



Agencia Andaluza de la Energía
CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA

TECNOLOGÍA TERMOSOLAR

Septiembre 2011





INDICE

| | |
|--|----------|
| 1 PRINCIPIOS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO..... | 3 |
| 2 TIPOS DE CENTRALES..... | 4 |
| 2.1 CENTRALES DE COLECTORES CILINDRO PARABÓLICOS (CCP) | 4 |
| 2.2 CENTRALES DE RECEPTOR CENTRAL O TORRE..... | 5 |
| 2.3 CENTRALES DE DISCO PARABÓLICO..... | 6 |
| 3 VENTAJAS DE LAS CENTRALES TERMOSOLARES..... | 7 |



El avance de los países desarrollados se ha basado en el consumo masivo de los combustibles fósiles. Para los países en vías de desarrollo, las necesidades energéticas son aún más vitales si pretenden equipararse con países que disponen de unas infraestructuras y niveles de industrialización ya consolidados.

Los graves efectos medioambientales en el clima regional y global provocados por el actual sistema energético están haciendo que la sociedad esté tomando conciencia acerca de la necesidad de considerar cambios en dicho sistema. Estos cambios se dirigen hacia el desarrollo de sistemas más eficientes, hacia el fomento de una cultura de consumo más razonable, a la implantación de tecnologías energéticas que utilicen fuentes de energías renovables, etc., con el fin de lograr un modelo energético sostenible.

El sistema energético actual se caracteriza porque la mayor parte del consumo final de energía tiene lugar en forma de calor y trabajo, en muchos casos a través de electricidad como forma energética de alta calidad exergética y gran comodidad de transporte. Esto, unido a la importancia de la energía solar como fuente de energía renovable, hace que las centrales termosolares, como sistemas generadores de energía eléctrica, adquieran gran relevancia de cara a asegurar las necesidades energéticas de una sociedad respetuosa con el medio ambiente.

1 Principios generales de funcionamiento

En general, una central termoeléctrica es un sistema capaz de generar energía eléctrica a partir de energía térmica mediante lo que se conoce como ciclo de potencia, y para poder desarrollar este ciclo se necesita una fuente de energía primaria a partir de la cual obtener la energía térmica necesaria.

Si la fuente de energía primaria es la energía química de un combustible fósil (carbón, gas o fuel-oil), la central termoeléctrica se denomina central termoeléctrica convencional. Si la fuente de energía primaria es la radiación solar, la central termoeléctrica se denomina Central Energética Termosolar (CET).

Al contrario que una instalación fotovoltaica, una CET no genera electricidad directamente a partir de la radiación solar, sino que transforma esta radiación en energía térmica que es aportada a un ciclo de potencia convencional y este transforma esa energía térmica en energía mecánica. Posteriormente, mediante un generador eléctrico se transforma la energía mecánica en energía eléctrica, siendo ésta última la que se inyecta a la red eléctrica y llega a los puntos de consumo.

Las CETs pueden incorporar un sistema de almacenamiento de energía, lo que permite seguir suministrando energía en ausencia de radiación solar. Dependiendo de la capacidad del sistema de almacenamiento, así será el intervalo de tiempo diario durante el cual se podrá seguir suministrando energía eléctrica.

Las CETs en las que la única fuente de energía es la radiación solar se califican como sistemas solo-solar. Si la radiación solar, como fuente de energía primaria, es complementada con el aporte energético de un combustible convencional, la central se denomina híbrida. En la Figura 1.1 se representan los componentes básicos de una CET en la que se ha incluido un sistema de almacenamiento y un apoyo con combustible fósil. En realidad, únicamente el concentrador y el receptor son sistemas específicos de una CET y forman lo que se denomina campo solar, el resto son sistemas comunes para cualquier central termoeléctrica.



