

Castilla-La Mancha

ADENDA DE AMPLIACIÓN DEL CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN SUSCRITO EL 29 DE DICIEMBRE DE 2005 ENTRE EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA Y LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CASTILLA-LA MANCHA PARA LA FINANCIACIÓN DE UN PLAN DE I+D SOLAR FOTOVOLTAICA DE CONCENTRACIÓN.

En Madrid, a *28* de *Febrero* de 2008

REUNIDOS

De una parte, la Sra. D^a Mercedes Cabrera Calvo-Sotelo Ministra de Educación y Ciencia, en virtud de nombramiento por Real Decreto 464/2006, de 10 de abril, (BOE N^o 86 de 11 de abril de 2006) y en uso de las competencias atribuidas por el artículo 13.3 de la Ley 6/1997, de 4 de abril, de organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado.

De otra, el Excmo. Sr. D. José María Barrera Fontes, Presidente de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, en virtud del nombramiento efectuado por Real Decreto 861/2007, de 27 de junio (BOE n^o 155 de 29 de junio de 2007) y en el ejercicio de las facultades que le confiere, como superior representante de la Región, el artículo 5.a) de la Ley 11/2003, de 25 de septiembre, del Gobierno y del Consejo Consultivo de Castilla-La Mancha.

Ambas partes se reconocen capacidad legal necesaria para la formalización del presente Convenio de Colaboración, así como la representación que tienen acreditada y en su virtud,

EXPONEN

- 
1. Que el Ministerio de Educación y Ciencia, y la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha, suscribieron con fecha 29 de diciembre de 2005 un Convenio para la financiación de un Plan de I+D Solar Fotovoltaica de Concentración cuyos objetivos y desarrollo se especificaban en una Memoria anexa al Convenio.
 2. Que en la estipulación tercera del Convenio, la Administración General del Estado se comprometía a aportar a la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha la cuantía total de 20.000.000 euros, para la financiación de los costes de establecimiento del Centro de I+D objeto convenio. El importe se hizo efectivo a la firma del Convenio mediante la concesión de un préstamo sin interés y con un plazo de amortización de 15 años, incluidos 5 de carencia y con una cuota anual de 2.000.000 euros.
- 



Castilla-La Mancha

3. Que el Consejo de Gobierno de Castilla-La Mancha, al objeto de desarrollar y llevar a buen término los proyectos contemplados en la Memoria que acompaña el convenio mencionado, aprobó un acuerdo de 4 de julio de 2006, por el que se autoriza la constitución por parte del Instituto de Finanzas de Castilla La Mancha, S.A. de una sociedad filial específica que, bajo la denominación de Instituto de Sistemas Fotovoltaicos de Concentración, S.A. (I.S.F.O.C.), para la creación de un centro de I+D, la investigación y desarrollo de la tecnología fotovoltaica de concentración.
4. Que mediante escritura pública otorgada el 11 de julio de 2006, se procedió a la constitución de la mencionada sociedad mercantil de forma anónima y de carácter unipersonal, cuyo capital social ha sido suscrito y desembolsado en su integridad por el Instituto de Finanzas de Castilla La Mancha S.A.
5. Que I.S.F.O.C. ha venido realizando las actividades previstas para el desarrollo del Plan de I+D y el establecimiento del centro de referencia en el campo de la energía solar fotovoltaica de concentración establecido en el proyecto anexo al Convenio. Que no obstante, en el desarrollo del Plan de I+D establecido para la empresa se han producido desviaciones sobre lo previsto en el proyecto inicial, debido fundamentalmente a la evolución del estado de la tecnología y a la rápida variación del mercado energético, dando lugar a una reformulación del proyecto que se anexa a esta Adenda.
6. Que en la estipulación cuarta del Convenio se establece una Comisión de Seguimiento entre cuyas funciones se encuentran: "Aprobar modificaciones con alcance técnico o económico del proyecto" así como "Aprobar las medidas de cualquier naturaleza que considere oportunas para ejecutar, actualizar y mejorar el proyecto"
7. Que con fecha 21 de noviembre de 2007 se reunió la Comisión de Seguimiento del Convenio y se tomaron los siguientes acuerdos:
 - Por un lado, aprobar las modificaciones planteadas al proyecto inicial anexo al Convenio y que afectan fundamentalmente a unos mayores costes en la construcción de las instalaciones, y a un incremento en la potencia instalada prevista de 2.700 KW a 3.000 KW.
 - Por otro lado la ampliación de la financiación para acometer dichas modificaciones por un importe total de **6.900.000** euros, cuyo desglose responde a lo siguiente:
 - Una *modificación del proyecto de construcción de la nave, del edificio de laboratorios y de la urbanización no prevista*, por importe de **2.900.000** euros.
 - Una *mayor inversión en placas solares y conexiones a red para la ampliación de la potencia instalada prevista*, por importe de **4.000.000** euros.



Castilla-La Mancha

ACUERDAN

Primero.- Financiación

- 1.- La ampliación de la financiación del Plan de I+D Solar Fotovoltaica de Concentración para atender las actuaciones previstas en la Memoria anexa a esta Adenda, la cual amplía el alcance de la memoria original.
- 2.- El Ministerio de Educación y Ciencia financiará anticipadamente con 6.900.000 euros, la ejecución de las actividades establecidas en la memoria y específicamente las derivadas del proyecto de construcción de la nave, del edificio de laboratorios, de la urbanización y de la ampliación de la potencia instalada, según los acuerdos de la Comisión de Seguimiento, y conforme a la normativa correspondiente que le sea de aplicación. La Comunidad Autónoma de Castilla-la Mancha se responsabilizará de la aplicación de estos fondos a lo establecido en esta Adenda.
- 3.- La financiación del Ministerio de Educación y Ciencia se hará efectiva a través de un préstamo a la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha con cargo a la aplicación presupuestaria 18.06.467C.821.05 y a pagar en 2008.
- 4.- Los ingresos se efectuarán en la cuenta general de la Comunidad Autónoma de Castilla- La Mancha nº 2105 0036 11 1250061605
- 5.- Este préstamo, tendrá un tipo de interés del 0%, con un plazo de amortización de 15 años, incluidos 5 años de carencia. El reembolso se efectuará del siguiente modo: El principal entre el año 2014 y el año 2023 con una cuota de amortización anual de 690.000,00 euros.

