

Actas del V Coloquio de Geografía Cuantitativa
Universidad de Zaragoza
1992, Zaragoza

POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE UN EQUIPO DE RECEPCION Y DE LAS IMAGENES METEOSAT EN LA DOCENCIA CLIMATOLOGICA UNIVERSITARIA

Javier MARTIN VIDE
M^a Belén GOMEZ MARTIN
Dep.Geografía Física y A.G.R., Univ.Barcelona

En el presente póster se resumen algunas de las potencialidades que ofrece la disponibilidad de un equipo de recepción de imágenes Meteosat, y, en consecuencia, de sus imágenes, en la docencia de la Climatología, al tiempo que se recuerdan ciertas limitaciones meteorológicas de éstas. Buena parte de las consideraciones aquí expuestas se presentan a modo de conclusión o epílogo de la asignatura de especialidad "Análisis Imágenes Meteosat", impartida, por primera vez, por el coautor, en el Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Barcelona, durante el curso académico 1991-92.

El material que conforma el póster se dispone en dos bloques: el primero, introductorio, ordenado en dos apartados, A y B, donde se resumen los tipos y formatos de las imágenes Meteosat, tras describirse el satélite, y las características del equipo de recepción existente en el centro universitario citado; y el segundo, numerado y desglosado en cinco epígrafes, que recoge cinco ideas-clave en cuanto a las potencialidades y las limitaciones de las imágenes Meteosat en la práctica meteorológica y climatológica.

A. El satélite y las imágenes Meteosat.

El satélite Meteosat depende en su mantenimiento y explotación de Eumetsat, organización intergubernamental europea integrada por 16 estados miembros, entre ellos España, que cubren, con diferentes cuotas, su financiación.

Con el satélite Meteosat, Eumetsat contribuye de un modo significativo al Sistema Global de Satélites Meteorológicos (GOES, GMS, INSAT, NOAA, etc.), una de las principales componentes del programa de Vigilancia Mundial del Tiempo, o WWW (World Weather Watch), de la Organización Meteorológica Mundial. El centro de recepción de las señales del satélite y de procesos de datos y la administración de Eumetsat tienen su sede en Darmstadt (Alemania).

El satélite Meteosat tiene una órbita geoestacionaria. Se halla situado a 35.800 km. de altitud, en la intersección del meridiano de Greenwich con el ecuador. Está formado por un cuerpo cilíndrico más dos cilindros menores concéntricos con el primero. Su diámetro es de 2,1 m., su longitud, de 3,195 m. y su peso, de 293 kg., que se reducen a 245 kg., por consumo del combustible que lleva (hidrazina). Su eje es sensiblemente paralelo al eje polar. El cuerpo cilíndrico principal posee células solares de alimentación.

La primera unidad Meteosat se lanzó al espacio en noviembre de 1977 y funcionó durante dos años. El Meteosat 2 se puso en órbita en junio de 1981 y estuvo activo hasta agosto de 1988. El Meteosat 3 se lanzó en junio de 1988, el Meteosat 4, en marzo de 1989 y el Meteosat 5, en el mismo mes de 1991. Actualmente -julio 1992-, tras algunas pruebas de este último, la unidad operativa sigue siendo la cuatro. Hay previstas dos unidades más, de segunda generación, cuyos lanzamientos se efectuarán en 1995 y 1996.

El radiómetro multiespectral del Meteosat opera en tres bandas o canales espectrales, generando imágenes, en los tres canales, cada 30 minutos. Barre, de E a W, con el mecanismo de spin (100 rpm) del satélite, el disco terrestre cubierto, generando tras cada rotación una cinta de S a N, que es transmitida a la estación principal en tierra. Completa esta operación en 25 minutos, a los que hay que añadir 5 minutos de estabilización. Las imágenes, una vez procesadas en tierra, son diseminadas por el satélite por dos canales de frecuencias (hay además otros 66 para transmitir datos desde tierra).

