

Anàlisi d'episodis de precipitació intensos a Barcelona mitjançant diversos índexs

Antoni Rubio España¹

¹ Facultat de Física, UB toni.res.alzimet@gmail.com

Tutors:

Robert Monjo Agut²

Joan Bech Rustullet³

² Facultat de Física, UV robert@temps.cat

³ Professor titular, Facultat de Física, UB joan.bech@ub.edu

“Al meu país la pluja no sap ploure:
o plou poc o plou massa;
si plou poc és la sequera,
si plou massa és la catàstrofe.
Qui portarà la pluja a escola?
Qui li dirà com s'ha de ploure?
Al meu país la pluja no sap ploure.”

Raimon

RESUM

Per a millorar la gestió dels recursos hídrics és necessari caracteritzar la pluja per tal d'entendre les conseqüències que es poden derivar a nivell hidrològic de qualsevol episodi de pluges. En aquest treball, hem analitzat el comportament pluviomètric dels darrers episodis intensos enregistrats a la ciutat de Barcelona, a partir de la xarxa de pluviòmetres de CLABSA en el període 2000-2011. Per a efectuar l'anàlisi d'aquests episodis s'ha emprat tres metodologies de base matemàtica ben diferenciada i que es poden considerar adaptades a les característiques climàtiques de la zona d'estudi, aquestes són: l'índex β de Llasat, l'índex IP de Casas i l'índex n de Monjo, a més; com a novetat, també es proposa una evolució d'aquest darrer índex, l'índex s . Amb tots aquests índex es va fer una comparança respecte a la informació que ens proporciona cada episodi, a més, també es va comprovar l'adaptació dels índexs als valors empírics mitjançant un estudi de correlacions R i de MNAE.. Els índexs IP i Beta tenen una bona correlació amb la intensitat màxima de cada episodi, mentre que els índexs n i s , descriuen el comportament temporal de la pluja, independentment de la intensitat. Amb això, l'índex que millor es relaciona amb la convectivitat és n_s . Es pot concloure que cadascun dels índexs té diferents utilitats operatives i els seus aspectes a favor i en contra, però que són compatibles per a l'anàlisi d'episodis sota una metodologia que els agrupe adientment.

ABSTRACT

In order to manage water resources efficiently we need to characterize the rain events intensity. It helps us to understand hydrological consequences for every rainfall episode. In this work, we analyze a recent heavy rain event behaviour which took place in Barcelona. To accomplish this goal we use the CLABSA database, a set of rain gauges covering the period 2000-2011. To analyze them we use three methodologies whose difference lays in mathematical construction. These are: Llasat β index, Casas IP index and Monjo n index. In addition, we propose a new n index evolution, called s index. Moreover, we know that these methodologies can be considered suitable to the climate characteristics of this geographical area of work. Information provided by each index and a comparison between indices and in situ data were done by means of statistical analyses (e.g., R and MNAE). Results show that IP and β index have a good correlation with the maximum intensity of each episode, whereas n and s index describe quite well the rain temporal behaviour, regardless of the intensity. Thus, according to these results the best index for the convective mode of rain is n_s . Finally, it can be concluded that each index has different uses and operational aspects with pros and cons. Despite this we think that they are complementary in the analysis of episodes under a methodology that uses them properly.

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Motivació

Caracteritzar qualsevol pluja que es produïska a enlloc té gran diversitat d'aplicacions en gairebé qualsevol camp relacionat amb la meteorologia. En l'àmbit de la hidrologia és necessari conèixer de quina manera s'està produint la precipitació en cada moment, per a així poder gestionar de la millor forma possible l'aigua un cop es trobe al sòl. En el camp de la edafologia és necessari conèixer, sobre tot al Mediterrani, quin comportament pluviomètric ha tingut cada episodi plujós, ja que la pèrdua de sòls i la desertització es troba molt lligada a aquesta variable pluviomètrica (Lopez Bermúdez, 2002). Al camp de la teledetecció es fa necessari classificar la tipologia de la pluja, per tal d'entendre millor les relacions amb altres factors físics, com ara la reflectivitat de les microones a la precipitació. En climatologia també existeix un interès per relacionar el tipus de precipitació amb factors geogràfics com ara la continentalitat o la altura (Monjo, 2009). Habitualment la pluja es classifica com convectiva o estratiforme, però aquesta classificació és insuficient per a caracteritzar-la ja que existeix un continu entre ambdós tipologies (Monjo, 2010).

No existeix un índex universal a l'ús que caracteritzi qualsevol esdeveniment pluviomètric a qualsevol racó del planeta, sinó que existeixen metodologies de càlcul que s'adaptin a les característiques climàtiques de la zona que s'estudia. Per exemple, no és el mateix estudiar el comportament de la precipitació als monsons a la Índia que les precipitacions frontals de Galícia. Per a solucionar aquest entrebanc les metodologies com la de l'índex Beta de Llasat (2004) i l'índex IP de Casas (2004) han estat desenvolupades i parametritzades d'acord amb les característiques pluviomètriques a escala regional de Catalunya. Per altra banda, existeixen metodologies de caire més generalista, com la de l'índex n de Monjo (2009) que, en emprar una funció autoajustable a les dades empíriques no precisa d'importants esforços matemàtics per a adaptar-la a les característiques i peculiaritats de la zona que s'estudia.

Els índexs de caracterització de precipitació són eines matemàtiques que tracten d'estudiar i classificar les característiques i peculiaritats dels episodis de precipitació. En aquest treball emprem 3 d'aquests índex, concretament seran l'índex β de Llasat, l'índex IP de Casas i l'índex n de Monjo. Sobre aquest últim no existeix cap treball que es centre en adaptar-lo concretament a la zona d'estudi; és per això que s'han emprat els altres dos índex, a tall de comparança i complement a l'hora d'analitzar de forma sistemàtica els episodis a tractar. Es pot dir que aquest és el primer cop que s'empra l'índex n i la seua evolució s'ha analitzat episodis a Barcelona.

Així doncs, en aquest treball es proposa comparar aquestes metodologies per a diversos episodis esdevinguts a Barcelona des de l'any 2000. L'anàlisi i caracterització d'aquests episodis ens ajudarà a comprendre el comportament de la precipitació des dels distints punts de vista de cadascun dels índexs. Per tant, aquest treball pretén resoldre la viabilitat de classificar la precipitació més enllà de la dicotomia "convectiva/estratiforme". A més, els resultats obtinguts podrien servir de referència a l'hora de plantejar metodologies d'anàlisi d'altres episodis a microescala, no sols a la ciutat de Barcelona, sinó també per a altres índex adaptats o generalitzats per a qualsevol ciutat amb una xarxa de pluviòmetres suficientment densa

1.2. Antecedents

1.2.1. Corbes IDF

Una corba IDF (Intensitat-Duració-Freqüència) és una relació matemàtica; generalment basada en dades empíriques, entre la intensitat d'una precipitació, la seua duració i la freqüència amb la que s'observa. (Pizarro et al, 2003). Derivada d'aquesta metodologia, si es fixa una ocurrència d'episodis determinada o període de retorn, s'obtenen les corbes que relacionen la seua intensitat i duració, aquestes són les corbes IMM (Intensitat Mitjana Màxima) (Monjo, 2009).

És conegut que tant per a un episodi real de pluja com per a una pluja simulada per a un determinat període de retorn, en augmentar-se la duració de la pluja disminueix la seua IMM. La dependència d'aquesta relació es determina cas per cas atenent a les dades mesurades al lloc d'estudi o en altres amb les mateixes característiques orogràfiques.

Les corbes IDF es poden calcular mitjançant molt diverses expressions matemàtiques, ja siguin teòriques o empíriques, el seu punt en comú és que la seua finalitat és ajustar-se a les dades de precipitació mesurades empíricament. La major part d'aquestes expressions es nodreixen per al seu càlcul dels resultats obtinguts de l'anomenada funció de probabilitat empírica, que determina per a diferents intervals de temps donats d'un mateix episodi la precipitació màxima contiguous acumulada. En altres paraules, aquesta funció, també denominada com anàlisi de freqüència acumulada, és la suma de valors enregistrats d'un fenomen menors que un valor de referència, que en aquestes metodologies sol ser el valor màxim de precipitació acumulat per al temps de referència, que sol coincidir amb la resolució temporal mínima oferida

pel pluviòmetre. Per a més informació veure exemple a l'annex (Taula A1.1). La precipitació pot ser considerada com una variable aleatòria que varia en el temps i en l'espai.

