

Resumen ejecutivo

Introducción

El aprovechamiento de energía solar de concentración para su uso en aplicaciones térmicas ha tenido muy escasa implantación en España. En el caso particular de redes de climatización, la integración de instalaciones solares térmicas es prácticamente nula. Este estudio pretende demostrar que el uso de energía solar de concentración en aplicaciones térmicas, como puede ser una red de climatización, es una opción viable a tener en cuenta que puede ser muy interesante según sea el escenario económico considerado.

El presente informe analiza la viabilidad técnica y económica de la integración de una instalación solar de concentración en una red de climatización, para lo cual se ha tomado como referencia una red en la provincia de Jaén. El análisis se realiza utilizando por un lado los datos teóricos de diseño de la red disponibles públicamente y por otro lado determinadas hipótesis en aquellos casos en los que los datos no eran conocidos. Así mismo, el análisis se realiza para la demanda teórica de diseño de la red y para una demanda inicial, correspondiente a una demanda teórica al inicio de explotación.

La red de climatización elegida como referencia es un sistema centralizado diseñado para abastecer la demanda de calor (ACS y calefacción) y de frío de edificios, mediante calderas de biomasa y máquinas de refrigeración por absorción. Se ha elegido esta red como referencia para la realización del estudio por su ubicación geográfica, dado que la disponibilidad de irradiación solar directa en Jaén es significativa, y porque existe la posibilidad de abastecer con energía solar las demandas de calor y frío simultáneamente.

El estudio de viabilidad incluye la realización de una serie de simulaciones dinámicas que permiten analizar el comportamiento de las diferentes instalaciones propuestas para su integración en la red. A los resultados obtenidos se les aplica unos criterios técnicos y económicos para la selección de la solución óptima. La metodología seguida permite optimizar el número de simulaciones a realizar, así como identificar aquellas soluciones que son técnica y económicamente viables.

Metodología

La metodología empleada consta de los siguientes pasos:

1. Estimación de dos demandas energéticas diferentes a abastecer; una demanda teórica de diseño a pleno rendimiento de la red de referencia, y una menor demanda inicial adaptada a las condiciones iniciales de funcionamiento. En ambos casos, el perfil de demanda se calcula y se define estableciendo una serie de hipótesis previas.
2. Selección de tres tecnologías solares de concentración diferentes y definición de los parámetros que las caracterizan. Para ello se determinan sus especificaciones

técnicas (dimensiones, rendimiento, caudal, etc.) como un valor medio y representativo de cada tecnología, calculado a partir de datos de equipos reales proporcionados por diversos fabricantes.

3. Diseño e implementación en un programa de simulación dinámica de la configuración hidráulica y del sistema de control de la central de generación de energía, compuesta por la instalación solar de concentración integrada en el sistema de generación existente a partir de biomasa.
4. Identificación y definición de las variables que influyen significativamente en el comportamiento energético de la instalación. Se asignan valores a dichas variables y se combinan las diferentes posibilidades, de manera que se obtienen 76 instalaciones diferentes, que constituyen los casos a simular. Se evalúa el rendimiento energético para cada uno de ellos, a través de la variación de la fracción solar obtenida y la producción energética solar por m².
5. Determinación y aplicación de criterios de viabilidad técnica que permiten seleccionar qué instalaciones presentan mejor comportamiento energético:
 - Fracción solar anual mínima del **15%**. Se consideran las instalaciones cuya producción energética es significativa.
 - Se tienen en cuenta, para cada rango de superficie, solo aquellas instalaciones en las que incrementando el ratio de acumulación, el incremento de **fracción solar** sea de al menos un **15%**.
 - Se tienen en cuenta, para cada ratio de acumulación, aquellas instalaciones que incrementando su superficie no supongan una disminución del **ratio de producción** solar mayor al **20%**, medido éste con respecto al valor máximo de producción obtenido para cada ratio de acumulación.

