

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES CLIMÁTICAS EN EUROPA EN LA EFICIENCIA DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE CONEXIÓN A RED

Lillo Bravo I., Silva Pérez M.A., Ruiz Hernández V., Sáez Ramírez A.

Departamento de Ingeniería Energética y Mecánica de Fluidos. Universidad de Sevilla,
Avda. de los Descubrimientos s/n, Sevilla, 41092 España, Tfno:954487236, Fax:
954487233.
isidoro@esi.us.es

RESUMEN

En este trabajo se presenta un análisis comparativo de la influencia que tienen las condiciones climáticas reales en doce ciudades europeas sobre la eficiencia de una instalación fotovoltaica de conexión a red. Para ello, se han tomado los datos de irradiación, temperatura ambiente y velocidad y dirección de viento de cada localidad y se ha calculado la temperatura de un módulo tipo comercial, en función de la irradiación, velocidad y dirección del viento y temperatura ambiente. Con la irradiación incidente y la temperatura del módulo, se ha simulado el comportamiento de una misma instalación en las doce ciudades. Se concluye el trabajo analizando cómo varía la eficiencia de la instalación. Se cuantifica finalmente la mejora de la eficiencia en las ciudades del norte de Europa respecto a las sur, aunque estas últimas disponen de mayor irradiación.

PALABRAS CLAVE: Fotovoltaica, Eficiencia, Condiciones climáticas

ABSTRACT

It is presented in this work a comparative analysis of the influence of the real climatic conditions in twelve European cities over the efficiency of a photovoltaic installation connected to the grid. For that purpose and with the irradiation, ambient temperature and direction and speed of the wind of each city, the temperature of a commercial module has been calculated with these data. With the irradiation and the module temperature the behaviour of the same installation has been simulated in the twelve European cities. The work ends analysing the evolution of the efficiency of the installation. Finally it is quantified the better efficiency reached in the northern European cities than those in the south even though these cities have higher levels of irradiation.

KEYWORDS: Photovoltaic, Efficiency, Climatic conditions

INTRODUCCIÓN

La producción de energía de una instalación fotovoltaica de conexión a red depende de múltiples factores, entre los que destacan las condiciones climáticas y la eficiencia de los equipos que la componen. En concreto, la eficiencia del campo solar aumenta mientras mayor sea la irradiancia incidente y menor sea la temperatura de la célula. Esta temperatura de la célula depende de la irradiancia, temperatura ambiente, velocidad y dirección del viento, características térmicas de los materiales que la componen, entorno, etc... Por otro lado, la eficiencia del inversor depende, entre otros factores, de la intensidad a la salida del campo solar que está relacionada directamente con las condiciones climáticas existentes en cada momento, fundamentalmente la irradiancia.

Las condiciones de irradiancia, temperatura ambiente y velocidad y dirección del viento son diferentes en las distintas latitudes de Europa. Existen bases de datos de medidas climáticas que permiten asegurar que la radiación global incidente y la temperatura ambiente suelen ser menores en las ciudades situadas a latitudes mayores (norte de Europa) que en las ciudades situadas a latitudes menores (sur de Europa).

En este trabajo se realiza un análisis comparativo de la producción de energía y la eficiencia que tendría una determinada instalación fotovoltaica de conexión a red que estuviera situada en 12 ciudades europeas, con orientación sur e inclinación la latitud del lugar. Con ello, se pretende cuantificar la influencia que tienen las distintas condiciones climáticas en la producción de energía eléctrica inyectada a la red.

METODOLOGIA

Se han considerado las siguientes ciudades distribuidas en Europa por su latitud: Málaga (36,41°), Sevilla (37,72°), Atenas (38,04°), Lisboa (38,48°), Madrid (40,39°), Barcelona (41,31°), Roma (42,11°), La Coruña (43,22°), París (49,12°), Londres (51,35°), Berlín (52,25°) y Goteborg (57,19°). De estas ciudades, se han tomado los datos climáticos de la base de datos informática "METEONORM 4.0". Se han tomado 8760 valores horarios de radiación, temperatura ambiente y velocidad y dirección del viento, realizándose una simulación horaria de la instalación. Para ello, se ha estimado la temperatura del módulo conociendo la temperatura ambiente, la irradiancia y la velocidad y dirección del viento con un modelo térmico desarrollado que considera como hipótesis que los coeficientes de radiación y convección son constantes para cada nivel de irradiancia, I. Además se ha supuesto funcionamiento en régimen permanente, flujo de calor unidimensional a través del vidrio, temperatura e irradiancia uniforme en todos los puntos del panel y la superficie del panel y del terreno son grises y consideradas difusas.