Aquest anàlisi de freqüència acumulada es fa amb el propòsit d'adaptar una sèrie de dades aleatòries a aproximacions matemàtiques empíriques o teòriques. Si s'obtenen funcions de distribucions de probabilitat $[F(x)]$ parlem d'aproximacions teòriques, que poden ser justificades físicament, però que presenten paràmetres que s'han d'estimar mitjançant ajustos empírics. Quan es tracta d'aproximacions empíriques trobem ajustos a potències. Si combinem ambdós tipus parlem d'aproximacions semi-empíriques. Tot seguit exposem els resultats de treballs precedents agrupant-los per tipus d'aproximació de distribució continua de probabilitat:

a) Aproximacions empíriques

Expressió de Besson (Remenieras, 1970):

$$I(t) = \frac{a}{t+b} \quad (1)$$

Fórmula de Sherman (1931)

$$I(t) = \frac{a}{(t+b)^n} \quad (2)$$

Fórmula de Chow (1962)

$$I(t) = \frac{a}{t^n + b} \quad (3)$$

On I és la intensitat corresponent a una corba IDF de duració parcial t , mentre que a , b i n són paràmetres ajustables empíricament. Els paràmetres a , b i n estan en funció del període de retorn.

Funció potencial d'Aparicio (1997)

$$I(t, p) = k \frac{p^m}{(t+b)^n} \quad (4)$$

On tenim que els paràmetres b , k , n i m estan ja ajustats per a tots els períodes de retorn d'interès (p).

b) Aproximacions teòriques

Per a obtenir una corba IDF a partir d'una distribució de probabilitat $[F(x)]$ s'ha d'aïllar matemàticament la precipitació x que es troba directament relacionada amb la intensitat mitjana I i la duració t , això es fa mitjançant l'equació $x = I * t$. Atès que el període de retorn es defineix com la inversa de $1 - F(x)$, podem trobar la funció $f(p)$ com la inversa de $F(x)$ segons:

$$I * t = f(p) \leftarrow p = \frac{1}{1 - F(I * t)} \quad (5)$$

A partir del desenvolupament de l'expressió (5) trobem:

Funció potencial (a partir de la distribució de Pareto)

$$I(p) = k * p^m \leftarrow F(I * t) = 1 - \left(\frac{k * t}{I * t} \right)^{1/m} = 1 - \frac{1}{p} \quad (6)$$

S'obté per a una duració t determinada, on:

La constant de distribució de Pareto s'ha redefinit com: $k' = k * t$, perquè es tracta d'una distribució vàlida per a una duració concreta de la precipitació, x , que s'ha pres com $x = I * t$

Funció potencial (a partir de la Distribució Generalitzada de Pareto)

$$\begin{aligned} \text{Si } \rightarrow m > 0, I(p) = \mu + \frac{\sigma}{m} * (p^m - 1) \rightarrow F(I) = 1 - \left(1 + \frac{m(I - \mu)}{\sigma} \right)^{-1/m} &= 1 - \frac{1}{p} \\ \text{Si } \rightarrow m = 0 \quad I(p) = \mu + \sigma * \ln(p) \rightarrow F(I) = 1 - \exp\left(-\frac{I - \mu}{\sigma}\right) &= 1 - \frac{1}{p} \end{aligned} \quad (7)$$

S'obté per a una duració t determinada, on cal tenir en compte que per a $m > 0$ i $\mu = \frac{\sigma}{m}$, la distribució Generalitzada de Pareto recupera la forma simple de la Distribució de Pareto, amb $k' = \frac{\sigma}{m}$. Amb el cas de que $m = 0$, parlariem d'una distribució exponencial dels resultats.

Funció deduïda a partir de la distribució de Gumbel:

$$I(p) = \mu + \sigma * \ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{p}\right)\right) \leftarrow F(I) = \exp\left(-\exp\left(-\frac{I - \mu}{\sigma}\right)\right) = 1 - \left(\frac{1}{p}\right) \quad (8)$$

Funció deduïda a partir de la distribució de Gumbel oposada:

$$I(p) = \mu + \sigma * \ln(\ln(p)) \leftarrow F(I) = 1 - \exp\left(-\exp\left(\frac{I - \mu}{\sigma}\right)\right) = 1 - \left(\frac{1}{p}\right) \quad (9)$$

c) Aproximacions semi-empíriques

Sherman (1931) combinada amb la distribució exponencial: funció log-potencial (Casas et al, 2004)

$$I(p,t) = \frac{\sigma * \ln(p) + \mu}{(t+b)^n} \quad (10)$$

Sherman (1931) combinada amb la distribució de Gumbel inversa: funció log log potencial.

$$I(p,t) = \frac{\sigma * \ln(\ln(p)) + \mu}{(t+b)^n} \quad (11)$$

1.2.2. Índex de caracterització de la precipitació

a) L'índex n (Moncho, 2007)

L'índex n ja ha estat emprat anteriorment per a descriure la distribució temporal de la precipitació extrema en Europa i Amèrica (Bernard, 1932; Chow, 1962; Ponce, 1989; Pizarro et al., 2003). No obstant, cap d'aquests treballs l'ha emprat per a descriure qualsevol tipus de precipitació, fins i tot la feble i la moderada, i això implica que no hi ha coneixement de les aplicacions que es puguin derivar d'aquest índex a nivell operatiu, per exemple ens referim a l'adaptació dels seus valors a les dades oferides pels radars.

La variació de comportament de la precipitació amb el temps, o el que és el mateix, la regularitat o irregularitat de la precipitació respecte al temps es pot classificar ordenant de major a menor la Intensitat Mitjana Màxima (IMM) per a diferents intervals de temps, el mètode ja explicat de l'anàlisi de freqüència acumulada pot servir per a aquest propòsit. Aquesta classificació ens permet observar que, per a temps petits, la IMM sempre serà major o igual que per a temps majors (Monjo, 2010). Per tant, el quocient entre dos intensitats mitjanes màximes (I_1/I_2), serà igual al quocient entre les duracions canviades (t_2/t_1), però elevat a un número n , avaluat entre 0 i 1 (Monjo, 2010).

El que ens permet l'índex n es resumir la informació proporcionada per les corbes IMM en un sol valor, amb la peculiaritat de que aquest número resulta ser un paràmetre sense dimensions. Llavors, en la Taula 1.1 es classifica la tipologia de precipitació, mitjançant l'índex n , que no depèn ni de la duració ni de la intensitat de la precipitació (Moncho, 2008).

Taula 1.1. Classificació de la pluja segons la regularitat de la intensitat respecte al temps.

n	Variabilitat de la intensitat	Interpretació del tipus de precipitació
0,00-0,20	Pràcticament constant	Molt predom. Advectiva o estacionaria
0,20-0,40	Dèbilment variable	Predominantment advectiva
0,40-0,60	Variable (neutre)	Efectiva
0,60-0,80	Moderadament variable	Predominantment convectiva
0,80-1,00	Fortament variable	Molt predominantment convectiva

Per a visualitzar com seria la precipitació esperada per a cada tipus de n adjuntem un exemple (Fig. 1.1). En aquest exemple es plasma com serien els acumulats de precipitació en el període de 60 minuts, així per a $n = 0.7$ la precipitació tindria un pic molt intens en un interval curt de temps i la resta de temps la precipitació seria molt més feble, com és el cas de les tempestes d'estiu. Per contra, per a $n = 0.2$ la precipitació seria molt més constant en el temps, amb molta menys variació entre els valors màxims i els mitjos del període de temps considerat. La precipitació associada a $n = 0.5$ se la considera com a més efectiva per que combina les

característiques de les tempestes amb les dels temporals, és a dir, convecció i advecció; a més a més, segons s'explica al treball de Monjo (2010), els 5 registres de precipitació extrema documentats a nivell mundial amb dades suficients per a desenvolupar aquesta metodologia tenen aquests valors amb un marge d'error molt curt. Aquesta metodologia també ha permès calcular, suposant una distribució temporal amb $n = 0.5$, un valor de precipitació màxima per minut per a cada episodi (Taula A1.2). El càlcul que pot resultar d'interès donat que no sempre s'ha disposat, i hi ha molts llocs encara no se disposa, de la instrumentació adient per a mesurar la precipitació caiguda amb una resolució temporal màxima. Aquest fet que ens fa suposar que el rècord mesurat de 38 mm en un minut ha pogut estar superat en algun lloc del planeta en qualsevol dels episodis rècord de major duració. (Monjo, 2010).

