

Plan Estratégico 2016

Promuev



Financia



ÍNDICE

ÍNDICE	2
1. Plan Estratégico 2016	4
2. Introducción general a las ITP del sector fotovoltaico propuestas por FOTOPLAT para el análisis ALINNE	6
2.1 Marco General.....	6
2.2 Concreción de las ITP a desarrollar por FOTOPLAT	10
3. ITP-FV-1. Tecnología de Grandes Plantas de Generación Fotovoltaicas (CFV)	12
3.1 Definición Temporal.....	14
3.2 DAFO De La ITP	14
3.3 Mercado Total Accesible	15
3.4 Perfil De La Actividad	17
3.4 Recursos Necesarios Para El Desarrollo	17
3.5 Aspectos Financieros, Legales Y Regulatorios	18
3.6 Creación De Empleo Y Tejido De Conocimiento	19
4. ITP-FV-2. Tecnologías para el Autoconsumo (AFV)	21
4.1 Definición De La Propuesta	21
4.2 Definición Temporal.....	25
4.3 DAFO de la ITP	26
4.4 Mercado Total Accesible	27
4.5 Perfil De La Actividad	28
4.6 Recursos Necesarios Para El Desarrollo	28
4.7 Aspectos Financieros, Legales Y Regulatorios	30
4.8 Creación De Empleo Y Tejido De Conocimiento	31
5. ITP-FV-3. Procesos de Fabricación de Componentes y Sistemas Fotovoltaicos (PFV)	33

5.1 Definición De La Propuesta	33
5.2 Definición Temporal.....	35
5.3 DAFO DE LA ITP.....	35
5.4 Mercado Total Accesible	36
5.5 Perfil De La Actividad	37
5.6 Recursos Necesarios Para El Desarrollo	38
5.7 Aspectos Financieros, Legales Y Regulatorios	40
5.8 Creación De Empleo Y Tejido De Conocimiento	41

1. Plan Estratégico 2016

El presente documento quiere mostrar una visión general de las Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) del sector fotovoltaico propuestas por FOTOPLAT para el análisis ALINNE.

La idea de identificar y establecer Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITP) surge en el Grupo de Trabajo del Comité Delegado de Estrategia de ALINNE, como una propuesta para la continuación y avance del ejercicio de Análisis del Potencial de Desarrollo de las Tecnologías Energéticas en España, iniciado en el sector de la energía.

Se entiende por Iniciativa Tecnológica Prioritaria aquel desarrollo tecnológico de gran calado que le permita a la tecnología española en un horizonte temporal no excesivamente lejano desarrollar tejido industrial y cubrir una cuota de mercado tecnológico nacional y/o internacional que, por su retorno económico y en otros tangibles e intangibles de alto valor intrínseco (empleo, sostenibilidad en sentido amplio, etc...), le suponga a España unos beneficios tales que justifican una dedicación focalizada y sostenida hacia la misma en recursos económicos y capital humano, así como el desarrollo y aseguramiento de un marco favorable para su implantación.

Se considera, por tanto, que la identificación de las ITPs y el soporte a su desarrollo, es una labor clave para un desarrollo industrial armonizado y, con ello, para la construcción de una sociedad más avanzada y con más altos niveles de bienestar a la vez que se asegura un uso más eficiente y priorizado de los recursos disponibles.

ALINNE, como continuación del ejercicio de análisis citado, propone a las diferentes entidades y plataformas representantes de dicho sector contribuir a dicha identificación a través de la aplicación, para cada ITP potencialmente interesante, de una metodología unificada cuyas principales bases se describen a continuación.

En este sentido, se propone solicitar y acordar, con cada sector, la identificación de hasta un máximo de 3 ITP por sector, para su posterior presentación u ofrecimiento a la Administración, con el fin de obtener un plan de actuación en el que se incluyan, evidentemente, la cofinanciación que pueda ser necesaria, así como las medidas de acompañamiento (legislación, instrumentos, etc.) para su desarrollo.

2. Introducción general a las ITP del sector fotovoltaico propuestas por FOTOPLAT para el análisis ALINNE

El objetivo que el sector fotovoltaico (FV), a través de FOTOPLAT, trata de alcanzar en el denominado documento de ITP, propuesto desde ALINNE, es la identificación del núcleo más activo y dinámico en el desarrollo tecnológico de los intereses científicos, tecnológicos e industriales del máximo “componente país” en un creciente espacio económico global desde la UE y otras áreas de interés económico más específico. Es decir, los agentes españoles implicados en un desarrollo tecnológico de ámbito global operan en un espacio abierto de I+D y especialmente mundial en el ámbito industrial y comercial.

De esta forma, el esfuerzo de análisis trata de identificar aquellas acciones y actividades que optimicen los esfuerzos de los agentes que intervienen en la ciencia y en la economía denominada nacional (aquí habría toda una discusión para identificar el esfuerzo activador, movilizador y generación de beneficios que puede derivarse del esfuerzo inversor de una economía definida), pues en suma se trata de rentabilizar y generar retornos en términos amplios a los recursos económicos y humanos puestos en juego en la historia del desarrollo de la tecnología en la que España ha significado un referente.

2.1 Marco General

La situación del sector fotovoltaico en general es incierto, inmerso en una economía cíclica y que afecta a la cadena ciencia-tecnología-empresa, cadena básica de creación de valor en las económicas avanzadas. La velocidad con la que se desarrolló esta tecnología, que ha entrado de lleno a formar parte del mix eléctrico, es destacable por varios aspectos: tasas de implantación por encima del 10%; mejora en las curvas de aprendizaje

permitiendo nuevas cuotas de mercado; solución abierta para las demandas de economías en desarrollo; mercado extenso; precios muy competitivos en términos de LCOE en el que interviene la huella de carbono; solución de rápida implantación; etc.

La incertidumbre y pérdida importante del tejido industrial creado con mucho esfuerzo ha afectado a las economías de la UE y a España. Pero además ha arrastrado a la mencionada cadena de valor tecnológico y económico, de forma desigual pero definitivamente brutal, con pérdidas de capital económico y humano. En concreto en el área tecnológica (I+D+i) se ha producido una huida de los tecnólogos formados tras años de esfuerzo a otras regiones y áreas tecnológicas. Se trata con estas ITPs de identificar la importancia de los mercados para que acuda la inversión e interés general por esta tecnología que debe recoger los esfuerzos realizados y especialmente los éxitos alcanzados en el ámbito tecnológico y parcialmente en el industrial. Se trata, por tanto, de buscar no sólo de una recuperación, sino también de asumir una apuesta económica para lograr un mercado al que debe ayudarse a crecer con el fin de permitir retornos en crecimiento de empleo y de actividad económica con un arrastre científico-tecnológico decidido.

En el marco europeo, muy en línea con la propuesta de IEA-PVPS¹, PV GRID (IEE)², SPE (EPIA)³ y según las propuestas señaladas para el sector fotovoltaico en el documento: *Propuestas tecnológicas a futuro establecidas en SET Plan para las iniciativas tecnológicas europeas (EITs)*, documento de referencia que mantiene cierto nivel de actualidad, se señalan los siguientes aspectos recogidos gráficamente en la imagen siguiente:

¹ IEA-PVPS: Photovoltaic Power Systems Programme (PVPS) of the International Energy Agency (IEA)

² PV GRID (IEE): PVGRID Project (Reducing barriers hampering large-scale integration of PV electricity into the distribution grid) of the Intelligent Energy Europe (IEE) Programme

³ SPE(EPIA): Solar power Europe, the new EPIA (European Photovoltaic Industry Association)

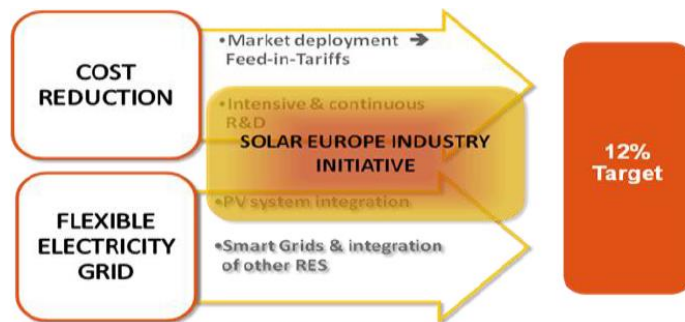


Figure 2. Scope of the Solar Europe Industry Initiative

- **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:** Instituir a la energía solar fotovoltaica como una tecnología limpia, competitiva y sostenible. Posibilitar la contribución por parte de la energía solar fotovoltaica del 12% en la demanda de electricidad en 2020. En la tabla adjunta se segmenta el mercado en tamaño:

