

Estimación de la Radiación Solar Global sobre España a partir de datos Meteosat usando un Modelo Físico.

Joel Rojas Acuña¹, José Luis Casanova Roque² y María del Pilar Rodríguez Campos²

Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos¹
Apartado Postal 14-0149, Lima 14, Perú.

d220092@unmsm.edu.pe

Laboratorio de Teledetección, Departamento de Física Aplicada I, Facultad de Ciencias,²
Universidad de Valladolid, 47011 Valladolid, España.

Email: jois@cpd.uva.es

SUMILLA: *La radiación solar global sobre España ha sido estimada a partir de imágenes METEOSAT, usando un método físico de doble camino. Los resultados para cualquier condición de cubierta de nube se comparan con mediciones en suelo realizadas por 6 estaciones meteorológicas españolas. La precisión del método sobre un fichero de prueba (1110 medidas horarias para 5 días de marzo, junio, septiembre y diciembre de 1993), en términos de error medio y cuadrático es de 6,3 W/m² (1,3%) y 87,9 W/m² (18,2%) respectivamente. Este método será mejorado dentro de un esquema operacional establecido para una evaluación sistemática de incendios forestales sobre la península Ibérica.*

1. INTRODUCCION

Después de la temperatura de la superficie del mar, la radiación solar incidente en la superficie de la Tierra es uno de los parámetros geofísicos más accesibles a partir de los datos de la radiometría espacial. La determinación de la radiación solar en la superficie de la Tierra a partir de los datos de satélite puede obtenerse con una resolución más precisa que la obtenida a partir de las medidas clásicas de una red de estaciones meteorológicas. En el artículo de Beriot [1] se presenta una descripción general de los métodos para determinar la radiación solar global a partir de los datos de satélite. Hay dos grupos de métodos: los métodos estadísticos y los métodos físicos. Un método estadístico está en funcionamiento en el laboratorio de Teledetección de la Universidad

de Valladolid (LATUV) desde 1995 (Illera, 1995), diseñado a partir de los datos del canal visible del satélite METEOSAT. Dicho método permite la obtención de los valores diarios y mensuales de la radiación solar global en la parte central de España. Un método físico permite estimar los valores horarios, diarios, semanales, etc. con una precisión, a priori, superior a la precisión del método estadístico.

El objetivo de este trabajo preliminar es estimar la radiación solar incidente en la superficie de la Tierra haciendo uso de un modelo físico simple aplicado a las imágenes visibles del Meteosat y tener una herramienta de investigación que pueda ser utilizada para su aplicación en la prevención de los índices de riesgo de incendios forestales para España.

Este método físico está basado en la conservación de la energía dentro de una columna Tierra-Atmósfera. Dicho modelo permite mejoras potenciales de los resultados al introducir más parámetros observables en el modelo (tales como las mediciones de satélite en el infrarrojo o agua precipitable integrable) y al modificar la representación de los efectos de nube en el modelo. Los principios fundamentales del método físico fueron presentados en Gautier [5] con el objetivo de procesar datos del sensor GOES. Este método ha sido adaptado para procesar datos del sensor Meteosat por Dedieu [4] y Brisson [2]. Este método se pondrá en funcionamiento usando las imágenes Meteosat sobre un fichero de prueba que reunirá datos piranométricos de 6 estaciones españolas (Valladolid (41,7°, -4,85°), Logroño (42,5°, -2,7°), Toledo (39,9°, -4°), Ciudad Real (38,9°, -3,9°), Cáceres (39,5°, -6,3°), y Madrid (40,5°, -3,7°) y las correspondientes al sensor Meteosat durante el período de prueba (1993). Una vez convertidas las cuentas numéricas a radiancia se puede obtener la reflectancia planetaria para cada uno de los píxeles donde se encuentra una de las 6 estaciones meteorológicas en suelo español.

Este estudio preliminar determinará la radiación solar horaria de 4 meses de 1993 una vez incluidos los factores de corrección atmosférica.

2. METODO

La radiación solar global recibida en el suelo por una superficie horizontal en el conjunto del espectro solar puede denotarse como

$$E = \beta \cdot E_0 \cdot T_0 \cdot \left(\frac{T_n \cdot T_a}{1 - T_a^2 \cdot T_2 \cdot r_s \cdot r_n} \right)$$

donde E_0 es la Irradiancia espectral solar efectiva T_0 es la transmitancia atmosférica para una atmósfera sin nubes sobre la trayectoria Sol-Tierra. T_n y r_n son la transmitancia y reflectancia de la capa nubosa. T_a es la transmitancia de la capa de aerosoles (debajo de la capa nubosa). T_2 es la transmitancia

atmosférica sobre la capa nubosa. r_s es la reflectancia del suelo. β es un término correctivo que explica principalmente el efecto del aerosol [2].

Tabla 1. Resultados mensuales y anual

1993	Marzo	Junio	Septiembre	Diciembre	Año
Número de puntos tratados	300	330	270	210	1110
Flujo medio (W/m ²)	475,2	678,6	516,8	258,9	482,4
Error Medio (W/m ²)	22,0 (0,7%)	-5,6 (0,8%)	2,0 (0,4%)	6,8 (2,6%)	6,3 (1,3%)
Error Cuadrático (W/m ²)	106,7 (22,0%)	84,0 (12,4%)	80,8 (15,6%)	80,2 (30,9%)	87,9 (18,2%)
Coefficiente de Correlación	0,904	0,936	0,893	0,824	0,937
Fechas	9,11,17, 25,30	2,12,13, 16,30	4,12,21, 25,26	6,16,18, 22,23	

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El fichero que hemos obtenido reúne 1110 valores de flujos horarios in-situ y de medidas METEOSAT simultáneas, con un flujo medio medido de 482,4 W/m² y una desviación típica de 221,3 W/m² para 1993. Con un error medio de 6,3 W/m² (1,3%) y un error cuadrático de 87,9 W/m² (18,2%). La tabla 1 da una descripción detallada de las características de este fichero de prueba. El cálculo de los errores mes a mes muestra que los resultados son netamente mejores en junio y septiembre que en marzo y diciembre. Los resultados obtenidos en términos de error cuadrático se comparan favorablemente a los resultados ya publicados; por ejemplo: Moser y Raschke [7] dan 18,9% de la medida como error cuadrático sobre valores horarios de junio de 1979 y Dedieu [4] da un valor muy cercano (19,4%) para marzo, junio y julio de 1979. Le Borgne y Marsouin [3] dan 18,4% para marzo, junio, septiembre y diciembre de 1984.

