

Como última buena Práctica se presenta la de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Economía y Competitividad, consistente en **“Laboratorio y Sistema Experimental de Sales Fundidas para su Uso como Almacenamiento Térmico”**

I

Esta actuación tiene un coste total elegible de 2.584.805 €, con un porcentaje de cofinanciación del 80%

La Plataforma Solar de Almería (PSA) está encuadrada orgánicamente en el Departamento de Energía del CIEMAT, organismo público de investigación dependiente del Ministerio de Economía y Competitividad, y está reconocida como Infraestructura Científico Técnica Singular (ICTS). La PSA, es el mayor centro de investigación, desarrollo y ensayos del mundo dedicado a las tecnologías de concentración de la radiación solar. Este hecho hace que España, y en particular la PSA, sea el centro de excelencia que acoge a visitantes e investigadores de todo el mundo relacionados con estas tecnologías.

La capacidad de la PSA para ofrecer a los investigadores una localización de características climáticas y de insolación similares a las de países de la franja ecuatorial (donde radica el mayor potencial de energía solar), pero con las ventajas propias de las grandes instalaciones científicas de los países europeos, la convierten en un lugar privilegiado para la evaluación, la demostración y la transferencia de las tecnologías solares.

La utilización de fondos asignados al Programa Operativo FEDER 2007-2013 de Economía basada en el Conocimiento ha sido esencial y ha permitido afianzar la posición de liderazgo internacional de la PSA. Estos fondos fueron articulados a través de un procedimiento de selección en concurrencia competitiva, de acuerdo a los Criterios de Selección aprobados por el Comité de Seguimiento correspondiente a este Programa Operativo. El proyecto fue presentado por el Centro de Investigaciones Medioambientales, Energéticas y Tecnológicas (CIEMAT) en el marco de la ORDEN PRE/1083/2008, de 11 de abril, por la que se efectúa la convocatoria del año 2008, para la concesión de las ayudas del Programa Nacional de infraestructuras científico- tecnológicas dentro del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, publicada en el BOE de 18 de abril.

Mediante Resolución de 21 de septiembre de 2009 de la entonces Secretaría de Estado de Investigación se concede al CIEMAT el proyecto ahora presentado como buena práctica y se inicia, por parte del organismo beneficiario, su justificación.

El objetivo de este proyecto fue dotar a la Plataforma Solar de Almería (PSA) de un sistema experimental de sales fundidas que permitiera llevar a cabo actividades de investigación y desarrollo, en condiciones reales de operación, relativas a sistemas de almacenamiento térmico para centrales solares termoeléctricas que utilicen sales fundidas como medio material de almacenamiento energético o como fluido de trabajo.

Para lograr el objetivo marcado, este proyecto se compuso principalmente de:

- Sistema receptor de torre y sistema auxiliar de sales fundidas que constituyen un completo y versátil sistema experimental de sales fundidas, incluyendo todos los equipos principales que existirían en una planta solar termoeléctrica que use esta tecnología.
- Mecanismos de accionamiento de heliostatos para la planta CESA-1 de la PSA en la cual se instala el sistema receptor de torre y sistema auxiliar de sales fundidas.

Este proyecto se considera buena práctica de actuación cofinanciada en base a los siguientes criterios:

La actuación ha sido convenientemente difundida entre los beneficiarios, beneficiarios potenciales y el público en general

A lo largo de todo el proceso de ejecución de la actuación se han seguido los criterios del Plan de Comunicación del Programa Operativo en el que se encuadra la presente operación.

Como ejemplo de lo anterior, a continuación se presentan algunas imágenes:

- a) Anuncio en la página web del MINECO de la convocatoria en concurrencia competitiva en el marco de la cual se seleccionó la presente actuación.



