

Foto 1: Pont de la carretera al Túnel del Cadí, prop de Bagà. L'eix del Llobregat i el Túnel del Cadí constitueixen, en el seu tram septentrional, una obra d'enginyeria de gran envergadura, a causa dels grans pendents del sector i la complexitat orogràfica general

(Font: *J. Martín Vide*)

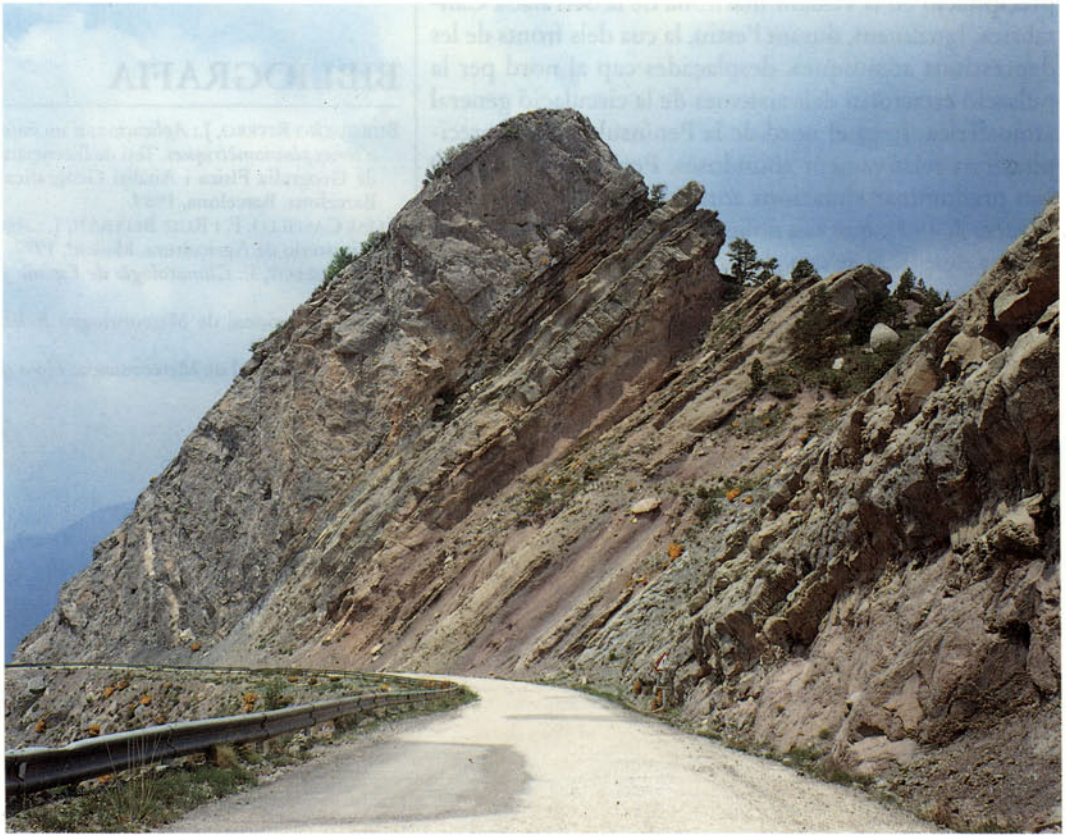


Foto 2: Crestes rocoses a la carretera de Bagà al coll de Pal, prop del refugi del coll de Pal. Els potents amuntegaments sedimentaris que l'orogènia alpina acumulà contra el vell Pirineu axial conformen un espai –el Pre-Pirineu– de gran complexitat estructural i tectònica, litològica i geomorfològica

(Font: *J. Martín Vide*)

LA PLUVIOGRAFIA MESOSCALAR A LA CONCA ALTA DEL LLOBREGAT

María del Carmen Llasat
Doctora en Ciències Físiques. Professora titular. Departament d'Astronomia i Meteorologia. Universitat de Barcelona
Javier Martín Vide
Llicenciat en Ciències Matemàtiques. Doctor en Geografia. Professor titular.
Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Universitat de Barcelona

Es presenten aquí els primers resultats del funcionament d'una xarxa pluviogràfica mesoscalar instal·lada a la conca alta del riu Llobregat. Aquest estudi és inclòs dins dels projectes més generals *Lucdeme-5* i *Lucdeme-6* que són finançats per ICONA.

El marc geogràfic de la conca alta del Llobregat

De primer hom sumaritza les variables més importants del clima, la geologia, la vegetació i els usos del sòl que confirmen el marc geogràfic de l'àrea estudiada.

Característiques climàtiques

L'àrea estudiada té un clima que es podria qualificar de submediterrani (MARTÍN VIDE, 1985). Amb aquest terme se subratlla la vinculació mediterrània de l'àrea, per la franja latitudinal i la posició continental que l'emmarquen, però és palesa també l'existència d'uns trets determinats, derivats fonamentalment de la continentalitat i l'altitud, que distingeixen el seu clima del genuïnament mediterrani.

Pel que fa als totals anuals de precipitació, els valors mitjans obtinguts de les sèries de dades més llargues, corresponents als observatoris de la Pobla de Lillet i Cercs, tots dos situats en el fons de l'eix fluvial, resten compresos entre 850 i 900 mm. Es pot afirmar que la isohieta de 900 mm, bastant cenyida a l'eix del Llobregat, separa els sectors més baixos de l'àrea –des d'una mica aigües amunt de la Pobla de Lillet fins al límit meridional– de la resta –des dels vessants mitjans fins als cims més elevats-, on la precipitació ultrapassa els 900 mm anuals i, per comparació amb sectors muntanyosos propers, segurament supera els 1 000 mm, i fins i tot els 1 100 mm en els enclavaments més ben exposats.

Pel que fa a les precipitacions mitjanes mensuals, els mesos de maig, juny, agost i setembre són els més plujosos, amb valors que ultrapassen els 90 mm cada mes a tota l'àrea estudiada. Per contra, el gener i el febrer assoleixen clarament els mínims mensuals, amb menys de 50 mm i fins i tot de 40 mm en alguns punts dels fons fluvials. Aquest règim pluviomètric és del tot oposat al típic del clima mediterrani. L'agrupació de les mitjanes mensuals per estacions mostra que a la regió hi ha dos règims, atípics en el món mediterrani, amb màxim estival i mínim hivernal, i amb les estacions equinoccials canviades: EPTH i ETPH.

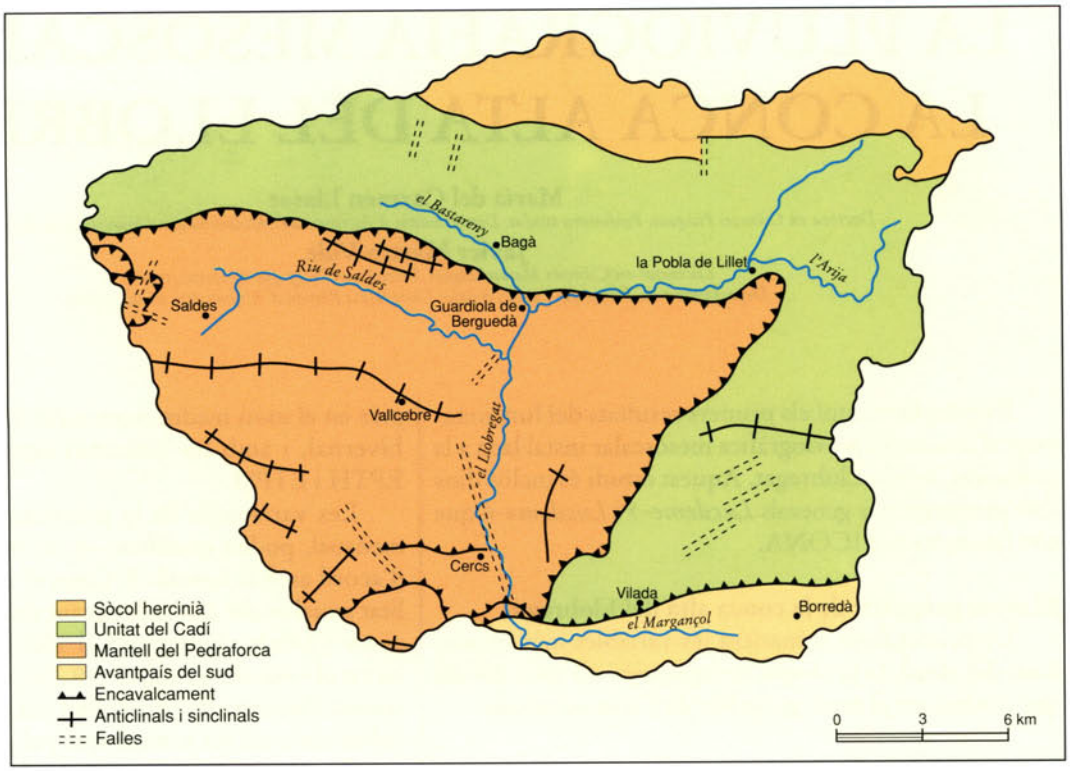
Les variacions de la precipitació, tant anual com mensual, poden qualificar-se de relativament elevades, d'acord amb la latitud. A Cercs el coeficient de variabilitat anual és del 25,8%, i durant els mesos de novembre, gener i febrer s'ultrapassa el 100%. És particularment elevat el valor del gener, el 149,3%, xifra que palesa abastament l'extremada variabilitat del primer mes de l'any. Sobre això, cal fer esment que pel gener de 1979 es van recollir 405 mm, i en canvi als altres quatre mesos de gener del període analitzat no es va enregistrar cap precipitació apreciable.