Table3. Reference systems for PV power plants

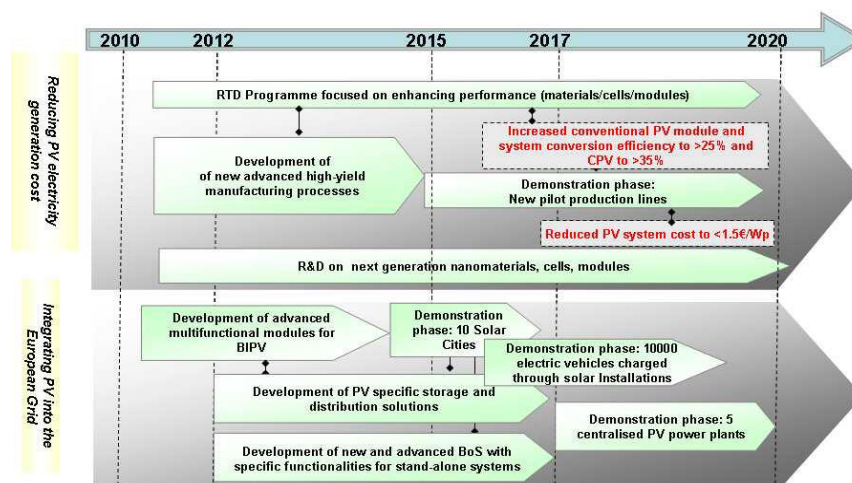
System category	size	Type of installation
Residential	3-10 kWp	Roof-top/ BIPV (roof/façade)
Commercial	100 kWp	Roof-top/ BIPV (roof/façade)
Industrial	1 MWp	Roof-top
Utility scale	1-50 MWp	Ground mounted

- **Objetivo tecnológico:**
 - Sistemas fotovoltaicos: Incrementar la eficiencia de conversión, estabilidad y durabilidad. Desarrollo y demostración de procesos de fabricación de alto-rendimiento, incluyendo control y monitorización en serie. Desarrollo de conceptos avanzados y nueva generación de sistemas fotovoltaicos;
 - Integración de la energía generada en sistemas FV: 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 el entorno “rural” (*green field environment*).

Las acciones que se proponía en el documento IEA-PVPS se dirigían a llevar a cabo:

- Programa de desarrollo de tecnologías para incrementar el rendimiento energético y reducir el coste de los sistemas fotovoltaicos;
- 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 sistemas PV integrados en la edificación (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.

A modo de resumen se recogen en el gráfico adjunto las acciones hasta 2020:



2.2 Concreción de las ITP a desarrollar por FOTOPLAT

En un primer análisis y discusión en el Grupo de trabajo de Estrategia de FOTOPLAT, se identificaron una serie de temas muy generales que debería recoger el documento a elaborar en el marco que proponía ALINNE. Así, se consideró de vital importancia:

- La armonización de la regularización en la UE, pues aunque a corto plazo se están rediseñando las Directivas en el ámbito de la energía por los cambios coyunturales y estructurales que este sector está sufriendo; el hecho de que no haya una regulación común conlleva una generación de asimetrías de mercados y fuertes tensiones de desconexión entre la innovación, la investigación y la industria. Y, en concreto, la seguridad jurídica ha quedado en entredicho, aumentando drásticamente primas de riesgo, pérdidas de valor, destrucción de tejido industrial y la huida de tecnólogos; abonado todo ello por una presión exterior sobre la actividad industrial y comercial que arrastra al desarrollo tecnológico, esencial para mantener los niveles de competitividad.
- La incentivación del desarrollo tecnológico nacional en la dirección de los objetivos del SET-Plan, siempre y cuando se optimicen los retornos tecnológicos a la vista de los análisis estratégicos como el que aquí se presenta, y especialmente en:
 - Autoconsumo: buscar la completa integración en las redes de distribución, distribuida e inteligente (smart grid), aplicación de las nuevas tecnologías, gestión de autoconsumos colectivos, almacenamiento eléctrico suficientemente flexible para alcanzar niveles crecientes de energía firme, gestionable, etc.
 - Grandes Plantas de generación: Gestión y control para participar en los mercados de regulación, aplicación de tecnologías de almacenamiento, en la misma dirección que en el autoconsumo (firme y gestionable), reducción de los costes de los proyectos llave en mano, etc.
 - BIPV: Aplicación de nuevos materiales en la construcción, conceptos innovadores y de creación de valor, reducción de costes, aumento de la eficiencia energética del edificio, etc.
 - O&M: Adaptación de las instalaciones actuales a los nuevos requerimientos, reducción y actualización de costes de gestión, monitorización y seguimiento, etc.

- Mejora en los procesos de producción de paneles y componentes y subsistemas.

Al objeto de concretar en tres áreas de trabajo los objetivos a perseguir con las ITP, se analizó en el Comité ejecutivo de FOTOPLAT las posibles clasificaciones y se concretó que la más conveniente podría ser la siguiente distribución, basada en 6 tópicos de la tecnología, abiertos en 19 categorías o materias de desarrollo tecnológico y dirigidos a una estrategia general de mercado o aglutinados en tres intereses concretos que requieren esa visión estrategia que demandan los ITP para que se produzca el deseado efecto de concentración y armonización de esfuerzos persiguiendo los objetivos tecnológicos propuestos, fundamentalmente: alcanzar una cuota de mercado y un tejido tecnológico-industrial sostenible.

MAPA DE ESTRATEGIAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS ESPAÑOLAS EN FV				
TECNOLOGIA	MATERIA	TRANSVERSALIDAD	ESTRATEGIA GENERAL	ESTRATEGIA ITP Y ESFUERZO
GRANDES PLANTAS	GESTIÓN DE CAMPO	TELECONTROL	SCADA	GRANDES PLANTAS 20%
	GESTIÓN DE PLANTA	MODELIZACIÓN PLANTAS ELÉCTRICAS	SIMULACIÓN Y PREDICTIVIDAD	
	HUECOS DE TENSIÓN, REACTIVA	CONTROL DE REDES	ELECTRÓNICA POTENCIA	
	HIBRIDACIÓN TECNOLOGÍAS	CONTROL DE REDES	ELECTRÓNICA POTENCIA	
ALMACENAMIENTO	REGULACIÓN RED	MOVILIDAD	CENTRALIZADOS	AUTOCONSUMO 40%
	SISTEMAS AISLADOS	ISLAS, ELECTRIFICACIÓN	DISTRIBUIDOS	
	SERVICIOS DE AJUSTE	GESTIÓN DE OFERTA-DEMANDA	LOCAL-EMPRESARIAL	
SISTEMAS AISLADOS	AUTOMANTENIMIENTO	O+M DISTRIBUIDO	TIC	
	AGRICOLA GANADERA AISLADA	ELECTRIFICACIÓN	BOMBEO SOLAR	
	AGRICOLA	REGULACIÓN CONTRACTUAL	INTERCONEXIÓN	
EDIFICIOS	INTEGRACIÓN BIPV	NORMATIVA Y HOMOLOGACIÓN	AUTOCONSUMO	
	PANELES ESPECIALES	EFICIENCIA ENERGÉTICA	EFICIENCIA ENERGÉTICA	
AUTOCONSUMO	PEQUEÑAS	DEMANDA-CONSUMO	KITS+TIC	
	MEDIANAS	GESTIÓN DE INSTALACIONES	MEDIDA Y GESTIÓN	
	DISTRIBUIDAS	MOVILIDAD ELÉCTRICA	MOVILIDAD LIMPIA	
SUBSTRATOS, PROCESOS, ELECTRONICA	INVERSORES, INTERCONEXIÓN	GESTIÓN DE CARGAS	EFICIENCIA	PROCESOS DE FABRICACIÓN 40%
	MATERIALES Y DISPOSITIVOS	NANOTECNOLOGIA	NUEVOS SUBSTRATOS	
	PROCESOS FABRICACION	METALURGIA Y	NUEVOS SUBSTRATOS	
	PROCESOS CONFIGURACION	ELECTRONICA CONSUMO	NUEVOS SUBSTRATOS	

De lo analizado se han desarrollado tres ITP denominadas:

1. **ITP-FV-1. TECNOLOGÍA DE GRANDES PLANTAS DE GENERACIÓN FOTOVOLTAICAS (CFV)**
2. **ITP-FV-2. TECNOLOGÍAS PARA EL AUTOCONSUMO (AFV)**
3. **ITP-FV-3. PROCESOS DE FABRICACIÓN DE COMPONENTES Y EQUIPOS FOTOVOLTAICOS (PFV)**

3. ITP-FV-1. Tecnología de Grandes Plantas de Generación Fotovoltaicas (CFV)

Las plantas de gran potencia, por encima de los MW⁴, centrales fotovoltaicas (CFV) y que están alcanzando cotas en el rango del centenar de MW han ido abriéndose un mercado creciente basadas en una competitividad en aumento, entre las que se disputan cuotas del mix energético. Esto ha sido consecuencia de las mejoras continuas del LCOE (*Levelized Cost of Electricity*)⁵ de esta tecnología (coste al que habría que sumar, los impactos medioambientales en GEI⁶ o residuos); especialmente, por una curva de aprendizaje muy acelerada incentivada por la producción en masa; y acompañadas por unas mejoras innovadoras en fiabilidad y eficiencia de componentes y sistemas.

