

ESTIMACIÓN OPERACIONAL DEL FLUJO DE ONDA CORTA ABSORBIDO POR LA SUPERFICIE EN LA CUENCA DEL MEDITERRÁNEO

Alejandro Bodas, Ernesto López-Baeza, Rodrigo Irurzun(*) y Joaquín Meliá.

Ernesto.Lopez@uv.es

Unidad de Investigación de Teledetección.
Universitat de València. C/Dr. Moliner 50.
Burjassot. 46100 Valencia.

(*) Ahora en ERICSSON (Madrid)

RESUMEN

En este artículo presentamos la metodología para la obtención operacional del flujo de onda corta absorbido por la superficie, basada en el modelo propuesto por Li, Leighton y Masuda. El interés del trabajo se centra en su aplicabilidad a zonas muy extensas, así como en la operabilidad para analizar largas series de datos, siendo únicamente necesaria la aportación externa correspondiente al vapor de agua precipitable.

ABSTRACT

In this paper we present the methodology for the operational estimation of the surface absorbed shortwave flux based on the model proposed by Li, Leighton and Masuda. The interest of the work is centered on its applicability to large areas as well as its operability in the analysis of long data sets, being only necessary precipitable water vapour data as external input.

Palabras clave: clasificación morfológica de nubes, flujos de radiación solar, radiación solar neta, vapor de agua precipitable.

INTRODUCCIÓN

Las medidas del balance de energía son fundamentales para entender el clima terrestre y el cambio climático. Para un conocimiento de este balance se hace necesario su estudio mediante datos de satélites. Éstos ya se han empleado con éxito en el estudio de este balance en el techo de la atmósfera (TOA), pero todavía hay que avanzar más en la obtención de estos balances en superficie y en la atmósfera, fundamentalmente en lo que se refiere a la posibilidad de analizar largas series de datos sobre zonas muy extensas.

Este trabajo pretende aplicar el método de Li et al. (1993) a la cuenca del Mediterráneo, zona de estudio del proyecto RESYSMED (Bolle et al. 1998), analizando cuatro décadas de marzo, abril, junio y agosto de 1996.

METODOLOGÍA

Li, Leighton y Masuda (Li et al. 1993) propusieron una relación lineal entre el flujo reflejado en el techo de la atmósfera y el flujo absorbido por la superficie, incluyéndose de manera explícita la dependencia del ángulo solar cenital. Esta dependencia explícita proporciona una mejora respecto a otros métodos, ya que la relación obtenida es independiente del espesor óptico de las nubes y del albedo de la superficie. De este modo, se puede estimar el flujo solar neto en la superficie también bajo cielo nublado.

La relación propuesta, ya normalizada por la irradiancia incidente en el techo de la atmósfera, es la siguiente:

$$a_s = \alpha(\mu) - \beta(\mu)r, \quad (1)$$

donde a_s es la fracción de la irradiancia incidente en el techo de la atmósfera (TOA) absorbida por la superficie, r el albedo planetario y μ el coseno del ángulo solar cenital.

Tanto la ordenada en el origen como la pendiente de esta relación están parametrizadas para diferentes tipos de nubes y corregidas por el efecto del vapor de agua precipitable (Li et al. 1993). Para aplicar el modelo será necesario por tanto disponer de las siguientes entradas:

- i) Albedo en el techo de la atmósfera
- ii) Clasificación de nubes
- iii) Vapor de agua precipitable

En una versión algo más compleja de este modelo se introducen otras correcciones adicionales, tales como la presión superficial y la cantidad de ozono (Masuda 1995).

Tanto el albedo como la clasificación de nubes pueden obtenerse convenientemente a partir de los propios datos METEOSAT analizados. En el caso del albedo, sólo se hace uso de las imágenes del canal visible, mientras que para la clasificación de nubes se emplea la información del infrarrojo y del visible. Para el cálculo del albedo planetario es necesaria la conversión de las cuentas digitales en radiancias, para lo cual hemos hecho uso de una calibración multitemporal que tiene en cuenta la

degradación del sensor (Moulin et al. 1996). También se ha efectuado la conversión a banda ancha para los píxeles sin nubes, habiéndose usado una parametrización lineal con el albedo en banda de METEOSAT y con coeficientes dependientes del ángulo solar cenital (Tristán 1997).