L'escassetat d'estacions termomètriques amb registres llargs a l'àrea estudiada i els seus voltants només permet de donar uns valors tèrmics mitjans de referència. Així, a Fígols la temperatura mitjana anual és d'11,4°C. La decisiva influència de l'altitud sobre la temperatura fa que hi hagi, com és obvi, valors molt més baixos en els llocs més elevats. Per damunt de la Pobla de Lillet i de Guardiola de Berguedà es troba ja la isoterma de 10°C. A uns 2 000 m d'altitud la temperatura mitjana anual deu estar compresa entre 4 i 5°C, en conjunt, segons la situació i l'exposició del lloc. Pel que fa a l'amplitud tèrmica mitjana anual, és a dir, la diferència entre les temperatures mitjanes del mes més calorós i el més fred, l'àrea estudiada té valors propers als 17°C encara que, en general, inferiors, tant més baixos com més elevada sigui l'altitud.

El marc geològic

La conca alta del Llobregat, de 380 km^2, es troba situada al Pre-Pirineu oriental, a uns 120 km al nord de Barcelona. La característica essencial del relleu són els contrastos altitudinals forts i continuats, que van dels 620 m de l'embassament de la Baells, que tanca la conca pel sud, als 2 500 m en el nord i el nord-oest de la conca. Les característiques litològiques i estructurals es poden resumir en quatre unitats estructurals diferenciades (CLOTET, 1984), les quals permeten simplificar la complexitat geològica de la regió. Aquestes unitats diferenciades són, de nord a sud (*figura 1*), les següents:

Figura 1: Unitats estructurals de l'alt Llobregat



El *sòcol hercinià*, constituït per calcàries, llicorelles, gresos i conglomerats d'edats compreses entre el devonià i el carbonífer. Aquests materials foren afectats per l'orogènesi herciniana i van tenir un comportament rígid durant l'alpina, encara que localment participen d'aquesta darrera deformació.

La *unitat del Cadí*, considerada una unitat autòctona relativa, que inclou una llarga sèrie sedimentària situada per damunt d'una gran discontinuïtat que aflora en la superfície seguint una línia que va del Llobregat a la Mediterrània, amb direcció oest-est. Els nivells basals de la sèrie són d'edat estefaniana (permo-triàsic), seguits per nivells mesozoics i cenozoics, per damunt dels quals hi ha una potent massa conglomerada oligocènica. Aquesta unitat comprèn tres formacions litològiques que, per les seves característiques, mostren gran susceptibilitat a ésser degradades per processos exògens. Es tracta de les lutites permo-triàsiques basals, que inclouen materials vulcano-sedimentaris; la sèrie lacustre mesozoica de fàcies garumniana, que on es troba més ben representada és a la unitat mantell del Pedraforca, i, per fi, a les ritmites marines cenozoiques.

Foto 3: Sòl, roca mare i aparell radicular d'una conífera a la rasa de la carretera al coll de Pal. El coneixement de les intensitats de precipitació és indispensable per a l'estudi de l'erosió del sòl (Foto: *J. Martín Vide*)



La *unitat mantell del Pedraforca*, interpretada com un mantell de corriment procedent del nord i amb un desplaçament d'uns 20 km. Té com a nivell d'arrencada les argiles i els guixos del Keuper, als quals segueixen materials ja essencialment calcaris del juràssic i el cretaci i, com acabament, un episodi lacustre (fàcies garumniana) de més de mil metres de potència. Localment, aquesta sèrie està fossilitzada per conglomerats de l'eocè superior i de l'oligocè.

La *unitat avantpaís del sud*, que mostra una gran continuïtat litològica i estructural, ja en el domini de la depressió de l'Ebre, i està constituïda essencialment per potents masses conglomeràtiques eocèniques i oligocèniques.

Durant el plistocè aquesta regió fou afectada per morfogènesis de tipus glacial i periglacial.



Foto 4: Sòl i pins a la carretera al coll de Pal. La pèrdua de sòl és actualment un dels principals problemes que afecten el medi ambient del país (Foto: *J. Martín Vide*)

La vegetació i els usos del sòl

Les condicions climàtiques, el predomini dels materials calcaris i l'activitat humana són els factors que condicionen les comunitats vegetals de l'àrea estudiada. Per sota dels 1 600 m d'altitud es troba l'associació *Buxo-Quercetum pubescentis*, substituïda ben sovint pels boscos de pi roig (*Pinus silvestris*). Per damunt del nivell esmentat es troba l'associació *Pulsatillo-Pinetum uncinatae*, amb estrat herbaci de *Festuca* i concentracions arbustives poc importants de *Juniperus communis*. Esporàdicament, en els vessants septentrionals es poden trobar boscos de faig (*Fagus sylvatica*). De fet, el bosc només cobreix el 52% de la superfície de la conca, ja que les terres per sota dels 1 300 m, fins i tot en el cas de vessants molt rostos, es troben ocupades per terrasses per al conreu, progressivament abandonades. A més, els vessants rocosos estan coberts per comunitats arbustives de *Buxus sempervirens*, i a la major part dels relleus més elevats –si no són rocosos– es troba una prada alpina que s'estén en altura a expenses del bosc.

La conca alta del Llobregat és una de les contrades catalanes amb més poca població rural, com a conseqüència del gran impuls industrial que experimentà a les darreries del segle XIX, impuls que es concretà en el desenvolupament de les indústries tèxtil, del ciment i d'altres relacionades amb la mineria. Aquest desenvolupament fou la causa d'un abandonament precoç i selectiu de les activitats rurals tradicionals. La crisi dels anys setanta del segle actual afectà seriosament la indústria tèxtil de l'eix del Llobregat, amb la conseqüent pèrdua de llocs de treball, però en canvi afavorí l'activitat minera d'extracció de lignits, avui novament en clara recessió.

La xarxa pluviogràfica

Seguidament es presenten les característiques tècniques dels pluviògrafs emprats, la seva distribució espacial i les incidències i experiència del seu funcionament durant el primer any.

Característiques tècniques del pluviògraf

El pluviògraf que es fa servir consta d'un captador de balancí i una unitat d'enregistrament que emmagatzema la informació en cartutxos llevadissos de memòria RAM. El captador està constituït per un suport, un embut col·lector i el balancí, amb una precisió de 0,1 mm de pluja. La unitat d'enregistrament, que porta incorporats un rellotge digital i un quadrant de sis dígits, enregistra el dia i l'hora (amb una precisió de quarts de segon) en què tenen lloc els tombs del balancí. El cartutx conté tres memòries de dos kilobytes de capacitat, de tal manera que cada cartutx pot emmagatzemar fins a 2 048 esdeveniments. L'equip funciona amb bateries recarregables mitjançant un pannell solar fotovoltaic, i té una autonomia de 28 dies.

Mitjançant la interfície i el software adequats s'aconsegueix el pas de les dades a un ordinador personal (PC). Com que se sap el temps transcorregut entre cada tomb del balancí, és possible saber la intensitat mitjana de la pluja en aquest interval de temps i, a partir d'aquesta dada, conèixer la intensitat mitjana en qualsevol altre interval de temps, les intensitats extremes, el nombre d'episodis, la durada de la pluja, etcètera.

