

UTILIZACIÓN DEL CANAL WV EN LA PREDICCIÓN DE LLUVIAS INTENSAS

J. J. RIVERA¹ y J. JORGE²

rivera@eupm.upc.es

⁽¹⁾Dep. Resistència de materials i E.E. Universitat Politècnica de Catalunya

⁽²⁾Dep. Física Aplicada. Universitat Politècnica de Catalunya

EUP Manresa. Av. Bases de Manresa, 61-73, 08240 Manresa

RESUMEN: El canal WV ($5,7 < \lambda < 7,1 \mu\text{m}$) del satélite Meteosat permite detectar zonas de actividad ciclogénica en las capas altas de la troposfera. Dado el gran poder de absorción del vapor de agua en dicho canal, la radiación emitida por la superficie y por las capas bajas casi no llega al satélite; por esto, la distribución de humedad que se deduce de la información del sensor corresponde a las capas medias y altas de la troposfera con un espesor aproximado de 320 hPa, ya que por encima de la troposfera prácticamente no hay vapor de agua. Con una antelación de varias horas al desarrollo de sistemas nubosos, dichas imágenes permiten observar el hundimiento de la tropopausa y la entrada de aire seco de la estratosfera, con el consiguiente aumento de la vorticidad potencial. El análisis conjunto de los canales IR y WV permite localizar con precisión las zonas de mayor actividad convectiva en los sistemas nubosos de gran desarrollo vertical que penetran en la estratosfera (overshooting).

ABSTRACT: Meteosat water vapour channel allows to detect zones whit cyclogenesis at high tropospheric layers. Due to the large absorption of water vapour in that channel, emitted radiation by surface and low layers arrives scarcely to the sensor, so known humidity distribution through the WV images corresponds to median and higher layers in the troposphere (thickness about 320 hPa). Some hours before the development of cloud systems, WV images allow detect downfall of tropopause and the entrance of dry air from the stratosphere (increasing the potential vorticity). The analysis of both IR and WV images allows the location of the entrance of convective clouds in the stratosphere (overshooting).

Palabras clave: Canal del vapor de agua, troposfera, ciclogénesis, tropopausa, vorticidad, overshooting.

DETECCIÓN DE ANOMALÍAS POSITIVAS DE VORTICIDAD POTENCIAL

Las franjas oscuras que aparecen en las imágenes del canal infrarrojo medio del Meteosat (canal WV) son indicativas de anomalías positivas de vorticidad potencial, asociadas con procesos convectivos. Estas anomalías se deben al hundimiento de la tropopausa en la parte trasera de los vórtices que arrastra hacia abajo aire seco de la estratosfera y hace aumentar la vorticidad potencial.

Los aumentos de la vorticidad potencial en las capas altas inducen procesos de ciclogénesis que se propagan hacia abajo llegando en ocasiones hasta la misma superficie terrestre, y originando un proceso en sentido inverso de reforzamiento de tales corrientes ciclónicas (Ucellini *et al.*, 1985), figura 1.

Estos procesos de ciclogénesis en altura pueden tener lugar hasta 1500-2000 km corriente arriba, y ser de-

tectados habitualmente con varias horas de antelación. Desempeñan normalmente un papel muy importante en episodios convectivos intensos y de desarrollo rápido y explosivo.

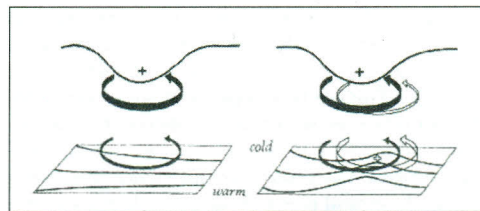


Figura 1. Ciclogénesis en altura.

Las superficies de 500 hPa y de 250 hPa son niveles adecuados para el análisis sinóptico de estos procesos de ciclogénesis. En promedio, la vortici-dad potencial en 500 hPa y en nuestra latitud, está entorno a 0.5 PVU en invierno y a 0.6 PVU en verano. En la superficie de 250 hPa, los valores normales son de 3 PVU en invierno y de 1.5 PVU en verano (Bluestein, 1993).

