

GOTES D'AIRE FRED AL MEDITERRANI

M. C. LLASAT
Universitat de Barcelona

INTRODUCCIÓ

Entre el 1980 i el 1990 es van enregistrar a Catalunya set episodis de pluges en què es van superar els 200 mm/24 h i que van produir inundacions catastròfiques (Llasat i Puigcerver, 1992). Aquest tipus d'episodis no són, tanmateix, una característica exclusiva de Catalunya ni de Llevant, sinó que s'estenen a tota la conca vessant del Mediterrani occidental. Així, els mateixos episodis que van afectar Catalunya el 1982, el 1986 o el 1987 van provocar també inundacions al sud-est francès. Més greus encara van ser les inundacions que van tenir lloc també al sud-est de França i al nord d'Itàlia el 1992, amb més de 400 mm en 24 hores. Finalment, l'octubre i el desembre de 1994 es van produir diversos episodis de pluges fortes que van afectar Catalunya, Romania i Grècia.

Queda clar, per tant, que els episodis esporàdics de pluges i d'inundacions catastròfiques són una característica comuna a tota l'Europa mediterrània. Aquesta característica està fortament lligada al mateix mar Mediterrani i a l'orografia accidentada de la major part de la línia costanera. Els diagnòstics solen implicar fenòmens com ara la ciclogènesi mediterrània; les adveccions d'aire molt calent i humit amb penetració, fins i tot, del jet subtropical, o les elevades temperatures del mar, entre d'altres. Però poques vegades es parla de la presència de gotes d'aire fred, o, tal com usualment les designen els mitjans de comunicació, gotes fredes. Malgrat això, la majoria del públic ha associat en els darrers anys l'expressió *gota freda* amb les inundacions.

Davant d'aquesta confusió, l'objectiu d'aquest article és aclarir què és una *gota freda* i quines són les seves principals característiques, així com la seva possible relació amb les inundacions. L'article es basa en un estudi exhaustiu de les gotes d'aire fred que van afectar Europa durant el període 1974-1983 (Llasat i Puigcerver, 1990; Llasat, 1991...), i de les principals inundacions que des del 1940 han afectat Catalunya i Llevant (Llasat i Puigcerver, 1992...).

DEFINICIÓ I ORIGEN DE LES GOTES D'AIRE FRED

El 1886, Köpen va introduir l'expressió *gota freda* o *gota d'aire fred* a la literatura meteorològica. Però no fou fins al 1948 que Sherhag la va definir i en va descriure les característiques fonamentals. Segons aquest autor, la gota d'aire fred és una «marcada depressió en alçària, que no es detecta en superfície, i a la part central de la qual es troba l'aire més fred».

La millor metodologia per detectar correctament una gota freda és localitzar una depressió tancada coincidint amb un mínim de temperatura a 500 hPa, que queda reflectida a la topografia relativa de 500/1.000 hPa, però que, en canvi, no es detecta a la superfície (figura 1). Normalment, s'identifiquen a la superfície de 500 hPa, tot i que solen arribar fins als 300 hPa per la part superior i, de vegades, fins als 700 o, més esporàdicament, fins als 850 hPa per la part inferior. Generalment, presenten una forma el·líptica de poca excentricitat, amb l'eix dirigit més o menys segons els paral·lels. El seu diàmetre equivalent sol oscil·lar entre els 5° i els 10° de latitud.

Pel que fa a la gènesi, Sherhag (*loc. cit.*) l'atribueix a l'aïllament d'una massa freda quan, tant pel seu límit oriental com per l'occidental, es produeix l'entrada d'una massa d'aire càlid de gran espessor que arriba a allunyar la massa freda de la seva regió d'origen. Actualment, aquest procés es coneix com efecte *cut-off*, segons el qual la gota d'aire fred es formaria per la deformació i l'aprofundiment d'un solc al corrent general de l'oest. Quan el solc s'estreny dóna lloc a una depressió tancada que conté l'aire fred separat de la seva massa original.