Distribució espacial dels pluviògrafs d'intensitats

L'estudi de la distribució espacial de la precipitació en zones d'extensió reduïda requereix poder disposar d'una xarxa pluviomètrica d'escala local, sobretot atenent a les dimensions de les cèl·lules nuvoloses que originen precipitacions intenses (les tempestes unicel·lulars assoleixen diàmetres compresos entre 1 i 2 km).

En l'actualitat la xarxa instal·lada consta de nou pluviògrafs, col·locats de manera que la boca estigui en posició horitzontal i a un metre del sòl. N'hi ha tres que formen una xarxa de microscala –α (Cal Parisa), amb una extensió de 0,36 km^2, mentre que els sis restants (als quals s'espera afegir dos més ben aviat) cobreixen una superfície de 380 km^2 (el Collet) i constitueixen una xarxa de mesoscala –γ. Cal dir que el sector on hi ha instal·lats els tres primers resta inclòs en l'àrea de 380 km^2. La selecció dels sectors s'ha fet tenint en compte les necessitats dels projectes conjunts en què participa aquesta xarxa pluviogràfica.

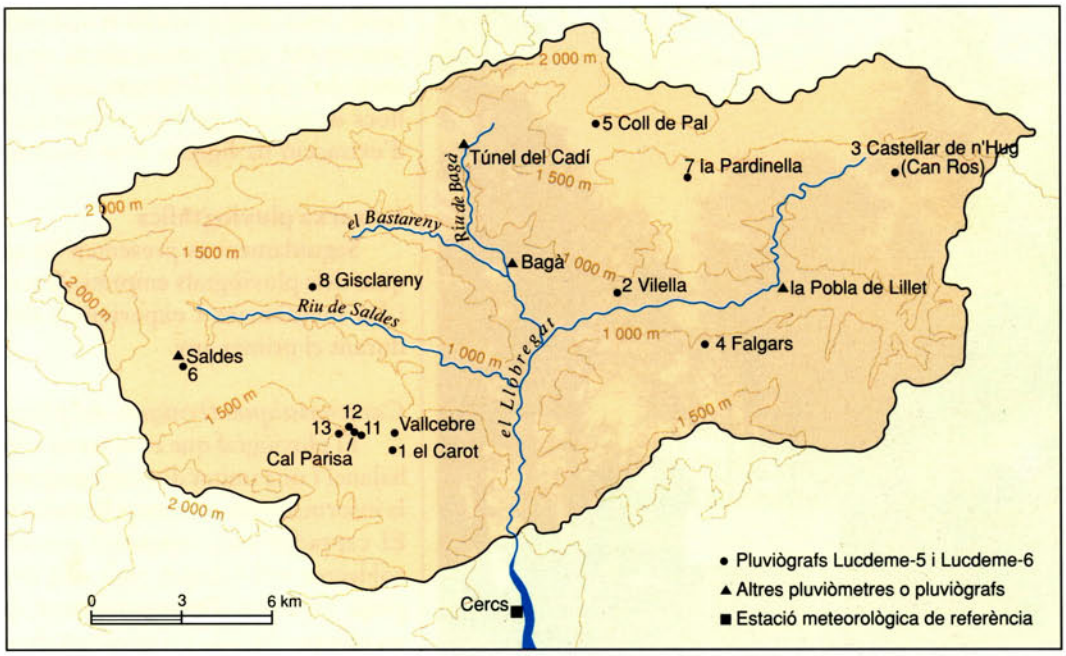


Figura 2: Xarxa d'estudi i estacions pluviomètriques

La *figura 2* mostra la distribució dels pluviògrafs i la dels pluviòmetres totalitzadors inclosos dins l'àrea estudiada, els quals pertanyen a l'*Instituto Nacional de Meteorología* (Bagà, la Pobla de Lillet i Vallcebre), al Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca (Saldes) i al Túnel del Cadí, SA (boca sud del túnel).

Incidències i experiència del funcionament de l'instrumental durant el primer any

La instal·lació dels pluviògrafs s'ha fet en tres etapes. El desembre de 1988 es van posar en funcionament sis pluviògrafs, tres a la conca de microscala –α (els números 11, 12 i 13), i els altres tres (els números 1, 2 i 3) repartits en tres conques experimentals amb diferents característiques litològiques. El novembre de 1989 es van instal·lar tres pluviòmetres més, principalment amb finalitats meteorològiques i hidrològiques (els números 4, 5 i 6), distribuïts de manera que cobreixin tan bé com sigui possible la conca alta del Llobregat.

Els pluviògrafs es calibren un cop l'any, però a més necessiten un manteniment continuat: cada mes, com a mínim, convé revisar-los i canviar el cartutx. Deixar passar un interval de temps superior pot comportar la pèrdua de les dades perquè vessi la memòria (això va passar amb el número 3) o avaries en la instal·lació. Entre les avaries importants cal destacar els problemes amb els cables connectors pluviògrafs-datalogger (que afectaren sobretot el número 13) i les ocasionades per descàrregues durant tempestes amb fort aparell elèctric.

Per últim, cal advertir que la rosada, el gebre, la neu (s'ha previst el canvi d'alguns pluviògrafs per pluvionivòmetres) o la calamarsa poden emmascarar els valors de la intensitat real de precipitació.

Uns primers resultats

Els primers resultats permeten de fer, primer, una valoració climàtica de l'any 1989 a l'àrea d'estudi, així com una anàlisi dels episodis meteorològics més importants.

Valoració climàtica de l'any 1989

Per tal de disposar d'una referència, dintre de les nostres possibilitats, que ens permeti donar una primera valoració, amb perspectiva climàtica, de la magnitud dels enregistraments pluviogràfics presos durant l'any analitzat, tot seguit es farà una anàlisi estadística de la sèrie pluviomètrica anual de l'observatori de Cercs durant el període 1940-87, perquè és la que ofereix millors garanties de les existents a l'àrea d'estudi i els seus voltants. Per contrast amb ella, els enregistraments del 1989 d'aquest observatori mereixeran una determinada qualificació, que serà considerada com a referència per a tota l'àrea.

La sèrie pluviomètrica anual de Cercs consta de 44 efectius que proporcionen una mitjana de 866,6 mm i una desviació típica de 223,8 mm. El valor màxim de la sèrie s'enregistrà el 1974, amb 1 493,5 mm, i el mínim, un any abans, amb 468,3 mm. Així doncs, l'amplitud de la sèrie supera el miler de mil·límetres. El coeficient de

