

Anàlisi pluviomètrica del massís del Garraf

Jordi Mazón

Departament de Física Aplicada (EPSC)

Associació Catalana d'Observadors

Meteorològics (ACOM)

Resum

El massís del Garraf distribueix la precipitació, essent la zona més oriental, la més plujosa. La zona de ponent, i del nord del massís, és on la precipitació és més minsa, amb valors que no superen els 530 mm i 580 mm, respectivament. L'estació on la diferència pluviomètrica és més marcada és la tardor, fet que confirma la formació d'un sistema frontal fred davant les costes del delta del Llobregat.

L'aire fred que descendeix per la vall del Llobregat des de l'interior, s'eixampla en arribar al delta. En entrar en contacte amb la massa càlida i humida de la Mediterrània, es forma un sistema frontal fred davant les costes del delta. En determinades condicions atmosfèriques, aquest front genera nuvolositat convectiva i provoca precipitacions que poden atansar-se a la zona del delta i oriental del massís del Garraf, però difícilment a la resta del massís.

Paraules clau

Pluviometria, front fred mesoescalar, anàlisi pluviomètrica

Resumen

Análisis pluviométrico del macizo de El Garraf

El macizo de El Garraf distribuye la precipitación, siendo la zona más oriental la más lluviosa. En la zona de poniente, y del norte del macizo, la precipitación es más escasa, con valores que no superan los 530 mm y 580 mm, respectivamente. La estación en la que la diferencia pluviométrica es más marcada es el otoño, lo que confirma la formación de un sistema frontal frío delante de las costas del delta del Llobregat.

El aire frío que desciende por el valle del Llobregat desde el interior se expande cuando llega al delta. Al entrar en contacto con la masa cálida y húmeda del Mediterráneo, se forma un sistema frontal frío delante de las costas del delta. En determinadas condiciones atmosféricas, este frente genera nubosidad convectiva, y provoca precipitaciones que pueden acercarse a la zona del delta y oriental del macizo de El Garraf, pero difícilmente al resto del macizo.

Palabras clave

Pluviometría, frente frío mesoescalar, análisis pluviométrico

Abstract

Rainfall analysis of the Garraf massif

Rainfall in the Garraf massif is distributed, the eastern area being the wettest. The west and north of the massif is where rainfall is scarcest, with values of no more than 530 and 580 mm respectively. The season with the most marked difference in rainfall is the autumn, which confirms the formation of a cold frontal system off the coast of the Llobregat delta.

Cold air descends the Llobregat valley from inland and spreads out when it reaches the delta. On coming into contact with the warm wet mass of the Mediterranean, it forms a cold frontal system off the coast of the delta. In certain atmospheric conditions, this front generates convective cloudiness and causes rainfall that can affect the delta area and the eastern part of the Garraf, but is unlikely to reach the rest of the massif.

Keywords

Pluviometry, mesoscale cold front, rainfall analysis

Introducció

La precipitació és una de les variables més importants en la descripció del clima d'una regió. En el cas del massís del Garraf, el principal problema per analitzar-la és la manca d'estacions pluviomètriques dins del parc. Per aquesta raó, en l'estudi que es presenta s'ha hagut de recórrer a considerar la precipitació de les estacions pluviomètriques de l'entorn més immediat del massís, per estudiar les possibles diferències entre aquestes, i determinar de quina forma les muntanyes del massís del Garraf actuen com un element modificador de la precipitació.

La longitud temporal d'aquestes dades també ha estat un inconvenient. Per poder comparar les dades de diversos pluviòmetres, s'han construït dues sèries temporals. L'una, amb inici l'any 1978 i fins a l'any 2004, formada per 6 observatoris, i l'altra, amb inici el 1996, forma-

cor del massís. Els resultats no tenen validesa climàtica, però sí que ens ajuden a acabar de perfilar la tendència que ens dona la primera de les sèries de dades, amb més de 25 anys de longitud temporal, i amb gairebé validesa climàtica (un mínim de 30 anys segons l'OMM).