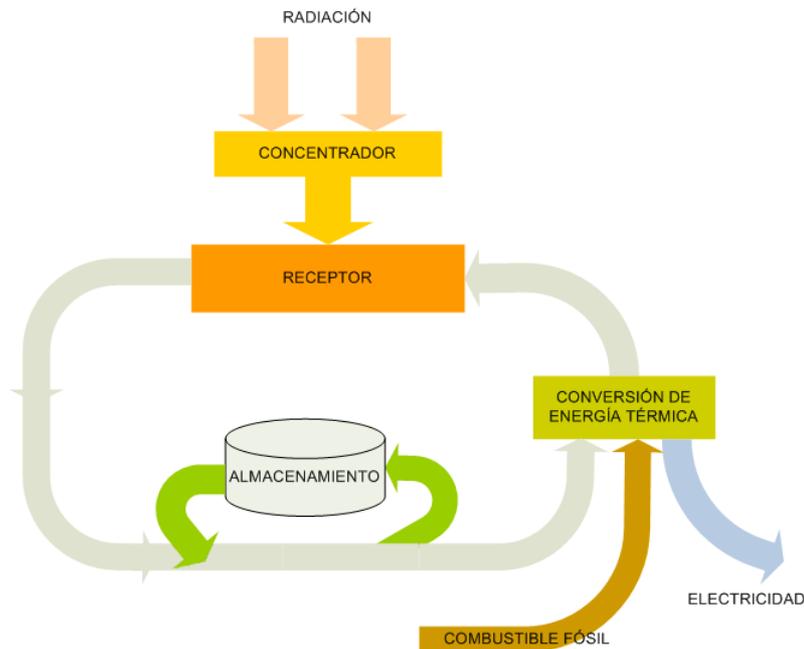


Figura 1.1: Esquema básico de funcionamiento de una CET

El sistema concentrador está constituido por superficies reflectoras que interceptan, concentran y reflejan la radiación solar dirigiéndola hacia el receptor que se encarga de captar esta radiación concentrada e introducirla en el sistema. Como el objetivo es concentrar los rayos solares sobre la superficie del receptor, el sistema concentrador debe disponer de un mecanismo de control que le permita seguir la trayectoria del sol de modo que siempre se encuentre enfocado hacia él. Una vez que la radiación concentrada llega al receptor, éste la convierte en energía térmica mediante una transferencia de energía al fluido de trabajo. Por último, el sistema de conversión de energía térmica transforma esta energía en energía eléctrica.

Una característica diferencial de los sistemas termosolares es que la concentración de la radiación la realizan mediante reflexiones especulares, esto hace que únicamente sea aprovechable la componente directa de la radiación solar.

2 Tipos de centrales

Se distinguen tres tipos de centrales termosolares atendiendo a las características del campo solar, es decir, al sistema utilizado para convertir la radiación solar en energía térmica.

2.1 Centrales de Colectores Cilindro Parabólicos (CCP)

En este tipo de centrales el campo solar lo constituyen filas paralelas de colectores cilindro parabólicos (CCP), pudiendo cada fila albergar varios colectores conectados en serie. Cada colector está compuesto básicamente por un espejo cilindro-parabólico que refleja la radiación solar directa concentrándola sobre un tubo receptor colocado en la línea focal de la parábola, es decir, concentran la radiación solar en dos dimensiones. Aunque el valor máximo teórico de



la razón de concentración de un CCP está en torno a 200, en la práctica, los valores usuales de este parámetro están entre 30 a 80 veces.

Como consecuencia de la concentración de la radiación solar se produce un calentamiento del fluido que circula por el interior del tubo receptor.

Este tipo de sistemas pueden operar de manera eficiente calentando el fluido que pasa por su interior hasta temperaturas del orden de los 400°C. La Figura 2.1 muestra los principales elementos de este sistema de concentración solar.

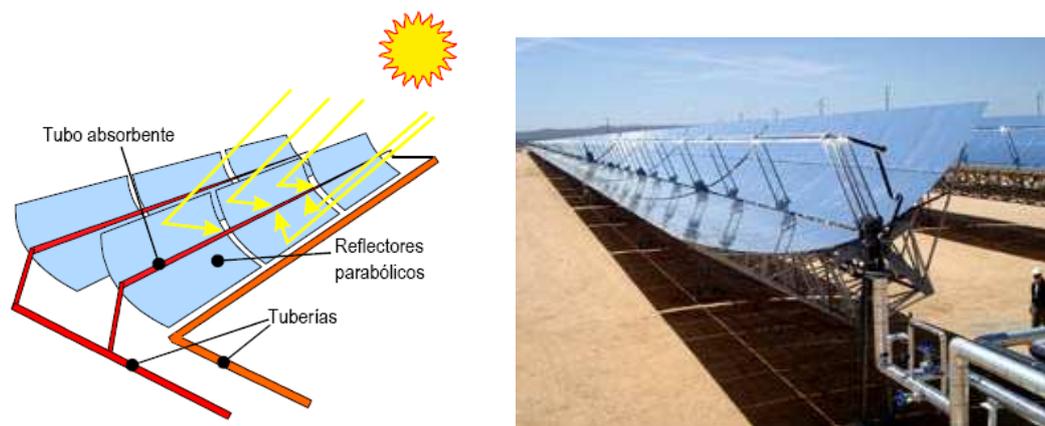


Figura 2.1: Colector cilindro parabólico

2.2 Centrales de Receptor central o Torre

Consisten en un campo de helióstatos (espejos) que siguen la posición del sol en todo momento (elevación y acimut) y orientan el rayo reflejado hacia el foco colocado en la parte superior de una torre.

