

PLAN ESTRATÉGICO TECNOLÓGICO ESPAÑOL EN FOTOVOLTAICA (PETEF)

JUNIO 2014

Promueve



tecnalia

Financia



ÍNDICE

	pág.
ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE de FIGURAS	iv
ÍNDICE de TABLAS	iv
1. EL OBJETIVO Y LA OPORTUNIDAD	5
2. LOS RETOS MUNDIALES SE ACELERAN E INTENSIFICAN	7
3. EUROPA EN CRISIS: BÚSQUEDA DE UN NUEVO ESPACIO TECNOLOGICO.....	8
4. EL CONTEXTO PARA UNA ESTRATEGIA ESPAÑOLA EN TECNOLOGIA FOTOVOTACIA.....	13
5. BASES DE PARTIDA PARA ESTABLECER CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN	30
6. ANALISIS PARA EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y UNA PRIORIZACIÓN ESPAÑOLA	36
7. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA.....	53
ANEXO I. UN ANALISIS DEL SECTOR FOTOVOLTACIO DESDE ALINNE	54
ANEXO II- UN ESTUDIO DEL MAEX (Eclareon) SOBRE LA CAPACIDAD TRACTORA DE LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA.....	63

ANEXO III-EERA-JP	67
ANEXO IV-ESTUDIO DE ATKEARNY PARA LA EU PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY PLATFORM SOBRE LAS OPORTUNIDADES EN LA INDUSTRIA.....	69
ANEXO V-SET PLAN SEII	73
ANEXO VI- LA POLÍTICA DE COHESIÓN 2014-2020 IRÁ AUN MÁS ALLÁ.....	80

ÍNDICE de FIGURAS

	pág.
Figura 1. Bajo dos escenarios diferentes: referencia (Ref) y <i>Diversified Supply Technology</i> (DST), la evolución esperada del mix eléctrico.	16
Figura 2. Escenarios diferentes para el desarrollo de la FV en la EU	17
Figura 3. Cuadro de objetivos Plataforma Tecnológica FV Europea	18
Figura 4. Potencial relativo de reducción de costes de diversas tecnologías	20
Figura 5. previsión de reducción de costes de inversión CAPEX según ET&I.....	20
Figura 6. La interconexión de redes de electricidad y TIC	24
Figura 7. Eficiencia comercial según tecnologías y fabricantes (Source: de Wild-Scholten, 2013)	36
Figura 8. Producción solar prevista v real	41
Figura 9. Complementariedad de producción eólica y solar en grandes redes.....	43
Figura 10. El autoconsumo permite el almacenamiento, aplana la curva de demanda y flexibiliza el sistema	45

ÍNDICE de TABLAS

	pág.
Tabla 1. Proyecciones de electricidad renovable para 2020Nombre tabla	29
Tabla 2. Objetivos marcados por la tecnología.....	33
Tabla 3. Principales barreras y soluciones para el sector español	34
Tabla 4. Instrumentos (nuevos o no) no financieros de apoyo al desarrollo de la I+D+i necesarios para alcanzar los objetivos anteriores.....	35
Tabla 5. Hoja de ruta y priorización del sector tecnológico español	52

1. EL OBJETIVO Y LA OPORTUNIDAD

El plan estratégico diseñado en el ámbito de Fotoplat trata de ser una guía de orientación para todos aquellos participantes en el desarrollo de la tecnología fotovoltaica (TFV). Especialmente, el plan, está orientado al desarrollo de la investigación básica, tecnológica e industrial, señalando una senda en la que el tejido español pueda robustecer sus características propias y desarrollar las potencialidades alcanzando la relevancia competitiva que debiera tener en el contexto mundial, ahora aletargado por las tensiones de mercado en el que la regulación está siendo el verdadero tractor frente a los avances tecnológicos especialmente del área de la fabricación. Pero, la fase previa a la estrategia es la de superar la coyuntura por lo que el PETEFV insiste en aspectos esenciales para proyectar al futuro como son las necesarias acciones en el mantenimiento y recuperación del tejido innovador español que ha demostrado en los más de 30 años de esfuerzos una fuerte vocación en esta tecnología eléctrica.

Los cambios tan radicales en los que se ha movido este sector en los últimos años; impulsados por los avances en los procesos de producción en masa, que han logrado imprimir una continua y drástica reducción de costes radicalmente positiva pues han permitido demostrar a la sociedad y a la economía la verdadera capacidad que tiene la tecnología de ser a partir de ahora esencial en el mix futuro. Estos cambios han tenido consecuencias en el posicionamiento de relativo de las diferentes líneas de investigación e innovación en FV; algunas, como en el caso de la I+D, buscando nuevos nichos más eficientes; u otras abriendo líneas de innovación hacia nuevos mercados emergentes para recuperar cuotas de mercados alternativos.

Y, esto es así, por la fuerte conexión que tiene la cadena de ciencia-tecnología-industria (CTI) que transmite rápidamente las fuerzas en ambas direcciones; esto traducido al lenguaje actual significa que la crisis de la industria fotovoltaica, europea y española en particular, ha sumido a todos los actores del proceso innovativo en una profunda recesión que requiere de un nuevo paquete de incentivos si se confía en que esta tecnología es vital para la industria española pues tiene todas las características que se buscan

en una apuesta de proyecto país: permite mantener un liderazgo tecnológico reconocido y ganado con esfuerzo; genera empleos de calidad y sostenibles; permite un cambio en la matriz eléctrica robusteciendo los extremos de seguridad de suministro, de contribución a la mejoras medioambientales, de reducción de precios de la electricidad. Es decir, constituye el paradigma de las políticas socio-económicas, medioambientales y tecnológicas y España dispone de equipo y potencialidad para alcanzar objetivos de éxito.

2. LOS RETOS MUNDIALES SE ACELERAN E INTENSIFICAN

La urgencia de un cambio de paradigma lo marca la AIE que durante décadas ha hecho aproximaciones a los escenarios y que dispone de los mejores expertos en la materia, analiza la necesidad de alcanzar el objetivo de mantener como objetivo un crecimiento de la temperatura por debajo de los 2°C, acción que requeriría el cierre de centrales de carbón en explotación y reducir drásticamente las nuevas construcciones utilizando, en todo caso, tecnologías de captura y centrales de alto rendimiento (ciclos súper-críticos). Según la AIE en su estudio ETP 2014 , sería necesaria la jubilación anticipada de 850 GW de capacidad de carbón existente en el mundo para alcanzar el objetivo de limitar el calentamiento global a 2°C y que dicho cambio se haga con tecnologías de bajo carbono cutas tecnologías ofrecen excelentes alternativas.

El ETP 2014 señala que, en ausencia de nuevas políticas, las emisiones de CO₂ del sector energético se incrementarán en un 61% con respecto a los niveles de 2011 para el año 2050. El modelo de ETP 2014 examina la competencia entre una amplia gama de soluciones tecnológicas que puedan contribuir a una prevención de este aumento, entre ellas: una mayor eficiencia energética, energías renovables, energía nuclear y la casi total descarbonización de la generación eléctrica basada en combustibles fósiles. El trabajo de escenarios es complejo y el modelo analiza dos: Escenario 2DS y el hi-Ren con despliegue de tecnologías de captura y almacenamiento un rápido despliegue de las energías renovables, especialmente solar y eólica.

3. EUROPA EN CRISIS: BÚSQUEDA DE UN NUEVO ESPACIO TECNOLÓGICO

Del marco de desarrollo desde la UE que ha marcado el desarrollo de esta tecnología especialmente en el último ciclo, se han apuntado algunas referencias esenciales para entender que hay una senda clara de desarrollo a pesar de las crisis que asolan a muchos países y entre ellos a España, para que pueda verse el substrato potente en el que se desenvuelven algunas actuaciones energéticas y especial aquellas de señalan las estrategias en la última década, aunque vienen de lejos. Se entresacan algunas referencias, en cursiva en el texto, que desde la presidencia de la Comisión se han plasmado en informes y en especial en el documento Europa 2020 (ref. 1). Así, una primera mención a que *Europa debe surgir más fuerte de la crisis económica y financiera. Pues, las realidades económicas se están moviendo más rápidamente que las realidades políticas, como se ha visto con el impacto global de la crisis financiera. Debe aceptarse que la cada vez mayor interdependencia económica exige también una respuesta más decidida y coherente a nivel político. Los últimos dos años han dejado a millones de personas sin empleo (muchos de ellos ligados a sectores energéticos que ha sufrido caídas de facturación notables, claves para entender algunas de las tensiones surgidas), que están generado una deuda que representará una carga durante muchos años y han ejercido nuevas presiones sobre nuestra cohesión social. También han puesto de relieve algunas verdades fundamentales sobre los desafíos a que se enfrenta la economía europea. Y, mientras tanto, la economía global sigue su marcha. Nuestra prioridad a corto plazo es salir con éxito de la crisis.*

Los líderes europeos hacemos un análisis idéntico de las lecciones que deben aprenderse de la crisis. Tenemos una mano de obra preparada y una base tecnológica e industrial poderosa. Tenemos un mercado interior y una moneda única que nos han ayudado con éxito a resistir lo peor de la crisis. Tenemos una economía social de mercado de probada eficacia. Debemos confiar en nuestra capacidad de adoptar una agenda ambiciosa para nosotros mismos y de orientar nuestros esfuerzos para llevarla a la práctica

Mientras que Europa necesita abordar sus propias debilidades estructurales, el mundo se mueve rápidamente y será muy diferente a finales de la próxima década:

- Nuestras economías están cada vez más interconectadas.*
- Las finanzas mundiales todavía deben ser reparadas.*
- Los retos del clima y de los recursos requieren la adopción de medidas drásticas.*

Se hace mención al reconocimiento del reto del clima, liderazgo que parece que la Comisión está dispuesta a continuar liderando en un contexto difícil a establecer cuotas, techos y programas.

La Comisión propone para la UE cinco objetivos cuantificables para 2020 que marcarán la pauta del proceso y se traducirán en objetivos nacionales: el empleo, la investigación y la innovación, el cambio climático y la energía, la educación y la lucha contra la pobreza. Estos objetivos representan la dirección que debemos tomar e indican que podemos medir nuestro éxito. Nuestro nuevo orden del día requiere una respuesta europea coordinada, que incluya a los interlocutores sociales y la sociedad civil.

Europa debe tomar en sus manos su propio futuro pues se enfrenta a un reto de transformación profunda. La crisis ha echado por tierra años de progreso económico y social y han aflorado debilidades estructurales de su economía. Mientras tanto, el mundo se mueve con rapidez y los retos a largo plazo (mundialización, presión sobre los recursos, envejecimiento, pobreza, medioambiente) se amplían e intensifican. La UE.

Unión Europa 2020

Europa 2020 define tres directrices, de mutuo refuerzo, que deben orientar el tipo de crecimiento a llevar a cabo en los próximos años:

- Inteligente que dirija el desarrollo hacia una economía basada en el conocimiento y la innovación;

- Sostenible que incentive una economía basada en el uso más eficaz de los recursos, más verde y competitiva; e,
- Integrador que fomente una economía con altos índices de empleo que induzca un aumento de la cohesión social y territorial.

La Comisión para lograr ese tipo de crecimiento propone siete iniciativas emblemáticas que catalicen los avances y establezcan espacios comunes para el desarrollo:

- Una unión por la innovación, para mejorar las condiciones generales y el acceso a la financiación para el I+D+I y garantizar que las ideas innovadoras se puedan convertir en productos y servicios que generen crecimiento y empleo.
- Una juventud en movimiento, para mejorar los resultados de los sistemas educativos y facilitar la entrada de los jóvenes en el mercado de trabajo.
- Una agenda digital para Europa, que acelere el despliegue de internet de alta velocidad y beneficiarse de un mercado único digital para familias y empresas.
- Una Europa que utilice eficazmente los recursos que ayude a desacoplar crecimiento económico y utilización de recursos; allane el cambio hacia una economía baja en carbono; incremente el uso de fuentes de energía renovables; modernice el sector del transporte y promover la eficacia energética.
- Una Política industrial para la era de la mundialización, que mejore el entorno empresarial, especialmente para las PYME, y apoye el desarrollo de una base industrial fuerte y sostenible, capaz de competir a nivel mundial.
- Una agenda de nuevas cualificaciones y empleos, que modernicen los mercados laborales y potencien la autonomía de las personas mediante el desarrollo de capacidades a lo largo de su vida; aumentando la participación laboral y adecuando mejor la oferta y la demanda de trabajos, en particular mediante la movilidad laboral.
- Una Plataforma europea contra la pobreza, que garantice la cohesión social y territorial, de forma que los beneficios del crecimiento económico y del empleo sean ampliamente compartidos y las

personas que sufren de pobreza y exclusión social que puedan vivir dignamente y tomar parte activa en la sociedad.

La UE definida la posición que quiere ocupar en 2020, señala 5 indicadores estratégicos a alcanzar:

- El 75 % de la población de entre 20 y 64 años deberá estar empleada;
- El 3 % del PIB de la UE deberá ser invertido en I+D;
- Deberá alcanzarse el objetivo 20/20/20 en materia de clima y energía;
- El abandono escolar debería ser inferior al 10 % y, al menos, el 40 % de la generación más joven deberá tener estudios superiores; y,
- El riesgo de pobreza debería amenazar a 20 millones de personas menos.

En resumen: tal y como señala la Comisión Europea: *“desde las Administraciones competentes hay que favorecer políticas anticíclicas y apostar decididamente por la incentivación de la economía, la creación de empleo, con especial atención a la juventud y parados de larga duración”*. La focalización a PETEF es evidente en la iniciativas emblemáticas 1,4 y 5.

Una estrategia de energía limpia y eficaz en la UE

En el contexto de lucha contra la crisis en sus múltiples facetas, una de las líneas que se considera prioritaria es la búsqueda permanente de un cambio de paradigma dirigido a un espacio nuevo de **energía limpia y eficaz**. Así, alcanzar nuestros objetivos energéticos podría traducirse en una disminución en las importaciones de petróleo y gas de 60.000 M€ hasta 2020.

La energía es uno de los temas geopolíticos más preocupantes para la UE puesta en relieve con la crisis en Ucrania. La dependencia energética de la UE y su elevado coste son innegables: la UE importa el 53 % de la energía consumida, cuyo coste es superior a mil millones de euros al día. En concreto, importamos el 88 % del petróleo crudo y el 66 % del gas natural, el 42% de combustibles sólidos y el 95% del uranio. Pero hay indicadores que

señalan un cambio continuo y en algunos casos rápido como es que el 14,1% de la demanda se haga con renovables y que el 50% de la energía eléctrica consumida esté libre de carbono. La mejora de todos estos indicadores no solo supondría un ahorro financiero, sino que es el telón de Aquiles de nuestra seguridad. Entre las acciones se requieren nuevos avances en la integración del mercado europeo de la energía que podrían añadir 0,6 % - 0,8 % al PIB EU. Por otro lado, el esfuerzo por alcanzar el objetivo de un 20 % del suministro energético con fuentes renovables activaría la creación de más de 600.000 puestos de trabajo en la UE; y, si a esto añadimos el objetivo del 20 % de eficacia energética, se podrían captar más de un millón de empleos.

En varios señalamiento como el acto CPE (Centro de Política Europea) la Comisión, señala la brecha a salvar entre el ámbito de la investigación y la industria e indica una necesidad imperioso de alcanzar una Unión de la Energía. A modo de ejemplo señala los grandes avances en viviendas inteligentes permitirán a medio plazo alcanzar millones de viviendas. Pero también señala que el grueso de la financiación del H2020 vendrá del sector privado dada la rentabilidad que tiene .el sector de la energía y el transporte, aunque se traten de ralentizar la entrada de nuevos actores.

Por otro lado, la Estrategia Europea de la Seguridad Energética que tienen por objeto mejorar la dependencia, demanda acciones drásticas e inmediatas y así señala que uno de sus objetivos a medio y largo plazo consiste en el desarrollo de tecnologías energéticas, acelerando los procesos de llegada al mercado buscando esa cooperación entre la investigación y la industria. Así que aunque el Programa Marco Horizonte 2020 señala esta prioridad va a ser decisivo para establecer una verdadera red de ciencia y tecnología europea con intensas negociaciones bilaterales y multilaterales.

4. EL CONTEXTO PARA UNA ESTRATEGIA ESPAÑOLA EN TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

Se ha señalado las líneas prioritarias que a nivel europeo se establecen en una panorámico general; sin embargo, España debería adoptar una posición propia al fin de recuperar o encontrar los nuevos nichos de liderazgo.

La huella medioambiental de la FV es muy baja y se reduce continuamente con avances en I+D+I (p. ej. reducción continua del espesor de las obleas), no emitiendo en la generación de electricidad ningún gas de efecto invernadero (GEI) ni otros contaminantes (óxidos de azufre y nitrógeno, metales pesado, etc.); y especialmente no consume agua para la transformación. Así que la contaminación del aire local y un amplio uso de agua dulce para la refrigeración de las centrales térmicas se están convirtiendo en graves preocupaciones en regiones cálidas o secas, estos beneficios de la energía solar son cada vez más importante.

Para que la EU alcance los objetivos propuestos a largo plazo especialmente la sostenibilidad, la descarbonización de la economía y el crecimiento de la sociedad, necesita mantener una tensión continua de innovación sobre la tecnología de la energía. Este es el objetivo esencial del SET-Plan (Strategic Energy Technology Plan) desarrollar un conjunto de actividades de I+D+I para implantar nuevas tecnologías energéticas que permitan alcanzar una economía baja en carbono, para reducir de forma drástica las emisiones de gases de efecto invernadero, entre el 57-65% a 2030 y del 85-90% en el horizonte 2050; para mejorar los niveles de seguridad de suministro de energía; que permita exportación de tecnología aportando nuevas oportunidades y potenciando el empleo.

El plan estratégico tecnológico en fotovoltaica (PETEF) para España trata además de identificar las claves para desarrollar esta tecnológica, señalar la estrategia más optimizada para que con el potencial de recursos disponibles pueda alcanzar una relación coste-beneficio lo más alta posible. Se señala a medio plazo 2020 los objetivos que debieran alcanzarse y especialmente apuntar al papel que debe representar esta tecnología en el suministro

energético y tecnológico en el horizonte 2050. Y, en concreto: definir la evolución de costes y prestaciones de la tecnología FV; determinar los cuellos de botella al desarrollo y las barreras para la reducción de costes y la comercialización de sistemas; establecer una serie de prioridades para lograr el máximo desarrollo de capacidades posible;

En suma el desarrollo tecnológico debe propiciar la reducción de costes entre el 30-80% en 2050 en un mix energético de bajo carbono por el que la UE ha apostado para llevar a cabo en este siglo reduciendo de forma muy positiva el impacto que la energía tiene en la economía, en la calidad de vida y en la competitividad.