Segundo.- Vigencia

Las partes firmantes acuerdan la ampliación del plazo de vigencia del Convenio de colaboración suscrito el 29 de diciembre de 2005 mientras subsistan las obligaciones de las partes en cuanto a la realización de las actividades para las que se concede el préstamo y en todo caso hasta la total devolución del mismo.

En prueba de conformidad las partes suscriben, por triplicado ejemplar y a un solo efecto, la presente modificación al Convenio Específico de Colaboración, en el lugar y fecha abajo indicados.

Por el Ministerio de Educación y Ciencia Por la Junta de Comunidades de Castilla-La


Mercedes Cabrera Calvo-Sotelo
Ministra de Educación y Ciencia


José María Barreda Fontes
Presidente de la Junta de Comunidades de
Castilla-La Mancha



Castilla-La Mancha

MEMORIA

DESCRIPCIÓN

El objetivo principal del ISFOC es establecer en Castilla la Mancha el motor para el desarrollo mundial de la tecnología fotovoltaica de concentración. Con las actividades iniciadas para el establecimiento del centro desde septiembre de 2006, ISFOC se ha convertido ya en el centro de referencia mundial para el desarrollo de esta tecnología. Con las plantas piloto proyectadas y en instalación, ISFOC aportará información fiable a la comunidad internacional sobre potencia y productividad de sistemas CPV comerciales. Es uno de nuestros principales propósitos el formar a un grupo de expertos capaz de promocionar tanto el desarrollo local de la industria como investigación de alto nivel, por medio de la instalación de estas plantas piloto de CPV.

La acción principal del plan de establecimiento de ISFOC es la instalación por parte de varias compañías industriales de plantas piloto de generación de energía solar fotovoltaica de concentración.

El objetivo de estas plantas de demostración es sobre todo facilitar a las industrias la creación de líneas piloto de fabricación y además obtener información valiosa sobre la idoneidad, la fiabilidad y la energía producida por cada tecnología.

Se están estableciendo las condiciones que favorecen la implantación de empresas productoras de los concentradores o de algunos de sus componentes en Castilla La Mancha. Así, a raíz del nacimiento de ISFOC, están surgiendo iniciativas locales de CPV con una dimensión internacional importante (como es el caso de Concentración Solar La Mancha en Manzanares) y el interés de numerosas empresas extranjeras en trasladar parte de sus actividades a la región donde se está desarrollando el conocimiento sobre esta tecnología.

Igualmente se está promoviendo el desarrollo regional mediante la implantación de empresas auxiliares relacionadas con la concentración fotovoltaica: instaladoras, mantenimiento, recuperación y reciclado de plantas, promotoras de plantas de generación, asesoría financiera, etc. Todo ello facilitará el acceso del capital privado para la instalación de centrales de producción de electricidad solar de concentración en la región.

A corto plazo las actividades del ISFOC se centran en:

- Elaborar el pliego de condiciones de una serie de plantas piloto (hasta 3MW de capacidad en una primera fase hasta finales de 2008)
- Realizar las investigaciones pertinentes para ofrecer a los fabricantes información que les permita mejorar sus productos y suministrar a los potenciales clientes datos fidedignos (acordados previamente con los fabricantes), que permitan la expansión comercial de estas tecnologías.



Castilla-La Mancha

- Formar a expertos en el campo de la energía fotovoltaica de concentración.
- Participar en proyectos nacionales e internacionales de I+D
- Diseminar los resultados del Centro en el ámbito fotovoltaico internacional
- Atraer inversiones a la región a cuenta de la Energía Solar Fotovoltaica
- Certificar la producción esperada de cada sistema en lugares tipificados

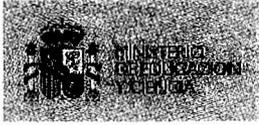
Con este plan se contribuirá a la disminución de emisiones de CO₂ mediante la producción de energía no contaminante. La generación de electricidad a partir de la radiación solar constituye uno de los más prometedores recursos para lograr este objetivo, ratificado como conclusión del último informe de evaluación del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC).

Se contribuirá a la consecución de objetivos fijados en el "Libro Blanco de las Energías renovables" de la Comisión Europea. Inicialmente fijó un objetivo de 3GWp instalado en 2010. Ahora está claro que como resultado de unos incentivos de mercado en Alemania, posteriormente en España y extendiéndose a otros países de la Unión, la capacidad real será probablemente de más de 5GWp, ya que a finales de 2006 ya se habían superado los 3GW. A más largo plazo desde la Plataforma Europea de Fotovoltaica estiman de forma "ambiciosa aunque realista" que 200GWp estarán instalados en 2030 en Europa (de los 1000GWp instalados en todo el mundo).

En Agosto del 2005 se aprueba el Plan de Energías renovables en España (PER) 2005-2010, en el que se revisa el plan de 1999. En lo referente a la energía solar fotovoltaica se incrementa el objetivo de alcanzar 144 MWp instalados en el 2010 hasta 400 MWp. A lo largo del próximo año se espera una nueva revisión de los objetivos del PER.

Expectativas de crecimiento y perspectivas de futuro.