Se ha desarrollado un algoritmo operacional de clasificación de nubes haciendo uso de técnicas de morfología matemática aplicadas sobre los histogramas bidimensionales VIS-IR. La eficacia y operacionalidad de este método ha quedado demostrada para su aplicación en zonas muy extensas, pudiendo abordarse el cálculo de forma global sobre todo el área a tratar, con un tiempo reducido de proceso (Irurzun 1999). Con este método se consigue separar la cobertura nubosa en tres clases, nubes bajas, medias y altas, a parte de la situación de cielo despejado sobre tierra y sobre mar.

La obtención de los mapas de vapor de agua ha de realizarse mediante información externa. En nuestro caso, esta información procede de los datos de los análisis del ECMWF, cuyos perfiles de humedad relativa, geopotencial y temperatura para todo el mundo nos permiten obtener estimaciones del vapor de agua precipitable sobre todo el globo en una rejilla de 180x360, mediante integración de los 14 niveles verticales. Para hacer operativo este mapa sobre la cuenca del Mediterráneo, es necesario procesar esta información con el fin de obtener un

mapa a la resolución de la imagen de METEOSAT, para así tener una estimación del vapor de agua precipitable en cada píxel bajo estudio.

Una vez realizado este preproceso de información para obtener las entradas, se está en disposición de obtener el flujo absorbido por la superficie aplicando el modelo. El cálculo a realizar viene esquematizado en el diagrama de la Figura 1.

Sobre esta figura, cabe comentar algunos puntos importantes. Lo primero que apreciamos es que el efecto del vapor de agua se introduce en el modelo como una corrección de orden superior ($\Delta\alpha$ y $\Delta\beta$), con lo cual se podría plantear la obtención del flujo en superficie sin la inclusión de estos términos correctores en el modelo. El hecho de no incluirlos tendría una mayor repercusión en el algoritmo en lo que se refiere a la simplificación del proceso de cálculo, ya que se eliminaría la dependencia de datos externos, obteniéndose toda la información necesaria a partir de los canales infrarrojo y visible de METEOSAT. Esto sólo sería procedente en el caso de aplicaciones en las que se quiera aumentar la operatividad del cálculo, siendo menos relevante la pérdida de precisión debida a la ausencia de estos términos.

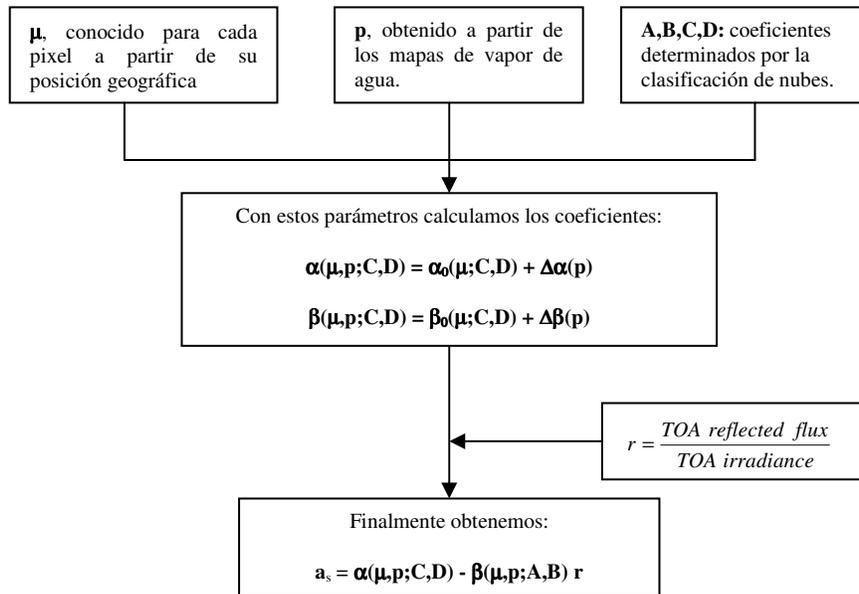


Figura 1.- Diagrama para la obtención del flujo absorbido por la superficie.