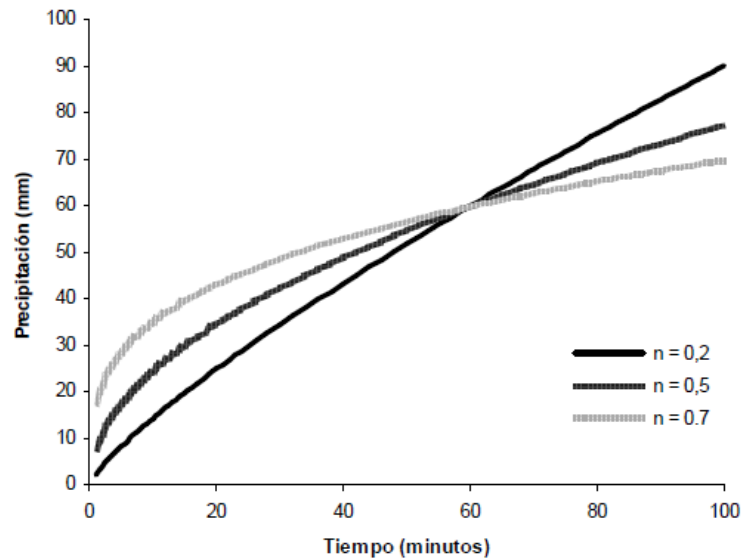


Figura 1.1. Comparació entre diferents acumulacions en funció del índex n , per a l'exemple d'una pluja de 60 mm en una hora. (Monjo, 2010)

b) L'índex ponderat (IP) (Casas, 2004)

En l'estudi de caracterització de precipitacions a Barcelona del treball de tesi de Casas (2004) es fa una separació concisa de 4 tipus d'episodi plujós clarament diferenciats, els quals es poden lligar cadascun a una determinada escala espacial respecte a la situació meteorològica que els va generar. Per a obtenir aquestes conclusions Casas, (2004) es va basar en l'anàlisi de la sèrie pluviomètrica de l'observatori Fabra, pluviògraf Jardí, (1927-1996) i en les dades de la xarxa CLABSA per a la sèrie 1994-2001, analitzant respectivament 44 i 11 episodis amb 45 casos d'estacions superant el llindar de severitat del període de retorn superior als 5 anys en el cas de la xarxa de CLABSA. (Casas, 2009). A la Taula (A1.3) trobem els resultats i les dades per a aquests últims.

Les característiques pluviomètriques d'aquests grups les podem resumir de la següent manera, atenent al treball de Casas (2004). En funció de per a quins intervals de temps superen el període de retorn de 5 anys.

GRUP I: Els ruixats associats a aquest grup es caracteritzen per assolir elevades intensitats de precipitació sols per a duracions iguals o inferiors a 15 minuts i presentar intensitats baixes o inexistents per a la resta de temps.

GRUP II: Es tracta de precipitacions que assoleixen el seu màxim en ruixats de duracions menors de 6 hores, la major part d'aquests xàfec presenta intensitats màximes 5-15 minuts molt més baixes que les del grup I.

Grup II a: Els episodis superen el llindar d'intensitat per a duracions inferiors als 120 minuts.

Grup II b: Els episodis superen el llindar d'intensitat per a duracions entre els 40 minuts i les 6 hores.

GRUP III: Aquestes precipitacions superen el llindar en els intervals entre 12 i 24h.

GRUP IV: Tots els episodis presenten elevades intensitats de precipitació, que superen el llindar per a un ampli rang de duracions entre 20 i 24 hores, mentre que ningun assoleix el llindar d'intensitat considerat per a duracions menors a 20 minuts.

Les característiques meteorològiques d'aquests grups les podem resumir de la següent manera, atenent al treball de Casas (2004).

GRUP I: És tracta d'un grup representatiu de pluges molt locals, amb clara influència estacional (els casos es donen entre agost i octubre), s'atribueix aquests fenòmens convectius associats a l'escalfament diürn de la superfície terrestre ja que tots els casos s'hi van donar després del migdia.

GRUP II: És tracta d'un grup que aglutina els episodis de duració típicament mesoscàlica, estant les situacions meteorològiques que més freqüentment originen aquest tipus de precipitació a la zona mediterrània els fronts molt actius que es desplacen de forma lenta, en els que es desenvolupen sistemes de precipitació intensa de mesoscala (Browning, 1990), o bé, els complexos convectius de mesoscala. La influència estacional en l'origen d'aquestes precipitacions també notable; més del 60% d'aquestes pluges tenen lloc durant els mesos d'estiu, mentre que als mesos d'hivern no s'ha registrat cap cas.

GRUP III: És un grup en el que l'origen de les precipitacions és clarament sinòptic. Pràcticament tots els casos s'han caracteritzat per la presència d'una borrasca el centre de la qual en la troposfera mitja es situava al SW de la Península Ibèrica. En aquest cas no s'ha observat influència estacional

GRUP IV: Es tracta de pluges en les que al seu origen han influït conjuntament processos meteorològics de mitja i gran escala. Aquestes situacions sinòptiques productores de precipitacions a gran escala, que a més permeten la formació de sistemes convectius de mesoscala amb pluges molt intenses, són poc freqüents i constitueixen la principal causa de les inundacions a Catalunya.

Atenent a aquesta classificació s'ha escollit les duracions de 5, 60, 120 i 1444 minuts com a representatives del comportament de la pluja per a la regió estudiada, ja que cadascuna d'aquestes intensitats representa, respectivament, la contribució a l'origen de la pluja dels mecanismes a escala local, petita mesoscala, gran mesoscala i escala sinòptica. Amb aquestes consideracions s'ha desenvolupat un índex (veure apartat metodologia) que pot tindre molta utilitat per a ponderar el caràcter extrem i la severitat dels episodis plujosos a la zona estudiada. (Casas, 2004)

A partir de les dades del treball de Casas (2004), resumides a la Taula (A1.3), s'ha elaborat una taula (A1.4) que classifica els valors de l'Índex IP dintre de les quatre situacions típiques de la zona. Aquesta assignació de grups no s'ha fet atenent directament als valors de l'Índex IP, sinó que s'ha efectuat a partir de l'anàlisi de conglomerats (*¹) del conjunt d'episodis extrems. Amb l'anàlisi del diagrama de caixes (Figura 1.2) es pot comprovar l'homogeneïtat dels resultats per a cada grup, aquest gràfic pot tenir utilitat analítica a l'hora d'estimar si els valors mitjans d'IP poden ser atesos com a referència per a altres treballs que empen la mateixa metodologia, sense haver d'efectuar l'anàlisi de conglomerats.

¹ Més informació sobre l'anàlisi de conglomerats que emprà Casas (2004) a l'annex sobre la seua metodologia.

Es pot dir que la metodologia que es va desenvolupar per a presentar l'índex IP de Casas és anàloga, pel que fa a la procedència de les dades, a la que emprarem en aquest treball, ja que es van emprar les dades empíriques de la xarxa de CLABSA de la sèrie 1994 -2001, així que les conclusions que es puguin extreure d'aquesta darrera figura (4.1) poden tenir implicacions a la metodologia i les conclusions que es puguin extraure dels càlculs de IP per a la sèrie 2000-2011.