El sector fotovoltaico europeo es altamente innovador y competitivo y contribuye al cumplimiento de los objetivos de crecimiento económico sostenible establecidos por el Consejo Europeo. Está claro que tan solo puede mantener y fortalecer esta posición en el mercado mundial si se realizan inversiones en I+D de forma continua y substancial. La industria europea de fotovoltaica es todavía pequeña pero tiene un gran potencial para crear empleo y generar alta tecnología y, durante un período de transición, todavía necesita de un apoyo público mayor del habitual. Este sector necesita personal muy diverso y cualificado que va desde los técnicos cercanos a los clientes que trabajan en las instalaciones y su mantenimiento hasta los profesionales altamente cualificados en el entorno de los semiconductores que desarrollan su trabajo en las fábricas de células solares. La industria fotovoltaica tiene



potencial para crear más de 200.000 puestos de trabajo en la Unión Europea antes del 2020.

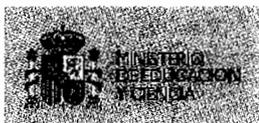
El sector global de la fotovoltaica ha crecido una media de un 25% anual durante la pasada década y casi un 50 % anual durante los últimos cinco años. España ha experimentado un crecimiento mayor del 100% en los últimos dos años. Esto ha sido posible gracias a un desarrollo de mercado exitoso en un número cada vez mayor de países. En Europa, estos programas existen en Alemania, España, Portugal, Francia, Italia, Grecia y Bélgica y hay más países que lo están considerando. Fuera de Europa, Japón, Korea y Estados Unidos aportan un buen ejemplo de mercados bien desarrollados o emergentes. Un informe para inversores publicado en 2004 por Credit Lyonnais Security Asia predice que el sector fotovoltaico tienen realmente un potencial para expandirse de los 5,8 billones de euros en 2004 hasta los 25 billones de euros en 2010, lo que corresponde a 5,3GWp en ventas anuales. La industria fotovoltaica mundial tiene un potencial para crear 2 millones de puestos de trabajo hasta 2020.

El número total de puestos de trabajo en el sector FV en Europa se estimó en unos 40.000 en el año 2005, de los cuales 30.000 estaban localizados en Alemania y 6.300 en España. Aunque la intensidad del trabajo descenderá al reducirse los precios de los sistemas, el rápido crecimiento del mercado garantizará un fuerte aumento de los puestos de trabajo en Europa.

El mercado europeo de FV ha alcanzado de nuevo límites superiores en 2006, gracias al dinamismo del mercado alemán. De acuerdo con el barómetro fotovoltaico Euroobserver 2007, la capacidad instalada adicional en 2006 ha llegado a 1.245,7 MWp, lo que permite que la capacidad total europea supere los 3GWp. Los objetivos del Libro Blanco se han cumplido con cuatro años de adelanto.

El crecimiento importante del mercado español en 2005 (creció 15,5 MWp) se ha confirmado en 2006. La nueva capacidad instalada está en el entorno de los 60,5 MWp, llegando a un total acumulado de 118,1 MWp. El nuevo Real Decreto 661/2007 aprobado en Mayo ha favorecido este ritmo de crecimiento, y el objetivo planteado de 400 MWp para 2010 se verá alcanzado a finales de 2007. Este decreto asegura una prima fija durante los primeros 25 años de la instalación en función del tamaño de la misma, reduciéndose después esta prima hasta el final de la vida de la instalación. La prima para instalaciones de entre 100 kWp y 10 MWp se ha duplicado hasta 41,75 c€/kWh. En estos días se están evaluando propuestas de modificación a este decreto de forma que se siga favoreciendo el crecimiento de esta industria.

Una vez resumidos los aspectos económicos de la FV en Europa, hay que destacar que la investigación (o más bien la investigación y el desarrollo) es crucial para el futuro desarrollo de la FV. La realización de proyectos conjuntos de investigación que se dirijan a líneas muy bien definidas es la única forma de alcanzar la masa crítica y la efectividad requerida en vistas los muy ambiciosos planes para la implementación de las tecnologías y la competencia industrial. La Plataforma Tecnológica Europea de FV ha elaborado una Agenda Estratégica de Investigación (SRA) que sirva de base para la definición del VII



Programa Marco de la UE y también para facilitar la coordinación de los programas de investigación en los estados miembros.

En resumen, la SRA establece unos objetivos de desarrollo en función del tiempo para una serie de parámetros que describen la tecnología FV (tabla I).

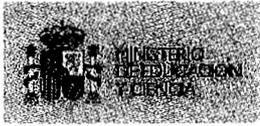
Tabla 1

	1980	Hoy	2015	2030	potencial a largo plazo
Precio llave en mano del sistema (2007 €/Wp)	>30	5	2,5	1	0,5
Coste de generación de electricidad (Sur Europa)	>2	0,3	0,15	0,06	0,03
Eficiencia típica de módulos planos	Hasta 8%	Hasta 15%	Hasta 20%	Hasta 25%	Hasta 40%
Eficiencia típica de módulos de Concentración	10% aprox.	Hasta 25%	Hasta 30%	Hasta 40%	Hasta 60%
Tiempo de retorno energético típico en S Europa (años)	>10	2	1	0,5	0,25

El sector de la FV se caracteriza por un crecimiento rápido y por su innovación. Hay una variedad de tecnologías tanto a nivel comercial como de laboratorio. No existen todavía tecnologías que destaquen claramente sobre otras, como se demuestra en las inversiones realizadas en capacidad de producción en todo el mundo., y muchos laboratorios tienen todavía que demostrar su potencial para la producción comercial a gran escala. Por esta razón es importante el apoyo a una variedad de opciones y tecnologías en lugar de a un grupo limitado. Localizar este apoyo geográficamente y con dimensión internacional ayuda de forma clara al crecimiento de la industria, tanto desde el punto de vista de la FV como de las industrias auxiliares que se benefician de este desarrollo; sirviendo de referencia a proyectos deslocalizados. De esta forma es posible construir un sector europeo de FV lo suficientemente amplio y permitir a nuevas opciones (de bajo coste y alta eficiencia) demostrar su potencial a largo plazo.

