

UNIVERSIDAD DE BARCELONA

FACULTAD DE FÍSICA

EPISODIOS DE LLUVIAS COPIOSAS EN CATALUÑA :
GENESIS, EVOLUCION Y FACTORES COADYUVANTES

Trabajo presentado para optar al grado de
Doctor en Física

por

MARIA DEL CARMEN LLASAT BOTIJA

Director: Prof. Dr. Manuel Puigcerter Zanón
Cátedra de Física de la Atmósfera

Febrero 1987

Tabla A.III.2

05M821

| ESTRATO | HUMEDAD REL. | HUMEDAD ESF. | M.A.P | M.A.P.CORREGIDA |
|-------------|--------------|--------------|----------|-----------------|
| 1018 - 1000 | 88.2127 | 8.44994E-03 | 1.55203 | 1.559 |
| 1000 - 992 | 78.757 | 8.40038E-03 | .685746 | .684373 |
| 992 - 981 | 76.5174 | 8.68589E-03 | .974924 | .988321 |
| 981 - 952 | 78.3927 | 8.46105E-03 | 2.50378 | 2.46149 |
| 952 - 915 | 78.6103 | 7.95446E-03 | 3.00321 | 2.90164 |
| 915 - 878 | 71.8133 | 6.74952E-03 | 2.54829 | 2.41281 |
| 878 - 850 | 64.215 | 5.22757E-03 | 1.49359 | 1.38832 |
| 850 - 837 | 59.5759 | 4.63515E-03 | .614867 | .564708 |
| 837 - 756 | 68.8657 | 4.43737E-03 | 3.66763 | 3.27324 |
| 756 - 700 | 56.761 | 2.96681E-03 | 1.69532 | 1.4465 |
| 700 - 697 | 31.9208 | 1.38499E-03 | .0423978 | .0354345 |
| 697 - 610 | 21.3841 | 8.45894E-04 | .750947 | .60706 |
| 610 - 529 | 24.9378 | 5.51635E-04 | .455943 | .344079 |
| 529 - 500 | 41.9993 | 7.10130E-04 | .210141 | .150731 |
| 500 - 470 | 55.4243 | 7.06092E-04 | .216151 | .150532 |
| 470 - 446 | 44.2292 | 4.71673E-04 | .115512 | .0781733 |
| 446 - 400 | 30.4211 | 1.98860E-04 | .0933427 | .0607086 |
| 400 - 390 | 43.3249 | 2.03437E-04 | .0207589 | .0130468 |
| 390 - 342 | 40.9245 | 1.51708E-04 | .0743059 | .0449535 |
| 342 - 300 | 23.0499 | 5.45260E-05 | .0231683 | .0132397 |
| TOTAL | | | 20.7423 | 19.1583 |

APENDICE IV

En este apéndice se presentan los datos de lluvia del episodio de Noviembre de 1982; los radiosondeos de Lyon, Brest, Burdeos, Paris, La Coruña, Madrid y Gibraltar de los días 6, 7 y 8 de Noviembre de 1982 y el programa VORT utilizado para el cálculo de la vorticidad geostrofica relativa.

VORT

```

10 REM calculo de la vorticidad geostrofica relativa
20 PRINT 'FECHA' \ INPUT F$
30 OPEN F$ AS FILE #1
32 DIM V(9,9)
34 FOR I=1 TO 6
36 FOR J=1 TO 7
38 V(I,J)=0
39 NEXT J \ NEXT I
40 DIM #1;G(6,7)
50 FOR I=1 TO 6
55 FOR J=1 TO 7
60 G(I,J)=0
70 NEXT J \ NEXT I
72 DIM C(9)
74 FOR I=1 TO 6
76 C(I)=0
78 NEXT I
80 A=3.528*10-(10) \ O=2*PI/(24*3600)
90 FOR I=1 TO 6
100 PRINT 'LATITUD' \ INPUT L
110 C(I)=2*O*SIN(L/PI)
120 FOR J=1 TO 7
130 PRINT 'Z0' \ INPUT G(I,J)
150 NEXT J
160 NEXT I
161 FOR I=2 TO 5
162 FOR J=2 TO 6
163 M=(G(I,J+1)+G(I-1,J)+G(I,J-1)+G(I+1,J))/4 \ V(I,J)=A*(M-G(I,J))*10/C(I)
164 NEXT J \ NEXT I
170 REM escribir vorticidad en forma de matriz
180 OPEN 'LP:' FOR OUTPUT AS FILE #2
190 PRINT #2,TAB(20);'VORTICIDAD GEOSTROFICA RELATIVA';TAB(53);#
200 FOR J=1 TO 7
210 PRINT #2,TAB(J*14);'-10+3*J';
220 NEXT J
225 PRINT #2
230 PRINT #2,'-----';
240 PRINT #2,'-----';
250 FOR I=1 TO 6
260 FOR J=1 TO 7
270 PRINT #2,TAB(J*14);V(I,J);
280 NEXT J
290 PRINT #2
300 NEXT I
310 CLOSE
320 END

```


Tabla A.IV.2 (extraída de Cailleau y Santurette, 1983)

| Départements | Stations | HH | HH | HH | HH | | |
|---------------------|------------------------------|-------------------|-----------------|---------|---------------------|------|-----|
| | | le 6.11 | le 7.11 | le 8.11 | les 6, 7 et 8.11 | | |
| PYRENEES-ORIENTALES | 249 Amélie-les-Bains-Palalda | 131.0 | 81.0 | 3.7 | 216 | | |
| | 250 Angoustrine-Villeneuve | 17.2 | 69.3 | 0 | 87 | | |
| | 251 Baillestavy | 34.5 | 104.0 | 0 | 139 | | |
| | 252 Le Boulou | 75.0 | 2.8 | 0 | 78 | | |
| | 253 Bourg-Madame | 25.0 | 103.0 | 0 | 128 | | |
| | 254 Brouilla | 25.0 | 52.0 | 5.0 | 82 | | |
| | 255 Caixas | 93.0 | 38.0 | 0 | 131 | | |
| | 256 Canet-St-Nazaire | 96.0 | 18.1 | 0 | 114 | | |
| | 257 Ceret | 80.5 | 50.4 | 10.3 | 141 | | |
| | 258 Codalet | 10.7 | 60.3 | 0 | 71 | | |
| | | Dorres | 16.2 | 74.4 | 0 | 91 | |
| | 259 Fillols | 23.5 | 81.9 | 0 | 105 | | |
| | | Latour-de-Carol | 22.2 | 70.6 | 3.1 | 96 | |
| | 260 Lamanère | 43.1 | 231.9 | 7.2 | 282 | | |
| | 261 Millas | 155.8 | 16.4 | 0 | 172 | | |
| | | Mont-Louis | 23.2 | 81.5 | 2.0 | 107 | |
| | 262 Olette | 0 | 71.0 | 4.5 | 76 | | |
| | 263 Osseja | 158.0 | 408.0 | 10.2 | 576 | | |
| | 264 Perpignan | 66.0 | 9.4 | 0 | 75 | | |
| | 265 Le Perthus | 96.2 | 49.5 | 5.5 | 151 | | |
| | | Porte-Puymorens | 88.0 | 196.3 | 2.2 | 287 | |
| | 266 Port-Vendres | 4.8 | 61.0 | 10.0 | 76 | | |
| | 267 Prats-de-Mollo | 19.5 | 182.0 | 0 | 202 | | |
| | 268 Py | 68 69 + | 260.0 | 350.0 | 0 | 610 | |
| | 269 Réal | 70 | 35.0 | 50.0 | 10.0 | 95 | |
| | 270 Ste-Léocadie | 70 | 35.0 | 100.0 | 3.0 | 138 | |
| | 271 Le Tech (EDF) | 71 | 35.6 | 201.4 | 5.0 | 242 | |
| | 272 Torreilles | 72 + | 72.0 | 11.0 | 0 | 83 | |
| | | Les Escaldes | - | 33.0 | 140.0 | 4.5 | 178 |
| | 273 Ordino | 73 | 42.0 | 91.6 | 9.4 | 143 | |
| | 274 Soldeu | 74 | 45.0 | 151.0 | 6.8 | 203 | |
| | ARDECHE | | | | | | |
| | | | Cros-de-Géorand | 11.4 | 250.0 | 54.0 | 315 |
| | | | Grospierras | 5.0 | 20.0 | 66.7 | 92 |
| | | Issanlas | 5.8 | 103.7 | 35.5 | 145 | |
| 20 | | Joyeuse | 0 | 27.1 | 86.2 | 113 | |
| 18 | | Le Lac-d'Issarlès | 7.0 | 122.0 | 58.0 | 187 | |
| | | Lalouvesc | 0 | 36.9 | 93.0 | 130 | |
| 21 | | Lamastre | 0 | 34.5 | 96.0 | 131 | |
| 19 | | Largentières | 0 | 29.8 | 68.6 | 98 | |
| | | Loubaresse | 20.0 | 294.3 | 115.9 | 430 | |
| 15 | | Mayres | 25.0 | 321.0 | 159.0 | 505 | |
| | | Mazan-l'Abbaye | 16.0 | 250.0 | 100.0 | 366 | |
| | | Mirabel | 0 | 21.0 | 87.8 | 109 | |
| | | Montpezat-Ville | 7.5 | 217.0 | 200.9 | 426 | |
| | | Alba | 0 | 12.3 | 146.4 | 159 | |
| 17 | | Annonay | 0 | 6.7 | 62.8 | 70 | |
| | | Antraigues | 0 | 24.2 | 131.5 | 156 | |
| | | Arcens | 10.3 | 167.9 | 80.6 | 259 | |
| 16 | | Aubenas | 0 | 13.6 | 73.0 | 87 | |
| | | Le Beage | 19.1 | 194.3 | 21.2 | 235 | |
| | | Bessas | 0 | 38.2 | 40.7 | 79 | |
| | | Bourg-St-Andéol | 0 | 7.0 | 95.0 | 102 | |
| 22 | Le Cheylard | 0 | 82.0 | 137.0 | 219 | | |
| | Chomérac | 0 | 12.9 | 176.6 | 190 | | |