La instalación fotovoltaica considerada es de 3,3 kWp, con 30 módulos de 110 Wp (15 en serie y 2 en paralelo) y un inversor de 2500 W. En cada ciudad, los módulos se han supuestos inclinados a un ángulo coincidente con la latitud del lugar, orientados al sur. En la fig. 1 se representa la forma de la curva de eficiencia del inversor con un máximo del 93%, y bastante plana. Esta curva corresponde a un inversor comercial. Se ha considerado que la eficiencia disminuye hasta un 5% a medida que la tensión a la entrada del mismo se separe por encima o por debajo de la tensión nominal hasta la tensión mínima o máxima

admisible por el inversor. También se han estimado unos autoconsumos en el inversor de 7 W y 0.25 W en condiciones de funcionamiento y de stand-by, respectivamente.

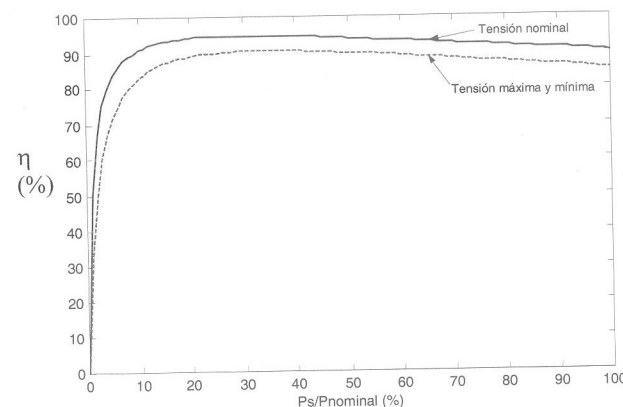


Fig. 1 Curvas de rendimiento del inversor considerado

Se ha simulado la instalación fotovoltaica descrita en las 12 ciudades. La simulación se ha realizado en intervalos horarios a partir de los datos climáticos según el criterio de utilizabilidad fotovoltaica (Lillo, I, 2000). En la simulación no se han incluido pérdidas en cableado, por efectos de posible degradación del campo solar, por suciedad o sombreado parcial ni por dispersión de los parámetros de los módulos.

CONDICIONES CLIMATICAS

Las condiciones climáticas en las 12 ciudades son diferentes. Desde el punto de vista de la radiación y la temperatura ambiente existe una gran diferencia entre las ciudades del norte y las del sur de Europa sobre todo en los meses de invierno, disminuyendo significativamente esta diferencia en los meses de verano, tal y como se representa en las figs. 2 y 3. Obsérvese como en la fig. 3 se diferencian claramente las ciudades del norte de las sur. La temperatura ambiente que se representa en estas figuras corresponde con la diaria media mensual para niveles de irradiancia mayores de 50 W/m². De forma similar sucede con la temperatura, en invierno es donde se producen las mayores diferencias entre las distintas ciudades, siendo menores estas diferencias en los meses de verano.

Desde el punto de vista de la velocidad y dirección del viento no se han detectado diferencias significativas entre las diferentes ciudades siendo una variable que no está directamente relacionada con la latitud.