El contexto mundial sobre la tecnología FV

Desde 2010 el mundo ha ido implantando FV a una velocidad de 100 MW diarios y ha alcanzado cotas inimaginables solamente hace unos años, superando en los últimos tres años a toda la potencia instalada en los 40 años anteriores. La potencia acumulada mundial en el primer semestre de 2014 alcanza ya los 150 GW¹. Ninguna tecnología energética anterior había tenido este desarrollo (similar al de la revolución digital o la telefonía móvil) y esto indica un cambio profundo en la forma de generar electricidad tanto en la fuente utilizada como en la transformación. Los periodos de recuperación de la energía de fabricación de los componentes han pasado de más de 10 años a escasamente medio año

China e India ha tomado la posición de liderazgo después de que Europa, especialmente Alemania y España (hasta 2008) y luego tomando el testigo Italia y Francia, dirigiese el empuje desde 2003 liderando la implantación

¹ El informe de la AIE emitido a principio de 2014 da estos valores y las previsiones de la Agencia son extraordinariamente optimistas para los próximos años, aún en escenarios con políticas de tipo *push*.

hasta 2012. China incluyendo Taiwan desde 2009 está liderando la producción alcanzando actualmente más del 70% de la demanda mundial, presionando, via precios, al abandono de este segmento de la cadena de valor al resto de fabricantes mundiales; entre ellos las industrias españolas que llegaron a alcanzar cuotas muy importantes del mercado en los años de despegue 2004 y que ahora se sitúan en la marginalidad y buscan nuevos nichos de mercado.

Escenarios energéticos

Los modelos de previsión que determinan la demanda energética (POLES, MARKAL, etc.) que utilizan los diferentes Agencias buscan bajo diversos escenarios de desarrollo económicos, ambientales y tecnológicos la estructura más fiable de suministro. Lograr reducciones tan importantes del 90% requiere un cambio sistémico, estructural, en el sistema energético; y en concreto en el sistema eléctrico deben alcanzarse significantes reducciones en 2030 del 57-65% y una descarbonización casi total en 2050 superior al 95%. Tal como refleja el grafico adjunto del estudio de análisis tecnológico de la Comisión (ET&I)², el esfuerzo en renovables eléctricas, en cualquiera de los dos escenarios, debe ser extraordinario y entre ellas la FV ocupa lugar destacado.

² *Energy Technologies and Innovation*, {COM(2013) 253 final}: ET&I

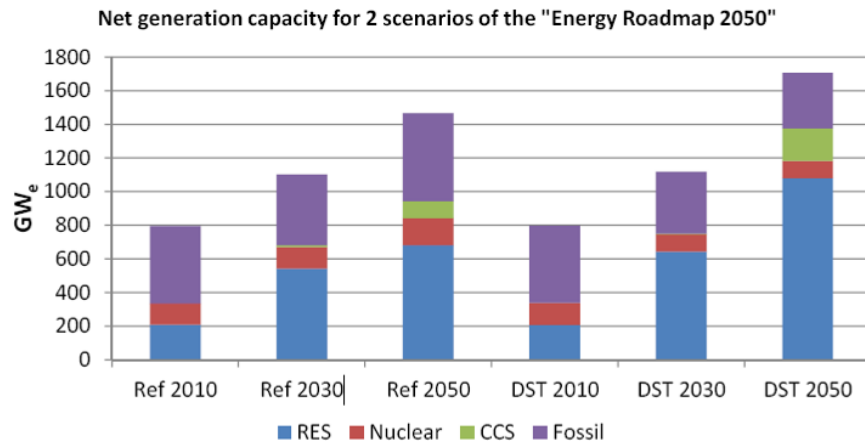


Figura 1. Bajo dos escenarios diferentes: referencia (Ref) y *Diversified Supply Technology* (DST), la evolución esperada del mix eléctrico.

En concreto el sector de la FV en la EU acumula una velocidad superior a lo que señalan los NREAP y los dos escenarios propuestos EPIA y Energy Road Map 2050, de la Comisión se distancia bastantes uno de otro, en los dos análisis realizados por los organismos. El escenario propuesto por la industria señala para 2030 cerca de 350 GW que depende de ese escenario tan avanzado por el desarrollo profundo de las RES-E. En todos los escenarios queda claro que la FV representa un eje de oportunidades alrededor de los productos, la generación distribuida con un mercado importante en volumen y rotura de paradigma.

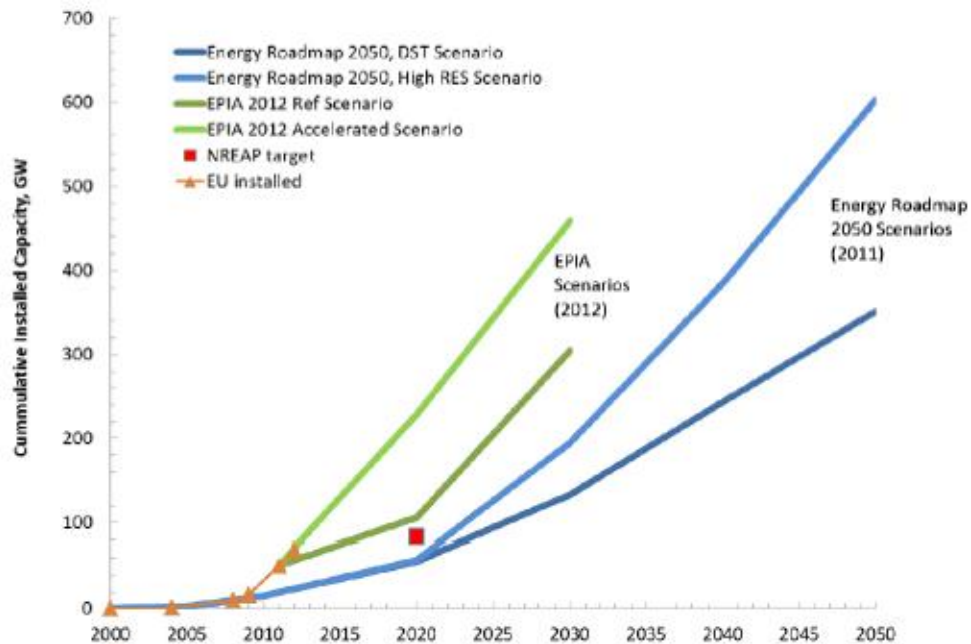


Figura 2. Escenarios diferentes para el desarrollo de la FV en la EU

En concreto la plataforma tecnológica europea señaló en 2011, en un estudio que ha sido superado por los acontecimientos, unas proyecciones a 2020 y 2030 que los precios unitarios se situarían en 2020 en 1,5€/Wp, cuando estos precios han sido alcanzados 6 años antes; así como un marco para un LCOE de la tecnología muy atractivo que señala ya la llegada a la paridad de red, y con unos períodos de recuperación de la energía por debajo del año. Puede considerarse como una rotura continua de techos a esta tecnología de gran viabilidad que se ha abierto paso en el mix energético de forma decidida y para permanecer en el largo plazo.

	1980	TODAY	2020	2030	LONG TERM POTENTIAL
Typical turn-key price for a 100 kW system (2011 € / W, excl. VAT)	>30	2.5	1.5	1	0.5
Typical electricity generation costs in southern Europe (2011 € / kWh)	>2	0.19	0.10	0.06	0.03
Typical system energy payback time Southern Europe (years)	>10	0.5-1.5	<0.5	<0.5	0.25

The conversion from turn-key system price to generation costs requires several assumptions since it is dependent on location, system lifetime, system performance and economic factors. This report assumes:

- an average performance ratio of 80%, i.e. a system yield of 800 kWh / kW_{yr} at a solar irradiation level of 1000 kWh / m²·yr. A location in southern Europe, with a global solar irradiation at optimum angle of 1800 kWh / m² is assumed and a performance ratio of 80% translates into 1440 kWh / kW_{yr}
- on average, 1% of the system's price is spent each year on operation and maintenance
- the economic system lifetime is 25 years
- a discount rate of 6.5% is used.

Figura 3. Cuadro de objetivos Plataforma Tecnológica FV Europea

Los escenarios más fiables son aquellos que en el pasado se han acercado más a la realidad; pero en FV indican todos ellos unos desvíos inaceptables, en el caso español de más del 800% o los propuestos por EPIA que corrigen por encima del 200%; lo que demuestra que los modelos no son la causa sino los escenarios basados en tendencias y ajustado según criterios macro: económico-financiero, social, medioambiental, y poco ajustados por los avances tecnológico traccionados, entre otros, desde la I+D+I. La base de los escenarios generales especialmente los elaborados por la AIE, hay que valorarlos de forma independiente a los sectoriales como los propuestos por EPIA; pero además están los marcados por la UE y analizados localmente como el PANER o los PNA; pero además está la realidad de la regulación como se señala a continuación. El horizonte se sitúa en 2020 o en 2030, incluso se habla del 2050. Los cambios tecnológicos introducen la mayor incertidumbre, pues los desarrollos hasta el momento más intensos se han debido a la caída continua de los precios del vatio pico instalado, con descensos bruscos tras la recuperación del suministro de polisilicio como consecuencia de la caída del sector electrónico y la implantación de industrias masivas de sustratos específicas para fotovoltaica

Así, la IEA señala como objetivo alcanzar el 16% de producción FV de la electricidad total producida en 2050, esto es, una potencia instalada acumulada de 4.600 GW; permitiendo evitar 4 Gt CO₂/año de emisiones. Con ese escenario se escalaría de los 38 GW instalados en 2013 a los 200 GW/año en el tramo de los 2025-2050. Esto es, incluyendo la repotenciación la inversión anual requerida ascenderá a 150.000 M€, duplicando la de 2013.

El cambio de liderazgo desde los países de la UE que han liderado el desarrollo de las energías renovables con una clara vocación de impulso del cambio hacia tecnologías menos carbonadas y más sostenibles que confirmen la vocación de la UE de una lucha contra el cambio climático. En ese horizonte China que ya lidera el cambio entre los países emergentes en el horizonte 2050 captará más del 38% del mercado mundial.

Prospectiva tecnológica

Hasta ahora, la reducción de precios ha venido impulsada, fundamentalmente, por el lado de la producción masiva de componentes; pasando de fábricas de decenas de MW a líneas de fabricación con más de un GW; con posibilidades de alcanzar mejoras por innovación en los procesos. El nuevo ciclo de reducción de precios, según todos los analistas, debe estar impulsado por avances tecnológicos en un sentido amplio.

Uno de las líneas de desarrollo tecnológico, común a casi todas las renovables es la flexibilidad de adaptación a la curva oferta-demanda, es la del desarrollo de sistemas de almacenamiento y gestión de cargas. En este campo las renovables demandan una aceleración tecnológica y una prioridad en el almacenamiento especialmente en países áridos y con redes débiles y poco desarrolladas. La sinergia en el desarrollo de sistemas mixtos termosolares-FV es una oportunidad de impulso de este tipo de mezcla e hibridación de tecnologías que ampliarían el espectro de las bondades de los sistemas FV.

La tecnología FV presenta un potencial de reducción de costes por encima de otras opciones, por lo que se considera que la apuesta por esta

tecnología tienen además una repercusiones mas amplias que la propia competitividad de unas soluciones frente a otras.

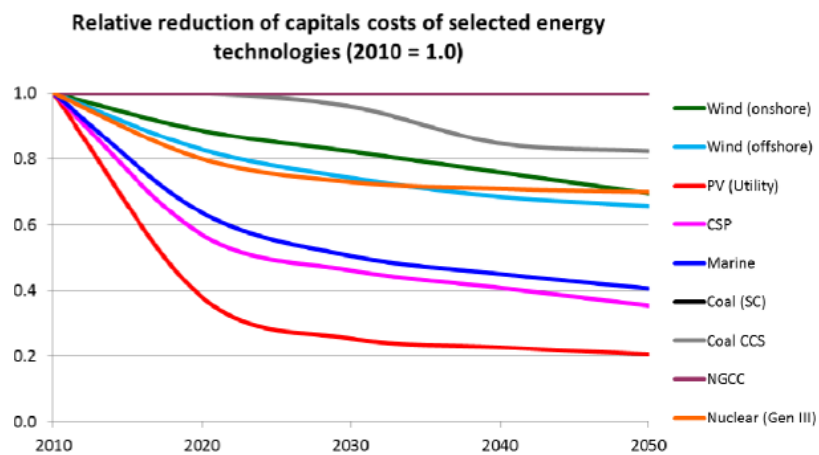


Figura 4. Potencial relativo de reducción de costes de diversas tecnologías

hasta 2050. Fuente JRC-SETIS analysis.

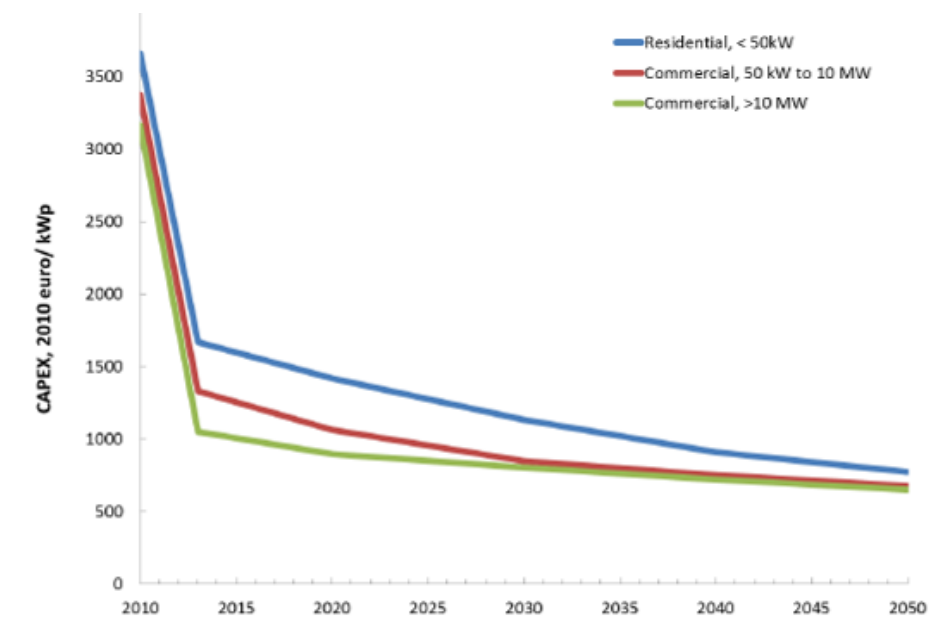


Figura 5. previsión de reducción de costes de inversión CAPEX según ET&I

En el desarrollo de la tecnología en buscando una mejora de los costes para recuperar cuotas de competitividad de la industria española y europea debe realizarse en toda la cadena de valor desde la industria aguas arriba (upstream): los procesos de fabricación de la materia prima (polisilicio y otros), células y módulos; como los denominados aguas abajo (downstream) tales como componentes electrónicos (inversores, control), componentes BOS , la integración de sistemas en las redes y el almacenamiento local de energía.

El papel de la I+D+I

Hasta ahora la misión encomendada a la I+D+I se ha focalizado en la mejora de la eficiencia, la fiabilidad y estabilidad-durabilidad de los substratos y células, la reducción de costes y la mejora de los procesos de fabricación a gran escala³. El potencial de mejora debe orientarse además hacia nuevos substratos y nuevas estructuras topológicas. En todo caso, la orientación para la I+D+I tiene tres direcciones: la comprensión profunda del fenómeno fotovoltaico, los avances en los procesos de fabricación y la gestión eficiente de los sistemas interconectados a redes complejas; y todo ellos buscando esa reducción esencial de costes.

En el primer punto referido a la comprensión del fenómeno, los avances en nanotecnología, de las estructuras y funcionamiento a nivel atómico y subatómico, la nueva ciencia de los materiales, etc. están permitiendo ahondar y modelizar el proceso de transformación identificando nuevas variables que intervienen de forma interesante. En resumen: toda una investigación fundamental y con importante desarrollo que debe dar profundidad a esta tecnología además de un fuerte impulso al conocimiento para otras ramas de la ciencia. Este es un campo abierto para una apuesta para los departamentos de ciencia básica en los cuales los retos son de conocimiento frente al otro extremo que representan los retos tecnológicos.

³ Ver nota 1.

Claves generales para la investigación en FV

Además de avanzar hacia una innovación a medio y largo plazo, la I+D deberían hacer un esfuerzo especial de ayuda para salvar a la actual industria a a superar algunas tecnologías que están en fase de lanzamiento o a salir del laboratorio. También se señala que en el estado actual no hay tecnologías claramente ganadoras especialmente por las inversiones que se llevan a cabo en la fabricación de componentes de diversas tipologías que están en desarrollo comercial o en laboratorios. Esto crea una dificultad añadida de concentrar esfuerzos al tener que apoyar a un porfolio de tecnologías amplio. En toda esta amplia gama de tecnologías lo que se busca son:

- a. Eficiencia, rendimiento energético, estabilidad de funcionamiento y vida útil: Dado que la investigación se dirige principalmente a la reducción del coste de la electricidad fotovoltaica es importante no centrarse exclusivamente en inversiones de capital inicial (€ / Wp), sino en el rendimiento de energía (kWh/Wp) durante la vida útil económica o técnica.
- b. Fabricación de alta productividad, con fuerte control del proceso buscando mínimos rechazos en la fabricación para lograr alcanzar costes objetivos.
- c. Sostenibilidad ambiental: los consumos de energía y de materias primas en la industria de fabricación, así como las posibilidades de reciclaje influyen en la aceptabilidad ambiental del producto.
- d. Aplicabilidad universal del producto: estandarización y armonización física, mecánicas y eléctricas de los módulos pueden contribuir a reducir los costes de la instalación. Así, otros aspectos como la facilidad de instalación y la calidad estética de los módulos (y sistemas) son importante si se van a utilizar en gran escala en el entorno construido.