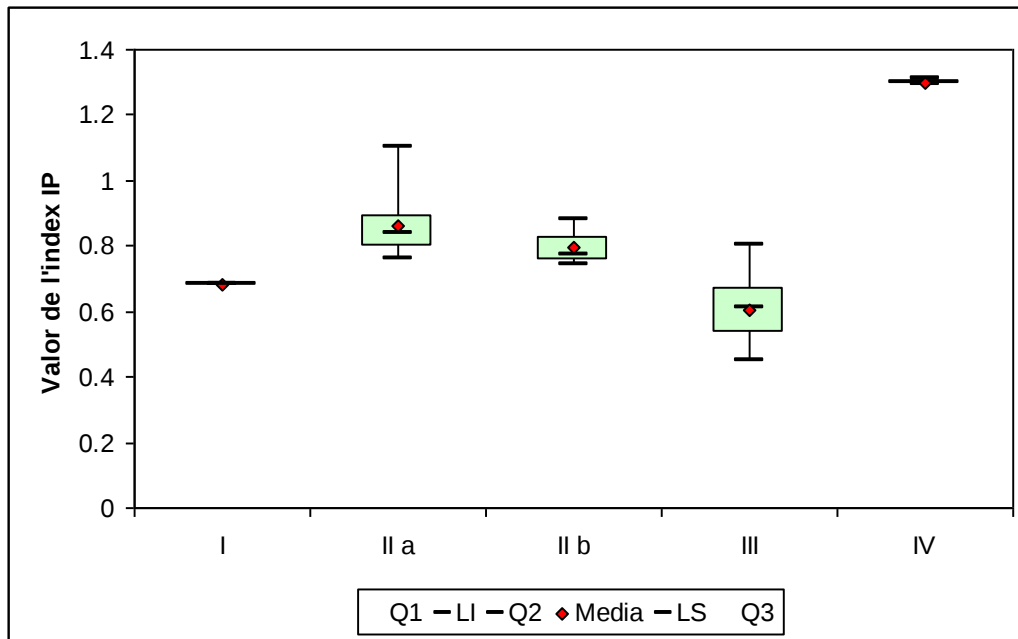


Figura 1.2. Diagrames de caixa que resumeixen els valors de l'índex IP calculat per Casas per a la sèrie 1994-2000. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de Casas (2004).

c) L'índex β (Llasat, 2001)

El propòsit d'aquest índex és la identificació sistemàtica de la precipitació d'origen convectiu. Considera per episodis convectius aquells que enregistren elevats valors de la intensitat de la precipitació, tenint ben en compte que no es deu associar i confondre un episodi convectiu amb un de precipitacions intenses, ja que la convecció es pren com un concepte més general i inclou també episodis de baixa intensitat de precipitació (Llasat, 2004).

L'aplicació d'un criteri per a identificar la precipitació convectiva, mitjançant una sèrie de dades pluviomètriques d'intensitats el suficientment llargues (pluviòmetre Jardí, amb dades de Barcelona des de 1927) i la comparació amb les dades de teledetecció (observacions), a través d'introduir el paràmetre β per a la identificació de precipitació d'origen convectiu, demostrant-se que l'error comés menyspreant intensitats menors o incloent pluja d'origen estratiforme és menyspreable front a l'avantatge que suposa la seua aplicació meteorològica (Llasat, 2001).

El càlcul del paràmetre β requereix de dades d'intensitat mitja de pluja per a intervals curts de temps, 5 minuts, a partir de les quals s'obtenen els valors d'intensitat mitjana i acumulats per a diferents períodes, es considera que parlem de precipitació convectiva quan es supera la intensitat 5-minutal de 35 mm/h (Llasat i Puigcerver, 1997).

Amb el paràmetre β s'estableix una classificació dels episodis pluviomètrics o dels períodes temporals (Llasat, 2001), Taula 1.2.

Taula 1.2. Classificació del tipus de convectivitat de l'episodi en funció del valor del paràmetre β .

Tipus precipitació	Valor β	Caracterització convectivitat
Tipus 0	$\beta = 0$	No convectiu
Tipus 1	$0 < \beta \leq 0.3$	Lleugerament convectiu
Tipus 2	$0.3 < \beta \leq 0.8$	Moderadament convectiu
Tipus 3	$0.8 < \beta \leq 1$	Fortament convectiu

Aquesta classificació es basa en l'estudi de la precipitació a Barcelona a partir del pluviògraf d'intensitats Jardí, amb dades des de 1927 i té en compte la duració de l'episodi i les quantitats acumulades.

L'aplicació del paràmetre β pot realitzar-se tant per a caracteritzar un episodi que puga durar entre una i varies hores com per a períodes de dies o mesos.

2. DADES I ÀREA D'ESTUDI

2.1. Dades pluviomètriques

Per a dur a terme el treball s'ha emprat les dades de la xarxa de pluviòmetres que té CLABSA a la zona urbana de la ciutat de Barcelona. Aquestes dades permeten una bona caracterització de la variació espacial dels seus valors a nivell de microescala perquè té densa xarxa d'entre 16-23 pluviòmetres segons episodis (*²) que cobreix una extensió aproximada de 100 km². A més, la seua resolució temporal de dades 5-cincminutals ens permet l'anàlisi amb qualsevol dels índexs matemàtics que emprem. La ubicació exacta de cada pluviòmetre, el seu codi i la zona de Barcelona en la que es troba queda recollit a la Taula 2.1.

Taula 2.1. Xarxa microscàlica de pluviòmetres de CLABSA.

Codi i nom del pluviòmetre	Zona	COORDENADES UTM	
		X (m)	Y (m)
CL2 Escola Catalònia	Poble Nou	433309.7	4585054.3
CL3 Facultat de Físiques	Zona Universitària	426349.0	4582030.9
CL4 Ajuntament, Plaça Lesseps	Gràcia	429286.2	4584403.1
CL5 Ajuntament Edifici Novíssim	Ciutat Vella	431351.0	4581678.2
CL6 Escola Barkeno	Passeig Zona Franca	428484.9	4578697.9
CL7 AGBAR-Central Cornellà	Cornellà	421884.7	4578988.5
CL8 AGBAR-Central Besòs	Torre Baró	432408.7	4590041.2
CL9 AGBAR-Tibidabo	Tibidabo	426690.0	4586949.0
CL10 FCC-Zona Franca	Zona Franca	427443.1	4576149.4
CL11 CLABSA	Fira 2	428004.7	4578245.1
CL12 Dipòsit Taulat	Fòrum	435057.3	4585170.9
CL13 Poliesportiu Nova-Icària	Vila Olímpica	433034.5	4582822.3
CL14 Castell Montjuïc	Montjuïc	430248.4	4579638.3
CL15 Centre Cívic Sagrera	Sagrera	432345.4	4586311.3
CL16 Cotxeres de Sants	Sants	427878.8	4580946.2
CL17 Escola Nabi (Vallvidrera)	Vallvidrera	425042.0	4585528.8
CL18 Palau de les Hores	Vall d'Hebron	428350.5	4587818.8
CL19 Ajuntam.Sarrià-Sant Gervasi	Sarrià	426648.2	4583627.2
CL20 Casa Elizalde	Eixample Dret	430384.3	4583066.6
CL21 AGBAR-Turó de la Rovira	Turó de la Rovira	430033.7	4585877.6
CL22 Torrent Estadella	Bon Pastor	434129.6	4587432.9
CL23 Dipòsit Escola Industrial	Eixample Esquerre	428894.1	4582240.8
CL24 Dipòsit Joan Miró	Plaça Espanya	428879.7	4581116.7
CL25 Observatori Fabra	Tibidabo	426783.2	4585860.1

² A l'episodi de l'any 2004 sols hi ha 14 estacions sobre les que poder desenvolupar el treball perquè 5 de les que hi havia disponibles no van enregistrar cap precipitació.

La xarxa de pluviòmetres que ens nodreix de dades ha emprat en el període 2000-2011 dos tipus de pluviòmetre, ambdós són models de pluviòmetre automàtic de cassoles, primigèniament hi trobem unitats de la casa Geónica, que s'han anat substituint per models de la casa Lambrecht, concretament el model Joss/Tognini 15188. Aquests últims tenen una resolució de 0,1 mm, que equivalen a la capacitat de la cassola (2 cm³), i una superfície col·lectora de 200 cm². Les característiques i l'avaluació de la OMM d'aquest model de pluviòmetre venen recollides en la següent Taula (2.2) (WMO, 2009). Pel que fa als pluviòmetres de la casa Geónica, hi ha altres treballs que també han emprat els pluviòmetres de la xarxa CLABSA com per exemple el de Casas (2010); que empra les dades de la sèrie 1994-2001, en aquest article s'indica que l'àrea col·lectora és de 400 cm² i la resolució és de 0,1 mm, a més de que no s'aplica correccions a les dades oferides pel pluviòmetre i no disposa de corba de calibratge del fabricant. També es fa referència a altres treballs on s'indica que les màximes intensitats per a duracions més curtes que una hora es troben afectades per un error del 10% (Lanza et al, 2006; Servuk et al., 2009), mentre que per a duracions majors de 2 hores l'error determinant de la intensitat és generalment menor del 5%.

