



UNEFA

Unión Española Fotovoltaica

PROPUESTAS PARA UNA ESTRATEGIA INDUSTRIAL FOTOVOLTAICA

Mayo 2020

UNEFA

Índice

Resumen ejecutivo	3
1. Energía fotovoltaica: de la carrera aeroespacial a ser la base del sistema energético.....	11
1.1 Una breve historia.....	11
1.2 La evolución en España: pioneros, <i>boom</i> , moratoria y resurgimiento	13
1.3 Perspectivas: Más fotovoltaica en todo el mundo	16
2. El sector fotovoltaico generador de actividad económica y empleo en España....	18
2.1 Sólida cadena de valor	18
2.2 Contribución al crecimiento económico.....	19
2.3 Generador de empleo	19
2.4 Presente en mercados internacionales	20
2.5 Innovador	21
2.6 Fuerte base industrial	21
3. La consolidación de la industria fotovoltaica española como oportunidad para la economía nacional.....	25
3.1 Sector eléctrico: Ante la emergencia, desarrollo constante y estable.....	28
3.1.1 Introducir mecanismos para mantener estable la construcción de la nueva capacidad.....	29
3.1.2 Reformar el marco regulatorio de conexión a red y agilizar la tramitación administrativa	29
3.1.3 Fomentar el autoconsumo fotovoltaico para empresas industriales	30
3.2 Política industrial: Reindustrialización de la economía mediante las tecnologías bajas en carbono.....	32
3.3 I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el <i>gap</i> tecnológico.....	35
3.4 Comercio exterior: Exportación de equipos fotovoltaicos para mejorar la balanza comercial	40
3.5 Formación: Capacitación de trabajadores para la transición ecológica	43

Resumen ejecutivo

La tecnología fotovoltaica se ha convertido en la fuente de generación de energía más popular del mundo. Además de renovable, es tecnológicamente simple, sin barreras de entrada, competitiva, limpia y capaz de proveer grandes **plantas de generación en suelo** o pequeñas instalaciones de **autoconsumo**. Esta realidad no es ajena a la Agencia Internacional de la Energía que estimó en 2019 la capacidad fotovoltaica a instalarse hasta 2024 a nivel mundial en **700 GW**, es decir, más de 100 GW anuales de forma sostenida durante los próximos años. Para Europa *SolarPower Europe* preveía (antes de la irrupción del covid-19) la instalación de 20 GW anuales hasta 2023.

En España, de acuerdo a las cifras contempladas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) se deberán instalar unos **30 GW de fotovoltaica hasta 2030**, multiplicando por más de tres la capacidad actual. En términos económicos, esta nueva capacidad supondrá una inversión del orden de **20 mil millones de euros**. Para una economía como la española, en la que el sector industrial ha perdido peso específico, esta fuerza inversora es una gran **oportunidad** para la **consolidación del sector industrial fotovoltaico español**, que, aunque fue pionero, ha sufrido los vaivenes del desarrollo de la capacidad en nuestro país.

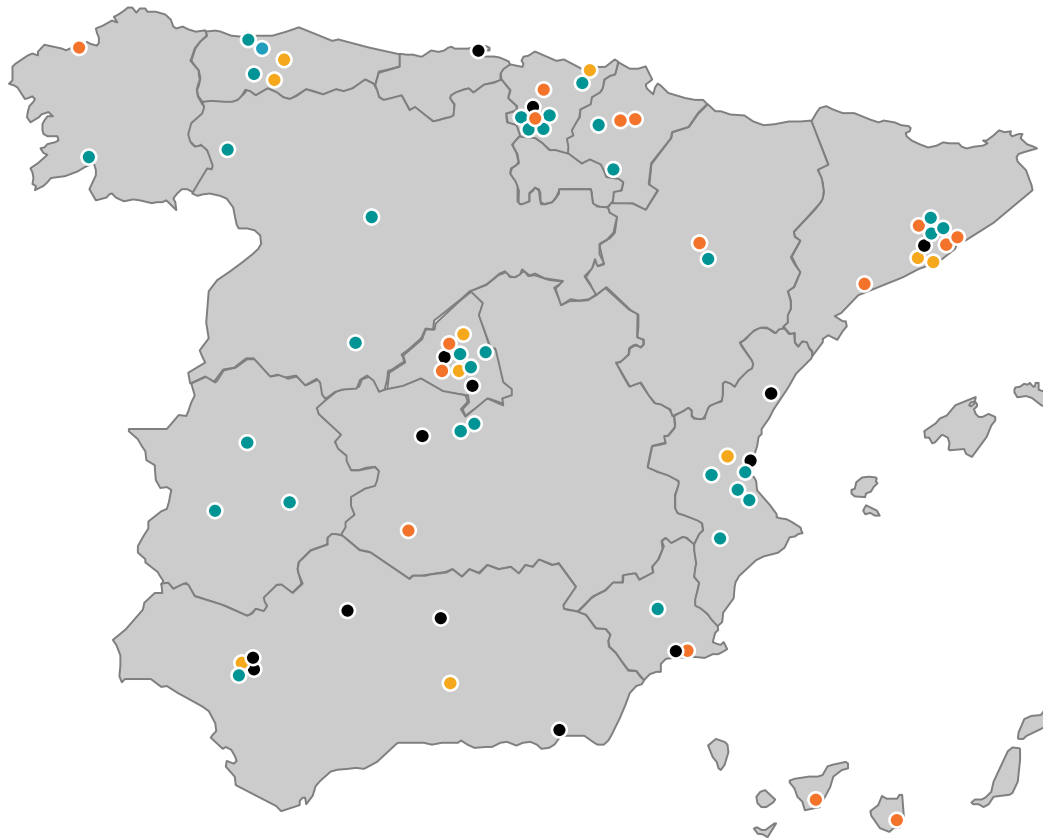
El objetivo debe ser, en los casos en los que sea económica y técnicamente sostenible, la **producción nacional** de las tecnologías necesarias para construir la nueva capacidad fotovoltaica. La transición energética puede suponer para España no solo energía renovable y reducción de emisiones, sino mayor **actividad industrial y empleo**. Desde UNEF entendemos que las condiciones para lograr este objetivo son favorables.

A nivel **europeo** existe una **apuesta por la reindustrialización**, parte central del Pacto Verde Europeo de la nueva Comisión, que nuestro país debe aprovechar. España cuenta con **empresas con tecnología propia** en los elementos con mayor valor añadido de la cadena de valor de un proyecto fotovoltaico: electrónica de potencia, seguidores, estructuras, diseño, *epccistas*, promotores. En suma, unos elementos que suman más del 65% del coste total de la planta (Figura 3 y Figura 12).

Además, nuestro país cuenta con empresas **líderes a nivel mundial**. Entre los **diez mayores fabricantes a nivel mundial** de **seguidores** solares hay **cinco** empresas que fabrican en España: PVH, Soltec, Nclave, STi Nordland y Gonvarri (Figura 15). Esta situación se repite en el top-10 de fabricantes de **inversores**, en el que hay dos empresas españolas: Ingeteam y Power Electronics (Figura 16).

A pesar de esta fuerte posición en la cadena de fabricación, aún parece necesaria la consideración como tal del **sector industrial fotovoltaico nacional**. Con el objetivo de zanjar este debate, desde UNEF hemos elaborado el siguiente **mapa de capacidades** en el que se han identificado 32 fabricantes con capacidad de producción nacional, 13 empresas tecnológicas (o fabricantes que producen en el extranjero), 15 centros de investigación y 15 universidades con actividad formativa o investigadora en fotovoltaica.

Figura 1. Mapa de capacidades del sector industrial FV español. Fuente: UNEF y FOTOPLAT



● Fabricantes:

- Alusín Solar (Estructuras)
- Ampere Energy (Baterías)
- Atersa (Paneles)
- Braux (Estructuras, Seguidores)
- BSQ Solar (Módulos)
- Cegasa (Baterías)
- CSolar (Estructuras)
- Escelco (Paneles)
- Exide Technologies (Baterías)
- Gave (Protecciones)
- Gonvarri Solar (Estructuras)
- GP Tech (Inversores)
- Hydra Redox (Baterías)
- Imedexsa (Estructuras)
- Ingeteam (Inversores)
- INSO (Estructuras)
- Isifloating (FV Flotante)
- JEMA Energy (Inversores)
- Magon (Estructuras)
- Mondragón (Montaje módulos)
- Nclave (Seguidores y Estructuras)
- Onyx Solar (Paneles)
- Ormazabal (Equip. eléctrico)
- Power electronics (Inversores)
- Praxia (Estructuras, Seguidores)
- PVH (Seguidores y Estructuras)
- Solarstem (Estructuras)
- Soltec (Seguidores, Estructuras)

- Stansol (Estructuras, Seguidores y FV Flotante)
- STI Norland (Seguidores, Estructuras)
- Sunfer Energy (Estructuras)
- Zigor (Inversores)

● Tecnólogos¹:

- Acciona
- Binoovo Solar
- Enertris
- Exiom group
- Green Power Monitor
- Isotrol
- Leadernet
- Phoenix Contact
- Tamesol
- Weidmuller
- Tecnalía
- Teknia group
- Whitewall energy

● Centros de investigación:

- CENER
- CETENMA
- CIC Energigune
- CIEMAT
- CIRCE
- Eurecat C. Tecnológico Cataluña

- Funditec
- ICMAB-CISC
- IK4 Tekniker
- ICIQ Inst. Catalán Inv. Química
- IMDEA Energía
- ITER Instituto Tecnológico y de Energías Renovables
- Instituto Tecnológico de Galicia
- IREC Inst. Inv. Energía de Cataluña
- Instituto Tecnológico de Canarias

● Universidades e institutos:

- EPSU Mondragón
- Instituto de Energía Solar UPM
- Instituto de Materiales Avanzados UJI
- ISFOC, Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración
- Nanophotonics Tech Center, UPV
- Nanostructured Solar Cells Group Univ. Pablo de Olavide
- Univ. Carlos III de Madrid
- Univ. de Almería
- Univ. de Cantabria
- Univ. de Castilla-La Mancha
- Univ. de Córdoba
- Univ. de Jaén
- Univ. Politécnica de Cartagena
- Univ. Politécnica de Cataluña
- Univ. de Sevilla

¹ Los fabricantes que no producen en España se incluyen como Tecnólogos.

El sector fotovoltaico en su conjunto (fabricación, ingeniería, construcción, mantenimiento, etc.) tiene un considerable impacto en la economía nacional, con una contribución al PIB de más de **5.000 millones de euros** en 2018, cuando el sector tenía una actividad moderada comparado con 2019. Además, esta actividad económica deja una considerable **huella de empleo**. En 2018 estimamos más de 29 mil trabajadores, de los que 7.500 fueron directos, 13.400 indirectos y 8.400 inducidos, respectivamente.

En 2019 esta cifra se habrá incrementado sensiblemente con el importante desarrollo que tuvo el sector, tanto en plantas en suelo como en autoconsumo, por todo el país, incluyendo zonas de la España vaciada. Empleando datos de IRENA puede estimarse el **empleo generado en 2019** en unas **20 mil personas**, lo que nos llevaría a que en el inicio de la crisis del covid-19 el sector fotovoltaico daba **empleo entre directo, indirecto e inducido** a alrededor de **60.000 personas**. En los próximos años, estas cifras podrían aumentar con una decidida apuesta por la fabricación fotovoltaica.

Además, el covid-19 ha demostrado la vulnerabilidad de las cadenas de suministro internacionales y la necesidad de reforzar la industria nacional. Como apuntaba la **Comisaria de Energía** Kadri Simson en abril de 2020, la crisis del covid-19 debe hacer más prioritaria aún la apuesta de Europa por el liderazgo mundial en las tecnologías limpias. En esto, España tiene una gran **ventaja competitiva** respecto a los países de nuestro entorno: un mejor **recurso solar y territorio** disponible para desarrollarlo.

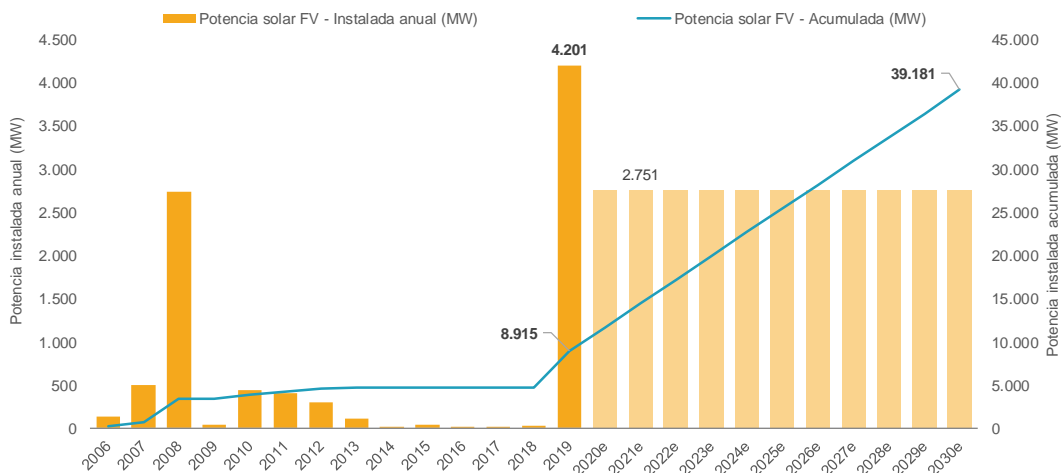
Para apalancarse en esta favorable posición de partida, aprovechar nuestra ventaja y generar crecimiento económico para superar la crisis del covid-19, deberá implementarse una **Estrategia Industrial Fotovoltaica**. En este documento **proponemos una serie de medidas y reformas** que, a nuestro juicio, debería incluir esta estrategia, agrupadas en los cinco ejes siguientes: Sector eléctrico, Política industrial, Innovación y Desarrollo, Comercio exterior y Formación.

1. Sector eléctrico: Desarrollo estable de la nueva capacidad fotovoltaica

El peor modelo para el desarrollo de un sector industrial es el que por diversas circunstancias hemos seguido en España, acelerón-parón-acelerón. Para que los actores económicos hagan una apuesta por invertir en I+D+i y/o en capacidad manufacturera es necesario que prevean un **mercado estable y predecible**. Así, las empresas con producción nacional en la cadena de valor pueden dimensionar sus instalaciones y tener la **certidumbre** suficiente para tomar decisiones.

El mercado previsto por el PNIEC (con 30 GW nuevos y 20 mil millones de euros de inversión) debe ser aprovechado para el fortalecimiento y crecimiento del **sector industrial fotovoltaico**. Pero si este proceso de inversión se concentra en pocos años con etapas intermedias de desierto, no solo no se propicia la generación de un sector industrial, sino que se perjudica, por los excesos de capacidad y los cuellos de botella que pueden aparecer. Para aportar esta certidumbre, es esencial una **visión de medio plazo** que asegure que se introducen **2-3 GW al año** de nueva capacidad (como en la Figura 2) hasta los 39 GW que marca el PNIEC en 2030.

Figura 2. Evolución estable de la potencia de fotovoltaica para cumplir el escenario objetivo a 2030. Fuente: Elaboración propia con datos de REE y el PNIEC



Este desarrollo además de ser estable durante la próxima década, debe **reactivarse rápidamente tras la crisis del covid-19**. Las propuestas incluidas a continuación están por tanto alineadas con la ‘Aportación del sector fotovoltaico a la reactivación económica tras la crisis del covid-19’, Informe publicado por UNEF en abril de 2020.