La Figura 2.2 representa este tipo central. En este caso la concentración se realiza en tres dimensiones y no en dos como en los CCP, esto hace que el fluido de trabajo que circula por el receptor puede alcanzar temperaturas por encima de los 500 °C. Los órdenes de concentración son de 200 a 1000 y las potencias unitarias de 10 a 200 MW.

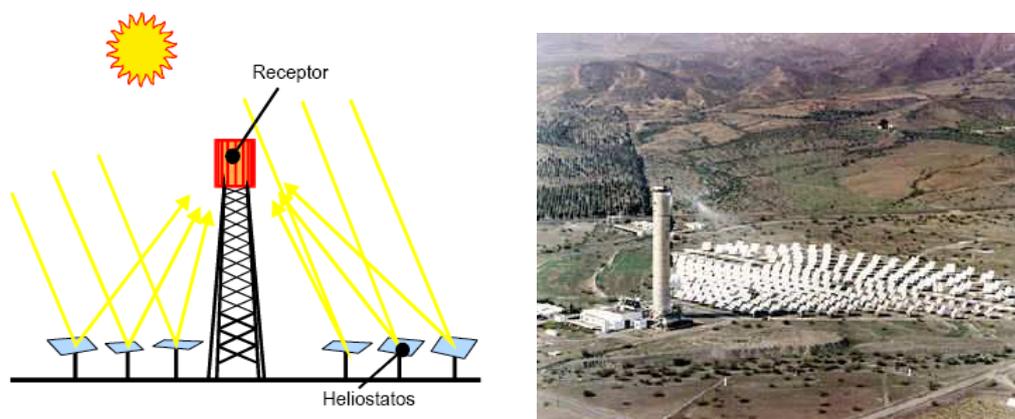


Figura 2.2: Esquema de una central tipo torre y campo de helióstatos



2.3 Centrales de Disco Parabólico

Son pequeñas unidades independiente formadas por un reflector con forma de paraboloide de revolución que concentra los rayos en el receptor situado en el foco del paraboloide y que, a su vez, integra el sistema de generación eléctrica basado en un motor Stirling. Una variante de este tipo de centrales son las que en lugar de un reflector dispone de varios reflectores de modo que el conjunto forma una estructura que se asemeja a un paraboloide de revolución. La Figura 2.3 representa ambas posibilidades.

Al igual que en las centrales de receptor central, la concentración se realiza en tres dimensiones e incluso se alcanzan mayores concentraciones, esto permite trabajar con temperaturas de operación aún más elevadas, por encima de los 700 °C. Los niveles de concentración pueden ir desde 1000 hasta 4000 y, para tamaños de disco normales, en torno a los 10 m. de diámetro, las potencias unitarias van de 5 a 25 kW_e.

Los sistemas de disco parabólico se caracterizan por su alta eficiencia, modularidad, autonomía de operación y capacidad de hibridación, no sólo con sistemas de energía convencional, sino también con otros sistemas termosolares.

De los tres tipos de CETs, es el sistema que ha alcanzado la mayor eficiencia pico de conversión (29,4%) de radiación solar en energía térmica.