Taula 2.2. Especificacions i avaluació de la OMM (2009) del model de pluviòmetre emprat per la xarxa de CLABSA.

Model	Tipus	Resolució intensitat precipitació per a 1 minut	Rang d'intensitats mesurables	Comentari curt	Rendiment al laboratori (flux constant)	RMIP (*) (per a 1 minut)
15188	TRGB amb polsos extra (* ³)	6 mm/h *Satisfactori*	0-600 mm/h	Sobreestima per sota de 100mm/h	**	***

A l'annex (P) hi ha els resultats complets d'aquest treball de la OMM (2009) per al model de pluviòmetre de la xarxa que emprarem. A més també hi ha un estudi independent per part del Servei Meteorològic Suís (SMN).

Els episodis que es van a analitzar en aquest estudi es troben resumits a la següent taula (2.3). S'indica, dels episodis que han estat seleccionats seguint els criteris proposats, la quantitat màxima precipitada en 24 hores, la data de l'episodi, l'observatori que l'ha enregistrada i entre parèntesi la xarxa a la que pertany.

³Principi físic del pluviòmetre: Tipping-bucket rain gauges with extra pulse correction (linearized pulse output). Segons s'explica al treball de la WMO (2009), aquest mecanisme és adequat per a la mesura d'acumulació de precipitacions, però no ho és tant per a la mesura directa de la intensitat de precipitació.

(*) RMIP: Rendiment dels mesuraments d'intensitat de precipitació.

Taula 2.3. Episodis seleccionats a la ciutat de Barcelona en la sèrie pluviomètrica 2000-2011.

ID Episodi	Data episodi	Acumulat màxim absolut ⁴ en 24 h (mm)	Acumulat màxim ⁵ en 24 h (mm)	Observatori (SMC)
1	28 setembre 2000	53,6	53,6	Ciutadella
2	15 gener de 2001	76,8	76,8	Badalona
3	31-1 de juliol/agost de 2002	176,4	176,4	Badalona
4	9 octubre de 2002	133,7	128,8	Fabra
5	27 setembre de 2003	56,6	56,6	Badalona
6	14 abril de 2004	42,2	42,2	Fabra
7	18 octubre 2005	46,6	46,6	Fabra
8	13 setembre de 2006	100,3	94,0	Fabra
9	2 abril de 2007	88,9	68,4	Fabra
10	10 de maig de 2008	63,3	62,3	Zona Universitària
11	22 d'octubre de 2009	84,5	76,1	Raval
12	17 de setembre de 2010	70,9	70,9	Fabra
13	12 de març de 2011	98,7	94,4	Raval
14	15 de març de 2011	104,3	104,3	Raval
15	8 de juny de 2011	80,1	80,1	Fabra
16	19 de juliol de 2011	81,0	81,0	Poblenou
17	30 de juliol de 2011	83,0	83,0	Badalona

S'han seguit els següents criteris a l'hora d'escollir els episodis a tractar en aquest treball:

1. Precipitacions màximes diàries enregistrades cada any (sèrie 2000-2010) a la xarxa de pluviòmetres del SMC, excepte per a la següent excepció
 - 1.a. Cal tenir en compte que les dades del 2004 al 2006 no estan disponibles al Web del SMC, per la qual cosa s'ha optat per cercar el dia més plujós d'aquestos any de l'observatori Fabra.
2. Episodis que superen els 100 mm en 24 hores a l'observatori Fabra i estacions del SMC.
3. Episodis de precipitació abundosa a 2011, que en alguna estació del SMC supera la mitjana de precipitació de la sèrie 2000-2010 (62.3mm).

Es té el coneixement de que amb aquestos criteris no es coincideix exactament amb els episodis en que més pluja en un dia es va registrar a qualsevol estació de la xarxa de CLABSA, de fet els anys 2003 a 2005 no hi ha coincidència, comparar amb la Taula A2.1. Amb la qual cosa, el criteri 1.b d'agafar l'observatori Fabra com a representatiu de la ciutat de Barcelona per als anys en que no hi ha cobertura de dades de la xarxa del SMC no es pot dir que siga massa encertat. No obstant això, s'ha aprofitat la conjuntura d'incloure episodis febles per a comprovar la fiabilitat dels índexs per a qualsevol tipus de pluja.

Per altra banda, cal tenir molt en compte en aquest punt la dificultat d'acotar episodis de 24 h naturals i que no tinguem la restricció de les dades recollides per a dies oficials, ja que sols es pot assegurar que agafem un episodi de duració natural del 24h per al que va esdevindre els dies 31 i 1 d'Agost de 2002, per a la resta, en no tindre els valors dels dies anteriors i posteriors es desconeix si l'episodi natural de 24h té acumulacions majors, i per tant resulta de major interès, que el de 24 oficials.

⁴ Tenint en compte tots els pluviòmetres de totes les xarxes disponibles (SMC, CLABSA)

⁵ Acumulat màxim enregistrat segons els criteris establerts per a la cerca d'episodis.

2.2. Àrea d'estudi

A la següent figura (2.1) podem veure quina és la distribució de pluviòmetres al llarg de la ciutat de Barcelona. Tenint en compte en la sèrie 2000-2011 hi hagueren de mitjana 20 estacions disponibles, i que es troben repartides a un àrea de 100 km² (aproximadament), es pot afirmar que a grans trets s'hi pot trobar un pluviòmetre cada 5km². No obstant això, cal dir que la distribució de les dades no és perfectament regular, com ja es pot veure a la figura (2.1) i que a més, per exemple, estacions ubicades en un lloc amb poca densitat de pluviòmetres, com la P1, no han estat operatives per a cap dels episodis analitzats.

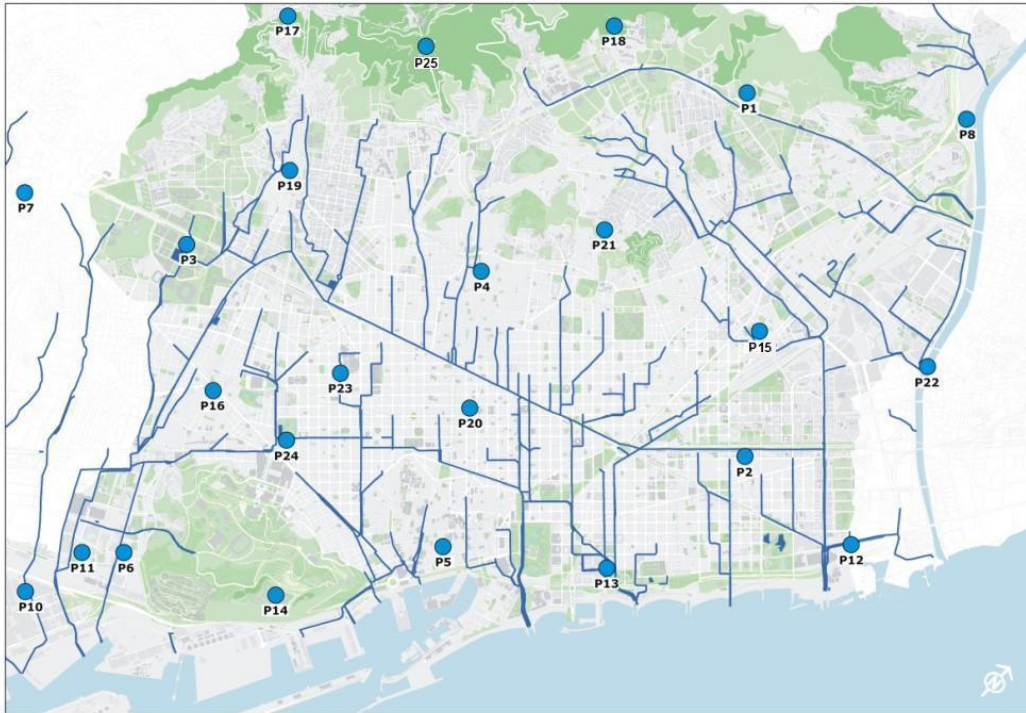


Figura 2.1. Ubicació dels pluviòmetres de la xarxa de CLABSA a l'àrea urbana de Barcelona. Font: CLABSA

2.1.3. Dades llamps

Les dades de llamps subministrades per el SMC i obtingudes mitjançant la xarxa de detectors XDDE ens informen de la presència de tempesta a l'àrea d'estudi. Hi ha dades des de 2003, podent disposar de mapes per a aquest treball des de l'episodi de 2004.

