Estudio de la situación meteorológica que dio lugar a las fuertes tormentas de las comarcas de Almansa (Albacete) y de Las Pedroñeras (Cuenca) el 8 de agosto de 2009

David López-Rey Lumbreras
david.lopezrey@yahoo.es

1. Introducción.
2. Observaciones sinópticas.
3. Análisis meteorológico.
   3.1. Campo: presión a nivel del mar, viento en superficie y geopotencial a 500hPa.
   3.2. Campo: temperatura y geopotencial a 850hPa.
   3.3. Campo: temperatura en superficie y en 500hPa.
   3.4. Campo: humedad absoluta y líneas de corriente ¿nivel?
   3.5. Campo: temperatura pseudopotencial en 850hPa.
   3.6. Campo: velocidad vertical en 500hPa.
4. Los radiosondeos de Madrid y de Murcia.
5. Índices convectivos CAPE y CIN. Convección profunda.
6. Imágenes de satélite.
7. Estimación de la distribución espacial de la precipitación.
8. Impacto social.
9. Conclusiones.

REPORTAJE GRÁFICO.
REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.

1. Introducción.

Durante el fin de semana del 8 y 9 de agosto de 2009 se produjeron importantes fenómenos convectivos en el centro de la península Ibérica y en el valle del Ebro. Un ejemplo de ellos fueron las tormentas que afectaron a las comarcas de Almansa (Albacete) y a Las Pedroñeras (Cuenca), situadas en la mitad oriental de la Meseta Sur, en el centro de la península Ibérica (Fig.1).

En el presente trabajo se estudiarán qué condiciones meteorológicas se dieron en el interior peninsular para que desatase los sistemas convectivos que afectaron a los

municipios antes citados. Para ello, a falta de datos horarios de estaciones meteorológicas, utilizaremos las salidas macroescalares del modelo GFS y las mesoescalares del modelo PROMES, desarrollado el grupo MOMAC y utilizado por el Instituto Meteorológico Regional de Castilla-La Mancha, iMetCaM, de la Universidad de Castilla-La Mancha.

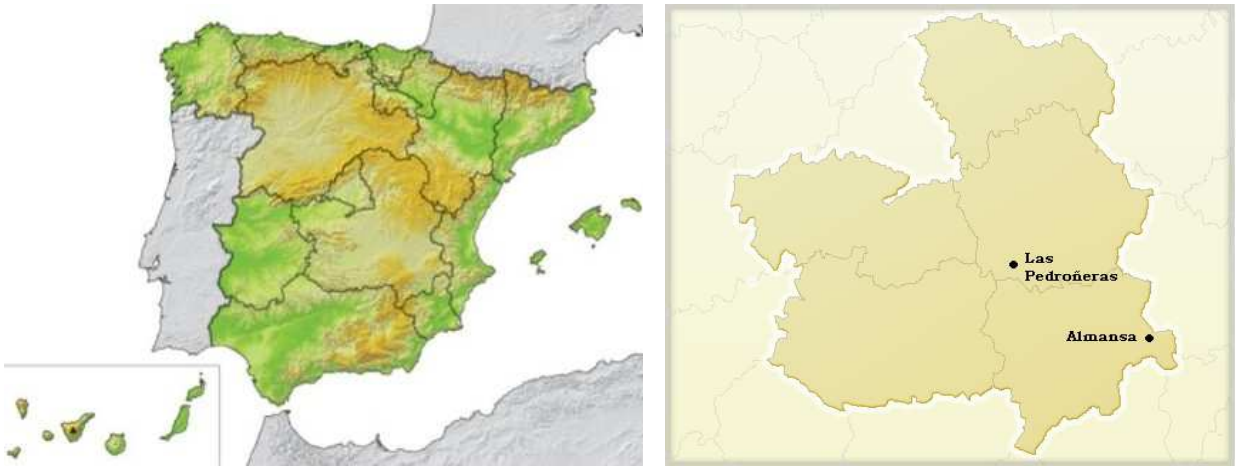


Fig. 1. A la izquierda, el mapa físico y político de España; a la derecha, la localización de las provincias de las localidades de Almansa (Albacete) y de Las Pedroñeras (Cuenca). Ambas se encuentran en la mitad este de la Meseta Sur de la península Ibérica.

2. Observaciones sinópticas.

Las observaciones realizadas en los observatorios a las 15Z del día 8 de agosto de 2009, mientras se formaba la tormenta, se muestran en el mapa inferior (Fig.2).

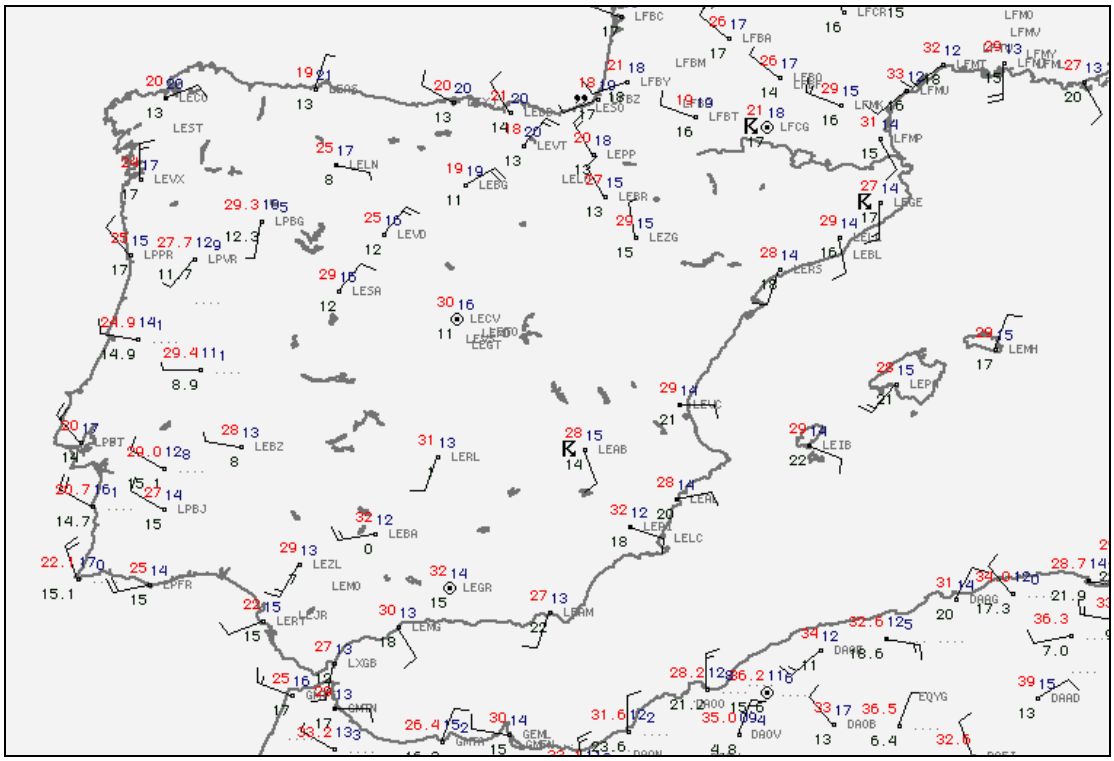


Fig. 2. Observaciones meteorológicas realizadas en los principales observatorios a las 15Z del día 8 de agosto de 2009. (Fuente: www.estofex.org)

En él se aprecia la entrada de vientos marítimos del E en toda la cuenca sureste mediterránea, vientos del SW en Andalucía y Extremadura y del NE en la Meseta Norte. La distribución de la dirección de los vientos nos hace intuir la existencia de un centro de bajas presiones en el interior del país. Las provincias de Albacete y de Cuenca quedarían, por tanto, en el flanco oriental, donde se suelen producir los fenómenos de inestabilidad, del mínimo de presión.

Además, hay que tener en cuenta la convergencia de vientos en la Meseta Sur. Una prueba de esta convergencia es el viento en calma que había en Madrid a las 15Z. Además, ya a esa hora se daban los primeros focos tormentosos en la ciudad de Albacete.

Como veremos más adelante, esa convergencia de vientos estuvo asociada, además, a una convergencia de dos masas de aire distintas: una húmeda de procedencia mediterránea y otra más de seca de origen atlántico.

3. Análisis meteorológico.

3.1 Campo: presión a nivel del mar, viento en superficie y geopotencial a 500hPa.

El siguiente mapa (Fig.3) es el isobárico previsto a las 15Z según el modelo GFS. En él podemos apreciar un centro de bajas presiones (intuido ya por las observaciones de viento en superficie) localizado sobre la vertical de la Península, con un mínimo de 1012hPa. Al oeste de la misma apreciamos el centro de altas presiones conocido como "anticiclón de las Azores" que se extiende de forma alargada desde el archipiélago homólogo hasta el suroeste de las islas Británicas, deformado, sin duda, debido al mínimo de presión ibérico.

La disposición de las isobaras nos hace ver el aporte de vientos del este a toda la vertiente mediterránea. Sin embargo, existe un detalle importante a resaltar: el cambio en la curvatura de la isobara de 1014hPa que entra a la Península por el norte de la provincia de Alicante.

Esta ondulación cobra especial protagonismo si tenemos en cuenta que por allí los vientos no encuentran barrera orográfica: es el "Pasillo del Vinalopó" (García de Pedraza y García Vega, 1994) que facilita que "*los vientos templados y húmedos del SE mediterráneo, que suben hacia la Meseta, con temporales del lluvia y/o tormentas en la zona de Villena, Yecla, Almansa, Albacete… pudiendo llegar en ocasiones a la zona de Ciudad Real y Toledo*". En otros estudios a este paraje natural se le llama también "El Pasillo de Hellín – Almansa" (Cano et cols, 2001).

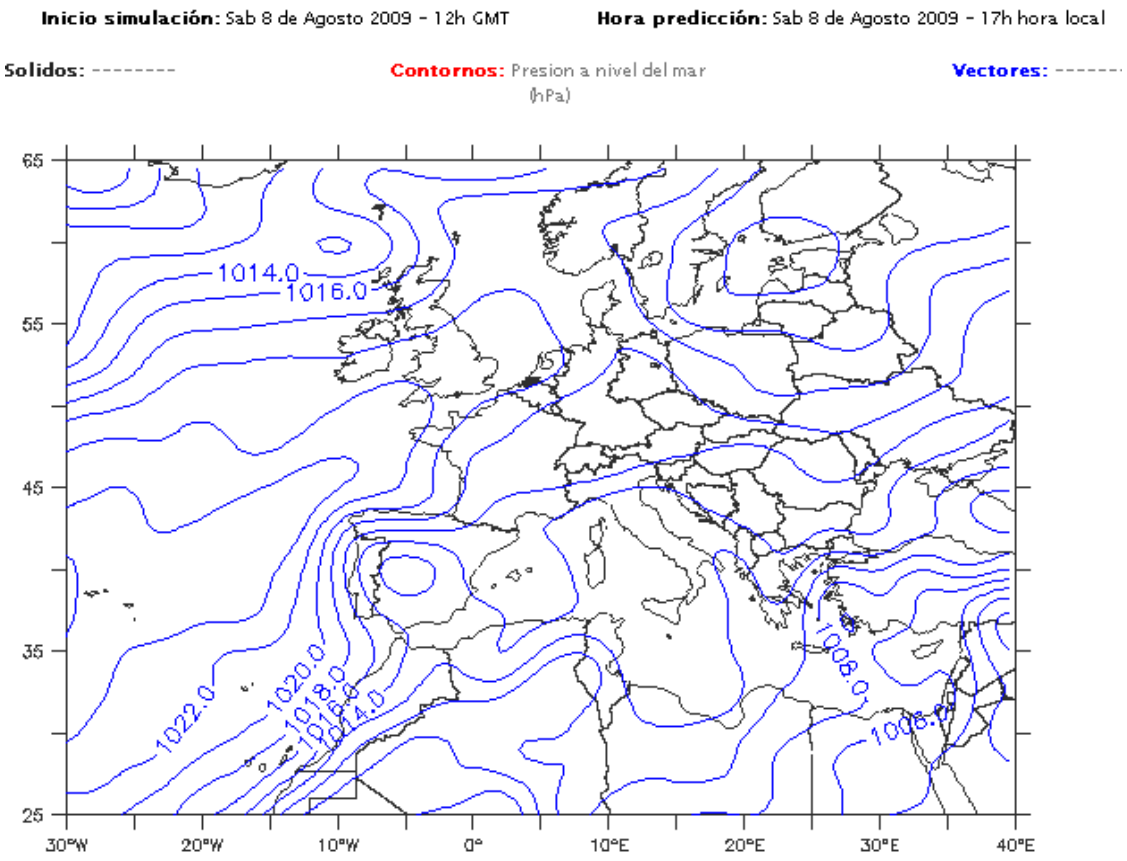


Fig. 3. Simulación de la presión a nivel del mar realizada por el modelo GFS inicializado a las 12h UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 15Z del mismo día. Se trata de una situación típica de verano. El mínimo de presión se forma debido al intenso calor de la época estival.