DISTRIBUCIÓ GEOGRÀFICA I TEMPORAL

De tot Europa, les zones més afectades per gotes fredes són generalment el Mediterrani occidental, Itàlia, la península Balcànica i l'oest de la península Ibèrica. L'anàlisi profunda d'aquesta distribució suggereix una forta contribució de tipus orogràfic i tèrmic a la producció de la vorticitat a la mitjana i alta troposfera, necessària per a la formació de la gota freda. Un factor que cal destacar és el nombre relativament reduït de gotes fredes que es formen sobre l'est de la península Ibèrica. De fet, durant els deu anys analitzats sistemàticament no es va formar cap gota freda en aquesta zona, que tan sols va ser afectada pel pas de gotes fredes procedents de sectors més occidentals.

El nombre de gotes fredes enregistrades durant els deu anys entre els 25° i 75° N i els 30° W i 40° E va ser de 486 (figura 2), valor molt proper a d'altres trobats a la documentació. Un 30 % de les gotes fredes es van produir a la primavera, mentre que un 27 % ho van fer a la tardor. A la primavera, les gotes tendeixen a formar-se sobre l'àrea atlàntica i la contribució mediterrània és molt petita. A l'estiu, la dispersió és més elevada, si bé es continuen produint essencialment sobre l'àrea atlàntica i el continent. A la tardor, una gran part es desenvolupen al sud dels 45° N i, particularment, sobre el sud d'Europa i els mars Mediterrani i Egeu,

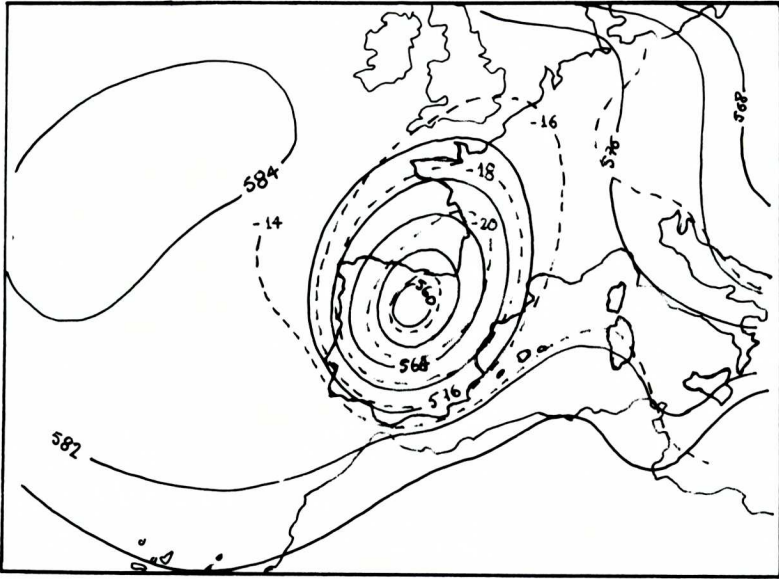


FIGURA 1.a. Anàlisi de la superfície de 500 hPa el dia 20 de setembre de 1971 a les 00 TMG. En traç discontinu es representen les isoterms.

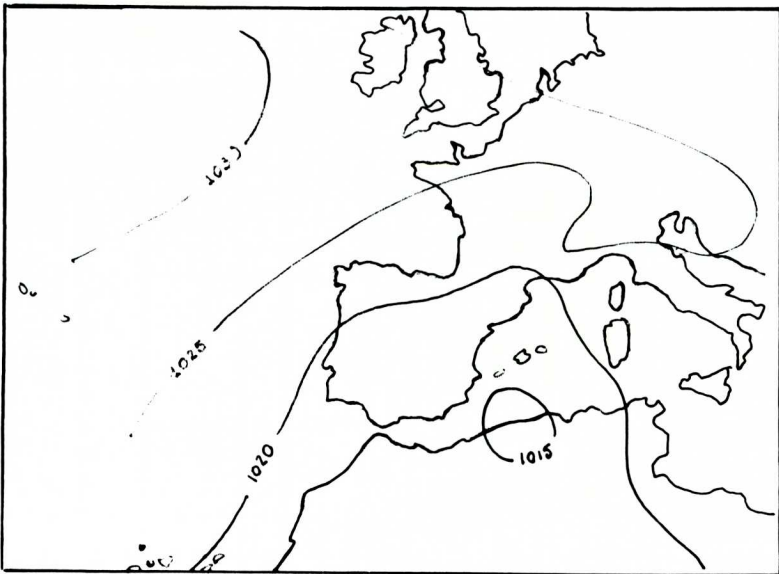


FIGURA 1.b. Anàlisi en superfície a la mateixa hora. Es tracta d'un cas ben representatiu de gota freda (la petita depressió en superfície sobre el Mediterrani es va formar posteriorment, com a conseqüència d'un procés de ciclogènesi mediterrània).