Los canales espectrales son los siguientes: 0,5-0,9 (visible, VIS), 5,7-7,1 (infrarrojo en la banda de absorción del vapor de agua, WV) y 10,5-12,5 (infrarrojo térmico, IR) micrómetros. La resolución espacial en el punto subsatélite es de 2,5 km. para VIS y 5 km. para WV e IR. El número de líneas por imagen y el de pixels por línea son 5.000 para VIS y 2.500 para WV e IR.

Simplificando mucho -pues ello es objeto de bastantes sesiones teóricas en el curso indicado en la introducción- las imágenes VIS distinguen grados de reflectividad (albedos), las WV son representativas de la capa troposférica entre 500 y 300 hPa, suministrando información sobre la humedad del aire en esos niveles, y las IR pueden asimilarse a mapas de contrastes térmicos, de la superficie radiante (superficies terrestre y acuática o cimas nubosas).

Casi cada 4 minutos en promedio, por el primer canal de frecuencias, se recibe una imagen de uno de los tres tipos posibles, que abarca, en el caso de las WV e IR, una de las 9 parcelas en que se divide el disco cubierto por el satélite, o todo él, o bien informaciones, carta de ajuste u otras imágenes.

B. Breve descripción del equipo de recepción de imágenes Meteosat disponible.-

La unidad de recepción de imágenes Meteosat existente en el Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Barcelona es el equipo básico MM (Montajes y Mantenimiento-Tecnavia, S.A., Madrid) más un video-procesador. Consta de 5 elementos: una antena parabólica, un receptor o sintonizador, un procesador, un monitor y un video-procesador. La antena parabólica, de 95 cm. de diámetro, con su preamplificador, amplificador y convertidor, está instalada en el terrado de la torre A del edificio de la Facultad de Geografía e Historia. Un cable coaxial, de 75 ohmios, la une al receptor, sito en el ámbito del Grupo de Climatología. El receptor posee un selector de frecuencias, que permite sintonizar las correspondientes a los dos canales de recepción de la señal del satélite (134.000 kHz y 137.500 kHz), así como un mando que regula el volumen de la señal acústica de la transmisión. El procesador, situado junto al receptor, tiene, según las especificaciones técnicas, las siguientes características: CPU de 8 bits, 2 Kb de EPROM, 128 Kb de RAM, resolución máxima de 131.072 puntos, 256 niveles de gris

convertibles en color, potenciómetro de nivel de entrada, inversores start-stop y up-down y selector de 12 gamas de color. Lleva incorporado un software básico, disponiendo de mandos para la selección de diversas funciones, entre ellas desplazamiento de una ventana de ampliación (x2 y x4) de las imágenes, almacenamiento, manual o automático, de imágenes, presentación secuencial de las mismas, reloj interno, elección de formato -normal o zoom- de las imágenes, etc. El procesador permite el almacenamiento de 7 imágenes. El monitor, de 14", garantiza, por su definición, una buena calidad de imagen. Junto a él, un video-procesador MITSUBISHI CP-100 E, con mandos autónomos, permite reproducir en color y formatos 75x100 mm., tanto para papel como para transparencia, las imágenes de interés visualizadas en el monitor. Los consumos eléctricos son de 20W para el receptor, 40W para el procesador, 300W para el monitor y 160W para el video-procesador.

El aprendizaje del funcionamiento del procesador resulta de notoria sencillez, por el limitado número de funciones y su diseño, aunque el alumno no lo maneja directamente, sino a través del profesor.

1. El carácter climático de las imágenes IR con formato DTOT.-

Aunque es muy frecuente el empleo incorrecto, por parte del gran público, de los medios de comunicación y hasta de profesionales de diferentes especialidades, de los términos climático y climatológico por meteorológico, al referirse a un suceso atmosférico determinado, a una escala temporal limitada, el geógrafo y los estudiantes de Geografía distinguen con toda claridad los antinomios clima versus tiempo, climático versus meteorológico, Climatología versus Meteorología. Ello deriva muy probablemente de la consideración de la Climatología como una de las ramas de la Geografía Física, con una entidad epistemológica y de contenidos propia, aun teniendo en cuenta que la frontera con la Meteorología es una amplia franja de saberes y métodos compartidos.