Búsqueda de nuevos nichos para la industria FV española

De acuerdo a varios análisis y en especial el referido ET&I, en el campo de la innovación se identifican tres líneas de trabajo unidas por una idea básica: el edificio clave de nuevos desarrollos para el sector FV; así se señalan

- El desarrollo de células solares impresas implicaría un cambio substancial en la reducción de costes, al igual que en su día representó la fabricación de células de capa delgada que se ha visto superada por la bajada drástica de las células de oblea. Esta nueva línea de células necesita un esfuerzo tecnológico importante y permitiría además una reducción de la inversión en las plantas. Esta forma de fabricar, en principio más flexible, permitiría conectar con la industria de la construcción reforzando el concepto sostenibilidad medioambiental de la tecnología. Esta línea representa una oportunidad para mantener el liderazgo europeo y sortear la fuerte presión del mercado basado en el precio.
- Innovar en el área de módulos como materiales de construcción (paramentos, tejados, etc.) requiere una innovación multidisciplinar de fabricación y aplicaciones, y genera por ello una ventaja competitiva ya que el mercado está fuertemente ligado a la regulación local y a las normas de certificación y construcción, puede permitir generar un mercado cercano de oportunidades para la industria europea
- Considerando los edificios como unidades inteligentes de generación FV y demanda de electricidad con capacidad para gestionar, con capacidad de almacenamiento, y que se constituyen como unidades mínimas de integración en redes inteligentes (smart building to smart grid) y en las que España y EU se están posicionando con liderazgo

Estas prioridades se tendrán en cuenta para establecer un cuadro de la hoja de ruta que permita secuenciar los esfuerzos en desarrollos tecnológicos en España buscando la optimización de costes-beneficios ya que en esa dirección debe caminarse en el esfuerzo investigador.

Un nuevo mercado abierto para la generación distribuida

Desde la amplia acogida que las aplicaciones de las centrales FV está teniendo en la conformación de un mix eléctrico diversificado, sostenible y de bajo carbono; hasta el despliegue masivo en redes muy distribuidas e incluso aisladas de regiones de alto soleamiento, la tecnología FV va a aportar un importante empuje para alcanzar el objetivo de alcanzar una

movilidad eléctrica que en 2050 alcance el 50%⁴ . En este contexto el proyecto PSE-CITYELEC puede señalar el camino a seguir.



Figura 6. La interconexión de redes de electricidad y TIC

El coste de los sistemas

El LCOE de la FV señala la entrada en competitividad en muchos segmentos de mercado quedando afectado por factores de costes de capital, insolación, tamaño, experiencia del mercado, etc. En este sentido, de acuerdo con el estudio para Alinne realizado por Fotoplat, el LCOE actual de sistemas FV medios podría situarse en 82 €/MWh; sin duda cerca de los del pool español del mercado que rondan los 60 €/MWh; pero convergiendo en el escenario 2050 en los que se espera una reducción de costes superior al 60%, según la AIE. Por otro lado, los costes no recogen, al día de hoy, la totalidad de las externalidades especialmente las dirigidas a paliar el cambio climático, por lo que debieran apoyarse por políticas de tipo *pull*.

⁴ Este objetivo se señala en diversos estudio y propuestas, aunque la Comisión no lo ha cuantificado de esta manera.

Se señala asimismo la necesidad de que se controle localmente cierto efecto rebote o de traslado de beneficios a otros actores de la cadena, pues aunque la tecnología se ha convertido en una commodity, el descenso radical del coste de los componentes técnicos no debiera trasladarse al resto de la cadena de costes, entre otros: desarrolladores, instaladores, licencias, conexión a la red, costes financieros, etc.).

La regulación clave para el desarrollo

España con una potencia instalada de 4,5 GW a finales de 2013, tienen todavía una posición destacada en el desarrollo de implantación de instalaciones; pero dada la situación de la regulación en la materia cada vez va a representar una posición más marginal. Esto es especialmente destacable en un mercado que crece a tasas intensas y que en 2013 representó la implantación de 38 GW. La regulación que actualmente está en vigor significa en términos reales la imposibilidad de instalar nueva potencia fotovoltaica en las redes, tanto con centrales de generación masiva de electricidad como en el campo del autoconsumo, es decir instalaciones de pequeño tamaño interconectadas en final de línea.

Esta política se encuadra de lleno en el espacio de la política energética vinculada a otro sinnúmero de parámetros; sin embargo, plantear una estrategia a media plazo hasta conseguir que el marco regulatorio mejore y la FV represente una opción clara de ese mix nuevo al que parece señalar los nuevos escenarios a largo plazo. Este aspecto será analizado en el contexto amplio, pero sin duda no es objeto su análisis este documento estratégico centrado en el ámbito tecnológico, aun reconociendo que la separación por ámbitos no suele representar una buena opción de análisis pues todo está interconectado.

En esta aproximación debe señalarse que la necesidad de disponer de un mínimo mercado nacional que permita llevar a cabo proyectos de demostración y piloto es esencial para el desarrollo tecnológico, como

muchos actores señalan y así se refleja en las conclusiones del ejercicio ALINNE de subjetividad compartida⁵

De la Industria fabricante de bienes de equipo

Pero además el tejido industrial ha sufrido un descalabro total, derivado en parte de la regulación señalada, y de la fuerte apuesta de la industria fotovoltaica española que apostó por la fabricación de productos, por participar en toda la cadena de valor de la tecnología, y que se ha visto abocada a la caída de ventas de células y paneles, fundamentalmente, por la fuerte competencia que ha marcado en solamente dos años de superproducción y bajada de precios, incluso con las denuncias de *damping* con origen en productos asiáticos animados por mercados europeos asentados (anexo IV) . Algunas secciones de la fabricación de productos se han visto incluso reforzadas como las derivadas de la tecnológica electrónica. La pérdida de inversiones y de capital humano ha sido extraordinaria; en algunos casos irre recuperables y en otros todavía reflotable. Este apartado es esencialmente importante para la estrategia que establece este documento.

Las empresas industriales

La cadena de valor de la tecnología pasa además de por las empresas industriales señaladas en el punto anterior, por una serie de actividades de alto valor añadido y en cierta forma estratégicas pues representan la consolidación de una forma de producción de energía eléctrica muy reciente

⁵ Alinne ha llevado a cabo un trabajo intenso con las plataformas tecnológicas (Fotoplat ha participado en dicho ejercicio de forma intensa), a través de un ejercicio de subjetividad compartida en la que se han analizado diversos aspectos que se avanzarán en este documento; especialmente, se señala la necesidad de disponer en el propio territorio del marco y cauce adecuado para experimentar nuevos diseños en el ámbito de la demostración y por ello deben disponer de un marco regulador adecuado, al menos para este tipo de proyectos.

que se aparta de aquellas termodinámicas, mecánicas o bioquímicas. Estas empresas del entramado industrial son: consultoras e ingenierías que llevan a cabo transferencia de tecnología a países terceros⁶, seleccionan emplazamientos adecuados, analizan alternativas de equipos para adecuar las soluciones más fiables en sistemas interconectados o aislados, de producción masiva de electricidad o de autoconsumo industrial o residencial; instaladoras que llevan a cabo la implantación de equipos y su puesta en marcha; operadoras y mantenedoras de instalaciones que requieren habilidades de diagnóstico y supervisión especializadas con planes preventivos y correctivos que permitan mantener operativas con altos índices de disponibilidad muy elevados, base de la rentabilidad; también son empresas importantes del sector aquellas que aportan servicio completo de EPC⁷; los distribuidores de equipos nacionales o importados, con una cierta capacidad de llevar a cabo acciones complementarias, de asesoramiento, instalación, mantenimiento, etc.

El tejido investigador

Los indicadores del contexto en el que se mueve la I+D en España y su vinculación a la senda que en esta materia lleva la UE, también señala tensiones en general y más acuciantes en el caso de la FV, dado que el equilibrio entre inversión pública-privada todavía se ha quebrado más que en

⁶ Las empresas españolas han desarrollado una intensa actividad de promoción de la tecnología FV, por su reconocida experiencia en el sector solar tanto termoeléctrico como FV. Así, destaca el plan solar de Uzbekistán, el desarrollo de plantas en Atacama, plan Sudáfrica, proyecto Pakistán.

⁷ Las empresas españolas en EPC han desarrollado importantes habilidades que son muy valoradas en los concursos internacionales, tanto por el conocimiento de la logística, como por su compromiso y capacidad de asumir retos en el campo.

otros sectores⁸ como consecuencia de la desaparición de muchas industrias del sector que desarrollaban una interesante camino. Adicionalmente, se señala en el sector y precisamente por la pérdida anterior una búsqueda de los equipos de I+D de nuevos campos donde participar olvidando en parte el fuerte impulso que supuso la implantación de industria a partir de 2004 y que actualmente se encuentra agotada.

El mercado

Las aplicaciones se centrarán en mercados ya existentes, aunque variará el peso de cada uno de ellos. Así, las grandes plantas generadoras de electricidad tendrán un peso equivalente al mercado de tejados y el autoconsumo, verdadero motor del nuevo ciclo de implantación de la FV, entrando en competencia leal con los costes reales de suministro del mix, siempre y cuando los mercados estén abiertos a esta nueva forma de competir, asumiendo equilibradamente aquellas cargas compartidas para una adecuada operación y desarrollo de las redes.

El objetivo 2020 y el PANER

La propuesta de España en relación al PANER es que del 20% de compromiso del Estado frente a la Directiva 2020 se divide en: 40,2% en RES-E; el 18,9% RES-H&C y 13,6% de RES-T. El Gobierno espera alcanzar el 22,7% en un escenario de alta eficiencia; aunque APPA señaló como objetivo para ese año el 28,3% en energía final. En el cuadro se refleja

⁸ COTEC en su informe 2014 sobre tecnología e innovación en España señala que “la capacidad de I+D en España continúa deteriorándose; y el gasto de I+D ejecutado en 2012 ha sido del 1,30% del PIB, frente al 1,36% en 2011. El informe alerta también de la pérdida de capacidad del tejido investigador, investigadores y equipos, pues no hay nueva inversión. Otro dato importante es la proporción de gasto público-privado, 46,3%/47,1% y el resto del extranjero, solamente el 6,6%. Para el sector FV que ha perdido la potencia inversora del sector privado que tenía en años anteriores, está siendo decisivamente fatal.

claramente la diferencia entre la propuesta NREAP del Gobierno y la de APPA (nacional RES industry)

TABLE 1 : Projections for Renewable Electricity in 2020

RES-E 2020 Projections	National RES industry Roadmap			NREAP		
	MW Installed	RES Electricity Generation (GWh)	% in Electricity Consumption	MW Installed	RES Electricity Generation (GWh)	% in Electricity Consumption
Large Hydro	16,658	24,154	6.4	20,177	33,314	8.9
Hydro (below or equal to 10 MW)	3,422	8,555	2.3	2,185	6,280	1.7
Of which pumping	NA	NA	NA	5,700	8,022	1.7
Geothermal	1,000	6,000	1.6	50	300	0.1
Photovoltaic	18,625	20,487	5.5	8,367	14,316	3.8
Solar Thermal Electricity	7,613 ⁽¹⁾	21,318 ⁽¹⁾	5.7	5,079	15,353	4.1
Tidal, Wave, Ocean	1,000	2,500	0.7	100	220	0.1
Wind Onshore	41,261 ⁽²⁾	83,480	22.2	35,000	70,502	18.8
Wind Offshore	3,000	8,400	2.2	3,000	7,753	2.1
Biomass (solid, biowaste, bioliquid)	3,293	23,051	6.1	1,187	7,400	2
Biogas	1,000	3,300	0.9	400	2,617	0.7
Total RES-E	96,872	201,245	53.6	69,845⁽³⁾	150,032⁽³⁾	40.2⁽³⁾

Tabla 1. Proyecciones de electricidad renovable para 2020 Nombre tabla

Después de este trabajo denso y costosos, su envío a la Comisión, se han parado las actuaciones alrededor de él ante los cambios radicales de la regulación que paraliza los procesos de autorización además de haber cambiado el marco retributivo con carácter retroactivo, práctica probablemente legal pero que induce una gran incertidumbre en el mercado y será en el futuro una experiencia muy negativa.

5. BASES DE PARTIDA PARA ESTABLECER CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN

A partir de la situación actual de los actores principales en la configuración del tejido innovativo y del proceso histórico asumido por los mismos en el pasado lejano y el reciente y sobre la base de que un plan estratégico o mapa de ruta debería convertirse en una guía para el desarrollo industrial que permita: señalar las políticas más adecuadas par el desarrollo; avanzar en la configuración del mercado doméstico, sin el cual algunos componentes del mismo no se desarrollarán adecuadamente; y participar de forma intensa en el mercado internacional, ya que en ambos casos el esfuerzo español ha sido importante y en otros decisivos. El objeto es mantener el liderazgo y posicionamiento de esta tecnología llave en el presente siglo. Establecer hitos y objetivos de los participantes en el desarrollo, definiendo el esfuerzo en la producción de productos, y la política de apoyo para su expansión que requieren para mantener los niveles de penetración y liderazgo de Europa creando empleos y nuevas oportunidades.

Una visión global del posicionamiento tecnológico de España en FV es el siguiente:

- La industria de fabricación de bienes de equipo europea y española muy ligada a los procesos de innovación, como actor principal y tractor principal de la I+D, está sufriendo la más severa destrucción de tejido empresarial y tecnológico de su corta vida y debe dar respuesta inmediata al reto de dar respuesta al mismo. Esta consideración intensifica el valor y esfuerzo de I+D para buscar niveles de competitividad asumibles que deben realizar los actores tecnológicos hacia la búsqueda de nuevos nichos de competitividad.
- La virtudes de la FV, entre ellas la capacidad de activar y aportar valor añadido al sistema de ciencia-tecnología-empresa, debe ser potenciadas para su integración en la cultura energética, amortizando y anulando tópicos con análisis profundos y diferenciales.
- España debe de hacer un esfuerzo general y en I+D para integrarse en el proceso tecnológico que debe realizar el sector FV; al objeto de mantener y ampliar en lo posible el tejido de I+D existente.

- Las alianzas tecnológicas van a desempeñar un papel clave en la activación y participación con pleno derecho en el I+D.

Concretando algunos aspectos críticos de los puntos anteriores y siguiendo parte del contenido que se presentó al ejercicio de priorización de tecnologías realizado en el marco de Alinne, Fotoplat ha sintetizado la situación de las empresas españolas y del sistema de I+D+I respecto al entorno, dando las siguientes respuesta a las preguntas formuladas por el Comité de estrategia, las cuales ha sido:

Resumen de la cuantificación de criterios 1 a 5 del ejercicio Alinne:

Resumen que caracteriza el sector FV en la parte industria de FV que agrupa la fabricación de componentes, prestación de servicios de O+M y servicios de construcción de instalaciones (EPC y otros) debe gestionar en 2020 cerca de 14.914 MW con unas facturaciones de 2.829 M€. En este sentido el soporte que la cadena de I+D+I puede aportar a este mercado es de vital importancia de forma que pueda mantener en tensión ciertos liderazgos y especialmente en áreas de influencia geopolítica. Otros indicadores de este importante trabajo (www.alinne.es) son los siguientes, respecto al mercado y el peso relativo de las empresas españolas:

- Contribución al PIB español en 2020: 1.868 M€
- Empleo directo e indirecto en 2020: 34.542 y 18.307 respectivamente
- Ingresos anuales para las cuentas públicas en 2020: 386 M€
- LCOE a 2020: 52€/MWh
- Cuota de las empresas españolas del mercado español: 30%
- Cuota de las empresas españolas en el mercado internacional: 3%
- Número de empresas fabricantes y EPC situadas en entre las 10 primera en EU: 2 y 2 respectivamente

Y respecto al área de I+D+I se anotan:

- Inversiones anuales en I+D previstas en 2020: 34 M€
- Financiación pública I+D+I 2009-2013: 35 M€ (25 M€ subvenciones y 62 M€ créditos blandos)
- Financiación privada I+D+I, 2009-2013: 11 M€
- Número de proyectos de I+D+I 2009-2013: 177

Respuestas sobre el posicionamiento tecnológico español

a) *Posición competitiva de las empresas españolas de acuerdo a los importantes subsectores:*

Subsector 1: Fabricación de componentes y sistemas

- La importante industria nacional desarrollada en el ciclo anterior y en toda la cadena de valor, se ha reducido a determinadas áreas como el polisilicio, inversores y seguidores. La I+D todavía está activa en nuevos sustratos, mejoras de procesos.
- El autoconsumo dará vitalidad a una nueva industria e instalación, con cierto beneficio local. También se detecta cierta fortaleza en la integración FV en edificios con retos en normalización.

Subsector 2: Operación y Mantenimiento de instalaciones

- La fuerte implantación de instalaciones requiere servicios de O+M especializados, cualificados y locales. El aprendizaje de técnicas de explotación y mantenimiento es un valor exportable.
- Los modelos de planificación e implantación es un valor. El reciclado es una nueva área de actividad demandada.

Subsector 3: Construcción de instalaciones

- El autoconsumo y la integración en edificios aparecen como clave para el futuro del mercado doméstico y de exportación.
- La experiencia española está siendo exportada, y existe un interesante mercado para EPC y PPA en los que España tiene muy buena reputación.

- o Los servicios de las empresas españolas son una actividad demandada exteriormente.

b) *Breve descripción de las infraestructuras de I+D+i españolas comparada con la de otros países*

España dispone de una red de 15 centros de I+D de referencia, con un personal de cerca de 200 personas, y unas infraestructuras importantes; además debe señalarse la existencia de más de 50 tecnólogos de las empresas. El número de proyectos de I+D que llevan a cabo anualmente superan los 40 con unas inversiones de unas 20 M€. Las publicaciones científicas, mas de 80 anualmente, junto a las patentes movilizadas constituyen un indicador de la potencia de la I+D+I en este sector.

c) *Objetivos marcados por la tecnología*

Objetivo 1	Recuperar el tejido tecnológico de la industria fabricante de bienes de equipo y estructura de investigación
Objetivo 2	Preparar el tejido tecnológico para el autoconsumo con altos retornos propios
Objetivo 3	Potenciar las tecnologías de integración FV en edificios
Objetivo 4	Aportar desde la tecnología FV respuestas a las redes inteligentes

Tabla 2. Objetivos marcados por la tecnología

d) *Principales barreras y soluciones para el sector español*

Principales barreras identificadas	Soluciones propuestas
<ul style="list-style-type: none"> ▶ No existe una política tecnológica en FV 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan industrial de reactivación de FBE • Recuperación de actividad en I+D

<p>▶ Lentitud en la legislación del autoconsumo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Autoconsumo por compra innovativa con apoyo local basado en servicio de O+M. • Activación del mercado de autoconsumo
<p>▶ Apertura del mercado a la generación distribuida</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Regular un marco de entrada de nueva potencia al sistema eléctrico. • Mejora de las redes de distribución apoyadas por avances en electrónica de potencia • Un mercado de retribución basados en beneficios directos e indirectos

Tabla 3. Principales barreras y soluciones para el sector español

- e) *¿Cuál es el principal riesgo para que la tecnología no llegue a ser competitiva?*

La curva de aprendizaje de la tecnología es paradigmática demostrando que se ha superado los retos de precios desde el avance tecnológico (células y sistemas) y el crecimiento del mercado.