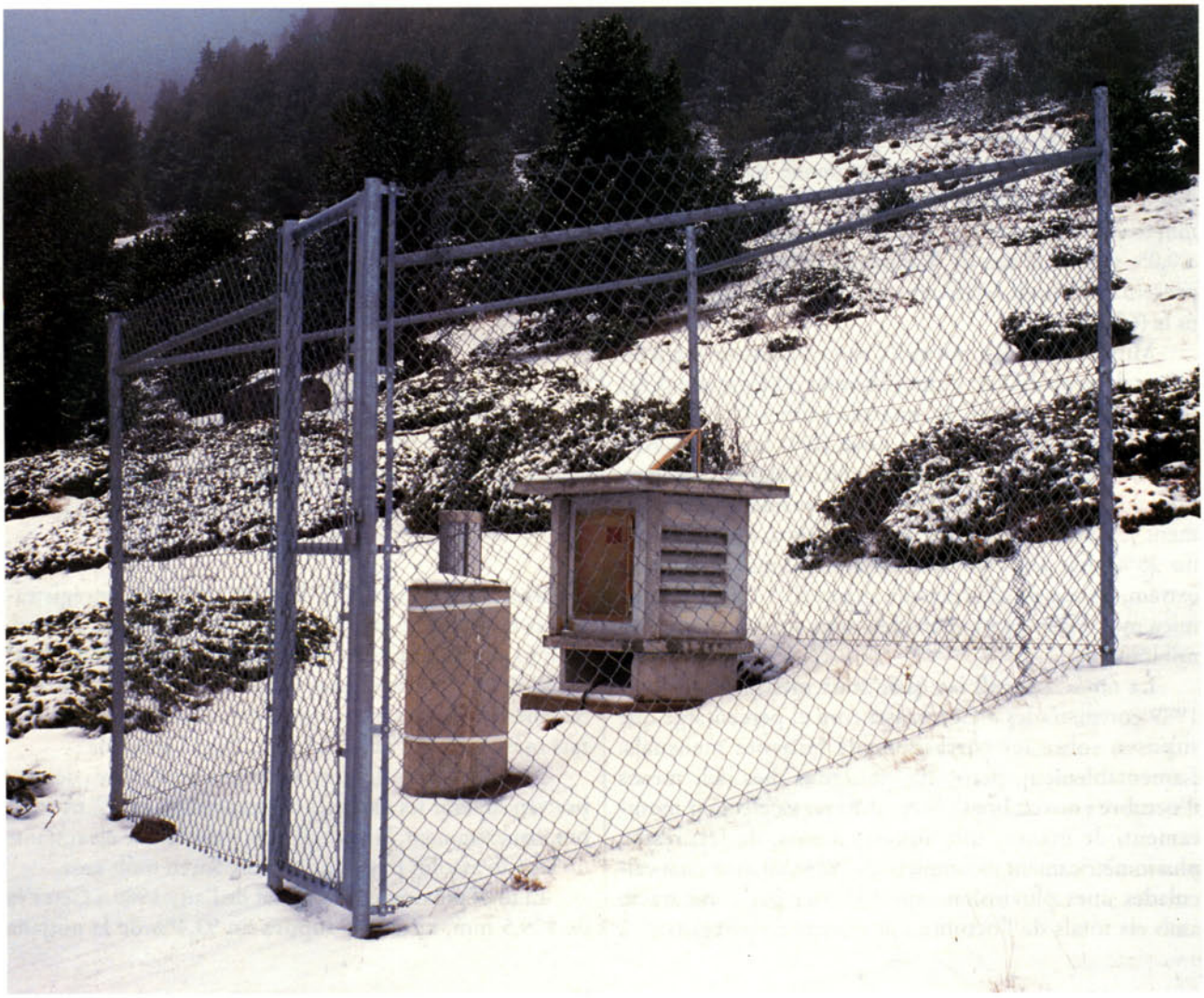


Foto 5: Instal·lació pluviogràfica completa del coll de Pal. En la fotografia, el pluviògraf sobre un pilar per tal que la boca estigui a un metre d'altura, aproximadament; la garita, amb el data-logger i la bateria a dintre; la placa fotovoltaica, i una tanca metàl·lica de protecció (Foto: *J. Martín Vide*)

	Totals anuals de precipitació (mm)
D1	578,8
Q1	678,2
C1	715,6
Q2	809,9
Q3	923,3
C3	1 017,6
Q4	1 055,0
D9	1 153,4

Taula 1: Valors en mil·límetres dels decils primer i novè (D1 i D9), quartils primer i tercer (C1 i C3) i quintils primer, segon, tercer i quart (Q1, Q2, Q3 i Q4) dels totals anuals de precipitació a Cercs (període 1940-87)

	Precipitació (mm)	(%)
Gener	2,5	5,7
Febrer	25,0	67,4
Març	12,0	17,4
Abril	139,5	189,5
Maig	26,5	26,2
Juny	86,0	95,6
Juliol	39,0	54,1
Agost	123,5	121,1
Setembre	124,5	130,8
Octubre	(40,0)	(53,3)
Novembre	(130,0)	(203,4)
Desembre	61,0	114,2

Taula 2: Quantitats mensuals de precipitació enregistrades a Cercs l'any 1989, en mil·límetres, i percentatges respecte als corresponents valors mitjans mensuals (entre parèntesi, quantitats i percentatges estimats)

variació és del 25,8%, xifra que representa una variabilitat moderada/alta.

Els quaranta-quatre totals anuals han estat distribuïts en classes de cent mil·límetres de longitud i amb límits múltiples de cent, des de la (400, 500) fins a la (1 400, 1 500) (*figura 3*). La distribució de freqüències resultant és ajustable mitjançant la llei normal amb la mitjana i la desviació típica mostrals, per a un nivell igual a 0,05, segons el test de Kolmogorov-Smirnov, malgrat presentar un biaix relativament positiu. La classe modal és la (600, 700).

Mitjançant la llei normal s'han calculat els següents valors de probabilitat: quintils primer (Q1), segon (Q2), tercer (Q3) i quart (Q4), quartils primer (C1) i tercer (C3), i decils primer (D1) i novè (D9) (*taula 1*). Així doncs, a Cercs un any de cada deu no assoleix els 580 mm, i per tant aquest observatori es pot considerar marcadament sec en el conjunt de l'àrea pirinenca, i entre un 20 i un 25% dels anys no arriben als 700 mm. En l'altre extrem, un any de cada deu ultrapassa els 1 150 mm, i una mica més d'una quarta part dels anys supera el miler de mil·límetres.

La *taula 2* recull les quantitats mensuals de l'any 1989 enregistrades a Cercs, així com el percentatge que suposen sobre les corresponents mitjanes mensuals. Lamentablement, però, durant alguns dies dels mesos d'octubre i novembre l'observatori no va efectuar mesurament, de manera que aquests mesos, de fet, resten pluviomètricament incomplets. No obstant, han estat calculades unes pluviositats aproximades per comparació amb els totals de l'octubre i el novembre enregistrats a

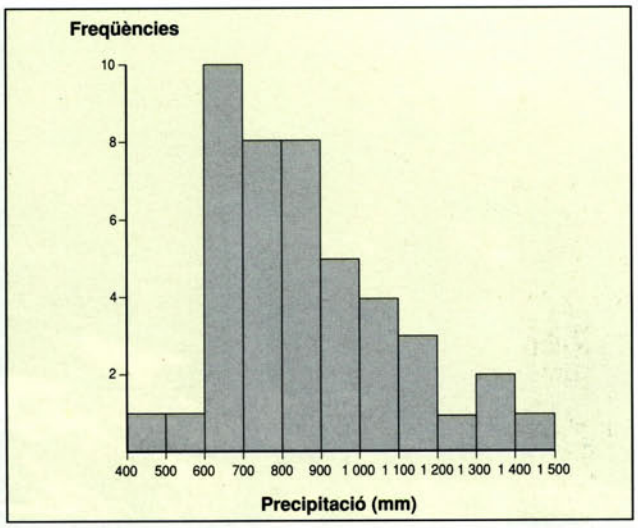


Figura 3: Histogrames de freqüències dels totals anuals de precipitació a Cercs (1940-87)

d'altres observatoris. S'hi han fet servir els enregistraments de Berga, al sud de Cercs, i de Vallcebre, al nord. Se n'ha tret la mitjana i el resultat ha estat arrodonit al múltiple de deu més proper, per defecte o per excés, depenent de la mitjana mensual dels observatoris esmentats més els de la Pobla de Lillet, Bagà i Borredà.

Els mesos d'abril, agost, setembre, novembre i desembre van superar les mitjanes corresponents –el de novembre, concretament, la va duplicar-, mentre que els restants no les van assolir. El gener i el març foren molt secs.

El total pluviomètric estimat de l'any 1989 a Cercs és de 809,5 mm, xifra que suposa un 93,4% de la mitjana