Tabla A.IV.4

| Nº | ESTACION | 6 | 7 | 8 | T |
|----|-------------------------|------|-------|------|-------|
| 43 | Castellví de la Marca | 0,3 | 2,4 | 0,4 | 3,1 |
| 18 | Begas | 32 | 34 | 5 | 71 |
| 3 | El Prat (aeropuerto) | 1,3 | 1,5 | 5,6 | 21,9 |
| 48 | La Pobla de Lillet | 72 | 266 | 2,2 | 340,2 |
| 47 | Berga | 31,9 | 153,9 | ip | 185,8 |
| | Villafranca del Panadés | - | - | - | - |
| | Villanueva y la Geltrú | - | - | - | - |
| | Figols | - | - | - | - |
| | Sallent | - | - | - | - |
| 28 | Moyá | 50 | 85 | 1,5 | 136,5 |
| 26 | Manresa | 12 | 52 | 0 | 64 |
| 45 | Aguilar de Segarra | 0 | 50 | 30 | 80 |
| 51 | Montserrat | 18,5 | 59,5 | 0 | 78 |
| | Igualada | - | - | - | - |
| 44 | S.Quintín de Mediona | 18 | 6 | 0 | 24 |
| 50 | Tarrasa | 0 | 56,5 | 0,2 | 56,7 |
| 51 | S.Baudilio de Llobregat | 0 | 0 | 11,5 | 11,5 |
| 22 | Cornellá de Llobregat | 8 | 30 | 11,5 | 49,5 |
| 1 | Barcelona "Servicio" | 0 | 12 | 8,7 | 20,7 |
| 17 | Balenyà | 8,6 | 4,2 | 0,5 | 13,3 |
| 11 | Granollers | 1,2 | 62,9 | 37,8 | 101,9 |
| 21 | Cardedeu | 34,8 | 59,2 | 4,5 | 98,5 |
| 19 | Caldas de Montbuy | 17,2 | 42,3 | 2,2 | 61,7 |
| | S.Llorenç de Munt | - | - | - | - |
| 10 | Sabadell | 22 | 57 | 2 | 81 |
| | S.Cugat del Vallés | - | - | - | - |
| 34 | Sta. Coloma de Gramanet | 8,6 | 30,6 | 5,3 | 44,5 |
| 38 | Badalona | 7,5 | 17 | 5,5 | 30 |
| | Tiana | - | - | - | - |
| 27 | Mataró | 9,5 | 36,7 | 5,5 | 51,7 |
| | Caldetas | - | - | - | - |
| 41 | Arenys de Munt | 9 | 72,3 | 7,6 | 88,9 |
| 40 | Arenys de Mar | 0 | 18 | 26 | 44 |
| | Calella de la Costa | - | - | - | - |
| | Malgrat | - | - | - | - |
| 8 | Turó de L'Home | 29,9 | 95 | 13,5 | 138,4 |
| 32 | S.Celoni | - | 30 | 9,4 | 39,4 |
| 23 | Gualba de Dalt | 24,6 | 81,9 | 10,7 | 117,2 |
| 36 | Vich | 13,8 | 49,4 | 0,9 | 64,1 |
| 12 | La Ametlla de Mar | 16,5 | 3,8 | 0 | 20,3 |
| | Vandellós | 4 | 4,9 | 0 | 8,9 |
| 7 | Reus | 4,8 | 6,2 | 0 | 11 |
| 6 | Tarragona | 3 | 0,5 | 0 | 3,5 |
| 42 | Blanes | 10 | 50 | 5 | 65 |
| 5 | Gerona | 14,4 | 57,1 | 9,4 | 80,9 |
| 14 | Vilajuiga | 0,3 | 31 | 0 | 31,3 |
| 13 | Vallgorçana | 16,5 | 93,3 | 8,5 | 118,3 |
| 4 | Lérida | 3,5 | 5,9 | 3,6 | 13 |

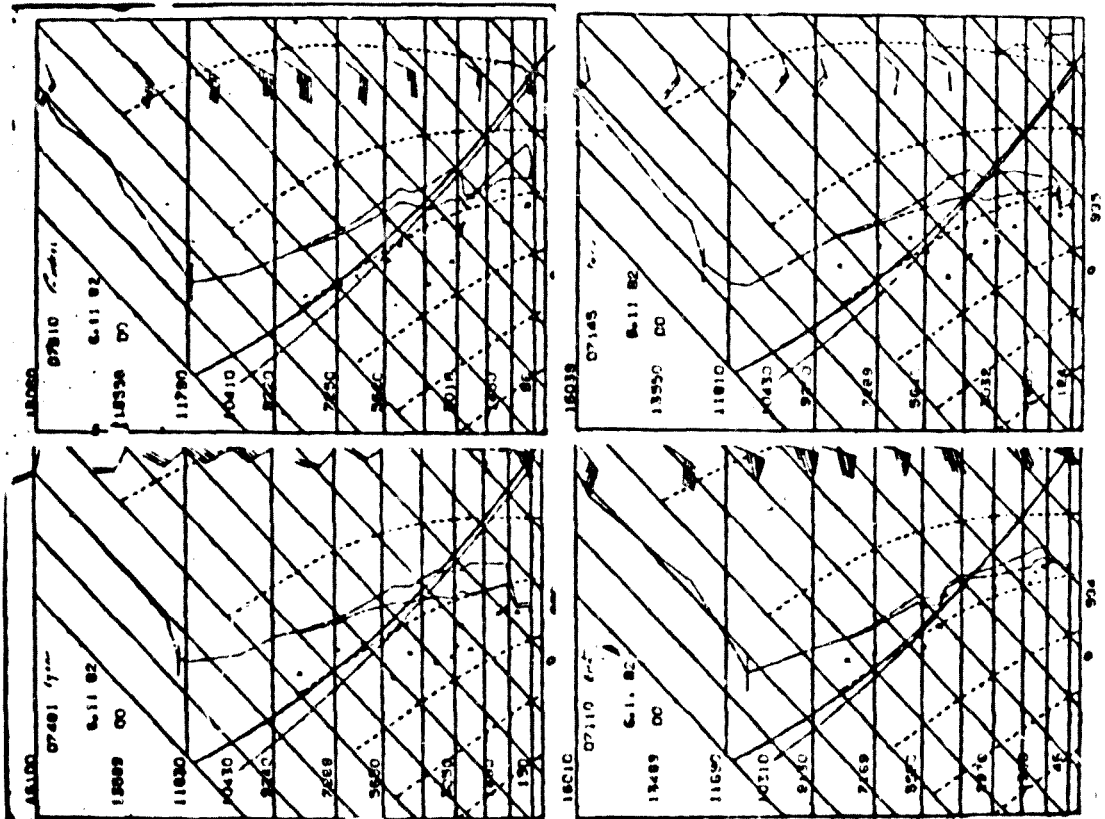


Fig.A.IV.1. Radiosondeos de Lyon, Burdeos, Brest y Paris, del dfa 6 de Noviembre de 1982 a las 00 TMG

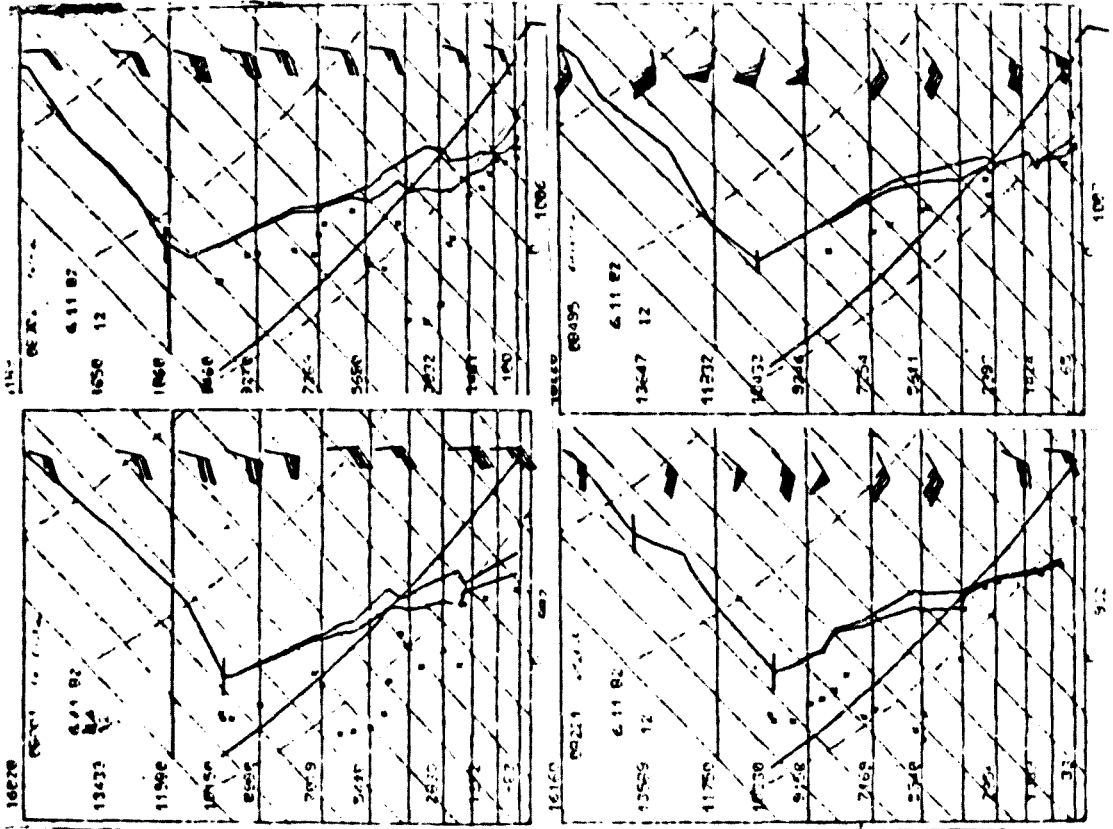


Fig.A.IV.2. Radiosondeos de La Coruña, Palma Madrid y Gibraltar, del dfa 6 de Noviembre de 1982 a las 12 TMG