- f) *Recursos financieros para la I+D+i necesarios para alcanzar los objetivos anteriores*

Recursos financieros públicos necesarios:

- Hasta 2020: 36 M€
- De 2021 a 2030: 48 M€

Explicación: Los recursos necesarios para mantener un I+D+I requieren una colaboración público-privada, manteniendo infraestructuras de investigación tanto para el seguimiento de la inversión llevada a cabo por terceros y promoviendo las actividades de nuevas líneas propias.

Recursos financieros privados necesarios:

- Hasta 2020: 36 M€
- De 2021 a 2030: 72 M€

Explicación: El sector privado, tanto de centros tecnológicos que buscan productos propios como las empresas privadas que apuestan por nuevos productos en consorcios tanto abiertos como cerrados

g) *Instrumentos (nuevos o no) no financieros de apoyo al desarrollo de la I+D+i necesarios para alcanzar los objetivos anteriores*

Instrumento 1	Activación para la integración del I+D español en la redes de I+D europeas e internacionales.
Instrumento 2	Valoración de la investigación tecnológica en la carrera profesional de los investigadores.
Instrumento 3	Activación de la participación de los instrumentos multilaterales en la promoción de la industria tecnológica española en consorcios publico-privados
Instrumento 4	Promoción de proyectos pilotos y demostrativos como instrumento de desarrollo.

Tabla 4. Instrumentos (nuevos o no) no financieros de apoyo al desarrollo de la I+D+i necesarios para alcanzar los objetivos anteriores

6. ANALISIS PARA EL DESARROLLO DE LA TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y UNA PRIORIZACIÓN ESPAÑOLA

Tras un periodo de más de un lustro en el que los precios de los sistemas FV han descendido vertiginosamente arrastrados por una caída continua en el precio de células y paneles, y que ha permitido que ésta tecnología se presente con un potencial ya testado de aportación fiable al mix, al menos de algunos países y entre ellos España, superando participaciones superiores al 5% de penetración en algunas redes; sería el momento de ceder el testigo a otros componentes del precio final tales como inversores y BOS, entre los elementos tecnológicos. Sin embargo todos los tipos de módulos y células presenta margen para una disminución de costes unitarios; tanto en la tecnología c-Si, que domina el mercado con cerca del 90% de cuota de mercado; como en la capa delgada (TF) a través de aumentos de eficiencia y durabilidad; o células de alta concentración. Todas las tecnologías intentan competir a través de precio o buscando nichos de mercado.

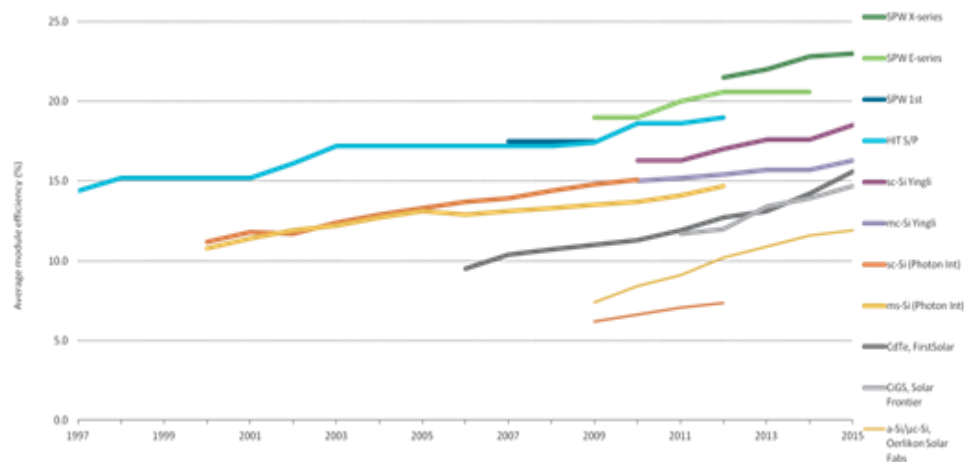


Figura 7. Eficiencia comercial según tecnologías y fabricantes (Source: de Wild-Scholten, 2013)

Es necesario señalar que no siempre mejoras en eficiencia, esa búsqueda de records, se traducen en mejoras en precios, pues el beneficio marginal puede ser negativo. Y aunque la producción en masa, el aumento de escala de las fábricas, haya sido la causa primera de esos descensos de costes, en

el futuro puede lograrse descenso de costes via avances tecnológicos si se continúa investigando con constancia.

Módulos c-Si

Los márgenes de mejora además del aumento de la eficiencia directa (se piensa en el 23% de algunas marcas, también nuevas estructuras mc-Si, HTJ a+c-Si) o la durabilidad (diferenciación de condiciones de emplazamientos, o la contratación de los test de envejecimiento con el primer boom hacia 2020 y 2030), está en la mejora de precios del polisilicio (20\$/kg, 2012 estable desde entonces y con mejoras en los procesos); y en las operaciones hasta obtener la célula (reducción de materia bajando de los 3 g/Wp, o perdidas en aserrado, cintas etc.); especialmente, la materia prima que depende de muchos factores internos y externos a la industria FV, pero todavía mantienen márgenes de mejora a través de los procesos (automatización, rechazos, regularidad); u otros elementos como conexiones, encapsulados, contactos traseros, etc. aspectos de segunda derivada pero que podrían mantener todavía tasas de aprendizaje cobre esta tecnología...

España participa en este mercado con una cuota de fabricación muy reducida pero podría mejorarse si se alcanzasen avances significativos en la producción de materia prima. El interés en dedicar esfuerzos especiales en España creemos que es muy limitado dada la situación de las empresas, aunque a nivel de I+D algunos departamentos sigan trabajando en ella.

Módulos de capa fina

Sigue en cabeza en el mercado el CdTe con objetivos de crecer en eficiencia (25% células y 19% módulos) y durabilidad (la degradación es un punto de tensión) para acercar sus cotes unitarios y con una PR mejora respecto a la tecnología c-Si

La otras tecnologías CIS, CIGS siguen una camino marginal pero se sigue trabajando en investigación básica y de proceso para mejorar eficiencia. La tecnología a-Si y sus avances en tandem a-Si/ μ c-Si sigue con una cota de

mercado marginal pero mantiene ciertos niveles de competencia en nichos específicos al igual que las otras tecnologías delgadas para el segmento de integración en edificios. u longevidad de sus módulos.

España para estas tecnologías realizó un esfuerzo importante de inversión en procesos de fabricación, pero al perder el margen de precios que inicialmente dispuso ha llevado al cierre a todas ellas y a mantener unos niveles de investigación mínimos, sin la tracción empresarial tan necesaria.

Células multiunión (MJC)

La construcción de dispositivos con células apiladas para atrapar franjas de espectro y obtener una mayor eficiencia representa una carrera de records (una célula triple unión ha conseguido 38,8% con 1sol y 44,4% con 250 soles). La drástica reducción de costes de c-Si, abre una puerta a la producción en masa de las células en tándem de alta eficiencia, donde la capa delgada con absorbedores diversos (aleaciones "III-V" calcogenuros y perovskitas, etc.) con opciones de procesos adecuados; podrían representar una combinación muy eficaz en el rango de los sistemas de 1sol o ligera concentración con sistemas de seguimiento simplificados. El mercado de concentración es un nicho interesante y aquellas en las que el peso por Wp representa un factor crítico (aviación).

España lleva a cabo investigación tecnológica en este campo a través de diversos departamentos con diferente nivel de actividad y señala una línea a largo plazo que debiera mantenerse para preservar los aprendizajes acumulados. Debería considerarse, por tanto, una línea con prioridad baja.

Células de concentración (CPV)

Las células utilizadas son de diversos materiales pero los mas utilizados son los de c-Si para soportar media concentración (10soles y seguidor en un eje) y para alta concentración (>100 soles y seguidor en dos ejes), manteniendo en contarste la rentabilidad de este tipo de instalaciones frente a la de dispositivos de concentración.

España como se indicará a continuación puede considerarse líder en la tecnología de concentración por lo que para este tipo de células la I+D+I debiera ser una línea de prioridad media-alta si se desea mantener el posicionamiento tecnológico alcanzado.

Nuevas células solares

La mayoría de los nuevos absorbedores se encuentra todavía lejos de una fase de desarrollo y los dispositivos fotovoltaicos son muy novedosos, entre ellas: células de puntos cuánticos, células sensibilizadas por colorante, células orgánicas y dispositivos termoeléctricos plantean nivel de interés en el futuro, persiguiendo aumentos de eficiencia y durabilidad. Finalmente las células formadas por dispositivos impresos cuyo desarrollo se encuentra igualmente en fase de investigación podrían representar la línea para un avance disruptivo del sector.

España en este apartado se encuentra siguiendo algunas líneas de interés, pero no representa una masa de investigación crítica y debería mantenerse en esos niveles de interés.

Otros aspectos no relacionados con el precio de los módulos

Además de componentes y sistemas que se señalan a continuación, en la tensión que sobre la reducción de costes se ha planteado como hilo conductor de los esfuerzos de innovación, existe elementos como el BOS (balance of system) no relacionados con los costes materiales de los módulos, tales como estructuras, seguidores, cableados, inversores, sistemas de control y seguimiento que intervienen de forma directa en el potencial de reducción de costes y que se irán ajustando en el futuro. De igual forma los costes denominados blandos e indirectos relacionados con permisos, legislación, regulación (entre ellos los peajes), financieros, de O+M, vigilancia, etc., pueden representar una parte importante sobre los costes del hardware (en algunos mercados el 50%) cuya reducción han demostrado frente a la reducción menor de éstos (p.ej. en los contratos EPC).

Aspecto ambientales

Las necesidades de actualizar permanente la huella medioambiental requiere investigaciones básicas todavía imperfectas y en los procesos, con la necesaria intensidad en el detalle, pues en los procesos se utilizan sustancias que deben cuantificarse y valorarse; además de las ya conocidas de energía, escapes de gases a la atmosfera, fabricación de materias primas, etc. En concreto los sistemas de reciclaje (PV Cycle) requieren estudios, procedimientos y implantación de procesos de recuperación o inhibición, al objeto de cumplir con la Directiva WEE.

En este sentido España dispone de trabajos realizados en el campo del reciclaje pero que requieren profundizar en la extensión y calidad de los procedimientos por lo que existe una prioridad de activar este nuevo campo que debe completar el espacio de la FV relacionado con las implicaciones medioambientales.

El sistema fotovoltaico

Sin duda la gestionabilidad de los sistemas FV se basan en factores de incertidumbre y variabilidad de la insolación pero los avances en electrónica de control y regulación están permitiendo una interconexión segura y fiable en las redes, al mismo nivel que el resto de tecnologías. Los avances en electrónica de potencia y el apoyo de las TIC permiten un control y regulación y supervisión de redes que hacen de las interconexiones sistemas seguros. La predictividad, sin embargo, para acercarse a unos niveles de programación de la producción es un asunto crucial si se avanza a la velocidad con la que se está haciendo con el incremento continuo de los niveles de penetración y al que se están dedicando esfuerzos de investigación crecientes.

Variabilidad y predictividad

La generación de la energía solar fotovoltaica depende de modelos de insolación relacionados con el clima, en particular la cobertura de nubes y la turbiedad atmosférica. La radiación es previsible con una alta precisión, pero

las nubes sólo son parcialmente predecibles en áreas reducidas, incertidumbre que se reduce a escalas mayores. Sin embargo, la generación solar es ahora más fácil de planificar gracias a las predicciones meteorológicas bastante fiables a escala nacional. Los cambios en la nubosidad, en general, no son capaces de inducir cambios imprevistos en la generación a partir de un cierto nivel de agregación y de potencia (al igual que ocurre en eólica); por ello el recurso en lugar de llamarse intermitente debe llamarse variable y con un nivel alto de predictividad (del orden del $\pm 12\%$). Esta variabilidad induce efectos de transitorios en la red de con tiempos de recuperación cortos, hasta efectos de mayor duración minutos-días y que, en todo caso, entran en los márgenes de regulación de las redes, con penetraciones medias.

En este campo España ha adquirido una experiencia muy importante pues la potencia interconectada es relativamente alta y además se ha cruzado con penetraciones eólicas también importantes en general y fuertes en particular. Por ello, se considera prioritario continuar con la experiencia en gestionabilidad de redes al disponer de un banco de seguimiento y ensayo real en el que pueden desarrollarse modelos y estrategias de operación muy avanzadas en variabilidad y de la predictividad.

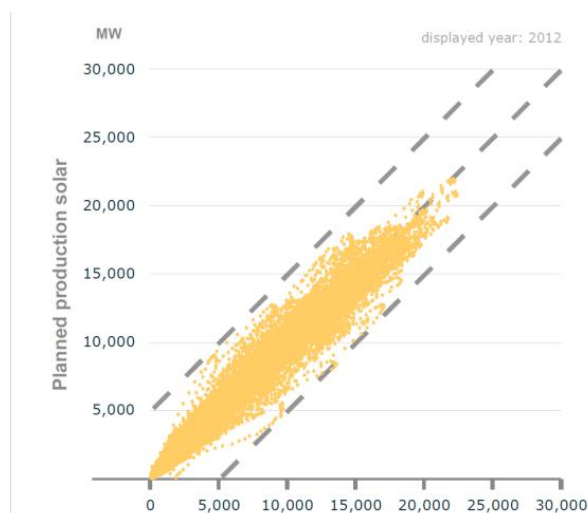


Figura 8. Producción solar prevista v real

Despliegue progresivo de sistemas FV en redes

La concentración de potencia fotovoltaica en redes débiles (final de línea) pues la variabilidad característica de este tipo de generación puede causar problemas de tensión, producir flujos de potencia inversa, y dar lugar a oscilaciones de la red, con un riesgo de disparo y reconexión difíciles de resolver de forma estática.

La electrónica potencia actual digitalizada en las funciones de mando y control presenta actualmente soluciones de gran eficacia a través de los inversores, para resolver situaciones de forma dinámica local como resolver huecos de tensión, seguir fluctuaciones de tensión y frecuencia; o dar respuesta activa a cambios de voltaje y justar la potencia reactiva o rearmar con suavidad el sistema para evitar transitorios. Por su lado los modernos sistemas de control y supervisión permiten que sistemas muy descentralizados puedan gobernarse relativamente; es decir, transversalmente se relaciona con las redes inteligentes en el que los sistemas FV permiten trabajar con generadores eléctricos activamente dinámicos...

Existen algunas propuestas sobre utilización de diferentes despliegues de forma que se pueda adaptar la oferta y la demanda en redes débiles. Por ejemplo los sistemas de seguimiento solar permiten una cierta dinámica sobre este asunto o incluso para sistemas fijos en los que de orientan de forma diferente para lograr un cierto control sobre la salida y suavizar la punta llano de los sistemas inversores. Este asunto es de vital importancia en los casos de autoconsumo en los que además se incluyen apoyos en la regulación a través de sistemas de almacenamiento estacionarios y flotantes, esencialmente distribuidos.

La complejidad de sistemas de alta penetración en red y variabilidad alta (eólica y fotovoltaica) representan por otro lado una oportunidad de investigación de la respuesta dinámicas de este tipo de redes con múltiples fuentes de abastecimiento.

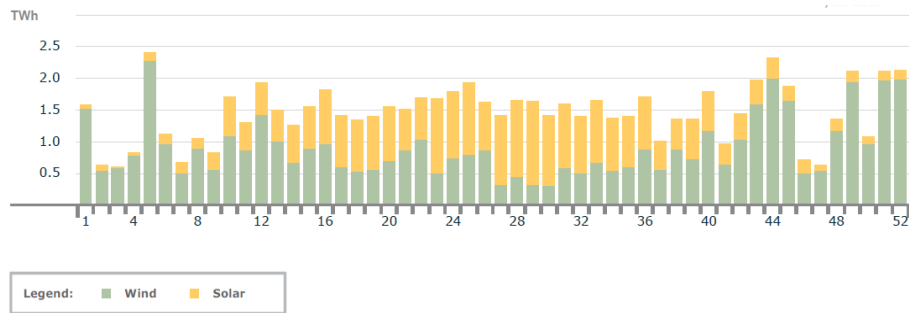


Figura 9. Complementariedad de producción eólica y solar en grandes redes.

En España existen varias experiencia pilotos de deben permitir avanzar como líderes en ese campo de regulación de redes aisladas cuando el suministro está formado por fuentes diversas renovables variables: véase el caso de la Isla de El Hierro donde se cambian eólica e hidráulica y en el futuro la fotovoltaica debería integrarse para lograr un mis renovable y donde España debería priorizar; o las redes piloto Málaga con instalaciones de fotovoltaica funcionando en autoconsumo. Por ello, debe apostarse por este tipo de I+D+I en este campo de las redes en los que hay un importante camino avanzado. Finalmente los sistema FV-STC (solar termoeléctrica de concentración) presentan un acoplamiento ciertamente interesante pues estos ultimos disponen de almacenamiento importante para dar cierto respaldo al conjutno en red con alta penetración solar.

Grandes cuotas de penetración en las red

La grandes centrales de generación fotovoltaica van a modificar en determinadas zonas en los que se produzca una alta penetración el equilibrio entre la necesaria potencia de reserva o potencia firme de los sistemas térmicos o hidráulicos que garanticen la estabilidad de la red frente a demandas variables aun con pautas de consumo conocidas. Sin embargo la respuesta frente a oscilaciones de demanda, de generación o faltas en red pueden introducir nuevos elementos de inestabilidad. Estos nuevos requerimientos que imponen las grandes instalaciones FV al sistema de potencia firme cuando los niveles de penetración son muy altos o la oferta-demanda se desacopla, demanda niveles superiores de flexibilidad (potencia rodante, velocidad de regulación, mínimo técnico) de los mismos para dar respuesta a nuevos requerimientos. En este contexto también los sistemas

distribuidos con capacidad de almacenamiento eléctrico ayudan de forma muy positiva a las redes.