Las redes de transporte y distribución son cada vez más complejas e interconectadas, por lo que se demanda de todos los participantes en la producción, e incluso en la demanda, una estabilidad dinámica en el funcionamiento de sistemas integrados complejos; obligación que se extiende a la producción fotovoltaica de grandes dimensiones estableciendo unos códigos de red cada vez más específicos y que gracias al fuerte desarrollo de la electrónica de potencia y digital se hacen más efectivos. Es decir, la producción FV debe contribuir a la producción activa y a dar fiabilidad, o potencia firme, al suministro: sincronismo, tensión y estabilidad. Esta demanda requiere que los sistemas fotovoltaicos estén preparados para ajustar todas las variables dinámicas eléctricas; esto es, responder a

⁴ Unidad de potencia: GW 10⁹ W; MW, 10⁶ W, kW 10³ W.

⁵ LCOE, es el coste nivelizado de la unidad de energía (p.ej. c€/kWh) en el momento actual, al trasladar a él costes y producciones; en los costes deben incluirse todos aquellos derivados de los impactos medioambientales además de los de capital, mano de obra y mantenimiento.

⁶ GEI: Gases de Efecto Invernadero, *greenhouse-gas emissions*, en el que los combustibles fósiles para energía continúan emitiendo más del 80%; y el 90% de ellas corresponden al (IEA, WEO 2015).

los nuevos códigos de red. La firmeza de la FV debe buscarse además a través de las mejoras electrónicas, en el rango de los segundos, a través del almacenamiento e hibridación para alcanzar dinámicas de horas y días. La colaboración de FOTOPLAT con FUTURED es imprescindible para potenciar estos desarrollos.

Los mercados que se abren a estas tecnologías son crecientes (50 GW instalados mundialmente en 2015) y en áreas de desarrollo regional muy activos (tasas de crecimiento >3%, con tasa de crecimiento eléctrico >5% como ciertas áreas económicas de Asia y Sudamérica) además de CAPEX⁷ y OPEX⁸ ajustados se demandan de las centrales tiempos de implantación acordes con las necesidades. El acceso a los mercados requiere una infraestructura de empresas de servicios, financieras e industriales que aporten facilidades para la ejecución de los proyectos.

Las empresas españolas disponen de un conocimiento adquirido en el periodo 2005-2008 en el que se implantaron más del 95% de la actual potencia instalada en su territorio, que ha posibilitado la confianza ganada en los mercados internacionales en los que participan en licitaciones diversas PPA⁹, EPC¹⁰, etc. Esta visión internacional es clave puesto que el mercado internacional está ofreciendo nuevas oportunidades de participación, aunque demanda un incremento de prestaciones de este tipo de centrales, tales como la regulación de potencia, transitorios de insolación y de red, compensación de reactiva, huecos de tensión y salida de frecuencia, entre otros. En la actualidad se abre un nuevo periodo para el sector doméstico en este tipo de plantas con la puesta en marcha de subastas de potencia/precio que deben abrir un nuevo escenario de

⁷ CAPEX: Capital cost Expenditures o inversiones en bienes de capital

⁸ OPEX: Operating Expense, o costes de funcionamiento.

⁹ PPA: Power Purchase Agreement o contrato de compraventa de electricidad a largo plazo.

¹⁰ EPC: Engineering, Procurement, Construction o contrato de servicios.

crecimiento en competencia buscando una eficacia además de la eficiencia que propugnan determinadas adjudicaciones marginalista y la búsqueda de neutralidad equilibrada en las tecnologías que acudan a ellas.

En este sentido, se hace obligado disponer de plantas de este tamaño integradas en la red ibérica para adquirir el necesario conocimiento de operación, de forma que los subsistemas, especialmente la nueva electrónica de potencia, los sistemas de predicción, la modelización, etc., pueda demostrarse frente a los nuevos requerimientos de códigos de red cada vez más estrictos. Y esto es especialmente interesante en redes débiles con una alta penetración de renovables, p.ej. en islas con redes débiles, que requiere ajustes de los sistemas aportando en general inercias para dar respuesta a los requerimientos de red.

3.1 Definición Temporal

Los horizontes temporales del presente análisis se refieren a 2020 y a 2030. El primer tramo alcanza a las proyecciones de la UE del SET-Plan y del objetivo 20-20-20 y por tanto requiere una adaptación de todas las políticas nacionales PANER de los EEMM de la UE hacia esos objetivos. El segundo responde a proyecciones de la UE y de la IEA que pueden recoger las proyecciones internacionales de la OCDE.

3.2 DAFO De La ITP

El desarrollo de las grandes plantas o centrales fotovoltaicas no ha hecho más que empezar, pero ya se ha constituido como núcleo de un mercado creciente. El DAFO que a continuación se elabora trata de sintetizar una visión desde las empresas y capacidades tecnológicas españolas, y destaca la fortaleza que ha adquirido cierta marca España en el mercado internacional en FV que es necesario potenciar.

<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pocas plantas en España de >20 MW ▪ Pocos instrumentos de financiación estructurada ▪ Necesidad de demostración local ▪ Mercado propio básico ▪ Márgenes estrechos en mejora de costes ▪ Firmeza en potencia 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se ha perdido parte de la cadena de valor ▪ De componentes a sistemas con producción en masa. ▪ Aprendizaje rápido ▪ Desarrollos adquiribles en un mercado abierto ▪ Marco legislativo cíclico
<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Más de 200 plantas medianas ▪ Una historia de esfuerzos en toda la cadena de valor ▪ Reputación de las empresas españolas ▪ CCTT de nivel internacional ▪ Subsistemas electrónicos reconocidos ▪ Experiencia en control de redes ▪ Sistemas de mantenimiento avanzados ▪ Niveles de competitividad altos ▪ Aseguramiento de niveles de disponibilidad/producción 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierta nivel de reconocimiento en áreas geopolíticas cercanas. ▪ Concursos muy abiertos sobre portfolio de experiencias ▪ Avances significativos en electrónica de potencia y TIC. ▪ Redes limitadas con alta penetración FV ▪ Desarrolladores de TIC a redes eléctricas

3.3 Mercado Total Accesible

El mercado mundial ha crecido el 25%, con 50 GW instalados en 2015, y totalizando 229 GW. La tasa acumulada (en términos de CAGR¹¹) 2004-2014 ha sido del 6,6% (velocidad de demanda de electricidad en los países en desarrollo). Los mercados en 2015 han sido: China 15,1 GW; Japón y

¹¹ GAGR: Compound Annual Growth Rate o Tasa de Crecimiento Anual Compuesto, que es un término específico de negocios e inversión para la ganancia anualizada lisa de una inversión sobre un periodo dado

EEUU; EU ha crecido en 8,1 GW superando la caída. El crecimiento de la FV está muy ligado al de las renovables con tasas acumuladas del 8% y la FV representa el 13,4 % de la potencia instalada mundial. En suma: un mercado en fuerte crecimiento, sostenible, y con capacidades de abrir nuevas áreas.

El mercado mundial en FV en 2020 se estima en 100 GW y para 2030 el mercado mundial anual será de 150 GW¹², de los cuales el 75% será de CFV. Esto se traduce en un volumen de mercado de 120 kM€ (miles de Millones) para 2020 y de 180 kM€ para 2030. De las cuales el 5%¹³ podrían captarse (PAA+EPC+O+M¹⁴) desde empresas españolas; que se traduciría en la participación parcial o total de unos volúmenes de mercado de 6 kM€ y 9 kM€, respectivamente, por año. Esto significaría participar en más de 40 licitaciones año; por lo que el número de empresas preparadas para llevar a cabo este tipo de adjudicaciones deberían situarse en unos 20 de ámbito internacional (licitaciones de 150 M€), doblando prácticamente las actuales. Estos indicadores señalan claramente la necesidad de crecer de este sector animado por los éxitos alcanzados hasta el momento.

Por último el mercado local, doméstico, demanda una participación importante de la FV al mix general, que debe alcanzar el 12% de la potencia instalada, es decir, unos 12 GW, que debe multiplicar por 3 la actualmente instalada.

¹² La estimación de diferentes referencias señalan 92 GW (PV magazine) o 96 GW (SIME) se ha estimado también de otros escenarios EPIA, una tasa de crecimiento anual del 15% que redondea en duplicar a 2020 la potencia instalada en 2015.

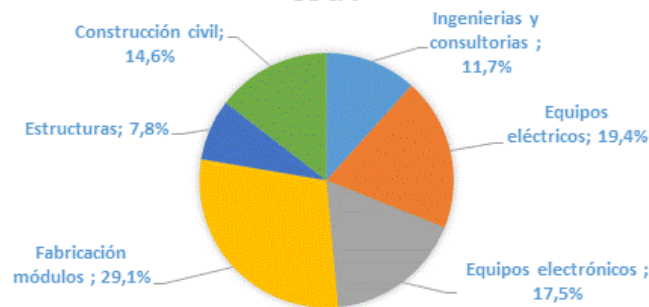
¹³ Estimación realizada por Fotoplat para Alinne 2014

¹⁴ O+M: Operación y Mantenimiento

3.4 Perfil De La Actividad

Las características de las prestaciones demandadas requieren un perfil básico de las empresas: ingenierías de ámbito internacional, consultoras internacionales, constructoras de infraestructuras, constructoras de instalaciones eléctricas, suministros electrónicos especializados (hardware y software), fabricante de módulos, fabricantes de estructuras de soporte, apoyadas en todos los casos por empresas locales no especializadas, empresas de suministro de componentes generales locales (cable, conectores, conducciones, etc.). Este reparto general puede verse en el gráfico adjunto, con un reparto entre módulos, equipos eléctricos y electrónicos.