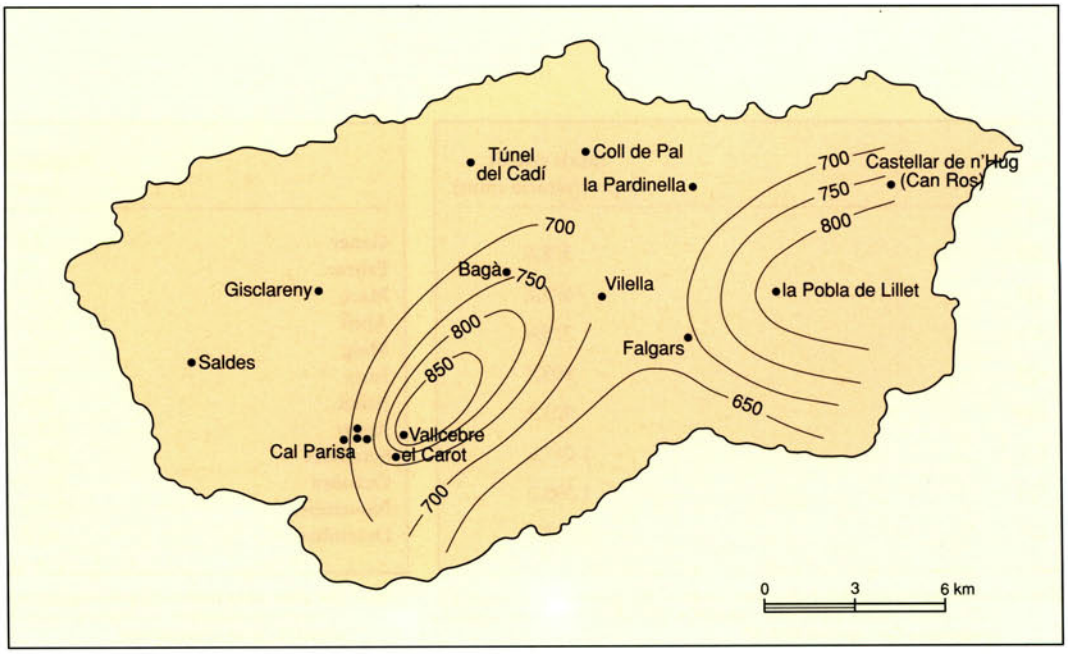


Figura 4: Precipitació acumulada (mm) en la zona estudiada durant el 1989

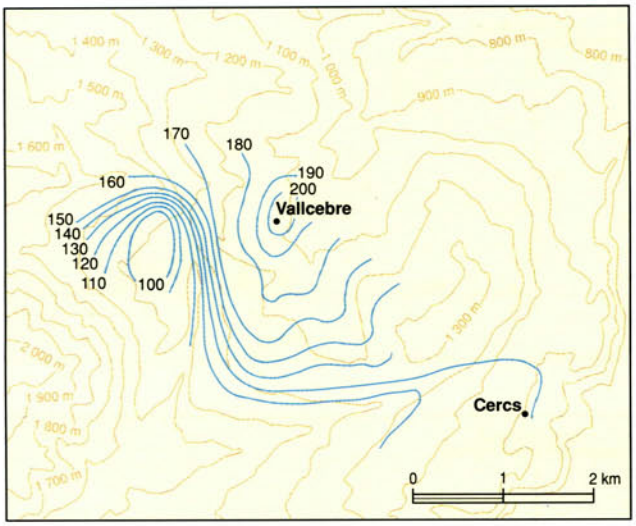


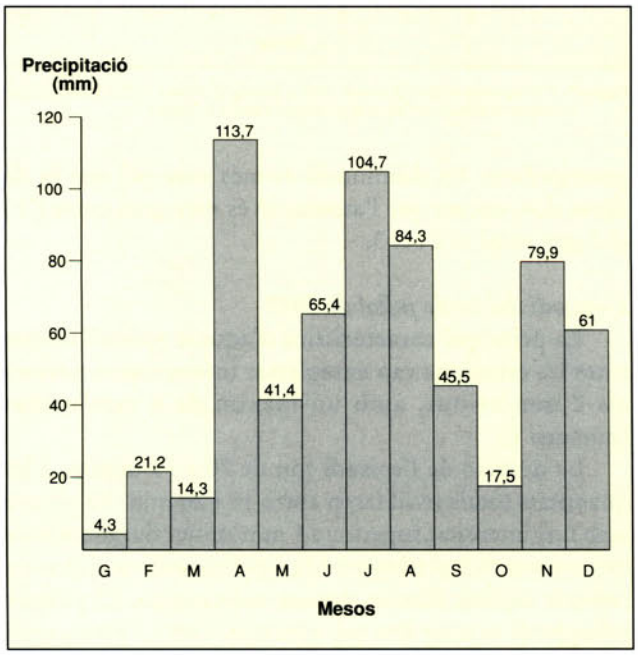
Figura 5: Distribució de la precipitació acumulada (mm) durant el mes d'abril en la zona de Vallcebre

anual. La z de la distribució normal emprada que li correspon és de –0,26, xifra que indica un valor de probabilitat acumulada del 39,7%. És a dir, el total del 1989 no s'assoleix en el 40% dels anys i s'ultrapassa en el 60%. Per tant, equival al valor del Q2, de manera que cal situar aquest any en el límit inferior de la normalitat, gairebé mereixedor del qualificatiu de sec.

Característiques de la distribució espacial i temporal de la pluja

Pel que fa a la distribució de la pluja durant el 1989 a l'àrea estudiada, es pot afirmar el següent:

Figura 6: Distribució mensual de la precipitació a Vilella durant l'any 1989 (pluviògraf número 2)



Ha plogut una mica més en el sector occidental (Vallcebre, 882 mm), tant pel que fa a la precipitació total (*figura 4*) com al nombre d'hores de pluja (277 hores en el pluviògraf número 1) i als episodis de pluja (402 en el número 1), mensualment i anualment.

La precipitació més baixa es va enregistrar en el sector central (Bagà, 747 mm), que coincideix amb el fons de la vall. Malgrat això, el nombre d'hores de pluja amb intensitat superior a 1 mm/minut és dels més elevats (0,523 hores tot l'any, en el número 2).

A l'est s'ha enregistrat el nombre més baix de dies de pluja, però, en canvi, ha tingut els valors màxims mensuals pel que fa a la intensitat instantània.

Malgrat la proximitat dels pluviòmetres números 11 i 12 al número 1, les precipitacions enregistrades han estat considerablement diferents, amb tendència a ésser més baixes en els primers. Aquest efecte no es pot atribuir a la diferència d'altitud, ja que els pluviòmetres 11 i 1 a penes si difereixen en cent metres i el número 12 es troba a 1 520 m, sinó a la peculiar orografia local, molt difícil de quantificar. Aquest fenomen s'observa clarament a la *figura 5*, on es representa la distribució de la pluja durant el mes d'abril en l'àrea de Vallcebre: hi ha un fort gradient pluviomètric entre les cotes de 1 200 i 1 400 m, que s'hi troben molt a prop.

A escala més gran l'efecte de l'altitud pot ésser decisiu en el fet que la precipitació sigui inferior a l'àrea central, que, com ja s'ha dit, és més baixa (Vilella es troba a 800 m).

El mes més plujós va ésser l'abril, durant el qual s'enregistraren 201 mm al poble de Vallcebre i 165 mm al Carot (número 1). El menys plujós va ésser el gener, amb una precipitació total inferior als 7 mm a totes les estacions (*figura 6*).

L'episodi del 3 d'abril de 1989

Aquest episodi, el més copiós del 1989, fou conseqüència d'una depressió centrada (*figura 7*). Les precipitacions totals (*figura 8*) oscil·laren entre 23,7 mm (la Pobla de Lillet) i 50,2 mm (número 1), i les intensitats màximes van estar compreses entre 0,13 mm/minut (número 3) i 0,89 mm/minut (número 1). La durada de l'episodi fou de nou a onze hores, segons les estacions. L'interval màxim de temps amb pluja contínua fou de 453 minuts (número 3).

L'anàlisi dels pluviogrames (*figura 9*) mostra una evolució semblant en els pluviògrafs a Vallcebre, si bé els valors d'intensitat màxima són molt diferents malgrat la poca distància –només uns centenars de metres– entre els instruments. D'altra banda, per comparació amb els enregistraments de Vilella i Castellar de n'Hug es pot apreciar un moviment cap al nord-est de les principals cèl·lules convectives, així com una disminució de les intensitats en aquesta direcció. Així mateix, s'hi observen alguns xàfecs