España de nuevo es un gran laboratorio para estudiar este tipo de nuevas necesidades especialmente con sistemas de generación muy diversos y con instrumentos de interrumpibilidad potentes, de almacenamiento e interconexión exterior para una gestión dinámica de red con desplazamiento de la curva de demanda (movilidad eléctrica como almacenamiento de carga en el transporte, hidrólisis, etc.); además de las consideraciones económicas de costes del mix; por lo que este tipo de investigación debe priorizarse.

En relación al vehículo eléctrico y dada la gran capacidad de fabricación y cualificación que tiene España en todo el sector del transporte es prioritario para la extensión de la FV en España y en países con recurso solar por lo que la investigación en este campo de fuerte carácter tecnológico e innovador es un nicho importante para el sistema de I+D+I español en el que el sector FV con centrales distribuidas y el fuerte impacto de autoconsumo podría aportar sinergias mutuas con la electrificación masiva del transporte.

Generación FV distribuida

Sin duda el gran desarrollo pendiente de continuar en el sector FV en España, pues se comenzó de forma activa en el ciclo inicial de 2004 ny está parado por la regulación; aunque no en otros países, aunque en la EU se ha alcanzado la paridad de red (el coste de generación fotovoltaica distribuida es igual o inferior a la parte variable de los precios minoristas de la electricidad). Se destaca del sistema el acoplamiento existente entre la generación y la demanda en el cinturón solar con cargas de refrigeración importante y especialmente la capacidad de almacenamiento que aporta al sistema general este tipo de gestión acoplada pues puede almacenarse electricidad y frío, entre otros. Generando por acumulación del efecto un desplazamiento en la curva de demanda considerable.

Como se ha previsto en el informe Alinne (ver anexo) el mercado español que puede desarrollarse de aquí al 2020 se centra en las instalaciones de autoconsumo (con o sin balance neto), en edificios, industrias y áreas de

servicios y permitiría estar en condiciones de especializarse en este tipo de instalaciones. El sistema con gestión inteligente y remoto de la demanda pondría en marcha un sistema beneficioso para los pequeños y masivos inversores y para las utilities pues disminuiría sustancialmente las necesidades de nuevas inversiones (en un ciclo de reposición de equipos obsoletos, mas de 30 años de retardo en los que la tecnología ha avanzado tremendamente: CCC, ciclos supercríticos, combustión limpia, etc.) pendiente de generación obsoletos con abandono de los combustibles fósiles como preconiza el preámbulo de esta estrategia)

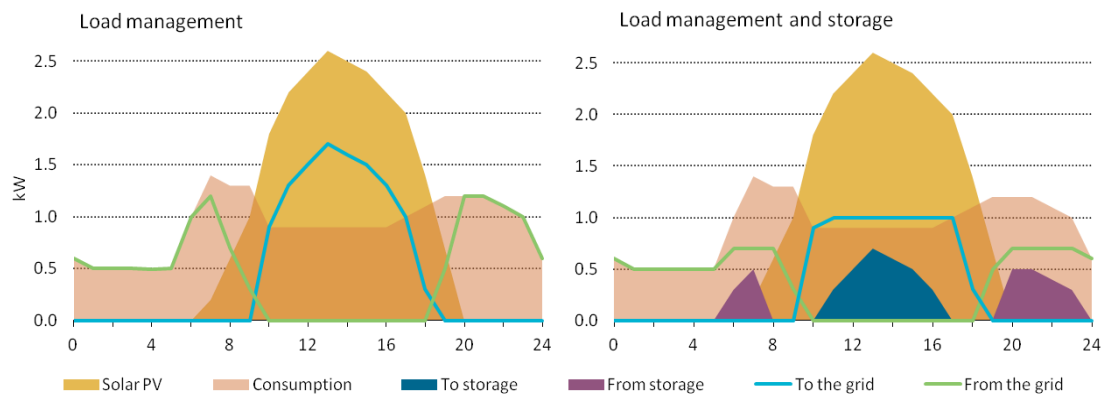


Figura 10. El autoconsumo permite el almacenamiento, aplana la curva de demanda y flexibiliza el sistema

El cambio de paradigma de pasar de algunas miles de centrales de generación a millones de autogeneradores (prosumidores) controlados de forma remota: realmente es un cambio radical en el suministro energético de la Sociedad de las TIC y de la energía limpia; y representa una oportunidad para la industria FV española tan necesitada de actividad económica para llevar a cabo desarrollos y contribuir a un proceso de innovación potente.

Sistemas aislados

Sin duda, la generación eléctrica en lugares aislados viene siendo un mercado habitual en el uso de sistemas FV aislados de red, que a través de reguladores almacenan de forma estacionaria la energía excedentaria y que son los pioneros en el desarrollo de equipos de autoconsumo. Los sistemas aislados que permiten a poblaciones aisladas, instalaciones agropecuarias y artesanales disponer de unos mínimos de abastecimiento eléctrico están teniendo en países emergentes y en lugares de pobreza extrema una acogida que debe incentivar a continuar a mejorar sus prestaciones y capacidad específicas y locales, especialmente en el campo de la durabilidad de componentes y bajo mantenimiento. Especialmente se destaca el potencial mercado en el campo del bombeo y riego solar línea de trabajo muy interesante para optimizar costes y requerimientos extremos de mantenimiento y durabilidad.

España en este campo ha estado liderando durante muchos años este tipo de instalaciones, y por ello existen empresas especializadas tanto instaladoras e integradoras en un mercado internacional muy importante. Por ello, esta tecnología que dispone de interesantes desarrollos tecnológicos en los aspectos de durabilidad y robustez, y en la gestión de microredes debe señalarse como prioritaria para las empresas españolas y mantener los núcleos de innovación activos.

Políticas proactivas

Reconocer la necesidad interna y el potencial de exportación industrial y tecnológico que tiene la tecnología FV es el punto de partida para cualquier política. Así, constatando la caída continua de costes de los sistemas FV y una disminución de la brecha del LCOE de la FV con el resto de tecnologías del mix, a pesar de que son en sí mismas inversiones intensivas en capital, ha ido modificando el marco de incentivos hacia una implantación más liberalizada y, por ello, a la política energética se le pide un nuevo marco con riesgo regulatorio compartido con todas las tecnologías del mix y que incentive mantener un ritmo de inversión, por los beneficios que aporta a la economía, demandando una política proactiva en las siguientes direcciones:

- Establecer el marco específico de incentivos adaptados a cada tipología y situación (balance neto, créditos blandos, incentivos fiscales, FIT, PPA, etc.) que mantenga las inversiones en rentabilidades aceptables;
- Establecer líneas financieras adaptadas a la situación dinámica y local para el desarrollo de las inversiones, independientes a coyunturas que mantengan un ritmo continuo;
- Apoyo en el todavía ciclo de transición a la competencia con mercados transparentes y abiertos en un contexto regulatorio (sin limitaciones al acceso) predecible y sin cambios retroactivos;
- Alivio en todo tipo de barreras no económicas, tales como los procedimientos de autorización (acceso a las redes abierto) y sus costes;
- mejora en el sistema de certificaciones y normalización de ámbito internacional de equipos y sistemas, especialmente en autoconsumo, y con especificaciones adaptadas al emplazamiento (climáticas y redes) que permiten ajustar costes, que den confianza a los inversores en relación a los rendimientos y a la durabilidad;
- Facilitar la penetración de la generación fotovoltaica en las redes haciéndolas técnicamente más flexibles, con códigos de red bien desarrollados.

En todos los aspectos anteriores España ha adquirido una gran experiencia, en algunos casos exportables, tanto positivas como negativas, y está preparada para aceptar y posicionarse de forma clara estableciendo una política eficaz y eficiente, con un ritmo continuo, en el marco actual de las tecnologías y los mercados; por lo que los esfuerzos de carácter más tecnológico son prioritarios.

Líneas prioritarias:

A partir de todos los análisis se señalan, además de las mencionadas en cada capítulo, otras de carácter más específico para poner en consideración del desarrollo de la tecnología solar fotovoltaica líneas prioritarias a intensificar o destacar en el desarrollo del I+D español:

- Desarrollo de módulos, sistemas o equipos especializados para autoconsumo con almacenamiento, gestión inteligente y control remoto; incluso como módulos con salida AC para miniredes.
- Profundizar en la tecnología CPV, en la que España está entre las más avanzadas. Desarrollo de módulos, sistemas, componentes, equipos de caracterización y plantas de demostración CPV
- La importancia que está tomando todo lo relacionado con la integración masiva y extensa de la FV en redes de distribución; y la necesidad de disponer de redes piloto para el ensayo, análisis y soluciones.
- Aumentar las infraestructuras de carga rápida a las redes para la movilidad eléctrica
- La focalización que está teniendo empresas y CCTT en I+D en la integración de sistemas BIPV en los edificios como elemento activo y constructivo, la multifuncionalidad, y la integración de componentes; y especialmente en el valor como generador mixto.
- Establecer líneas de I+D para el seguimiento de instalaciones comerciales en el campo de la eficiencia real y durabilidad.
- Avances en variabilidad y predictibilidad de la generación solar para poder integrarse óptimamente en las redes.
- Posicionamiento y avances en reciclabilidad y recuperación en un mercado extenso y disperso.
- Estudios sobre la huella medioambiental de la tecnología FV con análisis del periodo de retorno energético.
- Fomentar el establecimiento de Alianzas tecnológicas entre actores del I+D europeos y otros, buscando la optimización de costes de I+D. participación en EERA JP S, Alinne y Asociaciones nacionales e internacionales.
- Desarrollo de materiales para impedir la suciedad tanto en módulo plano como en CPV o barnices de autolimpieza. Desarrollar también métodos óptimos de limpieza.

A la vista de todo lo anterior y el contexto del documento en la siguiente tabla se concretiza las prioridades españolas de cara a las actividades del sector y su planificación en el tiempo especialmente en el H2020 y H2030



HOJA DE RUTA Y PRIORIZACIÓN DEL SECTOR TECNOLÓGICO ESPAÑOL

MATERIA OBJETO I+D+I	OBJETIVO	PRIORIDAD ESPAÑOLA				14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA																		
OBJETIVOS																							
COBERTURA DE ENERGÍA CON FV	>6% 2020; >10% 2030																						
POTENCIA INSTALADA	>8% 2020; 15% 2030																						
MERCADO DE EMPRESAS ESPAÑOLAS	>3% 2020 Y 4% 2030																						
INSTALACIONES GENERADORAS	100.000 2020; 1 millon 2030																						
CELULAS																							
Capa Fina STF	12% paneles																						
Impresas	>10%																						
c-Si	22% paneles																						
Concentracion CPV	25% sistema																						
Multiunión MJC	25% paneles																						
Celulas organicas	>10%																						
PROCESOS FABRICACIÓN																							
Automatizacion	>95%																						
Dispersión	<2%																						



	Rechazo	< 5%																	
INVERSORES	Disponibilidad/Reducción 20%																		
Inversores alta eficiencia	Aumento del 10% eficiencia																		
Electrónica activa en red	>90% parámetros de red																		
Inteligencia dinámica	Gestionabilidad 100%																		
BOS																			
Componentes generales	Reducción costes 20%																		
Sistemas seguimiento	Reducción costes 20%. Mant. min.																		
INTEGRACIÓN EN EDIFICIOS																			
Diseño innovadores	Homologación y Certificación																		
Fabricación industrial	Industrialización, procesos																		
Gestión inteligente oferta-demanda	control de >95% de consumos																		
GESTION INTELIGENTE FV EN REDES																			
Plantas masivas	Códigos de red; penetración FV >10%																		
Operación y Mantenimiento	Mínimo O+M																		
movilidad eléctrica	>10%/20% del transp. eléctrico 2025/2030																		
Alta penetración de EERR (FV+CST+EO)	>50%																		
Proyectos pilotos	> 2/10 proyectos singulares																		
SISTEMAS AISLADOS																			

Electrificación rural	Mín.manten; 5% mercado mundial		■																	
Bombeo solar	Gestionabilidad; sistemas		■																	
AUTOCONSUMO																				
Códigos de red	Apertura y seguridad					■														
Estandarización y certificación	Reducción <20%costes	■							■											
Sistemas inteligentes de gestión	Bilaterales							■												
Integración en redes urbanas	>100.000 tejados; 10.000 industrias													■						■
ALMACENAMIENTO ELECTRICO																				
Grandes Plantas	>3 horas				■															
Autoconsumo	>5 horas		■											■						
Aislados	> 5 días/coste baja													■						
MEDIOMBIENTALES																				
Reciclado paneles	>95%																			■
Eliminacion-reducción Subs. Peligrosas	>99%																			■
VARIABILIDAD Y PREDICTIVIDAD																				
Modelos meteorologicos	>50% predictibilidad																			
Ingenieria de sistemas amortiguadores	> 10% /5 ciclos frecuencia-potencia																			■
TEORIA DE MODELOS FENÓMENO FV																				
Dispositivo complejos	Teoria funcionamiento nano y micro																			■
Envejecimiento	>20% durabilidad																			■

GRUPO PROMOTOR EPC, PPA																										
Metodología de diseño y ofertas	< 10% precio-calidad oferta		█					█																		
Grandes Grupos financieros-técnicos	>8% ofertas mundiales		█					█																		
Empresas de O+M	>5% mercado mundial	█						█																		
RECUPERACIÓN TEJIDO INDUSTRIAL																										
Polisilicio	Mantener mercado		█														█									
celulas y módulos	Recuperar 50% industria	█								█																
seguidores	Mantener mercado, alianzas		█						█																	
Procedistas	Mantener ingeniería		█						█																	
Ingeniería de planta	Mantener expertise		█						█																	

Tabla 5. Hoja de ruta y priorización del sector tecnológico español

7. BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Documentación básica

- **COM Energy Technologies and Innovation**, {COM(2013) 253 final}
- **AIE Energy Technology Perspectives 2014**
- **IRENA**, 2012, Renewable energy technologies: cost analysis series, Volume 1, Power Sector, Vol4/5, Solar Photovoltaics
- **IEA**. Technology Roadmap: Solar photovoltaic energy 2013 edition.
Draft for expert review
- **UE**. Directive 2009/28/ec of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC
- ***The Power of Transformation (IEA 2014d)***,

ALINNE documentación elaborada para el ejercicio de priorización (en fase de publicación).

ANEXO I. UN ANALISIS DEL SECTOR FOTOVOLTACIO DESDE ALINNE

El proceso

Alinne es una alianza público-privada de cierta ascendencia pues trabaja desde hace casi tres años y reúne, y esto es lo importante, a un abanico amplio de tecnólogos expertos en tecnologías concretas y generalistas. Tienen como objetivo fundamental analizar las tecnologías en el medio español al fin de identificar aquellas que representan una ventaja competitiva desde el punto de vista tecnológico al objeto de promover actividad económica, empleos y avances hacia el liderazgo tecnológico.

Sobre ese marco general en 2012 se estructuró esta organización bajo el paraguas de buscar instrumentos de apoyo a la cultura del Partenariado Público-Privado (P3); con tres comités de trabajo: estrategia, internacional y coordinación. El comité de estrategia en 2013 estableció un principio de documento guía para el trabajo subsiguiente y así desarrolló los criterios que eran claves para determinar prioridades de las políticas.

A partir de esa guía de trabajo que permitía cuantificar con definiciones comunes, dentro de la diversidad, para todas las tecnologías, se extrajo una serie de cuadros de referencia que están sirviendo como mapa de intereses, en cierto modo de relativización. Para completar el trabajo de prospectiva, documental y analítico, se trato de generalizar y profundizar a través de un ejercicio de subjetividad compartida, que se inicia en 2014, que permitiese ampliar los conocimiento a través de un intercambio de información con un grupo de expertos que “escuchasen las consideraciones a través de las diferentes organizaciones tecnológicas: es aquí donde vuelven a entrar las plataformas tecnológicas. El documento final está en elaboración y dará una visión amplia y quizás realista del estado de la investigación energética en España, su posicionamiento en el mercado mundial y, especialmente, las relevancias de experiencias y liderazgo que pueden representar unas sobre otras.

En relación a la tecnología fotovoltaica, Fotoplat ha representado al sector tecnológico que asume una muy alta representatividad del sector. Además de colaborar en el diseño de los criterios y del proceso; Fotoplat presentó la cuantificación de criterios y expuso la visión del sector. A continuación se incluyen los criterios más interesante y la exposición pública que recogen en parte las consideraciones de este documento estratégico que, como se ha mencionado, se llega a él tras una meditación continua en el tiempo y la agregación de datos que presente un panorama general con cierta independencia de datos concretos como puede representar los RD de renovables que frenan el desarrollo y retrotraen a un marco regulatorio diferente.

Cuantificación de indicadores Alinne

Para el análisis el mercado se han analizado tanto el mercado internacional como el mercado nacional con sus respectivos importaciones y exportaciones y se ha subdivido en tres subsectores:

- Subsector de fabricación de componentes con una capacidad a 2020 de 800 MW y ventas de 533 M€, centrado en inversores, bos y paneles y que representa el 65 % del negocio de la industria y servicios de FV en el mercado español. Además las empresas españolas exportarán en ese horizonte 959 MW equivalentes y una facturación de 639 M€, que representa el 1,5% del mercado mundial.

Tamaño de mercado en España

SUBSECTOR TECNOLÓGICO 1 FABRICACION DE COMPONENTES

Unidades consideradas para cuantificar el mercado: **MW de potencia** (p.ej., MW de potencia instalada, MW/h de ahorro, nº de contadores, etc.)

Justificación de las unidades escogidas:

— **Mercado español anual**

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
- En las unidades consideradas	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	
- En millones de Euros	113	213	300	373	433	480	513	533	570	600	623	640	650	653	700	747	793	840	
Del cual:																			
- Porcentaje del valor capturado por el sector español [%]		50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
- Empresas basadas en España, sean o no españolas (nótese que el % restante se deberá a las importaciones del sector)																			
En caso de que sea posible, por favor:																			
- Energía generada, transferida o gestionada anualmente (GWh)	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250	2400	2550	2700	
- Volumen de exportaciones anuales del sector español (Euros)*		73	149	210	261	303	336	359	373	399	420	436	448	455	457	490	523	555	588

*Empresas basadas en España, sean o no españolas

Fuentes utilizadas y links a dichas fuentes:
Se ha tomado la proyección a 2020 de UNIEF.