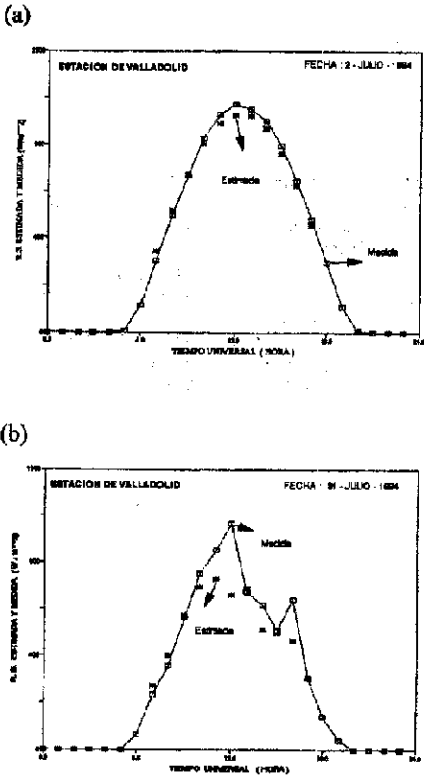


Figura 1 - Variación horaria de la radiación solar para día claro (a) y nublado (b).

Sobre la estación meteorológica de Valladolid, la Figura 1 (a y b) muestra la variación diurna de la radiación solar medida y estimada para un día claro (2 de Julio) y un día con nubes (31 de Julio) respectivamente. La Figura 2 representa una serie de tiempo de la radiación solar en la superficie a intervalos diarios para el mes de marzo de 1993 sobre la estación de Valladolid con un error medio de $15,1 \text{ W/m}^2$ (2,5% del valor medido medio de $596,1 \text{ W/m}^2$), un error cuadrático de $56,9 \text{ W/m}^2$ (9,5%) y una desviación típica del flujo medido de $38,6 \text{ W/m}^2$. Finalmente, la Figura 3

representa la relación de las estimaciones de satélite horaria frente a mediciones en suelo de la radiación solar en la superficie con un coeficiente de correlación de 0,937. Estos resultados preliminares indican un acuerdo satisfactorio entre las estimaciones del sensor del satélite y las mediciones en suelo. Un análisis detallado de estas comparaciones será hecho en un trabajo futuro.

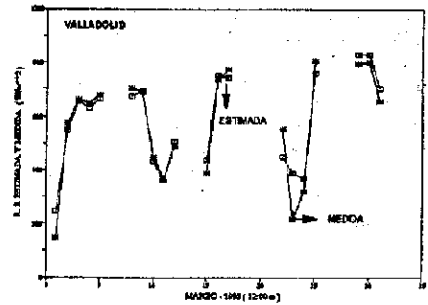


Figura 2 - Serie de tiempo de la radiación solar a intervalos diarios para Valladolid.

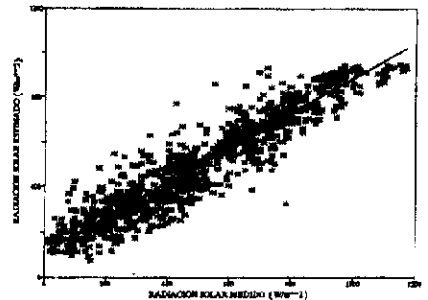


Figura 3 - Estimaciones de la radiación solar a partir de datos horarios de satélite en función de las medidas horarias en suelo en 1993.

4. REFERENCIAS

- [1] BERIOT, N., (1984): Rapport sur l'évaluation de la ressource énergétique solaire à l'aide des satellites météorologiques. Rapport WCP No. 80, OMM.
- [2] LE BORGNE, P. y A. MARSOUIN (1988): Détermination du flux de rayonnement ondes courtes incident à la surface: mise au point d'une méthode opérationnelle à partir des données du canal visible de meteosat, La Meteorologie 7e serie, No 20 janvier.
- [3] BRISSON, A., P. LE BORGNE, A. MARSOUIN y T. MOREAU, (1994): Surface irradiances calculated from Meteosat sensor data during SOFIA-ASTEX, Int.J.Remote Sensing, 15, 197-203.
- [4] DEDIEU G., DESCHAMPS P.Y., KERR Y.H. (1987): Satellite estimation of solar irradiance at the surface of the earth and of surface albedo using a physical model applied to Meteosat data. J. of Climate and App. Meteor., 26, January, 79-87.
- [5] GAUTIER, C. DIAK, G. Y MASSE, S., (1980): A simple physical model to estimate incident solar radiation at the surface from GOES satellite data. Journal of Climate and applied Meteorology, 19, 1005-1012.
- [6] ILLERA, P. (1995): A simple model for the calculation of global solar radiation using geostationary satellite data. Atmospheric Research. Article:452.
- [7] MÖSER W. Y E. RASCHKE (1984): Incident solar radiation over Europe estimated from Meteosat data. Journal of Climate and Applied Meteorology, 23, 166-170.