PERFILES DE LAS EMPRESAS PARTICIPANTES EN LOS PROYECTOS DE CFV



3.4 Recursos Necesarios Para El Desarrollo

Las actividades que conlleva esta ITP requieren pocos recursos relativamente, puesto que la gran preparación básica ya ha sido realizada; pero si requiere una serie de desarrollos, con unos costes a financiar parcialmente desde la Administración, con una visión de apuesta por el empleo cualificado y de incremento de la actividad económica empresarial y tecnológica. Entre ellos se destacan:

- Desarrollos de programas de simulación y modelización adaptados a las CFV, para determinar modos de funcionamiento de las mismas en

condiciones de pérdidas de estabilidad del sistema, cortocircuitos, transición de nubes, etc.

- Desarrollar normas y códigos de interconexión especiales para este tipo de plantas y que puedan homologarse en escenarios reales de funcionamiento.
- Potenciar plantas de demostración de referencia por encima de los 50 MW e interconectadas en redes relativamente débiles.
- Plantas pilotos que permitan poner en prueba sistemas de control y regulación (hard y soft) para varios esquemas y tipo de tecnología en condiciones de reales, por encima de los 10 MW.
- La participación del máximo número de empresas en este tipo de desarrollos para que el conocimiento sea adquirido por el mayor número de ellas, con acceso abierto a los tecnólogos, que les permita concursar con fiabilidad en el ámbito internacional.

Los costes de estos desarrollos para los próximos 5 años pueden cifrarse en:

- Tres plantas pilotos y tres de demostración operables en niveles diferentes de potencias de cortocircuitos, totalizando unos 300 MW con financiación pública del 10 %, esto es 50 M€ públicos y 400 M€ privado.
- Desarrollos normativos con costes por debajo del 1 M€ en el que intervengan agentes públicos y privados;
- Desarrollos de códigos de red, simuladores, sistemas de seguimiento, etc. con costes en el rango de los 5 M€ (unos 10 proyectos), financiados al 50% entre lo público y lo privado.

Todos estos recursos demandados hasta el 2020 deberán posicionar las empresas españolas en condiciones idóneas para esas licitaciones internacionales y lanzarlas a próximos desarrollos y retos.

3.5 Aspectos Financieros, Legales Y Regulatorios

Además de los aspectos de carácter tecnológico apuntados, las facilidades de acudir a licitaciones internacionales requieren de un cierto tejido

especializado para presentar candidaturas ganadoras a las mismas en condiciones de competencia equivalentes; y este tejido debe organizarse adaptando lo existente a las peculiaridades de este tipo de concursos, desde lo privado con un apoyo específico de lo público, de forma que se den adecuadas coberturas a riesgos, garantías de cobro, facilidad de avales, aseguramientos, etc. que posibiliten el concurso en las mejores condiciones.

En cuanto a los aspectos de legislación y regulación de este tipo de actividades, al ser tecnologías de fuerte crecimiento, los desarrollos legales, de regulación de red, o los marcos de incentivos y regulatorios se inscriben en marcos de complejidad técnica y administrativa creciente, con unos pesos consolidados muy altos, con respuestas lentas y parciales, con lo que la velocidad de penetración es muy inferior a la deseable; y esto tiene un mayor valor dado que el sector busca su verdadero mercado en lo internacional. Pero para ello se requiere un apoyo, una facilidad especial en aquellos desarrollos demostrativos mencionados.

Finalmente, dado la importancia y el volumen de las licitaciones previstas en el medio plazo (se señala las subastas en España, o los PPA internacionales, p.ej.), y el papel dinamizador que estas pueden suponer, la Administración en sus diversas Políticas debe recoger y plasmar en acciones el necesario apoyo institucional en las participaciones de las empresas y CCTT españoles para aumentar la confianza de los mercados y facilitar el acceso especialmente a los mercados internacionales en condiciones de máxima confianza e imagen (marca).

3.6 Creación De Empleo Y Tejido De Conocimiento

El empleo generado alrededor de las actividades propuestas tiene un doble valor: cantidad por unidad de recurso y cualificación de los mismos.

En cuanto a la actividad para los volúmenes de mercado previstos, induciría un empleo directo de más de 10.000 personas para 2020 y de 15.000

personas para 2030, adicionales a las actuales, cifradas en más de 4.000 para esta actividad de CFV; constituyendo un activador de un empleo indirecto del 50% de aquel, en diversidad de industrias auxiliares y de suministros.

En cuanto a la cualificación de este tipo de empleo generado debe señalarse el alto valor añadido pues además de todos los aspectos eléctricos y de electrónicos mencionados y la entrada masiva de sistemas TIC para la O+M, la creación de una red de oportunidades para la licitación internacional requiere de nuevas habilidades de gestión, marketing, y de relaciones empresariales de alta dirección. Se señala que la extensión de las TIC a este tipo de aplicaciones es una oportunidad para las empresas españolas en desarrollo de software para la gestión de CFV con beneficios a todas las centrales eléctricas y consumidores diversos, pues las plataformas digitales a desarrollar tienen rápida aplicabilidad en ellas.

4. ITP-FV-2. Tecnologías para el Autoconsumo (AFV)

4.1 Definición De La Propuesta

El autoconsumo es una actividad económico-social movilizada desde la tecnología FV (producción eléctrica a partir de la radiación solar), pues aunque los cogeneradores fueron los primeros que contribuyeron a intercambiar energía con las redes de distribución, la dimensión que está alcanzando la aplicación de la tecnología fotovoltaica por su flexibilidad y modularidad está permitiendo que los consumidores domésticos, de servicios y pequeñas empresas, se conviertan en autoconsumidores; es decir, además de consumir aportan energía eléctrica a la red y participan en el mix compuesto de decenas de tecnologías y energías primarias. Este cambio de paradigma está revolucionando el modelo actual, y alrededor del mismo se está generando una actividad económica creciente que demanda tecnologías de alta inter-conectividad que esta ITP del sector fotovoltaico trata de identificar y cuantificar.

Frente a las plantas de gran potencia (ITP-FV-1) que mantienen el modelo de redes existentes, el Autoconsumo FV (AFV) propone una implantación masiva y un cambio del modelo direccional hacia una nueva red bidireccional, lo que se ha llamado generación distribuida. Este tipo de red requiere nuevos códigos de interconexión estrictos, con nuevas posibilidades de alcanzar beneficios adicionales como: la gestión inteligente de las redes, la mejora de la eficiencia del sistema, aumento de la seguridad y, en suma, la participación de nuevos agentes que mejoran la competitividad. También se anota que, por un lado, aumentan la complejidad pero, por otro, derivan beneficios a todos los agentes participantes.

Las tecnologías directas que se plantean desarrollar incentivadas desde esta ITP además de la denominada de autoconsumo, o instalaciones especialmente diseñadas para la producción exclusiva de energía eléctrica y que resume la dirección tecnológica a priorizar, se encuentran varias

especialidades y desarrollos transversales que no son objeto directo pero que deben señalarse:

- Las instalaciones integradas parcial o totalmente en las estructuras de los edificios y denominadas genéricamente *Building Integrated Photovoltaics (BIPV)* que son instalaciones de autoconsumo pero que deben cumplir adicionalmente alguna misión edificatoria (cubrimiento, doble piel para eficiencia energética, amortiguación de insolación, etc.) y que en determinados casos utilizan paneles especiales objeto de los desarrollos propuestos en la ITP-FV-3;
- Sistemas aislados de red, que en general requieren equipos y subsistemas especiales al no disponer del apoyo de red. En esta línea, además de las instalaciones puramente fotovoltaicas con almacenamiento que posibiliten un consumo continuo, se encuentra la especialidad de bombeo aislado. El caso de bombes interconectados, aunque puede derivarse en sistemas más complejos se considerarán instalaciones de AFV clásicas con gestión especial de cargas. En general, esta especialidad se va a beneficiar de los desarrollos que se lleven a cabo en AFV y CFV. En este campo, hay unos desarrollos específicos en instalaciones mixtas (fotovoltaica, eólica, diésel) para abastecer pequeñas redes de suministro que tienen unos recorridos muy interesantes.
- Por último, los sistemas de almacenamiento de energía para acompañar las curvas de producción y demanda, tecnología muy horizontal que demandan las instalaciones de AFV y CFV, no son objeto de la priorización que se trata de definir en esta ITP.