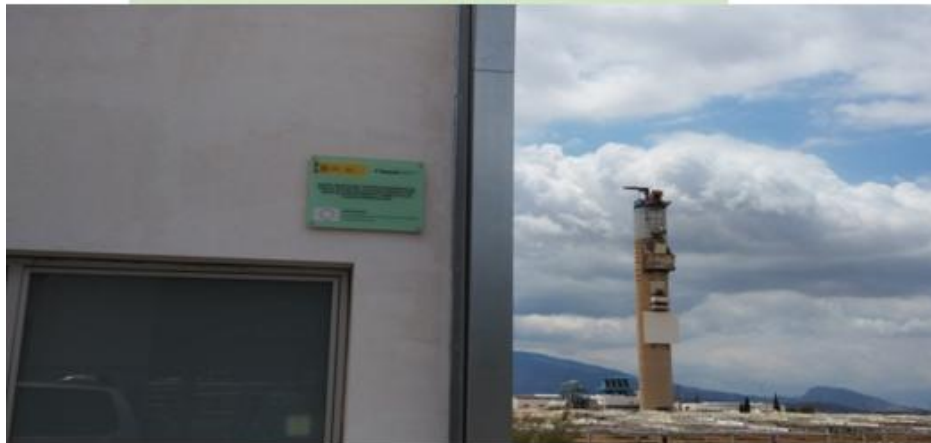
En esta misma sección, se puede encontrar el documento “Instrucciones para el Cumplimiento del Plan de Comunicación FEDER 2007-2013 para proyectos cofinanciados”.



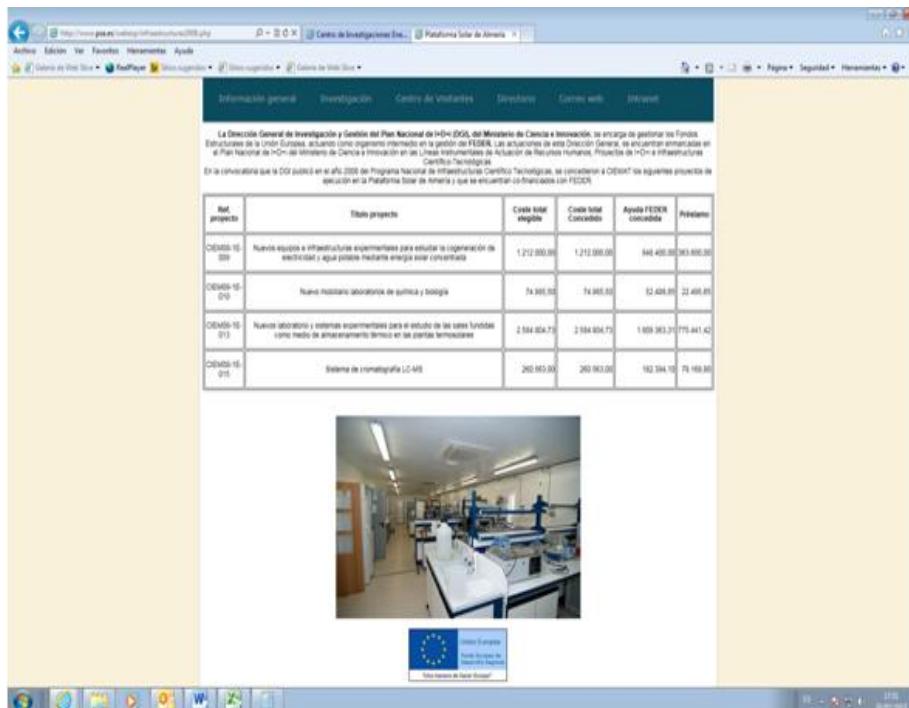
- b) Tanto en los anuncios de licitación como de adjudicación de los correspondientes procedimientos de contratación, el CIEMAT hizo referencia a la cofinanciación por parte del FEDER. Cuando fue necesario por el importe, atendiendo a lo establecido en la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público, también se publicó en BOE o en DOUE, haciendo mención a la cofinanciación FEDER.
- c) La publicidad FEDER se ha incluido tal y como estima la normativa en todas aquellas intervenciones que por parte del personal del Centro, se han realizado en diversos eventos internacionales. Fuera ponencia científica o divulgativa del Centro, siempre se ha incluido información de la cofinanciación FEDER:

Seminario - *Energy Research and Innovation, Source of Benefits for your Region*.
8th October, 2013 (Bruxelles).