Descripció pluviomètrica

Les taules 1 i 2 mostren les estacions analitzades i els seus valors pluviomètrics, i en la figura 1, el règim pluviomètric estacional dels observatoris de la taula 1. El comportament pluviomètric dels observatoris analitzats és força similar en tots. Segueixen el típic règim del clima mediterrani costaner, amb un màxim pluviomètric a la tardor, un de secundari a la primavera, i dos mínims, a l'hivern i l'estiu. El massís del Garraf no modifica aquest règim pluviomètric.

Taula 1. Estacions pluviomètriques: 1978-2004 (dades en mm). Per poder comparar les sèries pluviomètriques de forma homogènia, han de començar i concloure en els mateixos anys.

Estació	P. Anual	P. Primavera	P. Estiu	P. Tardor	P. Hivern	Règim pluviomètric
Begues	669	166	101	250	152	TPHE
Canyelles	562	130	107	202	123	TPHE
Cubelles	503	106	97	195	105	TPHE
Foix (pantà)	560	128	109	213	110	TPHE
Gavà	645	140	108	261	136	TPHE
Vilafranca	581	182	98	197	104	TPHE

Taula 2. Estacions pluviomètriques: 1996-2004 (dades en mm).

Estació	P. Anual
Begues	669
Cantallops	583
Canyelles	585
Cubelles	471
Foix (pantà)	571
Gavà	633
Sitges	523
Vilafranca	562
Vallgrassa	693

da per 9 pluviòmetres. Aquesta darrera sèrie, malgrat la seva brevetat temporal, és interessant tenir-la en compte perquè conté les dades pluviomètriques de la vall de Vallgrassa, en ple

Tot i això, s'observen quatre observatoris, Vilafranca, pantà de Foix, Canyelles i Cubelles, amb una tendència bastant similar, essent però Cubelles molt més sec. Aquesta similitud de les precipitacions es dona sobretot a l'estiu, la tardor i l'hivern. A la primavera, a Vilafranca la pre-

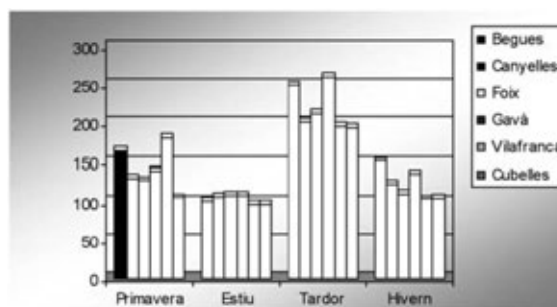


Figura 1. Distribució estacional de la precipitació als observatoris de la taula 1 (1978-2004).

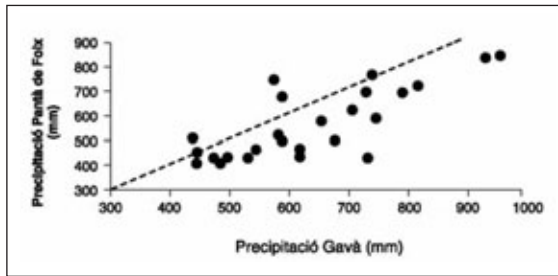


Figura 2. La precipitació gairebé sempre és superior a Gavà, al delta del Llobregat, situada a l'est del massís, que al pantà de Foix, situada a l'oest del massís.

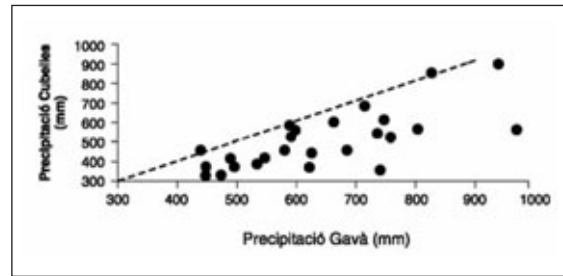


Figura 3. En aquest cas, la diferència de precipitació entre els dos municipis costaners encara és més marcada.

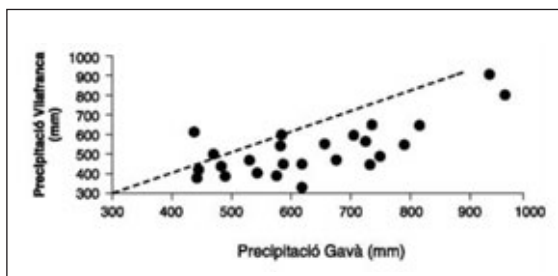


Figura 4. Entre l'est i el nord del massís, les diferències pluviomètriques també són marcades.