Sector eléctrico: Desarrollo estable de la nueva capacidad fotovoltaica

1	Convocar subastas renovables	Convocar subastas (<i>pay-as-bid</i> y precio por energía) anualmente para mantener constante la construcción de nuevas plantas.
2	Convocar subastas de capacidad firme	Introducir una señal económica que fomente la hibridación de distintas renovables y la instalación de almacenamiento.
3	Facilitar e incentivar la firma de PPAs	Suprimir barreras para la firma de PPAs renovables e incentivar su firma por los electrointensivos (solo para nuevos proyectos).
4	Revisar el diseño del mercado eléctrico	Reforma del mercado marginalista para que afloren señales de inversión a largo plazo.
5	Reformar el acceso y conexión a red	Nuevo procedimiento para obtener permisos. Concursos tras cierre de instalaciones termonucleares. Hibridación y sobrepotenciación.
6	Reducir plazos administrativos	Tramitación totalmente digital, simultaneidad entre trámites y mayores recursos de personal en las administraciones.
7	Revisar criterios de capacidad de la red	Adaptar el factor de potencia de cortocircuito a la integración actual de las renovables en la red.
8	Autoconsumo industrial	Campañas públicas e incentivos para fomentar el autoconsumo en el sector industrial (en especial a los electrointensivos).
9	Estrategia nacional de autoconsumo	Analizar el potencial del autoconsumo en el sector industrial y establecer objetivos específicos.
10	Tramitación de autoconsumo	Digitalización, homologación y simplificación de procesos introduciendo la tramitación por comunicación previa.
11	Reducción del término fijo de la factura	Reformar los cargos del sistema eléctrico para incrementar el peso del componente variable en la factura eléctrica.
12	Gestión de la demanda	Regular el agregador y la gestión de la demanda para que la digitalización del consumo permita reducir costes energéticos.

2. Política industrial: Reindustrialización de la economía mediante las tecnologías bajas en carbono

Con el fin de capturar el mayor valor para la economía española de la nueva capacidad fotovoltaica se deberá diseñar e implementar una **estrategia** que tenga como objetivo la consolidación de la industria fotovoltaica nacional. Asimismo, a nivel europeo, España debería promover que el sector fotovoltaico sea reconocido como una **cadena de valor de importancia estratégica para Europa**.

Figura 3. Componentes FV y empresas con fabricación nacional. Fuente: Elaboración propia

 Módulos (35% coste)	 Seguidores (15% coste)	 Estructura (10% coste)	 Inversor (20% coste)	 Aparamenta (5% coste)	 Transformador (15% coste)	 Baterías
Atersa BSQ Solar Escelco Mondragón Asse. Onyx Solar	Braux BSQ Solar Nclave Praxia PVH Soltec Stansol STI Norland	Alusín solar Braux Csolar Gonvarri solar Imedexsa INSO Aluminios Isigenere Magon Nclave Praxia PVH Solarstem Soltec Stansol STI Norland Sunfer Energy	GP Tech Ingeteam JEMA Energy Pw.r. Electronics Zigor	Gave Ormazábal	DF Electric Eremu IESA IMEFY Ormazábal Suesa	Ampere Energy Cegasa Exide Tech. Hydra Redox

La estrategia deberá tener en cuenta **toda la cadena de valor** fotovoltaica, desde componentes con mayor capacidad de fabricación nacional (seguidores, inversores, estructuras, etc.) hasta actividades ahora minoritarias (purificación de silicio, reciclaje de módulos). Se tratará de buscar la **movilización de la inversión privada** (respetando la libre competencia) y emplear la **digitalización** como transformación necesaria. Para ello, se proponen las medidas siguientes.

Política industrial: Reindustrialización mediante tecnologías bajas en carbono

1	Estrategia industrial fotovoltaica	Ejercicio de análisis estratégico entre sector público y privado para la consolidación del sector industrial fotovoltaico nacional.
2	Fomento de la producción nacional	Financiación blanda para ampliación de cadenas de producción y plantas FV con equipos nacionales (p.ej. vía ICO o CDTI).
3	Simplificación administrativa	Facilitar la tramitación administrativa de las empresas fabricantes (silencio administrativo, plazos de respuesta más cortos, etc.).
4	Incentivos fiscales a la fabricación	Reducciones específicas de impuestos para atraer nueva inversión en capacidad de fabricación de componentes fotovoltaicos.
5	Movilización de fondos europeos	Capturar para España programas de préstamos InvestEU, del BEI y fondos FEDER para aumentar capacidad de fabricación nacional.
6	Fomento del acceso a programas públicos	Una estructura administrativa (p.ej. oficinas específicas) que ayude a la industria a acceder a programas europeos y nacionales.
7	Digitalización industrial	Fomentar la digitalización de las empresas industriales para mejorar su competitividad y avanzar hacia la fabricación inteligente.

3. **I+D+i: Innovación basada en misiones para mantener la ventaja competitiva y superar el gap tecnológico**

La ventaja competitiva del sector industrial fotovoltaico nacional se apoya entre otras en la elevada **intensidad en innovación** de las empresas, con una de las mayores ratios de gasto en I+D por ingresos de España. Las empresas del sector fotovoltaico español operan en un entorno internacional muy competitivo en el que es necesaria una **innovación constante** para poder mantener su posición comercial.

Por otro lado, en los sectores de actividad distintos a la generación eléctrica, las tecnologías para la reducción de emisiones de CO2 están más lejos de una explotación comercial masiva. Las aplicaciones más prometedoras se apoyan en general en las renovables eléctricas, pero existe aún un **gap tecnológico** que debe afrontarse mediante la ciencia y la innovación.

Deberá avanzarse también en el **sistema eléctrico** para una operación con alta penetración de renovables fomentando la **hibridación y el almacenamiento**. Asimismo, se deberá realizar la **digitalización** del sistema introduciendo el Internet de las cosas y el *blockchain* para la gestión integrada de la demanda. Para acelerar la digitalización de las empresas (tanto en el sector industrial como en el sector eléctrico), lo que condicionará su competitividad futura, es esencial poner a su disposición las mejores tecnologías disponibles basadas en redes 5G.

Asimismo, proponemos fomentar la **colaboración público-privada** y una mayor movilidad profesional entre ambos sectores. Los centros tecnológicos deben contar con los recursos necesarios para captar talento en el sector privado, y debe haber más investigación en las empresas para que éstas contraten doctores y tecnólogos.

Por todo lo anterior, proponemos implementar un **programa de I+D en tecnologías limpias** para el que realizamos las siguientes propuestas.

I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el gap tecnológico

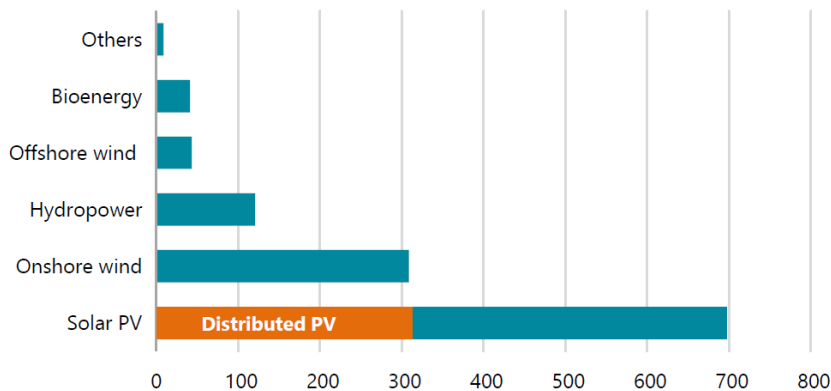
1	Principios del programa de I+D	Basado en misiones, sector público ágil, distribución de conocimientos, investigación en empresa, toda la cadena de valor.
2	Investigación en aplicaciones solar-to	Apoyar aplicaciones innovadoras de la fotovoltaica para producir combustibles renovables como el hidrógeno.
3	Digitalización del sistema eléctrico	Incentivar la utilización de Internet de las cosas (domótica) y <i>blockchain</i> para la gestión integrada de la demanda.
4	Reducir el impacto ambiental de la FV	Programas de investigación público-privados. Desde fabricación (reciclaje, huella carbono) hasta generación (uso de agua, suelo).
5	Apoyar nuevas tecnologías FV	Desarrollo (p.ej. vía compra pública innovadora) de aplicaciones como: BIPV, VIPV ² , flotante, agrovoltaica, concentración, Thin film.
6	Permitir plantas experimentales	Adaptar la regulación actual del sector eléctrico para permitir la conexión y operación de plantas con equipos experimentales.

² *Building Integrated PV*, FV integrada en edificación. *Vehicle Integrated PV*, FV integrada en vehículos.

4. **Comercio exterior: Exportación de productos fotovoltaicos para mejorar la balanza comercial**

Las previsiones de los distintos actores internacionales muestran que el mercado de la energía fotovoltaica está en plena expansión en todo el mundo muy por encima de otras tecnologías renovables. España puede aprovechar esta situación y constituirse como un **hub fotovoltaico**, al contar tanto con desarrolladoras y constructoras con presencia internacional como con fabricantes clave en la cadena de valor.

Figura 4. Proyección de nueva capacidad renovable (GW) por tecnología entre 2019 y 2024. Fuente: Agencia Internacional de la Energía



La demanda interna derivada de la construcción de plantas en España en los próximos años, si ésta se desarrolla de forma estable, debería permitir **consolidar la capacidad de fabricación nacional**. Así, cuando promotoras y constructoras españolas, líderes a nivel mundial, aprovechen esta expansión internacional podrán ejercer un **efecto arrastre** sobre los fabricantes nacionales, aumentando las exportaciones de estos últimos. Para ello, proponemos las medidas siguientes.

Comercio exterior: Exportación de equipos FV para mejorar la balanza comercial

1	Política exterior para elevar la ambición	Impulsar mayor ambición contra el cambio climático para ampliar las oportunidades para las empresas del sector renovable.
2	Mayores acciones de promoción	Apoyar una feria internacional en España. Apoyo coordinado de delegaciones y cuerpo diplomático y más presencia en extranjero.
3	Mayor conocimiento de los exportadores	Considerar las empresas del sector fotovoltaico en los programas de promoción de exportaciones e inversiones.
4	Eliminar las barreras comerciales	Firma de acuerdos comerciales para eliminar barreras a la exportación de los componentes fotovoltaicos nacionales.
5	Continuar programas de apoyo público	Continuar el FIEM ³ para ayudar a mejorar la competitividad de los productos nacionales en el entorno internacional.
6	Información de subastas inter.	Realizar seguimiento y dar publicidad a las subastas de renovables internacionales para el desarrollo de nueva capacidad.
7	Aavales para la exportación	Líneas de aavales (<i>Downpayment, Performance</i> y <i>Guarantee</i>) para fabricantes exportadores (p.ej. vía CESCE o ICO).

³ Fondo para la Internacionalización de la Empresa (FIEM).

5. **Formación: Capacitación de trabajadores para la transición ecológica**

La nueva capacidad fotovoltaica que se está instalando en España está generando un número considerable de empleos en la construcción y la puesta en marcha de las plantas. La mayor demanda de equipos está teniendo también como consecuencia la necesidad de ampliar las plantillas de los fabricantes nacionales.

Para cubrir esta demanda de empleo, y más aún si se implementan las medidas incluidas en este documento para el refortalecimiento de la industria fotovoltaica nacional, **serán necesarios trabajadores cualificados**. El sector va a demandar un gran número de profesionales que puedan participar en esta ‘revolución industrial verde’. Por cuantificar esta **demanda de empleo**, según datos de IRENA para una planta fotovoltaica de 50 MW se generan del orden de 150 empleos en su construcción y unos 200 empleos en la fabricación de componentes.

Para cubrir esta demanda de nuevos profesionales, lo que ya hoy es complejo para las empresas del sector, proponemos las siguientes **medidas de formación y capacitación**.

Formación: Capacitación de trabajadores para la transición ecológica

1	Adaptación de los planes formativos	Revisar los currículos de titulaciones universitarias, de FP y formación para el empleo y adaptarlos a las renovables.
2	Formación para la transición justa	Implementar planes de formación para la reconversión hacia el sector fotovoltaico de profesionales y zonas afectadas.
3	Formación local en fotovoltaica	Incorporar formación local en empleos de construcción y mantenimiento de plantas fotovoltaicas.
4	Capacitación de los funcionarios públicos	Para agilizar la tramitación administrativa de las instalaciones fotovoltaicas tanto de generación como de autoconsumo.

Una vez realizadas las propuestas en los cinco ejes mencionados queremos resaltar la **gran oportunidad que nos presenta la transición ecológica**. España cuenta con un sector que ha sido pionero, empresas de capital español con tecnología propia que han demostrado su competitividad internacional, profesionales bien preparados y un mercado importante.

Es el momento, y más en un contexto de recuperación post-covid-19, de aprovechar esta oportunidad y que el sector fotovoltaico se convierta en uno de los **motores de la economía** nacional y nuestro país en un **hub fotovoltaico internacional**. No podemos correr el riesgo de que en 2030 tengamos una energía más limpia, pero haber desperdiciado la ocasión de que la transición ecológica sea palanca para una verdadera **revolución industrial ‘verde’**.

1. Energía fotovoltaica: de la carrera aeroespacial a ser la base del sistema energético

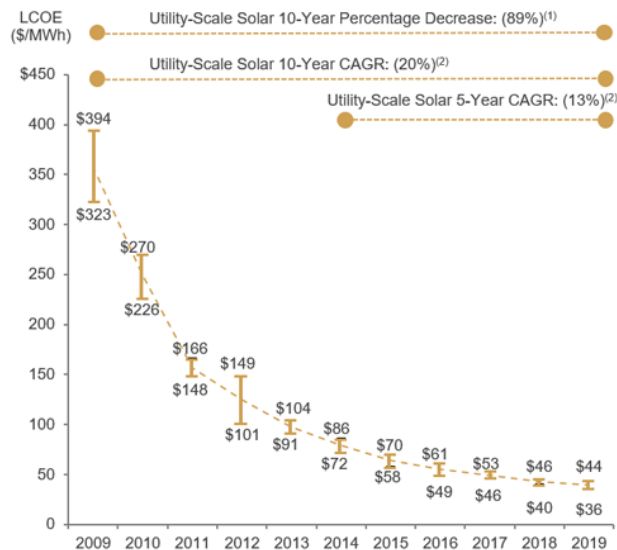
1.1 Una breve historia

La tecnología fotovoltaica comenzó su explotación comercial en los años 50 como fuente de energía para instalaciones espaciales en Estados Unidos. En aquel momento, los costes eran muy altos, pero las características de la tecnología le permitían cumplir con los requisitos de este tipo de aplicaciones: fiabilidad, funcionamiento autónomo y escalabilidad.

El buen funcionamiento de la tecnología fotovoltaica en los primeros satélites llevó a su uso en numerosas misiones espaciales. La propia carrera espacial contribuyó al desarrollo de la tecnología ya que además de Estados Unidos la Unión Soviética empleó paneles para proveer energía a sus satélites.

A pesar de tener un uso extendido en aplicaciones espaciales, el coste de los paneles solares no permitía realizar instalaciones terrestres a costes competitivos por lo que no se contemplaba como alternativa para generación eléctrica. Esta situación comenzó a cambiar en los años 70 cuando las consecuencias de la crisis del petróleo impulsaron mayor investigación y desarrollo en energías renovables. Como primeras aplicaciones en suelo, la fotovoltaica se utilizó en plantas experimentales e instalaciones aisladas para la electrificación rural.