Ante estas condiciones económicas y ante esta política de desarrollo tecnológico, la oportunidad para la concentración fotovoltaica se muestra, no como competidora de otras tecnologías, sino como capaz de encontrar su amplio nicho de aplicación. No se deben hacer selecciones a priori de tecnologías CPV, este desarrollo se debe servir permitiendo a todas las opciones diferentes demostrar su fuerza y su potencial y seleccionando tecnologías basándose en los siguientes criterios:

- hasta que punto una propuesta de desarrollo puede contribuir al cumplimiento de los objetivos globales



Castilla-La Mancha

- la calidad de la propuesta y la fuerza del grupo de personas que la lleva a cabo.

El nacimiento de ISFOC ha representado, a nivel internacional, la oportunidad de desarrollo esperada por los numerosos grupos que trabajan en este entorno tecnológico. El apoyo institucional a esta iniciativa marca el compromiso por el apoyo a esta industria incipiente y la apuesta por que España se constituya como referente tecnológico y de negocio en concentración fotovoltaica.

Productos, servicios e I+D

ISFOC es una sociedad anónima unipersonal, propiedad al 100% del Instituto de Finanzas de Castilla La Mancha. Los objetivos principales del ISFOC se basan en los servicios que se desarrollarán para universidades, centros de investigación y empresas con interés o actividades principales en el entorno de la CPV. Estos servicios son los que aportarán valor, crecimiento propio y desarrollo del conocimiento al Instituto. Existe igualmente una actividad productiva en cuanto a la generación de energía eléctrica de las plantas piloto, que inicialmente apoya financieramente a la estructura y crecimiento económico del ISFOC. Los datos generados de esta actividad productiva se enmarcan en el desarrollo del conocimiento y serán fuente imprescindible de los muchos proyectos que se acometerán.

Líneas de I+D

Los tipos de servicios y productos generados por el ISFOC se definen a continuación estarán vinculados a las líneas de I+D que se definen como prioritarias y que se resumen a continuación

Análisis de la radiación solar directa. Modelos y espectro solar

De todas las variables ambientales que influyen en el comportamiento de un concentrador, la radiación solar directa captada por el generador es, sin duda, la que determina en mayor medida la producción de energía.

La disponibilidad de datos de radiación solar global es relativamente abundante, sin embargo no ocurre lo mismo con el caso de la radiación directa. Existen numerosos organismos nacionales e internacionales que suministran datos de radiación, a partir de los cuales se elaboran las fuentes más utilizadas (atlas de radiación, bases de datos).

Entre las actividades realizadas en esta línea de I+D está la de analizar la fiabilidad de los datos de radiación solar existentes para Castilla la Mancha, proporcionados por las distintas fuentes de datos. En concreto se validarán los datos proporcionados por la NASA comparándolos con datos registrados en tierra.

También se registrarán datos por el propio Centro de I+D. De esta forma se contribuirá a la mejora de los mapas de radiación solar de la zona. Esto es



necesario sobre todo en el caso de la radiación solar directa de la que existen muy pocos datos y es muy importante para la previsión del funcionamiento de los concentradores. Además permitirá ofrecer asesoramiento a los fabricantes de FV para el dimensionado de los Sistemas y el cálculo de producción de energía, que también podrían llevarse a cabo en el mismo Centro

Otro aspecto que debe tenerse en cuenta e investigarse es el de la variabilidad del espectro solar. Las células de concentración de monounión de Silicio o tecnologías III-V no están muy afectadas por el espectro solar. Sin embargo en el caso de células multiunión, el espectro solar influye en el rendimiento de la célula. Se realizarán medidas del espectro solar y se proporcionarán datos a los fabricantes de células sobre la variabilidad y distribución del espectro solar para el que se produce la mayor parte de energía en la zona.

Se estima que al menos será necesario disponer de 5 estaciones fijas de registro de datos y de dos estaciones móviles. Las variables a registrar en cada una de ellas aparecen en la siguiente Tabla II.

Las medidas de radiación solar directa y difusa precisan de un sistema de seguimiento de la trayectoria del sol de dos ejes de manera ininterrumpida.

Todas las estaciones dispondrán de un Sistema de exploración y almacenamiento intermedio de datos. Periódicamente enviarán los datos registrados a una estación centralizada que recibe los datos de las estaciones remotas, los procese y los almacene en un archivo histórico. El procedimiento de envío de datos desde las estaciones remotas a la central puede hacerse mediante varios sistemas de telecomunicación, como la red pública telefónica básica (Modems), la red pública telefónica móvil, conexión Internet, etc.

Tabla II. Conjunto mínimo de variables a explorar en las estaciones meteorológicas

Variable	Descripción	Unidades
G(o)	Irradiancia Solar global Horizontal	W/m ²
D(0)	Irradiancia Solar Difusa Horizontal	W/m ²
B(n)	Irradiancia solar directa	W/m ²
Wrel	Velocidad del viento	m/seg
Wdir	Dirección del viento	grados Norte
Tamb	Temperatura ambiente	°C



Además de las variables recogidas en la Tabla anterior en dos de las estaciones fijas y en una móvil se podrán registrar además los datos del espectro solar.

Tecnología de medidas, supervisión y mantenimiento de grandes plantas

Los datos obtenidos durante la operación de una planta de concentración fotovoltaica son de interés para juzgar si los objetivos del diseño se han cumplido. También sirven para conocer el potencial de la tecnología de concentración y por lo tanto para el uso futuro de estas instalaciones. Finalmente deberán servir para proporcionar una base de datos para la mejora del Concentrador y de su operación. Asimismo estos datos permitirán certificar el potencial productor de los sistemas, tras realizar el correspondiente estudio.

El análisis de los datos obtenidos durante la operación de la planta permitirá mediante el cotejo con las condiciones ambientales la comprobación de que el comportamiento de los Sistemas es el esperado. En caso de que no sea así deberán realizarse medidas más detalladas y analizar las causas de incumplimiento o degradación de los Concentradores o de la planta en su conjunto.

Las magnitudes que deberán supervisarse y los métodos a aplicar deberán estar basados en las "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants" de JRC, que fueran adaptadas a los Concentradores en el marco del Proyecto C-Rating.