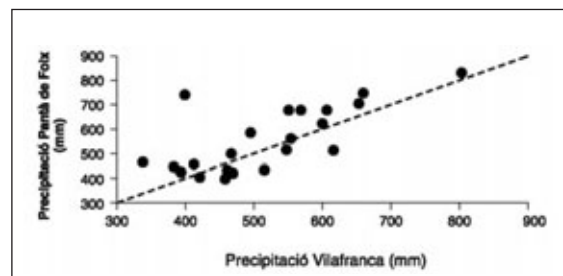


Figura 5. Les diferències entre el nord i l'oest del massís no són tan marcades. Els punts se situen al voltant de la línia d'equiprecipitació.

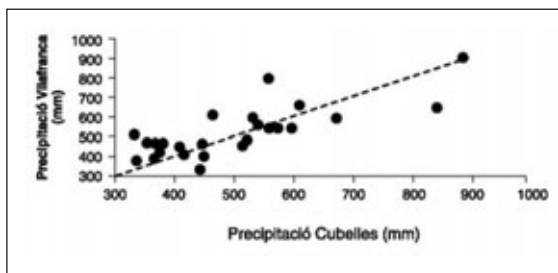


Figura 6. Entre aquests dos observatoris, les diferències no són tan marcades.

precipitació és més marcada, essent la zona que en rep més. Els observatoris de Begues i Gavà presenten unes precipitacions sempre superiors a la resta, molt desmarcats a la tardor i una mica menys a l'hivern. Durant l'estiu el règim pluviomètric és similar arreu. Sembla que les tempestes d'estiu, en línies generals, no afecten més unes zones que d'altres de l'entorn del massís. Les figures 2 a 6 mostren una comparació de la precipitació en diferents observatoris de l'entorn del massís, de la qual pot extreure's que els mecanismes atmosfèrics generadors de precipitació als observatoris de l'entorn del parc no són els mateixos. Sembla que el massís del Garraf actua com un element modificador de la precipitació entre la part est i nord-est per una banda, i l'oest, nord i sud-oest, per l'altra. En

aquestes figures es relaciona la precipitació anual de dos observatoris determinats. La línia discontinua indica l'equiprecipitació, és a dir, aquelles vegades en què la precipitació anual és la mateixa en els observatoris analitzats. Els punts representen la precipitació anual en cada observatori, des del 1978 fins al 2004.

Taula 3. Resum de l'anàlisi comparativa en les diferents estacions de l'any.

Estació	Distribució precipitació	Situació típica
Primavera	Major al N del massís, i lleugerament inferior a l'E, al delta del Llobregat. Notablement inferior a l'W i SW	Pas de fronts, més actius quan més al nord
Estiu	No hi ha distribució. Les precipitacions són semblants arreu del massís	Tempestes i pluges de núvols convectius
Tardor	Major precipitació a l'E del massís, al delta del Llobregat. Semblant a la resta: N, W i SW	Llevantades i front superficial mesoescalar
Hivern	Molt similar a la tardor	Pas de fronts i baixes pressions

La taula 3 mostra un resum de l'anàlisi comparativa similar en els diferents observatoris en les quatre estacions de l'any.