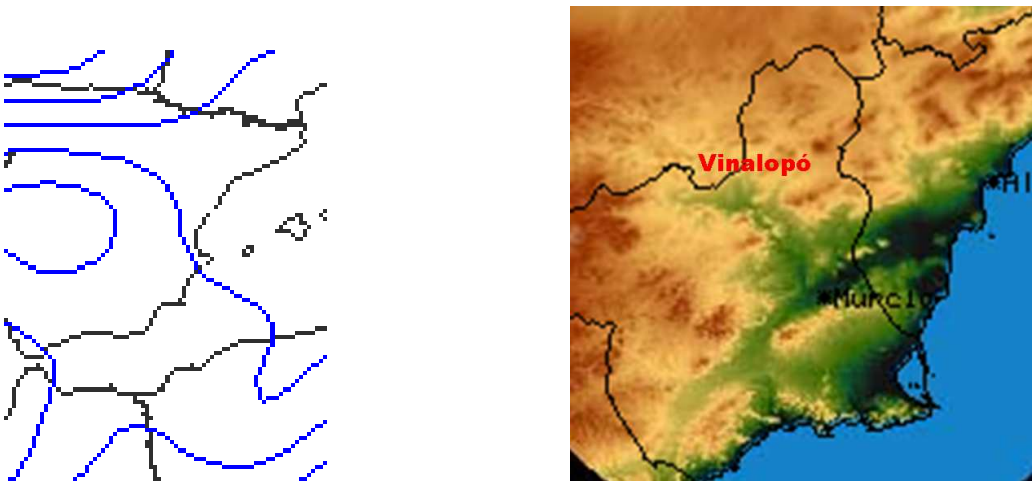


Fig. 4. A la izquierda: detalle del mapa anterior; a la derecha, mapa físico de la Región de Murcia donde se aprecia, con tonos verdes, el valle del Vinalopó.

La salida de las 15Z UTC del modelo PROMES resalta ciertos detalles relevantes que el GFS, por ser más "general", no "veía". Observamos una isobara de 1014hPa y, dentro de ella, otra de magnitud desconocida. También llama la atención la isobara dibujada sobre la

vertical de la provincia de Teruel (en principio, de ésta nos sabemos su valor pero cuando analicemos el campo del viento determinaremos que es un núcleo de altas presiones). Y por último, la isobara de 1014hPa que se extiende desde Tetuán hasta el sur de Murcia (Fig.5).

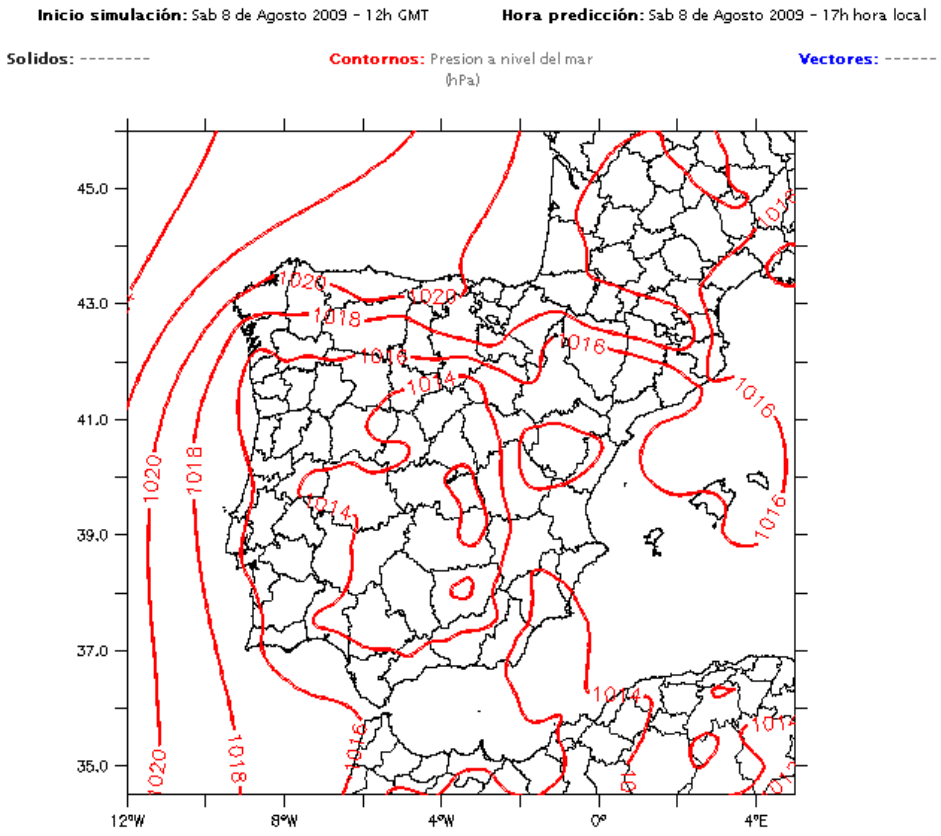


Fig. 5. Simulación de la presión a nivel del mar realizada por el modelo PROMES inicializado a las 12Z del día 8 de agosto de 2009 para las 15Z del mismo día. En este mapa delata la formación de nuevos centros de presión en el interior peninsular.

Se trata de la formación de un dipolo orográfico (*estructura de presión que consiste en un exceso de presión a barlovento y un déficit a sotavento de cualquier cordillera montañosa, con respecto al flujo general que la cruza*, Vernière et al. 2006) tal y como podemos determinar viendo la simulación del viento en superficie (Cano et al. 1997). Por un lado observamos la entrada de vientos ábregos y levantes a la región a través del Vinalopó y, también, a través del Señorío de Molina. Por otro lado, está la entrada de vientos del Atlántico que ascienden por los valles del Tajo y del Guadiana, confluyendo todos en la comarca de La Mancha (Fig.6).

Por un lado, los vientos del este inciden contra el Sistema Ibérico lo cual produce en esa zona un represamiento de aire y, por tanto, un exceso de presión. Opuestamente, en su vertiente atlántica se forma, por el contrario, un déficit de presión lo que constituye un centro de bajas. Según también vemos, la orientación del viento hace que el núcleo de Murcia y el de Teruel sean unos centros de altas (Fig.7).

En el nivel de 500hPa observamos una vaguada cruzando la Península cuyo eje se localiza en el tercio oeste. Comprobamos que en la mitad este, las isohipsas se separan ligeramente

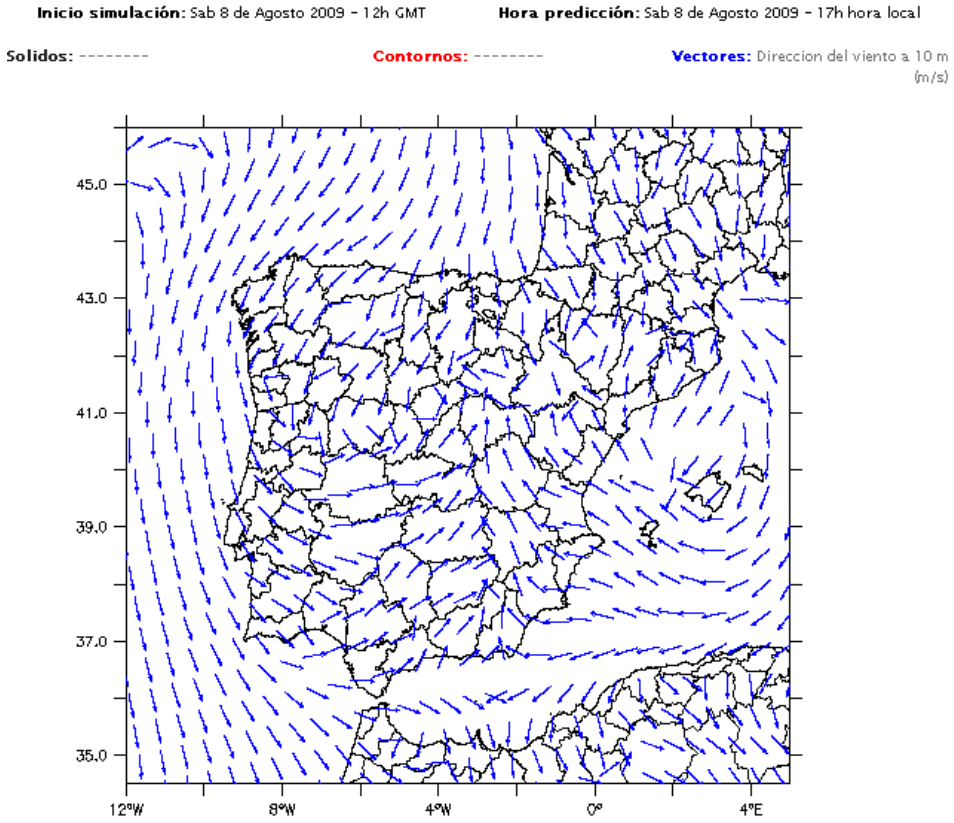


Fig. 6. Simulación de la dirección del viento a 10m por el modelo PROMES inicializado a las 12Z del día 8 de agosto de 2009 para las 15Z del mismo día.