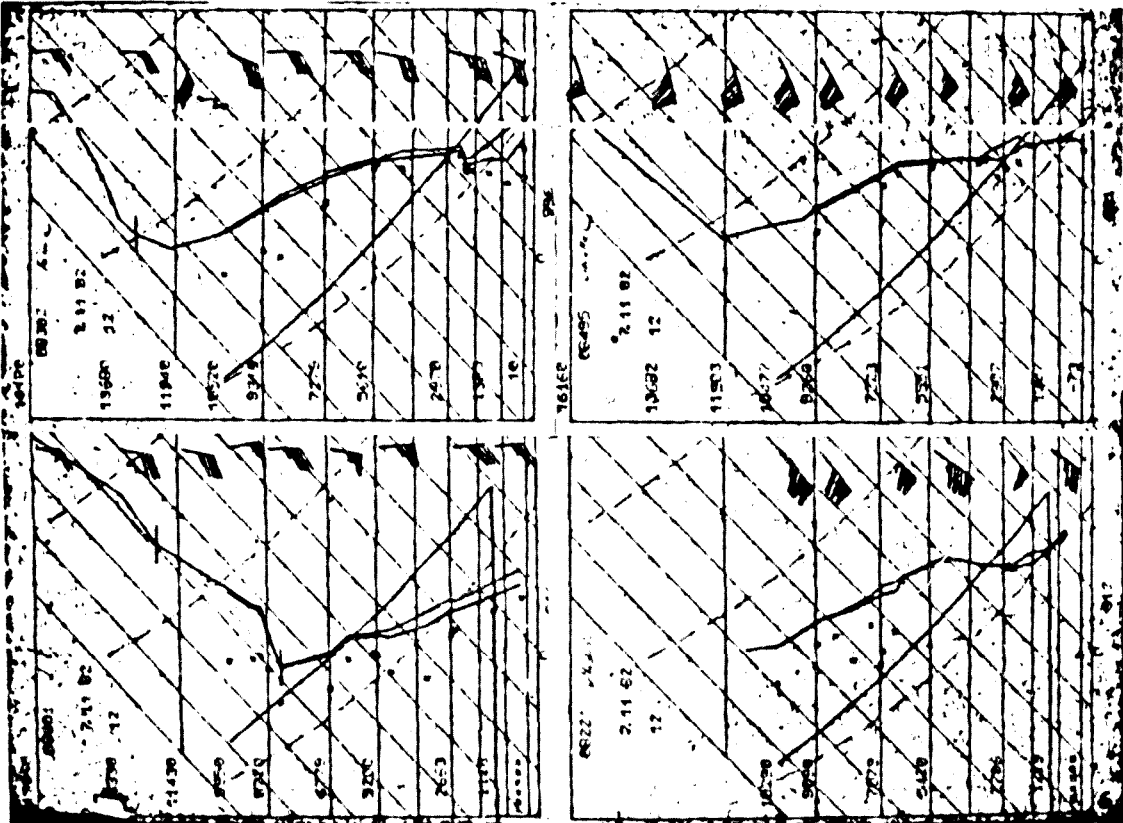


Fig.A.IV.5. Radiosondeos de La Coruña, Palma, Madrid y Gibraltar, del día 7 de Noviembre de 1982 a las 12 TMG

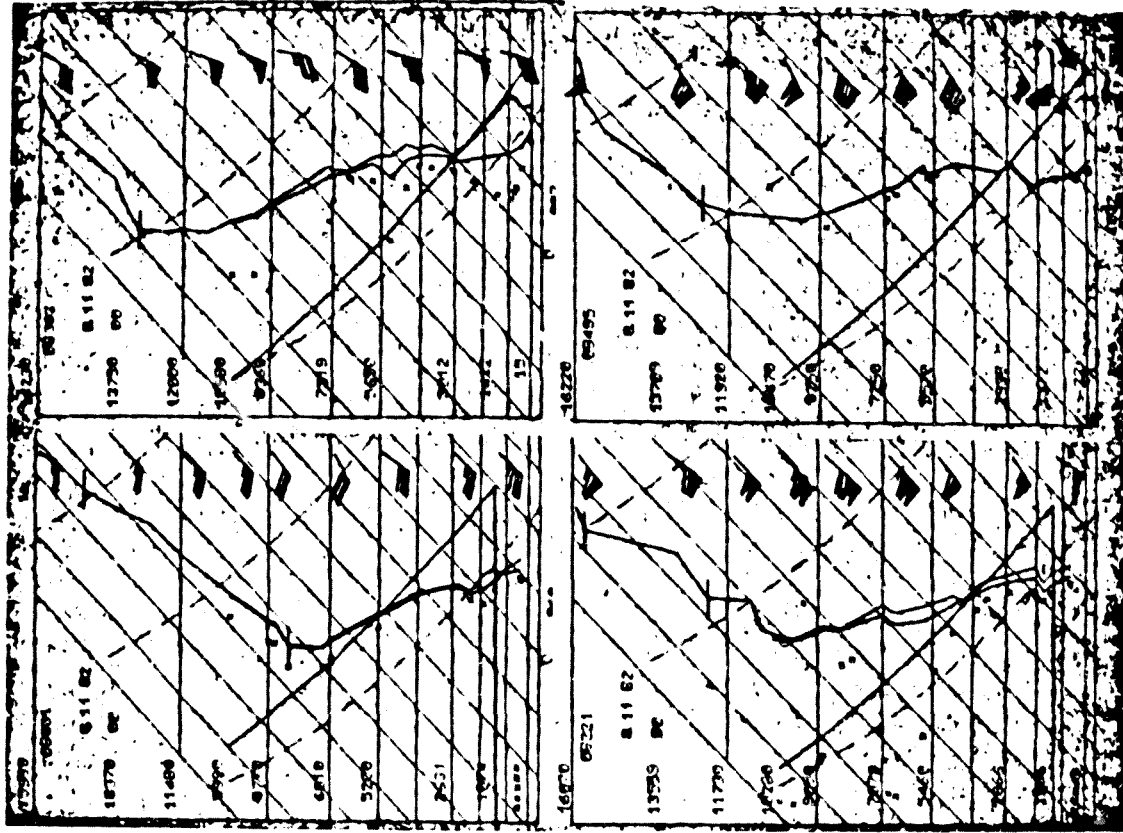


Fig.A.IV.6. Radiosondeos de La Coruña, Palma Madrid y Gibraltar, del día 8 de Noviembre de 1982 a las 00 TMG

APENDICE V

BREVE ESTUDIO SOBRE LAS INUNDACIONES DEL 30 DE SEPTIEMBRE Y 2 DE OCTUBRE DE 1986 EN LEVANTE, BALEARES Y CATALUÑA

Entre los días 27 de Septiembre y 8 de Octubre se produjeron diversas inundaciones en Levante, Baleares y Cataluña, llegándose a registrar una precipitación superior a 350 mm en 24 horas en Alicante. En Cataluña, las máximas lluvias tuvieron lugar los días 30 y 2. En el primero se totalizaron en Barcelona, entre las 10 y las 12 de la noche 38 mm, con una intensidad máxima de 2 mm/min, y en el segundo, entre las 7 y las 8 de la tarde, 34 mm siendo la máxima intensidad de 4 mm/min. Así pues, aunque fueron importantes e incluso cobraron víctimas, no alcanzaron en Cataluña las mismas cantidades que en Levante.

A.V.1 Análisis sinóptico

En las figuras A.V.1 a A.V.5 se presentan las imágenes de Meteosat desde el día 30 de Septiembre hasta el día 2 de Octubre; en la figura A.V.6 se proporciona el análisis en superficie y en la A.V.7, el análisis a 500 hPa.

El día 29 se formó una gota fría sobre el Mediterráneo, con una temperatura mínima de -21° C y que se extendía desde 500 hasta 300 hPa, centrada en el Golfo de León. Arrastraba sobre Cataluña y Levante aire frío de Centroeuropa, lo que corrobora la topografía relativa. Procedía de la estrangulación de un surco esencialmente zonal. A 850 hPa el viento sobre Cataluña era del SE, lo que implicaba una notable cizalladura en la troposfera media ya que formaba un ángulo de 90° con el viento a 500 hPa. Sobre el Canal de La Mancha, un anticiclón se extendía hasta 300 hPa.

El día 30 la gota quedó completamente cortada y se centró sobre el Mar de Alborán, con una temperatura mínima de -17° C a 500 hPa. Estaba claramente definida desde 700 hasta 100 hPa. Sobre Cataluña y Levante daba viento del E a todos los niveles. No había aporte de aire atlántico. Desde 700 hPa el aire que incidía sobre Cataluña procedía del N de Africa, atravesando posteriormente el Mediterráneo Occidental (como si quedase aprisionado dentro de la propia circulación ciclónica creada por la gota). A 850 hPa había una circulación zonal anticiclónica con aporte de aire mediterráneo sobre Cataluña. El anticiclón se extendía desde las islas británicas hasta el sur de Italia. En superfi