Figura 5. Coste de la tecnología fotovoltaica (\$/MWh). Fuente: Lazard

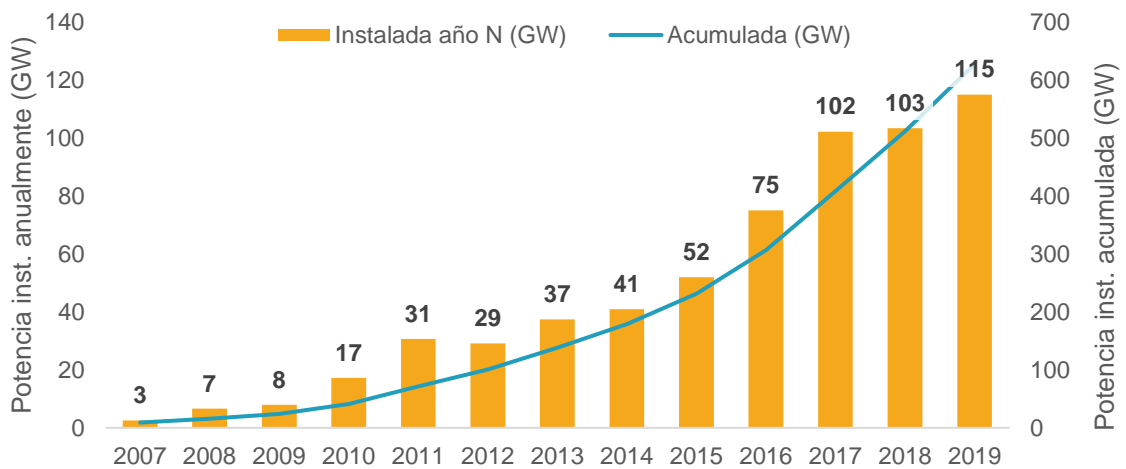


En las décadas posteriores la tecnología continuó desarrollándose reduciendo sus costes y aumentando la eficiencia. Desde finales de los 2000 hasta hoy el desarrollo tecnológico se ha acelerado traduciéndose en una reducción muy significativa de los costes (-89% desde 2009 hasta 2019 según Lazard) situando definitivamente a la energía fotovoltaica como una energía competitiva. En países como España, con el recurso solar disponible, la energía fotovoltaica es la **más competitiva de todas**

(renovables o no), generando energía a costes por debajo del precio del mercado de producción.

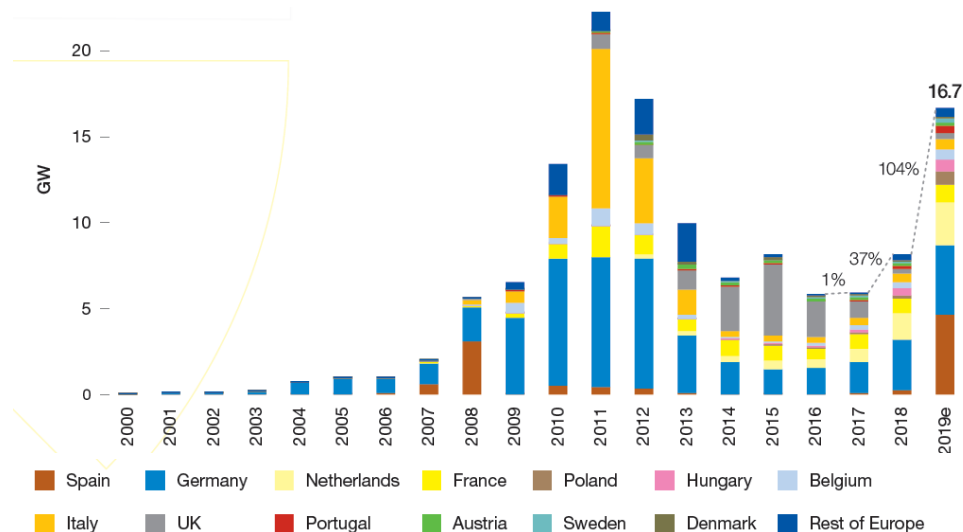
La competitividad económica de la tecnología, unida a la integración de la lucha contra el cambio climático en la política energética, se dejan ver en la potencia fotovoltaica instalada **a nivel mundial** que no ha parado de crecer en los últimos 12 años: de 3 GW instalados en 2007 se ha pasado a los cerca de 100 GW anuales en 2017 y 2018 y 115 GW en 2019.

Figura 6. Evolución anual y acumulada de la instalación de potencia fotovoltaica (GW).
Fuente: UNEF con datos de AIE



En **Europa** la implantación de la tecnología fotovoltaica para generación eléctrica ha experimentado una evolución desigual. Los esquemas de apoyo regulatorio de finales de la década de los 2000 comenzaron un ambicioso despliegue en países como España, Alemania e Italia, que se redujo sustancialmente entre 2013 y 2018.

Figura 7. Serie histórica de nueva capacidad fotovoltaica (GW) en Europa.
Fuente: Solar Power Europe



Esta tendencia dubitativa se rompió en 2019 con un crecimiento del 104% respecto a los datos del año anterior. La previsión de cierre de la potencia instalada el pasado año es de 16,7 GW, aproximándose a los récords históricos de 2011. Otro elemento a destacar del año 2019 es que la nueva capacidad está repartida entre más países diferentes que en ningún otro año de la serie.

1.2 La evolución en España: pioneros, *boom*, moratoria y resurgimiento

España fue uno de los países pioneros en el desarrollo de la tecnología fotovoltaica. De hecho, en los años 70 del siglo pasado se funda el **Instituto de Energía Solar** de la Universidad Politécnica de Madrid, uno de los primeros del mundo enteramente dedicados a la energía fotovoltaica.

También en 1981 se funda **Isofotón**, basada inicialmente en la célula bifacial que a principio de este siglo era la mayor fábrica de células solares en Europa. A principios de los años 90 España representaba el 50% de la producción mundial de módulos, aunque ésta estaba varios órdenes de magnitud por debajo de los valores actuales.

En la Figura 8 puede verse la evolución del mercado de producción de módulos en los últimos 20 años. A finales de los 2000 Estados Unidos, Japón y la Unión Europea eran los líderes. En 2007, la fabricación de módulos fotovoltaicos en Europa, de la que España representaba una parte significativa, alcanzó su máximo histórico de **33% del mercado global**.

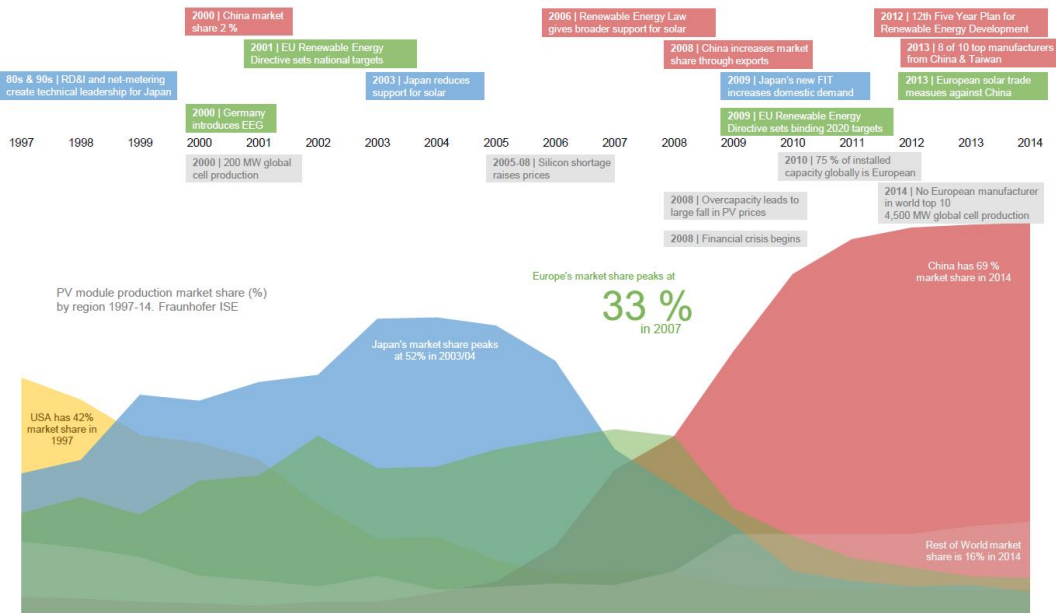
A partir de entonces la demanda mundial de módulos fotovoltaicos comenzó a crecer significativamente, pero por varios motivos⁴ los fabricantes europeos no tuvieron la capacidad para absorberla. Por su parte, **China había invertido mucho en capacidades de fabricación** (en lugar de estimular la demanda, como se hizo en Europa), lo que le permitió llenar el vacío que dejaron los fabricantes europeos y aprovechar las ventajas de las economías de escala⁵. A China se le unieron posteriormente otros países del sudeste asiático.

En España, el sector de fabricación de componentes fotovoltaicos, además de las dificultades experimentadas por sus colegas europeos y la entrada de China, sufrió los **vaivenes de la construcción de nueva capacidad**. De un desarrollo masivo se pasó de forma muy seguida a cifras muy reducidas (Figura 7), se cerraron muchas fábricas y se perdieron empleos. Además, a partir de 2013 con la reforma del sector eléctrico, la fotovoltaica entró en una fase de moratoria en la que prácticamente no se construyeron plantas de generación.

⁴ Contratos tipo take-or-pay de compra del silicio, con precios altos que reflejaban la anterior escasez, lo que los puso en desventaja frente a los nuevos entrantes chinos.

⁵ Además, el gobierno chino continuó apoyando a su industria proporcionando deuda y garantías gubernamentales, impulsada también por un mercado interno que crecía un 50%.

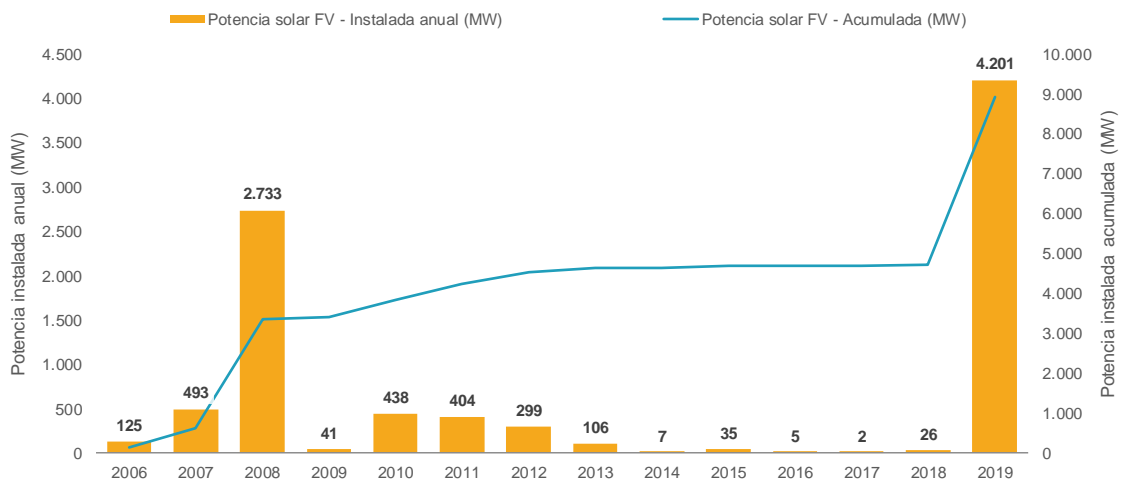
Figura 8. Evolución histórica del mercado de producción de módulos fotovoltaicos.
Fuente: Trinomics para la Comisión Europea, 2016



En aquel momento se clausuraron empresas que eran tecnológicamente punteras, (fábricas de módulos de capa fina o de concentradores solares), que tuvieron que cerrar por la desaparición del mercado nacional.

Sin embargo, a pesar de la competitividad asiática y sin demanda nacional para sus equipos, hay empresas que se han ganado una fuerte posición en el sector industrial fotovoltaico mundial. Como muestra la Figura 12, empresas españolas tienen presencia en los segmentos de mayor valor añadido como la electrónica de potencia o los seguidores solares, sin apoyarse en la demanda nacional, gracias a su expansión internacional.

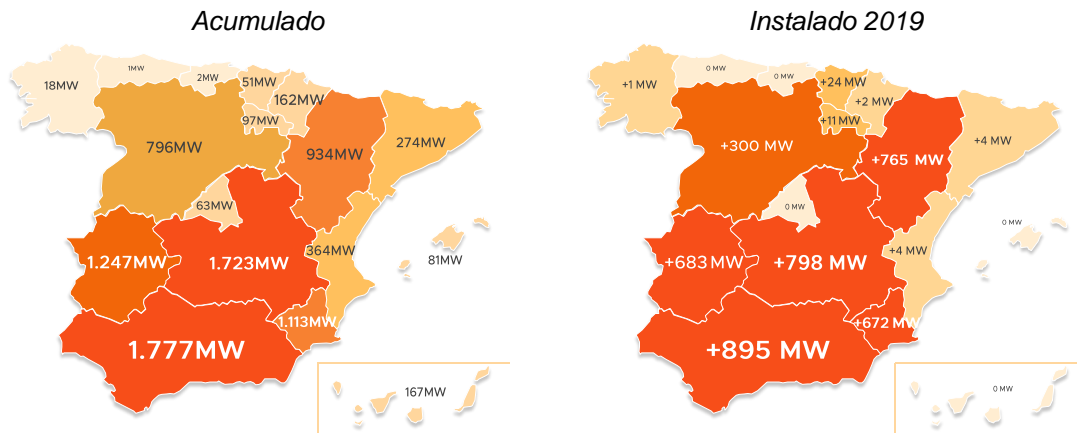
Figura 9. Serie histórica de capacidad fotovoltaica (MW) en España (excluyendo autoconsumo).
Fuente: UNEF con datos de REE



Afortunadamente, en los últimos años estamos viendo el despertar del sector fotovoltaico en España. El punto de partida fueron las **subastas de renovables celebradas del año 2017**, cuyo resultado sirvió de acicate al sector, que se dio cuenta de que podía competir en igualdad de condiciones con las demás tecnologías renovables.

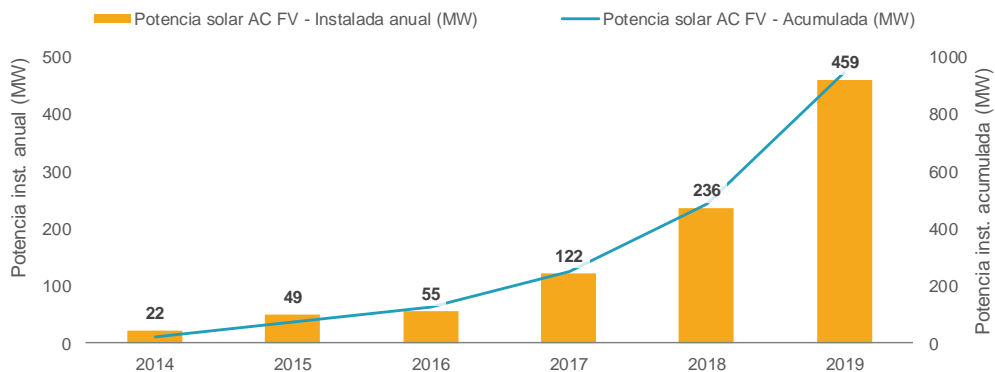
Este despertar se ha dejado notar en las cifras de potencia instalada en plantas de generación de 2019, que superaron el anterior récord histórico, ascendiendo a **4.201 MW** entre los que hay proyectos de las subastas de 2017 y plantas construidas sin ningún tipo de apoyo regulatorio. El mapa por Comunidades Autónomas muestra cómo Andalucía, Castilla-La Mancha, Extremadura y Murcia siguen siendo los principales focos de desarrollo. Con capacidades instaladas también importantes, les siguen Castilla y León y Aragón.

Figura 10. Serie histórica de capacidad fotovoltaica (GW) en España (excluyendo autoconsumo). Fuente: UNEF con datos de REE



Además de las plantas de producción, en nuestro país se está expandiendo el sector del **autoconsumo**, que estaba muy por debajo de su potencial. La supresión de barreras administrativas y económicas que realizó el Real Decreto-Ley 15/2018 y el nuevo marco de autoconsumo establecido por el Real Decreto 244/2019, permitirán situar a España en una situación similar a la de los países de nuestro entorno.

Figura 11. Serie histórica de autoconsumo fotovoltaico (MW) en España. Fuente: UNEF



1.3 Perspectivas: Más fotovoltaica en todo el mundo

Las perspectivas de futuro para la energía solar fotovoltaica son una continuación de las tendencias actuales de reducción de costes debido a la curva de aprendizaje tecnológico y a la instalación masiva de capacidad.

A nivel **mundial**, las implicaciones que tiene la competencia económica de la fotovoltaica son enormes. Países en desarrollo, en plena expansión de sus parques de generación tienen acceso a una tecnología renovable, económica, escalable y de rápida implementación. Según *Bloomberg New Energy Finance* en 2050, se espera que la eólica y la fotovoltaica representen el 50% de la capacidad de generación mundial. En concreto la fotovoltaica pasará de tener una contribución del 2% al 22% en la generación eléctrica mundial.