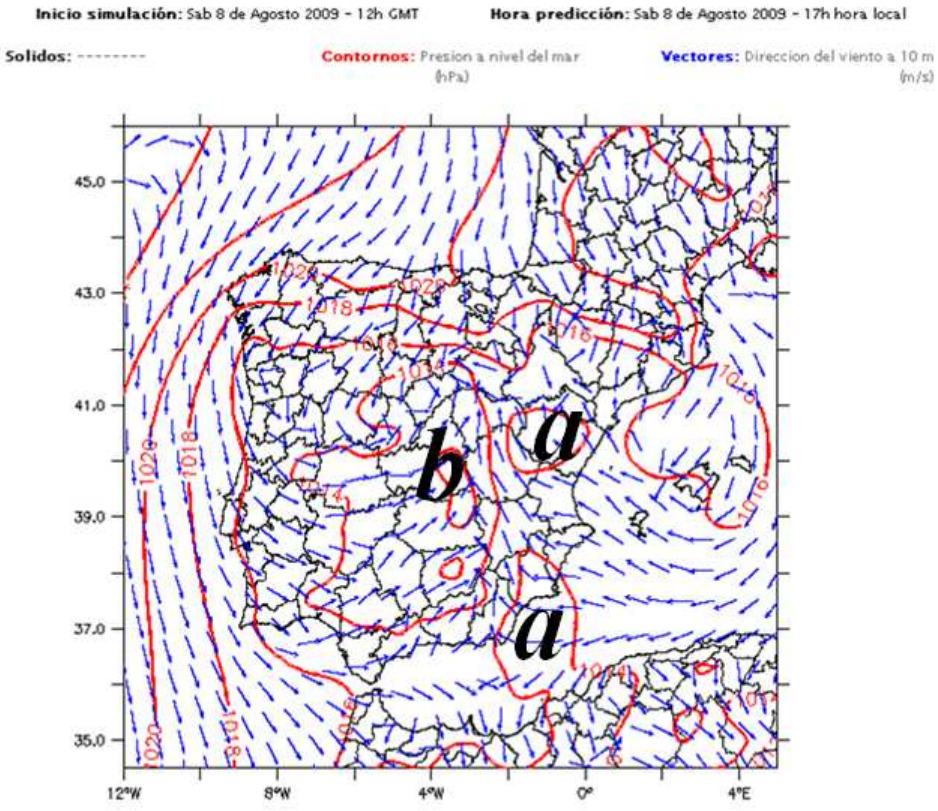


Fig.7. Simulación de la presión a nivel del mar y de la dirección del viento a 10m realizada por el modelo PROMES inicializado a las 12Z UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 15Z del mismo día. En este mapa queda patente la formación de un dipolo orográfico en el este de la Comunidad Manchega.

unas de otras lo cual llega consigo una difluencia entre ellas y una convergencia de aire en niveles inferiores, como veremos más adelante, facilitando así las condiciones inestables de la atmósfera (Fig.8).

Combinando ambos campos de presión notamos que fue justo en la mitad este del país donde confluyeron los vientos cálidos y húmedos de procedencia marítima en el nivel del suelo, los de procedencia atlántica de niveles medios y los propios de la baja térmica del interior (Fig.9).

Cuando convergen estas tres masas de aire, se producen bruscas variaciones de humedad que disparan la convección en las zonas de convergencia (Cano, 2001) como seguidamente veremos.

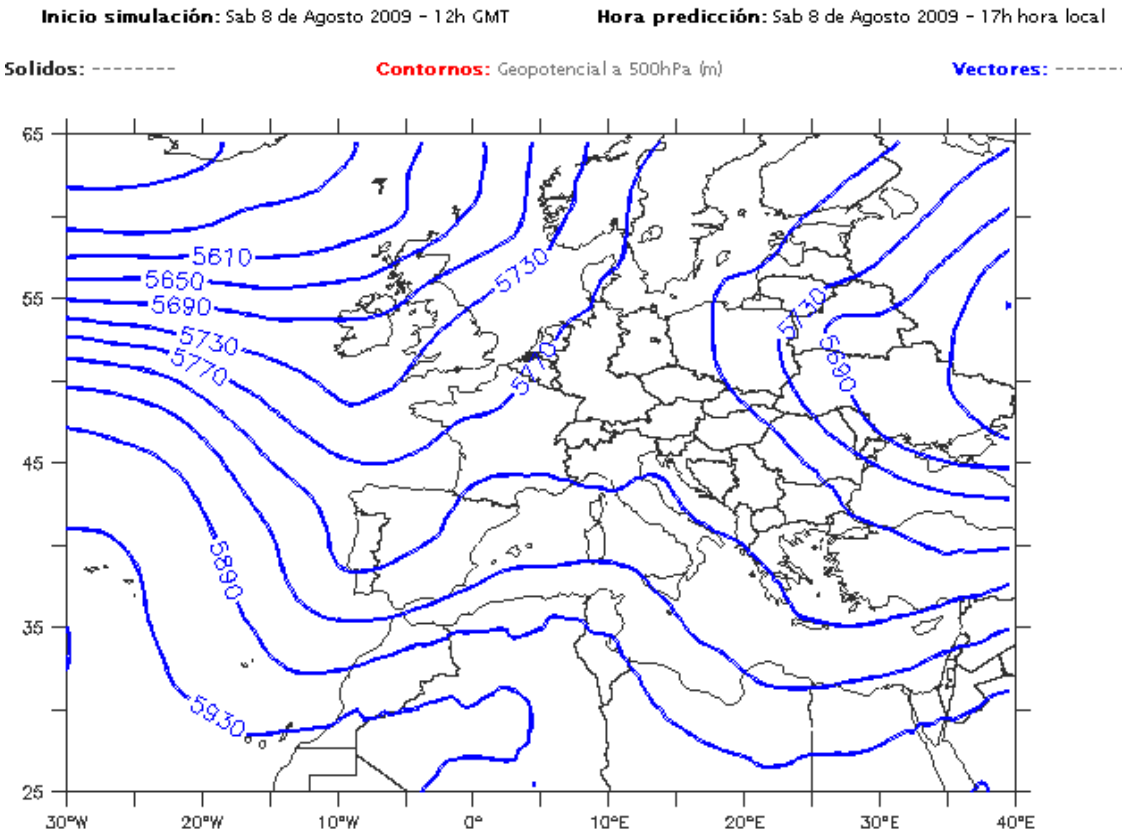


Fig. 8. Simulación de la altura geopotencial en el nivel de 500hPa (en mgp) realizada por el modelo GFS inicializado a las 12Z del día 8 de agosto de 2009 para las 15Z del mismo día. Observamos una vaguada dominando sobre la mitad este del país, propiciando la convergencia en superficie.

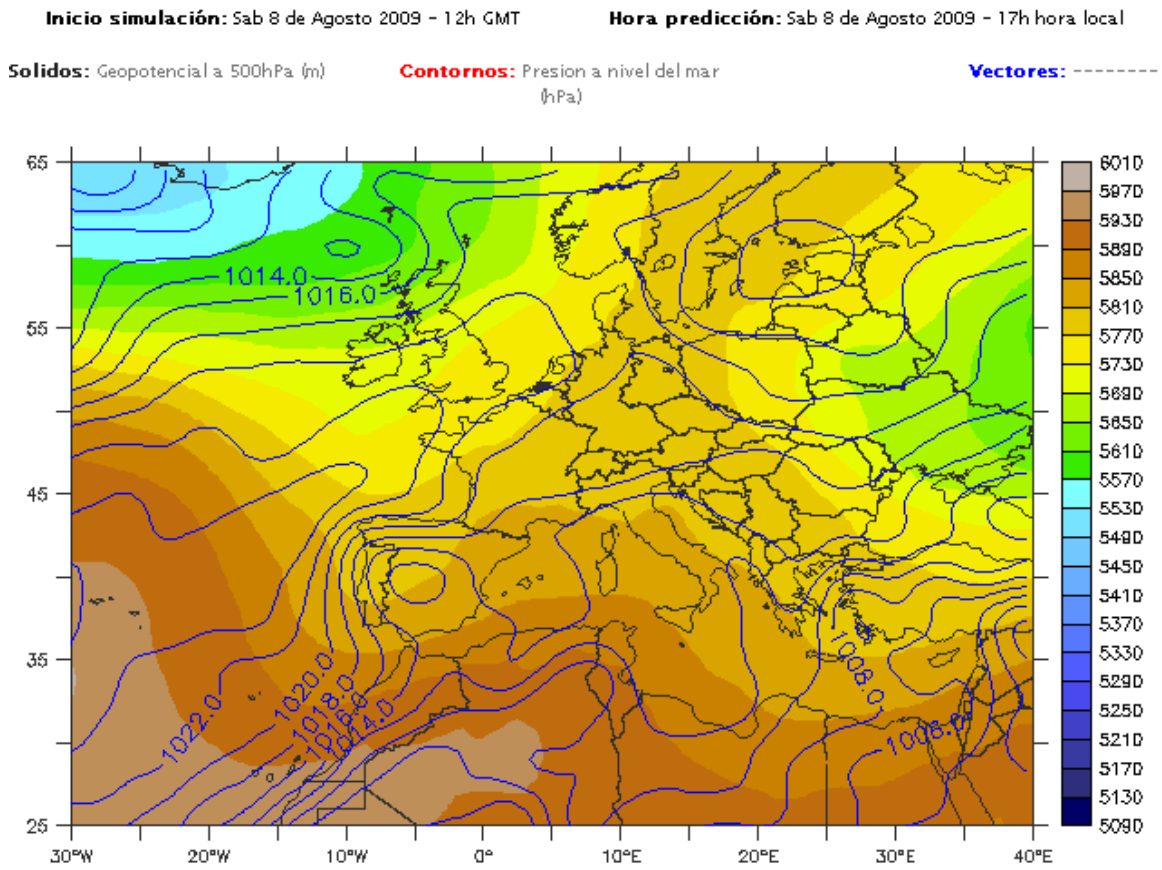


Fig. 9. Simulación de la altura geopotencial en el nivel de 500hPa (en mgp y coloreada) y la presión a nivel del mar (en hPa en línea continua) realizada por el modelo GFS inicializado a las 12Z del día 8 de agosto de 2009 para las 15Z del mismo día. En él se puede ver la confluencia de tres masas de aire distintas, factor detonante para la formación de tormentas.

Con la superposición del geopotencial de 500hPa con el campo de presión a nivel del mar se comprueba cómo la parte delantera de la vaguada coincide con el borde oriental del centro de bajas presiones formado por el intenso calor que suministra el suelo, lo cual podemos decir que alimentó la formación de tormentas en todo el centro del país. Además, a esto hay que añadir la convergencia de vientos de distinta procedencia (según visto en párrafos anteriores) en esa misma zona.

Resumiendo: en superficie la situación era de bajas presiones relativas, un marcado flujo de vientos del sureste y la existencia en 500hPa de una vaguada con su eje situado en la mitad oeste de la Península. Estos tres factores, según parece, son decisivos para la generación de fenómenos convectivos en el centro del país, en particular en el este de la provincia de Toledo y en la zona de La Mancha (López-Rey, 2007).

3.2 Campo: temperaturas y geopotencial a 850hPa.

Los mapas del nivel de 850hPa confeccionados por el GFS muestran una entrada de aire frío por el noroeste peninsular (que ya se vio el mapa de 500hPa del apartado anterior), mientras que se observa la "lengua" de aire cálido de procedencia norteafricana, cuyo eje

se encuentra sobre la vertical de Túnez, y que se extiende hasta el Mediterráneo más occidental. Posteriormente, al estudiar el campo de la temperatura pseudopotencial equivalente, comprobaremos que se trataban de dos masas de aire distintas (aunque ya se puede intuir observando los mapas).

En el mapa de las 12h se observa, además, un pequeño núcleo cálido en el interior peninsular que se acentúa en la salida de seis horas más tarde tomando ya un valor importante: por encima de los 20ºC (Fig.10).

3.3 Campo: Temperaturas en superficie y en 500hPa.

A nivel del suelo, las temperaturas a las 17Z (simuladas por el modelo Promes) se situaban por encima de los 25ºC. En áreas de montaña, evidentemente, la temperatura era menor (en torno a 15ºC en zonas de la Serranía de Cuenca). En las vegas del Guadiana y del Tajo los valores termométricos se aproximaban a los 30ºC.

De nuevo, es en la zona este de La Mancha donde la temperatura tiene mayor gradiente lo cual pudo ser otra causa más que incentivara la formación de núcleos convectivos (Fig.12a).