Las magnitudes mínimas que se supervisarán están descritas en la Tabla III. La estación meteorológica proporciona las cuatro primeras variables. En algunos casos puede ser útil obtener una medida adicional de la irradiancia en el plano del concentrador para verificar que el seguidor está apuntando correctamente. Los fabricantes de sistemas deben proporcionar un medio para medir la temperatura de la célula, al menos en algún módulo de los Concentradores. Los datos de Voltaje e intensidad a la entrada del inversor y de la potencia a la salida del inversor deberán ser proporcionados por el Inversor.

Se puede compartir el mismo sistema de exploración, almacenamiento, envío y procesado de los datos con el de las estaciones meteorológicas, dimensionando adecuadamente el sistema de exploración.

Cuando el funcionamiento de los Sistemas no sea el esperado se realizarán medidas más detalladas. Para ello se dispondrá de cargas capacitivas en régimen transitorio con objeto de registrar las curvas IV y también de cámaras de video infrarrojas para obtener imágenes térmicas de los receptores.

El análisis de los datos de supervisión y de las causas de degradación de los Sistemas permitirán especificar y definir los métodos de mantenimiento a aplicar, que deberán tener en cuenta aspectos tales como la limpieza de los paneles, búsqueda y localización de averías, plan de sustitución de componentes, protección contra rayos, verificación de los métodos de localización y sustitución soportados por los fabricantes, etc.



Tabla III Conjunto mínimo de variables a explorar para supervisar las Plantas de Demostración

Variable	Descripción	Unidades
GI	Irradiancia total efectiva en el plano del concentrador	W/m ²
Wrel	Velocidad del viento	m/seg
Wdir	Dirección del viento	grados Norte
Tamb	Temperatura ambiente	°C
Tcell	Temperatura de la célula	°C
VA	Voltaje a la entrada del inversor	V
IA	Intensidad a la entrada del inversor	I
PIO	Potencia a la salida del inversor	W

Normativa para componentes, paneles y plantas en conexión a red

Existe una necesidad reconocida de que deben crearse normativas y especificaciones para la Tecnología de Concentración.

Actualmente no existen normativas aprobadas para las técnicas de medir la potencia nominal y encontrar la energía producida por los Concentradores. En el caso de los paneles planos convencionales existe un amplio conjunto de normas, que han sido desarrolladas durante un período de más de 15 años. Sin embargo para el caso de la tecnología de Concentración existen solamente tres normas en curso en el seno del Grupo de Trabajo 7 (WG7) del Comité técnico 82 del Comité Electrotécnico Internacional (IEC). Una de ellas es la norma IEC 62108: "Concentrator photovoltaic (PV) receivers and modules _ Design qualification and type approval", que está en avanzado estado de especificación y próxima a ser oficialmente aprobada. Las otras dos que están aun en estado poco avanzado están dedicadas a los seguidores solares (Specifications of solar tracker used for solar electric systems) y a la secuencia de caracterización de concentradores fotovoltaicos (Sequence of Ratings for CPV).

En el caso de paneles planos convencionales la caracterización a condiciones de referencia -Standard Test Conditions (STC)- de 1000 W/m², distribución espectral AM1.5G y 25° de temperatura de célula, es una práctica aceptada por toda la industria. Los modelos desarrollados para relacionar la potencia instalada con la producción de energía son suficientemente conocidos y verificados para evitar una discusión permanente sobre el tópico. Por estas razones, la potencia instantánea producida en condiciones STC (1000 W/m²) de un módulo de panel plano es una figura de mérito ampliamente aceptada.



Los concentradores podrían haber adoptado automáticamente el mismo criterio que para los paneles planos si su fuente de irradiancia fuera la irradiancia global. Sin embargo los concentradores con concentración mayor de 10X solamente recogen la irradiancia directa. La irradiancia directa siempre es más pequeña que la global y casi nunca alcanza los 1000 W/m², si bien es cierto que los concentradores están apuntando al sol mediante un seguidor solar, mientras que los paneles planos están normalmente en una posición fija. Por esto último puede concluirse que en la mayor parte del tiempo el nivel de irradiancia en operación estará más cerca de 1000 W/m² en el caso de los concentradores que en el de los paneles planos.

Pero en el caso de los concentradores no existen fórmulas de corrección aceptadas oficialmente. Es preciso tener en cuenta además que factores como la dirección y fuerza del viento influyen de forma muy importante en el comportamiento de los Concentradores con refrigeración pasiva. Esto último es un hecho difícil de modelar y que puede depender de la forma de cada concentrador. Se deberán definir los parámetros de los Concentradores a considerar en el modelado, tales como resistencia térmica, dispersión óptica, etc.

Por todas estas consideraciones se justifica la necesidad de una línea de I+D que elaborará las normas de medida de potencia instantánea de Concentradores y definirá modelos de producción de energía. Para ello se está trabajando en sintonía con el WG7 del Comité Técnico 82 del IEC y con los suministradores de los Sistemas.

Impacto medioambiental

La Tecnología de Concentración tiene un impacto beneficioso sobre el medio ambiente, superior en algunos aspectos al de la FV convencional, puesto que su fabricación consume menos energía por unidad de potencia producida.

En el marco de esta línea de I+D se analizará y cuantificará objetivamente este impacto, considerando aspectos tales como el consumo de energía, tiempo de retorno y emisión de CO₂ en la fabricación de los Sistemas y el ahorro de CO₂ por producción de energía no contaminante.

Además se estudiarán la recuperación y reciclado de las plantas y se desarrollarán métodos y procedimientos para llevarlos a cabo con aprovechamiento económico.

Con los resultados de esta línea I+D se conocerán mejor los aspectos positivos de la energía fotovoltaica de concentración contribuyendo a su promoción e implantación y determinación más precisa de sus costes globales.

