

Asesoramiento a la elección de 4 enclaves con heliofanía efectiva máxima sobre España mediante datos AVHRR/NOAA.

A. Romo, S. Fraile y J. Sanz

Laboratorio de Teledetección, LATUV. Universidad de Valladolid. Valladolid. Edificio I+D, Campus Miguel Delibes, 47002 Valladolid. alf@latuv.uva.es.

1. Resumen

En el presente trabajo se muestra el "Trabajo de asistencia menor" realizado para la empresa ITMR. S.L, el cual consistió en facilitar las coordenadas de 4 localizaciones en España con máximas condiciones de heliofanía efectiva y el nombre de los municipios en los que se encuentran, con el fin de conocer los Grupos de Acción Local con los que deberían ponerse en contacto para ofertar un proyecto de energías renovables. Para ello se adoptó una metodología consistente en el análisis de mapas de porcentaje de nubosidad estimados a partir de datos de los satélites NOAA en la serie temporal 1987-2004. Los resultados muestran que los posibles enclaves pilotos son los municipios de *Gorafe* y *Llanos de Cortes* en la provincia de Granada y *El Bonillo* y *Ves*, en la provincia de Albacete.

2. Introducción

Frente a la inminente imposibilidad de seguir abasteciendo al planeta de energía proveniente de fuentes tradicionales, comienzan a cobrar gran importancia todas aquellas alternativas que plantean una nueva forma de convivir con el entorno. Las llamadas fuentes de energía renovables traen aparejadas grandes ventajas, como son: su carácter inagotable, el cuidado del medio ambiente y la posibilidad de producción descentralizada e independiente.

Por otra parte, la Unión Europea se ha comprometido para el año 2010 a que las fuentes energéticas renovables alcancen el quince por ciento del consumo de energía primaria de los países miembros. Estos compromisos deben ser asumidos no sólo por la Administración Central, sino también por el resto de Administraciones Públicas y por el conjunto de la ciudadanía.

La empresa ITMR SL (Innovaciones Tecnológicas para Mundo Rural S.L.), intenta presentar algunas ideas y sugerencias en el ámbito de las energías renovables, con el fin de contribuir al diseño de estrategias que respalden los procesos de

innovación tecnológica en el ámbito rural, como un instrumento o vía para desarrollar las actividades agrícolas y las actividades rurales no agrícolas. ITMR. S.L. se sirve de los fondos Europeos PROBER o LEADER para desarrollar dichas sugerencias. Estos programas tienen como objetivo impulsar el desarrollo endógeno y sostenido en todas las comarcas de España.

Desde un punto de vista industrial las energías renovables con mayor potencial en España, aparte de la eólica, son la biomasa y la solar (baja y alta temperatura), suponiendo esta última, la que mayores oportunidades ofrece para mejorar el autoabastecimiento energético en áreas rústicas, desprovistas de energía eléctrica.

El aprovechamiento de la energía solar es algo que no es muy frecuente encontrar en los hogares españoles y sin embargo, dada la situación geográfica y la tipología climática en nuestro país, es algo que no se debería pasar por alto.

Por otra parte, el ciudadano que decida utilizar este tipo de sistemas, puede tener una bonificación fiscal, opcional a descontar por parte de los Ayuntamientos, de hasta el 50% del Impuesto sobre Bienes e Inmuebles, Impuesto I. B. I. [1].

El aprovechamiento de la energía solar en forma térmica, hasta ahora ha sido recomendable tanto para instalaciones individuales de agua caliente sanitaria como colectivas (hoteles, centros sanitarios, polideportivos, etc.). Sin embargo algunas investigaciones se han realizado con el fin de utilizarlo para la generación de electricidad, como han sido las seguidas por el *Instituto de Energía Solar* y *BP Solar* a través del *Proyecto Euclides* (European Concentrated Light Intensity Development of Energy Sources), o por el PSA (Plataforma Solar de Almería); y a nivel de ciudadanía por [2] y [3].