En ocasiones estos procesos convectivos de altura tienen dimensiones mesoescalares que los hacen pasar desapercibidos en los mapas sinópticos y en cambio aparecen claramente en las imágenes del canal WV por tener una mayor resolución espacial.

DETECCIÓN DE ENTRADAS EN LA ESTRATOSFERA (“OVERSHOOTING”)

En sistemas convectivos con gran desarrollo vertical se producen frecuentemente entradas en la estratosfera (“overshooting”). Los píxeles asociados presentan una temperatura aparente en el canal WV mayor que la del canal IR (Schmetz *et alii*, 1997).

La figura 2 muestra las temperaturas en los canales IR y WV de los píxeles correspondientes a una serie de 39 días. Como se observa, las entradas en la estratosfera se producen para temperaturas IR inferiores a -40°C (más intensa alrededor de -60°C).

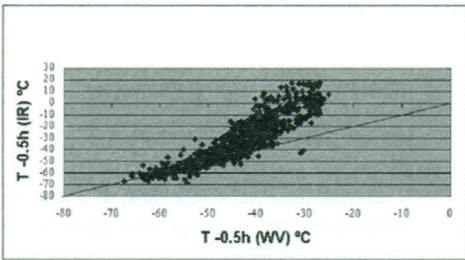


Figura 2. T(IR) –T(WV) (1/2 h antes de la lluvia).

Clasificamos los overshooting en cuatro categorías I, II, III y IV, ordenadas éstas de mayor a menor probabilidad de producir lluvias intensas. La figura 3 muestra las diversas situaciones que se pueden presentar en una zona en la que se produce overshooting, donde T_{pp} , T i T' son las T(IR) de la tropopausa, de los píxeles situados por debajo de la tropopausa (alrededor de la zona del overshooting) y de los píxeles con overshooting, respectivamente. Las situaciones atmosféricas con mayor desarrollo vertical presentan las zonas de entrada en la estratosfera más calientes que las de los alrededores en el canal IR ya que la entrada es muy intensa, (tipos I y

III), o bien los alrededores están muy próximos a la tropopausa y, con poca entrada en la estratosfera, se produce un calentamiento suficiente para que la zona aparezca más caliente que los alrededores (tipo II). La situación que indica menos actividad convectiva corresponde al tipo IV, con débil entrada en la estratosfera, T(IR) de los píxeles del overshooting inferior a la T(IR) de los píxeles de los alrededores e implica que los píxeles de overshooting coinciden con los núcleos más fríos en el canal IR.

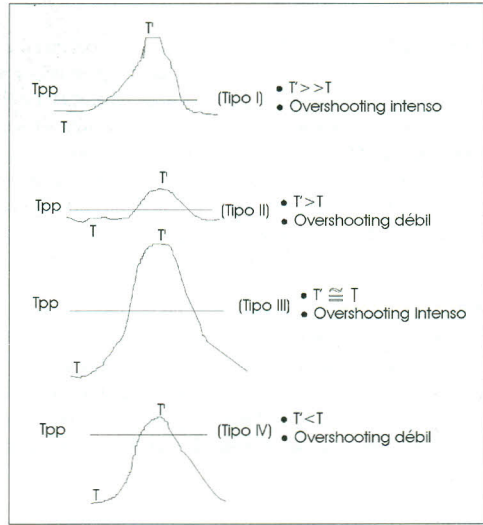


Figura 3. Tipos de overshooting.

EPISODIO DEL DÍA 10-10-94

En este episodio se observa en superficie (figura 4), desde las 18:00h del día 9, un frente cálido, no asociado a ninguna depresión en superficie, estacionado al S. de Cataluña. En 500hPa, la península se halla situada en la parte delantera de una vaguada (figura 5). Los sistemas nubosos que recorren Cataluña durante todo el día y dejan abundante lluvia de tipo convectivo.

Anomalías de vorticidad potencial en capas altas

En la figura 6 se muestran las vorticidades potenciales en la superficie de 250 hPa a las 00:00 h.