En **Europa** a partir del año 2020 *SolarPower Europe* estima la instalación de energía fotovoltaica en el rango de los 20 GW anuales superando con seguridad el anterior récord de 22,5 GW añadidos en 2011 y con tasas de crecimiento de dos dígitos hasta 2030. En estimaciones conservadoras se espera que se supere la cifra de 180 GW de capacidad instalada acumulada en 2023 (132 GW en 2019), en escenarios más optimistas se podrían superar los 270 GW.

En **España** el estado de tramitación de los permisos de acceso y conexión muestra un sector preparado para continuar su desarrollo: a fecha de 29 de febrero de 2020 y solo para fotovoltaica, hay 85 GW que han obtenido el permiso y 21 GW que están en trámites para su obtención (Fuente: REE).

Y es que, en la próxima década, si acudimos al escenario objetivo del **PNIEC**, se deberán instalar del orden de 3 GW anuales de energía fotovoltaica para alcanzar los 39 GW previstos a 2030. El autoconsumo también continuará la tendencia alcista que se observa en los últimos años. En un marco regulatorio liberalizado sin las barreras del RD 900/2015 y con una tarifa eléctrica que envíe las señales adecuadas, esperamos que se instalen unos 400-600 MW anuales.

No cabe duda de que todas las previsiones de desarrollo *business-as-usual* han quedado puestas en suspenso por la crisis sanitaria y económica del covid-19. Sin embargo, existe consenso en que la **transición energética debe ser uno de los principales elementos de los planes de recuperación**.

En este sentido, UNEF publicó en abril de 2020 el documento '*Aportación del sector fotovoltaico a la reactivación económica tras la crisis del covid-19*' en el que analizamos el impacto del covid-19 en el sector fotovoltaico nacional. En el mismo proponemos una serie de medidas para que el sector pueda contribuir a la reactivación de la economía. De implementarse, una vez se reinicie la actividad, el sector no solo mantendría sus perspectivas de crecimiento, sino que podría aumentarlas.

Desde UNEF entendemos que para reactivar la economía tras la crisis del covid-19 debe avanzarse a la vez en una economía más sostenible y más **competitiva**, en la cual

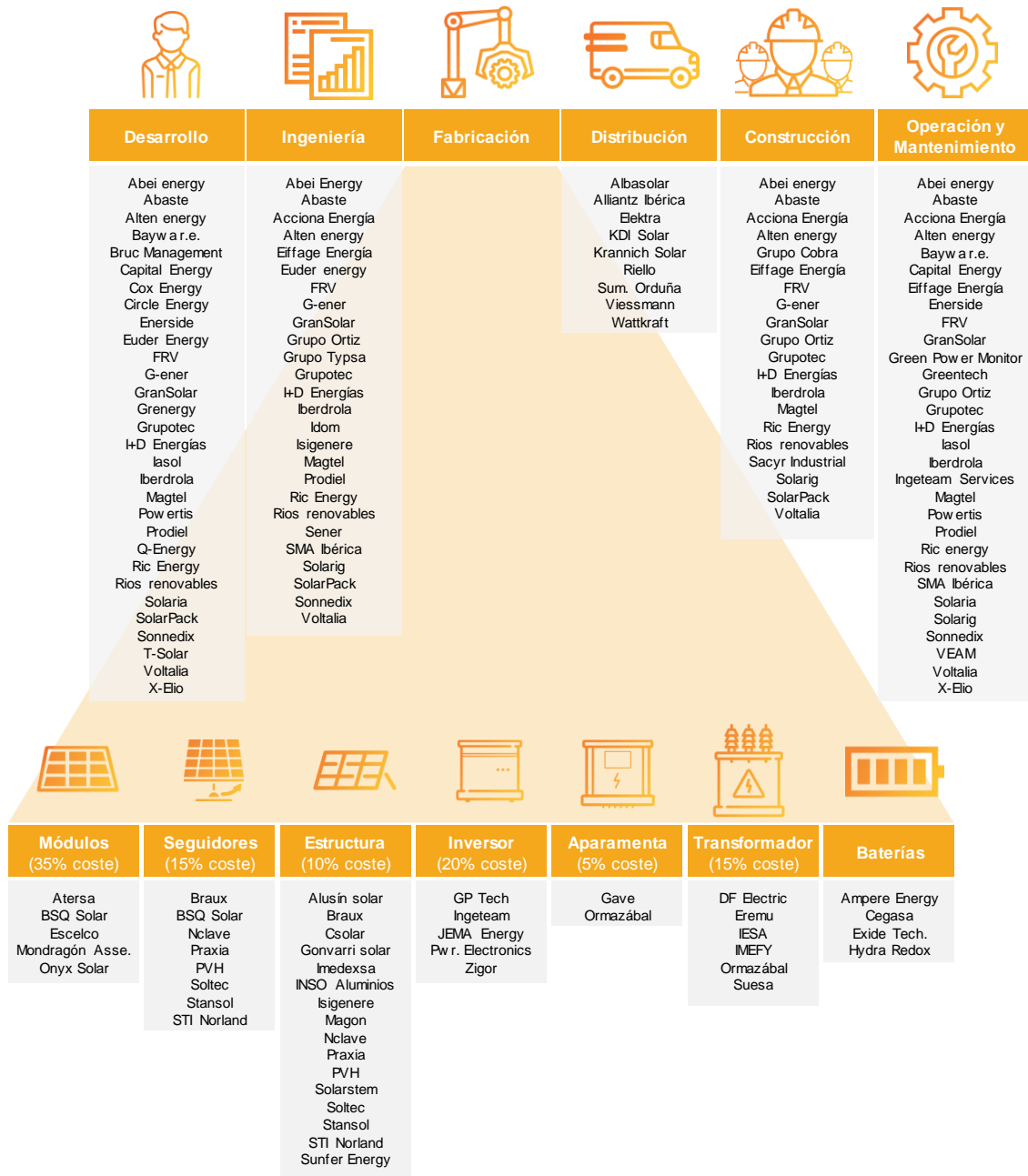
España puede ser una de las grandes beneficiadas. En el sector fotovoltaico contamos con empresas que disponen tecnología propia, que se sitúan entre las primeras del mundo, y sobre todo de una gran **ventaja competitiva** con respecto a los países de nuestro entorno: un mejor **recurso solar y territorio disponible** para desarrollarlo.

2. El sector fotovoltaico generador de actividad económica y empleo en España

2.1 Sólida cadena de valor

En ocasiones se relaciona al sector económico asociado a la energía fotovoltaica únicamente con la fabricación de uno de sus componentes: el módulo. Sin embargo, la cadena de valor de esta tecnología es mucho más amplia.

Figura 12. Cadena de valor del sector fotovoltaico español. Fuente: UNEF



Nota: Los fabricantes incluidos son aquéllos con capacidad de producción nacional

Además, el módulo cada vez tiene una participación más pequeña en el coste del proyecto (por debajo del 35%) y su fabricación tiene unos márgenes comerciales muy reducidos. En la cadena de valor fotovoltaica, aparte de fabricarse otros componentes que tienen un mayor peso en el coste final de la instalación, se tienen una gran variedad de actividades que generan crecimiento económico y empleo. Prueba de ello son las más de 430 empresas asociadas con las que cuenta UNEF en diferentes actividades.

2.2 Contribución al crecimiento económico

Como puede verse en la figura, el sector fotovoltaico tiene un considerable impacto en la economía nacional con una **contribución al PIB** de más de 5.000 millones de euros en 2018, cuando el sector tenía una actividad moderada, comparado con 2019. Asimismo, el sector tenía en 2018 una **huella de empleo** de más de 29 mil trabajadores, de los que 7.500 fueron directos, 13.400 indirectos y 8.400 inducidos, respectivamente.

Figura 13. Datos macroeconómicos del sector FV. Fuente: UCLM⁶

	2017	2018	
CONTRIBUCIÓN AL PIB NACIONAL	4.306 M€	5.119 M€	+19%
IMPACTO ECONÓMICO DE LAS EXPORTACIONES	1.168 M€	1.522 M€	+30%
GASTO EN I+D	79 M€	108 M€	+37%
EMPLEO HUELLA TOTAL (directo, indirecto e inducido)	24.526	29.306	+19%
BALANZA FISCAL	983 M€	1.071 M€	+9%

2.3 Generador de empleo

Aunque aún no está disponible nuestro Informe Anual con los datos de 2019, puede estimarse el empleo generado en ese año. Empleando datos de IRENA (Informe 'Renewable energy benefits leveraging local capacity for solar PV'), teniendo en cuenta que en el año 2019 se pusieron en marcha en España del orden de 4.200 MW de nueva capacidad fotovoltaica y que la construcción, el desarrollo y la distribución de equipos son netamente españolas, además de una parte de la fabricación, el impacto en empleos de este desarrollo puede estimarse en **más de 20 mil**.

⁶ Como parte de nuestro Informe Anual en UNEF contamos con el apoyo del grupo GEAR (Global Energy and Environmental Economics Analysis Research Group) de la Universidad de Castilla la Mancha (UCLM).

Estos serían adicionales a los que teníamos en 2018, lo que nos llevaría a que (antes de la irrupción del covid-19) el sector fotovoltaico daba **empleo entre directo, indirecto e inducido** a alrededor de **60.000 personas**.

Hay que destacar que las nuevas plantas fotovoltaicas se ubican en ocasiones en zonas de la **España vaciada**, generando actividad económica y empleo en dichas regiones. Asimismo, la caracterización del empleo del sector indica un **empleo estable y de calidad**, por encima de la media nacional, tanto en titulados superiores como medios y de formación profesional, además de en proporción de contratos fijos y a tiempo completo.

2.4 Presente en mercados internacionales

A pesar de ser un **país pionero** en el desarrollo de la tecnología, la actividad económica asociada a la energía fotovoltaica ha sufrido los altibajos del desarrollo de la capacidad en España. En España se pasó de instalar casi 3 GW de potencia en 2008, alcanzando una posición de liderazgo a nivel internacional, a cantidades muy inferiores en los diez años siguientes.

En aquel momento se clausuraron empresas que eran tecnológicamente punteras, (fábricas de módulos de capa fina o de concentradores solares), que tuvieron que cerrar por la desaparición del mercado nacional. Sin embargo, otras, a pesar de la competitividad asiática y sin demanda nacional para sus equipos, se han ganado una **fuerte posición en el sector industrial fotovoltaico mundial**.

*Figura 14. Presencia internacional de las empresas españolas del sector solar fotovoltaico.
Fuente: UCLM a partir de SABI, Ministerio de Asuntos Exteriores e ICEX*



Esta **fuerte presencia internacional** es común a gran parte de las empresas del sector que han sabido introducirse en los principales mercados mundiales. Hasta 70 empresas están presentes en 72 países (Figura 14) haciendo que el sector fotovoltaico español compita a nivel mundial.

Como resultado de esta expansión internacional el sector de la energía solar fotovoltaica en España es un exportador neto. En términos de PIB las exportaciones generaron **1.522 millones de euros en 2018**, lo que supone un 24% del total de huella económica del sector. De este total, la huella directa ascendió a 494 millones de euros.

La energía fotovoltaica contribuye además a **mejorar la balanza comercial del conjunto del país**, debido a la reducción en las importaciones de combustibles fósiles. La producción solar fotovoltaica evita producción con gas natural y carbón que, de otra forma, deberían ser importados.

2.5 Innovador

El sector fotovoltaico español tiene una larga tradición investigadora desde la fundación en la década de los años 70 del siglo pasado del **Instituto de Energía Solar (IES)** de la Universidad Politécnica de Madrid. Hoy en día, las empresas del sector fotovoltaico español operan en un entorno internacional muy competitivo en el que es necesaria una **innovación constante** para poder mantener su posición comercial.

La I+D ha jugado también un papel esencial en el desarrollo de productos adaptados a lo que demandan los mercados. De hecho, el sector solar fotovoltaico es uno de los sectores que más destina a la I+D en proporción a sus ingresos en España. En absoluto, el **gasto en I+D** en el año 2018 de las empresas del sector **alcanzó los 108 millones** de euros. En los últimos 15 años el sector industrial fotovoltaico ha publicado 357 patentes y modelos de utilidad.

Con la convicción de que la I+D es clave para mantener la posición de liderazgo de las empresas españolas en el sector industrial fotovoltaico en 2011 se creó **FOTOPLAT**, la plataforma tecnológica fotovoltaica española, de la que UNEF ostenta la presidencia. El objetivo de FOTOPLAT es establecer un punto de encuentro que promueva la I+D+i en el sector fotovoltaico, aunando en un mismo foro tanto a empresas como a centros de investigación.

El trabajo de la plataforma busca reforzar el posicionamiento del sector industrial español en las tecnologías fotovoltaicas evitando que se pierda el *know-how* desarrollado. Esta tarea se apoya en los fabricantes, centros de investigación y universidades activos en España.

2.6 Fuerte base industrial

Aunque es conocida la predominancia mundial de empresas chinas y de otros países del sudeste asiático en la producción de módulos fotovoltaicos, se suele omitir que empresas españolas se han posicionado en otros segmentos de la cadena de valor que en conjunto representan **mayor peso en el coste final**.

Además, el mercado de fabricación de módulos se caracteriza actualmente por una elevada sobrecapacidad y fuerte presión sobre los fabricantes para reducir precios. Como resultado, se tienen escasos márgenes y un precio decreciente, que ha llevado incluso al cierre a fábricas chinas.

Este escenario aconseja la especialización en otros elementos de la cadena de valor, cuyo peso en el coste total del proyecto será cada vez mayor. Los segmentos prioritarios serán aquellos en los que se pueda obtener una ventaja competitiva como: seguidores, electrónica de potencia, almacenamiento a pequeña y gran escala.

En este sentido, el **sector industrial fotovoltaico nacional** cuenta con una posición favorable al tener presencia entre los **diez mayores fabricantes a nivel mundial de seguidores** solares (PVH, Soltec, STI Norland, Nclave, Gonvarri) e inversores (Ingeteam, Power Electronics). Asimismo, las **estructuras** son una parte de la cadena de fabricación que es eminentemente local.