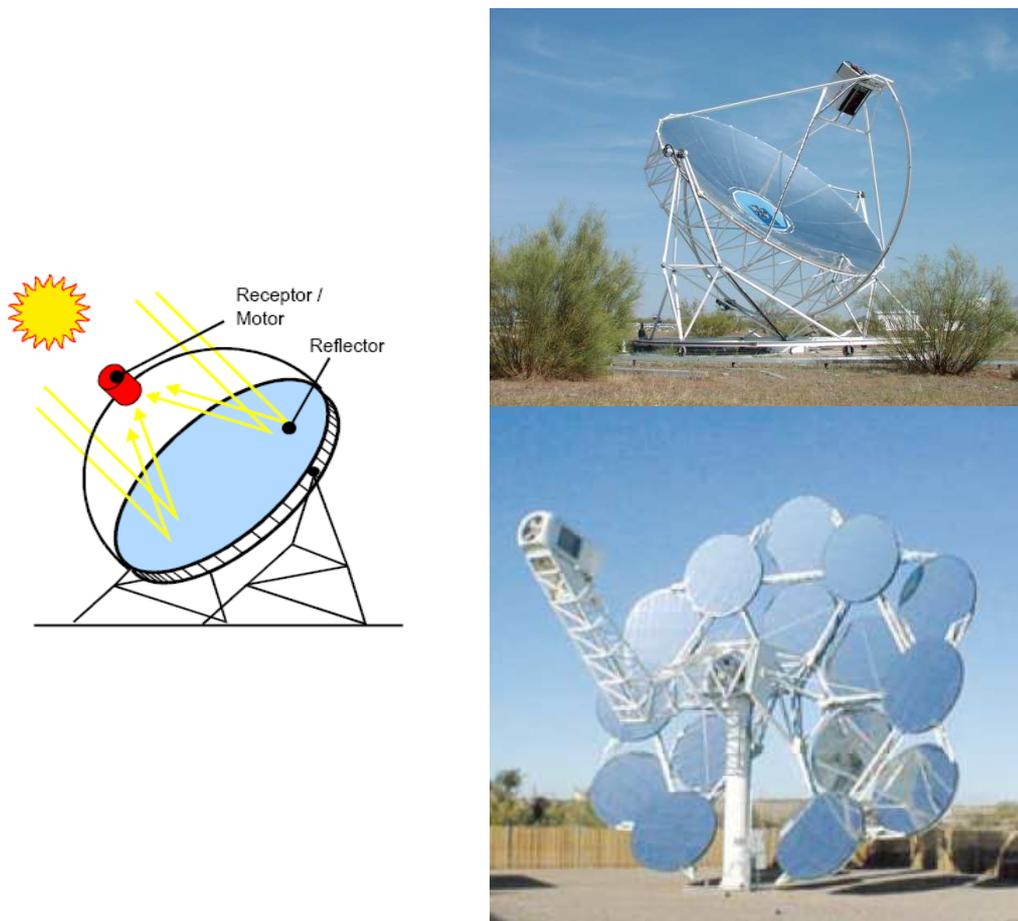


Figura 2.3. Disco parabólico

3 Ventajas de las centrales termosolares

Las centrales termosolares son capaces de producir electricidad a partir de un recurso inagotable como es el Sol sin emitir emisiones contaminantes. Las principales ventajas de este tipo de central frente a las convencionales se indican a continuación:

A lo largo de la vida útil de una central termoeléctrica se producen emisiones de gases contaminantes asociados a las diferentes actividades relacionadas con la misma, siendo la más evidente las emisiones derivadas de su propio funcionamiento. En este sentido las centrales termosolares (sin hibridación) al emplear como fuente de energía primaria la radiación solar carecen de emisiones y liberan de emisiones contaminantes a la atmósfera. Este panorama es muy distinto al que presentan las centrales termoeléctricas que emplean combustibles fósiles de carbón o derivados del petróleo.

Los objetivos ratificados por el gobierno español y por la Junta de Andalucía en su planificación energética respecto al protocolo de Kyoto, implican políticas favorecedoras de tecnologías que reduzcan la emisión de gases de efecto invernadero, entre las que destaca la promoción de implantación de las centrales termosolares. A nivel andaluz, esto ya se ha traducido en hechos: Andalucía ha sido pionera a nivel europeo al albergar la puesta en funcionamiento de la primera central termosolar a nivel comercial. Se trata de una central de tecnología de torre de 11 MW ubicada en Sanlúcar la Mayor, Sevilla.

Al ser el Sol la fuente de energía primaria de las centrales termosolares, no existe una extracción de recurso ni un transporte del mismo, realizándose su acondicionamiento en la propia central, de ahí que suelen ocupar grandes extensiones de terreno en el que se ubican los espejos que concentran la radiación solar sobre el receptor para que éste sea capaz de transformar la energía solar en energía térmica. En este sentido, en el caso de las centrales termoeléctricas convencionales, el uso de la fuente energética implica una extracción del recurso que suele tener lugar en yacimientos geológicos de otros lugares o países. Posteriormente se requiere su transporte para que llegue a la central. Además el recurso debe ser acondicionado para que alcance las características exigidas por la central. Las dos primeras actividades conllevan unos costes sociales (sobreexplotación laboral, etc.), medioambientales (residuos radiactivos, etc.) además de unos riesgos medioambientales (catástrofes de vertidos por hundimiento de barcos, etc.).

Por otra parte el acondicionamiento del recurso suele llevarse a cabo en instalaciones adicionales siendo el impacto ambiental de dichas instalaciones elevados, así como el de las infraestructuras de distribución asociadas. Todos estos costes no se computan a la hora de considerar diferencias entre centrales, cuestión ésta que se debería tener en cuenta a la hora de evaluar centrales termoeléctricas desde el punto de vista de un sistema energético responsable que conduzca hacia un desarrollo sostenible.