MAPA DE ESTRATEGIAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS ESPAÑOLAS EN AFV			
TECNOLOGIA	MATERIA	TRANSVERSALIDAD	ESTRATEGIA GENERAL
ALMACENAMIENTO	SISTEMAS AISLADOS	ISLAS, ELECTRIFICACIÓN	DISTRIBUIDOS
	SERVICIOS DE AJUSTE	GESTIÓN DE OFERTA-DEMANDA	LOCAL-EMPRESARIAL
SISTEMAS AISLADOS	AUTOMANTENIMIENTO	O+M DISTRIBUIDO	TIC
	AGRICOLA GANADERA AISLADA	ELECTRIFICACIÓN	BOMBEO SOLAR
	AGRICOLA	REGULACIÓN CONTRACTUAL	INTERCONEXIÓN
EDIFICIOS	INTEGRACIÓN BIPV	NORMATIVA Y HOMOLOGACIÓN	AUTOCONSUMO
	PANELES ESPECIALES	EFICIENCIA ENERGÉTICA	EFICIENCIA ENERGÉTICA
AUTOCONSUMO	PEQUEÑAS	DEMANDA-CONSUMO	KITS+TIC
	MEDIANAS	GESTIÓN DE INSTALACIONES	MEDIDA Y GESTIÓN
	DISTRIBUIDAS	MOVILIDAD ELÉCTRICA	MOVILIDAD LIMPIA

Los avances en este campo se han debido a la fuerte reducción de costes en los módulos FV, arrastradas por una demanda masiva en las grandes plantas, alcanzando valores del Levelized Costs of Energy¹⁵ (LCOE) en el rango de paridad de red, es decir, el coste del kWh fotovoltaico es similar al coste del kWh en la tarifa eléctrica en determinados mercados, en función de las condiciones regulatorias y de los recursos disponibles.

Sin embargo, el peso de los costes de los paneles respecto al coste total es menos importante a medida que la potencia es menor, por lo que la mejora futura debe obtenerse vía equipos electrónicos (inversores, gestión de red, protecciones, conectividad, etc.) y BoS¹⁶ que es el núcleo de los desarrollos tecnológicos específicos para esta ITP.

España ha tenido un desarrollo tecnológico muy importante en AFV a través de diversos fabricantes de equipos e instaladores especializados, y está situada en el adecuado escalón de conocimiento para dar el salto hacia ese nuevo mercado masivo de instalaciones creando una red comercial eficiente impulsada por unos fabricantes de bienes de equipo que lideren el mercado con productos novedosos y competitivos y cuya dimensión es clave y crítica en esa apuesta, como lo fue el de la fabricación de células.

La importancia del AFV, por su carácter distribuido, reside en el tipo de mercado al que van dirigidas: unidades a implantar (millones), segmentación de los mismos (desde pocos kW hasta cientos de ellos) y posibilidades de modularidad (1xN). Es decir, es un mercado muy extenso y fragmentado que requiere todo un tejido de fabricantes, instaladores y mantenedores, con

¹⁵ LCOE, es el coste nivelizado de la unidad de energía (p.ej. c€/kWh) en el momento actual, al trasladar a él costes y producciones; en los costes deben incluirse todos aquellos derivados de los impactos medioambientales además de los de capital, mano de obra y mantenimiento

¹⁶ BoS, balance of system, que permite comparar costes de paneles frente al resto de equipos que forman el BoS: cableado, protecciones, estructuras, inversores, etc.

diversidad de instrumentos financieros; ventajas que confieren valores locales y regionales al despliegue de la misma.

La legislación sobre este tipo de instalaciones en AFV, de carácter masivo en su extensión en todos los puntos de las redes de distribución, requiere una legislación que anticipe el cambio de paradigma o al menos la acompañe, pues debe abrir el mercado y no restringirlo con barreras diferentes (armónicos, estabilidad, seguridad, burocracia, peajes, etc.) que antes o después van a ser superadas; pero que su retardo solamente va a producir pérdida de competitividad del tejido empresarial nacional señalado y bien dimensionado, tejido que necesita niveles adecuados en el mercado interior para establecer el necesario tejido en el ámbito internacional. Todo este proceso ya está en marcha pero de acelerarlo o frenarlo dependen empleos, competitividad de nuestras industrias y posicionamiento tecnológico.

Las redes de distribución donde se interconecten las instalaciones de AFV son cada vez más complejas, pero gracias a las TIC se están mejorando la conectividad entre ellas y manejo eficiente de las mismas; alcanzando niveles crecientes en estabilidad (mantenimiento de tensión con regulación de reactiva), robustez frente a oscilaciones (huecos de tensión), reducción de armónicos, etc. Además, los grandes desarrollos que aquí participan de forma inducida como es el almacenamiento operativo (diario, al menos) de energía eléctrica, están proporcionando nuevos escenarios de participación del AFV en las redes.

Los mercados que se abren ante estas tecnologías tienen tasas de crecimiento muy altas, aunque debe señalarse una diferencia fundamental respecto al de grandes plantas: su atomización y carácter local; pero se estima que el mercado mundial puede situarse por encima del 15% del valor del mercado total fotovoltaico (50 GW instalados en el mundo en 2015); esto es, 7,5 GW, que a una media de 20 kW por instalación debería alcanzar un mercado de 350.000 instalaciones año.

Dada la estructura actual del tejido español no puede pretenderse superar ni el 1% de dicho mercado; pero la estrategia, al igual que en las grandes

plantas (ITP-FV-1), debería poderse acceder a un mercado en el que se eliminasen las barreras regulatorias y se pudiese hablar de aproximadamente 350 MW instalados al año.

El tejido empresarial español ha alcanzado un alto nivel de conocimiento, adquirido en más de 30 años de desarrollo desde un primer esfuerzo en los sistemas aislados de red (20.000 instalaciones), posteriormente muchas de ellas interconectados y las instalaciones de AFV que totalizan más de dos millares de ellas. Es decir, un buen portfolio de ejemplos para un mercado internacional que demanda experiencia a los licitadores.

4.2 Definición Temporal

Los horizontes temporales del presente análisis se refieren a 2020 y 2030. El primer tramo recoge las proyecciones realizadas por la Unión Europea (UE) en el SET-Plan y de acuerdo al objetivo 20-20-20, y por tanto, ha requerido que se realice una adaptación de todas las políticas nacionales a través de los [Plan de Acción Nacional de Energías Renovables](#) (PANER) en todos los Estados Miembros (EEMM). El segundo responde a las proyecciones realizadas por la UE y la International Energy Agency (IEA), que recogen asimismo las proyecciones internacionales de la Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

En este sentido el primer reto se plantea que en 2020 se consiga el 12 % de energía aportada por estos sistemas, con lo que el recorrido en España es incierto; y más asequible, por su lejanía relativa, el objetivo de que en 2030 se alcance el 20%.

4.3 DAFO de la ITP

Este análisis sintético identifica los puntos fuertes y débiles de esta iniciativa con visión internacional desde la consideración de potenciar el tejido científico-tecnológico-empresarial español.

<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Legislación nacional restrictiva ▪ Escasas instalaciones para portfolio internacional ▪ Débiles instrumentos de financiación ▪ Reducido mercado doméstico Competitividad muy crítica ▪ Reducido tejido industrial para un desarrollo masivo. ▪ Diversidad de soluciones para el AFV 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se ha perdido parte de la cadena de valor ▪ Entrada de actores internacionales ▪ Tamaño en la producción en serie ▪ Industria de electrónica de potencia especializada exterior ▪ Adaptación a costes en descenso rápido ▪ Inversores internacionales oportunistas ▪ Marco legislativo cíclico
<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Más de 2.000 instalaciones de AFV ▪ Historia de éxito en toda la cadena de valor ▪ Reputación de las empresas españolas ▪ CCTT de nivel internacional ▪ Entrada de las grandes eléctricas en el mercado. ▪ Subsistemas electrónicos reconocidos ▪ Experiencia en control de grandes redes ▪ Sistemas de mantenimiento avanzados ▪ Niveles de competitividad altos ▪ Aseguramiento de niveles de disponibilidad/producción 	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierta nivel de reconocimiento en áreas geopolíticas cercanas. ▪ Concursos muy abiertos sobre portfolio de experiencias. ▪ Avances significativos en electrónica de potencia y TIC. ▪ Redes limitadas con alta penetración FV ▪ Sistemas aislados, islas, regiones, etc.

4.4 Mercado Total Accesible

El mercado mundial de FV ha crecido el 25%, con 50 GW instalados en 2015, y totalizando 229 GW. La tasa acumulada 2004-2014 ha sido del 6,6% (velocidad de demanda de electricidad en los países en desarrollo). Los mercados en 2015 han sido: China 15,1 GW; Japón y EEUU; EU ha crecido en 8,1 GW superando la caída. El crecimiento de la FV está muy ligado al de las renovables con tasas acumuladas del 8% y la FV representa el 13,4 % de la potencia instalada mundial en renovables. De este conjunto de aplicaciones con la tecnología FV, el autoconsumo puede situarse en el 20%, esto es 10 GW/año; con valores contrapuestos en países desarrollados y en desarrollo. En suma: un mercado con fuerte crecimiento, sostenible, y con capacidades de crecer en diferentes regiones.