Tras la evaluación de los resultados de las simulaciones, se identifican catorce instalaciones técnicamente viables, para cada perfil de demanda considerado.

6. Análisis económico de las instalaciones seleccionadas mediante el cálculo de los siguientes indicadores de rentabilidad: PR (Periodo de Retorno), TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto) y LCoHC (Coste nivelado de la energía). Este análisis se lleva a cabo desde el punto de vista de dos tipos de inversores diferentes: usuario final y ESE.
7. Determinación y aplicación de los criterios de viabilidad económica que permiten la selección de la mejor solución para cada tecnología:
 - PR < 15 años
 - VAN > 0
 - TIR máxima
8. Análisis de las instalaciones seleccionadas bajo diferentes escenarios futuros económicos posibles (evolución de precios de la biomasa, existencia de ayudas y préstamos, etc.) y estudio de su impacto sobre los indicadores económicos.

Resultados

Las instalaciones que mejores resultados técnicos y económicos proporcionan de acuerdo con los criterios establecidos, y que por tanto se presentan como mejores soluciones, son:

- Bajo condiciones de demanda de diseño: una instalación de **2.000 m²** de colectores lineales de Fresnel (LFC) con un volumen de acumulación de **100 m³**. Su producción solar es de **891 kWh/m²·año** proporcionando una fracción solar del **34%**.
- Bajo condiciones de demanda inicial: una instalación de **363 m²** de colectores cilindro parabólicos (CCP) con un volumen de acumulación de **20 m³**. Su producción solar es de **963 kWh/m²·año** proporcionando una fracción solar del **40%**.

Para la ubicación del campo solar se ha propuesto una parcela contigua al edificio que alberga los equipos de generación de la red. A continuación se incluyen unas fichas descriptivas del emplazamiento propuesto y de las instalaciones seleccionadas.

Emplazamiento teórico de la instalación solar	
Localización de la red	Jaén
Demanda	Calor
	Frío
Tipo de Instalación	Suelo
Ubicación	Parcela de 120 x 85 m (10.200 m ²)
Imagen	Google Earth

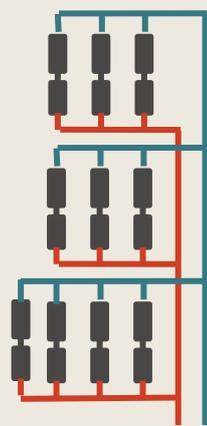


Tabla 1: Información general sobre la ubicación propuesta para la instalación solar

Los resultados económicos de las instalaciones seleccionadas se han calculado para ciertas hipótesis de partida (índice de precios de la biomasa, precio de venta del calor solar, etcétera) y en ausencia de financiación y subvenciones. Adicionalmente, se analizan estas instalaciones bajo otras hipótesis, obteniéndose resultados que mejoran notablemente los iniciales.

En el análisis económico se compara el coste de generación de la energía solar, incluyendo su inversión inicial y todos los costes de explotación, únicamente con el coste de combustible de biomasa. Esto debe ser así puesto que la instalación solar se incorpora a una instalación de generación de biomasa ya existente. No obstante, considerar la energía solar en la fase de diseño de una red podría suponer una disminución de la potencia de la instalación principal, de manera que la comparación del coste de generación solar no sería únicamente con el precio de la biomasa, sino con todos los costes evitados por dicha instalación solar.