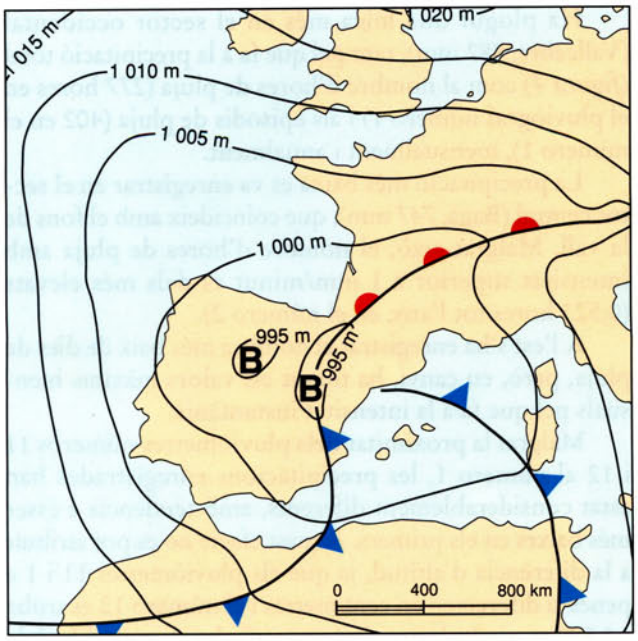


Figura 7: Anàlisi en superfície del dia 3 d'abril de 1989 a les 12 TMG

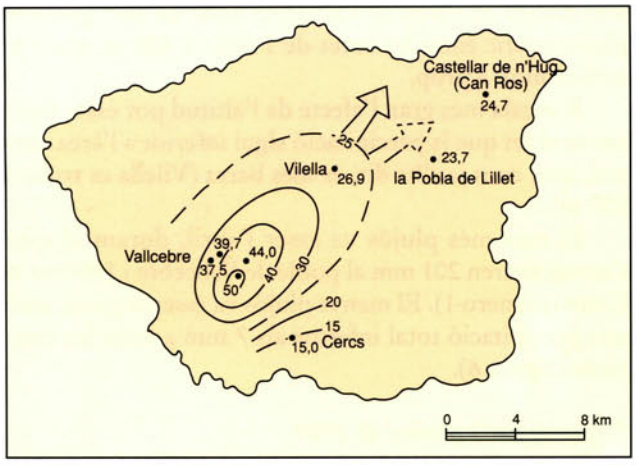


Figura 8: Isohietes del dia 3 d'abril de 1989, en mil·límetres

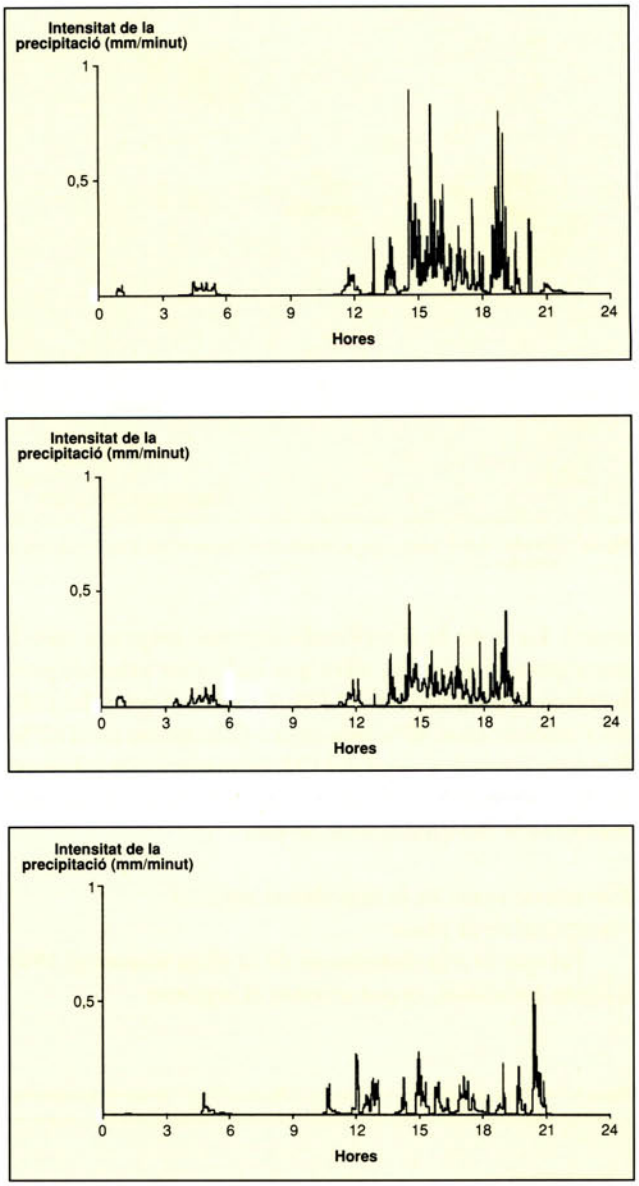


Figura 9: Pluviogrames del dia 3 d'abril de 1989: a) pluviògraf número 12 (Cal Parisa); b) pluviògraf número 1 (el Carot); c) pluviògraf número 2 (Vilella)

esporàdics febles i de curta durada. Pel que fa a la precipitació enregistrada a Castellar de n'Hug, sembla de tipus no convectiu i causada sobretot per núvols estratiformes. Això implicaria que els nuclis convectius s'haurien desfet mentre avançaven cap al nord-est (potser la nuvolositat estratiforme que romandria després de la tempesta seria la responsable de les pluges abans esmentades) o bé que no haurien arribat plenament a Castellar de n'Hug, perquè adoptarien una posició marginal respecte de la seva trajectòria d'avanç.

Finalment, la *figura 10* mostra l'atenuació de la intensitat mitjana en intervals d'1, 5, 10, 30 i 60 minuts, en relació amb la distància al pluviògraf número 1. S'hi pot observar una brusca disminució en els captadors 11 i 12, situats a l'oest, fet que palesa el fenomen ja comentat anteriorment. La disminució és més suau pel que fa als altres dos, encara que l'atenuació és més gran entre l'1 i el 2 que entre el 2 i el 3.

L'episodi del 24 de juliol de 1989

La principal característica d'aquest episodi és que totes les estacions van enregistrar intensitats superiors als 2 mm/minut, amb un màxim de 6 mm/minut (número 1).

La duració de l'episodi fou de 70 a 79 minuts, i les quantitats totals oscil·laren entre 19 i 26 mm. Va ploure amb una intensitat superior a 1 mm/minut durant més de tres minuts (4,9 al número 12), i és l'episodi en què es va superar aquest llindar durant més temps. El primer subepisodi va tenir lloc cap a les 6,30 TMG, i estava cen-



Foto 6: Instal·lació pluviogràfica completa de Cal Parisa. En la fotografia, el pluviògraf sobre un pilar per tal que la boca estigui a un metre d'altura, aproximadament; la garita, amb el datalogger i la bateria a dintre; la placa fotovoltaica, i un avís d'advertiment (Foto: *J. Martín Vide*)



Foto 7: Neu a la boca d'un pluviògraf, al coll de Pal. Les nevades tanquen la boca del pluviògraf i alteren els enregistraments. Ara bé, com que l'objectiu d'aquest estudi és la intensitat pluviomètrica, els episodis d'interès (xàfecs, tempestes estivals, etc.) no són afectats per aquest inconvenient (Foto: *J. Martín Vide*)

trat a Vilella, però el més copiós fou el segon, enregistrat cap a les 16 TMG.

L'atenuació de la intensitat amb la distància (*figura 10*) presenta, en general, una disminució vers l'oest no tan marcada com en l'episodi anterior. D'altra banda, si es pren un interval d'una hora, la intensitat mitjana creix cap a l'est, fet que es pot interpretar com la conseqüència d'una pluja d'intensitat més moderada però constant (característica típica de les vores de les tempestes). Els pluviogrames (*figura 11*) mostren que els xàfecs de tempesta van caure amb una diferència aproximada de deu minuts en les diferents estacions, i això, conjuntament amb la variació dels pics d'intensitat, permet intuir que es tractava d'una tempesta multicel·lular segons l'esquema de Browning *et al* (ATKINSON, 1981), amb un diàmetre superior als 9 km.