L'anàlisi dels observatoris de la taula 1 també denota aquest diferent repartiment de la precipitació a l'entorn del massís i es detecta una major precipitació anual en els observatoris situats a l'est del massís, per sobre dels 630 mm a Gavà i Begues, valors que contrasten amb els observatoris de l'oest i del nord del massís. Vilafranca, a tan sols 25 km de Gavà i 15 km de Begues, presenta una precipitació anual notablement més minsa, clarament per sota dels 600 mm. Efectivament, en els 8 anys del període 1996-2004, en mitjana anual precipiten 122 mm menys a Sitges que a Gavà, essent la distància entre ambdós observatoris d'una quinzena de quilòmetres, però separats pel massís del Garraf. L'observatori més plujós és el situat a la vall de Vallgrassa, en ple cor del massís, en l'arc del Garraf, amb gairebé 700 mm anuals, seguit de Begues. L'arc del Garraf és el nom que es proposa per definir el sistema de cims i serralades que s'estén des del puig de la Mola fins més enllà del Rascler, passant pel serrat Blanc, la serra de la Guàrdia, les Agulles i la Morella, amb cims que superen els 500 metres d'altura. Aquest arc està obert al S i en major mesura al SW, de forma que en aquesta direcció el pendent i l'altura dels cims decreix suaument fins al nivell del mar, a diferència de la part E i SE, on el relleu és abrupte. Els vents de component S i SW entren de forma natural i encaixonada per aquest arc i ascendeixen suaument a mesura que avancen cap al cor del massís, i a mesura que ascendeixen condensen el vapor que porten associats, raó per la qual sovint, quan les condicions atmosfèriques són favorables, es forma boira i boirina als cims més emblemàtics del massís, com la Morella o el puig de la Mola. La formació d'aquestes boires, sobretot a l'hivern i la primavera, representa un aport hídric alternatiu al de les precipitacions. En condicions d'inestabilitat atmosfèrica, normalment associades a l'entrada d'aire fred en altura i en superfície de vents càlids i humits del S i SW, l'arc del Garraf es converteix en un centre generador de precipitacions (fig. 7).

La figura 8 mostra el mapa d'isohietes resultant de l'anàlisi pluviomètrica, en què s'observa clarament aquest repartiment de la precipitació al voltant del massís.

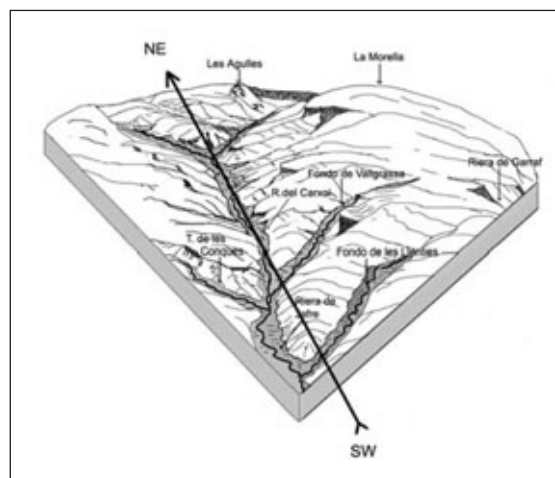


Figura 7. L'arc del Garraf en perspectiva.

La modificació sobre la precipitació que exerceix el massís del Garraf també és palesa en altres variables relacionades amb la precipitació, com en el nombre de dies de pluja (aquestes jornades amb més de 0,1 mm de precipitació). Així, en el període 1978-2004, hi ha un major nombre de dies de precipitació als observatoris de l'est i nord-est del massís (Gavà i Begues, amb 81 i 83 dies, respectivament) respecte a la resta (Sitges, Canyelles, Vilafranca, amb 73, 51, i 70 dies, respectivament).

La vegetació i la fauna del massís conviuen amb un repartiment molt heterogeni de la precipitació, no sols espacialment, sinó també temporalment, amb estacions molt eixutes, com és l'estiu, i plujoses, com la tardor. La taula 4 mostra el percentatge de precipitació en cada època de l'any. És de destacar com a l'estiu aquest és força similar per a tots els observatoris, mentre que a la tardor, a Gavà, situat ja al delta del Llobregat, precipita el 40% de la pluja anual, el 6% més que a Vilafranca, que representa el 34%. Aquesta característica és típica del clima mediterrani. La primavera i

Taula 4. Percentatge de la precipitació estacional respecte al total anual.

