalino.

El proyecto está financiado por el Gobierno de Navarra dentro de la convocatoria específica de proyectos I+D para Centros Tecnológicos dentro de la categoría de proyectos colaborativos. El consorcio está liderado por **CENER** y cuenta con la colaboración del Departamento de Física de la **Universidad Pública de Navarra (UPNA)** como socio.

### **OMEGA financiado por la Comunidad de Madrid)**

Este proyecto realizado por Unidad de Energía Solar Fotovoltaica del **CIEMAT** dentro de la línea de Componentes y Nuevos Desarrollos, está basado en la realización de una simulación de la generación eléctrica de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios.

## **5.3. Proyectos generados en el periodo 2016 nacionales e internacionales por miembros de FOTOPLAT.**

En la tabla siguiente se presenta un listado de los proyectos de I+D generados por los miembros de FOTOPLAT en convocatorias nacionales/

regionales. Esta información ha sido suministrada por los propios socios de FOTOPLAT

EMPRESA	ACRÓNIMO PROYECTO	TÍTULO PROYECTO	NOMBRE CONVOCATORIA	TIPO CONVOCATORIA	ESTADO
CENER	SOLAR-TRAIN	Photovoltaic modules lifetime, forecast and evaluation	H2020-Marie Skłodowska Curie-ITN-2016	Europa	Aceptada
TECNALIA, ACCIONA, EURECAT	LOWUP	Low valued energy sources Upgrading for buildings and industry uses	H2020-EE-RIA 2016	Europa	Aceptada
TECNALIA	GRIDSOL	SMART RENEWABLE HUBS FOR FLEXIBLE GENERATION: SOLAR GRID STABILITY	H2020-LCE-2016-2017 (16-2-2016)	Europa	Aceptada
CENER, UPNA	TEXTUMODU	Desarrollo de vidrios estructurados para el control de la radiación infrarroja y su aplicación a la fotovoltaica	Convocatoria específica de proyectos I+D para Centros Tecnológicos ( Gov de Navarra)	Autonómica	Aceptada
EURECAT, ICMAB-CSIC	SEPOMO	Spins for Efficient Photovoltaic Devices based on Organic Molecules	H2020-MSCA-ITN-2016	Europa	Aceptada
INGETEM POWER TECHNOLOGY SOCIEDAD ANONIMA		INVERSOR SOLAR TRIFÁSICO DE ALTA DENSIDAD DE POTENCIA	Proyectos de Investigación y Desarrollo (PID)	CDTI	Aceptada
TECNALIA		EVALUATION OF SOLAR-RELATED TECHNOLOGY (GEL + FILM). FIRST STAGE	EIT KIC Inno Energy	Nacional	Aceptada
INSTITUTO DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS DE CONCENTRACIÓN, AEORUM, FUNDACIÓN AYESA	DRONES4CIP	Drones for Critical Infrastructure Protection	PROGRAMA FEDER-INNTERCONECTA	Nacional	Aceptada
IHT-MONDRAGON ASSEMBLY-PLASTICOS ALAI	SOHOTECH	DESARROLLO EQUIPOS Y PROCESOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO HOLOGRÁFICO	Hazitek- Gobierno Vasco	Autonómica	Aceptada
Universidad de Jaén	SOLEF-UHCPV	New architectures for the development of systems at ultra-high concentration	Ministerio de Economía y Competitividad. Plan Nacional I+D+i	Nacional	Aceptada