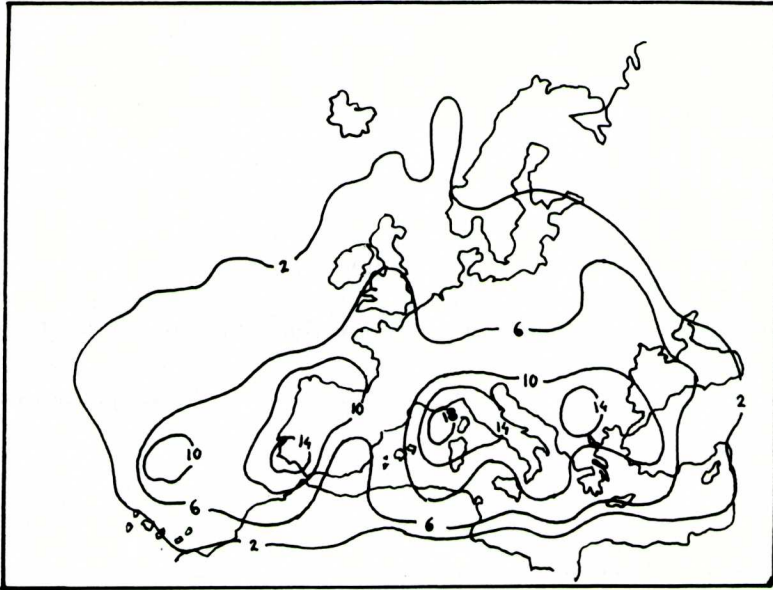


FIGURA 2. Distribució de nuclis de gotes fredes a Europa durant el període 1974-1983.

característica molt més marcada a l'hivern, estació en què la majoria de gotes fredes es formen sobre l'est del Mediterrani, la península Balcànica i l'Àsia Menor.

La duració total d'aquestes gotes va ser de 934 dies, la qual cosa donaria una durada mitjana d'aproximadament dos dies. De fet, un 69 % de les gotes fredes duren entre un i dos dies. El cicle vital és més llarg a la tardor, estació en què un 42 % van durar tres dies o més. Al llarg del seu cicle vital el moviment sol ser força erràtic i no es pot afirmar de manera general que sigui el vent, en baixos o alts nivells, el qui domini. De fet, la tendència més marcada és el moviment cap a l'est o el sud-est.

Si ens referim més explícitament a la península Ibèrica, el nombre total de gotes enregistrades en els deu anys va ser de 76, amb una duració total de 170 dies. D'aquestes, un 36,4 % es van produir a la primavera; un 24,7 %, a l'estiu; un 22 %, a la tardor, i 16,9 %, a l'hivern. El 89 % van tenir un cicle vital comprès entre un i tres dies, i tan sols dues gotes fredes van arribar a durar cinc dies. Les gotes de més durada es produeixen generalment sobre l'Atlàntic i penetren posteriorment a la Península, mentre que les que es produeixen a la Meseta són, en general, les més curtes. Com ja s'ha dit abans, la majoria de gotes fredes que afecten la Península es localitzen a la part occidental, principalment a Galícia, el centre de Portugal i el golf de Cadis. Per contra, el mínim s'enregistra a l'est del meridià 3° W. Concretament, no hi va haver en els deu anys analitzats cap gota freda sobre la zona de Llevant.

GOTES FREDES I PLUJA

Les observacions consignades als butlletins meteorològics a les estacions situades sota les diverses gotes fredes posen en evidència que en més del 50 % dels casos no es va produir cap pluja. Si ens referim exclusivament a les situacions en què la gota es troba sobre la península Ibèrica, arribarem a la conclusió que malgrat que el major nombre de gotes es troba a l'oest i sobre l'oest de la Península, mai no s'han enregistrat pluges per sobre els 45 mm/24 h. Per contra, la costa mediterrània és on s'enregistra el major nombre de situacions amb pluja per sobre de 45 mm/24 h, tot i que el nombre de gotes enregistrades és el més baix. En realitat, aquestes dues característiques pluviomètriques formen part del clima de la zona, independentment del fet que hi hagi o no gota freda. És evident, per tant, que la presència d'una gota freda no és suficient per produir precipitacions sota d'ella.