Observatori	% primavera	% estiu	% tardor	% hivern
Begues	25	15	37	23
Canyelles	23	19	36	22
Cubelles	22	19	36	23
Foix	23	19	38	20
Gavà	22	17	40	21
Vilafranca	31	17	34	18

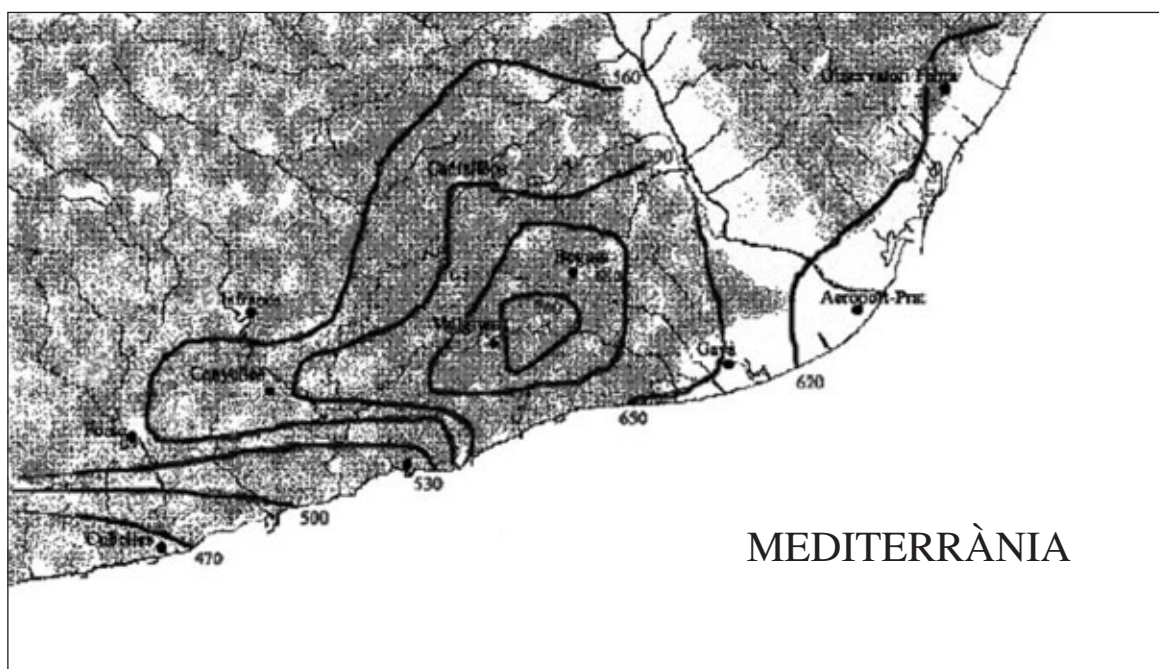


Figura 8. Isohietes de precipitació anual (en mm) en el període 1996-2004.

l'hivern aporten un percentatge similar, entre el 20 i el 25% del total.

Una de les característiques que defineixen millor la pluviometria d'un clima és la seva variabilitat temporal. Aquesta pot ser entesa com la inseguretat de l'ocurrència de la precipitació respecte a la mitjana. Com més gran és la variabilitat en la precipitació, menor és la seguretat que s'assoleixi un valor de precipitació proper a la mitjana de la sèrie (MARTÍN, 2002). Un dels paràmetres més estesos per avaluar la variabilitat pluviomètrica és l'anomenat coeficient de variació (CV), que es defineix com el quocient entre la desviació tipus i la mitjana, i multiplicat per 100, per expressar-lo en percentatge. A la taula 5 es mostra el valor del CV per als observatoris de la taula 1, a escala anual i estacional.

La precipitació anual presenta una variació de l'entorn del 30%, considerada com una variació moderada-alta. En canvi, per a les dife-

rents estacions de l'any, la variació de la precipitació en tots els observatoris és definida com a molt alta, perquè superen el valor del 40%. L'època de l'any amb més variabilitat en la precipitació és l'hivern, mentre que la menys variable (dins d'una variabilitat molt alta) és la tardor. És a dir, és més probable que la precipitació de la tardor s'apropi a la mitjana que no pas a l'hivern, quan la precipitació és molt irregular d'un any a un altre, i és més difícil que s'apropi a la mitjana. A escala anual en canvi, és més probable que any rere any la precipitació s'apropi a la mitjana, tot i que hi ha anys molt secs i molt plujosos que s'allunyen de les mitjanes en la precipitació. Podríem dir, doncs, que el resultat d'una variabilitat moderada-alta en la precipitació anual, de l'ordre del 25% al 30%, és fruit d'una precipitació estacional molt alta, que supera el 40%, de llarg en algunes estacions, com és el cas de l'hivern, que supera el 60%.