Pues bien, ciertamente las imágenes Meteosat son productos meteorológicos, ya que refieren a un instante determinado: la hora que figura en sus cabeceras (no la hora de recepción). Concretando más, la imagen se construye sobre un período de unos 25 minutos, los que median entre los cinco minutos anteriores a la hora de la cabecera y media hora atrás, intervalo necesario para que el radiómetro

multiespectral del satélite barra completamente, con su mecanismo de spin, el disco planetario que cubre.

Por esa acotación temporal, cada imagen Meteosat constituye un documento meteorológico, como este mismo carácter tiene cada dato pluviométrico o de cualquier otro elemento medido en una estación meteorológica. Naturalmente, siguiendo con el paralelismo, de un archivo amplio de imágenes Meteosat puede obtenerse información climática, podrían construirse productos gráficos o hallarse valores con el carácter permanente, de resumen o síntesis de la realidad meteorológica, que caracteriza a lo climatológico.

Sin embargo, hay un tipo de imagen y formato Meteosat que, muy frecuentemente, constituye en sí no sólo un documento meteorológico, sino también climático, o, al menos, con una rica y afinada información de carácter climatológico. Tal imagen es una de las IR, la DTOT, que es una imagen infrarroja del conjunto del disco cubierto por el satélite Meteosat. Al dar una imagen del planeta visible, esto es, de pequeña escala, se disminuye la visión del suceso meteorológico localizado, y se realza, por contra, aquellos otros de mayor extensión espacial, que son los que, a la postre, definen, las grandes zonas climáticas planetarias. Así, en las imágenes DTOT puede apreciarse muy bien, casi siempre, el rosario de grandes células convectivas y tormentas ecuatoriales, con sus tonos muy claros y brillantes, lo que denota cimas nubosas muy elevadas, y, por tanto, con temperaturas muy bajas. Al norte y sur del cinturón ecuatorial aparecen, en gran medida, oscuros, lo que significa ausencia de nubes y fuerte recalentamiento del sustrato, unas anchas franjas, que corresponden a las latitudes de los grandes desiertos planetarios (Sahara, Arabia, Kalahari, etc). Más al norte y al sur de esas dos zonas oscuras suelen observarse formas alargadas de color claro, estructura nubosa que se corresponde con las bandas de los frentes, especialmente los fríos, de las latitudes medias, al tiempo que manchas más redondeadas, espiraladas en detalle, son los vórtices de las borrascas ondulatorias a las que van asociadas.

Los tres tipos de franjas descritas tienen un carácter permanente, y, por tanto, climatológico, en el planeta, por lo que las imágenes DTOT cabe considerarlas como un buen reflejo de la realidad (más que de la abstracción) climática.

2. El provechoso análisis combinado mapas sinópticos versus imágenes Meteosat.-

Una de las aplicaciones inmediatas de las imágenes Meteosat en los centros meteorológicos es su análisis combinado con el de los mapas del tiempo correspondientes de las mismas horas. En muchos casos, en especial en las latitudes medias, algo por encima de las españolas, la coincidencia entre los sistemas sinópticos, de los mapas del tiempo, y las franjas y células nubosas, de las imágenes Meteosat, es muy notable, lo que mejora el nivel de confianza de los pronósticos meteorológicos a corto plazo. Otras veces, con cierta frecuencia en las latitudes mediterráneas, la aparición, desarrollo y evolución de ciertas células nubosas, sean, por ejemplo, las correspondientes a núcleos tormentosos, sirven para matizar una previsión a corto plazo, si el campo bórico superficial o las condiciones sinópticas en las capas medias troposféricas están poco definidas.