Figura 15. Ranking de fabricantes de seguidores fotovoltaicos en 2019.
Fuente: Wood Mackenzie

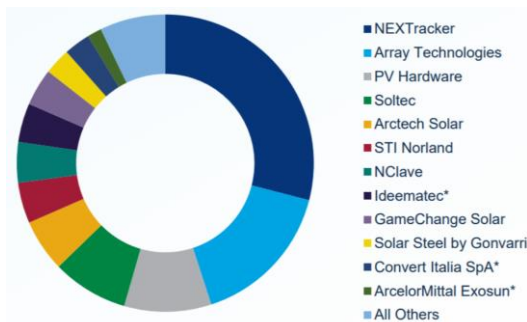
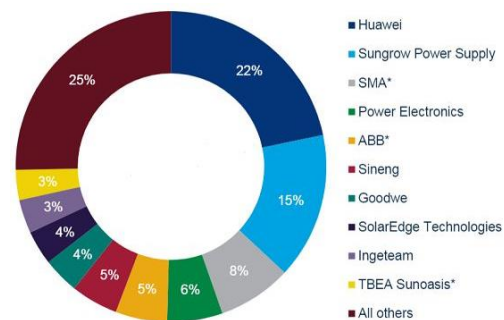


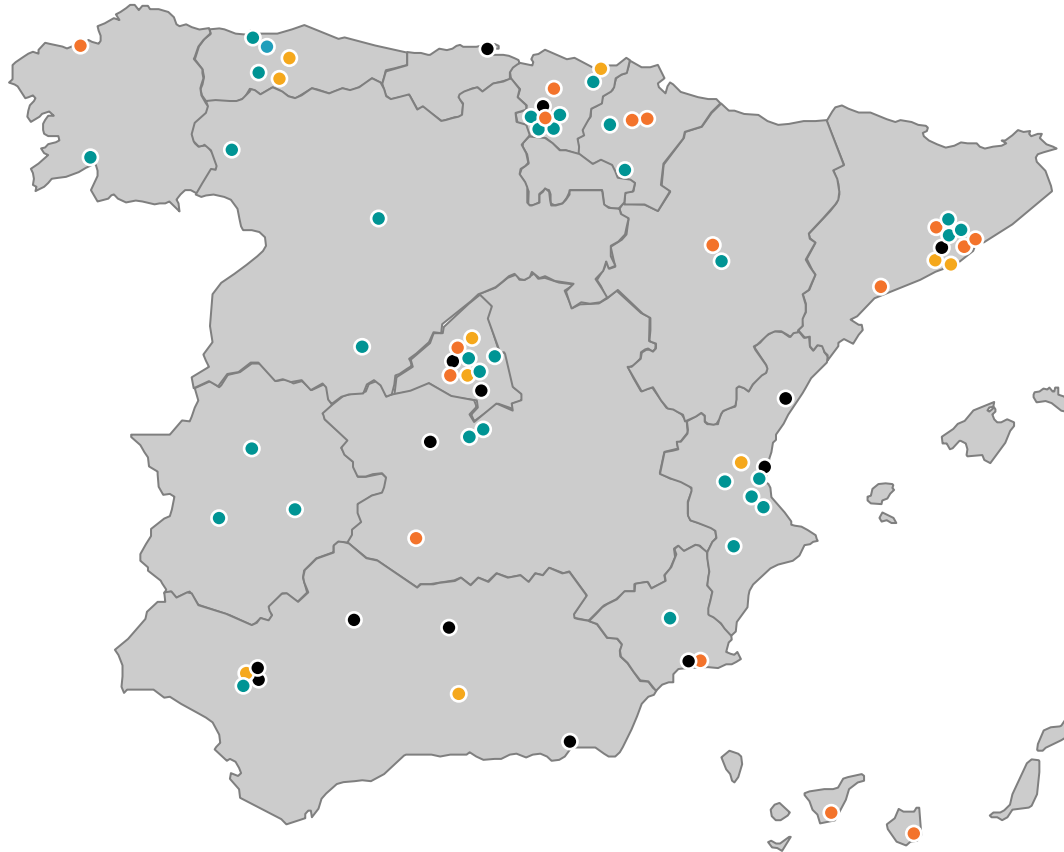
Figura 16. Ranking de fabricantes de inversores fotovoltaicos en 2018.
Fuente: Wood Mackenzie



A pesar de esta fuerte posición en la fabricación de componentes de las empresas españolas, aún se hace necesario la consideración como tal del **sector industrial fotovoltaico nacional**. Con el objetivo de zanjar este debate desde UNEF hemos elaborado el siguiente **mapa de capacidades del sector industrial fotovoltaico español**.

En el mapa puede observarse cómo el sector industrial fotovoltaico se encuentra muy **distribuido por todo el territorio nacional**, incluyendo 32 fabricantes con capacidad de producción nacional, 13 empresas tecnológicas (o fabricantes que producen en el extranjero), 15 centros de investigación y 15 universidades con actividad docente o investigadora fotovoltaica.

Figura 17. Mapa de capacidades del sector industrial FV español. Fuente: UNEF y FOTOPLAT



● **Fabricantes:**

- Alusín Solar (Estructuras)
- Ampere Energy (Baterías)
- Atersa (Paneles)
- Braux (Estructuras, Seguidores)
- BSQ Solar (Módulos)
- Cegasa (Baterías)
- CSolar (Estructuras)
- Escelco (Paneles)
- Exide Technologies (Baterías)
- Gave (Protecciones)
- Gonvarri Solar (Estructuras)
- GP Tech (Inversores)
- Hydra Redox (Baterías)
- Imedexsa (Estructuras)
- Ingeteam (Inversores)
- INSO (Estructuras)
- Isifloating (FV Flotante)
- JEMA Energy (Inversores)
- Magon (Estructuras)
- Mondragón (Montaje módulos)
- Nclave (Seguidores y Estructuras)
- Onyx Solar (Paneles)
- Ormazabal (Equip. eléctrico)
- Power electronics (Inversores)
- Praxia (Estructuras, Seguidores)
- PVH (Seguidores y Estructuras)
- Solarstem (Estructuras)
- Soltec (Seguidores, Estructuras)

- Stansol (Estructuras, Seguidores y FV Flotante)
- STI Norland (Seguidores, Estructuras)
- Sunfer Energy (Estructuras)
- Zigor (Inversores)

● **Tecnólogos⁷:**

- Acciona
- Binoovo Solar
- Enertis
- Exiom group
- Green Power Monitor
- Isotrol
- Leadernet
- Phoenix Contact
- Tamesol
- Weidmuller
- Tecnalia
- Teknia group
- Whitewall energy

● **Centros de investigación:**

- CENER
- CETENMA
- CIC Energigune
- CIEMAT
- CIRCE
- Eurecat C. Tecnológico Cataluña
- Funditec

- ICMA-B-CISC
- IK4 Tekniker
- ICIQ Inst. Catalán Inv. Química
- IMDEA Energía
- ITER Instituto Tecnológico y de Energías Renovables
- Instituto Tecnológico de Galicia
- IREC Inst. Inv. Energía de Cataluña
- Instituto Tecnológico de Canarias

● **Universidades e institutos:**

- EPSU Mondragón
- Instituto de Energía Solar UPM
- Instituto de Materiales Avanzados UJI
- ISFOC, Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración
- Nanophotonics Tech Center, UPV
- Nanostructured Solar Cells Group Univ. Pablo de Olavide
- Univ. Carlos III de Madrid
- Univ. de Almería
- Univ. de Cantabria
- Univ. de Castilla-La Mancha
- Univ. de Córdoba
- Univ. de Jaén
- Univ. Politécnica de Cartagena
- Univ. Politécnica de Cataluña
- Univ. de Sevilla

⁷ Los fabricantes que no producen en España se incluyen como Tecnólogos.

La falta de reconocimiento como tal del sector industrial fotovoltaico ya se apuntaba en el informe de la Comisión Europea, *Assessment of Photovoltaics (PV)* publicado en abril de 2017. Este informe destacaba la **“ausencia de una estrategia europea para reconstruir las capacidades de fabricación de la industria fotovoltaica”**.

Al no contar con una estrategia industrial fotovoltaica, continúa el informe, en las áreas en las que la Unión Europea tiene posición fuerte, como la fabricación de inversores, las empresas perderán terreno ante la creciente competencia internacional. A la larga, esto debilitaría la base de investigación en fotovoltaica europea y dificultaría el cumplimiento de objetivos de energía y clima e independencia energética.

En UNEF hacemos extensible este análisis a España, por lo que entendemos necesario, una **Estrategia Industrial Fotovoltaica** que ayude a mantener y fortalecer nuestra industria.

Al contrario de lo que suele opinarse, la mayor competencia de otras zonas del mundo no está necesariamente en unos menores costes salariales sino a la existencia de un **tejido industrial más fuerte** promovido mediante políticas públicas que fomentan la innovación. Hoy en día la gran mayoría de procesos están automatizados, por lo que el coste de la mano de obra ha ido perdiendo importancia como factor de éxito. Actualmente la **fortaleza de la cadena de suministro** es el elemento fundamental.

En el siguiente punto incluimos propuestas de medidas que para nosotros debería incluir esta Estrategia.

3. La consolidación de la industria fotovoltaica española como oportunidad para la economía nacional

En las últimas décadas, dos tendencias globales han conformado el sector industrial de la mayoría de las economías desarrolladas. En primer lugar, la regulación de los mercados de capitales produjo la ‘financierización’ de la economía mundial, a través del mayor papel de los mercados e instituciones financieras en las economías nacionales. En paralelo a este proceso, el aumento del comercio mundial (globalización) deslocalizó la producción manufacturera de los países desarrollados hacia los emergentes.

Estas dos tendencias han ocasionado la reducción del peso del sector industrial en la mayor parte de las economías de la OECD salvo excepciones puntuales. En España, el sector servicios ha aumentado significativamente su peso en la economía (terciarización), de forma más acusada en los últimos 12 años tras la crisis económica.

De hecho, la industria manufacturera en España ha reducido su peso en el PIB desde un ya bajo 17,8% del año 2000 al **14,0% de 2018**. Este valor, aun no siendo una anomalía a nivel europeo, está significativamente por debajo del **objetivo del 20% para el conjunto de la UE para 2020** recogido en la Estrategia Europa.

Una de las lecciones aprendidas de la profunda crisis financiera de 2008 fue precisamente la necesidad de fomentar la ‘economía real’ frente a la financiera. Desde entonces, las instituciones europeas y diferentes organismos internacionales como la OECD han puesto de manifiesto que este proceso debe hacerse a través de la **reindustrialización**.

Ante el objetivo de reindustrializar la economía española, la transición energética solo puede plantearse como una **oportunidad**, como se recoge en la comunicación que acompañaba la presentación del **European Green Deal** en diciembre de 2019:

“Lograr una economía neutra en emisiones y circular requiere la plena movilización de la industria. [...] La transición es una oportunidad para expandir una actividad económica sostenible e intensiva en empleo. El European Green Deal apoyará y acelerará la transición de la industria de la UE hacia un modelo sostenible de crecimiento inclusivo.”

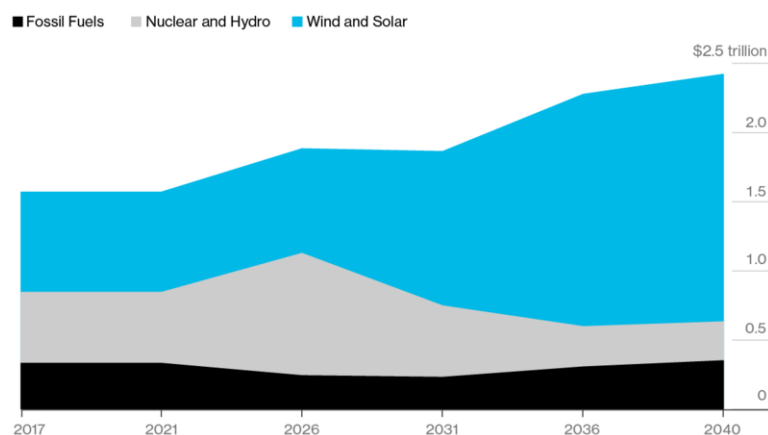
Desde UNEF entendemos que España está en **condiciones favorables** para aprovechar la oportunidad, ampliando su sector industrial y aportando empleo estable y crecimiento económico. Esto se conseguirá si las tecnologías necesarias para realizar esta transición se producen, en los casos en los que sea económica y técnicamente sostenible, de forma nacional. En este proceso, la industria asociada a la energía fotovoltaica, como tecnología probada en cuya cadena de valor las empresas españolas cuentan con capacidad de producción, puede y debe ser fundamental.

Además, en la medida en la que el país sea capaz de capitalizar la transición energética en desarrollo económico y empleo, se aumentará la percepción social de sus beneficios

asociados. Una creciente actividad de la industria fotovoltaica puede ser también motor de cambio para la **transición justa** de las zonas o sectores afectados por el cambio de modelo energético, evitando dejar a nadie atrás.

Hay que resaltar que, en un contexto de liquidez en los mercados financieros, la **nueva capacidad fotovoltaica será uno de los principales vehículos de inversión a nivel mundial** en lo que se conoce como 'economía real'. De hecho, según BNEF la inversión en solar y eólica en las próximas décadas será la práctica totalidad de la inversión en los sistemas eléctricos de todo el mundo. BNEF y otros actores apuntan también a la fotovoltaica como la fuente de energía más instalada no solo entre las renovables, sino entre todas las tecnologías de generación.

Figura 18. Proyección de flujos de inversión en tecnologías de generación eléctrica.
Fuente: BNEF

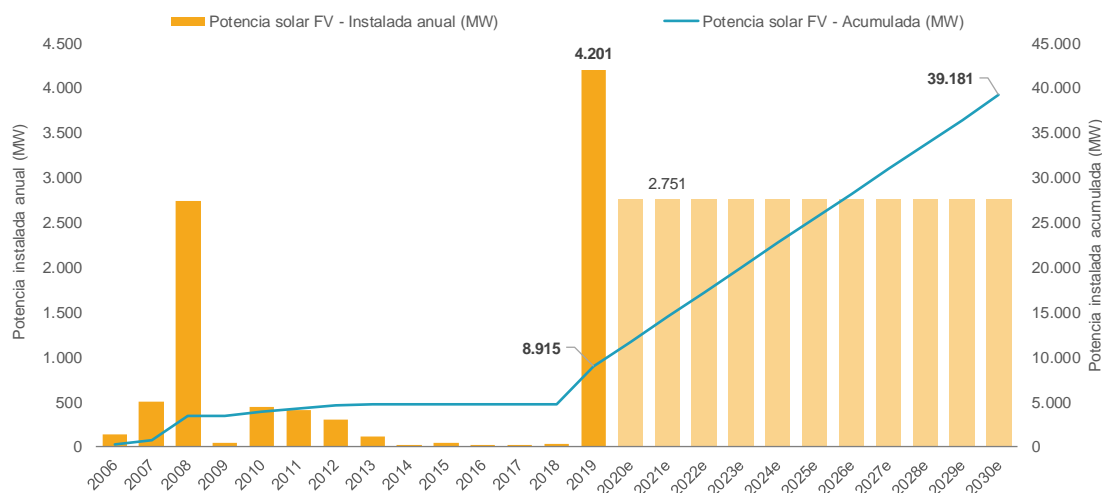


Estas favorables proyecciones se apoyan en un marco de seguridad sobre el que se va a realizar el desarrollo de las tecnologías renovables y en particular de la fotovoltaica. En Europa, mediante los objetivos marcados en el Acuerdo de París, así como las medidas derivadas del Paquete de Medidas de Energía y Clima de la UE.

En España, el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima** plantea que la energía fotovoltaica debería alcanzar los 39,2 GW de potencia instalada en 2030 frente a 8,9 GW a cierre de 2019.

Para que pueda aprovecharse la oportunidad, deben evitarse los errores del pasado: el desarrollo del sector fotovoltaico en los próximos años debe ser **constante pero estable**, en lugar de un desarrollo tipo burbuja con un gran crecimiento seguido de años de inactividad. Si se sigue un **desarrollo estable de la nueva capacidad fotovoltaica y se implementan las medidas de acompañamiento necesarias**, surgirá un tejido industrial y tecnológico fuerte.

Figura 19. Evolución estable de la potencia de fotovoltaica para cumplir el escenario objetivo a 2030. Fuente: Elaboración propia con datos de PNIIEC



A la oportunidad que presenta la energía fotovoltaica para aumentar el peso del sector industrial ante una tendencia de largo plazo de financierización de las economías desarrolladas, hay que añadirle la situación de la economía española tras la crisis del covid-19.

Las restricciones de movilidad y las medidas de distanciamiento social que habrá que respetar durante 2020 pueden tener un impacto acusado en el sector servicios. Por tanto, el sector industrial se plantea como solución **para reactivar la economía**, como mencionamos en nuestro informe *'Aportación del sector fotovoltaico a la reactivación económica tras la crisis del covid-19'*.