- d) Diseño, realización y colocación de placas de publicidad de la cofinanciación FEDER en el proyecto:



- e) Asimismo, durante la ejecución del proyecto, se incluyó de forma correcta en todo el material de comunicación generado por el Centro, tanto en soporte papel como en soporte electrónico. A modo de ejemplo se muestra el banner de FEDER en la página web de CIEMAT (<http://www.ciemat.es>) y en la página web de la Plataforma Solar de Almería (<http://www.psa.es/webesp/infraestructuras2008.php> y <http://www.psa.es/webesp/index.php>)



La actuación incorpora elementos innovadores

Aunque el uso de sales fundidas como medio de almacenamiento térmico y fluido de trabajo en centrales termosolares ha tenido siempre un gran interés

comercial existía una gran cantidad de cuestiones técnicas que debían ser estudiadas para asegurar el desarrollo comercial del uso de sistemas de sales fundidas. Siendo este el principal motivo por el que se consideró altamente recomendable abordar este proyecto. El sistema receptor de torre y sistema auxiliar de sales fundidas objeto de esta actuación constituye en su conjunto un elemento altamente innovador, pues ha sido el primer sistema de este tipo instalado en Europa, y este carácter innovador y único es lo que le confería un gran interés no solo científico, sino también industrial, para avanzar en el estudio de todos los aspectos esenciales de la tecnología de sales fundidas. Una de las innovaciones más importantes implementadas en este sistema es que incluye todos los elementos esenciales (receptor, generador de vapor, tanque de almacenamiento, traceado eléctrico, equipo de bombeo e instrumentación) para una central termosolar de torre con receptor de sales fundidas, permitiendo un estudio completo de la tecnología, no solo de algunos componentes aislados. Es precisamente por este fuerte carácter innovador que los principales componentes son prototipos que han sido específicamente diseñados y fabricados para este sistema.

Así mismo, los mecanismos de accionamiento instalados en los heliostatos de la planta CESA-1 incorporan características innovadoras que conjugan una alta precisión en el movimiento de sus dos ejes de accionamiento y una optimización del proceso de fabricación y montaje, lo que reduce costes y supone una importante mejora en relación con los accionamientos usados con anterioridad.

Los resultados obtenidos con la misma se adaptan a los objetivos establecidos

Estos sistemas permitieron abordar actividades de I+D en la PSA para el diseño de estrategias de carga/descarga del almacenamiento térmico a partir del campo solar, de manera que se optimizase el aprovechamiento de la energía recogida desde los puntos de vista energético y económico; así como el estudio del comportamiento de los distintos componentes del sistema de sales fundidas en condiciones reales de operación solar a altas temperaturas ($T > 500^{\circ}\text{C}$). Al tratarse del primer sistema de este tipo instalado en Europa, los resultados obtenidos han permitido analizar experimentalmente bajo condiciones reales de operación con energía solar la precisión y fiabilidad de los cálculos teóricos obtenidos mediante modelos de simulación. Gracias a esto, se han podido mejorar los anteriores modelos teóricos, a la vez que se ha incrementado de forma importante el know-how sobre los sistemas de sales fundidas, haciendo posible el diseño de productos comerciales avalados por la garantía de los resultados experimentales obtenidos gracias a esta actuación.

Contribuye a la resolución de un problema o debilidad regional

Este proyecto ha permitido mejorar de forma importante el conocimiento y la experiencia existente en relación con el uso de sales fundidas como medio de almacenamiento térmico y fluido de trabajo en centrales termosolares de torre. Muchas de las empresas promotoras de centrales termosolares de producción eléctrica en España, mostraron su interés por este proyecto y sus resultados.