El segundo punto a destacar es otra posible simplificación (Li et al. 1993), que consistiría en tomar un valor medio común para cada uno de los parámetros A,B,C y D de las nubes compuestas por agua en fase líquida, simplificándose así la clasificación en nubes de ese tipo y nubes altas, a parte de las situaciones de cielo despejado. Esto se puede apreciar viendo la forma de los coeficientes α y β , tal y como se muestran en las Figura 2.

Como vemos en estas gráficas, las curvas que más difieren tanto en valores como en comportamiento, son las de cielo despejado y las de los cirros. Este efecto es más notable en la pendiente β , donde se aprecia el paralelismo de curvas correspondientes a nubes formadas por agua en fase líquida. En estas gráficas se han representado los coeficientes sin el término de corrección correspondiente al vapor de agua.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la Figura 3 presentamos como ejemplo el flujo de onda corta absorbido por la superficie en la cuenca del Mediterráneo entre las 6:00 y las 17:00 horas GMT del 11 de junio de 1996, obtenido integrando los resultados proporcionados por el algoritmo descrito.

A pesar de la simplicidad del modelo, el hecho de incluir el coseno del ángulo cenital como parámetro explícito hace que sea viable su aplicación a zonas extensas como la tratada en este trabajo sin un coste de cálculo elevado. Esto hace que el algoritmo sea operativo en cualquier ordenador actual, siendo necesarias únicamente como datos de entrada las imágenes METEOSAT y los mapas de vapor de agua precipitable. Esta operatividad hace del método una buena herramienta para el análisis de grandes cantidades de secuencias de imágenes en zonas extensas.

El hecho de disponer de métodos operativos que nos permitan realizar este tipo de análisis es de gran importancia en Climatología, donde la escala espacio-temporal básica hace que nos veamos obligados a trabajar con grandes cantidades de información tanto espacial como temporalmente.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto Synthesis of Change Detection Parameters into a Land-Surface Change Indicator for

Long Term Desertification Studies in the Mediterranean Area (RESYSMED), ENV4-CT97-0683.

A. Bodas agradece la concesión de una beca a cargo de este proyecto para la realización de este trabajo.

Los autores agradecen a la Universidad Libre de Berlín la utilización de los datos METEOSAT empleados en este trabajo, y al ECMWF el uso de los datos de los análisis para la obtención de los mapas de vapor de agua precipitable. Estos análisis fueron proporcionados directamente por el Dr. F. Olesen a quien se le reconoce especialmente su atención y ayuda.

REFERENCIAS

Bolle, H.-J. et al. 1998. Synthesis of Change Detection Parameters into a Land-Surface Change Indicator for Long Term Desertification Studies in the Mediterranean Area. (ENV4-CT97-0683) Progress Report. Firenze, Nov. 1998.

Iruzun, R. 1999. Cálculo operativo del albedo en zonas extensas. Aplicación a la cuenca del Mediterráneo utilizando datos METEOSAT. Proyecto Final de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Valencia.

Li, Z., Leighton, H.G., Masuda, K. And Takashima, T. 1993. Estimation of SW Flux Absorbed at the Surface from TOA Reflected Flux. *Journal of Climate*, Vol. 6, No. 2: 317-330.

Masuda, K., Leighton, H.G., And Li, Z. 1995. A New Parametrization for the Determination of Solar Flux Absorbed at the Surface from Satellite Measurements. *Journal of Climate*, Vol. 8, No. 6: 1615-1629.

Moulin, C., Lambert, C.E., Poitou, J. And Dulac, F. 1996. Calibration of METEOSAT visible channel. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 17, No. 6: 1183-1200.

Tristán, J. 1997. Transformación espectral del albedo de banda estrecha a banda ancha. Aplicación a la obtención del albedo a partir del canal visible de METEOSAT. Proyecto Final de Carrera, E.T.S.I. de Telecomunicaciones, Universidad Politécnica de Valencia.