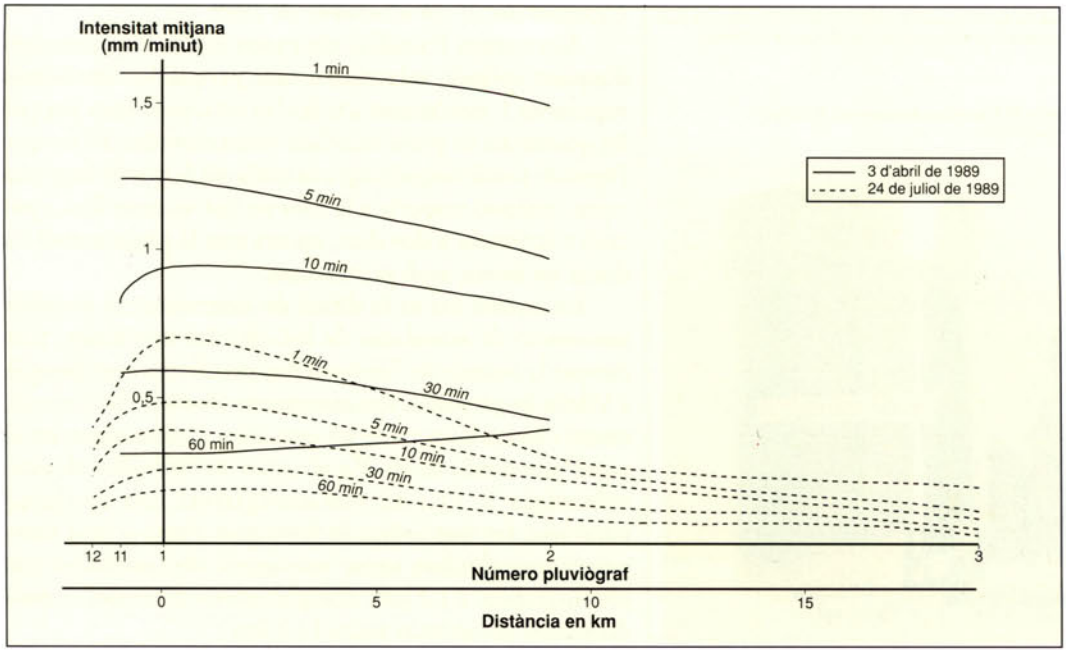
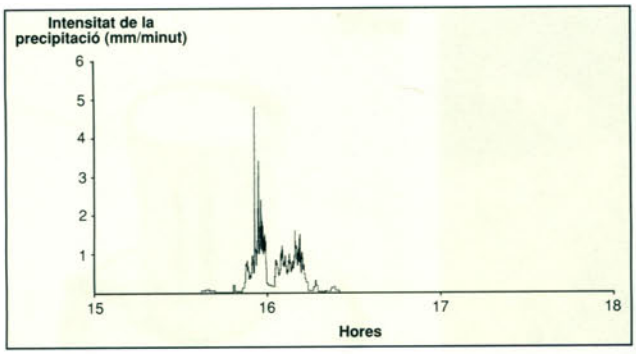
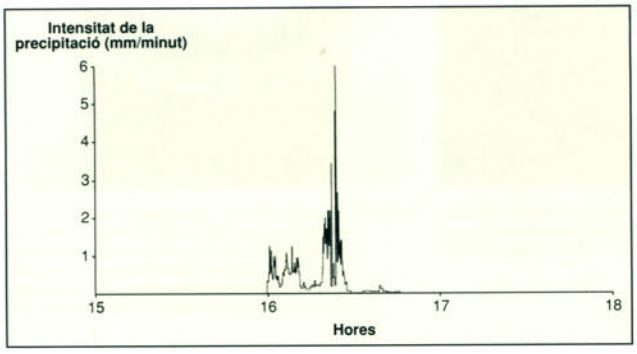


Figura 10: Atenuació de la intensitat mitjana de pluja en intervals de temps d'1, 5, 10, 30 i 60 minuts en funció de la distància al pluviògraf número 1 (el Carot)





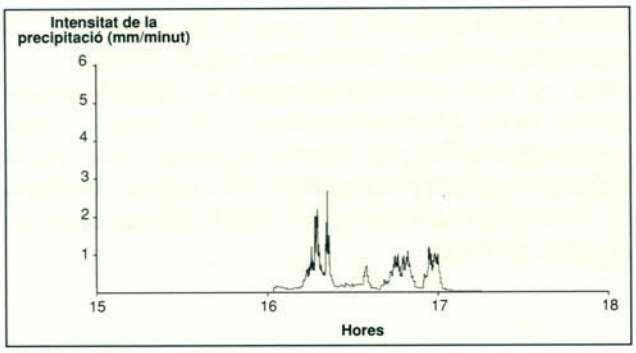
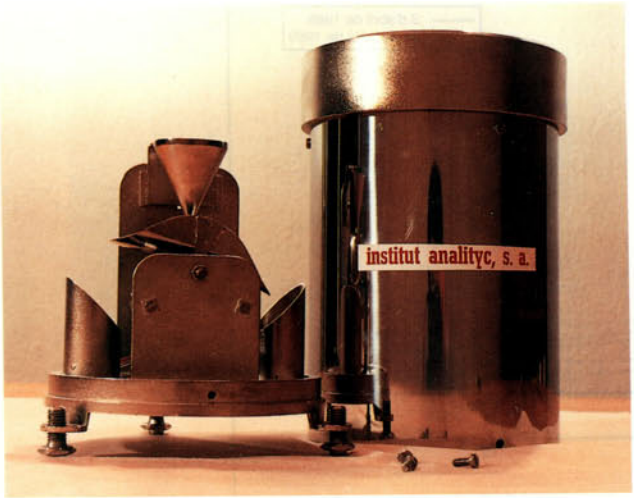


Figura 11: Detall dels pluviogrames del dia 24 de juliol de 1989: a) pluviògraf número 12 (Cal Parisa); b) pluviògraf número 1 (el Carot); c) pluviògraf número 2 (Vilella)

Foto 8: Vista interior del pluviògraf AW-P mostrant el mecanisme de balancí (Foto: *Empresa Institut Analytic SA*)



L'episodi del 10 d'agost de 1989

Aquest episodi de pluges intenses afectà gran part de Catalunya i fins i tot va provocar inundacions locals, entre d'altres llocs a Barcelona. Durant aquest episodi s'assolí una intensitat de 8 mm/minut, encara que la precipitació total no va arribar als 20 mm en l'àrea estudiada (el màxim, incloent-hi Cercs, fou de 15,5 mm), a causa de la curta durada de la tempesta. Va ploure entre 32 i 87 minuts, i les intensitats mitjanes per a períodes de *t* minuts foren, amb l'excepció del Carot, inferiors a les del 27 de juliol.

Els pluviogrames (*figura 12*) mostren un ràpid moviment de translació cap a l'est (amb una velocitat aproximada de 50 km/hora), fet que concordaria amb el vent de l'oest enregistrat en els observatoris de superfície durant l'episodi. El xàfec més important va caure vers les 13,40 TMG a l'àrea de Vallcebre, i deu minuts després a la de Vilella. La intensitat màxima es donà també al Carot, i l'atenuació fou més pronunciada cap a l'oest, fet que palesa, un cop més, les peculiars característiques topogràfiques de l'àrea (mentre que en el número 11 s'assoliren 4 mm/minut, en el número 12 només es va arribar a 1 mm/minut; la distància entre aquestes dues estacions no arriba als 500 m).

Cap al vespre va caure un segon xàfec, amb intensitats properes a 1 mm/minut en els pluviòmetres 1 i 2, el qual es desplaçà ràpidament cap a l'oest i va arribar molt atenuat als captadors 11 i 12.

La situació sinòptica no justificava aquestes pluges, ja que en superfície Catalunya era dintre un pantà baromètric i en altura dominava el corrent zonal de l'oest. Es tractava, doncs, d'una de les típiques "tempestes de massa d'aire" (LLASAT, 1987) produïdes per forts escalfaments locals.

L'episodi del 27-28 d'octubre de 1989

Acabarem l'anàlisi de casos amb el comentari d'aquest episodi, seleccionat tant perquè les intensitats superaren 1 mm/minut a totes les estacions com perquè les quantitats de pluja recollida foren elevades. El fet que l'episodi s'esdevingués cap a la mitja nit fa que hi hagi una certa confusió respecte a la data en què va tenir lloc, i per això s'atribueix a dos dies, encara que la pluja només va durar sis hores, amb prou feines.

En aquest cas es fa difícil de determinar el possible moviment de translació de les cèl·lules nuvoloses, tant perquè la durada de l'episodi fou més llarga com perquè a Vilella les pluges es van enregistrar abans de la mitja nit, mentre que a la resta de les estacions s'esdevingueren al cap d'una o més hores. En el sector de Vallcebre els pluviòmetres 1, 11 i 12 van enregistrar una evolució paral·lela, fet que indica la formació d'una o més tempestes unicel·lulars sense moviment de translació (els pluviogrames 2 i 3 són completament diferents) i amb diàmetres compresos entre 1 i 2 km.