En cambio, en altura, la temperatura era del orden de -11ºC. Teniendo en cuenta que la altitud media de la zona es de unos 700m y que el geopotencial de 500hPa se localizaba en un nivel de 5780m (Fig.12b), el gradiente térmico vertical es de: $\alpha = -0{,}8$ºC/km, menor que los $\gamma = -0{,}6$ºC/km, valor estándar de una atmósfera seca.

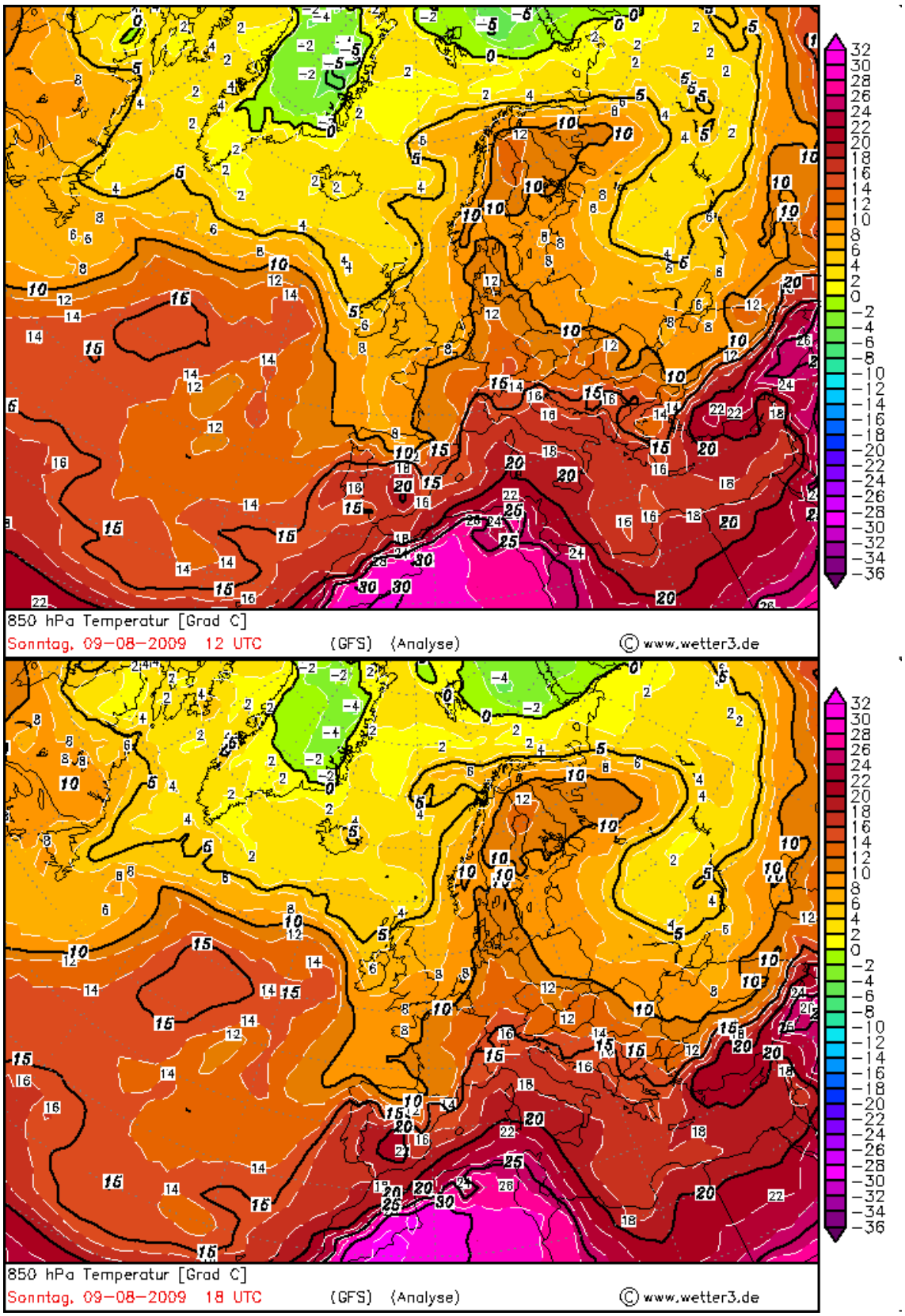


Fig. 10. Simulación de la altura geopotencial (en m) y de la temperatura en el nivel de 850hPa (en ºC) realizada por el modelo GFS inicializado a las 00Z UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 12Z y 18Z del mismo día. (Fuente: www.wetter3.de)

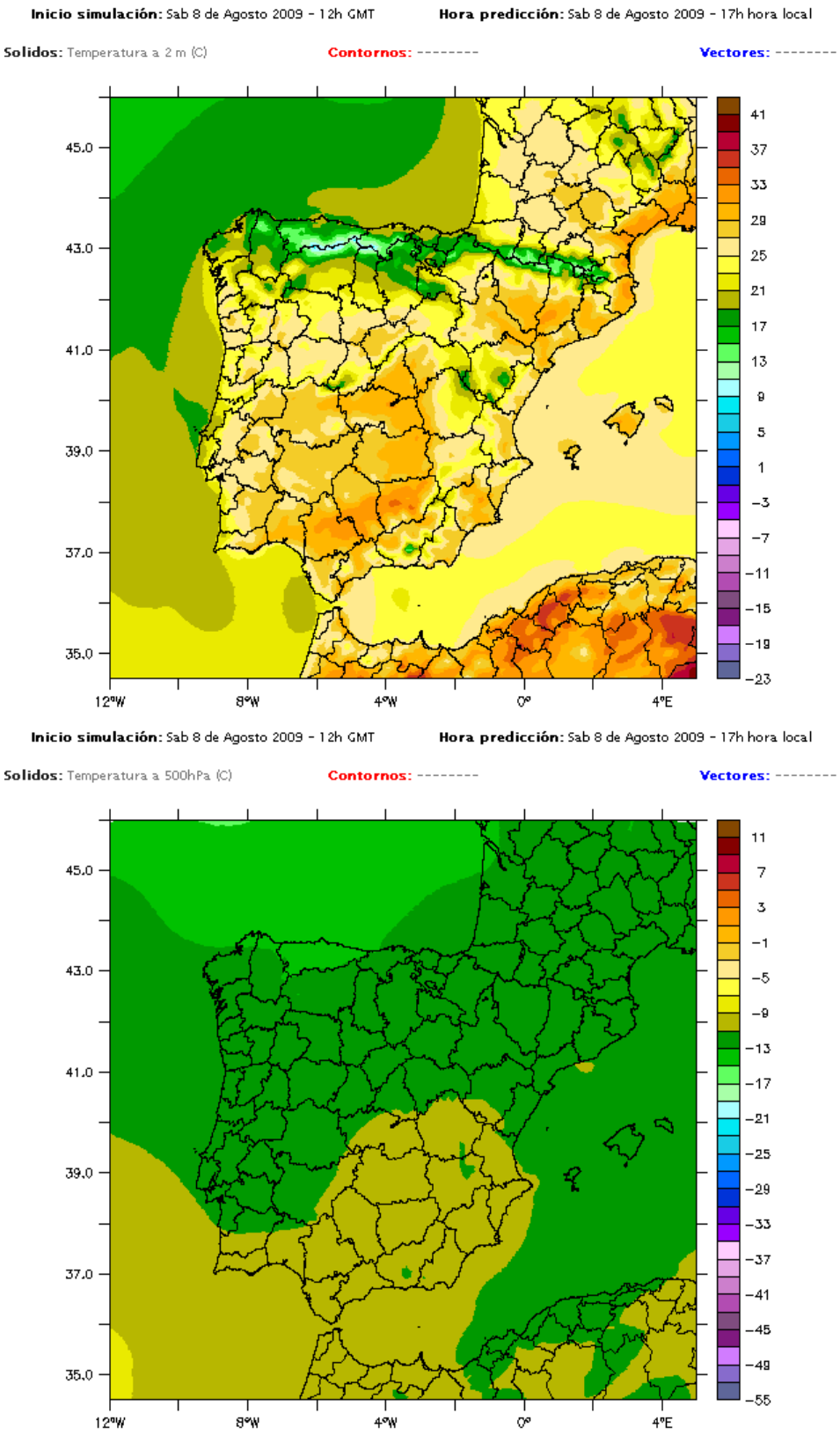


Fig. 12. Simulación de la temperaturas a 2m del suelo y a 500hPa realizada por el modelo PROMES inicializado a las 12Z UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 17Z del mismo día. En él se puede observar temperaturas superiores a los 30ºC en el centro del país y de unos -10ºC a unos 5780m.

3.4 Campo: Humedad absoluta y líneas de corriente.

A continuación procedemos a evaluar los distintos campos de humedad absoluta a distintos niveles. Recordemos que la humedad absoluta se define como la relación existente entre la masa de vapor de agua en el seno de atmósfera y la masa de aire seco. Usualmente, se mide en gramos de vapor de agua por kilogramo de aire seco (g/kg).

El primero de ellos está referido al nivel del suelo (Fig.13a). En él comprobamos que convergieron en la mitad este peninsular dos masas de aire bien diferenciadas: una de ellas muy húmeda (con valores superiores a los 15g/kg) de procedencia mediterránea empujada hacia el tercio este de la Península por los vientos marítimos, y otra muy seca en el interior con valores por debajo de los 4g/kg en el valle del Guadalquivir.

En el nivel inmediatamente superior a la superficie, a 925hPa, la diferencia de humedad en ambos niveles sigue quedando patente, pero el máximo marítimo no lo es ya tanto. Aún así, es importante y aparece un mínimo de humedad al suroeste de la provincia de Cádiz (Fig.13b).

Ambos mapas nos muestran una línea fronteriza que va desde el norte de la provincia de Guadalajara hasta la parte oriental de Andalucía, habiendo un máximo de gradiente justo en La Mancha, en la zona de Las Pedroñeras. No ocurre, en cambio, en la zona de Almansa donde el gradiente de humedad es mucho menor.

Si al mapa anterior acoplamos el viento que existe en ese nivel (Fig.14), observamos que la convergencia de éste coincide con la brusca variación de humedad en ese nivel, lo que da pie a pensar que justo en la línea imaginaria que une la sierra de Atienza (en Guadalajara) con la de Segura (en Albacete) se unieron dos pasas de aire muy distintas: una marítima procedente del Mediterráneo y que entró por la provincia de Albacete (a tenor de las observaciones sinópticas anteriormente comentadas), más concretamente por el Valle del Vinalopó (García de Pedraza y García Vega, 1994) y otra de carácter seco que penetró por los valles del Tajo y del Guadiana. Esa recta pasa justo por la vertical de Las Pedroñeras. La confluencia de ambas masas de aire tan distintas propició la formación de fenómenos tormentosos violentos en la zona (como ya apuntó Cano, 2001).