Si es té en compte qualsevol precipitació produïda a qualsevol punt de la Península, resulta que en més d'un 50 % dels casos no va ploure a cap lloc i tan sols en quatre ocasions es van superar els 120 mm/24 h. Quan s'ha enregistrat alguna precipitació simultània a la presència d'una gota, es troba que aquestes precipitacions es produeixen generalment a l'est, al nord-est o al nord de la gota. Sembla, per tant, que la importància que pugui tenir una gota rau més en la

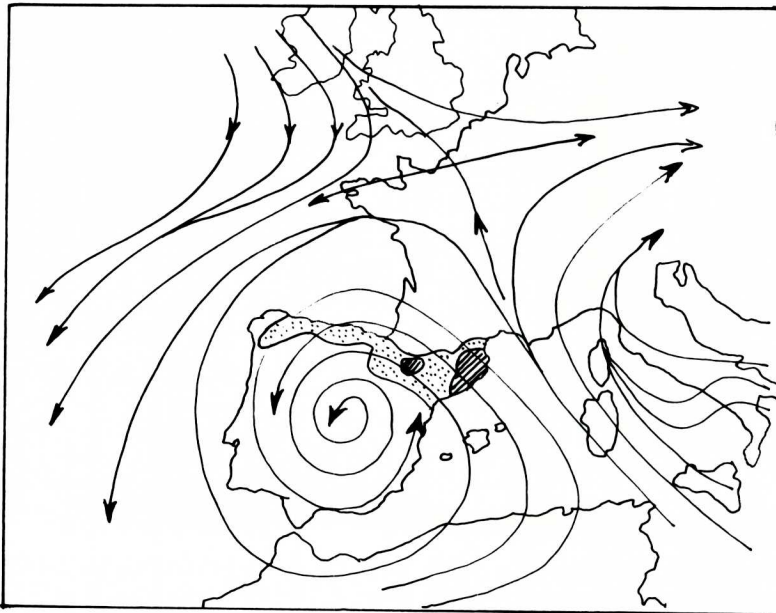


FIGURA 3. Línies de corrent a 850 hPa del dia 20 de setembre de 1971 a les 00 TMG. L'àrea puntejada correspon a la zona on va ploure i l'àrea ratllada, on es van superar els 100 mm/24 h.

circulació que genera que en el seu nucli d'aire fred. En efecte, l'anàlisi de les situacions associades amb pluges molt fortes i amb gota freda a la costa mediterrània (un 30 % aproximadament entre el 1950 i el 1990) corrobora aquesta observació. En aquests darrers casos, la gota s'estenia entre 850 hPa i 300 hPa i provocava una circulació ciclònica a gran part de la troposfera, que afavoria l'entrada d'aire atlàntic sobre la zona mediterrània i, amb ella, una alimentació d'aire humit en alçària. Paral·lelament, en nivells baixos es produïa l'entrada, gairebé perpendicular a la costa i a les cadenes muntanyoses del litoral, d'una massa calenta i molt humida d'aire mediterrani (figura 3).

CONCLUSIONS

Entre el 1974 i el 1983 es van produir 486 gotes d'aire fred sobre Europa i els mars adjacents, i una de les zones més afectades va ser la mediterrània. Això no implica, però, que les pluges fortes que es produeixen en aquesta regió hagin d'estar forçosament relacionades amb gotes fredes i viceversa. En la producció d'aquestes inundacions intervenen molts factors i, si ens referim a la part relativa a la circulació a escala sinòptica, el mateix paper poden jugar un solc, una depressió freda o una gota freda.

BIBLIOGRAFIA

- LLASAT, M. C.; PUIGSERVER, M. «Cold air pools over Europe». *Meteorology and Atmospheric Physics*, núm. 42 (1990), p. 171-177.
- LLASAT, M. C. *Gota fria*. Ed. Marcombo, (Boixareu Universitaria), núm. 6, 1991, 165 p., 84-267-0829-3.
- LLASAT, M. C.; PUIGSERVER, M. «Pluies extremes en Catalogne: influence orographique et caracteristiques synoptiques». *Hydrologie Continentale*, VII, 2, (1992).
- SCHERHAG, R. «Neu methoden des wetteranalyse un wetterprognose». Berlín: Springer, 1948, p. 227-235.