Pero en todo caso, en la práctica docente universitaria de la materia de Climatología, tal análisis combinado de mapas del tiempo e imágenes Meteosat, muestren grandes o sólo medianas coincidencias, supone un ejercicio de gran valor para el estudiante. Particularmente, conviene reseñar el interés de la comparación entre: a) la superficie afectada por las bandas nubosas frontales y las trazas de los correspondientes frentes; b) las formas nubosas espiraladas de las depresiones y la localización de su vórtice; c) el desarrollo de células convectivas en el seno de una masa de aire polar postfrontal y el campo de isobaras e isohipsas con dirección noroeste; d) la circulación de la corriente en chorro deducida de las imágenes WV (de vapor de agua) y el trazado de isohipsas en 300 hPa; e) la aparición de nubosidad de tipo bajo o temperaturas superficiales bajas en ciertos enclaves costeros y la procedencia marítima del viento en superficie; f) la delimitación de áreas con nieblas o con temperaturas relativamente bajas y la posición de los centros anticiclónicos; etc.

Tras ese análisis combinado, un elemento "abstracto", isoplético, como el mapa sinóptico, sea el isobórico de superficie o el de isohipsas de diferentes presiones, adquiere una proyección real (o se reviste con una imagen), la de la cobertura nubosa o de diferencias térmicas, que el estudiante asimila y evalúa con mucha mayor rapidez.

3. La secuencias cronológicas de imágenes Meteosat: perfecta plasmación de la dinámica del sistema atmosférico.-

Las secciones meteorológicas de las cadenas de televisión han acostumbrado a la población a las vistosas secuencias animadas (cronológicas) de imágenes Meteosat, que muestran la evolución y el desplazamiento de las grandes formas nubosas. La alta resolución temporal de las imágenes Meteosat (media hora) permite ofrecer varias veces cada día una completa y, a menudo, variada evolución animada.

Pues bien, si hay en la actualidad un procedimiento difundido para mostrar la dinámica del sistema atmosférico a macroescala ese no es otro que las secuencias cronológicas de imágenes Meteosat, especialmente las infrarrojas. Tales secuencias constituyen una plasmación visual perfecta de la dinámica de los grandes sistemas nubosos, que, en gran medida, responden, en sus trayectorias y modos de evolución, a los grandes flujos aéreos y al comportamiento de los sistemas sinópticos. Se trata, pues, en este caso, de un recurso didáctico insustituible, que complementa la práctica clásica de recogida de mapas del tiempo sucesivos y posterior análisis del desplazamiento de borrascas y frentes, de notable interés.

Unas secuencias tan difundidas en televisión como las animaciones cronológicas de imágenes Meteosat han de poder ponerse al alcance de los estudiantes de los cursos de Climatología en los propios departamentos universitarios de Geografía, aun contando con la penuria de medios económicos con que se desenvuelven algunos de esos centros, por, entre otros motivos, la no consideración legal de la experimentalidad de sus enseñanzas. En caso contrario, el alumno encontrará una manifiesta contradicción entre lo que está al alcance del gran público y lo que le ofrece la máxima institución docente e investigadora.

4. El limitado poder de resolución de las imágenes Meteosat y su incapacidad para detectar o analizar con detalle sistemas microescalares.-

El sensor del Meteosat posee un limitado poder de resolución, o, con más propiedad, una pequeña resolución espacial. Esta es de 5 km. en las imágenes IR -las más utilizadas- para el punto subsatélite. Por lo cual, y más en latitudes medias, donde la resolución espacial disminuye algo, las imágenes Meteosat no permiten detectar conjuntos nubosos ni mosaicos térmicos de pequeñas dimensiones, microescalares. Incluso

ciertas células de tormenta, de reducida extensión espacial, aun teniendo un gran espesor y actividad, pueden escapar de la grosera malla de pixels o tener una representación insignificante, por lo que tiende a quitárseles, erróneamente, importancia. Más de una vez tales células han causado en la España mediterránea chubascos de gran intensidad pluviométrica.