ITMR SL propone un sistema Disco/Stirling para transformar la energía solar en térmica en zonas donde es difícil llevar por métodos convencionales la electricidad. Su aplicación es de autoconsumo: el bombeo de agua en pozos ó el suministro de electricidad a núcleos de viviendas rurales. Consta

de un espejo parabólico de 1,5 m. de diámetro con un motor de combustión externa tipo 'Stirling' emplazado en su área focal.

El espejo parabólico realiza el seguimiento solar continuado a través de software, de manera que los rayos solares son reflejados en su plano focal, obteniéndose así un esquema de energía solar concentrada, de forma gaussiana y de varias decenas de kW.

El motor Stirling es un motor de combustión externa que emplea el ciclo termodinámico del mismo nombre y que presenta dos ventajas que le hacen muy adecuado para esta aplicación: la primera es que se trata de un sistema de combustión externa, es decir, el aporte energético puede realizarse mediante la luz solar recogida por el disco parabólico, y concentrada en su zona focal; y la segunda es que se trata de un ciclo de alto rendimiento termodinámico.

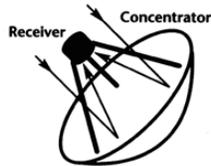


Figura 1.- Esquema de funcionamiento de un disco parabólico con motor Stirling en el foco.

El motor Stirling lleva acoplado un alternador, de manera que dentro de un mismo bloque situado en el foco del disco concentrador se realiza la transformación de la energía luminosa en electricidad que se puede inyectar en la red eléctrica ó bien destinarla a consumo directo en alguna aplicación próxima al lugar de emplazamiento.

Se define la *heliofanía efectiva* como el número de horas durante las cuales un lugar ha recibido radiación solar directa, descontando aquellas horas con cielos cubiertos por nubes, mientras que por *heliofanía astronómica* se entiende el máximo número teórico de horas en el que un lugar recibe radiación solar directa, en el hipotético caso de no tener nada entre el Sol y el lugar que atenúe la radiación directa.

Por tanto, la estimación de la *heliofanía efectiva* podría hacerse a través del conocimiento de los porcentajes de nubosidad en un lugar dado a lo largo del día. Se propuso utilizar datos de satélite con el fin de conocer el porcentaje de nubosidad sobre el Territorio Nacional, y expresar la *heliofanía efectiva* como un porcentaje de la *Astronómica*. Aunque los datos de satélite son medidas

instantáneas, se consideró eliminado el error cometido por esta causa, al considerar el resto de las horas del día cubiertas si lo estaba a la hora del pase y viceversa.

3. Datos utilizados

Los datos que se utilizaron, pertenecen a los sensores AVHRR/2 y AVHRR/3 portados por los satélites 9, 11 y 14, 16, respectivamente de la serie de satélites NOAA. Corresponden a la serie temporal 1987-2004 tomada sobre la Península Ibérica, en la totalidad de sus meses. Se han utilizado los canales 1 y 5 con el fin de discriminar la parte de la superficie contaminada o no con nube.

Todos los datos fueron capturados por la antena receptora de la señal HRPT del LATUV.

4. Estimación de los mapas de nubes. Descripción del procedimiento

Aunque en la literatura se pueden encontrar multitud de algoritmos automáticos para el filtrado de nubes [4], [5] y [6], en el LATUV siempre se ha preferido realizar el filtrado a partir de la interpretación de un experto. Su labor es la de discriminar las zonas contaminadas por nubes de las que no lo están. Una vez realizado el análisis visual, se utiliza un método de filtrado del histograma por umbrales dinámicos. Esto se realiza para el canal 1 y el canal 4 del AVHRR. Estos pasos se realizan sobre los canales originales, haciéndose necesario finalmente aplicar la corrección geométrica a la conjunción del resultado del filtro en ambos canales. Para ello se ha utilizado el método propuesto por [7]. El resultado es un mapa en UTM-30N.