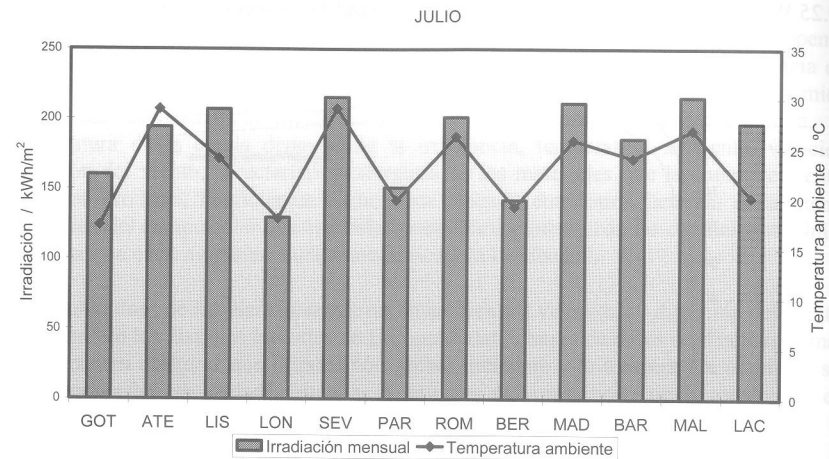


Fig. 2.- Distribución de la irradiación mensual y temperatura ambiente en julio

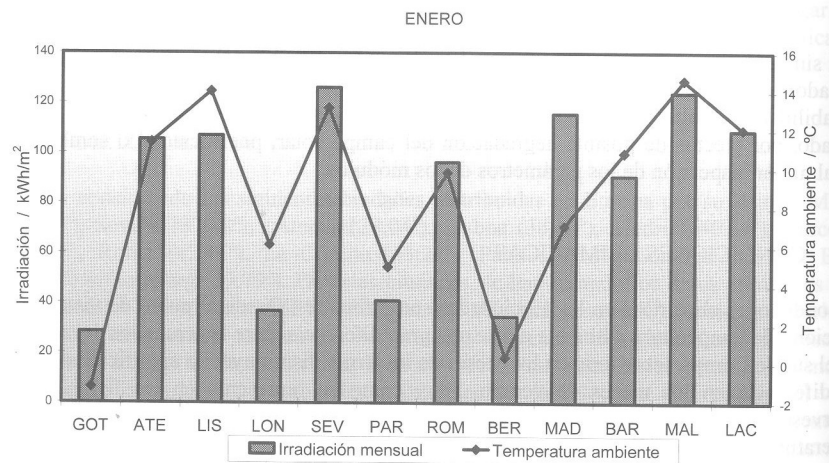


Fig. 3.- Distribución de la irradiación mensual y temperatura ambiente en enero.

Otro aspecto a destacar es la distribución de la radiación en las diferentes ciudades. Como se observa en la fig. 4, mientras mayor es la latitud, más frecuente es que existan niveles de irradiación bajos aunque en todas las ciudades se alcanzan niveles de irradiación entre 0 y 1000 W/m². En las zonas de altas latitudes la frecuencia de producirse muy bajos niveles de irradiación (< 100 W/m²) es del orden del doble que en las zonas de latitudes bajas de Europa.

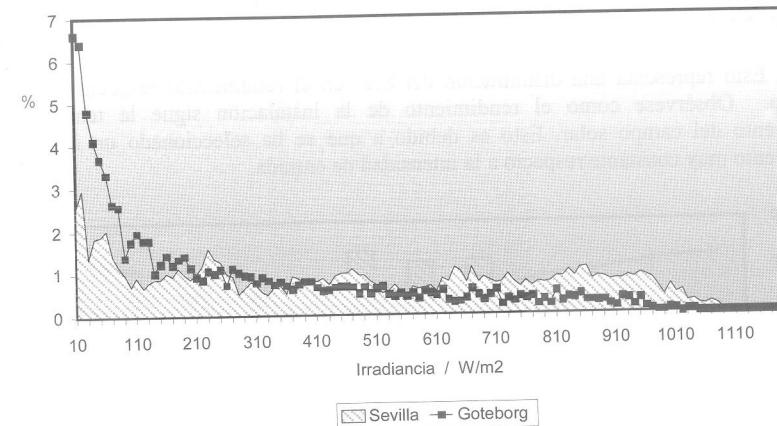


Fig. 4. Frecuencia de irradiancias en % para Sevilla y Goteborg.

De esta distribución de frecuencias y conociendo la radiación global anual se determina que en las ciudades del norte el intervalo de irradiación donde se recibe el 70% de la radiación anual esté entre 250-500 W/m² y en las ciudades del sur este intervalo es mayor y está entre 400-750 W/m².

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la fig. 5 se representa la energía útil inyectada a la red y el rendimiento de la instalación para las 12 ciudades.