Entre ellas cabe destacar SENER, empresa que ha realizado una apuesta estratégica muy fuerte en relación con el uso de sales de nitrato fundidas tanto para almacenamiento térmico (plantas ANDASOL-I y II), como para fluido de trabajo en receptores de centrales termosolares tipo torre (planta GEMASOLAR). En la planta GEMASOLAR se ha implementado el conocimiento adquirido en la PSA gracias a este proyecto, estando el diseño de su receptor solar y sistema de almacenamiento térmico mediante sales fundidas basado en los datos experimentales adquiridos en la PSA gracias al equipamiento de este proyecto. La planta GEMASOLAR ha sido la primera central termosolar comercial del mundo con un receptor central y sistema de almacenamiento basado en sales fundidas. La construcción de la planta GEMASOLAR en el municipio de Fuentes de Andalucía (Sevilla) supuso una fuerte dinamización de la economía local de aquella zona, gracias a los más de 400 puestos de trabajo creados para su construcción. Adicionalmente a este beneficio económico directo para esa zona de Andalucía, al ser la primera central termosolar de este tipo en el Mundo ha proyectado internacionalmente la imagen de Andalucía, no solo mediante las innumerables visitas que ha recibido, y sigue recibiendo, esta planta de técnicos y personas procedentes de aquellos países interesados en conocer esta tecnología innovadora, sino también a través de los innumerables reportajes científicos que se han hecho eco de la existencia de esta planta en Andalucía.

Tiene un alto grado de cobertura sobre la población a la que va dirigido

El colectivo de población que pueden, en último extremo, resultar beneficiados por la adquisición de equipamiento y el desarrollo de las actividades de investigación que se realizan en la PSA, es muy amplio.

Existen al menos tres poblaciones a las que va dirigida la presente actuación:

- Por un lado, la comunidad científica. La PSA es el mayor centro europeo de investigación y desarrollo en tecnologías de concentración solar y tiene acuerdos de colaboración tanto con organismos nacionales como internacionales, entre los que se incluyen universidades y proyectos de investigación y educacionales. La PSA es miembro fundador de “*Alliance of European Laboratories on Solar Thermal Concentrating Systems*” (SolLab), abierto a nuevas posibilidades de desarrollo científico de investigadores en formación en la PSA. Además de esto, la PSA está permanentemente abierta a estudiantes de todo el mundo, lo cual permite que unos cuarenta estudiantes de diferentes nacionalidades se formen anualmente en el conocimiento de la tecnología solar térmica y fotoquímica solar.

Con respecto a las actividades de formación, se cuenta con un convenio de referencia con la UAL para la gestión conjunta de un programa de contratos predoctorales y además se suscriben acuerdos educacionales 'ad hoc' para recibir a estudiantes procedentes de universidades de todo el mundo.

De hecho, esta duradera colaboración con la UAL se ha visto incrementada y consolidada con la creación del 'Centro Mixto CIEMAT-UAL para la Investigación en Energía Solar', denominado 'CIESOL'. Aparte de los proyectos que se vienen desarrollando conjuntamente en varios campos de la ciencia, cada año se viene impartiendo el 'Master en Energía Solar' de CIESOL. Este master tiene una duración de un curso académico y forma parte del catálogo de 'enseñanzas propias' de la Universidad de Almería.

- Un segundo sector de la población a la que va dirigida esta actuación es la industria. No sólo la directamente beneficiada por ejecución de esta actuación, sino las que puedan hacer uso de las mismas.

En una reunión mantenida en mayo de 2008 con las principales empresas involucradas actualmente en el desarrollo y construcción de plantas solares termo-eléctricas, todas ellas mostraron su necesidad de que se investiguen y aclaren las numerosas interrogantes técnicas que existen actualmente en relación con los sistemas de almacenamiento térmico mediante sales fundidas, ya que este es el sistema de almacenamiento que parece más viable en estos momentos para dichas plantas.

Entre las empresas que han mostrado su interés en poder disponer en la Plataforma Solar de Almería del equipamiento que aquí se solicita se encuentran ACCIONA, IBERDROLA, ABENGOA SOLAR, GEMASOLAR, SAMCA, SENER, VALORIZA, SOLAR MILENIO e IBEREÓLICA SOLAR. De todas las empresas anteriores sobresale SENER, ya que esta empresa ha realizado una apuesta estratégica muy fuerte en relación con el uso de sales de nitrato fundidas tanto para almacenamiento térmico (plantas ANDASOL-I y II, y Extresol) como para fluido de trabajo en receptores tipo torre (planta GEMASOLAR). El equipamiento instalado permite el desarrollo de las plantas solares termoeléctricas, al intentar dar respuesta a las múltiples cuestiones técnicas que aún quedan por resolver en relación con los sistemas de almacenamiento térmico mediante sales fundidas.