Foto 9: Unitat de detecció i enregistrament d'esdeveniments AW-RP (Foto: *Empresa Institut Analytic SA*)

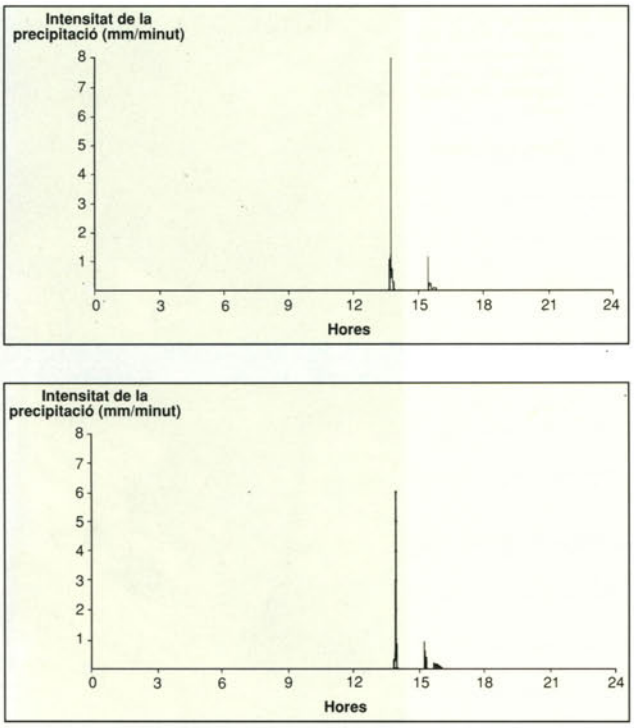


Figura 12: Detall dels pluviogrames del dia 10 d'agost de 1989: a) pluviògraf número 1 (el Carot); b) pluviògraf número 2 (Vilella)

Considerant la pluja que va caure sobre tota la Península Ibèrica i la situació meteorològica (depressió a l'oest amb solc en altura i pas d'un front fred), es pot afirmar que les pluges foren conseqüència de factors d'escala sinòptica, però que no assoliren el grau d'organització suficient per a provocar tempestes multicel·lulars o supercel·lulars.

Finalment, l'anàlisi de la distribució espacial mostra que la precipitació màxima va caure en el sud de l'àrea estudiada (*figura 13*). A l'igual que en d'altres episodis, ja comentats, els vents eren de component oest, malgrat que la circulació general era del sud-sud-est en els nivells baixos i del sud-sud-oest en altura.

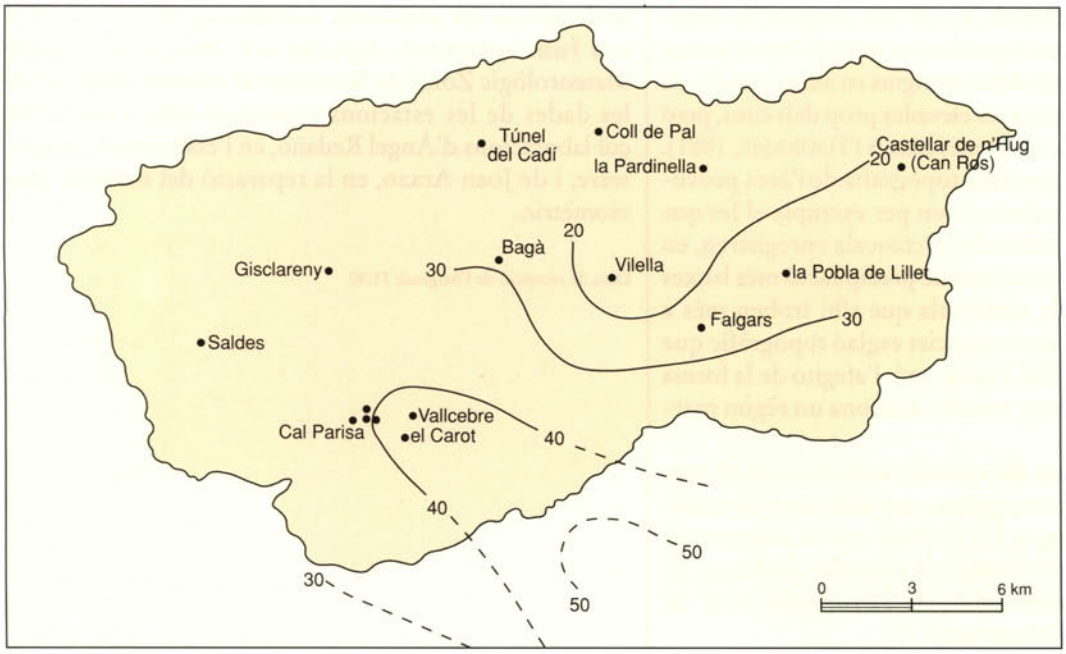


Figura 13: Precipitació acumulada (mm) entre els dies 27 i 28 d'octubre de 1989



Foto 10: Equip pluviogràfic complet a Vilella. Els enclavaments dels pluviògrafs són, de vegades, de difícil accés

(Foto: *M.C. Llasat*)

Conclusions

Les característiques pluviomètriques de l'any 1989 a la conca de l'alt Llobregat van ésser les següents:

L'any es pot considerar en el límit inferior de la normalitat, gairebé mereixedor del qualificatiu de sec.

Els mesos més plujosos foren l'abril i el juliol, mentre que el gener va enregistrar la precipitació més baixa.

Les pluges foren lleugerament superiors en el sector oest i mínimes en el fons de la vall. No obstant, les intensitats mitjanes van ésser superiors en aquest darrer sector, fet que corrobora els resultats obtinguts en altres estudis, els quals mostren quantitats més elevades prop dels cims, però intensitats superiors a cotes més baixes (TOURASSE, 1981).

A escala local, la peculiar topografia de l'àrea provoca efectes difícils de valorar, com per exemple el fet que els pluviògrafs de la xarxa de micsroscala enregistren, en general, quantitats i intensitats de precipitació més baixes que els de la xarxa de mesoscala que s'hi troben més a prop. En aquest cas, el pronunciat esglaó topogràfic que hi ha entre el Carot i Cal Parisa, amb l'afegitó de la forma de circ d'aquesta darrera estació, afaiçona un règim marcadament local.

En general, durant els episodis més plujosos el vent en superfície era de component oest, amb un cert moviment de translació cap a l'est. El fet que el component oest fos predominant durant els episodis analitzats és conseqüència, probablement, de l'orografia local de l'entorn dels punts d'observació.

Agraïments

Aquest article voldria ésser un homenatge pòstum a Núria Clotet Perarnau, investigadora principal del projecte *Lucdeme-6*, morta tràgicament el mes de setembre de 1990.

Volem manifestar el nostre agraïment a Francesc Gallart, investigador principal del projecte *Lucdeme-5*, així com a Montse, Annick, Joan i Pilar, per encarregarse de canviar les memòries dels pluviògrafs i verificar el seu funcionament. Agraïm així mateix al Centre Meteorològic Zonal de Barcelona el subministrament de les dades de les estacions convencionals, i també les col·laboracions d'Àngel Redaño, en l'elaboració del software, i de Joan Arazo, en la reparació del material pluviomètric.

Data de recepció de l'original: 11.90



seguridad
fiabilidad
rentabilidad

Sólo los severos criterios de prueba
aplicados por el control de calidad de BASF,
avalan un resultado 100% libre de error que garantiza
la conservación y reproducción de su información.

al pie de la letra.

BIBLIOGRAFIA

ATKINSON, B.W.: *Severe Local Storms*. Academic Press. Londres, 1981.

CLOTET, N.: "La conca de la Baells (Alt Llobregat): Els processos geomorfològics actuals responsables del subministrament de sòlids i balanç previ de sediments", a *Acta Geologica Hispanica*, volum 19, núm. 3, pàgs. 177-191. 1984.

CLOTET, N. I GALLART, F.: "Sediment Yield in a Mountainous Basin Under High Mediterranian Climate", a *Zeits. Geomorph. N.F.*, Supp-Bd 60, pàgs. 205-216. 1986.

CLOTET, N. I GALLART, F.: "Medium-term Erosion Rates in a Small Scarcely Vegetated Catchment in the Pyrenees", a *Catena*, Supp. 13. 1988.

COSTA, J.: *Estudi termo-pluviomètric i balanç d'aigua de la conca del riu Llobregat*. Tesi de llicenciatura inèdita. Departament de Geografia, Universitat de Barcelona. 1983.

LLASAT, M.C.: *Episodios de lluvias copiosas en Cataluña: Génesis, evolución y factores coadyuvantes*. Publicacions de la Universitat de Barcelona. 1987.

MARTÍN VIDE, J.: "Las características climáticas", a *El eje del Llobregat y el Túnel del Cadí*, pàgs. 29-60. Publicacions de la Universitat de Barcelona, Departament de Geografia. 1983.

MARTÍN VIDE, J.: "Estacionalidad de la precipitación y mediterraneidad en el Pirineo catalán", a *Notes de Geografia Física*, volum 13-14, pàgs. 57-65. 1985.

TOURASSE, P.: *Analyses spatiales et temporelles de précipitations et utilisation opérationnelle dans un système de prévision de crues*. Tesi de doctor enginyer. Universitat científica i mèdica de Grenoble, 1981.