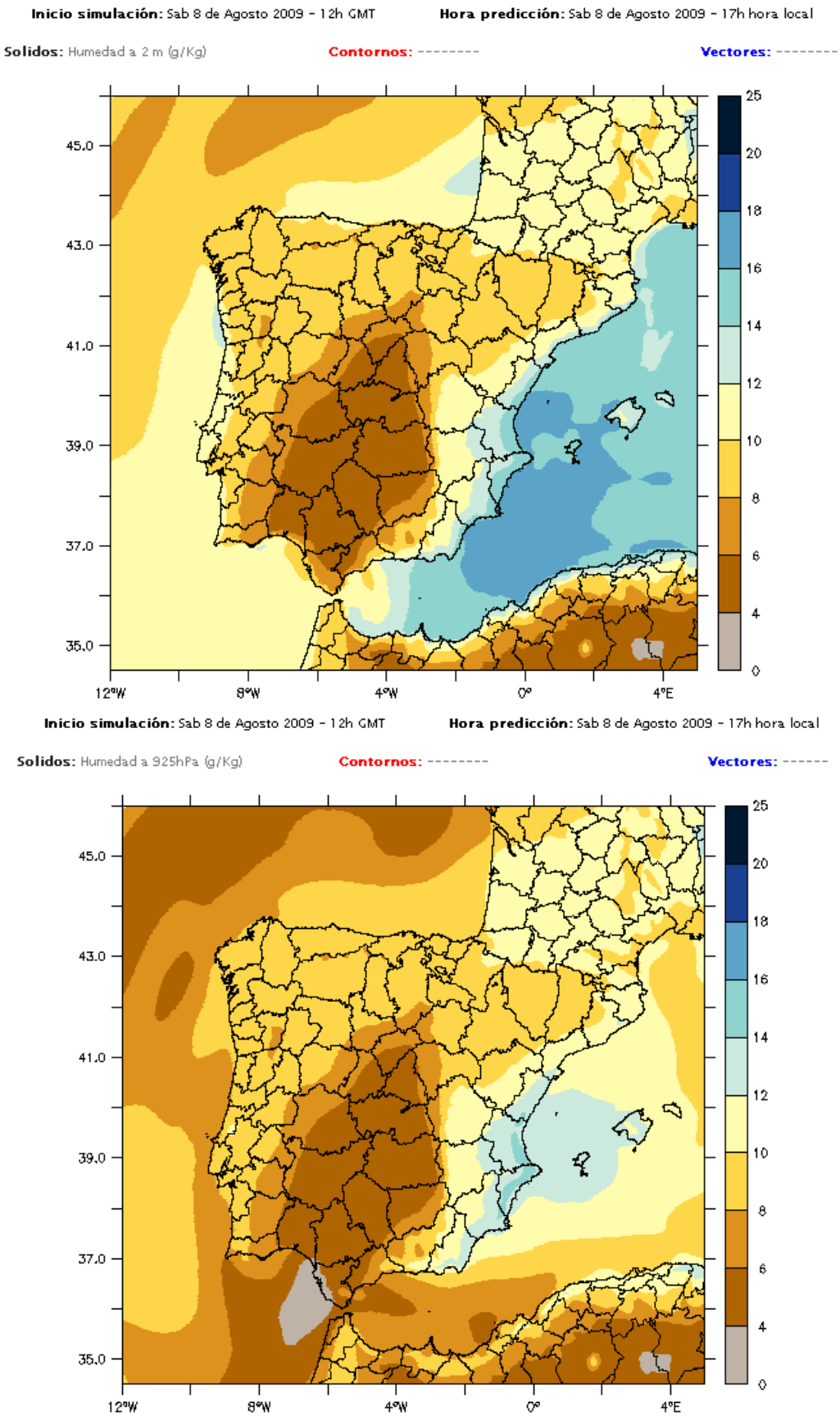


Fig. 13. Simulaciones de la humedad a 2 metros y a 925hPa realizadas por el modelo PROMES inicializado a las 12Z UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 17Z del mismo día. Ambos mapas son similares entre sí: en ellos se observa dos núcleos, uno de ellos húmedo en el Mediterráneo y otro seco en el centro y sur.

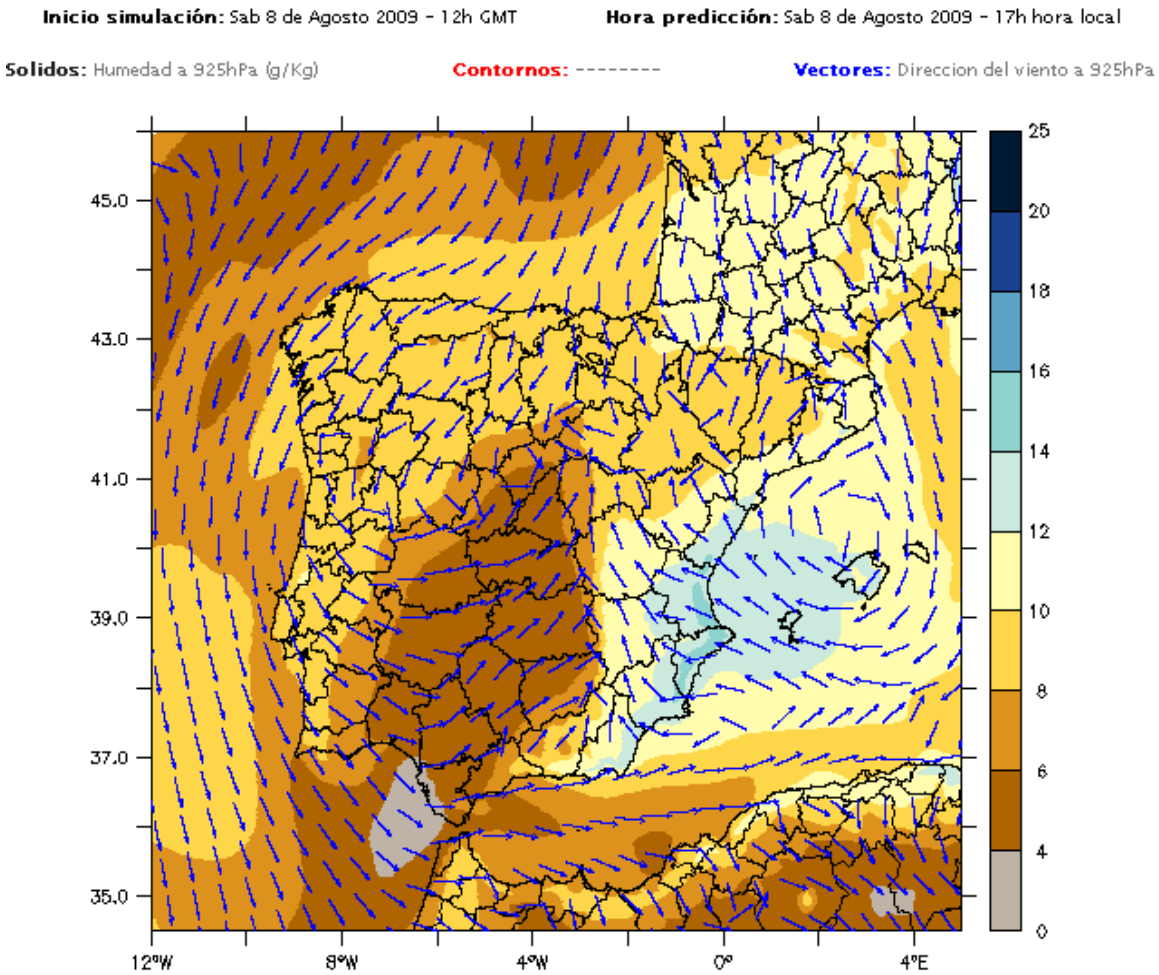


Fig. 14. Simulación de la humedad a 2m del suelo realizada por el modelo PROMES inicializado a las 12Z UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 17Z del mismo día junto con el campo de viento. Se observa un "dipolo higrométrico": una masa de aire húmeda de procedencia marítima y otra seca terrestre.

3.5 Campo: temperatura pseudopotencial en 850hPa.

Se ha mencionado ya varias veces a lo largo de este trabajo la confluencia de dos masas de aire distintas en la Meseta Sur. Este apunte es corroborado al calcular la temperatura pseudopotencial equivalente, θae, que es *aquella que toma la temperatura potencial θ, del aire seco, cuando ésta absorbe, por vía reversible, el calor que desprende el vapor al condensarse isotérmicamente […] además esta temperatura es casi invariante en las transformaciones pseudoabiabáticas.* (Morán, 1984). Esta propiedad cuasi-conservativa nos servirá para identificar las masas de aire.

Para estimación de esta nueva variable hemos tomados los datos del día 8 de agosto de 2009 de dos observatorios pertenecientes a la red de METEOCLIMATIC: uno de ellos ubicado en Madrid (como "representante" de la supuesta masa seca) y otro en Murcia (caracterizando la masa húmeda). A continuación (Tabla I) se muestran los datos iniciales y los calculados.

TABLA I. VARIABLES TERMODINÁMICAS DEDUCIDAS A PARTIR DE DOS ESTACIONES DE LA RED DE METEOCLIMATIC COMO REPRESENTANTES DE LAS CIUDADES DE MADRID Y DE MURCIA

VARIABLES INICIALES		**Madrid**	**Murcia**
Temperatura (ºC)	T	30	32
Punto de rocío (ºC)	Td	16	12
Presión en la estación (hPa)	P	1007	1014
VARIABLES CALCULADAS			
Tensión de vapor (hPa)	E	18,17	14,02
Razón de mezcla (g/kg)	R	11,22	8,60
Temperatura pseudopotencial equivalente (ºC)	θae	58,0	52,6

Las temperaturas pseudopotenciales equivalentes no son coincidentes ni similares por lo que se puede concluir que las masas de aire tenían orígenes distintos. Esta conclusión está avalada al estudiar la salida de esta variable del modelo GFS (Fig.15).

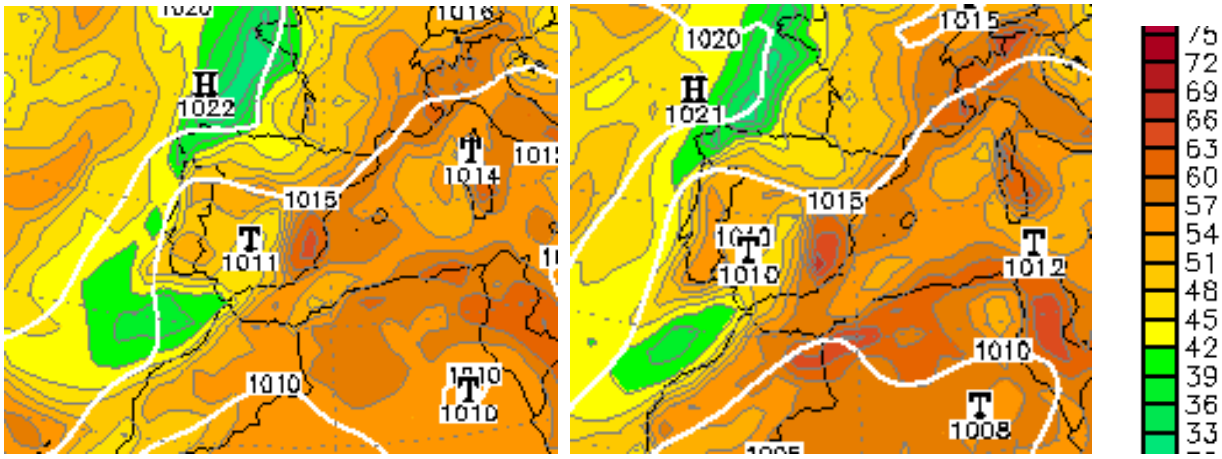


Fig. 15. Simulación de la presión a nivel del mar (en hPa y línea blanca) y de la temperatura pseudopotencial (en ºC y escala adjunta) a 850hPa realizada por el modelo GFS inicializado a las 00Z UTC del día 8 de agosto de 2009 para las 12 (izq.) y 18Z (der.) del mismo día.