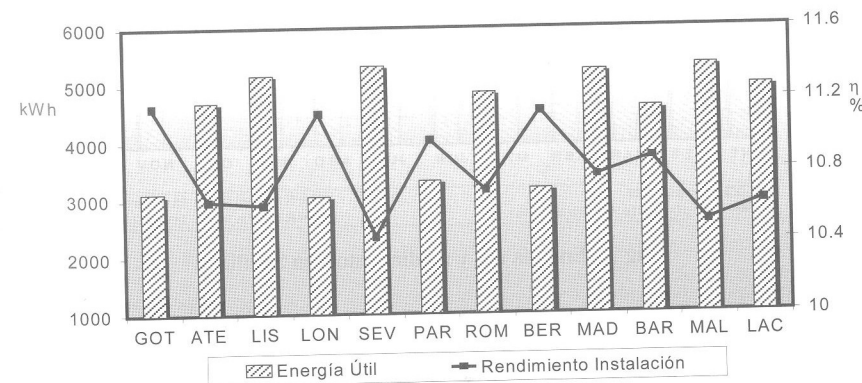


Fig 5.- Energía anual útil y rendimiento de la instalación en las 12 ciudades.

En las figs. 6 y 7 se muestra a título de ejemplo la distribución mensual de la energía útil, del rendimiento de la instalación, del rendimiento en el campo solar y del rendimiento del inversor. Se observa como en las zonas de altitudes elevadas (representadas por Goteborg), la eficiencia de la instalación es del orden de 12% en invierno y del orden del 11% en verano. Esto representa una disminución del 8% en el rendimiento respecto a su valor máximo. Obsérvese como el rendimiento de la instalación sigue la tendencia del rendimiento del campo solar. Esto es debido a que se ha seleccionado un inversor de rendimiento muy constante respecto a la intensidad de entrada.

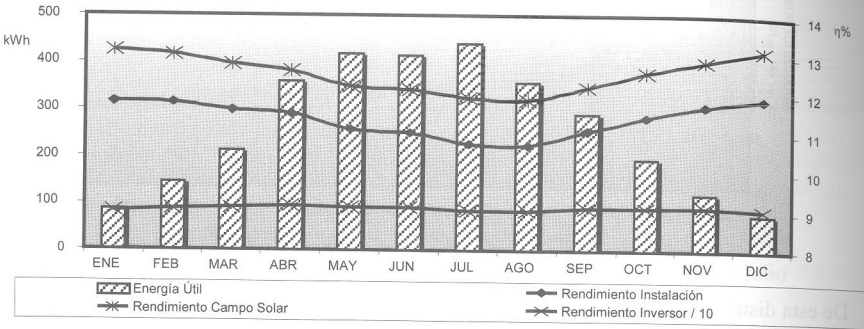


Fig 6.- Energía útil y rendimientos en Goteborg

En las zonas de latitudes bajas (representadas por Sevilla), la eficiencia de la instalación es del orden del 11% en invierno y del 10% en verano. Esta diferencia representa una disminución del orden del 9% en el rendimiento de la instalación respecto a su valor máximo.

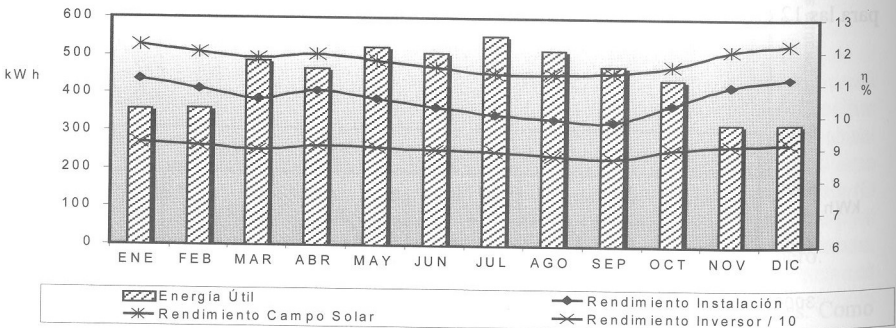


Fig 7.- Energía útil y rendimientos en Sevilla

REFERENCIAS

Lillo Bravo, I. Análisis energético de módulos fotovoltaicos. Metodología de diseño de instalaciones basada en la función utilizabilidad fotovoltaica. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. 2000.