Fig.A.V.1. Imagen del Motelesat del día 30 de Septiembre de 1986 a las 06 TmG

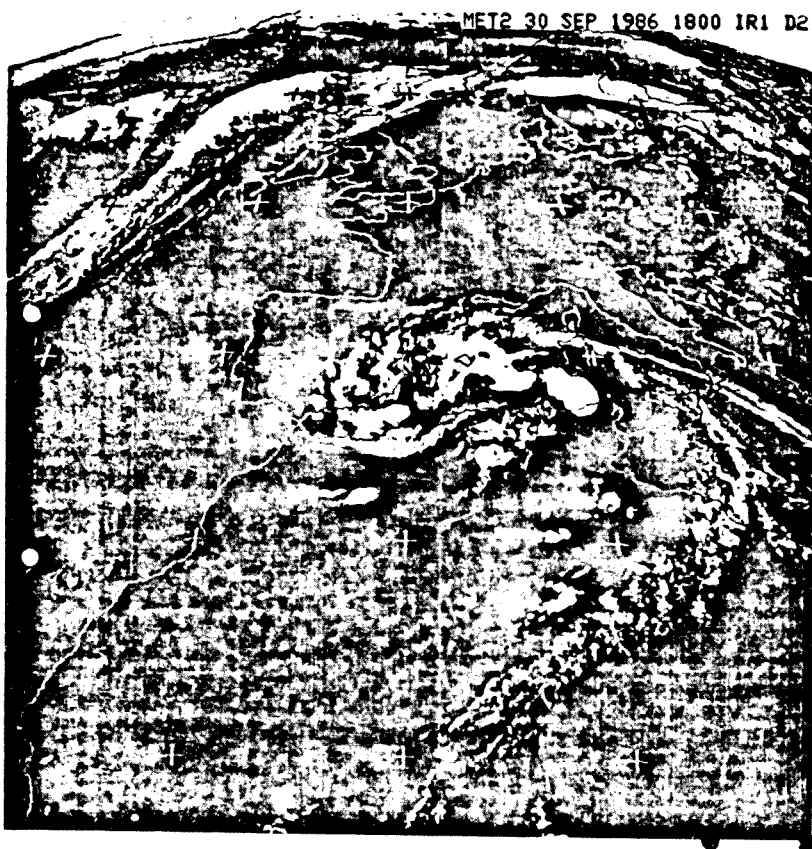


Fig.A.V.2. Imagen del Motelesat del día 30 de Septiembre de 1986 a las 18 TMG



Fig.A.V.3. Imagen del Meteosat del día 1 de Octubre de 1986 a las 06 TMG



Fig.A.V.4. Imagen del Meteosat del día 1 de Octubre de 1986 a las 18 TMG



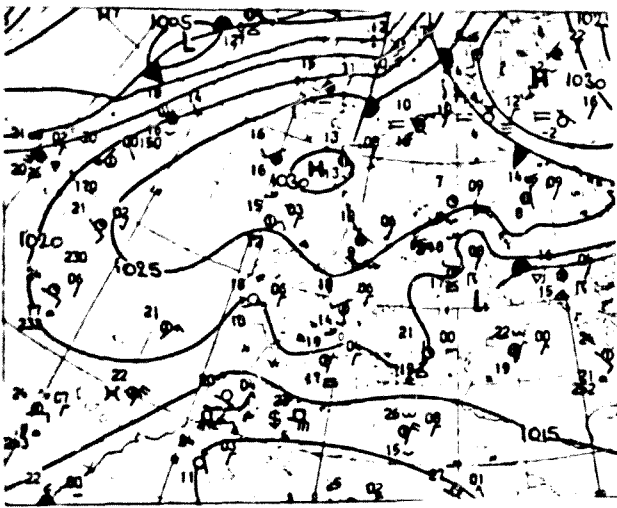
Fig.A.V.5. Imagen del Meteosat del día 2 de Octubre de 1986 a las 18 TMG

cie el viento era del NE. En las imágenes del Meteosat se observa perfectamente la entrada de la perturbación, tras atravesar gran parte del Mediterráneo, y la formación de cumulonimbos.

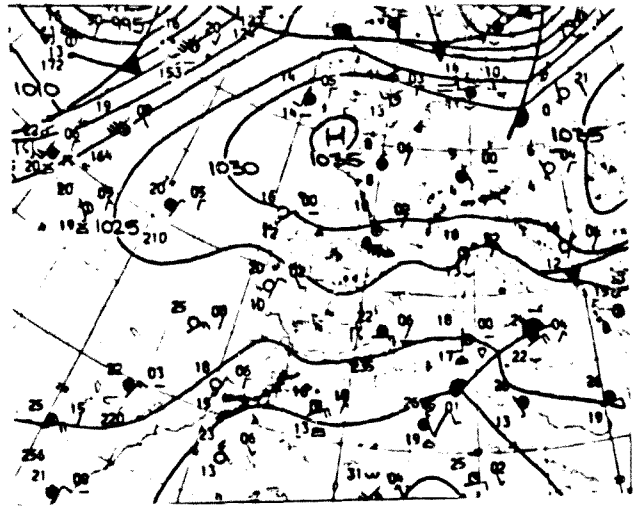
El día 1 se tenía una configuración en Ω entre 700 y 500 hPa. El centro de la gota estaba en el norte de Argelia con una temperatura mínima de -16°C a 500 hPa, y se extendía desde 850 hasta 200 hPa. En realidad ya se observa en superficie, donde se ha formado una débil depresión secundaria de 1010 hPa. A 850, 700 y 500 hPa hay una incidencia casi perpendicular sobre Cataluña. Se mantiene el anticiclón en Centroeuropa y en superficie el viento podría ser tanto del SE como del NE.

El día 2, la gota está ya muy debilitada. Aunque se conserva la equipotencial cerrada, el núcleo de aire frío se limita al N de Argelia, con -15°C , y en la topografía relativa, a la costa valenciana. El viento a todos los niveles es del SE y en Cataluña, incluso en superficie.

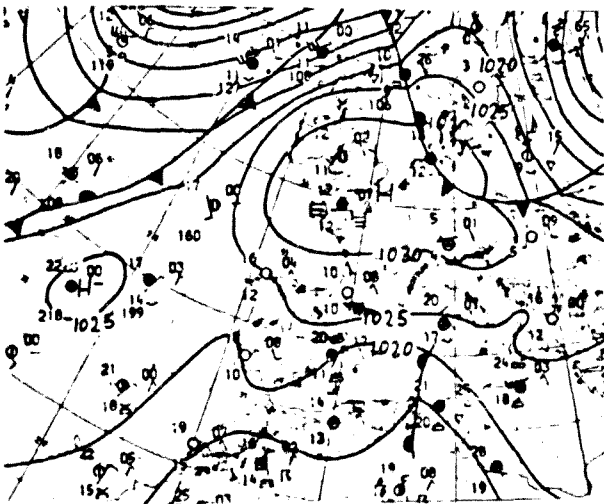
El día 3 la gota ya se ha desecho, quedando un débil núcleo sobre Lisboa



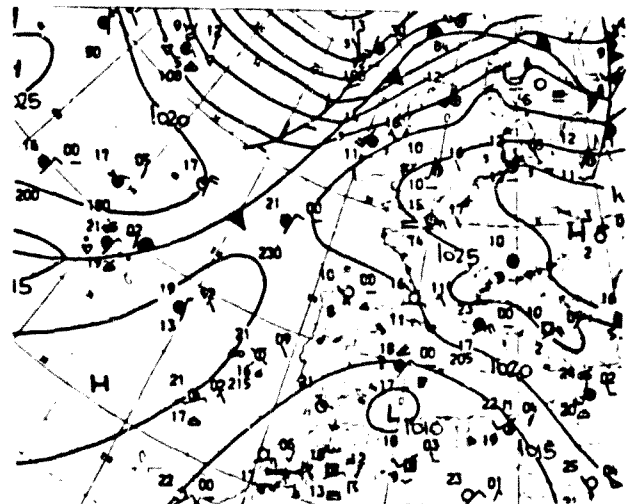
día 28



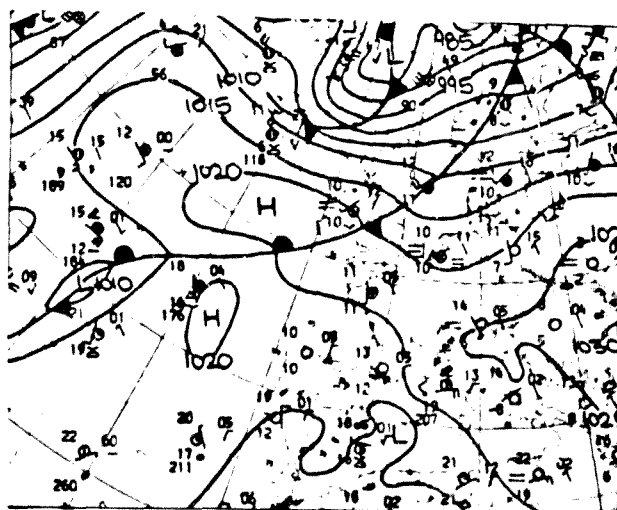
día 29



día 30

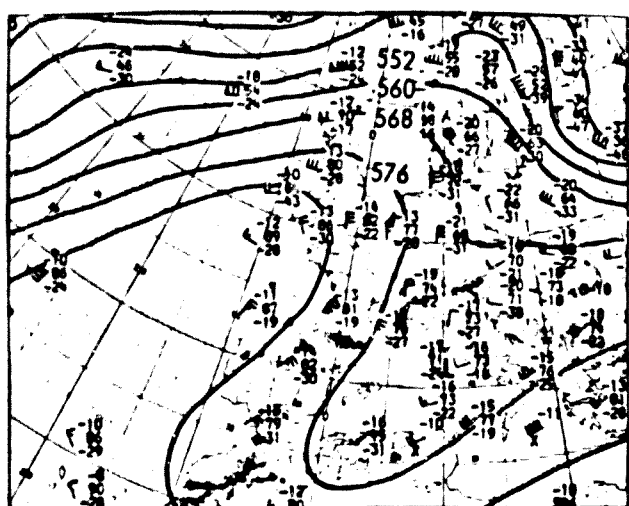


día 1

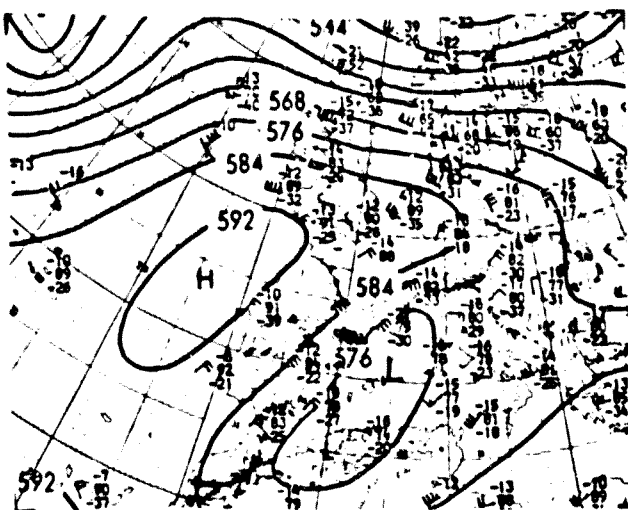


día 2

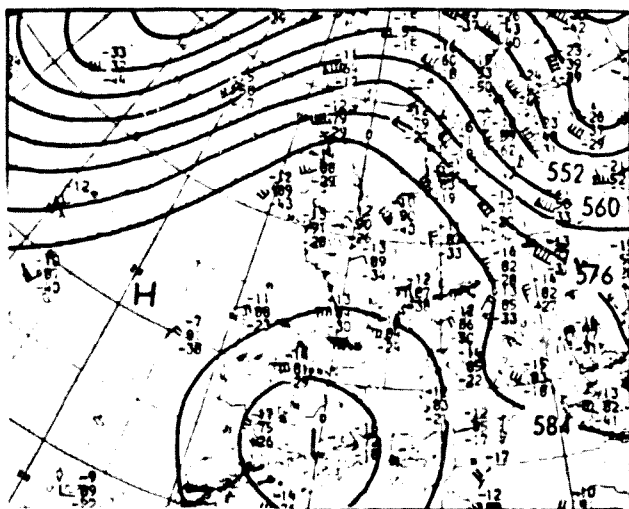
Fig.A.V.6. Análisis en superficie de los días 28 de Septiembre a 2 de Octubre de 1986 a las 00 TNG.