Las inversiones cofinanciadas realizadas en las actuaciones presentadas ayudan a abordar con éxito el salto tecnológico que permita a la industria española mantener su liderazgo actual en el despliegue de esta fuente renovable de energía.

- Finalmente, aunque no por ello menos importante, la variedad de actividades científicas que se pueden realizar en la PSA es tan amplia que sus resultados son de interés evidente para la población, en general. Con objeto de poder difundir el conocimiento y la tecnología que la Plataforma Solar de Almería ha desarrollado durante sus 35 años de trabajo a través de su diaria labor investigadora, se ofrece a los visitantes que acceden a la PSA un recorrido guiado por sus instalaciones a través del "Centro de Atención al Visitantes de la Plataforma Solar de Almería". Durante este trayecto el visitante obtiene puntual información de todas y cada una de las distintas tecnologías que conforman este centro, dedicado principalmente a la Energía Solar Térmica de Concentración. De hecho, a través de esta actividad de PSA visitan el centro alrededor de 4.000 personas/año, de ellos el 70% alumnos de ESO y Bachillerato.

España cuenta con un recurso solar abundante a la vez que mantiene una fuerte dependencia energética de fuentes de energía fósil que, en su mayor parte, proceden de otros países. Las energías renovables y, en particular, la electricidad solar térmica ofrecen una solución a la creciente presión global sobre los combustibles fósiles y su continua subida de precios. Es necesario pues hacer un mayor uso de este recurso autóctono puesto que las energías renovables pueden aliviar la economía nacional, por ejemplo, contribuyendo a una bajada de precios de la energía primaria y entrada de recursos por exportación de electricidad solar. Por ello, formando un sector de investigación potente en este campo en nuestro país, se garantiza un impacto socioeconómico positivo de interés evidente en la población de público en general.

Se han tenido en consideración los criterios horizontales de igualdad de oportunidades y de sostenibilidad ambiental

Tal como se recoge en varios informes nacionales e internacionales, uno de los problemas que todavía tiene que enfrentar y resolver la ciencia es el, todavía considerable, efecto del sesgo de género. Y este efecto es todavía más significativo en el campo de las ciencias relacionadas en las que se enmarca el ámbito de trabajo de la PSA.

Consciente de ello, en la PSA se hace un esfuerzo constante por la incorporación de mujeres en su plantilla, constituyendo en la actualidad el 25-30 % de la misma, incluyendo puestos de máxima responsabilidad en el área técnica. En la misma línea, el centro incorpora diversas medidas de conciliación familiar.

Por otra parte, con relación a la integración de personas discapacitadas, los edificios que integran la PSA y que alojan los equipamientos instalados cuentan con los elementos estructurales necesarios para el acceso de estas personas a los mismos.

Además, las actividades que desarrolla la PSA pueden contribuir a generar riqueza en otros países menos desarrollados. Los países del Magreb son ricos en el recurso solar. Un estudio llevado a cabo por el Instituto Aeroespacial Alemán (DLR) demuestra que sería posible generar electricidad a gran escala en el norte de África mediante plantas termosolares y que esta electricidad podría ser exportada a Europa a través de los cables submarinos de transmisión eléctrica ya construidos o en proyecto, que discurren en paralelo a los gasoductos.

Además, es posible aprovechar el calor residual generado en las plantas termosolares para inyectarlo en plantas desaladoras de agua colocadas 'aguas abajo', generando de esta forma grandes cantidades de agua potable a bajo coste. Este planteamiento pues, presenta una serie de ventajas:

- Suministro de electricidad 'limpia' a países de economía emergente cuyas necesidades energéticas crecen rápidamente.