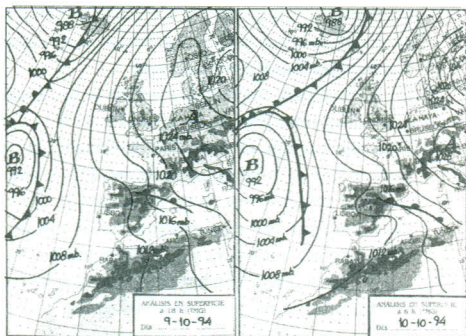


Figura 4. Análisis en superficie del episodio 10-10-94 (fuente INM).

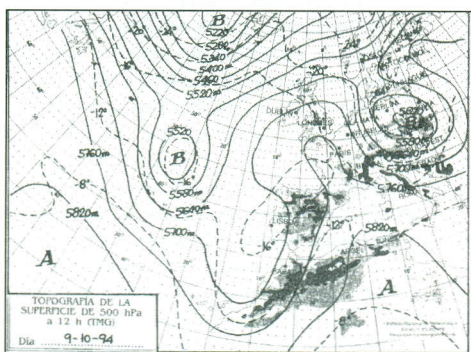


Figura 5. Análisis en altura del episodio 10-10-94 (fuente INM).

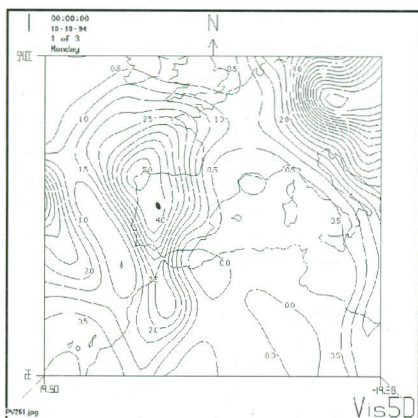


Figura 6. Vorticidades potenciales en 250 hPa a las 00:00h del 10-10-94.

En las imágenes del canal WV se pueden apreciar claramente indicios de ciclogénesis (figura 7). Se aprecia en la zona señalada con la flecha una zona oscura con ondulación ciclónica, en correspondencia con la vorticidad potencial en 250hPa, que se acerca al sur de Cataluña. La proximidad de esta zona coincide con el desarrollo de sistemas de gran envergadura que dejan lluvias muy importantes.



Figura 7. Imagen del canal WV. Detección del overshooting

En la figura 8 se muestra una imagen IR correspondiente a las 02:00h. Entre las 02:00h y las 03:00h se produce en Benissanet una lluvia de 62.4 mm con un overshooting muy intenso, $T(WV)-T(IR) > 10K$, situado encima del observatorio (figuras 9 y 10). Entre las 03:00h y las 04:00h, caen 19.2mm y el overshooting continúa en la zona.

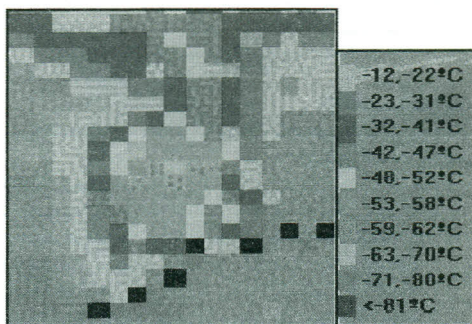


Figura 8. Sistemas nubosos sobre Cataluña a las 02:00h del día 10-10-94 (Canal IR con escalado). (Ver figura en color en la página 668)

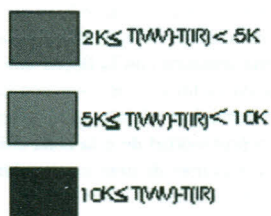


Figura 9. Escala de colores para el overshooting.
(Ver figura en color en la página 678)

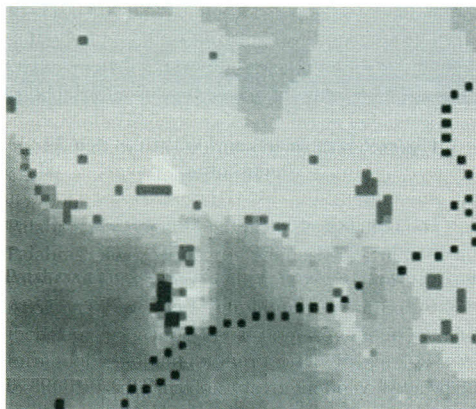


Figura 10. Sistemas nubosos sobre Cataluña a las 02:00h del día 10-10-94 (imagen del overshooting).
(Ver figura en color en la página 678)