En la figura 2.- se puede ver el número total de mapas utilizados por año, y los satélites de los cuales provienen dichos mapas. Se ha estimado que el valor medio de mapas/año utilizados en este estudio ha sido igual a 335, existiendo una dispersión media de 13 mapas/año a excepción del año 1994, donde solo se ha podido computar 238 mapas. Esto se debe a un vacío de datos sufrido a finales de ese año, dados los problemas sufridos por el NOAA-11 y el tiempo transcurrido hasta poder hacer uso de los datos del satélite que pasa a sustituirlo: el NOAA-14.

A partir de los mapas de nubosidad diarios, se han estimado los parámetros estadísticos agrupando estos por estaciones estivales y a nivel municipal. En el resto de los años, el descenso se debe a problemas técnicos sucedidos durante las capturas de las transmisiones o al no funcionamiento de la estación receptora del LATUV por motivos de mantenimiento.

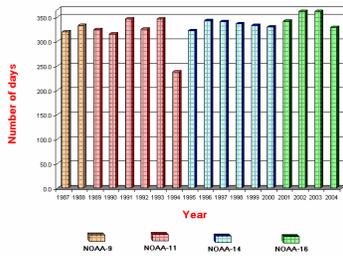


Figura 2.- Número de mapas tenidos en cuenta para el desarrollo de este trabajo, para cada año de la serie 1987-2004. El color de la barra indica la plataforma a partir de la cual han sido tomados los datos con los que se han calculado los mapas de nubosidad.

A partir de los mapas de nubosidad diarios, se han estimado las estadísticas agrupando estos por estaciones estivaes y a nivel municipal. Los cuatro municipios candidatos fueron, Gorafe, Llanos de Cortes, El Bonillo y Ves. Posteriormente se estimó que píxel dentro del municipio presentaba menor % de nubosidad, anotando sus coordenadas. Estas pueden ser vistas en la tabla 1.-.

Enclave	X _{UTM}	Y _{UTM}
Gorafe	498.500 m	4.144.500 m
Llanos de Cortes	513.500 m	4.170.500 m
El Bonillo	546.500 m	4.301.500 m
Ves	649.500 m	4.344.500 m

Tabla 1.- Coordenadas de interés.

Municipio	I (%)	P (%)	V (%)	O (%)
Gorafe	87.6	87.7	84.9	81.8
Llanos de Cortes	87.9	90.3	89.5	89.3
El Bonillo	80.2	80.9	82.5	80.1
Ves	82.8	82.3	81.8	82.0

Tabla 2.- % de heliofanía astronómica en los 4 enclave propuestos y para cada una de las estaciones del año.

5. Resultados

5.1. Análisis de la heliofanía efectiva en las 4 localizaciones.

Para cada una de las estaciones del año (invierno, primavera, verano y otoño), se ha calculado la tendencia central de la distribución de los valores de porcentaje de *Heliofanía Astronómica*, a través de su mediana. Los resultados hallados son mostrados en las tablas 2.-. Como se puede observar, el rendimiento medio de los 4 enclaves es de 84.5 %.

5.2. Análisis de la heliofanía efectiva en la vecindad de los 4 enclaves.

Con el fin de analizar la heliofanía efectiva en la vecindad de cada una de las localizaciones, se ha extraído una ventana de 3x3 píxeles de la imagen, centrada en las coordenadas de los 4 sitios predefinidos.

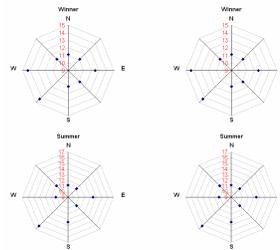


Figura 3.- Gráfico radial que muestra el complementario del % de heliofanía astronómica en cada uno de los octales que rodean a la localización de Gorafe.

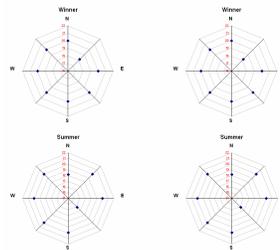


Figura 4.- Gráfico radial que muestra el complementario del % de heliofanía astronómica en cada uno de los octales que rodean a la localización de Llanos de Cortes.