Productos y servicios

La forma de ejecutar el plan de I+D es ajustar los productos y servicios que ofrece el ISFOC a las líneas definidas previamente. Estos productos y servicios



irán dirigidos a unos clientes definidos y producirán un retorno económico (tangibles o intangibles) al instituto. Entre estos productos y servicios destacan:

Proyectos I+D+i bilaterales sobre plantas piloto. Este tipo de proyectos se desarrolla junto con las empresas a las que se les ha adjudicado la instalación de las plantas. El marco de los proyectos y desarrollo de los mismos está principalmente vinculado a los intereses de estas empresas y se evaluará junto a ellas. El coste de los proyectos e ingresos derivados de estos vendrá determinado por estos intereses y por la posibilidad de involucrar a terceras partes (otras empresas o la administración) en los mismos. El marco operativo será un acuerdo bilateral que defina las líneas de actuación, personal involucrado y explotación de los resultados.

Proyectos I+D sobre sistemas. Este tipo de proyectos podrá ser acometido mediante los recursos propios del ISFOC y generando por lo tanto resultados que podrán ser del dominio público. ISFOC está abierto a colaboraciones con múltiples participantes en las que se utilicen los recursos propios como aportación a estos proyectos. Estos proyectos estarán abiertos a los numerosos esquemas de financiación de las diferentes administraciones: proyectos PROFIT, PETRI nacionales, proyectos del VII Programa Marco de la UE, proyectos regionales, etc. En este tipo de proyectos se incluyen las acciones de formación académica en el que se incorporan estudiantes universitarios de últimos años, proyectos fin de carrera, doctorandos, post-doctorados y estancias de investigadores.

Medidas en campo y certificación de potencia.

En la tarea de armonizar los estándares de medidas para CPV, esta labor se centra en desarrollo de métodos de prueba y certificación de potencia para sistemas de concentración. Estos métodos se desarrollan en el marco de varios proyectos de investigación en colaboración, y los resultados se podrán poner al servicio de la industria que puede de esta forma contar con una certificación de potencia de los sistemas instalados. La oportunidad que se ofrece para verificar los modelos teóricos ante las instalaciones únicas de ISFOC, contribuirá al desarrollo tecnológico e industrial de los fabricantes de sistemas.

Ensayos IEC – certificación.

Se contempla la posibilidad de crear un laboratorio de ensayos de fiabilidad donde, con la experiencia acumulada y adquirida por el centro, se realicen y afinen los métodos de ensayos de sistemas CPV definidos en la norma IEC 62108. Aunque el volumen de servicio no sería muy elevado, una mínima capacidad para realizar la mayoría de los ensayos definidos nos permitiría ofrecer un servicio más completo a la industria con el objeto de poder evaluar y definir procedimientos de ensayos de fiabilidad.

Formación personal técnico.

La formación de personal técnico de las empresas colaboradoras se plantea como un servicio esencial en un momento crítico para la industria, ya que el rápido crecimiento del sector va a necesitar de un personal cualificado y



experimentado que actualmente no esta disponible. La formación práctica en las instalaciones de ISFOC

Asesoría técnica.

Servicios a empresas del sector fotovoltaico y a inversores para la evaluación técnica de proyectos industriales de concentración fotovoltaica.

Divulgación técnico-económica.

Presencia y participación activa en foros nacionales e internacionales para la divulgación de la concentración fotovoltaica dentro de los diferentes ámbitos en los que esta tecnología está implicada.

Producción electricidad solar.

De forma simultánea y compatible con la actividad investigadora las plantas instaladas generarán un rendimiento económico por venta de la energía producida que permita operar el centro a pleno rendimiento con unos gastos fijos muy inferiores a los habituales. Se prevé además seguir adquiriendo nuevos equipos cada año, tanto para mantener actualizada la investigación en el estado del arte de concentradores fotovoltaicos como para ir incrementando los ingresos por producción eléctrica.

Las tarifas, primas e incentivos para instalaciones de energía solar fotovoltaica están fijadas en el REAL DECRETO 661/2007 de 25 de Marzo, y se resumen en el cuadro siguiente

Instalaciones de P ≤ 100kW	de	Primeros 25 años	44,0381 c€/kWh
		a partir de entonces	35,2305 c€/kWh
Instalaciones entre 100kW < P ≤ 10MW		Primeros 25 años	41,7500 c€/kWh
		a partir de entonces	33,4000 c€/kWh
Instalaciones entre 10MW < P ≤ 50MW		Primeros 25 años	22,9764 c€/kWh
		a partir de entonces	18,3811 c€/kWh

(La tarifa en plantas de P >= 100 kW es un 5% inferior a las de P <= 100 kW)

ANÁLISIS FINANCIERO

De los ingresos:

ISFOC tendrá ingresos por la venta de la electricidad producida a través de sus plantas fotovoltaicas.



Castilla-La Mancha

A estos ingresos podrían sumarse ingresos por servicios profesionales y servicios por el laboratorio prestados a empresas, instituciones, universidades y organizaciones que no se han estimado por el momento.

ISFOC obtendrá ingresos por subvenciones de la Junta de Castilla-La Mancha. A estos se podrían sumar subvenciones de otras instituciones y organizaciones tanto nacionales como internacionales.

ISFOC obtendrá también medios financieros a corto y medio plazo a través de participaciones en proyectos nacionales e internacionales.

De los gastos:

Los costes directos corresponden al mantenimiento de las plantas fotovoltaicas a partir del segundo año de su puesta en funcionamiento. El servicio lo prestarán empresas subcontratadas, supervisadas por el departamento de operaciones del ISFOC.

El capítulo de gastos generales agrupa al resto de costes relacionados con la actividad de la compañía. El peso principal corresponde a los gastos de personal que representan aproximadamente un 70% del total. El resto se reparte entre otros servicios exteriores tales como publicidad, suministros y seguridad.