La tecnología termosolar ofrece unas posibilidades de liderazgo tecnológico por parte de empresas andaluzas. Las condiciones climáticas y geográficas, estado de desarrollo industrial y económico, y el marco legislativo español, hacen de Andalucía el lugar ideal para ser líder y referente a nivel mundial. Además la industria andaluza se encuentra en un lugar privilegiado a nivel internacional gracias, en su mayor parte, a las actividades de I+D+i desarrolladas en la Plataforma Solar de Almería, en la que han participado empresas andaluzas y que ha servido como campo de formación de consumados especialistas en este sector. Cabe destacar las iniciativas de empresas andaluzas que han apostado por la inversión en la investigación y



desarrollo de estas tecnologías, principalmente en la tecnología de colectores cilíndrico-parabólicos, y en la de torre, investigaciones que están originando como resultado la construcción de centrales comerciales con tecnología andaluza.

La industria andaluza, por tanto, lidera la fabricación de una tecnología con un mercado potencial más que interesante que ya se está haciendo realidad en Andalucía, mercado cuya potencialidad se incrementa sobretodo en los países que reúnen las características de radiación adecuadas para su implantación (los denominados países del cinturón solar), países en los que se prevé un aumento intenso de la demanda de energía eléctrica en los próximos años como consecuencia de su desarrollo al pretender equipararse con países que disponen de unas infraestructuras y niveles de industrialización ya consolidados.

Existe una dependencia evidente de Andalucía respecto a las fuentes energéticas convencionales. La generación de energía eléctrica mediante centrales termosolares paliaría la dependencia del exterior reduciendo las importaciones de combustible fósiles de otros países. Además, la implantación de centrales termosolares en Andalucía, contribuye a que, al menos el 50% de los costes de inversión repercutan en la industria andaluza, aumentando este porcentaje hasta un 100% en caso de que los equipos termosolares fueran de fabricación propia.

Otro aspecto a destacar es que la realización de las centrales termosolares, normalmente, se realiza en lugares en los que el coste del terreno es bajo, que tradicionalmente coinciden con zonas económicamente desfavorecidas. Por tanto, sería un canal de activación económica para su emplazamiento.

También se debe reflexionar sobre la existencia de los costes económicos externos asociados al uso de centrales termoeléctricas que usan combustible fósiles y las centrales de carbón que normalmente no se plantean como pueden ser sus costes sanitarios (problemas respiratorios de la población), costes de transporte y eliminación de residuos así como los vertidos que puedan derivar de esta actividad. El coste de una central termosolar en estos aspectos sería nulo.

La construcción de una central termosolar significa un aumento del empleo en su emplazamiento debido a:

- Necesidad de empleo local directo durante su construcción. Se estima un número mínimo de 10 empleos por año y por megavatio de potencia nominal de la central. Por ejemplo, para una central termosolar basada en la tecnología cilíndrico-parabólica de potencia nominal de 50 MW, se generarían 500 empleos directos al año durante su construcción.
- Activación de empleos indirectos en la zona: Existe una necesidad de servicios asociados a la construcción de la central que se ha de cubrir por empresas locales y que conlleva nuevos puestos de trabajos en la zona.
- Mantenimiento durante la vida útil de la central. Las labores de mantenimiento en este tipo de central implican empleados que realicen esta función. En este sentido, se estima como mínimo 1 empleo al año por megavatio nominal de la central termosolar.
- Creación de empleos en industrias fabricantes de equipos y tecnología de centrales termosolares.



Existen diversos ejemplos que ponen de manifiesto el rechazo social que supone la construcción de una central termoeléctrica convencional en una zona puesto que la población, en general, las concibe como una amenaza medioambiental y una fuente de residuos que altera el ecosistema y acaba afectando a su entorno de manera negativa.

La percepción general por parte de la sociedad de la bondad de las energías renovables junto a la nula emisión de gases por parte de una central termosolar supondría un completo giro a esta problemática por su elevada aceptación social.

El sistema actual de generación de energía eléctrica es fuertemente centralizado. El uso de centrales termosolares permite esquemas descentralizados de generación de energía eléctrica que conseguirían evitar pérdidas en el transporte de energía ya que se conseguiría aproximar espacial y temporalmente la producción al consumo. Adicionalmente se aumenta la posibilidad de permitir la cogeneración y, por consiguiente, existiría un aumento en la eficiencia del sistema energético.

Paralelamente un esquema descentralizado de producción eléctrica supondría que las centrales se encontraran más cerca de los usuarios finales concienciándolo en la importancia del ahorro de energía eléctrica, evitando así el actual despilfarro energético.