A continuación, se incluyen las medidas que proponemos desde UNEF para una **Estrategia Industrial Fotovoltaica** que se apalanque en la transición energética para conseguir mayor desarrollo industrial. Hemos agrupado estas medidas en los siguientes **cinco ejes**:

1. Sector eléctrico: Ante la emergencia, desarrollo constante y estable
2. Política industrial: Reindustrialización de la economía mediante las tecnologías bajas en carbono
3. I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el *gap* tecnológico
4. Comercio exterior: Exportación de equipos fotovoltaicos para mejorar la balanza comercial
5. Formación: Capacitación de trabajadores para la transición ecológica

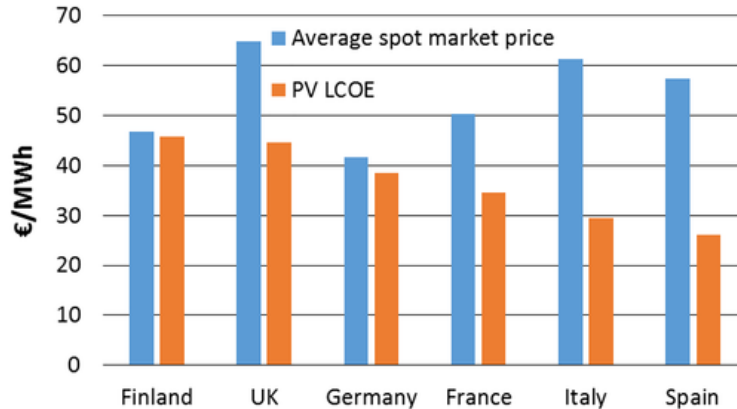
3.1 Sector eléctrico: Ante la emergencia, desarrollo constante y estable

El principal rol del sector eléctrico en el fortalecimiento de la industria fotovoltaica nacional es el **de proveer de una demanda constante** a los fabricantes de equipos mediante un **desarrollo estable de la nueva capacidad**. Así, las empresas con producción nacional en la cadena de valor podrán dimensionar sus instalaciones y tendrán la certidumbre suficiente para tomar decisiones, como la ampliación de su cadena de producción.

Por ello, recalamos la necesidad de introducir mecanismos para mantener estable la construcción de la nueva capacidad, como las subastas. Asimismo, planteamos la reforma del marco de conexión a red y la reducción de plazos de la tramitación administrativa como medidas que permitirán acelerar el desarrollo de plantas en suelo.

Además de proveer de una demanda estable a la fabricación de componentes fotovoltaicos, el sector eléctrico tiene un papel esencial en la **competitividad de las empresas del sector industrial**. La energía fotovoltaica, con buen recurso, es la fuente de generación más competitiva tanto entre las renovables como las convencionales. Además, según estimaciones de BNEF sus costes se seguirán reduciéndose en los próximos años, del orden de un -34% hasta 2030.

Figura 20. LCOE fotovoltaico y precios (en 2018) de los mercados mayoristas europeos.
Fuente: Eero Vartianen et. al



En la Figura se puede apreciar claramente la competitividad que la fotovoltaica puede aportar a la **industria española** con respecto a los costes de producción del resto de los países europeos.

El desarrollo tecnológico de la fotovoltaica en los últimos años le lleva a ser no solo más competitiva en el sector de plantas de generación. **También el autoconsumo ayuda a mejorar la competitividad de las PYMEs**, mejorando las posibilidades de supervivencia del sector servicios de una forma directa, al reducir sus costes de energía. El autoconsumo tiene además un efecto de reducción de precios de mercado eléctrico del que se benefician todos los consumidores.

Las propuestas para el sector eléctrico se incluyen en los tres puntos siguientes.

3.1.1 Introducir mecanismos para mantener estable la construcción de la nueva capacidad

El mercado eléctrico está basado en el coste marginal como principal elemento de la estructura de costes de las centrales de generación, lo que no sucede con las energías renovables. La elevada volatilidad que ocasiona este diseño marginal no permite que afloren señales de inversión a largo plazo. Es por esto que son necesarios **mecanismos de estabilización de ingresos**, para que aparezcan señales de inversión que el mercado marginal no es capaz de dar.

Introducir mecanismos para mantener estable la construcción de la nueva capacidad

<p>1</p> <p>Introducir subastas homologables internacionalmente</p>	<p>El principal elemento que puede aportar una señal de largo plazo para la inversión en renovables son las subastas. Entendemos que las subastas deben celebrarse, aunque siempre con esquemas homologables internacionalmente. Se trata de adjudicar un precio fijo por la energía generada en la modalidad pay-as-bid para evitar sobre retribuciones y ofertas predatorias.</p>
<p>2</p> <p>Convocar subastas de capacidad firme</p>	<p>Deberían convocarse subastas de capacidad firme renovable para introducir una señal económica que fomente la hibridación de distintas renovables y la instalación de almacenamiento. A estas subastas de capacidad firme renovable podrían acudir por ejemplo plantas de fotovoltaica con almacenamiento, hibridación fotovoltaica y eólica, fotovoltaica y bombeo, etc.</p>
<p>3</p> <p>Facilitar e incentivar la firma de contratos tipo PPA</p>	<p>La Directiva 2018/2001 de Energías Renovables exige a los estados miembros en su artículo 15 la identificación y la supresión de las barreras administrativas y regulatorias para la firma de contratos tipo PPA facilitando el uso de este tipo de acuerdos.</p> <p>Por otro lado, hasta ahora en España los PPAs con grandes consumidores han sido escasos. Para incentivar su uso, deben introducirse requisitos mínimos de contratación renovable como los incluidos en la propuesta de Estatuto Consumidores Electrointensivos. Sin embargo, para que estos PPAs tengan influencia en el desarrollo de renovables, deben limitarse solo a nuevos proyectos. La firma de PPAs con instalaciones existentes no asegura la adicionalidad y no contribuye al cumplimiento de los objetivos de energía y clima.</p>
<p>4</p> <p>Revisar el diseño del mercado eléctrico</p>	<p>Para asegurar el cumplimiento de los objetivos de renovables es necesario revisar el diseño de la retribución de la generación para hacer que afloren señales de inversión a largo plazo. Eso permitiría trasladar al consumidor final los costes reales de generación eléctrica y evitar que el efecto de canibalización repercuta negativamente en el desarrollo de renovables.</p>

3.1.2 Reformar el marco regulatorio de conexión a red y agilizar la tramitación administrativa

La actual regulación del sistema eléctrico no está adaptada para un despliegue de renovables como el que requiere el PNIEC. Desde UNEF queremos poner el foco en la conexión a red y la tramitación administrativa, cuya regulación debería revisarse evitando que frene el desarrollo del sector.

Reformar el marco regulatorio de conexión a red y agilizar la tramitación administrativa

<p>1</p> <p>Adaptar la regulación del acceso y conexión para la introducción de renovables</p>	<p>El sistema actual de acceso y conexión basado en la prelación temporal y sin requisitos previos detallados, está lejos de ser una solución eficiente y ha ocasionado un cuello de botella en el sector. Se debería reformar introduciendo, como proponía la CNMC en su Circular, requisitos previos e hitos administrativos posteriores, además de asegurar su transparencia.</p> <p>Otro de los elementos de este nuevo marco de acceso y conexión es la transferencia de permisos de acceso tras el cierre de instalaciones. La capacidad que quede libre tras estos cierres, debe asignarse a través de un proceso de concurrentia competitiva (p.ej. concursos) abierto a propuestas todos los actores.</p> <p>Por último, el nuevo marco de acceso y conexión debe contemplar un procedimiento simplificado para la hibridación y sobrepotenciación de instalaciones. Este tipo de actuaciones permiten un mayor aprovechamiento de la capacidad de la red (menores costes para el sistema), tienen menor impacto ambiental (se instalan en emplazamientos ya ocupados) y un uso más eficiente del recurso suelo.</p>
<p>2</p> <p>Agilizar los procedimientos administrativos</p>	<p>Entendemos necesario seguir avanzando por parte de todas las partes en la simplificación de los procesos administrativos, así como a su homologación entre Administración central, Comunidades Autónomas (CCAA) y ayuntamientos. Debe aumentar la digitalización de procesos, la simultaneidad entre distintos trámites y dictámenes, y los recursos de personal. Además, entendemos que el límite de 50 MW para la tramitación por parte de las CCAA ha quedado ya lejos de la realidad tecnológica y podría ampliarse a 100 MW-200 MW.</p> <p>En línea con lo mencionado para el acceso y conexión, la hibridación y sobrepotenciación de instalaciones deberían seguir un procedimiento administrativo simplificado, que permitiera la puesta en marcha de estas actuaciones en un corto periodo de tiempo, por las ventajas que suponen.</p>
<p>3</p> <p>Revisar los criterios de capacidad de acceso a la red</p>	<p>La tecnología fotovoltaica ha demostrado estar preparada para la revisión del factor de potencia de cortocircuito. Este cambio permitiría la instalación de una gran cantidad de renovables sin aumentar la inversión en redes, disminuyendo el coste para el sistema/ consumidor y acelerando la transición energética.</p>

3.1.3 Fomentar el autoconsumo fotovoltaico para empresas industriales

Con el marco regulatorio actual (Real Decreto 244/2019), el autoconsumo fotovoltaico es una importante vía de reducción de costes de suministro de las empresas del sector industrial. Su despliegue permite por tanto aumentar la competitividad de estas empresas. Para acelerar este proceso, proponemos las siguientes medidas.

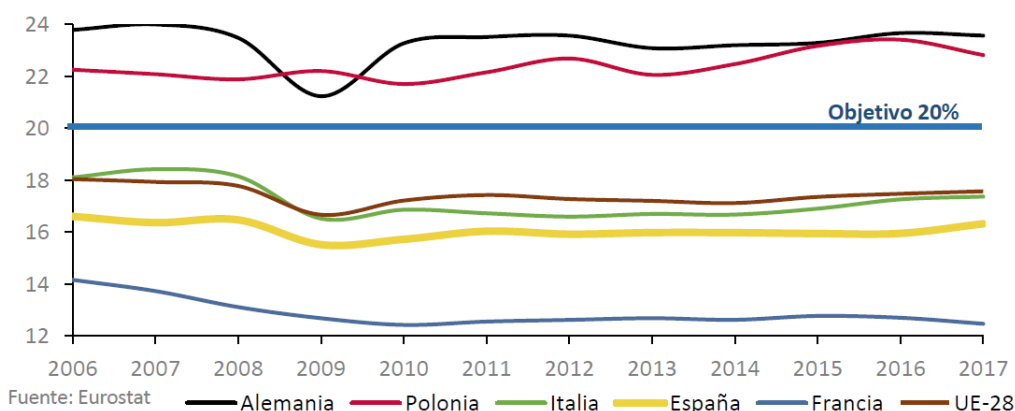
Fomentar el autoconsumo fotovoltaico para reducir costes a empresas industriales

<p>1 Fomento del autoconsumo en el sector industrial</p>	<p>Se podrían implementar campañas de promoción por parte de las administraciones públicas que trasladen a las empresas el mensaje de que el autoconsumo permite el ahorro en la factura a los consumidores industriales.</p> <p>El autoconsumo fotovoltaico debe fomentarse como vía para cumplir con el requisito de contratación a plazo de la propuesta de Estatuto de Consumidores Electointensivos. Además de ser una de las opciones disponibles, debería existir un incentivo a la implementación de autoconsumo frente a, o como complemento de, otras alternativas.</p> <p>Por otro lado, los polos industriales tienen un gran potencial para la constitución de comunidades energéticas, que empleando el autoconsumo y las tecnologías digitales puedan reducir sus costes de suministro. Para ello en primer lugar deberán implementarse los coeficientes dinámicos para el autoconsumo compartido.</p>
<p>2 Estrategia nacional de autoconsumo para el sector industrial</p>	<p>Reclamamos una estrategia nacional de autoconsumo en el PNIEC con objetivos de potencia instalada que reconozca el potencial de esta tecnología en la transición energética. Esta estrategia debería evaluar el potencial del autoconsumo en el sector industrial, estableciendo objetivos específicos para el sector.</p>
<p>3 Homologación y simplificación de la tramitación de autoconsumo</p>	<p>La tramitación administrativa es el principal elemento de retraso de los proyectos de autoconsumo. En demasiadas ocasiones, los requisitos que se imponen a los proyectos por los diferentes ayuntamientos no se corresponden con la actuación necesaria para llevarlos a cabo.</p> <p>Es necesaria la digitalización, homologación y simplificación de procesos administrativos introduciendo la tramitación vía comunicación previa, en lugar de la licencia de obra, que no es común en los países de nuestro entorno.</p> <p>Para acelerar este proceso de simplificación y homologación, proponemos que se realicen unas indicaciones generales por parte de la Administración central a las CCAA y entidades locales.</p>
<p>4 Revisión de la tarifa eléctrica</p>	<p>Es esencial que la tarifa acompañe la transición energética y no genere una barrera al autoconsumo, eficiencia energética o vehículo eléctrico. Para ello, debe reducirse el término fijo e incrementar el variable, acercándonos a los países de nuestro entorno. Con una reducción como la que propone UNEF, la sustitución de usos térmicos por eléctricos (bomba de calor, vitrocerámica, etc.) seguiría siendo rentable para el consumidor.</p>
<p>5 Gestión integrada de la demanda</p>	<p>Las tecnologías digitales permiten modelos de negocio como la gestión integrada de la demanda para que el consumo responda a unas señales de precio variables entre horas. La digitalización permite también un mayor control sobre los consumos energéticos aumentando el potencial de ahorro. En el sector industrial, que ha contado con mecanismos como la interrumpibilidad, tienen un gran potencial este tipo de soluciones.</p> <p>Para ello, la figura del agregador y la actividad de gestión de la demanda deben regularse adecuadamente en el marco normativo del sector eléctrico y contemplarse como solución para el sector industrial. Asimismo, debe realizarse el despliegue de la red 5G, esencial para la transformación digital del sistema eléctrico.</p>

3.2 Política industrial: Reindustrialización de la economía mediante las tecnologías bajas en carbono

Desde el punto de vista del sector industrial, desde UNEF entendemos necesaria una **política activa de refortalecimiento**. Tras la crisis financiera de 2008 se estableció un consenso general sobre la necesidad de ‘volver a la economía real’. Las instituciones europeas lo recogieron en la Estrategia Europa, en la que establecieron **un objetivo del 20% de peso del sector industrial en el PIB de la UE para 2020**.

Figura 21. Evolución peso industrial sobre PIB (%) en varios países europeos.
Fuente: Ministerio de Industria con datos de Eurostat



El año 2020 comenzó sin que España hubiera recuperado el peso que tenía el sector industrial en el PIB antes de la crisis de 2008 y finalizará con la economía nacional en contracción por la crisis del covid-19.

El impacto del covid-19 será más acusado en el sector servicios, por lo que **el sector industrial será crucial para reactivar la economía**. En este contexto, la transición energética y la nueva capacidad fotovoltaica a instalar solo puede interpretarse como una **oportunidad**.

Para **aprovechar esta oportunidad** las tecnologías necesarias para realizar la transición energética se deben producir, en los casos en los que sea económica y técnicamente viable, de forma nacional. Además, gracias al efecto multiplicador del empleo industrial (cada empleo en la industria manufacturera crea 2,2 empleos en otros sectores de la economía⁸), su desarrollo repercute de manera muy positiva en la sociedad.

En este proceso, la energía fotovoltaica, en cuya cadena de valor hay empresas españolas entre las mejores del mundo con capacidad de producción nacional, puede ser fundamental. Si se dan las condiciones adecuadas, la fabricación de los componentes asociados la energía fotovoltaica tiene el potencial de contribuir a la

⁸ Fuente: Naciones Unidas.

reindustrialización de la economía española y a la reactivación tras la crisis del covid-19.

Es más, desde UNEF entendemos que España puede constituirse como un **hub industrial fotovoltaico** como lo ha sido el sudeste asiático con los paneles. En primer lugar, durante muchos años existirá una fuerte demanda interna, que si se desarrolla de forma estable, permitirá a empresas fabricantes, algunas entre las mejores del mundo, reforzar su posición. En segundo, también hay numerosas empresas españolas con gran presencia internacional en el desarrollo y en EPC (ingeniería, compra y construcción) de proyectos fotovoltaicos.

A nivel mundial va a suceder de forma similar a España: la energía fotovoltaica será la fuente de energía más instalada no solo entre las renovables, sino entre todas las tecnologías de generación. Por ello, promotores y 'EPCistas' pueden servir de **motor de arrastre** para los fabricantes españoles, por ser empresas con las que tienen una relación habitual de trabajo y confianza. Esto se puede trasladar también a toda la cadena de valor: consultorías, instaladores, distribuidores de materiales, etc.

De esta forma, la industria fotovoltaica nacional se serviría de la demanda interna para establecerse y crecer y podría contribuir posteriormente gracias a este efecto arrastre a la balanza comercial del país, mediante las **exportaciones**.