Descripción del método de cálculo e hipótesis empleadas:
Se ha considerado que el mercado español, se compone de los componentes de las instalaciones realizadas en España, adicionalmente la fabricación de la exportación se considera en el apartado de exportación de lo fabricado en España. Se ha considerado para el cálculo.

- Subsector de operación y mantenimiento que representa a 2020 la gestión de 8.129 MW y unos ingresos de 29 M€ que representa un

peso del 4 % del negocio de la industria y servicios FV, en España. Además en el mercado internacional las empresas españolas tendrán un peso es este subsector del 2,2% del mercado mundial con una potencia de 254 MW a su cargo y 47 M€ de ingresos por servicios de explotación.

SUBSECTOR TECNOLÓGICO 2 Desplegar OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES

Unidades consideradas para cuantificar el mercado: MW *p.ej., MW de potencia instalada, kWh de ahorro, nº de contadores, etc.*

Justificación de las unidades escogidas:

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mercado español anual																			
- En las unidades consideradas	4.529	4.629	4.828	5.129	5.529	6.029	6.629	7.329	8.129	9.029	10.029	11.129	12.329	13.629	15.029	16.529	18.129	19.829	21.629
- En millones de Euros	16	17	17	18	20	22	24	26	29	33	36	40	44	49	54	60	65	71	78
Del cual:																			
- Porcentaje del valor capturado por el sector español [%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<i>*Empresas basadas en España, sean o no españolas (pótese que el % restante se deberá a las importaciones del sector)</i>																			
En caso de que sea posible, por favor:																			
- Energía generada, transferida o gestionada anualmente (GWh)	6.794	6.944	7.244	7.694	8.294	9.044	9.944	10.994	12.194	13.544	15.044	16.694	18.494	20.444	22.544	24.794	27.194	29.744	32.444
Volumen de exportaciones anuales del sector español (Euros)*	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
<i>*Empresas basadas en España, sean o no españolas</i>																			

Fuentes utilizadas y links a dichas fuentes: [UNEF, VGB Survey 2012 Investment and Operation Cost Figures - Generation Portfolio](#)

Descripción del método de cálculo e hipótesis empleadas: *SE HA CONSIDERADO QUE EL MERCADO ESPAÑOL SE OPERA CON EMPRESAS ESPAÑOLAS EN EL 90% DE LOS CASOS, A UN COSTE UNITARIO DE 4.000 MW CONSTANTES EN EL TIEMPO, POR EXPERIENCIAS DEL SECTOR FV ESPAÑOL, Y UN 10% DE LA*

➤ Subsector de construcción de instalaciones en España de 800 MW y unas inversiones de 257 M€ a 2020, y un peso del 31 % del negocio de la industria y servicios FV, en España. A este mercado interno hay que adicionar el mercado internacional cuyo peso en 2020 estará situado en el 6 % del mercado internacional de servicios de EPC y potros con una potencia a gestionar de 3.972 MW y unos ingresos por servicios de 1.324 M€ del mercado mundial.

SUBSECTOR TECNOLÓGICO 3 Desplegar CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES

Unidades consideradas para cuantificar el mercado: MW *p.ej., MW de potencia instalada, kWh de ahorro, nº de contadores, etc.*

Justificación de las unidades escogidas:

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mercado español anual																			
- En las unidades consideradas	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	
- En millones de Euros	57	107	150	187	217	240	257	267	285	300	312	320	325	327	350	373	397	420	
Del cual:																			
- Porcentaje del valor capturado por el sector español [%]	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
<i>*Empresas basadas en España, sean o no españolas (pótese que el % restante se deberá a las importaciones del sector)</i>																			
En caso de que sea posible, por favor:																			
- Energía generada, transferida o gestionada anualmente (GWh)	150	300	450	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650	1800	1950	2100	2250	2400	2550	2700	
Volumen de exportaciones anuales del sector español (Euros)*	204	384	540	672	780	864	924	960	1026	1080	1122	1152	1170	1176	1260	1344	1428	1512	
<i>*Empresas basadas en España, sean o no españolas</i>																			

Fuentes utilizadas y links a dichas fuentes: [UNEF](#)

Descripción del método de cálculo e hipótesis empleadas: *Se ha considerado que el mercado español, se compone de la construcción (montaje, suministro, EPC, ...) de las instalaciones realizadas en España, adicionalmente la construcción en el exterior, se considera que es del 90% a precios de mercado (un tercio para la construc...*

En resumen, el sector industrial de FV que agrupa la fabricación de componentes, prestación de servicios de O+M y servicios de construcción de instalaciones (EPC y otros) debe gestionar en 2020 cerca de 14.914 MW con unas facturaciones de 2.829 M€.

En este sentido el soporte que la cadena de I+D+I puede aportar a este mercado es de vital importancia de forma que pueda mantener en tensión ciertos liderazgos y especialmente en áreas de influencia geopolítica

Otros indicadores de este importante trabajo (www.alinne.es) son los siguientes, respecto al mercado y el peso relativo de las empresas españolas:

- Contribución al PIB español en 2020: 1.868 M€
- Empleo directo e indirecto en 2020: 34.542 y 18.307 respectivamente
- Ingresos anuales para las cuentas públicas en 2020: 386 M€
- LCOE a 2020: 52€/MWh
- Cuota de las empresas españolas del mercado español: 30%
- Cuota de las empresas españolas en el mercado internacional: 3%
- Número de empresas fabricantes y EPC situadas en entre las 10 primera en EU: 2 y 2 respectivamente

Y respecto al área de I+D+I se anotan:

- Inversiones anuales en I+D previstas en 2020: 34 M€
- Financiación pública I+D+,I 2009-2013:35 M€ (25 M€ subvenciones y 62 M€ créditos blandos)
- Financiación privada I+D+,I, 2009-2013: 11 M€
- Número de proyectos de I+D+I 2009-2013: 177
- *Número de publicaciones científicas, 2009-2013: 332*
- *Porcentaje de patentes españolas/mundial: 4%*
- *Número de centros de I+D+I y personal de I+D+I: 50 y 192 respectivamente.*
- *Coste en mantenimiento de centros de I+D+I (equipos+personal): 9 M€*

UN RESUMEN DE LA PRESENTACIÓN ANTE EL COMITÉ DE EVALUACIÓN DE ALINNE

DATOS RESUMEN DE UNEF SECTOR/AREA I+D+I FV

LAS CIFRAS DE INSTALACION Y FABRICACION FV EN ESPAÑA

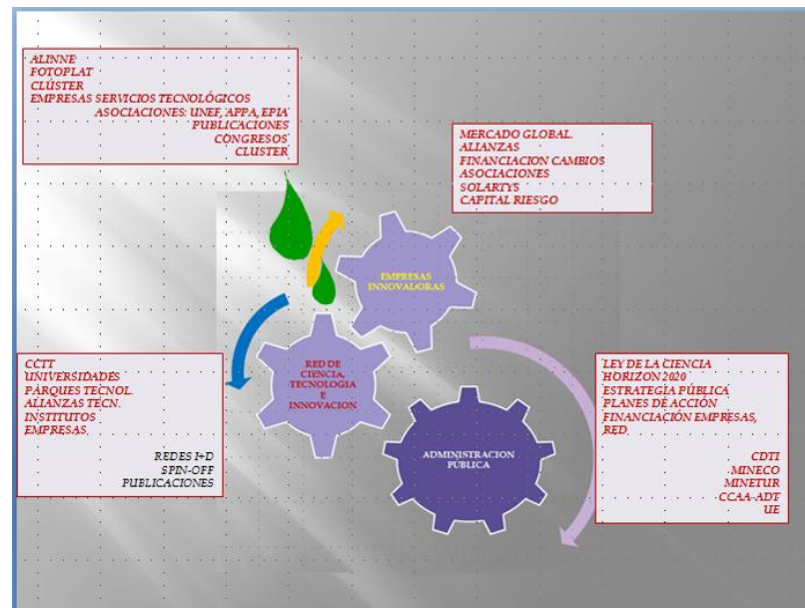
4.500 MW INSTALADOS
 56 EMPRESAS FABRICANTES
 200 MW DE CELULAS CRISTALINAS
 20 MW DE CELULAS DELGADAS
 700 MW DE MODULOS (91% cSi y 9% aSi)
 1500 MW INVERSORES
 200 MW DE SEGUIDORES

SECTOR FV ESPAÑOL

300 EMPRESAS; 70% CON MENOS DE 10 TRABAJADORES
 7.500 PERSONAS; 85% FIJOS
 TASA CAIDA DEL 7% ANUAL
 54% UNIVERSITARIOS/18%MEDIA/28% NO CUALIFICADOS

CENTROS DE INVESTIGACION

50 CENTROS
 150 PROYECTOS DE I+D+I
 EXCELENCIA INTERNACIONAL: IES, TECNALIA, CENER, IREC,...
 28 M€/AÑO; 45% FINANCIACION PRIVADA



CLAVES PARA ACTIVAR LA I&D+I EN EU Y ESPAÑA

1. LAS TASAS DE CRECIMIENTO DEL MERCADO HAN SUPERADO TODOS LOS PRONÓSTICOS, POR UNA REDUCCIÓN DE COSTES, ADELANTANDO LAS PREVISIONES 10 AÑOS (2030 A 2020) DERIVADOS DE:
 1. NO RESTRICCIONES DE MATERIA PRIMA
 2. AUMENTO DE LA CAPACIDAD UNITARIA DE LAS PLANTAS
 3. SOBREPDUCCIÓN Y COMPETENCIA
 4. MARCO FINANCIERO
2. LA ESTRATEGIA UE ES RECUPERAR EL LIDERAZGO QUE HA TENIDO LA UE Y ESPAÑA EN:
 3. INGENIERIA DE SISTEMAS, NANOTECNOLOGIA, EQUIPOS DE FABRICACIÓN BUSCANDO REDUCCIÓN DE COSTES
 4. NO HAY CLARAMENTE TECNOLOGIAS GANADORAS POR LO QUE HAY QUE APOSTAR POR LAS INDUSTRIAS Y PRODUCCIÓN Y NUEVOS CONCEPTOS DE LABORATORIO
5. ADEMÁS DE IMPLANTAR ESTRATEGIAS DE LARGO ALCANCE EN I&D+I, ÉSTA DEBERIA AYUDAR A LA INDUSTRIA EXISTENTE PARA MANTENER LA VANGUARDIA DE UNA AMPLIA GAMA DE TECNOLOGÍAS EN PRODUCCIÓN Y LINEAS EN LOS LABORATORIOS

LINEAS ESTRATEGICAS PARA LA I+D+I FOTOVOLTAICA ESPAÑOLA

- La tecnología FV: ha demostrado su **vitalidad** para ser un componente esencial del mix energético del futuro; debe superar tópicos y valoraciones interesadas; debe de recuperar la cota de excelencia tecnológica y de mercado nacional e internacional y su papel de liderazgo que con tanto esfuerzo ha conseguido.
- España debe de hacer un esfuerzo general y en I+D+i para integrarse en el proceso tecnológico que debe realizar el sector FV; al objeto de **mantener y ampliar en lo posible el tejido de I+D** existente. Las alianzas tecnológicas van a desempeñar un papel clave en la activación y participación con pleno derecho en el i+D
- El I+D+i deben dirigirse a impulsar **nuevos nichos de competitividad** en la que se recupere, aunque sea parcialmente, la industria de fabricación de productos y servicios, actores esenciales de la cadena CTI, la cual ha sufrido la más severa destrucción de tejido, empresarial y tecnológico, por fractura del mercado inducido por el dumping.

CADENA DE VALOR EN EL SECTOR FOTOVOLTAICO Y ACTORES SIGNIFICATIVOS



NUEVAS DIRECCIONES PARA UN I&D+I UE COMPETITIVO

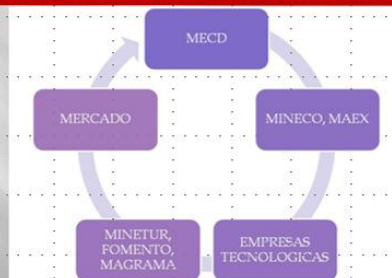
ADEMÁS DE CONTINUAR CON LA BÚSQUDA DE EFICIENCIA EN DISPOSITIVOS, PROCESOS Y RENDIMIENTO EN LOS SISTEMAS, EXISTEN OPORTUNIDADES PARA MANTENER EL LIDERAZGO DE LA UE A TRAVÉS DE LA INNOVACION:

- ❑ **NUEVOS SUBSTRATOS QUE PERMITAN REDUCCIÓN DE COSTES.**
Es el caso de las células impresas que requieren baja inversión en plantas de fabricación, flexibilidad de diseño, menor periodo de retorno de energía y medioambiente. Liderar con nuevos substratos avanzados de bajo coste.
- ❑ **MODULOS FV COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**
Amparados por una regulación local específica y códigos y la necesidad de un I+D+I multidisciplinar, una industria específica de fabricación FV y materiales de construcción, organismos de certificación, diseños abiertos. Liderar a través de mercados locales
- ❑ **LOS EDIFICIOS UNIDADES ELEMENTALES DE LAS REDES INTELIGENTES**
Una combinación local adecuada de edificios con sistemas FV, con almacenamiento, mando y control, sofisticadas interconexiones multifuncionales, conectadas a redes con tecnología inteligentes. Liderar la tecnología de redes inteligentes

1. PROPUESTA DE RECUPERACIÓN DEL TEJIDO TECNOLÓGICO SIGUIENDO LA IIE EN FV Y JP FV-EERA



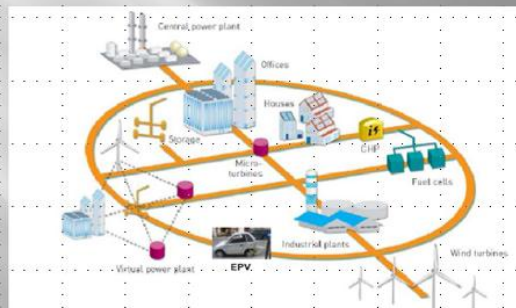
2. ESTABLECER UNA REGULACION ADECUADA PARA DESARROLLAR UN DESPLIEGUE CONTROLADO Y A LA VELOCIDAD ADECUADA PARA QUE LOS RETORNOS INDUSTRIALES, TECNOLÓGICOS Y DE EMPLEO SEAN ÓPTIMOS PARA EL SECTOR ESPAÑOL, CON UN MARCO DE CODIGOS DE RED ADECUADO PARA EL DESARROLLO DEL AUTOCONSUMO



3. ACCELERAR LOS PROCESOS DE INNOVACION EN LA INTEGRACION DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAIICOS EN LA EDIFICACION; NUEVA Y REHABILITADA CON CODIGOS DE HOMOLOGACION Y CERTIFICACION ESTRICTOS



4. ESTABLECER UN PLAN ESTRATEGICO PARA EL DESARROLLO DE REDES INTELIGENTES EN LAS QUE LAS INSTALACIONES FV DE AUTOCONSUMO E INTEGRACION EN LOS EDIFICIOS JUEGEN UN PAPEL DECISIVO APORTANDO ENERGIA E INTELIGENCIA COMPARTIDA CON LA RED.



ANEXO II- UN ESTUDIO DEL MAEX (Eclareon) SOBRE LA CAPACIDAD TRACTORA DE LA TECNOLOGIA FOTOVOLTAICA

RESUMEN EJECUTIVO

INTRODUCCIÓN

La posición competitiva de las empresas FV españolas compensa fortalezas y debilidades

Análisis DAFO del sector FV español para el proceso de internacionalización

Debilidades		Amenazas	
• Ausencia de grandes fabricantes de módulos para competir en precio	--	• Presión sostenida en precios y márgenes	✗
• Posición relativamente débil en algunos mercados de crecimiento (APAC, China)	-	• Agotamiento de los mercados tradicionales europeos, donde las empresas españolas han operado habitualmente	✗
• Músculo financiero débil para pequeñas y medianas empresas de EPC	-		
Fortalezas		Oportunidades	
• Experiencia en EPC y promoción	++	• Todas las regiones crecen excepto los mercados tradicionales europeos, gracias a la paridad de red	✓
• Sector bien cohesionado gracias a la tradición FV española y su coordinación frente a las dificultades	+	- Puede notarse especialmente en instalaciones pequeñas y medianas para autoconsumo	
• Afinidad cultural con un mercado creciente: LatAm	+		
• Marca España para energías renovables	+		

Debilidad / fortaleza	++ Fortaleza	-- Debilidad
Impacto de la amenaza / oportunidad	✓✓ Muy positivo	✗✗ Muy negativo

Fuente: Entrevistas UNEF; Análisis de Eclareon



6

ESTUDIO DE LA CADENA DE VALOR

TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La cadena de valor FV se divide entre los procesos relacionados con el diseño y fabricación de componentes y aquellos clasificados como servicios

Descripción de la cadena de valor FV y actividades en cada eslabón



Nota: ¹Proceso de fabricación de módulos c-Si; el proceso para módulos CD y de c-Si a partir de silicio de grado solar contiene menos pasos
²Balance of system: elementos necesarios para una planta FV exceptuando el módulo

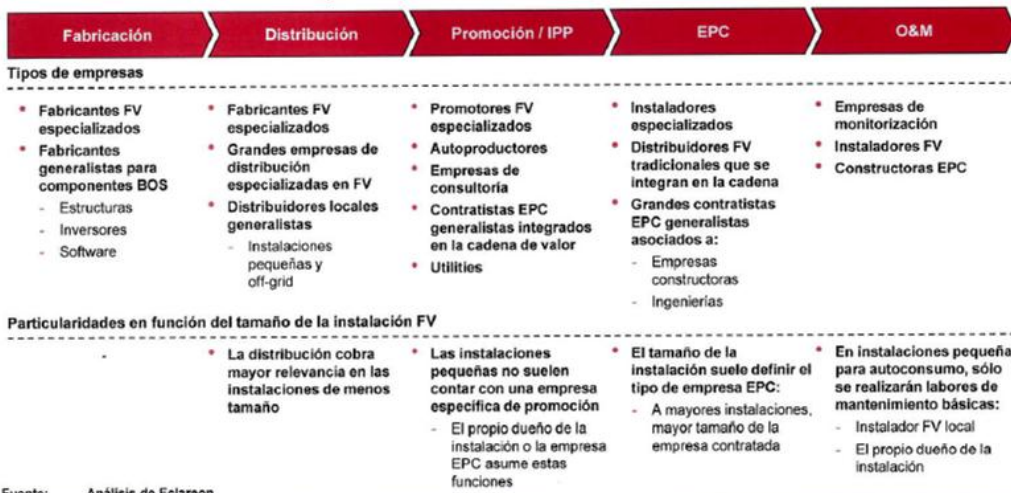
Fuente: Análisis de Eclareon



13

En general, en el sector FV predominan las empresas especializadas aunque en las tareas de promoción y EPC las empresas constructoras generalistas también tienen un peso relevante