CONCLUSIONES

De los análisis realizados se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Los máximos de vorticidad potencial en 250hPa (superiores a 3PVU) ó en 500hPa (superiores a 0.6PVU) indicadores de ciclogénesis van acompañados de bandas oscuras con ondulación ciclónica, visibles en el canal WV del Meteosat. Los máximos de vorticidad potencial se producen preferentemente en 250hPa, están situados a distancias de hasta unos 1000km ó 1500km corriente arriba de la zona de desarrollo de los sistemas nubosos en las horas previas a dicho desarrollo y van acompañados de bandas alargadas de aire seco estratosférico provocado por el hundimiento de la tropopausa. Este aire seco estratosférico es transportado hacia la zona donde posteriormente se desarrollarán los sistemas convectivos, detectándose con varias horas de

antelación al desarrollo de los sistemas nubosos mediante el canal WV del Meteosat ya que aparecen como bandas muy oscuras.

2. En los sistemas convectivos intensos, la utilización conjunta de los canales IR y WV del Meteosat permite la detección de entradas en la estratosfera (overshooting) que pueden enmascarar los núcleos fríos de las imágenes IR, por el calentamiento que experimentan las zonas que entran en la estratosfera y, por tanto, permite localizar las zonas de intensa actividad convectiva con más precisión que la sola utilización del canal IR. Las entradas en la estratosfera se producen a partir de los -40°C de temperatura aparente en el canal IR, haciéndose más intensa alrededor de los -60°C .
3. Para el seguimiento y localización de intensidades de lluvia altas, superiores aproximadamente a 17mm/h, sobretodo en aquellos sistemas convectivos de gran desarrollo, es más adecuada la observación y medición de las entradas en la estratosfera (overshooting) que la medición de las áreas de los núcleos fríos de los sistemas nubosos y sus variaciones de tamaño en el canal IR. Se ha comprobado que las intensidades de lluvia superiores a los 17mm/h, aproximadamente, se producen cuando existe overshooting en las cercanías en la hora o en la media hora previa a la caída de la lluvia. Esta condición es necesaria pero no suficiente ya que puede haber falta de humedad o que el sistema viaje demasiado deprisa.
4. Los tipos de overshooting predominantes en las situaciones de lluvias intensas son el tipo I y el II, lo cual indica que, en estas situaciones, los alrededores de las zonas de overshooting están cercanos a la tropopausa.
5. Para un seguimiento adecuado de los sistemas convectivos intensos, es necesario utilizar las imágenes, tanto en el canal IR como en el WV, con una resolución temporal de media hora, como mínimo, ya que dichos sistemas experimentan cambios apreciables en ese periodo de tiempo, por ejemplo las entradas en la estratosfera.

BIBLIOGRAFÍA

- BLUESTEIN, H. B., 1993, *Synoptic Meteorology in Midlatitudes*. Vol. II. *Observations and Theory of Weather Systems*. Oxford University Press.
- GEORGIEV, Ch 1995, Correlation on the Meteosat WV Data to Middle Troposphere Potential Vorticity Anomalies, in *The 1996 Meteorological Satellite Data Users' Conference*.

- SCHMETZ, J., TIEMKES, S. A., GRUBE, M., and BERG, L. VAN DE, 1997, Monitoring Deep Convection and Convective Overshooting with Meteosat. *Adv. Space Res.* 19, 3, 433-441.
- UCCELLINI L., KEISER, D., BRILL, K., WASH, C., 1985, The Presidents' Day Cyclone of 18-19 February 1979. Influence of Upstream Trough Amplification and Associated Tropopause Folding on Rapid Cyclogenesis. *Mon. Wea. Rev.* 113, 962-988.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro de las actividades del proyecto IMPACTE (2000-2002), financiado por el Departament de Medi Ambient (DMA) y el Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació (DURSI) de la Generalitat de Catalunya. Las imágenes utilizadas fueron cedidas por la Agencia Espacial Europea (Dr. J. Leber y Dra. E. Oriol, ESA Meteosat Exploitation Project).