Taula 5. Coeficients de variació anual i estacionals per a la precipitació (1978-2003).

Observatori	CV anual (%)	CV primavera (%)	CV estiu (%)	CV tardor (%)	CV hivern (%)
Foix	25	50	59	47	65
Canyelles	27	49	51	48	63
Cubelles	29	53	51	55	68
Gavà	23	48	56	43	60
Begues	29	53	44	48	59
Vilafranca	25	41	48	44	70

Resultats. Distribució espacial de la precipitació al massís del Garraf

La possible causa de la distribució de la precipitació que crea el massís del Garraf cal cercar-la en la convergència d'aire a nivells baixos per la interacció de l'aire relativament fred que descendeix per la vall del Llobregat i l'aire càlid i humit situat sobre la Mediterrània (CALLADAO,

2002). Efectivament, durant les nits sobretot, aquest aire fred que circula cap al mar per la vall del Llobregat, en arribar al delta s'eixampla i forma un front d'aire relativament fred quan entra en contacte amb la massa d'aire càlida i humida situada sobre la Mediterrània (fig. 9), anomenada massa d'aire mediterrània segons alguns autors, amb unes característiques pròpies i ben definides.

Les rieres i torrents de les serres del Garraf i l'Ordal que desemboquen al delta i a la vall del

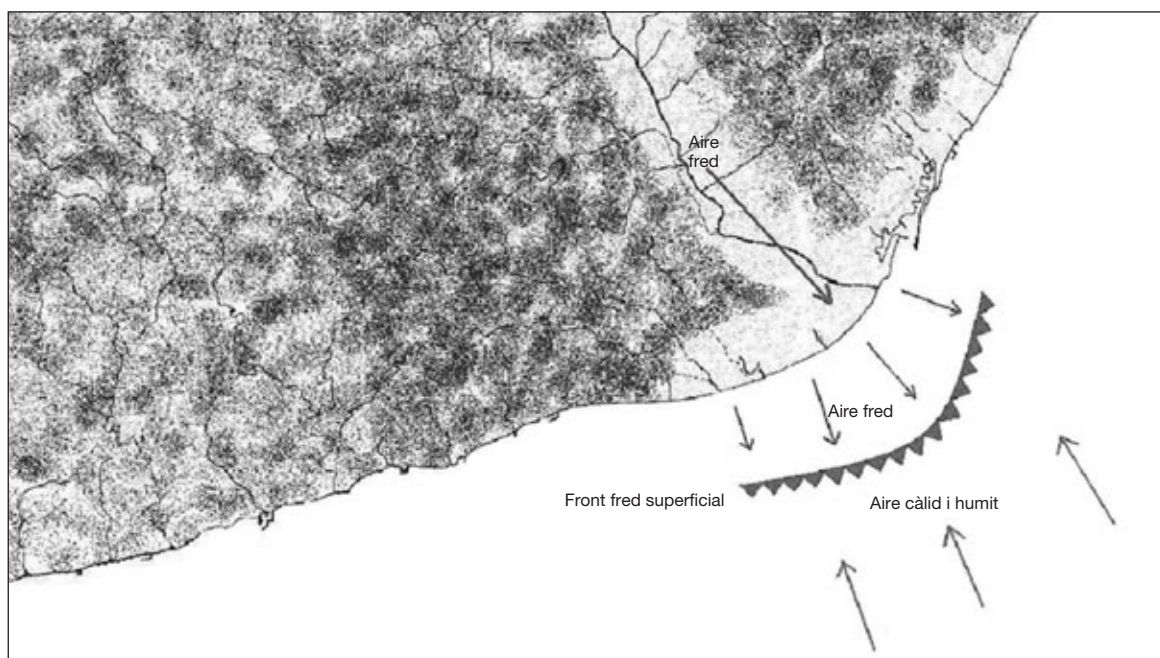


Figura 9. Formació del front superficial mesoescalar. El massís del Garraf el limita.