Se observa un núcleo cálido desde mediodía sobre el sureste peninsular, más concretamente sobre el interior de la Región de Murcia e interior de la Comunidad Valenciana. Ese máximo de temperatura se mantiene en la salida de las 18Z, hasta sobrepasar los 60ºC.

Por otro lado, existe una intrusión de temperatura pseudopotencial equivalente más fría que se desliza por el Cantábrico Oriental, bordea Portugal y se introduce por el valle del Guadalquivir hasta el Sistema Ibérico. Una vez más, se da un nuevo máximo de gradiente, en este caso de temperatura pseudopotencial, en la vertical de La Mancha.

3.6 Campo: velocidad vertical en 500hPa.

La velocidad vertical nos proporcionará información sobre las corrientes verticales de la atmósfera a escala sinóptica; en particular, por tratarse del nivel de 500hPa evaluará los valores medios de la troposfera. Así, los valores más negativos indican corrientes ascendentes y los valores más positivos delatan las corrientes descendentes En la salida de las 00h con una velocidad vertical muy baja. Seguramente este hecho esté ligado a la compensación de las corrientes ascendentes de origen térmico de la tarde anterior y las descendientes de subsidencias propias de las noche dando como resultado un equilibrio.

Según avanza la jornada, el calentamiento del suelo favorece, en promedio (recordemos que estamos evaluando el nivel de 500hPa) las corrientes ascendentes de aire y, por tanto, un aumento hacia valores más negativos de la velocidad vertical. De las cuatro salidas del modelo (00, 06, 12 y 18Z), se produce una mayor velocidad a las 18Z debida a la inercia térmica y a un mayor calentamiento del suelo. Los valores son importantes, superándose los 20hPa/h en el tercio este de la Península (Fig.16).

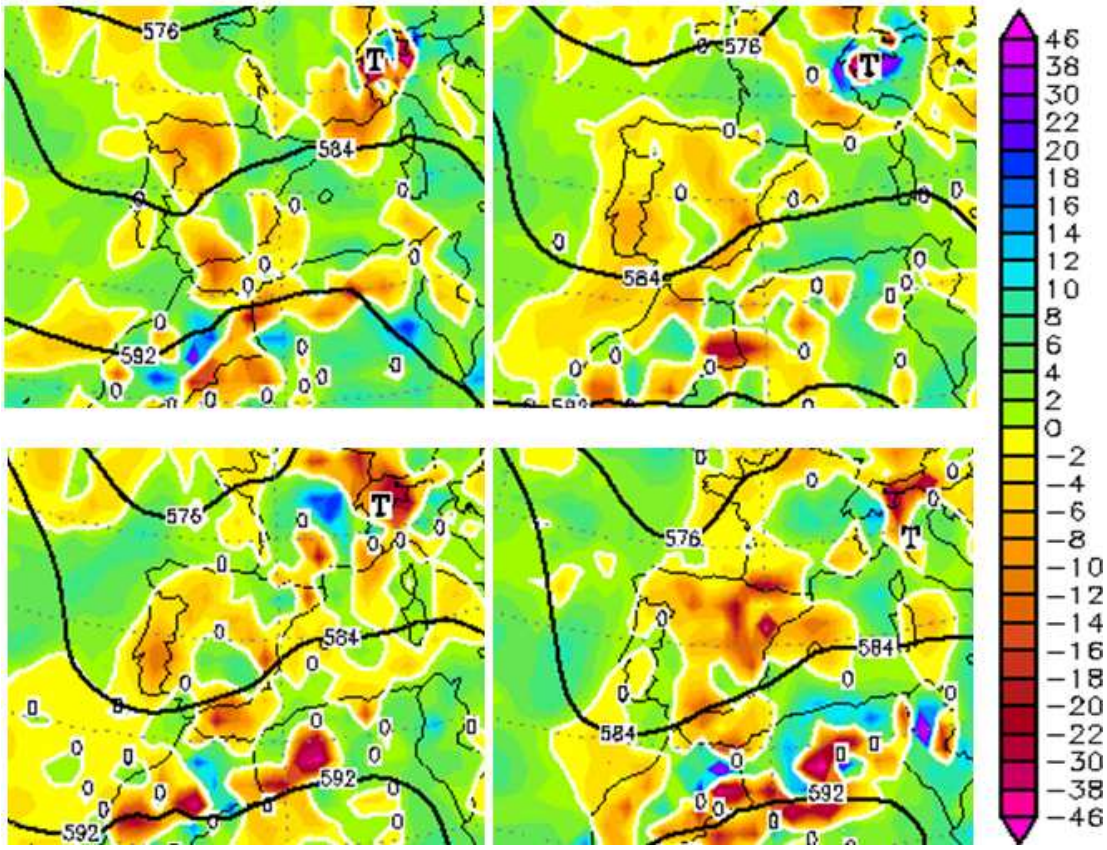


Fig. 16. Simulación de la altura geopotencial (contornos, en mgp) en 500hPa así como la velocidad vertical (colores, en hPa/h) realizada por el modelo GFS inicializado a las 00Z del día 8 de agosto de 2009 para las 00 (izq. superior y en sentido horario), 06, 12 y 18Z del mismo día. Valores negativos representan las corrientes ascendentes y los positivos las descendentes.

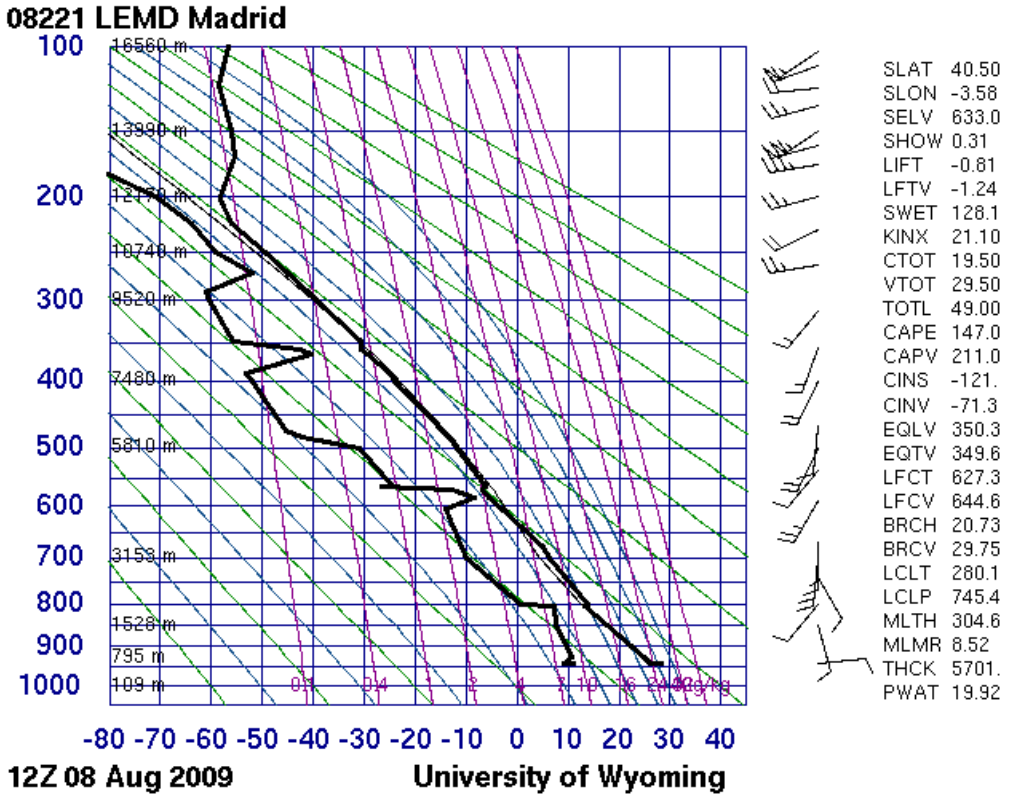
4. Los radiosondeos de Madrid y de Murcia.

El estudio de los radiosondeos nos proporcionará información sobre la inestabilidad de la atmósfera durante aquella jornada, entre otras cosas. No son muchos los observatorios que realizan este tipo de observación. De ellos hemos elegido el de Madrid y el de Murcia

quedando las localidades de Almansa y de Las Pedroñeras alineadas junto con las dos anteriores alineadas (ésta última en la mitad de la línea imaginaria que une ambas capitales). La observación más próxima al evento fue las de las 12Z. Los sondeos se muestran a continuación (Fig.17).

Notamos ciertas similitudes entre sí:

- Tanto en Madrid como en Murcia había síntomas de inestabilidad en las cercanías del suelo, con un elevado gradiente vertical en una fina capa, pues su espesor es de apenas unas pocas decenas de metros.
- Hasta los niveles bajos de la atmósfera (800hPa para Madrid y 760hPa para Murcia) en ambos casos hay una estabilidad condicionada al mismo tiempo que un aumento de la humedad.
- Una delgada región de gran estabilidad que podría hacer de "frontera" o de "tapadera" vertical. En el caso de Madrid se localiza en los 580hPa y en el Murcia aún más bajo, cerca de los 760hPa.
- Desde la región anterior hasta el tope de la atmósfera el sondeo muestra una ligera estabilidad que se mantiene.



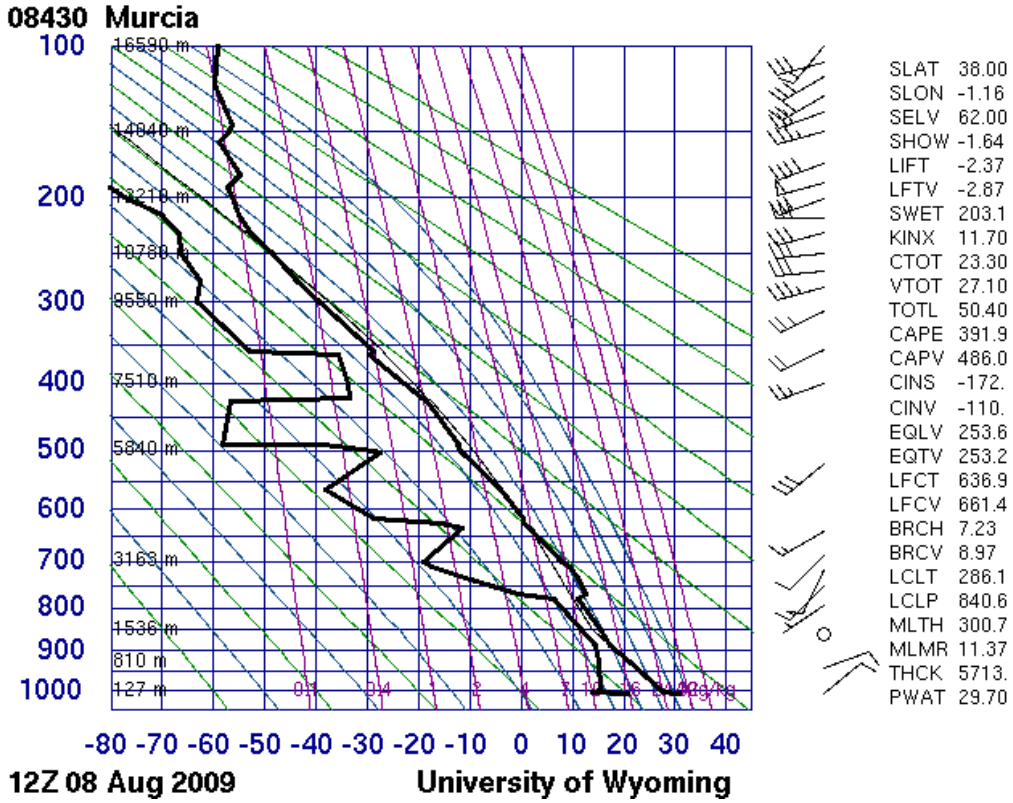


Fig. 17. Sondeos realizados en Madrid y en Murcia el día 8 de agosto de 2009 a las 12Z. Ambos gráficos muestran cierta similitud entre sí: en general, la atmósfera mostraba síntomas de estabilidad condicional

Los sondeos también arrojan unas importantes cizalladuras en Madrid y en Murcia. En el primer caso, el viento giró 157,5º (desde la componente ENE en superficie hasta la del SW a 300hPa) y en el segundo fue aún mayor, unos 225,0º (diferencia entre el viento del NE y del W en ambos intervalos de altura). Además, llama la atención la ausencia de viento sobre Murcia a 900hPa.