Dicho esto, una instalación de fabricación de componentes fotovoltaicos, ante todo, debe producir un **producto que sea competitivo** por sus propios méritos, tanto en el mercado nacional como en la Unión Europea y el resto del mundo. Esto es esencial dada la alta competencia en la fabricación de componentes fotovoltaicos: módulos, inversores, seguidores, etc.

El fomento de la actividad industrial que aquí se hace referencia no debe entenderse como subvenciones o ayudas de estado sino como una política económica y social en la que se beneficie tanto el sector privado como la sociedad en su conjunto. En definitiva, se debería implementar una **Estrategia Industrial** que permita que los fabricantes de componentes solares ubicados en España crezcan más rápido, agreguen nuevas líneas de producción o diversifiquen sus actividades de manera sostenible.

En esta Estrategia Industrial deberá tener un papel esencial la **cuarta transformación digital**. El entorno actual de competencia internacional presiona especialmente a la pequeña y mediana empresa industrial, que debe digitalizarse para poder operar. Se trata de emplear las tecnologías digitales para actualizar los productos y los modelos de negocio de forma que se pueda mantener la ventaja competitiva de una forma sostenible. Como país, debemos asegurarnos de que la **digitalización industrial** llega a las empresas españolas.

Como condición necesaria para este proceso de digitalización está la finalización **del despliegue de la red 5G**, por el salto cualitativo que supone en la gestión de dispositivos digitales en tiempo real.

Desde UNEF entendemos que el sector industrial fotovoltaico, por su alineamiento con la transición ecológica, su impacto en la economía nacional y su potencial internacional, debe tener un rol principal en la **nueva política industrial española**. Las tecnologías bajas en carbono ofrecen una oportunidad para la reindustrialización de la economía que debe aprovecharse. Para ello, desde el sector fotovoltaico proponemos las siguientes medidas.

Política industrial: Reindustrialización mediante tecnologías bajas en carbono

<p>1 Estrategia Industrial Fotovoltaica</p>	<p>La transición energética supone una oportunidad para la reindustrialización de la economía y la creación de empleo. Para aprovechar su potencial, se debe desarrollar una Estrategia Industrial que puede partir de la base de las medidas que proponemos en este documento.</p> <p>El objetivo de esta estrategia debería ser que se construyeran de instalaciones de fabricación de nuevas tecnologías fotovoltaicas en toda la cadena de valor. Para ello, se buscará movilizar la inversión privada mediante incentivos y el apoyo del sector público.</p> <p>Asimismo, España debería promover en el Foro Industrial de Energía Limpia, constituido en 2016 por la Comisión Europea, que el sector fotovoltaico sea reconocido como una cadena de valor de importancia estratégica para Europa.</p> <p>De esta forma, las iniciativas existentes para una industria europea de almacenamiento deberían complementarse con una estrategia global para promover el crecimiento de la industria solar en Europa.</p>
<p>2 Fomento de la producción nacional</p>	<p>Para las instalaciones de producción de componentes fotovoltaicos ya existentes, el aumento de la capacidad puede ser difícil de financiar para pequeñas y medianas empresas (pymes). Una forma de incentivar la ampliación de líneas de producción de componentes fotovoltaicos fabricados en España sería otorgar líneas de financiación blanda a través de programas del ICO o el CDTI. También se podría explorar otorgar esta financiación a plantas que instalen componentes fabricados en España.</p>
<p>3 Simplificación administrativa y fiscal a empresas industriales de tecnologías limpias</p>	<p>A nivel mundial, los países y las regiones compiten cada vez más entre sí para atraer la industria y mantener los niveles de empleo y el crecimiento. España debe facilitar la actividad industrial en su territorio incentivando que las empresas de la 'industria verde' se instalen aquí.</p> <p>Se deberían analizar las mejores prácticas existentes para promover la instalación de centros de fabricación. Una de las medidas más efectivas es la simplificación de procedimientos reduciendo la carga administrativa, revisando los procesos de aprobación, silencio administrativo, permisos más fáciles, plazos más cortos, etc.</p> <p>Otro ejemplo habitual son las reducciones específicas de impuestos. En Estados Unidos han ayudado a crear nuevas fábricas en el sector renovable entre otros. En otros países, las exenciones de IVA, o exenciones fiscales por tiempo limitado, se utilizan para atraer inversiones en la fabricación.</p>

Política industrial: Reindustrialización mediante tecnologías bajas en carbono

<p>4</p> <p>Mobilización de fondos europeos para el desarrollo de la industria fotovoltaica nacional</p>	<p>Los programas de préstamos InvestEU y del Banco Europeo de Inversiones, los fondos regionales y estructurales deben mobilizarse para garantizar que la industria solar pueda prosperar en Europa.</p> <p>En el caso del programa InvestEU, la Comisión ha propuesto que durante el período presupuestario 2019-2024 el 50% de su financiación se dedique a cumplir los objetivos climáticos y energéticos. Por su lado el IEB ha mostrado su voluntad de convertirse en el primer “banco del clima”.</p> <p>España debería influir para que los fondos europeos de financiación permitan el despliegue de instalaciones de fabricación nacionales a gran escala para tecnologías de la cadena de valor fotovoltaica (electrónica de potencia, seguidores, almacenamiento, BIPV, plantas solares flotantes, agro-fotovoltaica).</p> <p>Respecto al sector eléctrico, existen también iniciativas en hibridación y almacenamiento a nivel europeo que las empresas españolas podrían aprovechar con una mayor asistencia por parte de la administración.</p>
<p>5</p> <p>Fomento a la participación en programas de inversión pública</p>	<p>Tanto para programas nuevos como los ya existentes, sería recomendable que se implementasen sistemas de fomento a su participación. En ocasiones hay programas que pueden quedar desiertos por falta de conocimiento o por las dificultades que tienen las empresas para presentar la solicitud, especialmente las pymes.</p> <p>Para ello se propone la implementación de Oficinas de ayuda al desarrollo industrial, que asistirían a las empresas en sus solicitudes. Asimismo, se puede trabajar en colaboración con las principales plataformas tecnológicas renovables, para que trasladen hacia abajo la información de los programas disponibles.</p>
<p>6</p> <p>Fomento a la digitalización de empresas y procesos industriales</p>	<p>La digitalización industrial puede ser un factor de competitividad para las empresas del sector industrial fotovoltaico español en el entorno de mercado actual. Se trata de que la industria emplee las tecnologías digitales para aumentar el valor añadido de sus productos y explorar nuevos modelos de negocio. Además, la digitalización tiene un gran potencial en la mejora de procesos.</p> <p>Para que las empresas industriales puedan observar estos beneficios, debe incentivarse la transformación digital de las empresas en toda la cadena de valor fotovoltaica.</p> <p>Para que esta transformación tenga un mayor impacto en la economía nacional, se debe poner a disposición de las empresas la mejor tecnología disponible basada en aplicaciones 5G. Debe por tanto finalizarse el despliegue de la red 5G, que permitirá la gestión en tiempo real de un mayor número de dispositivos, abriendo la puerta - entre otras- a la fabricación inteligente.</p>

3.3 I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el gap tecnológico

La ventaja competitiva del sector industrial fotovoltaico nacional se apoya en una elevada **intensidad en innovación**. Las empresas del sector fotovoltaico español operan en un entorno internacional muy competitivo en el que es necesaria una **innovación constante** para poder mantener su posición comercial. De hecho, el sector

solar fotovoltaico es uno de los sectores que más destina a la I+D en proporción a sus ingresos en España.

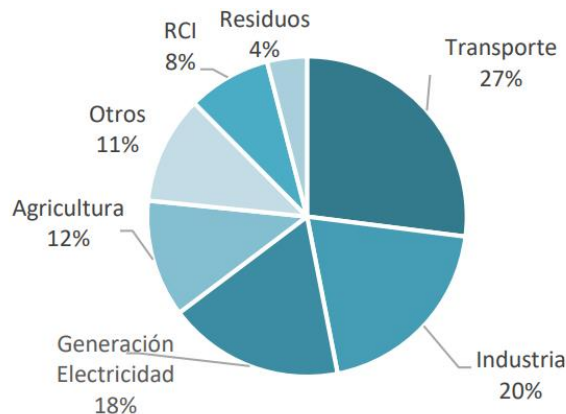
La I+D juega un papel esencial tanto en el mantenimiento de la ventaja competitiva como en el desarrollo de nuevos productos adaptados a lo que demandan los mercados. Uno de estos ‘nuevos productos’ más prometedores es la fotovoltaica **integrada en la edificación** o **BIPV** (*Building Integrated Photovoltaics*), que consiste en sustituir elementos tradicionales de construcción (tejas, ventanas) por otros que tengan incorporados células fotovoltaicas.

El BIPV facilita la implantación de la fotovoltaica en las ciudades, donde el espacio disponible es limitado y será una tecnología fundamental para llegar a **edificios de consumo de energía casi cero** (*Near Zero Energy Buildings, NZEBs*), uno de los objetivos de la política europea de eficiencia energética. En este segmento, aunque ya existen empresas españolas con aplicaciones comerciales, aún es necesario desarrollo tecnológico para su implantación masiva.

Otras aplicaciones fotovoltaicas cuya investigación está arrojando resultados prometedores son las células con materiales diferentes al silicio como las **Thin Film**, las células de perovskita o las orgánicas. Estas tecnologías permiten la construcción de **material fotovoltaico flexible**, para su uso en teléfonos móviles o en vehículos (*VIPV Vehicle Integrated Photovoltaics*). Bajo este mismo objetivo se encuadra la investigación en diversas tecnologías de fabricación como PERT (*Passivated Emitter Rear Totally Diffused*), PERC (*Passivated Emitter Rear Contact*) o HJT (células de heterounión).

En particular respecto al sector industrial (segundo sector más emisor de España después del Transporte), desde UNEF entendemos que la energía fotovoltaica debe tener un rol esencial en su descarbonización. De forma similar a lo que sucede en sectores como el residencial (bomba de calor) y el transporte (vehículos eléctricos) la electricidad renovable debe explotarse como vía para la reducción de emisiones.

Figura 22. Distribución de emisiones brutas de gases de efecto invernadero en 2018 por sector. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico



Subsectores industriales como el acero, la industria química (incluyendo el refino) y el cemento (claves en el sector industrial español) son muy **intensivos en carbono** debido al consumo de combustibles para energía y para los propios procesos industriales. Para estos sectores, en el caso de que existan tecnologías de sustitución a los combustibles fósiles, éstas no son aún escalables al nivel de explotación comercial o no son competitivas económicamente.

Una opción cada vez más contemplada es emplear **energía fotovoltaica a la generación de calor**⁹, causante de gran parte de las emisiones de la industria. Otra alternativa es la producción de **hidrógeno** mediante electrólisis del agua con energía fotovoltaica para sustituir combustibles fósiles usados para calor como materia prima de los procesos productivos.

Como se puede deducir de las tendencias mencionadas (bomba de calor, vehículo eléctrico, electrificación del calor industrial, producción de gases renovables) en los próximos años se requerirá un crecimiento significativo del sector eléctrico, cuya operación con altos niveles de renovables plantea también retos tecnológicos que requerirán de un esfuerzo innovador.

El caso más característico es el **almacenamiento de electricidad**. Actualmente, la tecnología más prometedora en este sentido son las baterías de ion-litio que según las previsiones continuarán reduciendo sus costes en los próximos años permitiendo su explotación comercial en combinación de plantas renovables, combinándose con el autoconsumo o de manera aislada, aportando servicios a los operadores de las redes eléctricas. En este segmento ya hay empresas españolas que fabrican y comercializan baterías, pero el tamaño del sector deberá ser mucho mayor para cubrir la demanda que se espera en un futuro cercano.

Cabe destacar también la **digitalización** del suministro eléctrico a través de tecnologías tipo *Internet of Things (IoT)* o *blockchain*, que contribuirán a crear **comunidades energéticas** en las que grupos de consumidores compartirán su energía convirtiéndose en autoconsumidores activos. Las redes eléctricas también formarán parte de esta modernización, haciéndose más inteligentes y posibilitando la introducción de más energías renovables en el sistema, sobre todo a nivel distribuido.

En definitiva, la consolidación de la industria fotovoltaica nacional (en el mantenimiento de su ventaja competitiva y en el desarrollo de nuevos productos), la reducción de emisiones de sectores industriales y la operación de un sistema eléctrico renovable y digital requerirán una **alta intensidad en innovación**. De manera general, las soluciones pasan por una Investigación y Desarrollo (I+D) que permita superar el **gap**

⁹ Aplicaciones *solar-to* que aprovechan la curva de producción de la energía fotovoltaica. Al contrario que la eólica, la fotovoltaica tiene un pico de producción en el mediodía, cuando el consumo general es más bajo. Este pico fotovoltaico será la principal oportunidad para producir de forma rentable gases renovables como el hidrógeno y otros productos en un futuro cercano.

tecnológico y una mayor **colaboración público-privada** para acercar las nuevas tecnologías a la explotación comercial masiva.

Respecto al rol del **sector público** en este proceso, en los últimos años se ha extendido la idea de que el papel del Estado debe ser establecer el entorno en el que se dé la innovación por parte del sector privado. Sin dejar de ser necesario establecer una regulación que incentive la actividad empresarial e innovadora, este enfoque obvia el hecho de que gran parte de tecnologías extendidas hoy (internet, energía nuclear, energías renovables) han sido posibles gracias a la visión de futuro del Estado. Esta visión se tradujo en programas de investigación y esquemas específicos de apoyo gubernamental a estas tecnologías que permitieron su desarrollo y su escala a nivel comercial.

En este sentido, desde UNEF entendemos que el sector público, en contraposición a esta narrativa, puede **implementar un programa de innovación a alto nivel** que permita superar el mencionado *gap*. El Estado, a través de sus diferentes organismos y agencias puede tener un rol más activo en la dirección del proceso de desarrollo tecnológico e industrial, aplicando, entre otros, los principios incluidos a continuación.