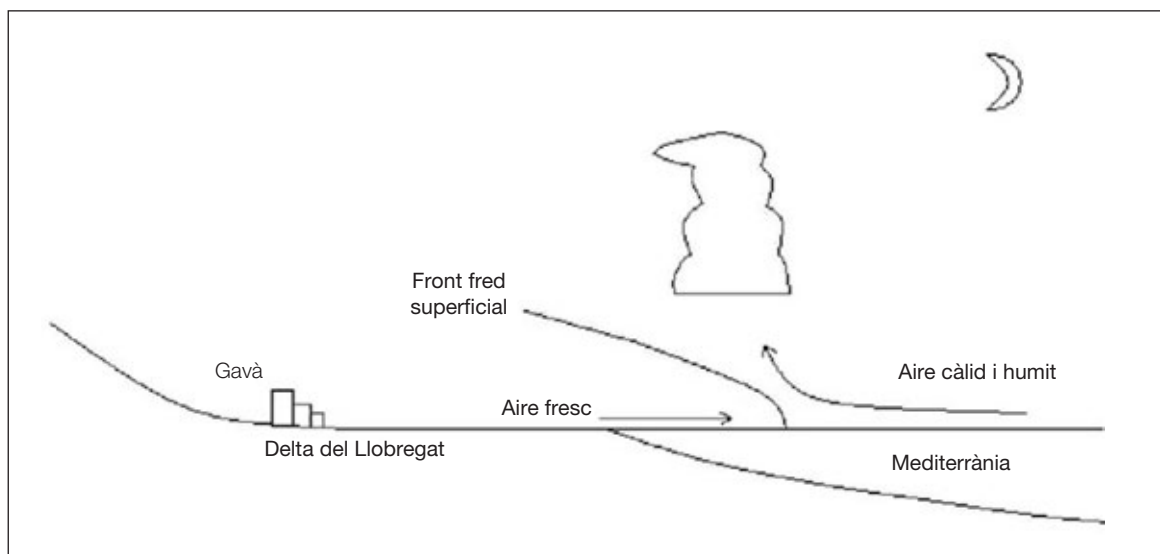


Figura 10. Esquema de formació de nuvolositat prefrontal.

Llobregat col·laboren en aquest aport d'aire fresc. Aquest front que avança mar endins estaria comprès entre la desembocadura del riu Llobregat i les costes del Garraf. L'existència del massís del Garraf impedeix que aquest front s'estengui més cap al SW. Aquesta divisió de dues masses d'aire en superfície és el que s'anomena *front superficial mesoescalar*, el qual avança lentament mar endins. Per altra banda, la massa d'aire mediterrània avança del mar cap a terra, i quan troba el front fred mesoescalar, convergeixen en superfície les dues masses d'aire i es genera l'ascens de la massa d'aire càlida i humida sobre la d'aire relativament fred i sec, genera nuvolositat i, en determinades ocasions, quan aquest ascens supera el nivell de convecció lliure, núvols de desenvolupament vertical, que comporten tempestes i pluges intenses que descarreguen sobre el mar, però que s'atansen tot sovint cap al continent, cap al delta del Llobregat i la part oriental del massís del Garraf. Aquest tipus de precipitació, generalment abundant, difícilment arriba a la part occidental i nord del massís, raó per la qual els observatoris situats en aquestes regions recullen menys precipitació anual.

Les precipitacions generades per aquest mecanisme acostumen a ser nocturnes, des del final de l'estiu i principi de la tardor, quan la massa d'aire mediterrània és més càlida i humida, i la massa d'aire del front superficial mesoescalar és, en contrast, més freda.

Bibliografia

CALLADO, Alfons; PASCUAL, Ramon (2002). «Storms in front of the mouth in north-eastern coast of Iberian peninsula», Publicacions del Centre Meteorològic Territorial a Catalunya, núm. 14.

MARTÍN VIDE, Javier (2002). *El temps i el clima*. Barcelona: Ed. Rubes. 150 pàg.

MAZON, Jordi (2007). *L'anomalia pluviomètrica del delta del Llobregat*. Ajuntament de Castelfel·ls. 140 pàg.

PASCUAL, Ramon; CALLADO, Alfons (2002). «Mesoanalysis of recurrent convergence zones in north-eastern Iberian peninsula». Second european conference on radar meteorology. ERAD 2002.