Tipo de empresas en la cadena de valor solar FV

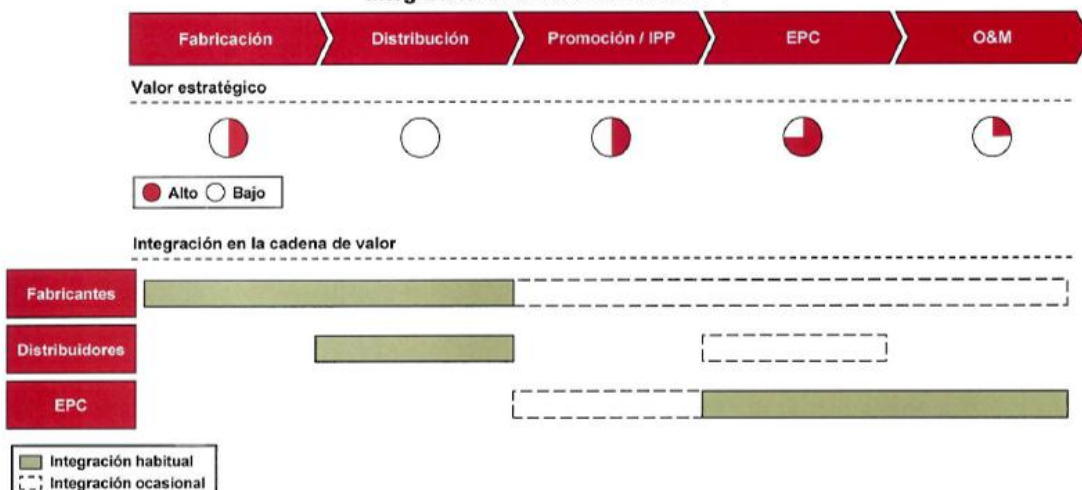


Fuente: Análisis de Eclareon



Las empresas presentes en los principales eslabones de la cadena de valor tienden a integrarse verticalmente hacia eslabones adyacentes para capturar márgenes o para asegurar ventas

Integración en la cadena de valor FV

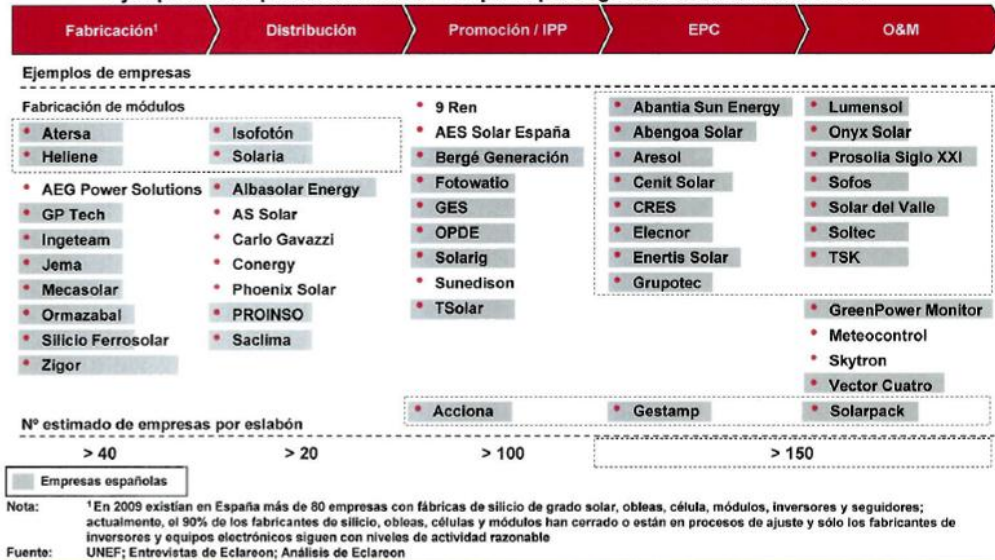


Fuente: Análisis de Eclareon



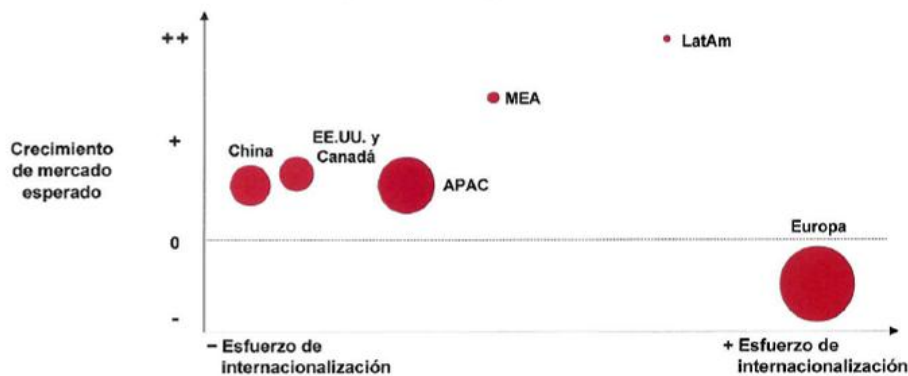
En el sector FV español existen más de 300 empresas

Ejemplos de empresas del sector FV español por segmento de la cadena de valor



Las empresas FV españolas continúan con su apuesta por Europa, región ya muy madura, y dedican esfuerzos nuevos a LatAm, que promete crecimiento; Asia genera menos interés

Esfuerzo de internacionalización de las empresas españolas comparado con el crecimiento de mercado esperado a 2015 y tamaño actual de los mercados destino¹



Los principales factores de éxito en la internacionalización de una empresa FV es contar con un precio competitivo y credenciales sólidas

Principales factores de éxito en la internacionalización FV

Factor de éxito	Relevancia
Precio competitivo	
Credenciales sólidas	
Músculo financiero	
Contactos en el país destino	
Marca España	
Apoyo de organismos oficiales	
Afinidad cultural con el país destino	

Muy alta Baja

Fuente: Entrevistas UNEF; Análisis de Eclareon

- El 50% de los entrevistados considera que hay determinados factores de éxito cuya relevancia varía en función de la región
 - La Marca España tiene importancia en determinadas regiones como Europa o MEA pero hay otras zonas del mundo (p.e. APAC) donde tiene menos peso
 - De la misma forma, la afinidad cultural es un factor relevante en regiones como LatAm o APAC
 - Sin embargo, en EE.UU. la afinidad cultural no se percibe como un factor que aporte valor añadido
 - De la misma forma habrá países donde el hecho de contar con contactos locales será más determinante que en otros
 - De nuevo, la región en donde el hecho de poseer contactos es menos relevante es EE.UU.
- A medida que un mercado crece en madurez, las credenciales se exigen en ese mercado concreto
 - Es decir, en mercados maduros será necesario presentar credenciales concretas en dicho mercado, no en otros mercados similares
 - En cambio, para mercados inmaduros, las credenciales deberán provenir de instalaciones similares en otras regiones relevantes



Creemos que si bien las empresas españolas lograrán mantener una buena posición en el mercado FV global, esta empeorará levemente

Previsión futura de la posición competitiva de las empresas españolas por región

		Posición actual	Posición esperada	Crecimiento esperado
APAC / China	No se prevé un aumento claro del esfuerzo español en la zona			+
Europa	La actividad vendrá de instalaciones pequeñas, lo cual favorecerá a empresas locales			-
EE.UU.	Actualmente muy penetrado por empresas americanas			+
LatAm	El crecimiento previsto de la región es la principal apuesta exterior del sector FV español			++
MEA	Bien posicionadas para capturar nuevo negocio en MENA y bien establecidas en Sudáfrica			+

Fuerte Débil ++ Crecimiento significativo - Decrecimiento

Fuente: Análisis de Eclareon



ANEXO III-EERA-JP

EERA-JP

Structure of the Joint Programme

Structure of the JP: five sub-programmes

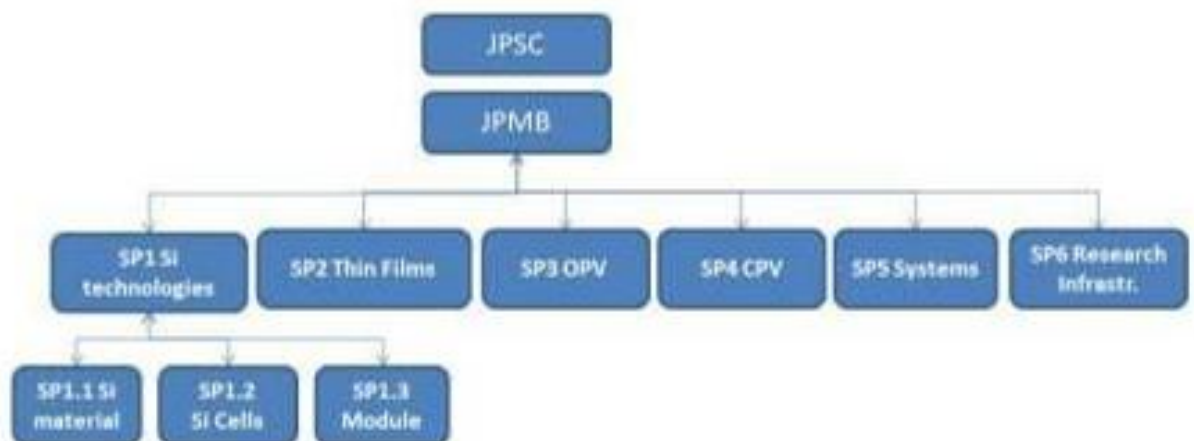
- JP EERA-PV – Dr Paul Wyers, ECN
- SP1: Silicon Materials – Dr Stefan Reber, FhG-ISE
- SP2: Thin film PV – Prof Dr Martha Lux-Steiner, HZB
- SP3: Organic PV – Dr Peter Sommer Larsen, Risø/DTU
- SP4: Module Technology – Dr Paul de Jong, ECN
- SP5: Education, Training & Infrastructures – Dr Philippe Malbranche, CEA-INES

Sub-programmes are based on Strategic Research Agenda (SRA) and Implementation Plan of the EU PV Technology Platform.

2

EERAPV
 21 Feb 2013, Madrid

Las organizaciones de investigación pueden forjar vínculos con la industria y crear asociaciones mutuamente beneficiosas. La Industria informa a la comunidad de investigación de las necesidades de la investigación preliminar, mientras que ayuda a aportar nuevas innovaciones al mercado más rápidamente. Las Iniciativas Industriales Europeas (IIE), las Plataformas Tecnológicas Europeas (PTE) y las Cooperaciones de Innovación Europea (CIE), que están vinculados con el plan SET, juegan un papel clave en el fomento y el mantenimiento de estos enlaces en el enlace con la EERA.



Un ejemplo destacable lo constituye:

KIC INNOENERGY UN INSTRUMENTO POTENTE PARA BLA INNOVACIÓN

KIC InnoEnergy SE es una compañía europea de fomento de la integración de la educación, la tecnología, la empresa y el espíritu empresarial y el fortalecimiento de la cultura de la innovación. Nuestra visión es ser el motor principal de la innovación en el campo de la energía sostenible

InnoEnergy es una de las tres KICs (junto a la EIT ICT labs y KIC-Climate), creado bajo la dirección del IET. Se constituye como una empresa comercial, que se incorpora como Societas Europea, con 27 accionistas, todos ellos protagonistas en el campo de la energía, con industrias de alto rango, centros de investigación y universidades. KIC InnoEnergy es una empresa sin ánimo de lucro, cuyos beneficios se reinvierten en nuevas actividades. La estrategia de la KIC InnoEnergy es convertirse en el principal motor para la innovación con espíritu empresarial en el ámbito de la energía sostenible. Busca la reducción de costes en la cadena de valor de la energía (suministro, transporte, almacenamiento, distribución y venta al por menor).

Las áreas prioritarias son: almacenamiento de energía; energía de combustibles químicos; convergencia sostenible de nuclear y renovables; ciudades y edificios Inteligentes y eficientes; tecnologías limpias de Carbón; redes eléctricas inteligentes; energías renovables; y, eficiencia energética.

El desarrollo que KIC está teniendo en el mercado de la innovación es creciente y tiene buena acogida por parte de las empresa líderes y por empresas PYMES innovadoras cuyos productos estén cerca de dar el salto al mercado siendo un foro tractor para la financiación por el consocio o cualquier empresa del mismo.

ANEXO IV-ESTUDIO DE ATKEARNY PARA LA EU PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGY PLATFORM SOBRE LAS OPORTUNIDADES EN LA INDUSTRIA



AT Kearney

EU PhotoVoltaic Technology Platform

EU industry opportunities for large scale PV deployment

Beurs van Berlage, Amsterdam
June 19, 2012

Laurent Dumarest, Senior Partner

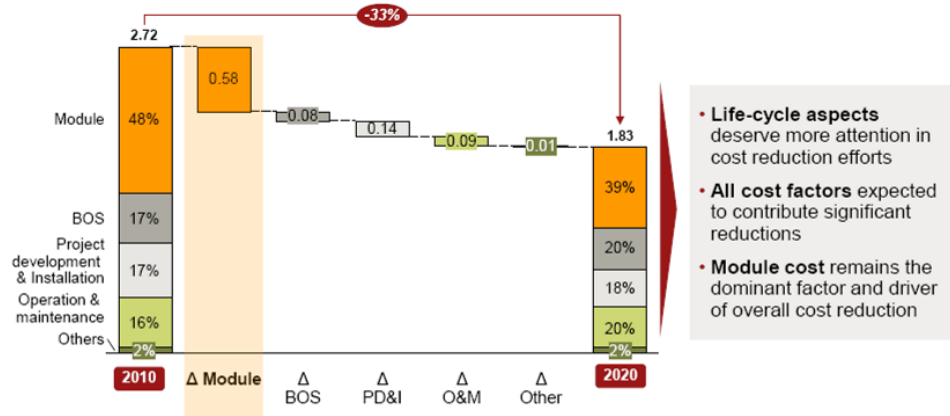
The slide features a red header with the AT Kearney logo. Below the header is a photograph of dandelion seed heads against a clear blue sky. The main content is presented in a white box with a thin black border. The text is centered and includes the title of the presentation, the location and date of the event, and the name of the presenter.

ATKearney

Module cost represents the major LCOE cost reduction potential (~2/3 of total)

Development of life-cycle cost for a ground mounted PV system

Example: Ground-mounted c-Si utility-scale PV system - Germany
(as present value in €_{nominal} /Wp)

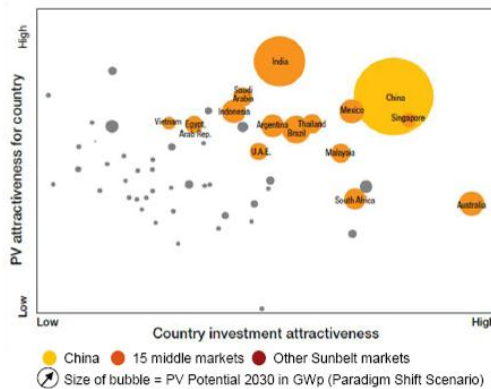


Sources: A.T. Kearney Global PV LCOE model

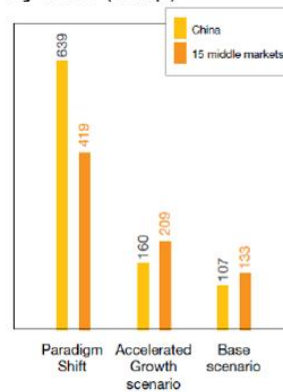
ATKearney

While China will be the largest single market by far, 15 “middle” markets will together exceed it in 2030

PV potential by 2030 in Paradigm Shift (GWp)



Comparison of PV potential by 2030 (GWp)



Emerging economies among which India and South Africa are now some of the fastest-growing solar markets in the world (FT – June 17)

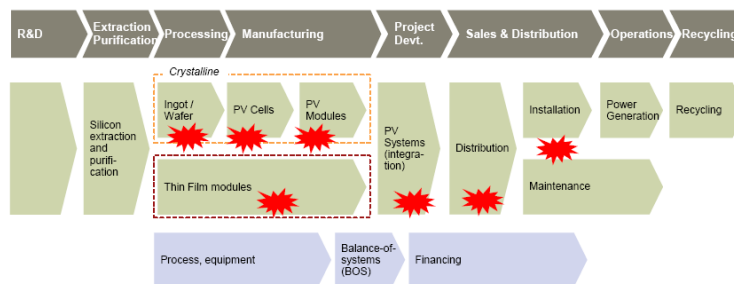
Sources: EPIA Study 2010 “Unlocking the Sunbelt potential of PV”; A.T. Kearney analysis

Critical challenges today for the European industry

- Ambitious support schemes mostly based on FIT have triggered a fast market growth of PV together with Asian imports
- At the same time, **tariffs have spurred instability and high volatility** in the market
- Due to recent volumes booms, in Germany and Italy in 2011, in Spain and France in 2010, **heavy tariffs cuts caused the market to shrink**
- Due to massive global overcapacities, **nearly 3/4 of the players showed losses** in 2011, triggering **consolidation and bankruptcies** at all steps of the value chain
- In parallel **structural changes impact the European power market** with mid-day peak prices coming down, regional imbalances between generation and consumption, and issues with electricity prices structure

A.T. Kearney /PVTP/LD/08.2012 17

... leading in 2012 to consolidation and bankruptcies along the entire PV value chain including in Asia and the USA



Substantial capacity reduction in Europe due to bankruptcy or refocus to other regions, acquisitions of European players by Chinese groups

Sources: A.T. Kearney study "The dynamics of PV Value chain" July 2011

A.T. Kearney /PVTP/LD/08.2012 22

New opportunities and key conditions for development

- European markets will mainly grow in **smaller systems for residential markets** in the years ahead
- **Self-consumption** business models will develop across a variety of consumer types and size segments, providing growth opportunities outside FIT scope
- **PV system integration** represent an opportunity to add value to customers through differentiated, packaged solutions combining PV, heating, storage and demand management
- **Highly innovative niche markets** will provide profitable development opportunities but more limited volumes(BIPV, retrofit, e mobility...)
- **Global markets outside Europe will provide large volumes and fast growth opportunities** that the European industry can capture outside of FiT structures
- **Structural key conditions** are required to maintain and develop the European PV industry

Structural key conditions are required to maintain and develop the European PV industry

- 1 **Maintain consistent long term support schemes** and actively manage transition from subsidies to market, in line with reaffirmed **long term targets**
- 2 **Design an ambitious R&D and innovation strategy** to explore new technology ruptures in most promising areas of **PV and storage**
- 3 **Develop and promote norms and standards and consider trade barriers** to ensure a fair level playing field for the European PV industry
- 4 **Favor integration in the electric system** through the development of flexible generation, high voltage transmission and smart grids, plus the reduction of administrative burden
- 5 **Act in a coordinated way at EU level** to harmonize energy policies and **build on complementary strengths** of large groups and SMEs to create a strong industry
- 6 **Develop public acceptance** as a crucial element to make Europe energy transition work

ANEXO V-SET PLAN SEII

SET-PLAN, SEII

El SET-Plan (Strategic Energy Technology) de la EU (se publica en 2007 en pleno crecimiento del sector FV, con tasa alta de crecimiento por encima del 50% en algunos casos); trata de incrementar, coordinar y focalizar instrumentos de apoyo en tecnologías de bajo carbono para alcanzar los objetivos energéticos futuros.