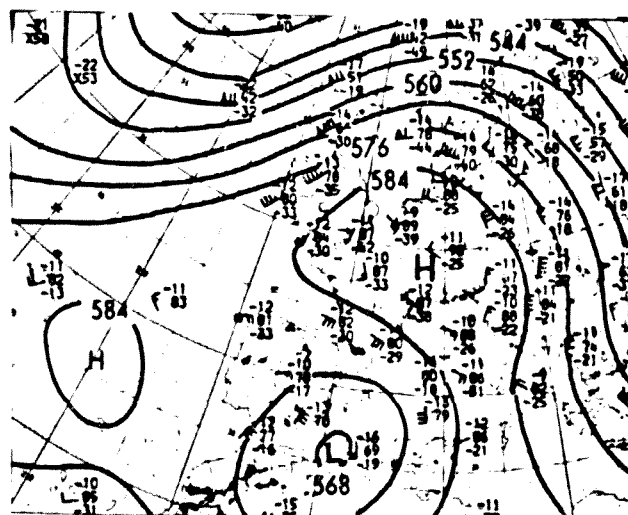
día 28



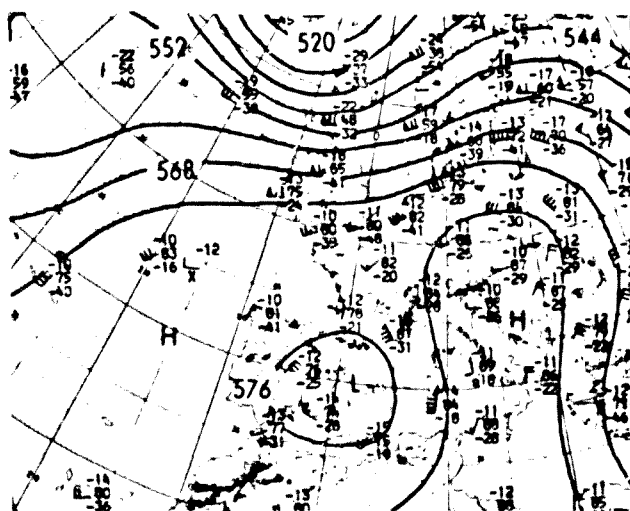
día 29



día 30



día 1



día 2

Fig.A.V.7. Análisis a 500 hPa de los días 28 de Septiembre a 2 de Octubre de 1986 a las 00 TMG.

A.V.2 Diagramas de humedad relativa

El día 8 se observa una masa de aire relativamente seco entre 900 y 500 hPa ($U < 50\%$) que a las 12 se extiende hasta la superficie (fig. A.V.8). El día 29 hay una capa muy seca a 400 hPa ($U < 10\%$). A las 12 TMG, la humedad es superior al 60 % entre el suelo y 400 hPa. El día 30, el aire es muy húmedo en toda la troposfera debido a la formación de nubes espesas. El día 1 parece haber nubes estratiformes entre 700 y 400 hPa; aunque la humedad se mantiene alta, ha disminuido con respecto al día anterior. El día 2 hay una entrada de aire muy cálido en la baja troposfera manteniéndose una humedad análoga a la de los días anteriores. A las 12 se observa, básicamente, un decrecimiento de la humedad entre 950 hPa y la cima de la troposfera.

A.V.3 Masa de agua precipitable

En este caso no se alcanzan valores tan elevados como en los otros episodios analizados. Tanto a las 00 TMG como a las 12 TMG se registran dos máximos: el día 30 y el día 2, que precisamente fueron los días en que más llovió. La mayor cantidad registrada entre 1000 y 300 hPa es de $34,6 \text{ l/m}^2$, es decir, 3,46 cm, lo que equivale a un 133% del valor medio mensual a esa hora. Hasta el día 29 a las 12 TMG exclusive, los porcentajes son inferiores al 100 % del valor medio mensual, con un mínimo de $16,8 \text{ l/m}^2$ (un 65 %). En la figura A.V.9 se muestra la evolución.

A.V.4 Diagramas de masa de aire

El día 28 parece tratarse de una masa del tipo C_c en la troposfera baja, que el día 29 se extiende hasta casi 700 hPa (fig. A.V.10). El diagrama del día 30 a las 00 TMG permitiría la formación de cumulonimbos que se extendiesen a toda la troposfera (y de hecho es lo que ocurrió). Al mediodía se observa una cierta divergencia por debajo de 800 hPa debida probablemente a la subsidencia del anticiclón y que parece mantenerse hasta el día 2, fecha en que la subsidencia ha llegado hasta la superficie. En la troposfera media $\theta' \approx \theta'_0 \approx \text{cte}$. El día 3 se observa una característica masa k_d .

El corte vertical de la troposfera en Palma, proporciona una información muy interesante, si bien en este caso no se ha podido disponer del viento. El día 28 una masa de aire frío se extiende desde la superficie hasta unos 450 hPa: se trata de la invasión de aire frío y seco (como corroboran los diagramas de humedad y de masa de aire) continental (fig. A.V.11). Al día siguiente, aunque

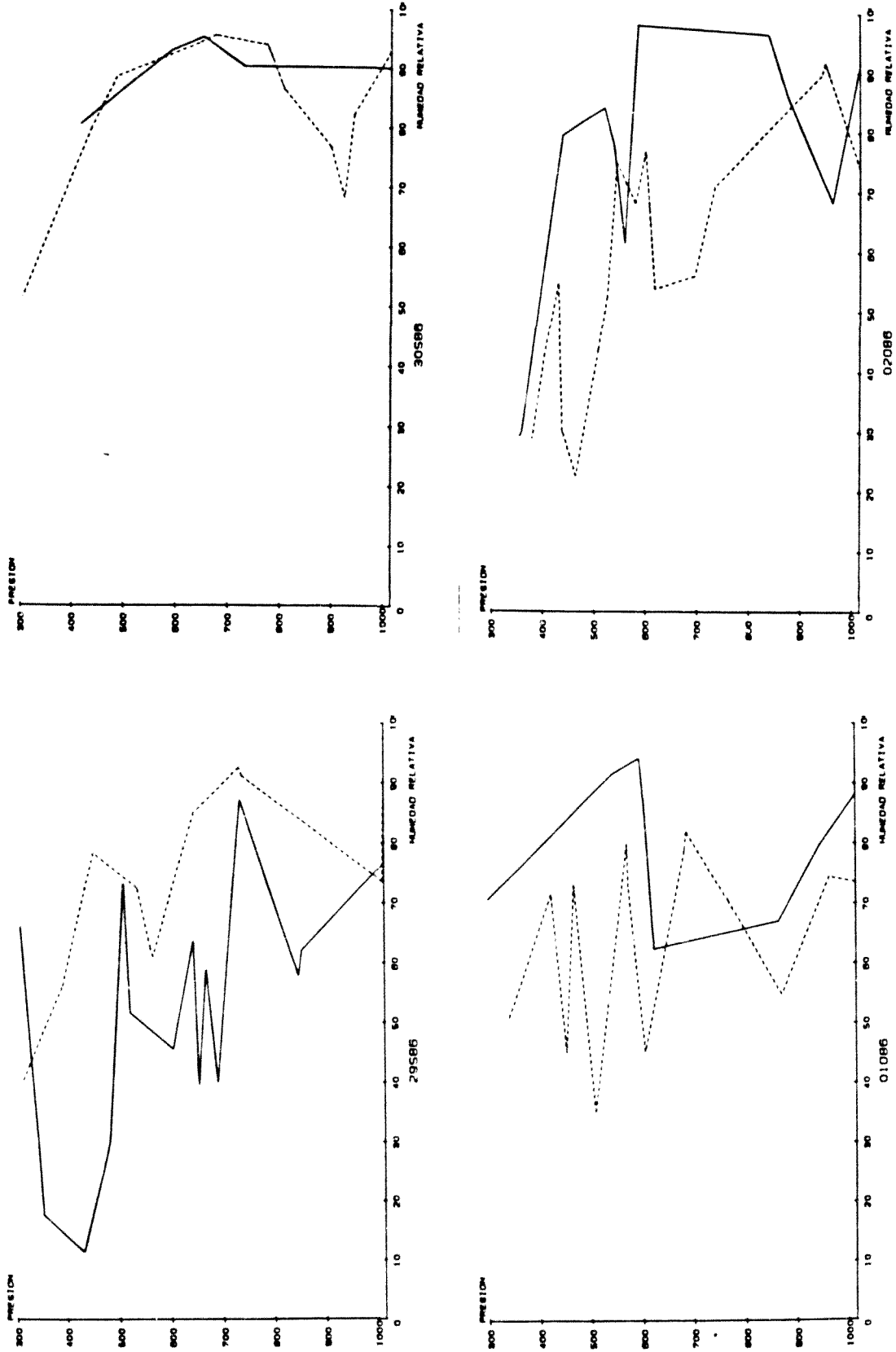


Fig. A.V.8. Variación de la humedad relativa con la altura de los días 29 de Septiembre a 2 de Octubre de 1986.