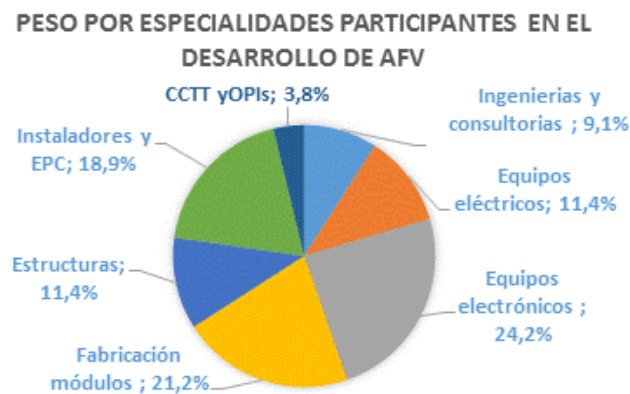
El mercado mundial en FV en 2020 se estima en 100 GW, y para 2030 el mercado anual será de 150 GW; de los cuales el 75% será de grandes plantas, dejando para el AFV el 25 % restante. Esto se traduce en un mercado para el AFV de 62,5 kM€ para 2020 y de 84,4 kM€ para 2030. De ellos el 5% podrían captarse (PAA+EPC+O+M) por empresas españolas; que se traduciría en la participación parcial o total de unos volúmenes de mercado de 3,1 kM€ y 4,2 kM€, respectivamente.

En el mercado nacional, del 15% del total, si las empresas españolas participasen de dicho mercado con una cuota por encima del 80%, se aspiraría a la instalación de unos 350 MW al año.

Además, el número de empresas de tamaño medio para asumir este volumen de negocio debiera de situarse por encima de las 70 empresas de tamaño medio con facturaciones del entorno de los 50 M€; es decir, deben triplicarse las empresas actuales y aumentar el tamaño de las mismas.

4.5 Perfil De La Actividad

Las características de las prestaciones demandadas requieren un perfil básico de las empresas: ingenierías, consultoras internacionales, instaladores eléctricos, suministros electrónicos especializados (hardware y software), fabricante de módulos, fabricantes de estructuras de soporte, apoyadas en todos los casos por empresas locales no especializadas, empresas de suministro de componentes generales locales (cable, conectores, conducciones, etc.); con una distribución de especialidades como la señalada en el gráfico adjunto.



4.6 Recursos Necesarios Para El Desarrollo

Las actividades que conlleva esta ITP requieren una implicación de empresas tecnológicas, CCTT privados y públicos, y OPIs de forma que todas las capacidades de innovación se pongan al servicio de los objetivos específicos y que contemplan:

- Desarrollos de programas de simulación y modelización para el diseño de nuevos y avanzados subsistemas electrónicos y gestión de cargas y modos de funcionamiento de las mismas en condiciones de inestabilidad de red, etc.
- Desarrollar normas y códigos de interconexión para este tipo de aplicaciones interconectadas a red, con un despliegue masivo de plataformas digitales y TICs que aumenten la conectividad de los

sistemas hacia esas redes inteligentes que deben ser gobernadas por cada vez más componentes de inteligencia artificial;

- Homologación de equipos de acuerdo a las especificaciones emanadas de los códigos de red y que garanticen a los usuarios y a la red unas prestaciones mínimas;
- Potenciar redes de demostración de referencia con AFV que superen el 50% de la potencia nominal de red, con una monitorización abierta que permita avanzar en el diseño de redes inteligentes con una alta penetración FV;
- Plantas pilotos en las empresas tecnológicas que permitan poner a prueba los sistemas de control y regulación especialmente a la inteligencia del subsistema y la colaboración entre ellas;
- Promoción de empresas de electrónica de potencia hacia este tipo de aplicaciones que permitan un cierto abanico de soluciones;
- Preparación de empresas instaladoras y de servicios ante el gran mercado que ofrece este tipo de aplicaciones de AFV.
- Seguimiento con participación débil en los desarrollos de sistemas de almacenamiento y su funcionamiento desde sistemas de AFV.

Los costes de estos desarrollos, fundamentalmente puestos en juego por las empresas tecnológicas y que van a requerir escasos recursos públicos, para los próximos 5 años pueden cifrarse en:

- Desarrollar plantas pilotos y de demostración operables en niveles diferentes de potencias de cortocircuitos y de tensión en los que poder operar y simular las diferentes condiciones de integración del AFV en la red de distribución.
- Desarrollo normativo fruto de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en las plantas de demostración para homogeneizar las condiciones de acceso a la red de distribución y su correcta integración en el sistema con costes por debajo del 0,5 M€ en el que intervengan agentes públicos y privados, financiados al 50%;
- Desarrollos de software para simuladores de red interconectada con más de 100 AFV, programas de seguimiento de instalaciones, programas de autocorrección y recuperación (O+M), etc. con costes en el rango de los 2 M€ (unos 10 proyectos), financiados al 50% entre los público y los privado.

Todos estos recursos aportados a empresas españolas o consorcios mixtos pero con clara participación de tecnólogos españoles hasta el 2020 deberán posicionar las empresas españolas en condiciones idóneas para acudir solas o en consorcios a la demanda del mercado local y a las licitaciones internacionales; paso obligado ante los próximos retos para estos sistemas de carácter distribuidos masivos con niveles de penetración en las redes débiles y fuertes, superando cada vez nuevos porcentaje de autoproducción.

4.7 Aspectos Financieros, Legales Y Regulatorios

Al igual que la ITP-FV-1 las condiciones históricas han pesado mucho en el desarrollo de esta tecnología. Así, en España y prácticamente en la UE, desde los primeros desarrollos básicos hace 30 años, a las primeras aplicaciones comerciales hace 20 y la explosión del mercado hace tan solo una decena de años; los sistemas de promoción e incentivación públicos han ido ajustándose a las demandas que requería la velocidad de acceso a los mercados. Estos incentivos han sido directos (subvenciones al I+D, financiaciones a la implantación, compensaciones del sistema eléctrico, etc.) e indirectos con legislaciones positivas o restrictivas, según los casos; y el aprendizaje ha sido difícil y costoso puesto que muchas inversiones empresariales y costes de I+D han sido abortados con el efecto destructivo de capital económico y humano.

Una legislación racional que potencie la AFV es esencial para desarrollar un mercado creciente. En este sentido legislaciones contradictorias, frenan inversiones, introducen tensiones y destruyen tejido no deseables, pero que se inducen de forma sobre el sector, por lo que el ritmo podrá ser variable pero sin sobresaltos. En ese sentido medidas claras de normalización deben procurar niveles crecientes de fiabilidad a las redes de AFV.

A pesar de ello existe un mercado potencial, como se ha indicado, variable según el área económica regional a la que se aplique y que plantea la posibilidad de que parte del esfuerzo histórico sea recuperado y ampliado a

una actividad económica que como se ha indicado en el DAFO tienen muchas fortalezas para desarrollarse con éxito desde el tejido industrial y tecnológico español.

Por ello, una legislación racional e inteligente del mercado español posibilitaría el acceso a los verdaderos mercados de futuro, que son los internacionales, a los que pudiera accederse de manera competitiva. Esto requiere una legislación positiva (no retroactiva, balance neto, activa en términos medioambientales, etc.) en el ámbito eléctrico y una apuesta tecnológica combinada con aquella que potencie el tejido, ya señalado, todavía remanente.

Además para esta salida internacional se requieren instrumentos adecuados al reto de participar en licitaciones masivas buscando garantías de cobro, avales, recursos de capital, acceso a mercados de capital internacionales, etc.; es decir, un tejido claramente institucional pues las relaciones internacionales son políticas de mayor rango de las concretas señaladas para activar estas tecnologías. En este sentido, el reto es tan importante que deberá abordarse desde consorcios nacionales y de la UE para hacer frente a la dimensión que se dibuja.

4.8 Creación De Empleo Y Tejido De Conocimiento

Las actividades que conlleva esta ITP son generadoras de un volumen importante de empleos y creación de empresas como se ha indicado. La creación de empresas dadas las características que se demandan se situarán en unas 70, implantadas en diversas CCAA de forma equilibrada y con adecuada concentración o en consorcio para aquellas más internacionales.

Estas empresas tendrían plantillas bien formadas y cualificadas para ofertar estos servicios dentro de la reglamentación y la seguridad jurídica adecuada.

Adicionalmente se crearan empresas tecnológicas especializadas que dispondrán de equipos de alta cualificación para hacer frente a los desarrollos innovadores. El número de empresa puramente tecnológica podría alcanzar la decena con más de 200 personas involucradas en desarrollos y fabricaciones especializadas; es decir, en total unas 2.000 personas adicionales, totalizando para el 2020 unos 9.000 empleos adicionales; y para 2030 unos 12.000 empleos.

Finalmente, se crearían empleos directos e indirectos en el sector, principalmente entre las empresas instaladoras y de operación y mantenimiento con una gran distribución regional.