5. Índices convectivos CAPE y CIN. Convección profunda.

En la salida del modelos se observan valores del CAPE moderadamente altos (superiores a los 2000J/kg) en el Mediterráneo occidental y valores nulos en el centro peninsular, ocasionando una acusada variación de esta magnitud. En particular, esa diferencia es máxima en la vertical de Las Pedroñeras (Fig.18).

También se observan valores del CIN por debajo de -100J/kg en buena parte del interior peninsular, en particular en Madrid y en Murcia (Tabla II).

Dada la violencia con que se desarrolló la tormenta en La Mancha Conquense, nos disponemos a evaluar si el episodio se trató de un evento de convección profunda. Se entiende como "convección profunda" a *una región de fuertes corrientes ascendentes (superiores a los 10m/s) que se extienden por la mayor parte de la troposfera, con una sección horizontal entre 10 y 100km^2, y que puede llevar asociada fenómenos tan diversos como: granizo, fuertes vientos, tornados, precipitaciones intensas y/o descargas eléctricas* (Martín y Elizaga, 1999).

Para que se produzcan estos fenómenos violentos es necesario que se reúnan los siguientes ingredientes:

- Un entorno potencialmente inestable. (Y así fue tal y como se ha comprobado tras el análisis de los radiosondeos).
- La existencia de humedad en niveles bajos para que las burbujas, si son forzadas, alcancen el nivel de convección libre, NCL. (Los radiosondeos también apuntaban la presencia de una capa húmeda en niveles bajos).
- La presencia de un mecanismo de disparo o de forzamiento para que las burbujas lleguen hasta el NCL. (Este mecanismo lo podríamos identificar en la convergencia de las dos masas de aire en el centro peninsular).

Las tormentas que se desarrollaron el día 8 de agosto de 2009 pueden enmarcarse como ejemplos de convección profunda, según los criterios empleados por Elizaga y Martín (2004).

TABLA II. VARIABLES CONVECTIVAS DE LAS CIUDADES DE MADRID Y DE MURCIA DEDUCIDAS DE LOS RESPECTIVOS RADIOSONDEOS

Variable	Datos de Madrid	Datos de Murcia	Criterio de Elizaga y de Martín
LI	-0,81	-2,81	< 0
CIN (J/kg)	-121	-172	< 300
CAPE (J/kg)	147,0	391,9	< 600

(Fuente de los datos: www.uwyo.org)

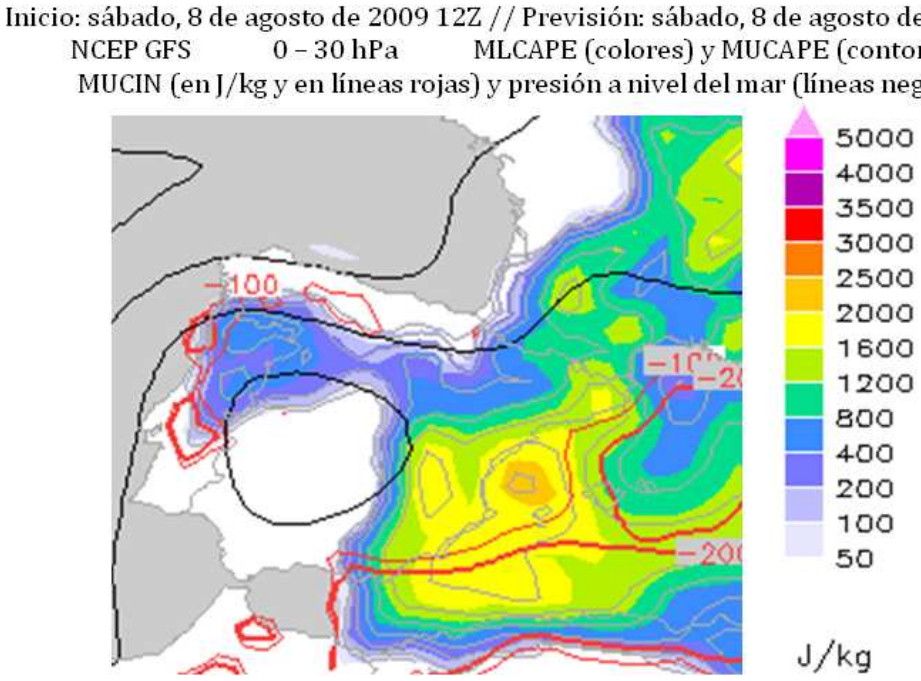


Fig. 18. Valores del CAPE y del CIN (ambos en J/kg) realizados por el modelo GFS inicializado a las 12h UTC del día 8 de agosto de 2009 para 6 horas después. FALTA INDICAR CÓMO SE PRESENTAN, ESCALAS, LINEAS (está encabezando el mapa)

6. Imágenes de satélite.

Las imágenes de satélite reflejan la actividad tormentosa durante la jornada del 8 de agosto de 2009 (Fig. 19). La que se muestra es la del canal infrarrojo. En ella se aprecian "conglomerados" blancos muy brillantes en la mitad este de la Península y en la parte norte del Sistema Central. Ese brillo tan característico es debido al reflejo de las nubes que conforman los techos de las tormentas. Son nubes situadas a gran altitud (entre los 8 y los 10km) y, por tanto, a muy baja temperatura. Están formadas por cristales de hielo de gran reflectividad.

Nubosidad muy distinta a la que se acumula en la Cornisa Cantábrica. Es mucho más grisácea y su contorno es no tan definido. Son nubes medias, estratiformes, situadas entre los 4 y los 6km de altura, y algo más cálidas. Las precipitaciones asociadas a ellas son lluvias y lloviznas y rara vez son acompañadas de aparato eléctrico. Son el reflejo de las nubes que se forman por efecto Foehn sobre la Cordillera Cantábrica.

Predominan, en cambio, los cielos despejados en todo el cuadrante suroeste del país. Tan sólo destacan algunos altocúmulos sobre Andalucía.

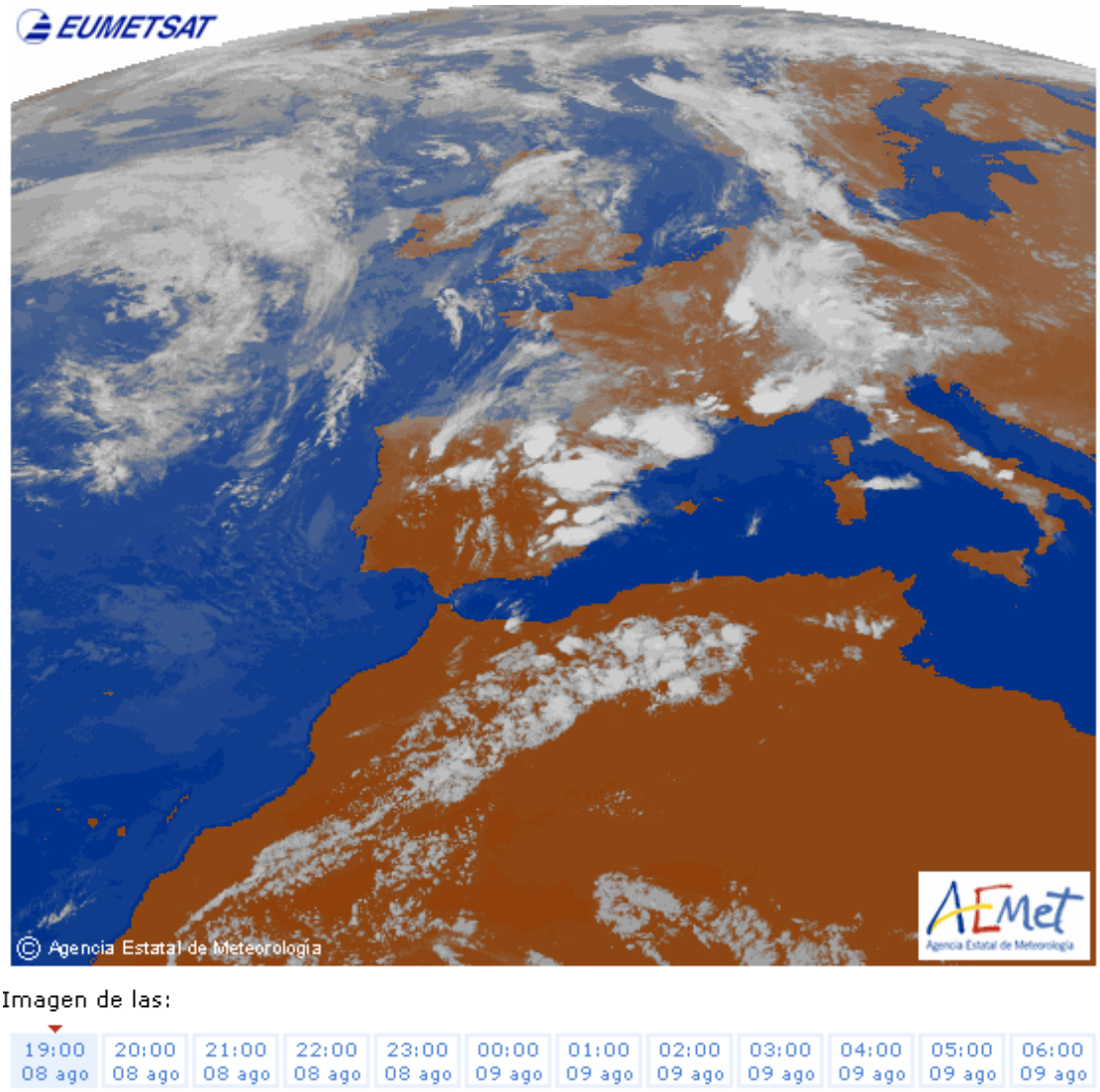


Fig.19. Imagen del canal infrarrojo del Meteosat del día 8 de agosto de 2009 a las 17Z (las 19 oficiales). Vemos la existencia de nubosidad convectiva en todo el noreste del país y de tipo estratiforme en el extremo norte.

Tenemos la suerte de contar con fotografías de la tormenta que afectó a Almansa. Fueron recogidas por Antonio Jiménez. En ellas se aprecia la formación de un *arcus* lo que da una idea de la organización que poseía la estructura convectiva (Fig. 20)

uFig.20. Diversas instantáneas de la tormenta que afectó a la localidad albaceteña de Almansa. Cortesía de Antonio Jiménez.

7. Estimación de la distribución espacial de la precipitación.

El SIAR (Servicio Integral de Asesoramiento al Regante) de la Universidad de Castilla-La Mancha cuenta con varias estaciones meteorológicas en la zona de estudio. Entre ellas, dos sobresalen dada su cercanía con Las Pedroñeras (la estación de El Pedernoso) y otra

situada en el término municipal de Almansa. En la primera de ellas se totalizaron 28,1mm durante el día pluviométrico del 8; en la segunda la cantidad de precipitación fue de 17,6mm. En otros puntos de observación los totales de precipitación fueron menores.