Así, se ha analizado la cobertura nubosa sobre los 8 octales que define los 360° que rodean a los 4 enclaves. De la figura 3.- a la 6.- se muestran los resultados del complementario del % de heliofanía astronómica, hallados en cada uno de los octales que rodean los 4 enclaves. Se define el complementario del % de heliofanía astronómica como el porcentaje restante para que la heliofanía efectiva y la astronómica sean iguales. Como se observa, existe una tendencia a tener el cielo cubierto de distinta forma en el entorno de los 4 enclaves a lo largo de las 4 estaciones del año.

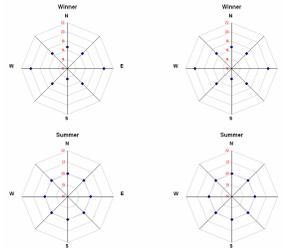


Figura 5.- Gráfico radial que muestra el complementario del % de heliofanía astronómica en cada uno de los octales que rodean a la localización de El Bonillo.

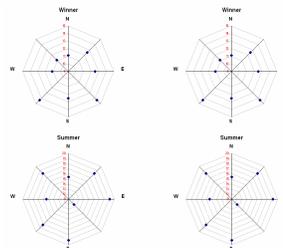


Figura 6.- Gráfico radial que muestra el complementario del % de heliofanía astronómica en cada uno de los octales que rodean a la localización de Ves.

Acumulando los valores de % heliofanía astronómica por octales y para todas las estaciones del año en cada una de las localizaciones podemos observar que nuevamente la localización de “Llanos de Cortes” es la que presenta mayores valores de heliofanía efectiva en todas las direcciones. Esto se puede ver en la figura 6.-

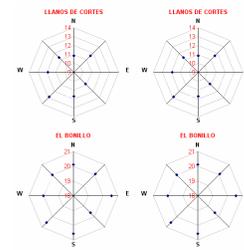


Figura 6.- Gráfico radial que muestra los complementarios de % de heliofanía astronómica total y por año en cada uno de los octales que rodean a las 4 localizaciones.

6. Referencias

- [1] Real Decreto Ley 2/2003, de medidas de reforma económica - Título IV Capítulo II Energías renovables. BOE 25 de abril de 2003.
- [2] BARON, SCOLLO, HINRICHS, NAPOLI, Aprovechamiento de la energía solar en forma térmica para la producción de energía eléctrica
- [3] LLANO, R., Un desafío y una esperanza para Mendoza: El aprovechamiento de su energía solar.
- [4] DERRIEN, M., FARKI, B., HARANG, H., LEGLÉAU, H., NOYALET, A., POCHI, D. y SAIROUNI, A. 1993, “Automatic Cloud Detection Applied to NOAA-11/AVHRR Imagery”. Remote Sensing of Environment, 46, 246-267.
- [5] LI, J., W. WOLF, H. -L. HUANG, W. P. MENZEL, P. VAN DELST, H. M. WOOLF, and T. H. ACHTOR . (1998). International ATOVS Processing Package: The algorithm design and its preliminary performance. SPIE’s First International Asia – Pacific Symposium on Remote Sensing, Beijing, China, 15 – 17, September 1998. Processing of SPIE , 3501 , 196 – 206
- [6] CASANOVA, C., ROMO, A., HERNÁNDEZ, E., SANZ, J. Y CASANOVA, J.L., “Rapid response for cloud monitoring through Meteosat VIS-IR and NOAA-A/TOVS images fusion: civil aviation application. A first approach to MSG-SEVIRI”. Int. J. Remote Sens. In press.
- [7] ILLERA, P.; DELGADO, J. A.; and CALLE, A. (1996). A navigation algorithm for satellite images. Int. J. Remote Sens, vol.17, nº .3, 1996, pp.577 – 588.