En cuanto a la calidad de los trabajos, aunque especializados solamente representarían el 10%, que permitiría inducir un aumento en el nivel de cualificación del empleo del sector de la construcción tanto en los nuevos componentes como en los sistemas de integración, entre otros.

5. ITP-FV-3. Procesos de Fabricación de Componentes y Sistemas Fotovoltaicos (PFV)

5.1 Definición De La Propuesta

En esta ITP se engloba el desarrollo tecnológico necesario para disponer de componentes y equipos de alta fiabilidad y eficiencia, específicos de la tecnología, básicamente del generador fotovoltaico: dispositivos y electrónica de potencia. El generador fotovoltaico, al igual que otros convertidores, transforma la energía electromagnética solar en energía eléctrica y la adaptan para su interconexión a las redes eléctricas. Para ello, disponen de células que generan una corriente en un campo eléctrico conformado a nivel atómico, cuando interactúan con los fotones. Esta corriente eléctrica se modela para su interconexión a una determinada red de tensión, frecuencia y fase, por medio de dispositivos de electrónica de potencia.

Todos los componentes internos del generador fotovoltaico son dispositivos electrónicos estáticos, de ahí la gran revolución que significa para la ciencia el dominio del estado sólido en el estado actual y su materialización en esta tecnología energética. El conocimiento básico se completa con una serie de técnicas de fabricación industriales que es necesario dominar para poder intervenir en los mercados de los productos, uno de los núcleos de la actividad económica.

MAPA DE ESTRATEGIAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS ESPAÑOLAS EN PFV			
TECNOLOGIA	MATERIA	TRANSVERSALIDAD	ESTRATEGIA GENERAL
SUBSTRATOS, PROCESOS, ELECTRONICA	<i>INVERSORES, INTERCONEXIÓN</i>	<i>CONTROL DE POTENCIA, HUECOS DE TENSIÓN</i>	<i>ELECTRONICA DE MANDO Y CONTROL</i>
	<i>MATERIALES Y DISPOSITIVOS</i>	<i>NANOTECNOLOGIA Y ESTRUCTURAS</i>	<i>INCREMENTO EFICIENCIA SUBSTRATOS</i>
	<i>PROCESOS FABRICACIÓN</i>	<i>METALURGIA, DOPADO</i>	<i>ESTABILIDAD Y DURABILIDAD</i>
	<i>PROCESOS CONFORMACIÓN</i>	<i>DISPOSITIVOS EPITAXIALES, ETC.</i>	<i>NUEVOS SUBSTRATOS Y DISPOSITIVOS</i>

Los avances en este campo además de reducción de costes o de impactos medioambientales, o de utilización de materia prima estratégica, etc., buscan mejoras en la eficiencia, estabilidad y durabilidad. En cuanto a la gestión de la señal eléctrica los dispositivos tratan de ofertar cada vez más prestaciones

demandas por la redes: control de tensión por reactiva, superación de huecos de tensión, regulación de frecuencia-potencia e incluso aportar umbrales de inercias, y es en este campo donde existe un gran espacio para la innovación, pues se demanda sistemas inteligentes que se integran muy bien en los denominados redes de generación distribuida (ITP-FV-1 y ITP-FV-2).

Estos dos grandes campos, células y electrónica de potencia, son esenciales para el seguimiento cercano de la tecnología, aunque el acercamiento científico y tecnológico sea para posicionarse en el día a día de los avances (innovación de seguimiento). De igual modo siempre hay espacio para innovación en los procesos de fabricación, en los que los CCTT y las empresas encuentren áreas de actividad rentables; pues, aunque estos se realicen en grandes plantas de fabricación que requieran grandes inversiones, en muchos casos fuera de la dimensión de los inversores locales; constatación que en muchos casos ha significado la destrucción de mucho tejido industrial creado al amparo de un mercado de menor dimensión y menos global que el previsto.

El esfuerzo científico-tecnológico español ha sido importante y existe una acumulada experiencia muy valorada internacionalmente en ese ámbito, que debe recuperarse, potenciarse y adaptarse a las nuevas necesidades de una innovación más extensa y abierta en la que los CCTT y OPIs españoles deben jugar un papel importante de enlace entre la ciencia y la industria. De aquí emanan las propuestas de acciones concretas para esta ITP que tratan de recuperar y ampliar las fuertes imbricaciones de la industria y la ciencia en décadas pasadas y de las que debe surgir la recuperación de la industria fotovoltaica nacional que aporte valor a toda la cadena y genere esa nueva industria de fabricación de bienes de equipo y servicios.

El tejido empresarial español ha alcanzado un alto escalón de conocimiento, adquirido en más de 30 años de desarrollo desde los sistemas aislados de red (20.000 instalaciones), posteriormente muchas de ellas interconectados y las instalaciones de AFV que totalizan más de dos millares de ellas. Es decir, un buen *portfolio* de ejemplos para un mercado internacional que demanda experiencia a los licitadores.

Sin embargo, debe anotarse que España no ha estado a la altura necesaria en la investigación que requería este segmento de la tecnología para poder liderar los grandes desarrollos alcanzados.

5.2 Definición Temporal

Los horizontes temporales del presente análisis se refieren a 2020 y 2030. El primer tramo alcanza a las proyecciones de la UE del SET-Plan y del objetivo 20-20-20 y por tanto requiere una adaptación de todas las políticas nacionales PANER de los EEMM de la UE hacia esos objetivos. El segundo responde a proyecciones de la UE y de la IEA (Agencia Internacional de la Energía- *International Energy Agency*) que pueden recoger las proyecciones internacionales de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos).

5.3 DAFO DE LA ITP

DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pérdida de inversiones privadas y públicas en innovación ▪ Política de innovación inadecuada ▪ Descenso de la participación en programas UE ▪ Inadecuados instrumentos de financiación ▪ Pérdida de tejido industrial 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Decisiva acción política por la innovación: Japón, USA y China. ▪ Entrada de actores internacionales ▪ Tamaño en la producción en serie ▪ Industria de electrónica de potencia especializada exterior ▪ Adaptación a costes en descenso rápido ▪ Inversores internacionales oportunistas ▪ Marco legislativo cíclico

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Más de 40 años de historia de innovación. ▪ Gran reputación a nivel internacional de los CCTT y empresas españolas para innovar. ▪ Grandes empresas en electrónica de potencia reconocidas por el mercado. ▪ Experiencia en control de grandes redes. ▪ Sistemas de O+M avanzados. ▪ Segmentos de fabricación reconocidos. ▪ Gran acumulación de infraestructura de innovación existente (mapa de capacidades). ▪ Existencia de una I+D potente dirigida hacia nuevos tipos de células (orgánicas, concentración, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cierta nivel de reconocimiento en áreas geopolíticas cercanas. ▪ Participar en consorcios internacionales UE fuertes. ▪ Capacidades en infraestructuras de innovación altas. ▪ Avances significativos en electrónica de potencia y TIC en otras áreas. ▪ Desarrollo de una política integral sectorial. ▪ La especialización de determinados sistemas de alto valor añadido representa un nicho muy interesante. ▪ Tecnologías WBG para electrónica de potencia ofrecen una oportunidad para el tejido español.

5.4 Mercado Total Accesible

El mercado mundial de FV se ha acelerado pues ha crecido el 25% hasta alcanzar los 50 GW instalados en 2015, y acumula una potencia de 229 GW. La tasa acumulada (en términos de CAGR) 2004-2014 ha sido del 6,6% (velocidad de crecimiento de la demanda de electricidad en los países en desarrollo). Los mercados en 2015 han sido: China 15,1 GW; Japón y EEUU; EU ha crecido en 8,1 GW superando la caída. Por ello, las inversiones en fabricación de componentes, células y electrónica de potencia, han sido extraordinarias superando, hasta ahora la demanda anual, por lo que los precios unitarios han seguido disparándose a la baja y parece mantenerse a ritmos del 15% en los próximos años.

El mercado mundial en FV en 2020 se estima en 100 GW anuales, y para 2030 el mercado anual será de 150 GW anuales. Del volumen del mercado el 50% puede asignarse a los paneles y electrónica, esto es, un volúmenes de ventas de 75 kM€ y 96 kM€, respectivamente. De ese mercado se estima

que el 3%¹⁷ podría ser captado por empresas españolas, lo que significa unos volúmenes de negocio de 1,1 kM€ y de 1,4 kM€, respectivamente.

En cuanto a los fabricantes de equipos e ingenierías para el proceso de fabricación de componentes o equipos, en los que España ha tenido una cuota de mercado interesante. Y se espera que la implantación de nuevos procesos de oportunidades a la industria española de procesistas debe perseguir una cuota de mercado del 2%, que alcanzó en su momento; esto es de 150 M€ y 190 M€, a 2020 y 2030 respectivamente.; y, esto, siempre y cuando pudiese recuperar mucha de la actividad perdida.