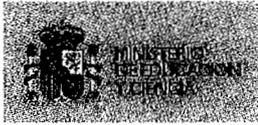
De las Inversiones:

El importe total de inversiones previstas en el plan revisado, asciende a algo más de 28 MM de Euros. Se estima que quede ejecutado completamente durante el 2009.

La inversión principal, cercana a los 20 MM de euros va destinada a la instalación y conexión a red de 30 plantas fotovoltaicas de 100 kW. El edificio y la nave que albergarán las actividades del ISFOC están presupuestados en 6 MIM de euros, mientras que el resto hasta completar la inversión total, lo componen equipos de laboratorio, mobiliario y equipos informáticos.

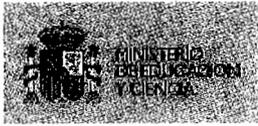
A continuación se presenta el plan de inversiones 2007-2009 que corresponde al período de establecimiento, así como las desviaciones de este plan revisado respecto al plan inicial de I+D 2005.

<u>INVERSIONES</u>	<u>2007</u>	<u>2008</u>	<u>2009</u>	<u>TOTAL</u>	<u>plan 2005</u>	<u>Diferencia</u>
<u>Total Terreno</u>	<u>300.000</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>300.000</u>	<u>162.000</u>	<u>138.000</u>
Compra de terreno para plantas CPV	300.000	0	0	300.000	162.000	138.000
<u>Total Construcción</u>	<u>1.970.975</u>	<u>3.725.287</u>	<u>156.399</u>	<u>5.852.661</u>	<u>2.930.000</u>	<u>2.922.661</u>
Edificio sede ISFOC La Nava	839.398	1.640.542	89.799	2.569.739	2.880.000	-310.261



Castilla-La Mancha

Edificio Servicios La Nava	622.069	804.822	64.000	1.490.891	0	1.490.891
Urbanización Sede ISFOC La Nava	73.700	578.650	0	652.350		652.350
Implantaciones Sede - distribución y mob.	0	400.000	0	400.000		400.000
Vallado Obra construcción	66.300	0	0	66.300		66.300
Proyecto Seguridad y salud La Nava - Inprex	5.500	7.800	2.600	15.900		15.900
Proyecto Arquitectura La Nava - Junquera	158.323	41.473	0	199.796		199.796
Licencia obra civil	139464	0	0	139.464		139.464
Seguridad	0	163.000	0	163.000	50.000	113.000
Voz y datos	0	25.000	0	25.000		25.000
Gruas nave y oficina	0	64.000	0	64.000		64.000
Obras previas de canalizaciones - Sacyr	21.600	0	0	21.600		21.600
Estudio Topografico La Nava Sacyr	2.000	0	0	2.000		2.000
Estudio Geotecnico La Nava - Ideyco	6.878	0	0	6.878		6.878
Obras acondicionamiento Oficina Juan Bravo	35.743	0	0	35.743		35.743
Total Plantas CPV	3.779.504	14.285.386	2.461.000	20.525.890	15.467.050	5.058.840
Plantas Isofoton	1.470.000	2.730.000	0	4.200.000	14.553.000	-10.353.000
PlantasSolfocus	945.000	1.755.000	0	2.700.000		2.700.000
PlantasConcentrix	0	3.000.000	0	3.000.000		3.000.000
Resto Plantas	0	5.460.000	2.340.000	7.800.000		7.800.000
Pago a las electricas por KW instalada	223.080	169.000	0	392.080		392.080
Fianza para 3000KW (500EUR/KW) a 3%	0	0	0	0		0
Vallado Plantas CPV	130.000	0	0	130.000	283.500	-153.500
Urbanización plantas CPV	160.000	0	0	160.000		160.000
Casetas de Transformadores	140.000	0	0	140.000		140.000
Licencia obra plantas CPV	160.524	446.586	0	607.110		607.110
CT (transformadores) Plantas CPV	171.400	408.800	0	580.200	486.000	94.200
Aparatos de Medida plantas CPV	159.500	121.000	121.000	401.500	120.550	280.950
Voz y datos plantas	50.000	75.000	0	125.000		125.000
Seguridad plantas	150.000	100.000	0	250.000		250.000
Elementos Transporte interno	15.000	0	0	15.000	24.000	-9.000



Castilla-La Mancha

Útiles y Herramientas	5.000	20.000	0	25.000		25.000
<u>Total Maquinaria y Útiles de Laboratorio</u>	<u>288.864</u>	<u>527.444</u>	<u>0</u>	<u>816.308</u>	<u>240.880</u>	<u>575.428</u>
IES-UPM Medidor potencia	41.360	0	0	41.360		41.360
Geonica Estación meteorológica	72.922	0	0	72.922		72.922
Inspira 5 Trackers	90.500	0	0	90.500		90.500
Otros equipos laboratorio	84.082	527.444	0	611.526	240.880	370.646
<u>Total Mob.+Ens.+Equip oficina</u>	<u>24.305</u>	<u>52.313</u>	<u>0</u>	<u>76.618</u>	<u>58.750</u>	<u>17.868</u>
Mobiliario 100	14.305	52.313	0	66.618	58.750	7.868
Mobiliario 300	10.000	0	0	10.000		10.000
<u>Total Equipo Informático</u>	<u>82.358</u>	<u>280.572</u>	<u>20.000</u>	<u>382.930</u>	<u>35.880</u>	<u>347.050</u>
* Equipo Informático 100	14.367	0	20.000	34.367	35.880	-1.513
* Equipo Informático 200	4.389	0	0	4.389		4.389
* Equipo Informático 300	63.602	280.572	0	344.174		344.174
<u>Total Inversiones Inmat.</u>	<u>28.872</u>	<u>93.970</u>	<u>0</u>	<u>122.842</u>	<u>0</u>	<u>122.842</u>
Gto constitución	10.289	0	0	10.289		10.289
Aplicaciones Informaticas	12.816	8.576	0	21.392		21.392
Aplicación procesamiento de datos	0	85.394	0	85.394		85.394
Patentes y marcas	6.000	0	0	6.000		6.000
Total Inversión	6.474.878	18.964.972	2.637.399	28.077.249	18.894.560	9.182.689

Handwritten signatures and initials



Castilla-La Mancha

NECESIDADES DE INVERSIÓN

A fecha de 30 de julio de 2007, se han realizado desembolsos por valor de 1.426.000 € en concepto de pagos a cuenta de la fabricación de las primeras 17 plantas fotovoltaicas.