Instalación de colectores lineales de Fresnel – Demanda diseño

Tipo de colector	Lineales de Fresnel		
Superficie Apertura	2.000 m ²		
Superficie Terreno	3.600 m ²		
Orientación	Norte-Sur		
Nº Captadores	20		
Nº captadores por batería	2		
Nº baterías	10		
Conexión a la red	Paralelo		
Conexión hidráulica	Horizontal		
Volumen acumulación	100 m ³	Producción	1.782 MWh/año
Ratio Acumulación	50 l/m ²	Producción por m ²	891 kWh/m ² año
Inversión Usuario	896.341€	Inversión ESE	746.951 €

Rentabilidad de la instalación

Usuario		ESE	
Periodo de retorno	12 años	Periodo de retorno	11 años
TIR	6,7%	TIR	8,4%
VAN	258.817 €	VAN	372.384 €
LCoHC	53 €/MWh	LCoHC	41 €/MWh

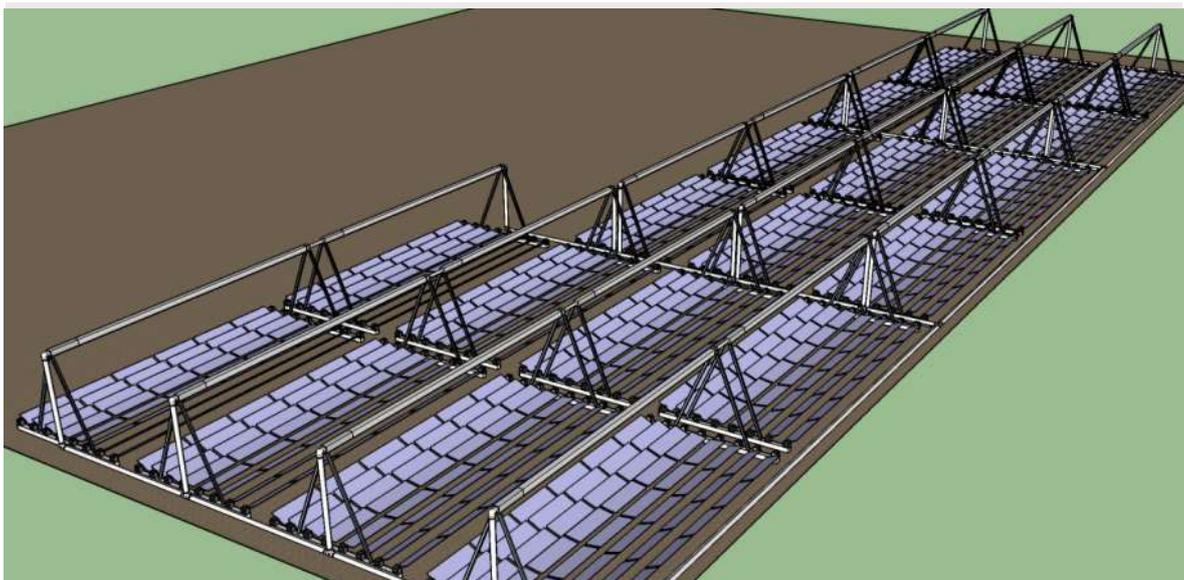


Tabla 2: Ficha de la instalación propuesta de colectores lineales de Fresnel. Demanda diseño

Instalación de colectores cilindro parabólicos – Demanda Inicial			
Tipo de colector	Cilindro parabólico		
Superficie Apertura	363 m ²		
Superficie Terreno	982 m ²		
Orientación	Norte-Sur		
Nº Captadores	8		
Nº captadores por batería	2		
Nº baterías	4		
Conexión a la red	Paralelo		
Conexión hidráulica	Horizontal	Fracción Solar	40%
Volumen acumulación	20 m ³	Producción	350 MWh/año
Ratio Acumulación	50 l/m ²	Producción por m ²	963 kWh/m ² año
Inversión Usuario	199.561 €	Inversión ESE	166.301 €
Rentabilidad de la instalación			
Usuario		ESE	
Periodo de retorno	8 años	Periodo de retorno	7 años
TIR	12,3 %	TIR	14,5%
VAN	214.400 €	VAN	230.474 €
LCoHC	66 €/MWh	LCoHC	51 €/MWh

Tabla 3: Ficha de la instalación propuesta de colectores cilindro parabólicos. Demanda inicial.