Les mesures representades als mapes que disposem (Figura 2.2) no contemplen els llamps intranúvol, però sí que són capaços de distingir si la descàrrega és positiva o negativa i les hores (UTC) en les que s'ha produït. En aquest sentit cal fer constar que també se'ns ha informat de que únicament a l'episodi de 2007 s'enregistraren un parell de descàrregues intranúvol al Barcelonès.

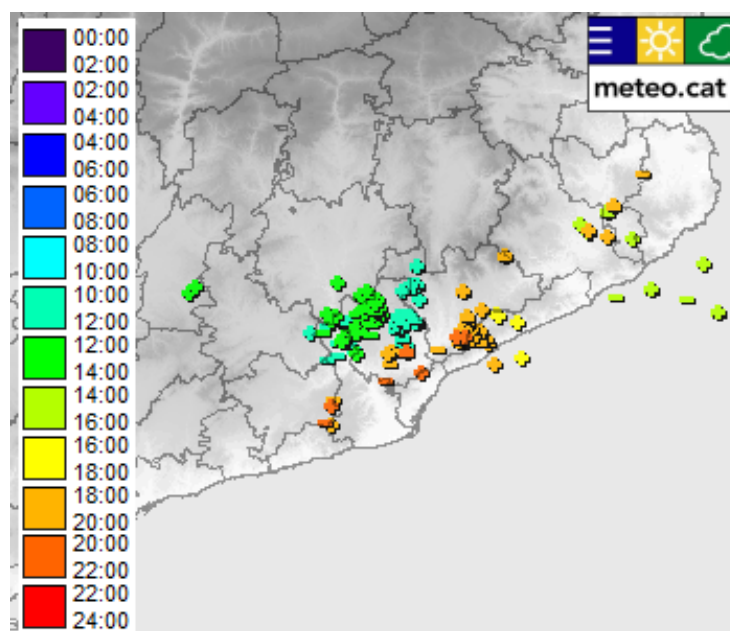


Figura 2.2. Exemple dels mapes de llamps emprats per a analitzar els episodis.

3. METODOLOGIA

3.1. Índex de caracterització pluviomètrica

3.1.1. L'índex n

Per a analitzar el caràcter convectiu de la precipitació, en primer lloc vam utilitzar l'índex n . Aquest índex és un número adimensional, que pren valors entre 0 i 1 i està relacionat amb el comportament de la precipitació en funció del temps (Monjo 2010). En concret, ve definit per:

$$\frac{I_1}{I_2} \approx \left(\frac{t_2}{t_1} \right)^n \quad (12)$$

On:

I_1 : Intensitat de precipitació de referència en l'episodi, coincideix amb la precipitació màxima recollida en l'episodi en la duració mínima possible, en aquest cas 5 minuts.

I_2 : Intensitat de la precipitació calculada per a el temps que és desitge diferent que el de referència.

t_1 : Temps de referència de l'episodi, anàleg a l'emprat a I_1

t_2 : Temps escollit anàleg a l'emprat a I_2

3.1.2. L'índex ponderat (IP)

Per a caracteritzar la severitat de la pluja en funció del tipus de fenomen meteorològic esdevingut per a cada episodi es va emprar l'índex normalitzat d'intensitat IP de Casas (2004), que ve definit per:

$$IP(T) = \frac{1}{4} * \left(\frac{I_5}{I(5,T)} + \frac{I_{60}}{I(60,T)} + \frac{I_{120}}{I(120,T)} + \frac{I_{1440}}{I(1440,T)} \right) \quad (13)$$

On T és el període de retorn escollit per la normalització de l'índex, I_5 , I_{60} , I_{120} , I_{1440} són les intensitats màximes que ha presentat cada ruixat en els intervals de temps considerats (t) i $I(t,T)$ és la intensitat de període de retorn T que correspon a la duració t .

L'expressió IDF generalitzada que ens calcula $I(t,T)$ per a la ciutat de Barcelona ha estat ajustada als valors empírics emprats al treball de Casas (2004) és:

$$I(t,T) \approx \frac{19 \log T + 23}{(13 + t)^{0.87}} \quad (14)$$

On : t és la duració en minuts de l'episodi considerat, i T és el període de retorn escollit. I on I_t és la màxima intensitat enregistrada per a cada tempesta i duració t .

Si la mitjana de precipitacions d'aquelles estacions amb senyal de pluja supera els llindars de període de retorn de 5 anys recollits a la següent taula (3.1) per als intervals de 5, 60, 120 1440 minuts l'episodi pot ser caracteritzat mitjançant l'índex IP .

Taula 3.1. Recopilació de llandars per al període de retorn de 5 anys tinguts en compte per al treball.
Font: Casas, 2004.

T (min)	P(t,5) (mm)	I (t,5) (mm/min)
5	15.2	3.05
60	54.0	0.9
120	63.1	0.53
1440	95.9	0.07

3.1.3. L'índex β

El paràmetre β de Llasat també fou emprat. Aquest índex ens informa de la proporció de la pluja convectiva front a la estratiforme, així doncs es tracta del quocient entre la precipitació que supera el llandar de 35 mm/h i la precipitació total, per a un període concret.

Aquesta és l'expressió matemàtica de l'índex

$$\beta_j = \frac{\sum_{t=0}^T P_{i,j} (I_{i,j} > 35 \text{ mm/h})}{\sum_{t=0}^T P_{i,j}} \quad (15)$$

On :

$I_{i,j}$: Correspon a la intensitat 5-minutal de l'estació "j" en l'interval "t".

j : Correspon a l'estació considerada

t : Correspon al nombre total d'interval que compren l'episodi considerat.

3.1.4. L'índex s

Per últim, com a novetat del treball vam construir un altre índex basat en les corbes IMM, com en el cas d'n, però amb una dependència logarítmica en el temps:

$$I(t) = \frac{P_o}{t} \left[\ln \left(1 + \frac{t}{t_o} \right) \right]^s \quad (16)$$

On:

I : Intensitat mitjana màxima de precipitació entre t i t_o minuts.

t_o : Temps de referència de l'episodi, habitualment és l'interval mínim de temps que pot mesurar el pluviòmetre.

t : Temps al qual referim la intensitat.

P_o i s : són dos paràmetres ajustables.

Per tant, partint d'aquesta expressió tenim que la precipitació màxima $P(t)$ ve donada per:

$$P(t) = P_o \left[\ln \left(1 + \frac{t}{t_o} \right) \right]^s \quad (17)$$

A diferència de l'índex n , l'exponent s pot prendre valors entre 0 i un valor màxim, $s_{\max}$, que ve donat aproximadament per:

$$s_{\max} \approx 2.07 \cdot \left(\frac{D}{t_o} \right)^{0.158} \quad (18)$$

On D és la duració total i t_o és la resolució temporal. Aquesta oscil·lació es produeix segons si l'acumulació màxima tendeix a donar-se en poc de temps ($s \rightarrow 0$) o si creix de forma constant en el temps ($s \rightarrow s_{\max}$). De la mateixa manera, l'índex n pren valors entre 1 i 0 per als mateixos casos, respectivament. Així doncs, cal esperar una relació entre s i n de la forma:

$$n \approx 1 - \frac{s}{s_{\max}} \quad (19)$$

3.2. Anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal dels episodis

La densitat de pluviòmetres de la xarxa de CLABSA permet emprar una metodologia d'anàlisi espacial-temporal de cada episodi, independent de la oferida pels índexs ja mencionats en aquest treball, que considere per a l'anàlisi la mitjana de totes les dades pluviomètriques de la xarxa com una sola, d'aquesta manera, a l'hora de comparar amb les dades terreny ens permetrà catalogar més fàcilment la situació que si ferem l'anàlisi per estacions locals a més de permetre'ns calcular diferents paràmetres de variació espai-temps de la precipitació.