Las desviaciones principales del presupuesto de inversión se producen en los capítulos de construcción (2,9 M€) y de plantas CPV (5 M€). Desviaciones menores se producen en los otros capítulos, debido principalmente a ajustes de precios, de actividades y de nuevos proyectos. En equipamiento de laboratorios hay un aumento de presupuesto por la adquisición de los equipos necesarios para realizar tareas de ensayos y calibración según normas de fiabilidad. El equipo informático sufre también un incremento por la adquisición de equipos de operaciones para la gestión de datos y seguridad de las plantas CPV en explotación. En cuanto a las inversiones inmateriales, la desviación tiene su origen en el proyecto de desarrollo de base de datos para el tratamiento de la información generada por las plantas CPV y las estaciones meteorológicas de las mismas.

Presupuesto de *inversión en construcción*.

Debido al interés creciente en la tecnología CPV y en particular a proyecto ISFOC a escala mundial, se incrementaron las especificaciones para la sede del Instituto de forma que pueda cubrir las necesidades operativas y de crecimiento de nuestras actividades. La superficie total edificada proyectada era de unos 3000 m², y se aumentaron hasta los 3293 m² incluyendo un área mayor de recepción y espacio de exposición conformando un elemento que une de forma física y operativa todas las áreas operativas del centro. El conjunto de mantenimiento / nave se ha concebido como espacio de trabajo y no como exclusivamente almacén o nave industrial, lo que determina que el coste de la construcción sea el mismo para todo el conjunto (1232 €/m²). Se han incluido una serie de mejoras, como son la utilización de la superficie de la cubierta como área de trabajo y que la altura de las plantas sea mayor de lo habitual, para incidir así en el aspecto representativo del edificio. Igualmente se ha incluido la urbanización del entorno de los edificios, en un espacio que puede igualmente hacer funciones de servicio como operativo para la instalación de pequeños demostradores CPV. Existen una serie de elementos que originan una desviación mayor del presupuesto (según se detalla en la tabla de inversiones anterior) como son la implantación de distribución interna y mobiliario, vallado provisional, proyecto de seguridad y salud, proyecto de arquitectura, licencias de obra, proyectos de seguridad, voz y datos, grúas, obras de canalizaciones para instalaciones, y estudios topográficos y geotécnicos. Estos capítulos no se contemplaban en el plan inicial y surgió su necesidad en el desarrollo del proyecto. La desviación total en el capítulo de construcción asciende a 2,9 M€ de los cuales una parte equivalente a 0,5M€ se podría retrasar hasta 2009 y que en todo caso pudiera no ser prioritaria.



Presupuesto de inversión en plantas CPV

La inversión en las plantas fotovoltaicas tiene una desviación total respecto al plan inicial de 5 M€. Hay dos aspectos que originan esta desviación, en primer lugar la licitación de un total de 3 MW en lugar de los 2,7MW inicialmente planteados; y en segundo lugar la oferta de precio de licitación de 6€/W en lugar de los 5,39€/W descritos en el plan 2005. Estos dos aspectos originan en su conjunto una desviación de 3,45M€. A esta hay que añadir otras desviaciones debido a la consideración de elementos imprescindibles para la realización de las instalaciones y no contempladas inicialmente como son: la urbanización de las plantas, el proyecto y la construcción de los centros de transformación, vallado de las plantas, licencias de obras, aparatos de mediación para las plantas, implantación de voz y datos y proyectos de seguridad. De la misma forma contribuye de forma significativa a las variaciones en el proyecto, el cambio continuo que esta sufriendo la legislación sobre la instalación, conexión a la red y retribución de las plantas fotovoltaicas, que en el aspecto financiero origina gastos por pagos a las compañías eléctricas por mejora de las infraestructuras y gastos financieros por avales frente a la administración. En resumen, una desviación total en este capítulo de unos 5 M€.

NECESIDADES DE FINANCIACIÓN

Un análisis realista de la situación de la inversión coloca a ISFOC con unas necesidades en el período 2007-2009 de más de 9M€. Realizando el análisis posterior sobre la capacidad del centro de generar fondos y buscando un equilibrio en el balance y la cuenta de resultados del Instituto como sociedad anónima, se pueden describir las necesidades de financiación en función de los datos reflejados en las cuentas provisionales. Existe una necesidad de financiación externa de **6,9M€** para los años 2008 y 2009. Igualmente se identifica la necesidad de ampliaciones de capital en años sucesivos que nos permitan no depender de la activación de gastos de I+D para conseguir el equilibrio patrimonial, y de forma que la capitalización de ISFOC se corresponda con el nivel de inversión.

	2006	2007	2008	2009
Origen de los fondos	20.100.000	4.221.296	20.376.367	3.800.636
Recursos generados por las operaciones	0	96.815	482.115	1.112.631
Aportación de capital	100.000	0	0	0
Financiación ajena otros	0	0	600.000	1.300.000
Financiación ajena Administración	20.000.000	271.607	5.000.000	0
Disminución del capital circulante	0	3.852.874	14.294.242	1.387.904
Aplicación de los fondos	20.240.000	4.221.297	20.376.367	3.800.636



Castilla-La Mancha

Recursos aplicados a las operaciones	20.240.000	4.221.297	20.376.357	3.800.535
Adquisición de Inmovilizado	37.257	0	0	0
Cancelación de deuda otros	165.493	4.171.297	20.376.357	3.800.535
Cancelación deuda Administración	0	50.000	0	0
Aumento del capital circulante	0	0	0	0
	20.037.250	0	0	0

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]