El mapa de isoyetas de aquel día muestra la distribución de la precipitación (Fig. 20). Se ha realizado con la asimilación de datos aplicando un esquema de relajación que combina los valores previstos por el modelo PROMES en cada punto de la malla con los valores registrados en las estaciones meteorológicas del SIAR. En las celdillas donde se sitúan estacones se mantiene el dato observado y se calcula la diferencia entre el dato observado y el predicho por el modelo. Y en las celdillas que no poseen estacones se corrige el dato del modelo con un valor que es la combinación de las diferencias observación-modelo en las tres estaciones más próximas, ponderando las diferencias de manera inversa según la distancia de la celda a las estaciones.

En él se aprecian varios máximos muy bien definidos: el primero en las inmediaciones de Las Pedroñeras con cantidades entre los 18 y los 21mm (centrado en la estación de El Pedernoso), el segundo ubicado en la Serranía de Cuenca con un valor entre 12 y 15mm (el máximo lo dio Cañete con 17,8mm) y el tercero en las cercanías de Almansa cuyo rango va entre los 9 y los 12mm. Se ve, por tanto, que las precipitaciones no fueron ni mucho menos generalizadas sino más bien puntuales y locales.

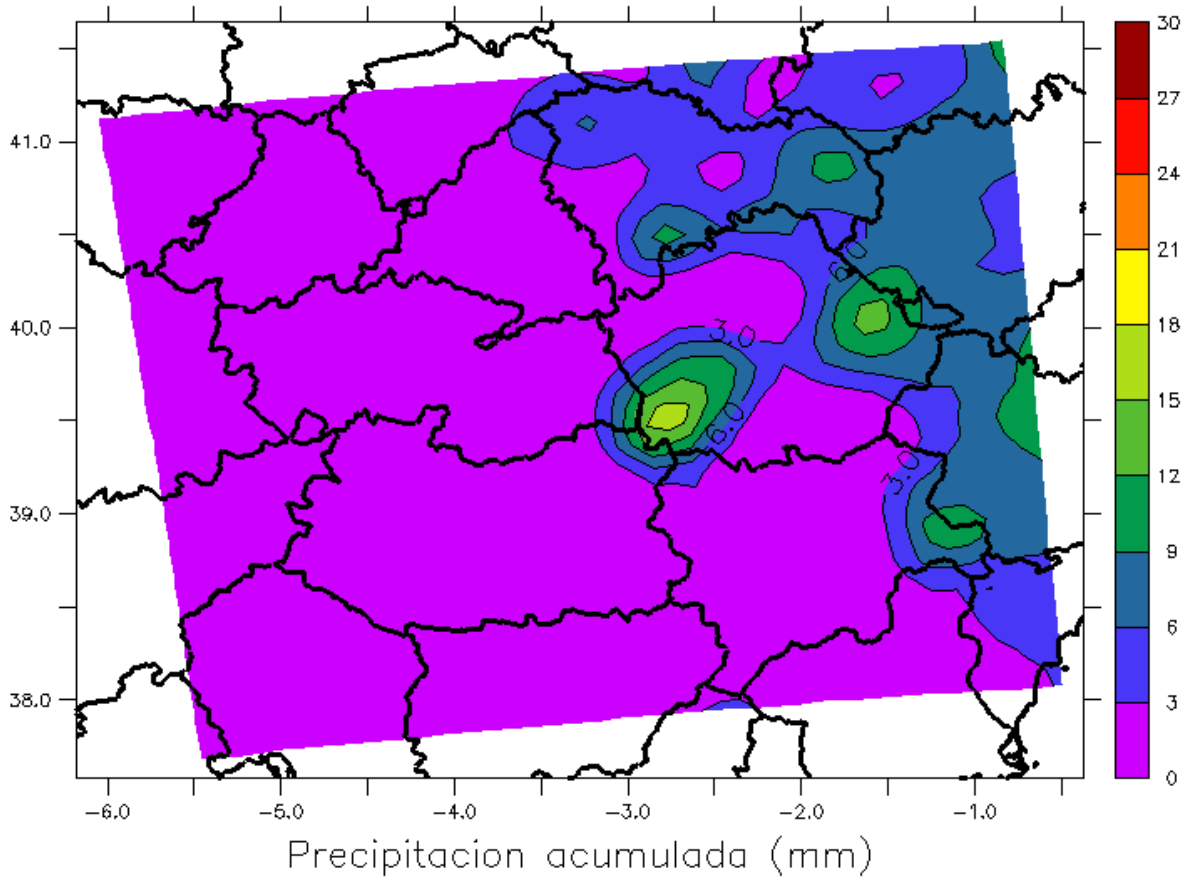


Fig.20. Mapa de isoyetas del día 8 de agosto de 2009 realizado por V. Gil del iMetCaM (Instituto Meteorológico Regional de Castilla-La Mancha)

8. Impacto social.

En este apartado se hará un resumen de las consecuencias que tuvieron las tormentas en las comarcas anteriormente mencionadas. Toda la información está extraída de la prensa de aquellos días (Fig.22).

La tormenta de Almansa (Albacete)

Las lluvias ocasionaron graves daños en Almansa, más concretamente en una zona denominada "El Hondo", cerca del límite con Ayora. Hubo graves pérdidas en el cultivo de la vid (entre el 30 y el 80% de la cosecha de ese año, afectando a unas 450 hectáreas de terreno), aunque otros cultivos, frutales y hortalizas se vieron seriamente dañados.

Otros municipios de la comarca afectados por pérdidas en cultivos fueron: Balazote, Isso (pedanía de Hellín), Lezuza y Montealegre del Castillo. También se registraron pérdidas económicas en localidades de la sierra del Segura como Férez, Letur y Socovos.

La tormenta de Las Pedroñeras (Cuenca)

La prensa de aquellos días comenta que la tormenta comenzó a descargar hacia las 16.15h y que su duración fue de apenas media hora. Algunos pluviómetros de la zona (posiblemente de particulares) acumularon hasta 50mm en ese intervalo.

Tal cantidad de precipitación en tan corto tiempo (una intensidad *media* de 100mm/h) hizo que se las aguas llegasen a alcanzar metro y medio en algunos puntos, se inundasen viviendas (tuvieron que ser evacuadas 21 personas de sus hogares) y se cortaran carreteras.

La superficie afectada al principio por la inundación fue de 400 hectáreas dedicadas, fundamentalmente, al cultivo de la vid, pero cuando se totalizaron todos los daños la cifra se elevó hasta las 1.500. Las pérdidas ascendieron a 470.000 euros en bienes municipales.

EL DIA 25 DE Cuenca

DIARIO INDEPENDIENTE DECANO DE LA PRENSA PROVINCIAL

www.eldia-digital.com

LA MANCHA Una fuerte tormenta cayó en torno a las 16,45 horas

Desalojo vecinal en Las Pedroñeras por una tromba de agua

Consecuencias en la agricultura: Se temen grandes daños en los viñedos de la zona

Dispositivo: Hubo un gran despliegue de efectivos —PÁGINAS 24 Y 25—

La Tribuna DE ALBACETE digital

Viernes, 15 de Octubre de 2010

Portada | Local | PROVINCIA | Región | Actualidad | Vivir | Deportes | Opinión | El Tiempo | Galerías

Provincia 11/08/2009

• El término municipal más afectado por estos episodios tormentosos fue Almansa, concretamente la zona del Hondo y los cultivos del área limítrofe con Ayora.

Más de una decena de localidades resultaron afectadas por el pedrisco

Las tormentas de granizo del pasado fin de semana provocaron daños de consideración en los cultivos, afectando especialmente al viñedo, los frutales, el maíz y las hortalizas

Fig. 22. Portadas digitales de los diarios "El Día de Cuenca" y de "La Tribuna de Albacete". En ellos se detallan los destrozos ocasionados por las tormentas.

8. Conclusiones finales.

En este trabajo se han analizado las causas meteorológicas que dieron lugar a una fuerte granizada en el municipio manchego de Las Pedroñeras el día 8 de agosto de 2009. Para ello, hemos partido de las salidas numéricas de los modelos GFS (macroescalar) y PROMES (mesoescalar).

La situación sinóptica de aquella jornada fue típica de la época estival: bajas presiones de origen térmico en el centro del país y una vaguada en los 500hPa ubicada en el tercio oeste. Según han constatado otros estudios (López-Rey, 2007) esta configuración es muy propicia para el desarrollo de fenómenos convectivos en la comarca de La Mancha.

El análisis de los radiosondeos de Madrid y de Murcia de las 12Z mostró un entorno potencialmente inestable, fuerte cizalladura del viento (hasta 225º en el caso de Murcia entre la superficie y los 300hPa), valores de índices convectivos no demasiado elevados pero suficientes para enmarcar a la granizada como un episodio de "convección profunda" (Martín, 1999).

El estudio de los campos numéricos de humedad del aire aporta que en los niveles bajos había capas húmedas. La convergencia de dos masas de aire de distinto origen (una de ellas polar) y la otra mediterránea-húmeda) sobre la vertical del centro del país pudo hacer las veces de mecanismo de disparo favoreciendo la generación de nubosidad.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

CANO, D. y PALACIOS, J.I. (1997)- "Influencia de la ciclogénesis mediterránea en el tiempo de la meseta meridional". INM – WMO International Symposium on Cyclones and Hazardous Weather in the Mediterranean. Ed. Centro de Publicaciones del Ministerio de Medio Ambiente.

CANO, D., PALACIOS, J.I., TÉLLEZ, B., ARIAS, P (2001).- "Estudio de las zonas más favorables para el desarrollo de tormentas en la Meseta Meridional", El Tiempo del Clima, 313-324, Asociación Española de Climatología (AEC).

GARCÍA DE PEDRAZA, L. y GARCÍA VEGA, C (1994).- "Pasillos de comunicación entre la costa mediterránea y el interior de España" Calendario meteorológico de 1994. Instituto Nacional de Meteorología.

LÓPEZ-REY LUMBRERAS, D. (2007).- "Riadas e inundaciones en la provincia de Toledo: Análisis meteorológico e impacto social". Trabajo Académicamente Dirigido para la Licenciatura en Física durante el curso 2006-2007. Departamento de Geofísica y Meteorología. Facultad de Ciencias Físicas. Universidad Complutense de Madrid.

MARTÍN LEÓN, F. ELIZAGA RODRÍGUEZ, E. CARRETERO PORRIS, O. y SAN AMBROSIO BEIRÁN, I. (1999).- "Diagnóstico y predicción de la convección profunda" Nota técnica Servicio de Técnicas de Análisis y Predicción (S.T.A.P.) nº 35. Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Medio Ambiente.

ELIZAGA, F. y MARTÍN LEÓN, F. (2004).- "Uso de modelos numéricos la para predicción operativa de convección severa". XXVIII Jornadas Científicas de la AME. Badajoz.

MORÁN SAMANIEGO, F. (1984).- "Apuntes de termodinámica de la atmósfera". Publicaciones Serie B (Textos) número 4. Instituto Nacional de Meteorología, Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones.

VERNIÈRE, R., ÁLVAREZ, L. y GRACIA, P. (2006).- "Evaluación preliminar del modelo MM5 frente a experimentos numéricos en "terreno complejo", para la isla de Tenerife, durante la Tormenta Tropical Delta. I parte. Activación del esquema "Tropical Cyclone Bogussing" y valoración de la Capa Límite Planetaria (PBL)". Revista del Aficionado a la Meteorología, RAM.