La acción se establece a través de las EII (European Industry Initiatives) que agrupan la Industria, la comunidad investigadora, los EEMM y los instrumentos de riesgo-compartido de la EC y el marco del Partenariado Público-Privado; todo ello para lograr un desarrollo rápido de **tecnologías energéticas llave**, y que entre las seis identificadas está la FV.

La Solar-EII es una iniciativa dirigida a la Industria FV que establece una hoja de ruta a desarrollar en 10 años en I+D+I. La iniciativa la promueven EPIA (European Photovoltaic Industry Association) y la EPVTP (European Photovoltaic Technology Platform) junto con la Comisión Europea y los EEMM.

La implementación del SEII es un instrumento crucial pues busca los objetivos en energía: incrementar la seguridad de suministro; cortar de raíz las emisiones de CO₂; tensionar la competitividad de la industria de la energía y su capacidad de innovación; y, crear empleos sostenibles a lo largo de toda la cadena de valor. El SET Plan captará recursos económicos de diferentes orígenes para alcanzar los 9.000 M€; de los cuales la Industria deberá financiar el 60% a través de partenariado público-privado, los EEMM el 30% y la Comisión Europea el 10% restante.

Una visión ordenada del sector FV a nivel europeo se llevó a cabo en el estudio SET for 2020 que señaló a la FV como la principal fuente de energía limpia, sostenible y competitiva, produciendo el 12% del consumo eléctrico de la UE en 2020, el 20% en 2030 y el 30% en 2050. También señaló que

para alcanzarlo se requería: una política energética que asegurase un mercado estable; un soporte público continuo a la industria que refuerce la acción de I+D+I; resolver la problemática de redes ante una integración masiva en el mix.

El SEII es crucial tanto para acelerar el proceso de reducción de costes y acercamiento a la denominada paridad de red, por medio de un aprendizaje continuo y la economía de escala; como para encontrar soluciones para alcanzar cotas de penetración importantes. Estos dos tipos de retos en 2010 y 2020 se recogen en la figura adjunta.

**PROPUESTAS TECNOLÓGICAS A FUTURO ESTABLECIDAS EN SET PLAN
PARA LAS INICIATIVAS TECNOLÓGICAS EUROPEAS (EII's)**

1 ANTECEDENTES

Debido a la disponibilidad de fuentes de energía fósiles a precios asequibles desde los precios máximos alcanzados en las crisis energéticas de las décadas de los '70 y '80, los recursos públicos y privados dedicados a la investigación en tecnologías energéticas en la UE durante las últimas décadas han disminuido sustancialmente. Este hecho ha producido la acumulación de una inversión insuficiente en capacidad e infraestructura de investigación en el sector energético.

La Comisión Europea (CE) publicó en noviembre de 2007 la Comunicación sobre el Plan Estratégico Europeo de Tecnologías Energéticas: "Hacia un futuro de bajo carbono" (SET-Plan) que tiene por objetivo el establecimiento de un instrumento político específico que acelere el desarrollo y la implantación de tecnologías con baja emisión de carbono de forma rentable, así como el cumplimiento de la reducción del 20% de las emisiones y del consumo energético y la generación del 20% a partir de fuentes renovables impuestos por la Directiva RES.

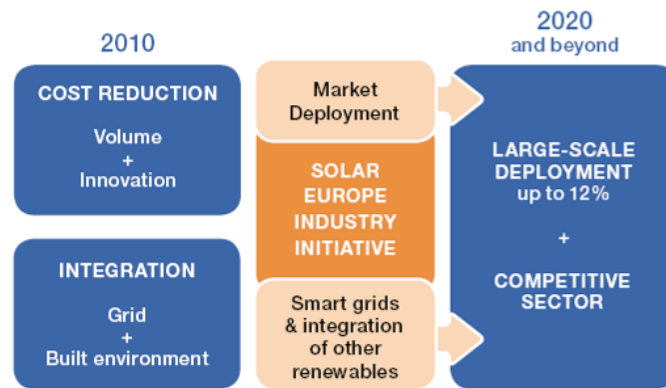
Para ello el SET Plan contempla diferentes acciones;

1. En primer lugar, contempla la creación de un grupo director de alto nivel (Steering Committee) presidido por la Comisión y compuesto de representantes del Gobierno de los Estados Miembros, en el que se diseñen acciones conjuntas, se coordinen políticas y programas y se supervisen los avances de forma sistemática.
2. En relación con la investigación, Europa cuenta con importantes institutos nacionales de investigación energética y con excelentes equipos de investigación que trabajan en universidades y centros especializados. Sin embargo, aunque persiguen objetivos similares, definen sus estrategias y planes de trabajo de forma individual. La Comisión propone crear una alianza Europa para la investigación en el sector energético (EERA)
3. En relación con la actividad industrial, el Plan contempla la creación de una serie de Iniciativas Industriales Europeas (EII's) en las que se aunen los recursos y los actores apropiados de los sectores industrial concreto y estratégico en el ámbito energético. Por el momento se han constituido EII's en los siguientes campos:
 - Energía eólica.
 - Energía solar fotovoltaica y de concentración.
 - Bioenergía.
 - Captura, transporte y almacenamiento del CO₂.
 - Redes eléctricas.
 - Energía de fisión sostenible.

Estas iniciativas originarias de la primera comunicación, han sido posteriormente ampliadas con la

4. Como instrumento para poder realizar una planificación estratégica eficaz es necesario disponer regularmente de información y datos fiables. Para ello la Comisión propone la creación de un sistema de información y gestión de los conocimientos que incluirá una descripción de las tecnologías y una descripción de las capacidades: SETIS.

La puesta en marcha de las iniciativas descritas, requiere del establecimiento de instrumentos de financiación. Con fecha 7 de octubre de 2009 se publicó la Comunicación de la CE sobre los instrumentos de financiación del SET plan y documentos asociados: "R&D investment in the priority technologies of the European Strategic Energy Technology Plan", "Impact Assessment", "Summary of the impact Assessment" y "A Technology Roadmap".



Objetivos antes y después de la S-EII

Se destaca la necesidad de mantener un fuerte contacto con las otras EII pues proponen aspectos complementarios a los propios de la S-EII y especialmente con la iniciativa de redes eléctricas, y en áreas como el almacenamiento de energía, vehículo eléctrico, gestión de la demanda, etc.). Las áreas seleccionadas por SEII se refieren, según la figura adjunta, a: reducción de costes vía procesos, mejoras de eficiencias; posibilitar la integración en redes e integración en edificios, grandes plantas, etc; y, nuevas tecnologías de muy bajo coste, alta eficiencia y resolución de la integración.



También se incluyen en SEII acciones en relación a la formación de técnicos en todas las actividades y medidas de difusión entre los stakeholders afectos a este tipo de tecnología.

5 INICIATIVA INDUSTRIAL EUROPEA DE ENERGÍA SOLAR (Energía Solar Fotovoltaica PV)

5.1. Objetivo estratégico

Incrementar la competitividad, asegurar la sostenibilidad de la tecnología y facilitar su penetración a gran escala en las áreas urbanas, como unidades de producción libre ("free-field units") y su integración en la red eléctrica.

5.2. Objetivo industrial del sector

Instituir a la energía solar fotovoltaica como una tecnología limpia, competitiva y sostenible. Posibilitar la contribución del 12% por parte de la energía solar fotovoltaica en la demanda de electricidad en 2020.

5.3. Objetivos tecnológicos

- **Sistemas fotovoltaicos:**
 - Incrementar la eficiencia de conversión, estabilidad y durabilidad.
 - Desarrollo y demostración de procesos de fabricación de alto-rendimiento, incluyendo control y monitoreo en serie.
 - Desarrollo de conceptos avanzados y nueva generación de sistemas fotovoltaicos.
- **Integración de la energía generada en sistemas PV:**
 - Desarrollar y validar aplicaciones fotovoltaicas innovadoras, económicas y sostenibles.
 - Desarrollar interfaces de red y tecnologías de almacenamiento capaces de optimizar la contribución al suministro eléctrico europeo por parte de instalaciones urbanas y en entorno "rural" (green field environment).

5.4. Acciones

- **Sistemas fotovoltaicos para incrementar el rendimiento energético y reducir el coste.**
 - Programa de desarrollo de tecnologías colaborativas para mejorar el rendimiento y vida útil de los sistemas PV y reducir el coste de la energía generada.
 - Programa de desarrollo de tecnologías colaborativas en procesos de producción.
 - Programa de investigación a largo plazo para el desarrollo del sector más allá del horizonte temporal de 2020.
- **Integración de la energía generada en sistemas PV en las redes:**
 - Programa tecnológico de desarrollo y demostración para construcción integrada de PV (BIPV). Se promocionarán los proyectos demostrativos de "Solar Cities".
 - Programa tecnológico de desarrollo y demostración para sistemas fotovoltaicos aislados y sistemas simplificados. Se llevarán a cabo proyectos demostrativos de 50-100 MW.
 - Programa tecnológico de desarrollo y demostración en conexión a la red y sistemas avanzados de dispositivos de almacenamiento.

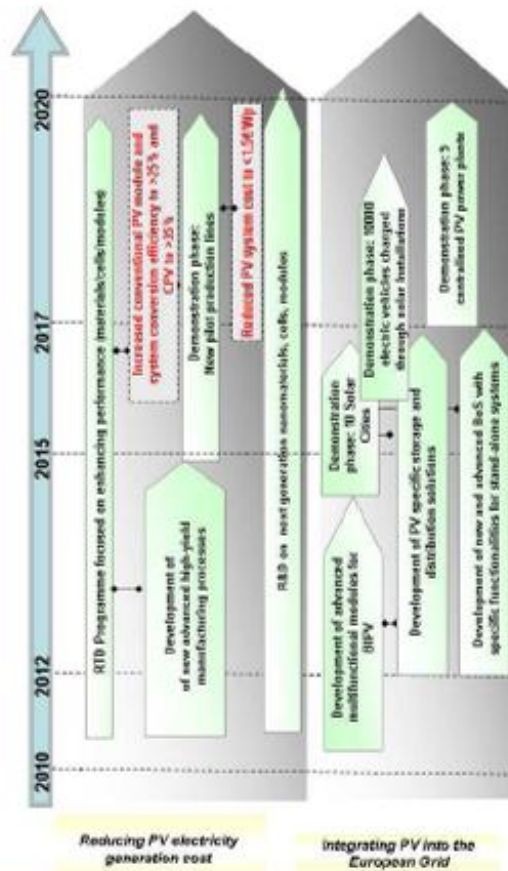
5.5. Estimaciones de costes (2010-2020)

Objetivos tecnológicos	Coste (M €)
Sistemas Fotovoltaicos	5.500
Integración de la energía generada en sistemas PV en las redes	3.500
Total	9.000

5.6. Indicadores (indicative key performance indicators KPI)

Acciones	Indicadores
Sistemas Fotovoltaicos	<ul style="list-style-type: none"> Reducción de costes de proyectos PV "llave en mano" a <math>\leq 1,5 \text{ €/Wp}</math> en 2020. Reducción de costes de Sistemas PV de concentración (concentrated PV system) a <math>\leq 2 \text{ €/Wp}</math> en 2020. Incrementar la eficiencia de conversión de módulos fotovoltaicos en >math>\geq 23\%</math> en 2020. Incrementar la eficiencia de conversión de sistemas en >math>\geq 35\%</math> en 2020. Incrementar la vida útil de los módulos de silicio cristalino y capa fina a 40 años.
Integración de la energía generada en sistemas PV en las redes	<ul style="list-style-type: none"> Incrementar la vida útil del inversor a >math>\geq 25</math> años en 2020. Reducir el coste de almacenamiento a <math>0.06 \text{ €/KWh}</math> e incrementar la vida útil a >math>\geq 25</math> años.

5.7. Esquema



5.8. Tabla resumen

INICIATIVA INDUSTRIAL EUROPEA DE ENERGÍA SOLAR (ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PV)			
Objetivo estratégico: Incrementar la competitividad, asegurar la sostenibilidad de la tecnología y facilitar su penetración a gran escala en las áreas urbanas, como unidades de producción libre ("free-field units") y su integración en la red eléctrica.			
Objetivo industrial del sector: Instaurar a la energía solar fotovoltaica como una tecnología limpia, competitiva y sostenible. Posibilitar la contribución del 12% por parte de la energía solar fotovoltaica en la demanda de electricidad en 2020.			
Objetivos tecnológicos	Acciones	Estimaciones de costes (2010-2020). Coste Total: 9.000 (M €)	Indicadores (Indicative Key Performance Indicators KPI)
<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas fotovoltaicos: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Incrementar la eficiencia de conversión, estabilidad y durabilidad. ◦ Desarrollo y demostración de procesos de fabricación de alto-rendimiento, incluyendo control y monitoreo en serie. ◦ Desarrollo de conceptos avanzados y nueva generación de sistemas fotovoltaicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar el rendimiento y reducir el coste. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Programa de desarrollo de tecnologías colaborativas para mejorar el rendimiento y vida útil de los sistemas PV y reducir el coste de la energía generada. ◦ Programa de desarrollo de tecnologías colaborativas en procesos de producción. ◦ Programa de investigación a largo plazo para el desarrollo del sector más allá del horizonte temporal de 2020. 	5.500	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de costes de proyectos PV "llave en mano" a 1,5 €/Wp en 2020. • Reducción de costes de sistemas PV de concentración (concentrated PV system) a 2 €/Wp en 2020. • Incrementar la eficiencia de conversión de módulos fotovoltaicos en 123% en 2020. • Incrementar la eficiencia de conversión de sistemas en 105% en 2020. • Incrementar la vida útil de los módulos de silicio cristalino y capa fina a 40 años.
<ul style="list-style-type: none"> • Integración de la energía generada en sistemas PV: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Desarrollar y validar aplicaciones fotovoltaicas innovadoras, económicas y sostenibles. ◦ Desarrollar interfaces de red y tecnologías de almacenamiento capaces de optimizar la contribución al suministro eléctrico europeo por parte de instalaciones urbanas, rurales y en campo. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Programa tecnológico de desarrollo y demostración para construcción integrada de PV (BIPV). Se promocionarán los proyectos demostrativos de "Solar Cities". ◦ Programa tecnológico de desarrollo y demostración para sistemas fotovoltaicos aislados y sistemas simplificados. Se llevarán a cabo proyectos demostrativos de 50-100 MW. ◦ Programa tecnológico de desarrollo y demostración en conexión a la red y sistemas avanzados de dispositivos de almacenamiento. 	3.500	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar la vida útil del inversor a 125 años en 2020. • Reducir el coste de almacenamiento a 0,06 €/kWh e incrementar la vida útil a 125 años.

ANEXO VI- LA POLÍTICA DE COHESIÓN 2014-2020 IRÁ AUN MÁS ALLÁ

Una parte mínima de la asignación de fondos del FEDER de cada región se invertirá en medidas que apoyen el cambio a una economía de bajas emisiones de carbono:

- 20 % en las regiones más desarrolladas;
- 15 % en las regiones en transición; y
- 12 % en las regiones menos desarrolladas.

Esto garantizará una inversión del FEDER de 23 000 millones EUR como mínimo durante el periodo 2014-2020, a la vez que otras inversiones a través del Fondo de Cohesión respaldarán también el cambio a una economía de bajas emisiones de carbono. Las inversiones del FEDER y del Fondo de Cohesión incluirán los siguientes ámbitos:

Aumento del uso de las energías renovables:

- Inversión en la producción y distribución de energía derivada de las fuentes de energía renovables.
- Apoyo a proyectos que creen concienciación y aumenten el uso de las energías renovables en los sectores público y privado.

Disminución del uso de energía:

- Financiación de proyectos para mejorar la eficiencia energética y la gestión inteligente de la energía en las infraestructuras públicas (incluidos los edificios públicos), en el sector de la vivienda y en el contexto de la producción industrial para impulsar la competitividad, especialmente en las PYME.
- Reducción de las emisiones procedentes del transporte mediante el apoyo al desarrollo de nuevas tecnologías y la promoción de la movilidad urbana multimodal sostenible, que incluye el transporte público, desplazarse en bicicleta y caminar.

Fomento de los sistemas de energía inteligentes:

- Inversión en redes inteligentes de distribución de electricidad para permitir mejorar la eficiencia energética.
- Aumento de la integración de las energías renovables.

Fomento de un enfoque integrado para la formulación de políticas y su implementación:

- Desarrollo de estrategias integradas de bajas emisiones de carbono, especialmente en las zonas urbanas, que pueden englobar la iluminación urbana, la movilidad urbana multimodal sostenible y las redes eléctricas inteligentes.
- Promoción de la investigación e innovación en tecnologías de bajas emisiones de carbono.
- El Fondo Social Europeo apoyará también las medidas dirigidas a reforzar los sistemas de educación y formación necesarios para adaptar los conocimientos y cualificaciones de la mano de obra al trabajo en los sectores relacionados con la energía y el medio ambiente.