Així doncs, paral·lelament al càlculs del índex β , IP , n i s , s'ha introduït un recull de senzills índexs que emprarem a l'hora de caracteritzar cadascun dels episodis per tractar de complementar-los i tenir un anàlisi més complet respecte a la variabilitat espacial i temporal. Són aquestos:

3.2.1. Anàlisi espacial de la distribució pluviomètrica dels episodis

Coefficient d'abast de precipitació (C)

És la relació existent entre el promig de la precipitació de les estacions amb pluja i el promig existent entre totes les estacions possibles. Mitjançant l'equació 22 es pot mesurar com de generalitzades o localitzades han estat les precipitacions durant l'episodi, ja que es té en compte quantes estacions han donat senyal de precipitació apreciable (0.1 mm) respecte al total d'estacions disponibles i per a cada moment de l'episodi en el que s'haja registrat precipitació. Aquest índex ix de fer el quocient de la mitjana de pluja 5-minutal caiguda per a totes les estacions entre la mitjana obtinguda per a totes les estacions amb precipitació apreciable.

$$C = \frac{\sum_t \left(\frac{1}{N_t(x > 0)} \sum_i x_{i,t} \right)}{\sum_t \left(\frac{1}{N_t(x)} \sum_i x_{i,t} \right)} \quad (20)$$

On $N_t(x > 0)$ és el nombre d'observatoris que han registrat una precipitació major que zero en l'interval entre t i $t+5$, mentre que $N_t(x)$ és el nombre total d'observatoris disponibles en el

mateix interval, i finalment, $x_{i,t}$ és la precipitació 5-minutal en l'interval entre t i $t+5$, de cada observatori i .

Si es tracta d'un episodi en el que ha plogut a totes les estacions de forma generalitzada, el numerador i el denominador tendiran a ser molt semblants, per tant el valor de C serà pròxim a 1, però si es tracta d'episodis en els que les pluges es donen de forma local, el valor de C tendirà a aproximar-se a 0.

3.2.2. Anàlisi temporal de la distribució pluviomètrica dels episodis

Els índexs n i s ens informen bàsicament de com es produeix la pluja i per tant ja ens donen informació de com de persistent és qualsevol fenomen plujós i com s'ha distribuït la seua acumulació en el temps. És per això que per a conèixer les característiques temporals de les acumulacions de pluja de cada episodi s'ha emprat la següent relació

Coefficient de persistència (P)

Aquest coeficient ens informa de quina ha estat la duració de l'episodi respecte al seu temps de referència o duració total de l'episodi. Consisteix en un simple càlcul del quocient entre el temps que dura l'episodi de precipitació apreciable per a qualsevol de les estacions i el temps total de l'episodi.

$$P = \frac{t(x \neq 0)}{t(x)} \quad (21)$$

On: t es el temps i x és la precipitació

3.3. Anàlisi de dades no pluviomètriques

Amb la intenció de comprovar els resultats obtinguts respecte als índexs pluviomètrics i veure si s'ajusten al comportament real de l'atmosfera s'ha fet un anàlisi episodi a episodi de la situació terreny que es va donar en el moment de major importància de cadascun. En aquest anàlisi s'ha tingut en compte els següents paràmetres:

- Situació sinòptica.
- Vent.
- Índex Soaring (K) i proporció de corrents ascendants que arriba al nivell de convecció lliure (PCA-NCL).
- Imatge de satèl·lit, tipus de nuvolositat.
- Llamps.

Amb el coneixement de la informació a nivell sinòptic, el que es pretén és esbrinar a nivell introductori quina va ser la situació meteorològica en la que es va desencadenar cada episodi, els mapes emprats en aquest treball són els mapes de reanàlisi cada 24 hores del Web Wetterzentrale.de.

La informació del vent en superfície, vist a nivell sinòptic amb els mapes d'anàlisi del GFS (Wetter3.de), ens ajuda a caracteritzar el tipus de precipitacions a grans trets, així per exemple si un episodi trobem que el vent hi és en calma, ben difícilment la pluja que s'haja produït serà de tipus advection.

L'índex Soaring, del que ofereix mapes d'anàlisi del model GFS el web Wetter3.de, és un índex que mesura la velocitat a la que pot ser capaç d'eleva-se una bombolla d'aire a la baixa i mitja atmosfera (m/min). Donat que el que és mesura bàsicament per a calcular la flotabilitat de

les masses d'aire equival al que s'empra per a calcular el K índex o índex de probabilitat de tempesta, més conegut per a la predicció operativa del temps, serà aquest el que expliquem. A la Taula 3.2. es poden trobar les equivalències.

L'índex k és un índex d'inestabilitat atmosfèrica que va ser creat per a pronosticar la probabilitat del creixement de tempestes que no necessitaren un mecanisme dinàmic com a desencadenant de l'episodi. Per a calcular aquest índex es té en compte les diferències de temperatures i humitats entre diferents nivells atmosfèrics (expressió 22). Així si trobem valors elevats de temperatura de reixiu a nivells baixos indica que hi ha una capa humida en aquesta altura i que per tant les probabilitats de que es promoga la convecció des d'aquesta alçada seran grans.

$$K = T850 - T500 + Td850 - (T700 - Td700) \quad (22)$$

Pot dir-se que una xicoteta diferència entre la temperatura ambient i la del punt de reixiu als 700 hPA indica la possibilitat d'ocurrència de convecció profunda. Si no hi haguera suficient humitat a aquestes altures, llavors la oportunitat de que una bombolla d'aire, que s'eleva des dels nivells més baixos, es mescle amb l'aire sec exterior és major, estant aquesta una raó per la que la bombolla d'aire ascendent sure menys i per tant que la convecció es puga veure inhibida (Bluestein, 2003).

Cal dir que la limitació d'aquest índex és molt major per a les tempestes d'hivern que per a les d'estiu, ja que, en no tindre en compte els mecanismes de desencadenament dinàmics i centrar-se en paràmetres tèrmics, que són molt més discrets en hivern, l'índex tindrà cert biaix per defecte en els episodis d'aquestes estacions. Per contra, pot dir-se que gran part de les tempestes d'estiu a la Mediterrània Occidental no precisen d'importants mecanismes de desencadenament dinàmic per a poder desenvolupar-se, altra qüestió en aquest sentit seria el tipus de tempesta que es generaria en funció de l'existència o no de condicions dinàmiques favorables.

Taula 3.2. Taula d'equivalència entre Soaring, Índex k i probabilitat de tempesta. (Font: Soar-high.com)

ràtio d'ascens (Soaring) (m/min)	Índex K	probabilitat de tempesta
< 91.44	< -10	Cap
91.4-182.9	-10 / +5	< 20% Corrents tèrmics febles
152.4-213.4	+5 / +10	< 20% Convecció creixent
185.9-243.8	+10 / +15	< 20% Corrents tèrmics forts aïllats
213.4-274.3	+15 / +20	20%
243.8-304.8	+20 / +25	20-40%
274.3-335.3	+25 / +30	40-60%
304.8-365.8	+30 / +35	60-80%
335.3-396.2	+35 / +40	80-90%
> 396.2	> 40	propera al 100%

A més, a l'anàlisi de GFS a Wetter3.de ofereix la proporció de corrents ascendents que arriba al nivell de convecció lliure (PCA-NCL).

Les imatges de satèl·lit ens permeten, en funció de la proximitat temporal de la fotografia respecte a l'ocurrència del fenomen, veure que tipus de nuvolositat provoca les acumulacions de l'episodi. També ens permet detectar el tipus i grau d'organització dels fenòmens tempestuosos en cas d'haver-los, és a dir, podem detectar la presència de SCM (Sistemes Convectius de Mesoscala), tempestes multice·l·lulars o unice·l·lulars.

Cal dir sobre els errors intrínsecs a emprar aquest tipus de dades que, sobre la situació sinòptica la font d'informació donava mapes de reanàlisi cada 24 hores, mentre que les imatges

de nuvolositat i els productes d'anàlisi del model GFS (Vent i Soaring+proporció de corrents ascendents que arriba al nivell de convecció lliure) tenen mapes cada 6 hores. Aquesta resolució temporal limitada implica que la precisió amb la que se descriu la situació no siga sempre la més acurada, tot i que per a escollir cada mapa sempre s'ha buscat aquell que era més proper a la ratxa principal de precipitació.