		photovoltaic levels (ENE2016-78251-R)			
<b>Universidad de Jaén</b>	-	Global Investigation on the spectral effects of soiling losses	Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC) - SUPERGEN SuperSolar, UK	Internacional no UE	Aceptado
<b>Universidad de Jaén</b>	-	Caracterización y modelado de las irradiancias espectrales global sobre plano inclinado y directa normal mediante técnicas estadísticas y de inteligencia artificial	Universidad de Jaén. Plan Propio de Investigación	Local	Aceptada
<b>Universidad de Jaén</b>	-	Mejora de las capacidades en energía y agua de la universidad autónoma Benito Juárez de Oaxaca para el Desarrollo sostenible de las Comunidades indígenas locales	Universidad de Jaén. Plan Propio de Cooperación Internacional	Local	Aceptada
<b>CIEMAT, UPC, UPM, UB</b>	CHENOC	CELULAS SOLARES DE HETEROUNION DE SILICIO DE ESTRUCTURA NO CONVENCIONAL	Retos 2016	Nacional	Aceptada
<b>Institut de Recerca de Energia de Catalunya, Universidad Autónoma de Madrid, Universidad de Barcelona, Universidad Jaime I</b>	WINCOST	Tecnologías de calcogenuros de banda prohibida ancha para aplicaciones de energía solar de bajo coste y alta eficiencia	Proyectos I+D+i – Retos 2016	Nacional	Aceptada
<b>Universidad Politécnica de Madrid</b>	TORMES	Almacenamiento de energía en aleados de silicio fundido	EXPLORA dic2015	Nacional	Aceptada 2016
<b>Universidad Politécnica de Madrid</b>	AMADEUS	NEXT GENERATION MATERIALS AND SOLID STATE DEVICES FOR ULTRA HIGH TEMPERATURE ENERGY STORAGE AND CONVERSION	H2020	Europeo	Aceptada
<b>Compañía Española de Alta Eficiencia Fotovoltaica BSQ</b>	DIMACON	DIMACON: Desarrollo e Industrialización de un Módulo fotovoltaico de Alta	Retos Colaboración 2016	Nacional	Aceptada

<b>Solar, S.L., Universidad Politécnica de Madrid</b>		CONcentración			
<b>ONYX (UVA SUBC.)</b>	PV-INV	Aplicación de la tecnología fotovoltaica integrada en edificios (BIPV) para Invernaderos agrícolas.	PROYECTOS DE I+D EN PYMES 2016 (Convocatoria de ayudas de la Agencia de Innovación, Financiación e Internacionalización Empresarial de Castilla y León)	Autonómica	Presentada
<b>ONYX (TECNALIA SUBC.)</b>	PVCOM	MULTIFUNCTIONAL PHOTOVOLTAIC DEVICES BASED ON TRANSPARENT COMPOSITE AND CIGS FOR INTEGRATION	CoD6-Eurostars 2	Europa	Presentada
<b>ONYX</b>	EverClean	EVERCLEAN - A DURABLE SELF-CLEAN COATING FOR SOLAR PANELS TO IMPROVE PV ENERGY GENERATION EFFICIENCY	H2020-FTIPilot-2016-1	Europa	Presentada
<b>Universidad de Jaén</b>	-	Accurate energy yield prediction model for concentrating photovoltaic (CPV) systems (POST-DOC/0916/0269)	Cyprus Research Promotion Foundation under the RESTART 2016-2020 programmes	Internacional no UE	Presentada
<b>Universidad Politécnica de Madrid</b>	ENMESH	ENabling Micro-ConcEntrator PhotovoltaicS with Novel Interconnection MetHods	SOLAR ERA-NET (2016)	Nacional	Aceptada Europa pendiente financiacion nacional

## 6. Perspectivas

De cara al próximo año esperamos que la reactivación del sector a nivel nacional gracias al desarrollo del autoconsumo y del desarrollo de nuevos proyectos a gran escala, se traduzca en una reinversión en el capital y el potencial tecnológico español en materia de I+D+i del sector solar fotovoltaico.

Además, cabe esperar que la creación de la nueva Agencia Estatal de Investigación dentro del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad a finales de 2016 suponga un antes y un después en la apuesta gubernamental por el desarrollo de la investigación en España.

La Agencia contará con una mayor independencia económica para la gestión del presupuesto asignado lo que facilitará la concesión, seguimiento y éxito de los proyectos que se presenten a las diferentes convocatorias, respondiendo así a lo que venía demandando la comunidad científica y actuando como sus homólogos a nivel europeo. Asegurando un marco de financiación estable y predecible en los próximos años, con recursos propios y externos, así como presupuestos plurianuales.