I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el *gap* tecnológico

<p style="margin: 0;">Principios generales de un programa de innovación para tecnologías limpias</p> <p style="margin: 0; font-size: 24px; font-weight: bold;">1</p>	<p>Enfoque basado en misiones: de forma similar al Horizon Europe que continuará el Horizon 2020, el programa debería articularse en varias misiones entendidas como mandatos para resolver un desafío apremiante en la sociedad dentro de un cierto marco de tiempo y presupuesto. Estas misiones se plantean como una investigación dirigida a objetivos determinados. En el caso del Horizon Europe se centrarán en cinco áreas entre las que se encuentran adaptación al cambio climático y ciudades neutras en carbono e inteligentes.</p> <p>Sector público ágil: Las agencias y organismos públicos deben tener capacidad para tomar riesgos, atraer talento y contar con independencia para diseñar sus programas de investigación en base a las misiones definidas. Además de crear conocimiento en los laboratorios nacionales, el sector público está en condiciones de hacer que conocimiento e innovaciones se difundan, para ello es necesaria más coordinación entre actores. Asimismo, se debe fomentar la colaboración público-privada y una mayor movilidad profesional entre ambos sectores.</p> <p>Espacios de distribución de conocimientos: De la observación de las experiencias internacionales se concluye que la innovación tiene mayor impacto en la sociedad y en la economía cuando hay mayor distribución de conocimientos entre los diferentes agentes del país. Las Plataformas tecnológicas pueden contribuir a ello como mecanismos de colaboración entre las empresas del sector e institutos de investigación (consorcios, centros industriales). Estos centros tecnológicos deben contar con los recursos necesarios para captar talento en el sector privado.</p> <p>Investigación en las empresas: En España la investigación e innovación en las empresas están por debajo de la media europea y de los objetivos marcados en la Estrategia Europa 2020. Para alcanzar niveles mayores, la I+D+i se debe promover introduciendo incentivos que sigan las mejores prácticas disponibles para que las empresas contraten doctores y tecnólogos.</p>
---	---

I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el *gap* tecnológico

	<p>Considerando toda la cadena de valor: Se debería considerar como I+D+i del sector fotovoltaico toda la cadena de valor. Tanto los elementos en los que las empresas españolas tienen mayor capacidad de producción (seguidores, inversores, estructuras) hasta actividades ahora minoritarias (purificación de silicio, reciclaje de módulos). Respecto a las células, además del silicio, destacan las tecnologías de película semitransparente, delgadas o flexibles. En estructuras, aplicaciones de uso compartido del terreno como la agrovoltaica o la FV flotante. En aplicaciones, toda la gama de ‘<i>consumer products</i>’ como el BIPV y el VIPV. Tendencias de más de largo plazo son la descarbonización de procesos industriales (p.ej. producción de hidrógeno), las perovskitas y la FV de concentración.</p>
<p>2 Investigación en aplicaciones <i>solar-to</i> para la descarbonización del sector industrial</p>	<p>La producción de combustibles renovables de bajo coste es esencial para una descarbonización del sector industrial que mantenga su competitividad especialmente los productos intensivos en energía (productos químicos, acero, cemento, etc.).</p> <p>El desarrollo de aplicaciones <i>solar-to</i> es ahora mismo una de las vías más prometedoras para ello debiendo integrarse en la estrategia de descarbonización del sector industrial.</p> <p>Se debería apoyar la investigación de aplicaciones innovadoras de la energía fotovoltaica para la producción de combustibles renovables como el hidrógeno, incluyendo la construcción de proyectos piloto en instalaciones industriales.</p>
<p>3 Fomento a la implantación de nuevas aplicaciones para la operación del sistema eléctrico</p>	<p>Un sistema eléctrico con gran penetración de renovables y autoconsumo fotovoltaico a nivel distribuido puede plantear dificultades operativas, especialmente en baja y media tensión.</p> <p>Las tecnologías digitales tipo Internet of Things (IoT) o <i>blockchain</i> y el almacenamiento pueden facilitar a la operación de estas redes mediante la gestión integrada de la demanda y la creación de comunidades energéticas.</p> <p>Otras aplicaciones que deberían tener un mayor desarrollo en los próximos años son la hibridación y el almacenamiento.</p> <p>En estos casos, la implementación de proyectos piloto (p.ej. mediante fondos FEDER) puede ayudar a definir modelos de éxito replicables a escala comercial.</p> <p>De nuevo resaltamos la necesidad en este punto de finalizar el despliegue de la red 5G por el salto cualitativo que supone para este tipo de aplicaciones.</p>
<p>4 Programas público-privados para reducir el impacto ambiental de la fotovoltaicas desde la fabricación hasta la instalación de generación</p>	<p>Se deberían impulsar programas de investigación público-privados que reduzcan la huella ambiental de la energía fotovoltaica tanto en la fabricación de componentes como de la propia instalación de generación.</p> <p>Sobre la fabricación, se trata de reducir la huella de carbono de los procesos y de desarrollar el reciclaje, entre otros. Respecto a la instalación, el objetivo debe ser la integración medioambiental de la planta y la reducción del uso de suelo y de agua. En integración destacan las investigaciones sobre uso compartido del terreno y las aplicaciones de agrovoltaica.</p>

I+D+i: Innovación para mantener la ventaja competitiva y superar el *gap* tecnológico

<p>5</p> <p>Apoyo a la comercialización de nuevas tecnologías fotovoltaicas</p>	<p>En España existe una larga tradición de investigación en tecnologías fotovoltaicas contando con numerosas patentes y amplios conocimientos en varios centros de investigación y universidades. Sin embargo, en ocasiones estas innovaciones no llegan a la comercialización, ni al despliegue del mercado necesario para lograr las economías de escala necesarias y convertirse en un producto competitivo.</p> <p>Se deberían mejorar los programas de apoyo a estas tecnologías emergentes para ayudar a superar el llamado ‘valle de la muerte’, facilitando la salida al mercado de tecnologías innovadoras, especialmente los llamados ‘consumer-products’. Destacan las aplicaciones de BIPV (Building Integrated PV), VIPV (Vehicle Integrated PV), fotovoltaica flotante, agrovoltaica, fotovoltaica de concentración, Thin film etc. Entre ellos, el desarrollo del VIPV encontraría sinergias con la industria automovilística en España.</p> <p>Esto se podría hacer a través de la compra pública innovadora (equivalente a la <i>Green Public Procurement</i> europea).</p>
<p>6</p> <p>Adaptación del marco normativo para permitir equipos experimentales en el sistema eléctrico</p>	<p>La regulación actual del sistema eléctrico es una barrera para la construcción de plantas con equipos experimentales (para probar un inversor de una nueva tecnología p.ej.). Sin embargo, este tipo de instalaciones son esenciales en el desarrollo tecnológico al permitir validar su funcionamiento y su rendimiento en condiciones reales de operación conectándose a la red. Además, así se asegura que todas las fases de I+D+i de las empresas industriales ubicadas en España se desarrollan en nuestro país.</p>

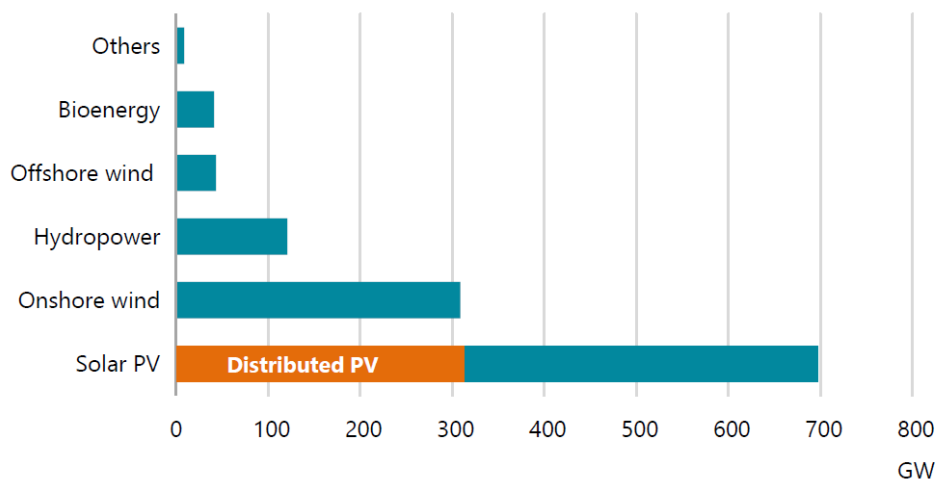
3.4 Comercio exterior: Exportación de equipos fotovoltaicos para mejorar la balanza comercial

El mercado de la energía fotovoltaica está en plena expansión en todo el mundo. Para Europa, SolarPower Europe, estima crecimientos de dos dígitos hasta 2023 superando los 20 GW instalados todos los años.

A nivel mundial, la IEA estima un crecimiento de 700 GW hasta 2024, del cual más del 40% será generación distribuida y autoconsumo, muy por encima de otras tecnologías renovables.

Aunque estas previsiones se realizaron antes de la crisis del covid-19, la competitividad de la tecnología (económica, flexible y de rápida implementación) augura que, pese a los retrasos que puedan ocasionarse, se volverá a una senda de crecimiento en el medio plazo.

Figura 23. Instalación de nueva capacidad renovable entre 2019 y 2024 por tecnología.
Fuente: Agencia Internacional de la Energía



Ante esta expansión de la energía fotovoltaica a nivel internacional, es crucial asegurar el acceso de las empresas españolas a otros mercados, contribuyendo así a mejorar la balanza comercial del país. Para ello, se deben **eliminar las barreras** que puedan existir a la exportación de estos equipos y componentes.

Hay que recalcar sin embargo que, una parte importante de las empresas del sector fotovoltaico ya recorrió este camino al abrirse al exterior tras la ‘moratoria’ que sufrió la tecnología en España. Como se ha mencionado, hay empresas españolas líderes en la fabricación, cuando hasta 2019 la demanda nacional ha sido muy reducida.

Según nuestros datos, hay alrededor de 70 empresas del sector que operan en 72 países diferentes. Además de en Europa, el sector fotovoltaico nacional tiene presencia en prácticamente todo el continente americano, en gran parte de Asia y en algunos países africanos, con parte también en Australia.

Desde UNEF entendemos que, con una expansión de la energía fotovoltaica generalizada a nivel mundial, España puede constituirse como un **hub fotovoltaico internacional**. La demanda interna que se espera para los próximos años debe servir para consolidar y fortalecer el sector industrial fotovoltaico nacional.

Con ello, la presencia internacional de promotores y ‘epecistas’ españoles tiene un potencial enorme de convertir nuestro país en un centro de exportación a otros mercados, gracias al **efecto arrastre**. Para contribuir a que el sector industrial fotovoltaico nacional pueda seguir este camino, proponemos las medidas siguientes.

Comercio exterior: Exportación de equipos FV para mejorar la balanza comercial

<p>1</p> <p>Acción exterior para impulsar una mayor ambición en renovables</p>	<p>La política de acción exterior debe fomentar una elevada ambición en la lucha contra el cambio climático tanto en foros multilaterales (COP) como en las relaciones bilaterales. De esta forma, además de contribuir a una mayor acción en la transición energética y el despliegue de renovables, se amplían las oportunidades para las empresas españolas en el sector industrial fotovoltaico.</p> <p>Asimismo, la acción exterior debe coordinarse con los programas e iniciativas de apoyo a la exportación.</p>
<p>2</p> <p>Aumentar las acciones de promoción en España y otros países</p>	<p>Eventos como las ferias y las misiones comerciales tienen un gran potencial para la promoción de las empresas. En el objetivo de constituir España como un centro de exportación deberá establecerse una feria internacional en nuestro país con vocación de continuidad. Se trataría de mostrar a las empresas españolas en el mejor escaparate posible a compradores internacionales.</p> <p>Asimismo, esta labor de promoción debería realizarse también en los mercados objetivo para los productos españoles. Las representaciones de España en el extranjero tienen la capacidad de servir como una red de apoyo para facilitar la apertura de los mercados mundiales a las empresas españolas.</p> <p>Esta red debería potenciar los instrumentos de promoción en países emergentes, en particular, las ferias, misiones directas e inversas. En una fase posterior, podrían servir de ayuda para resolver los problemas de acceso a determinados mercados y qué acciones se deberían realizar de manera prioritaria. El cuerpo diplomático tiene un gran potencial para facilitar la labor comercial de las empresas españolas que podría explotarse en mayor medida.</p>
<p>3</p> <p>Mayor conocimiento de empresas exportadoras</p>	<p>Un mejor conocimiento de las empresas exportadoras del sector industrial fotovoltaico permitiría un mejor diagnóstico de sus necesidades para adaptar los programas y los servicios de promoción de exportaciones e inversiones a sus necesidades.</p>
<p>4</p> <p>Eliminar las barreras comerciales</p>	<p>Deberían eliminarse las barreras comerciales a los componentes fotovoltaicos, lo que abriría nuevas oportunidades para que los fabricantes vendieran a nuevos mercados. Para ello, se debería promover en las instituciones europeas la firma de acuerdos comerciales bilaterales y multilaterales.</p>
<p>5</p> <p>Continuar los programas de apoyo público</p>	<p>Continuar con los esfuerzos para maximizar la aplicación del Fondo para la Internacionalización de la Empresa (FIEM) a la mejora de la competitividad del producto nacional en el entorno internacional y agilizar su tramitación.</p>
<p>6</p> <p>Información sobre subastas de renovables internacionales</p>	<p>La exportación de productos fotovoltaicos se facilitaría si desde las administraciones se hiciese pública la celebración de subastas para el desarrollo de nueva capacidad renovable internacionalmente.</p> <p>De esta forma, los fabricantes conocerían los mercados potenciales para sus productos como los países en los que van a desarrollarse nuevos proyectos.</p>
<p>7</p> <p>Avales para la exportación</p>	<p>Las empresas fabricantes de equipos fotovoltaicos tienen que aportar avales de rendimiento y garantía (<i>Downpayment, Performance y Guarantee</i>) cuando exportan sus equipos. Para facilitar la exportación, estos avales podrían darse a través de organismos públicos como CESCE o ICO.</p>

3.5 Formación: Capacitación de trabajadores para la transición ecológica

Según IRENA, el sector fotovoltaico emplea unos 3 millones de personas (2016), principalmente en China, Japón, Estados Unidos, Bangladesh e India. Por su lado, Europa, que representó una parte importante del empleo del sector a nivel mundial, ha reducido su peso en los últimos años.

En general, los empleos en el sector han migrado hacia los países del sudeste asiático debido al aumento de la capacidad de fabricación de componentes en estos países y a una mayor demanda en la zona. Aunque China sigue siendo el líder en fabricación, Malasia, Corea del Sur y Tailandia han aprovechado sus industrias de semiconductores para producir también paneles solares, resultando en altas tasas de creación de empleo.

Como se ha mencionado, para un país que instala energía fotovoltaica, el potencial para generar actividad económica y empleo será mayor si los componentes son fabricados por la industria nacional.

En Europa según *SolarPower Europe*, el sector fotovoltaico podría soportar al menos 300.000 empleos para 2030, en comparación con 81.000 FTEs¹⁰ en 2016. Para cumplir estas favorables proyecciones, es necesario un despliegue estable de la nueva capacidad renovable y una política industrial que permita el desarrollo de un sector manufacturero nacional, como ya se ha apuntado en este documento.

Para que sea posible este desarrollo industrial y para que tenga un mayor impacto económico y social en el país, es necesario que haya suficiente oferta de empleo cualificado y formado en las tecnologías fotovoltaicas. El sector va a demandar un gran número de profesionales que puedan participar en esta revolución industrial 'verde'. Además, el empleo con base industrial es actualmente escaso en un entorno en el que proliferan personas subempleadas con trabajos de bajo valor añadido. Para contrarrestar esta tendencia, deberán ponerse mayores esfuerzos en la **mejora de la empleabilidad** de colectivos tradicionalmente alejados de la actividad industrial, como el de las mujeres.

La formación y capacitación resultan especialmente importantes en un contexto de transición energética por el que se van a abandonar ciertas tecnologías intensivas en carbono. Es necesario que se implementen medidas que faciliten la reconversión de profesionales de estos sectores (y zonas geográficas) hacia la industria fotovoltaica, de forma que se cubran las demandas de personal y se asegure una **transición justa**.

¹⁰ Full Time Equivalent: Empleos equivalentes teniendo en cuenta jornadas de 40 horas.

Formación: Capacitación de trabajadores para la transición ecológica

<p>1</p> <p>Adaptación de los planes formativos a la transición ecológica</p>	<p>La transición energética y la economía circular van a ser generadores de empleo en los próximos años y requerirán de profesionales cualificados. Por ello, deben revisarse los currículos oficiales de titulaciones universitarias, de Formación Profesional y de formación para el empleo y adaptarlos a la transición ecológica. Se trata de evitar que estudiantes y trabajadores se formen en tecnologías obsoletas o en un contexto que no refleje la realidad.</p>
<p>2</p> <p>Formación en renovables para la transición justa</p>	<p>La transición energética necesariamente hará que un cierto número de instalaciones de generación térmica (especialmente en base carbón) cierren en los próximos años (o estén en fase de hacerlo). El cierre de este tipo de instalaciones dejará un número de profesionales que deberán reconvertirse para mantenerse activos en el mundo laboral. Para ello, o bien a través de los convenios de transición justa o como iniciativas de las comunidades autónomas o la administración central, se debería promover la formación de estos profesionales en energías renovables.</p>
<p>3</p> <p>Formación en fotovoltaica a nivel local</p>	<p>La construcción y el mantenimiento de instalaciones de producción de energía fotovoltaica son una fuerza generadora de empleo a nivel local. Para facilitar que el empleo que crean estas instalaciones se quede en los ayuntamientos en los que se ubican, las administraciones locales podrían dedicar recursos formativos a estas tecnologías.</p>
<p>4</p> <p>Capacitación de los funcionarios públicos</p>	<p>La tramitación administrativa de las instalaciones fotovoltaicas tanto de generación como de autoconsumo, es clave para el éxito del proyecto. Es por tanto esencial para que el desarrollo de nuevas instalaciones se pueda hacer en tiempo (cumpliendo los objetivos del PNIEC) y forma que los funcionarios públicos conozcan la tecnología y tengan la capacitación necesaria para tramitar los expedientes administrativos.</p>