En cuanto a la capacidad de ofertar transferencia; por medio de patentes o nuevos procesos, desde los CCTT españolas en tecnología de células, más eficientes o nuevas o bien productos o dispositivos de alto valor añadido; al mercado de fabricantes, podría representar el verdadero repunte de la investigación básica y tecnológica del país. Para intentar recuperar esas cuotas de innovadoras que alcanzó el sector en otros momentos se necesita retomar los esfuerzos públicos y privados de periodos anteriores.

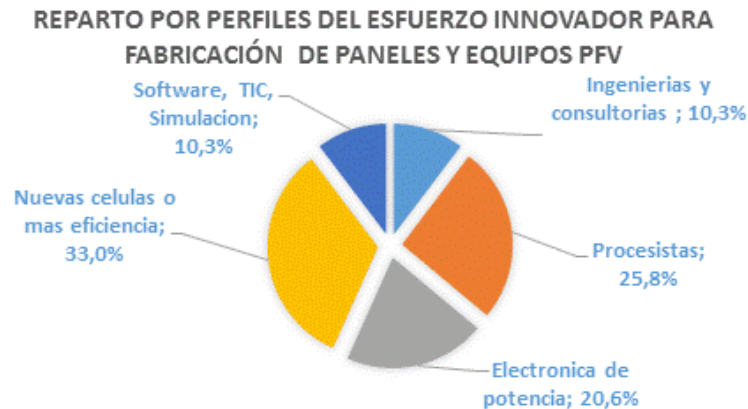
Se estima que el volumen de tecnología movilizada en estos campos de nuevas patentes podría situarse hasta el 1% del volumen de ventas, esto es, 750 M€ y 960 M€, en los horizontes del estudio. Esto representaría una inyección extraordinaria al proceso innovador, en la que España podría alcanzar cuotas cercanas al 2% o 15 M€ y 19,2 M€ que alcanzó en otros momentos.

5.5 Perfil De La Actividad

Las características de las prestaciones demandadas por el proceso innovador requieren un perfil básico de las empresas tecnológicas y CCTT y

¹⁷ Estudio realizado por Fotoplat para el primer informe de Alinne de 2014

OPIs, para lograr desarrollar nuevos dispositivos solares o aumentar la eficiencia de los existentes y en la que intervienen otros actores como ingenierías o nuevos equipos electrónicos especializados (hardware y software), fabricantes, procesistas; con una distribución por especialidades como la señalada en el gráfico adjunto.



5.6 Recursos Necesarios Para El Desarrollo

Las actividades que conlleva esta ITP son esenciales para impulsar y mantener niveles de competitividad tecnológica en un sector en que las inversiones en innovación de países punteros (Japón, EEUU, Alemania) han ido acumulando volúmenes muy importantes en los que España dio respuesta muy satisfactoria en décadas anteriores¹⁸, pero que se ha reducido a umbrales que peligran el mantenimiento de la propia actividad investigadora. Recuperar anteriores niveles requiere interpretar adecuadamente una clara visión estratégica, pues ante un mercado que crece a las tasas mencionadas y cuya curva de aprendizaje acelera continuamente el proceso tecnológico: no caben medias tintas.

¹⁸ De acuerdo al plan estratégico 2014 de Fotoplat España dispuso en el periodo 2009-2013 de una red de 15 centros de I+D de referencia, y un personal de investigación básica y tecnológica de cerca de 750 personas; y unos recursos financieros ayudas y financiación privada de 18 M€. En 2016 el número del personal investigador no supera los 200 y los recursos financieros se sitúan por debajo de los 2 M€/año.

Las actividades a realizar deberían abarcar los siguientes aspectos:

- Acelerar las investigaciones en el campo de nuevos substratos y dispositivos electrónicos para alcanzar niveles de competitividad de antes de la crisis; especialmente en células orgánicas y dispositivos de capa fina y células híbridas.
- Desarrollo de programas de modelización y simulación para los nuevos dispositivos de alta eficiencia y la durabilidad y mantenimiento de la degradación;
- Avance en la electrónica de potencia en inversores, especialmente en el cumplimiento de código de red y aportación de estabilidad dinámica en redes con alta penetración de FV con integración de TIC;
- Aumento de la capacidad de respuesta frente a perturbaciones de red y la inyección de reactiva para mantener la tensión de las mismas en redes potentes y en redes distribuidas muy extensas.
- Aumento de la velocidad y mejora del *yield* en el procesado de células y dispositivos, y en la conformación de paneles;
- Reciclado de paneles y electrónica de instalaciones cerradas o con repowering;
- Métodos de limpieza y protección de paneles frente a pérdidas de eficiencia, solución de puntos caliente;
- Seguimiento de funcionamiento, degradación de paneles en diversos emplazamiento;
- Desarrollo de productos fotovoltaicos de alto valor añadido, diseñados para aplicaciones específicas de interés estratégico (elementos arquitectónicos, prendas de vestir, sistemas para defensa o tiempo libre, señalización, electrónica *ad hoc*, etc.

Los costes de estos desarrollos tecnológicos para los próximos 5 años pueden alcanzar las siguientes cifras estimadas:

- Desarrollo de nuevos dispositivos 15 M€, acelerando las investigaciones que en los CCTT se llevan a cabo actualmente;
- Simulación y modelización de dispositivos 1 M€;
- Esfuerzo en electrónica de potencia y TIC 5 M€;
- Reciclado de paneles y electrónica 2 M€;

- Mejora del yield 2 M€;
- Desarrollo de otros equipos y componentes de alto valor añadido 2M€

Por ello los recursos anuales, 70% públicos y el 30% privados necesarios para los próximos 5 años, recursos financieros a los que hay que animar con la recuperación del número de investigadores dedicados a estas líneas, deben propiciar que en 2020 se haya recuperado la capacidad innovativa del tejido español en el sector y pueda pasarse a una financiación pública menos intensa al haberse alcanzado el motor del mercado.

Todos estos recursos demandados para el desarrollo tecnológico, hasta el 2020, podrán posicionar a las empresas españolas en condiciones idóneas para acceder con niveles de competitividad adecuados a los mercados domésticos y en las licitaciones internacionales; además de posicionarlas para próximos desarrollos y retos.

5.7 Aspectos Financieros, Legales Y Regulatorios

Además de los aspectos de carácter tecnológico apuntados y específicos para esta tecnología, el propiciar facilidades de acudir a líneas de apoyo nacionales e internacionales requieren un cierto tejido especializado de gestores y movilizados para presentar candidaturas ganadoras a las mismas en condiciones de convocatorias competitivas que debe sumarse a la financiación estable de infraestructuras para su mantenimiento y explotación

Este tipo de convocatorias de incentivos, generalmente complejas de eficiencia baja implica una pérdida de esfuerzo importante, baldío, y en muchos caso demandados a investigadores principales o auxiliares que hacen ineficientes los sistemas de adjudicación de las ayudas.

Y, por último, se encuentra la asunción de riesgos de las empresas, con costes adicionales para coberturas a riesgos, garantías de cobro, facilidad de avales, aseguramientos, etc., que hacen dispersarse y perder los escasos recursos disponibles.

En cuanto a los aspectos de legislación y regulación de este tipo de actividades, al ser tecnologías de fuerte crecimiento los desarrollos legales, de regulación de red, o los marcos de incentivos y regulatorios se inscriben en marcos de complejidad técnica y administrativa creciente, con unos pesos consolidados muy altos, con respuestas lentas y parciales, con lo que la velocidad de penetración es muy inferior a la deseable; y esto tiene un mayor valor dado que el sector busca su verdadero mercado sostenible en lo internacional.

En este aspecto las ayudas fiscales deberían ser muy claras marcando indefectiblemente la prioridad y eficacia que a los fondos públicos se les demanda.

5.8 Creación De Empleo Y Tejido De Conocimiento

El empleo generado alrededor de las actividades propuestas tiene un doble valor: cantidad por unidad de recurso y cualificación de los mismos. El tipo de empleo que promueve esta ITP es de muy alta cualificación pues son investigadores y tecnólogos de los CCTT y OPIs y empresas involucradas en desarrollos innovativos, de alto valor añadido y en algunos casos en la frontera del conocimiento, aunque en general son desarrollos tecnológicos incrementales.

El paso desde las OPIs y especialmente desde los departamentos de las Universidades, fundamentalmente hacia las empresas, la mejora y potenciación de la permeabilidad es necesaria para alimentar el tejido tecnológico con nuevos investigadores y tecnólogos, actualmente frenado

por las expectativas del mercado nacional, y que está presionando hacia la salida de conocimiento hacia empresas y centros internacionales.

La movilización de estas actividades deberá permitir superar en 2020 el millar de investigadores y tecnólogos, y a 2030 triplicar estas cifras y situarse en el 3% de los empleos del sector, esto es alrededor de 3.000 personas involucradas en los desarrollos tecnológicos; esto daría un impulso de activación extraordinario al mercado y al posicionamiento de las empresas españolas en un mercado de alta competitividad internacional. En cuanto a los desarrollos inducidos podrán situarse en un monto similar al anterior para todo el conjunto de objetivos directos y aquellos transversales señalados, propiciando un incremento en la cualificación de éstos dado el carácter de los desarrollos.