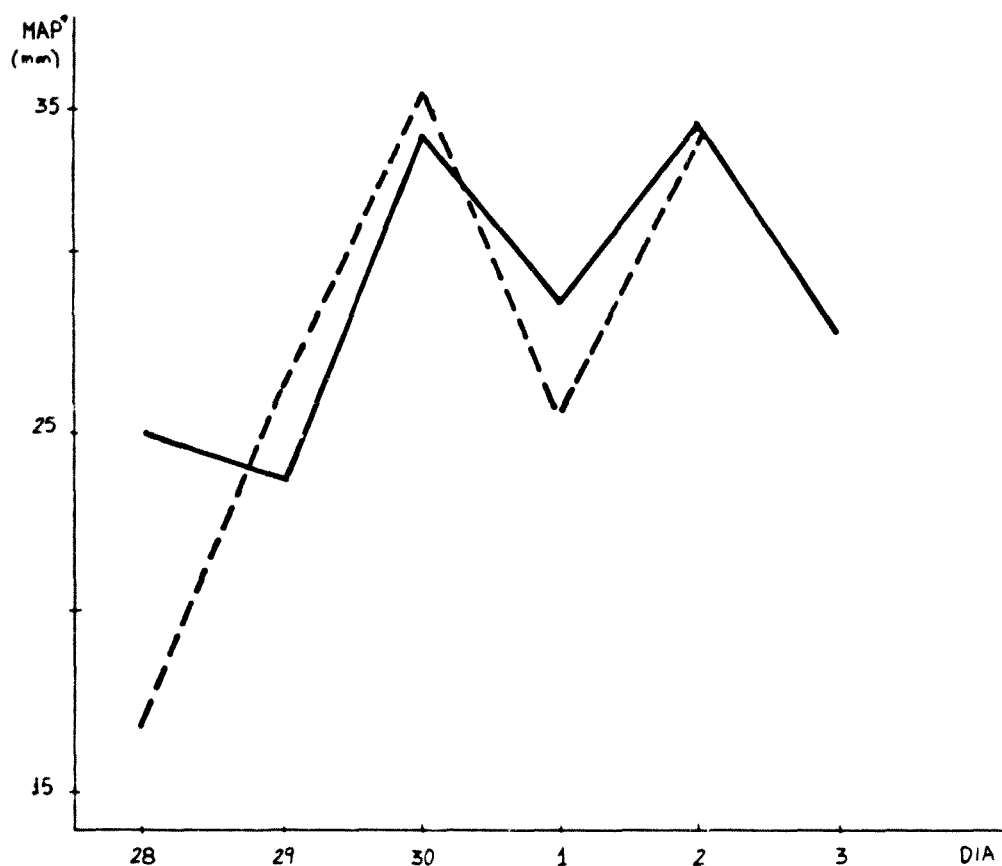


Fig.A.V.9. Evolución de la cantidad de masa de agua precipitable a lo largo del episodio (en línea continua, la correspondiente a las 00 TMG y a trazos, a las 12 TMG)

sigue ocupando gran parte de la troposfera, se reduce de espesor. Luego, la situación cambia radicalmente. Los datos de temperatura y humedad muestran que el aire cálido y húmedo se extiende a toda la troposfera. En principio esto parece contradictorio con la presencia de la gota fría, pero no es así. En efecto, el núcleo de la gota fría se halla sobre el N de Africa, y Palma queda tan sólo bajo la circulación ciclónica creada por la misma. Es posible que se produzca un arrastre de aire mediterráneo como muestran las imágenes de satélite. Esto quiere decir que Cataluña también quedará fuera de la influencia del aire frío. Los valores de la masa de agua precipitable, superiores a la media, pero inferiores a los de otros episodios, dan cuenta de que aun así, el aire no fue tan cálido como en otros episodios. El día 2 se produce un fuerte calentamiento en la baja troposfera, lo que facilita la inestabilidad.

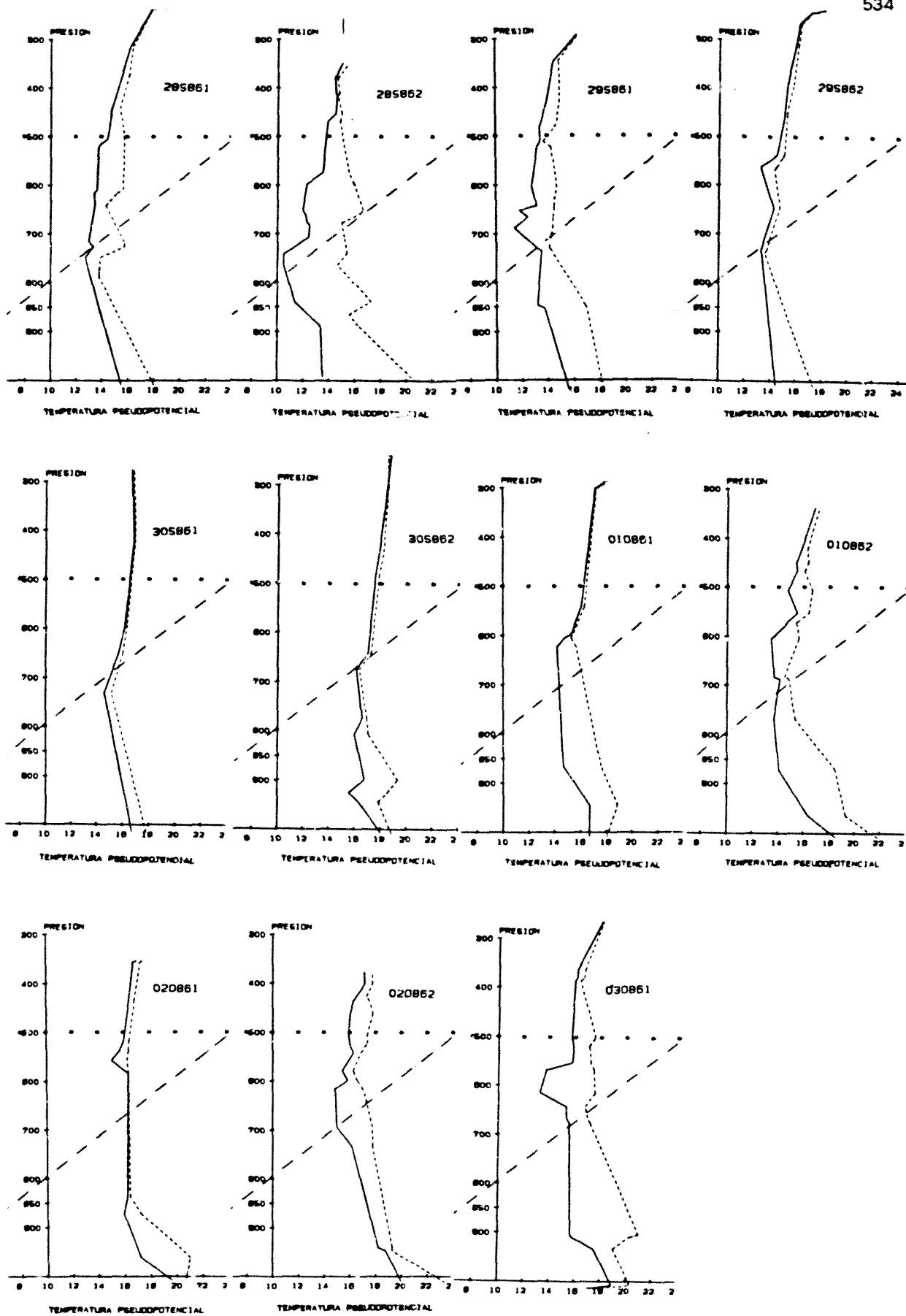


Fig.A.V.10. Diagramas de masa de aire desde el día 28 a las 00 TMG hasta el día 3 de Octubre de 1986 a las 00 TMG, cada 12 horas.