En consecuencia, las escalas de aplicación de las imágenes Meteosat, más las recibidas en los equipos sencillos como el descrito, son, sobre todo, la sinóptica o macroescala, la de los grandes conjuntos nubosos, y las mesoescalas alfa y beta, con una dimensión horizontal superior a los 25 km. El alumno ha de tener siempre presente estas consideraciones, para no caer en la tentación de relacionar ciertas formas y conjuntos nubosos visibles desde tierra con los de las imágenes o echar en falta aquéllos, cuando la imagen aparece limpia (esto último al margen de la sabida incapacidad de las imágenes IR para discriminar capas de nubes bajas).

Al contrario de lo que ocurre con la resolución espacial, limitada, más si se tiene en cuenta la que ofrecen otros satélites artificiales, conviene recordar que la resolución temporal, es decir, la frecuencia de cobertura proporcionada por el sensor, o periodicidad en la adquisición de imágenes, es excelente, con relación a aquélla: cada media hora ofrece una nueva imagen.

Por ello la comparación entre dos imágenes sucesivas suele deparar pequeñas diferencias, permitiendo la construcción de secuencias animadas finas, con "saltos" moderados.

5. Las imágenes Meteosat como herramienta complementaria pero no sustitutiva

de los mapas del tiempo en la prognosis meteorológica.-

La irrupción espectacular en los medios de comunicación de las imágenes Meteosat, el poder sintético y dinámico de sus secuencias animadas y la certeza de que son las nubes y no las isobaras los elementos causantes de la lluvia llevan, a menudo, al profano y al propio estudiante universitario en sus primeros pasos de formación climatológica a la conclusión de que tal eficaz herramienta permite sustituir el análisis sinóptico, en la tarea de la previsión meteorológica.

Tal idea debe, evidentemente, ser rechazada, y sustituida por la de la complementariedad entre el mapa del tiempo y la imagen Meteosat.

En efecto, la prognosis meteorológica sigue teniendo su más poderosa y eficiente base en los mapas del tiempo, actuales y previstos, contruidos manualmente o de un modo automático, fruto éstos de cálculos larguísimos y de notable complejidad, sólo realizables en un tiempo que no sobrepase el de la validez de la propia predicción por potentes ordenadores en los centros meteorológicos principales.

Si a muy corto plazo, un par de horas, por ejemplo, las imágenes Meteosat permiten por sí solas establecer, si se posee la suficiente experiencia, una previsión meteorológica aceptable, a medida que aumenta el plazo temporal de validez del pronóstico la información del satélite pierde potencia como herramienta predictiva, mientras que la derivada del análisis sinóptico, aun disminuyendo también su validez, obviamente, la aumenta de un modo relativo con respecto a aquélla. Son los mapas de isalobaras, o de curvas que unen puntos con la misma variación de la presión atmosférica en un determinado intervalo temporal, los que anuncian hacia dónde se espera que se desplacen los mínimos depresionarios o sobre qué áreas se reforzarán las altas presiones, lo que conllevará el desarrollo de la nubosidad en unos casos o su disipación o no presencia en otros. Los mapas del tiempo de superficie y las topografías absolutas y relativas previstos son el resultado de esas variaciones de presión para un futuro próximo. El movimiento en una cierta dirección de las masas nubosas visibles en las imágenes Meteosat no garantiza, o en todo caso lo hace mucho menos que el anterior procedimiento sinóptico, que, al cabo de un cierto período de tiempo, como pueden ser 24 horas, tales masas se sitúen en el área hacia la que se encaminaban.

CONTENIDO GRAFICO Y FOTOGRAFICO PRINCIPAL DEL POSTER: 8 imágenes en color seleccionadas entre las recibidas por el equipo disponible más otras 5 en blanco y negro, mapas del tiempo, esquemas del equipo de recepción y del sistema global de satélites meteorológicos y fotografía del satélite Meteosat.