- Suministro de la electricidad restante a Europa, evitando así las correspondientes emisiones.
- Producción de agua potable en grandes cantidades y a bajo coste en regiones donde es un recurso escaso.
- Con esta industria se fija a la población autóctona y se genera riqueza a nivel local en los países del Magreb.
- Las empresas españolas, actualmente líderes del mercado, tienen la oportunidad de exportar esta tecnología.

Obviamente, el desarrollo de las tecnologías solares de concentración puede ser ventajoso para la industria española y, a la vez, contribuir a mejorar el nivel de vida y la estabilidad en los países de la cuenca mediterránea, especialmente en el Magreb.

De nuevo, el papel de la PSA puede ser relevante y contribuir de manera significativa a mejorar el nivel de vida en los países de la cuenca mediterránea.

Sinergias con otras políticas o instrumentos de intervención pública

En este sentido, deben destacarse sinergias tanto a nivel nacional como a nivel europeo. Las actuaciones que se llevan a cabo en la PSA son acordes con el Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011 en el momento de la firma del convenio y, en la actualidad, con la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación para el período 2013-2020. En concreto, dentro de su segundo objetivo, “Fomento de la investigación científica y técnica de excelencia”, se incluye la consolidación y usos de las ICTS. La PSA se encuentra enmarcada en el Mapa de Infraestructuras Científico Tecnológicas, que permite una especialización en las diversas áreas del conocimiento y al mismo tiempo una complementariedad y transversalidad entre los diversos centros a la hora de aplicar las políticas de I+D+i y sobre todo para aplicar eficazmente los instrumentos de financiación de las mismas.

A nivel europeo debe indicarse que la PSA está reconocida por la Comisión Europea, desde 1990, como una “Large European Scientific Installation”. En cada uno de los sucesivos programas marco para investigación y desarrollo, la Comisión Europea ha incluido una actividad horizontal encaminada a la utilización de estas instalaciones singulares para grupos de investigación de otros países que de otra forma no tendrían acceso a las mismas. En el programa actual, se encuentra vigente “SFERA-II” (<http://sfera2.sollab.eu/home>) cuyos objetivos son los siguientes:

“- Transnational Access: Researchers will have access to five state-of-the-art high-flux solar research facilities, unique in Europe and in the world. Access to these facilities will help strengthen the European Research Area by opening installations to European and partner countries' scientists, thereby enhancing cooperation.

- Networking: These include the organisation of training courses and schools' to create a common training framework, providing regularised, unified training of young researchers in the capabilities and operation of concentrating solar facilities. Communication activities will seek to both strengthen relationships within the consortium, creating a culture of cooperation, and to communication to society in general, academia and especially industry what SFERA is and what services are offered.

- The Joint Research Activities aim to improve the quality and service of the existing infrastructure, extend their services and jointly achieve a common level of high scientific quality”.

La PSA está perfectamente alineada con el European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI), concretamente a través de “EU-Solaris” (European Research Infrastructure for Concentrated Solar Power, <http://www.eusolaris.eu/Home.aspx>) siendo miembro de su consorcio y siendo la institución líder por parte española. El objetivo de EU-Solaris es alcanzar una coordinación real de las capacidades de I+D y de los avances en las tecnologías de concentración solar de los centros de investigación europeos, así como de los países vecinos, para impulsar el desarrollo tecnológico de la industria.

En cuanto a las sinergias con las políticas regionales, en el próximo periodo de programación de fondos europeos, las políticas de ciencia y tecnología regionales se desarrollarán de acuerdo a las estrategias de investigación e innovación para una especialización inteligente (RIS3). En la RIS3 de Andalucía 2014-2020, se recoge como uno de sus ejes prioritarios la dotación de infraestructuras y el uso eficiente y compartido de las ya existentes, para convertirlas en la base del conocimiento y la innovación de máxima calidad sobre las que se cimiente la competitividad y la excelencia regional, mencionando específicamente las ICTS. En este contexto, la PSA es identificada como una de las capacidades científico-tecnológicas disponibles para la prioridad “Fomento de energías renovables, eficiencia energética y construcción sostenible”.