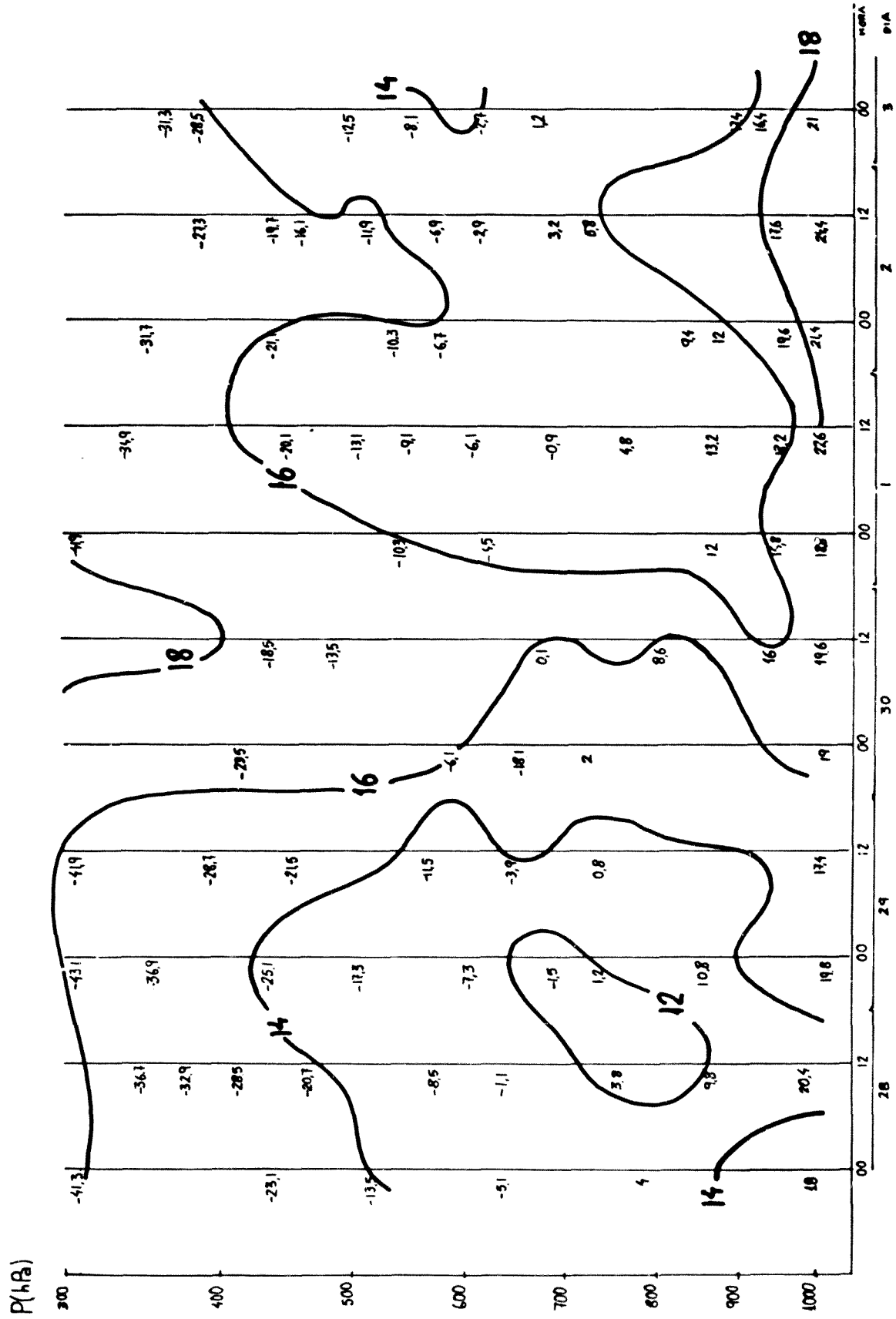


Fig.A.V.11. Corte vertical de la troposfera en Palma. Evolución a lo largo del episodio. A la izquierda se inscribe la temperatura. Las líneas de trazo continuo unen los puntos de igual θ' .

A.V.5 Conclusiones

Entre el 30 de septiembre y el 2 de octubre de 1986 se produjeron importantes lluvias en Levante, Cataluña y las Baleares.

Este episodio presenta en común con los analizados en el capítulo IV el anticiclón europeo característico y la configuración en Ω en altura. Discrepa en que el viento es del SE a todos los niveles, no registrándose apenas cizalladura en la troposfera baja. En este caso no hay ninguna entrada de aire atlántico sobre el Mediterráneo, ni de aire cálido. Por otra parte, pese a la presencia de la gota fría, no se registra en Palma, y mucho menos en Cataluña, la presencia de una masa fría. El hecho de que los diagramas de masa de aire en Palma sean mucho más húmedos que en los otros episodios es consecuencia de que en esta ocasión ya se formaron cumulonimbos en Baleares.

De todas formas, aunque no se den todas las características, hay que pensar que tampoco las lluvias en Cataluña fueron del mismo orden y que ya habían descargado previamente en Levante y Baleares.

En líneas generales, este último caso confirma los resultados obtenidos en los estudios de los episodios anteriores, pero las discrepancias señaladas son causa de que este episodio sea mucho menos violento que en ellos.

LISTA DE REFERENCIAS

- ACHTEMEIR, G.L., 1983: "The Relationship between the Surface Wind Field and Convective Precipitation over the St. Louis area." J. of Clim. and Appl. Met., 22, pp. 982-999.
- ALMARZA, C., 1984: "Análisis y evaluación de precipitaciones intensas. Determinación de las zonas de mayor precipitación." Curso de Avenidas E.T.S.I.C.C.P., Univ. Politécnica. Barcelona 7-11 mayo, 28 pp.
- ALONSO, S., 1975: Algunos aspectos meteorológicos de los temporales de Levante. Tesis. Facultad de Física, Universidad de Barcelona 172 pp.
- ATKINSON, B.W., 1981: Severe Local Storms, "Mesoscale Atmospheric Circulations Part III", B, 8, pp. 313-3EJ. London, Academic Press.
- AULLO, G., 1984: Precipitations exceptionnelles dans les Pyrénées Orientales Ecole Nationale de la Météorologie. Thèse de troisième année, France. 126 pp.
- BARTELS, D.L. y A.A. ROCKWOOD, 1983: "International Structure and Evolution of a Dual Mesoscale Convective Complex" Fifth Conf. on Hydrometeorology (Tulsa, Okla) Amer. Met. Soc. Boston, pp. 97-102.
- BENET, C., 1986: Dades meteorològiques de Sabadell 1897-1979 Ajuntament de Sabadell
- BENICHOU, P., 1985: Classification automatique de configurations météorologiques sur l'Europe Occidentale Note de Travail du Service Central d'exploitation de la Météorologie, n° 18, 155 pp.
- BELVILLE, J.D., G.A. JOHNSON, A.R. MOLLER y J.D. WARD, 1980: "A Synoptic and Mesoscale Analysis of the Palo Duro Canyon Flash Flood and Associated Severe Weather" Preprints Second Conf. on Flash Floods (Atlanta). Amer. Meteor. Soc. Boston. pp.30-37.
- BELVILLE, J.D. y N.O. STEWART, 1983: "Extreme Rainfall Events in Louisiana: The 'New Orleans Type'". Fifth Conf. on Hydrometeorology (Tulsa, Okla) Amer. Met. Soc. Boston. pp. 284-290
- BELVILLE, J.D. y E.H. GOETSCH, 1983: "Synoptic and Mesoscale Considerations

- of a Heavy Rainfall Event Associated with Warm Top Convection" Fifth Conf. of Hydrometeorology (Tulsa, Okla) Amer. Met. Soc. Boston, pp.198-205.
- BESSE, J., A. FOURNIE, M. RENAUDIN, 1979: Météorologie. Tome 2: Aerologie-Météorologie Dynamique Ecole Nationale de l'Aviation Civile, 1ère édition. France, 150 pp.
- BRADY, R.H., J.T. Snow y D.R. Smith, 1983:"Sub-Synoptic Analyses of the Severe Weather of 9/10 July 1980" Preprints, Thirteenth Conf. on Severe Local Storms (Tulsa) Amer. Met.Soc. Boston. pp. 156-159.
- BRICAULT, R. y A. FILLOD, 1981: Les fortes pluies de l'équinoxe d'automne 1980 sur la région centre-est. La Houille Blanche n° 7 y 8
- BROOKS, H.B., 1946:"A Summary of Some Radar Thunderstorm Observations" Bull. Am. Met. Soc., 27 . pp.557-563.
- BROWING, K.A. y F.H. LUDLAM, 1962: "Airflow in Convective Storms" Quart. J.R. Met. Soc., 88, pp. 117-135.
- LYERS, H.R. y R.R. BRAHAM, Jr. , 1949: The Thunderstorm U.S. Govt.Printing Office, 287 pp.
- CAILLEAU, C. y P.SANTURETTE, 1983:"Tempête des 6,7 et 8 Novembre 1982" Note de Travail du Service Météorologique Métropolitain n° 10. Ministère des Transports. Direction de la Météorologie.
- CANOVA, F. y R.A. MADDOX, 1980:"Meteorological Characteristics of Western United States Flash Floods!" Preprints Second Conf. on Flash Floods (Atlanta) Amer. Met. Soc. Boston pp. 75-81
- CAPPEL, J.J., 1983: "La tromba de agua de agosto de 1983 en el Cantábrico Oriental (País Vasco y Cantabria)"Universidad de Murcia. Cátedra de Geofísica de España. Facultad de Letras, 28 pp.
- CHALKER, W.R., 1949: "Vertical Stability in Regions of Air Mass Showers" Bull. Amer. Met. Soc. 30, pp. 145-147.
- CHISHOLM, A.J., 1973: Alberta Hailstorms I. Radar Case Studies and Airflow Models. Met. Monog., 14 (36) pp 1-36.
- DECKER, F.W., 1981: The Weather Workbook The Weather Workbook Co., ed. revisada, Oregón.
- FONTAINE, P., 1951: "Les 'gouttes d'air froid' sur l'Europe, la Méditerranée et l'Atlantique est" La Météo. Abril-junio. pp 98-112.

- FONTAINE Y PORTELA, 1959: "Causes météorologiques des grandes crues cévenales du début de l'automne 1958" *La Météorologie*, I, pag. 53.
- FOX, A.D., 1980: "Mesoscale Structure of Three Flash Floods Rainstorms in Southern California" Preprints, Second Conf. on Flash Floods, Atlanta, Amer. Met. Soc. Boston. pp. 23-29.
- FRISTSCH, J.M, R.A. MADDOX y A.G. BORNSTON, 1981:"The Character of Mesoscale Convective Complex Precipitation and its Contribution to Warm Season Rainfall in the U.S." Preprints, Fourth Conf. on Hydrometeorology (Reno) Amer. Met. Soc. Boston. pp.94-99.
- GARCIA V. y A. CARRASCO, 1958: "Lluvias de intensidad y extensión extraordinarias causantes de las inundaciones de los días 13 y 14 de octubre de 1957 en las provincias de Valencia, Castellón y Alicante." Servicio Meteorológico Nacional. Seria A nº 30, 67 pp.
- GARCIA, F., R. FONT y A. RIVERA, 1982: Situación atmosférica causante de las lluvias torrenciales durante los días 19 al 21 de octubre de 1982 en el Levante Español. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid. 68 pp.
- GARCIA DE PEDRAZA, L., 1983:"Situaciones atmosféricas tipo que provocan aguaceros torrenciales en comarcas del Mediterráneo español" *Estudios Geográficos*, 44, Madrid. pp.61-72.
- GAZELLE, F., 1982: "Averses exceptionnelles sur l'extrême sud du Massif Central" *Trav. Lab. Geogr. Phys. Appl.* nº6. pp.3-38. France.
- GOLDEN J.H., R.SERAFIN, V. LALLY, 1984: "Intensive Course on Mesoscale Meteorology and Forecasting." Section on Atmospheric Sounding Systems.
- GRICE, G.K. y R.A. MADDOX, 1983: "Synoptic Characteristics of Heavy Rainfall Events in South Texas" Preprints, Fifth Conf. on Hydrometeorology (Tulsa) Amer. Met. Soc., Boston. pp. 149-155.
- GUILLO, A.M. y M. PUIGSERVER, 1970: "Sobre las contribuciones relativas de las precipitaciones local y generalizada a la precipitación total en Cataluña" *Rev. Geofísica*, XXIX, nº3, Madrid. pp. 205-216.
- HARDMAN, M.E., 1983:"Cold pools" Weather, 38, nº5. pp. 152-153.
- JANSA, J.M., 1964:"Meteorología del Mediterráneo occidental" Publicación Serie A, nº43. Servicio Meteorológico Nacional. 21 pp.
- JONHSON G.A., E.B. MORTIMER y O.D. McCALIP, 1983: "Effects of Tropical Moisture on Heavy Rain and Flood Event from Southwest Texas into Southeast

- Oklahoma, October 11-14, 1981" Fifth Conf. on Hydrometeorology (Tulsa, Okla.) Amer. Met. Soc. Boston. pp. 11-118.
- KOPPEN, W., 1886: "Die Bewegung der barometrischen Minima in den Tagen vom 20 bis 24 Januar 1886 über Europa" Met. Zeitschr., 3, p.505.
- LOPEZ BUSTOS, A., 1964: "Resúmenes y conclusiones de los estudios sobre avenidas del Vallés en 1962." Estudios Hidrográficos, 44, Madrid.
- LOPEZ GOMEZ, A., 1983: "Las lluvias catastróficas mediterráneas" Estudios Geográficos, 44, Madrid, pp. 11-29.
- MADDOX, R.A., C.F. CHAPPELL y L.R. HOXIT, 1979: "Synoptic and Meso- α Scale Aspects of Flash Floods Events" Bull. Amer. Met. Soc., 60, n^o2. pp.115-123.
- MADDOX, R.A., 1980: "Mesoscale Convective Complexes" Bull. Amer. Met. Soc. 61 pp. 1374-1387.
- MADDOX, R.A. y W. DEITRICH, 1981: "Synoptic Conditions Associated with the Simultaneous Occurrence of Significant Severe Thunderstorms and Flash Floods" Preprints, Fourth Conf. on Hydrometeorology, Reno. Amer. Met. Soc. Boston. pp. 181-187.
- MALBERG, H., 1985: "Meteorologie und Klimatologie" Springer Verlag, Berlin § 7.4. Kaltlufttropfen. pp. 119-123.
- MANDON, S., 1985: "Comparaison d'épisodes pluvieux intenses sur le Sud-Est et de situations analogues au sens de la circulation générale. Recherche de variables discriminantes" Ecole Nationale de Météorologie. Grenoble (diffusion strictement interne) 177 pp. France.
- McANELLY, R.L. y W.R. COTTON, : "The Meso- β Scale Structure and Precipitation Characteristics of Middle-Latitude Meso- α Scale Convective Complexes" Preprints, Fourth Conf. on Hydrometeorology, (Reno) Amer. Met. Soc. Boston. pp. 81-87
- MCCANN, D.W., 1983: "Synoptic Patterns Associated with Splitting Thunderstorms" Preprints, Fifth Conf. on Hydrometeorology, (Tulsa) Amer. Met. Soc. Boston. pp. J1-J4.
- McINTOSH, D.H. y A.S. THOM, 1969: Essentials of Meteorology 3 Wykeham Publications (London) Ltd. 239 pp.
- MEDINA, M., 1976: "Formación de 'gotas frías'y'burbujas cálidas'" Meteorología básica sinóptica. Ed. Paraninfo, Madrid. pp. 98-103.
- MILLER, A., 1966: Meteorología p. 152 y pp. 128-134. Ed. Labor S.A. Barcelona 167 pp.

- MILLER, R.C., 1972: Notes on Analysis and Severe Storms Forecasting Procedures of the Air Force Global Weather Central Technical Report 200, A.W.S., U.S.A. F., 102 pp.
- MIRO-GRANADA, J., 1974: "Les crues catastrophiques sur la Méditerranée Occidentale" AHS-AISH Publication nº 112, pp. 119-132. Symposium Crues Brutaes.
- MIRO-GRANADA, J., 1983: "Consideraciones generales sobre la meteorología de las riadas en el Levante español." Estudios Geográficos, 44, Madrid. pp. 31-53.
- MIRO-GRANADA, J., 1984: "Situaciones meteorológicas causantes de avenidas en el Mediterráneo Occidental." Curso de Avenidas. E.T.S.I.C.C.P. Univ. Politécnica Barcelona. 7-11 mayo. 43 pp.
- MORAN, F., 1944: "Apuntes de termodinámica de la atmósfera" S.M.N. Publicaciones Serie B nºA. Madrid. 345 pp.
- MOUNIER, J., 1979: Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal. Thèse. Université de Lille. 1205 pp
- NEWTON, C.W. y J.C. FANKHAUSER, 1964: "On the Movements of Convective Storms, with Emphasis on Size Discrimination in Relation to Water Budget Requirements. J.Appl. Met. 3 pp.651-668.
- NOVOA, M., 1981: Precipitaciones extremas en la cuenca del Pirineo Oriental. Causas, efectos y previsión Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Direc. Gral. de Obras Hidráulicas. Comisaría de aguas del Pirineo Oriental. 149 pp.
- NOYALET, A., 1972: "Effet d'interference par rencontre de deux courants de perturbation d'origines différents donnant des précipitations remarquables" La Météorologie, 23 mayo.
- PALMEN, E., 1949: "On the origin and structure of high-level cyclones South of the maximum westerlies" Tellus, 1, 1, 22-31.
- PALMEN, E. y C.W. NEWTON, 1969: Atmospheric Circulation Systems, Academic Press, New York and London, pp. 273-285.
- PETERSSEN, S., 1956: Weather Analysis and Forecasting. Vol. II McGraw-Hill Book Co., 2ª edición, New York. 266 pp.
- POUGET, E., F. VALETTE, 1983: "La Tempête des 6,7,8 et 9 novembre 1982" Publication interna. Centre Météorologique des Pyrénées Orientales.

- RAMIS, C., 1976: Contribución a la climatología de aire superior en Mallorca
Tesina de licenciatura. Universidad de Barcelona. Facultad de Física.
- REUTER, H., 1954: Predicción del tiempo. Métodos y problemas. I.N.M. Madrid,
1968. 193 pp.
- RODGERS, D.M., K.W. HOWARD y E.C. JOHNSTON, 1983: "Mesoscale Convective Com-
plexes over the United States during 1982." Annual Summary. Mon. Wea.
Rev. 111. pp.2362-2369.
- SANGSTER, W.E., 1958: "An Investigation of Nighttime Thunderstorms in the Cen-
tral United States" The University of Chicago. Department of Meteorolo-
gy. Technical Report nº 5. 37 pp.
- SARTOR, J.D., 1962: "Essential Factors of Thunderstorm Forecasting Memorandum
RM-3049-PR, USAF Project Rand, Rand Corp., Santa Mónica, California.
- SCHERHAG, R., 1937: "Ein Grenzfall atmosphärischer Steuerung: Die Boden-isoba-
ren steuern ein Höhentief" Ann. Hydrogr. Marit. Met., 65, 27.
- SCHERHAG, R., 1939: "Der Kälteeinbruch Mitte Dezember 1938" Ann. Hydrogr. Marit.
Met., 67, 142.
- SCHERHAG, R., 1948: Neue Methoden des Wetteranalyse und Wetterprognose, Sprin-
ger Verlag. Berlín. pp. 227-235.
- SHOWALTER, A.K., 1953: "A Stability Index for Thunderstorm Forecasting" Bull.
Amer. Met. Soc., 34 . pp. 250-252.
- TOURASSE, P., 1981: Analyses spatiales et temporelles de précipitations et
utilisation opérationnelle dans un système de prévision de crues. Thèse
de Docteur-Ingénieur, Université Scientifique et Médicale de Grenoble,
211 pp. France.
- VINCENT, D.G. y T.Q. CARNEY, 1982: "Meso-Synoptic Scale Circulation Patterns
during Severe Weather Outbreak of April 10-11, 1979" Preprints, Twelfth
Conf. on Severe Local Storms, (San Antonio, Texas) Amer. Met. Soc.
Boston. pp. 556-559.
- WETZEL, P.J., W.R. COTTON y R.L. McANELLY, 1983: "The Dynamic Structure of the
Mesoscale Convective Complex. Some Case Studies" Preprints, Twelfth
Conf. on Severe Local Storms (San Antonio, Texas) Amer. Met. Soc. Bos-
ton. pp. 265-268.
- WILSON, G.S., 1983: "The Structure and Dynamics of Mesoscale Systems Influencing
Severe Thunderstorms Development during AVE/SESAME 1" Preprints, Twelfth

Conf. on Severe Local Storms (San Antonio, Texas) Amer. Met. Soc.,
Boston. pp. 192-196.

WINSTON, J.S., 1956: "Forecasting Tornadoes and Severe Thunderstorms. Forecasting Guide nº 1, u.s. Weather Bureau, Washington D.C.

WOJTIW, L., J.P. VERSCHUREN, 1981: "Climatology of Severe Rainstorms in Alberta, Canada" Preprints, Fourth Conf. on hydrometeorology, Reno, Amer. Met. Soc. Boston, pp. 21-26.

ZIMMERSCHIED, W., 1949: "Acerca de las situaciones típicas de tiempo de la Península Ibérica"(Comunicación Provisional) Memoria Serie A nº 20 S.M.N. pp. 5-13.

ZIMMERSCHIED, W., 1954: "La Topografía Relativa como medio auxiliar indispensable para el análisis del mapa meteorológico, especialmente en su aplicación aeronáutica" Servicio Meteorológico Naciones, Serie A, nº24 Madrid.

Se dispone de 250 referencias más, relativas a este tema, que están a disposición de los miembros del tribunal.