La informació de llamps, ens revela si hi hagué convecció i com d'important va ser. Així, en funció de la informació aportada al mapa es pot veure tant la quantitat de llamps enregistrats, no podent-se contar en cas de ser molt nombrosos, com l'hora en que es produïren i la seua ubicació. És una informació que pot complementar-se molt bé amb la dels altres índex, tot i que també cal reconèixer les seues limitacions a l'hora de identificar sistemes de precipitació convectiva a una escala espacial xicoteta, ja que pot haver tempesta i no fer diana a la ciutat i ploure estratiformement i a l'inversa, pot no haver tempesta i ploure convectivament (pluja càlida).

3.5. L'anàlisi en conjunt dels episodis

Amb tota la informació no pluviomètrica es pot aconseguir, ficant-la en relació amb els índexs matemàtics, un anàlisi esquemàtic i complet de tots els episodis, de manera que comentar els resultats siga un exercici senzill un cop analitzats cadascun dels ímputs d'informació i les seues finalitats analítiques i intercomparances.

Així doncs, la informació no pluviomètrica ens permet catalogar els episodis com es proposava a la metodologia de Casas (2004). (Veure descripció de grups a nivell meteorològic en aquest mateix treball). De manera que es pot comprovar de forma directa, atenent als paràmetres proposats en aquesta metodologia, la concordança entre ambdós maneres de caracteritzar l'episodi dins la metodologia d'aquesta autora, això és grups en base a la pluviometria amb grups en base a la meteorologia.

En certa manera també podem fer el mateix anàlisi comparatiu sobre l'índex β , atenent a la Taula 1.2 també podem comparar mitjançant l'anàlisi de la informació sobre el terreny si un episodi ha estat més o menys convectiu en funció de paràmetres com les imatges de satèl·lit, que ens informen del tipus de núvol i els llamps, que molt difícilment es trobaran en quantitat si parlem d'un episodi no convectiu.

Aquesta metodologia té un inconvenient en la finestra temporal en la que s'analitza la informació terreny i la variabilitat intrínseca a que hi poguera haver de les condicions meteorològiques durant l'episodi. Més encara pel que fa als altres dos índex (n i s), ja que, en oferir una descripció més profunda de com es va desenvolupar l'episodi al llarg del temps és més complicat que amb una informació restringida a un moment puntual de l'episodi és puga extreure la suficient informació com per a conèixer la seua evolució amb el temps, no obstant sí que ens pot ajudar a identificar incompatibilitats, si les haguera, entre els resultats d'aquests índex pluviomètrics.

Cal afegir respecte a l'inconvenient de la limitació temporal de l'anàlisi de veritat terreny que, en funció de la duració de l'episodi, parlarem de major o menor incertesa en quan a la variabilitat de les condicions meteorològiques, ja que, si és un episodi curt i coincideix o s'aproxima molt al pas temporal de l'anàlisi del model, la incertesa serà més baixa que si l'episodi és llarg i té més d'una ratxa de precipitació i amb duracions i intensitats variades. És per això que per un millor coneixement d'aquesta incertesa per a cada episodi s'indica, a la Taula A2.2, la proximitat temporal entre les dades de veritat terreny (paràmetre convectiu i/o satèl·lit) i les dades pluviomètriques considerades com a representatives del moment més interessant o de màxima inestabilitat, que són el màxim 5-minutal local i el promig 5-minutal màxim per episodi, indicant, a més, si aquests coincideixen en el temps.

Amb la intenció de tractar d'aproximar-nos al màxim a les condicions reals que generaren les ratxes més interessants de pluja, els índexs d'instabilitat els hem tractat d'escollir per a l'hora el més propera possible a eixe moment, no obstant el segon criteri seguit per a aquest propòsit és que és preferible escollir el mapa d'abans de que després de les ratxes principals de precipitació, ja que és ben sabut que la precipitació i els sistemes nuvolosos que porta associats són un mecanisme que dissipa energia de l'atmosfera, i és just açò el que mesura en certa forma qualsevol índex d'instabilitat. D'aquesta manera pensem que s'evita el biaix per defecte de l'anàlisi d'instabilitat a l'atmosfera.

L'índex C i P, es complementen amb la resta d'índex matemàtics per què es troben centrats en donar característiques molt concretes de la distribució espai-temporal de cadascun dels episodis i per al conjunt de les estacions. A més, es poden fer servir per a comprovar si la informació terreny es fàcilment adaptable al conjunt d'estacions i episodis o no, ja que si un episodi ha estat generalitzat i relativament curt es pot assumir que la incertesa és molt més xicoteta que si ha estat més llarg i localitzat.

4. RESULTATS

4.1. Recopilació de resultats dels índexs de caracterització pluviomètrica

A la següent figura podem veure els diagrames de caixa dels índexs IP i β respectivament, corresponents als resultats del conjunt d'estacions per a cada episodi. La franja central dels diagrames es correspon amb la mitjana, mentre que els extrems de les caixes es corresponen amb els valors dels quartils. La línia discontinua representa que hi ha dades puntuals en el rang que ocupa.

A la Figura 4.1.1 veiem a l'esquerre els índexs IP mitjans de tots els episodis, de tots aquests valors sols són vàlids els dels episodis 3 i 4 per superar el llindar dels 5 anys de període de retorn. A la dreta trobem els diagrames corresponents a l'índex β , en aquest cas veiem com hi un grup d'episodis que tenen valor 0, això es deu a que no es supera en cap moment el llindar d'intensitat proposat per aquest índex, l'episodi més intens va ser el 17.

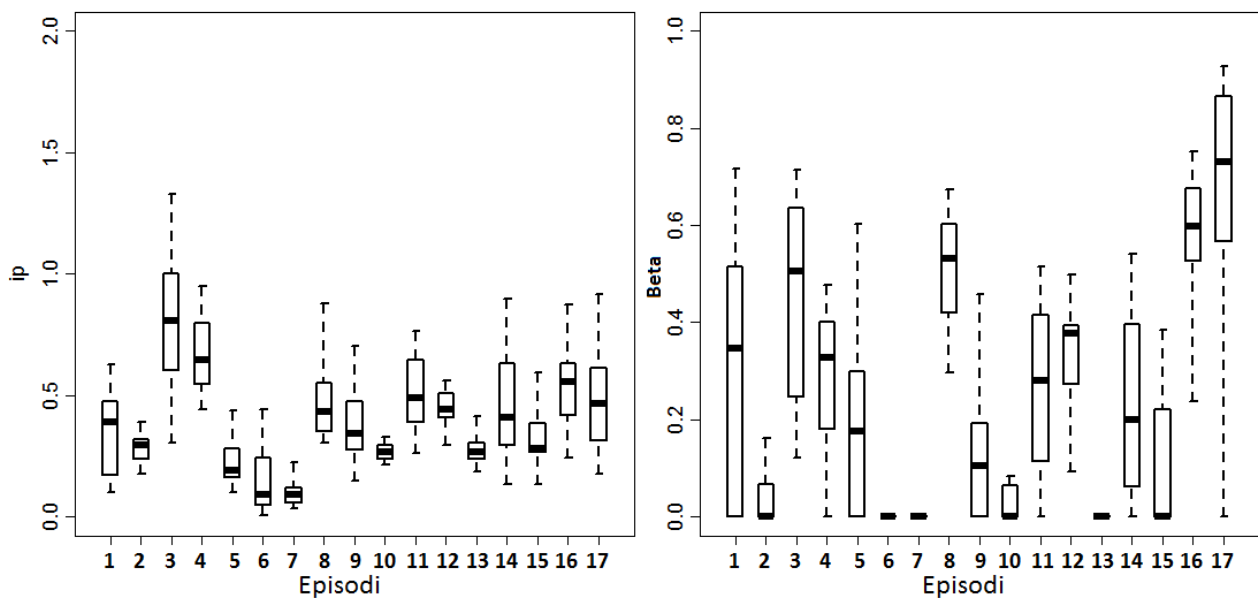


Figura 4.1.1. Diagrames de caixa dels índexs de caracterització pluviomètrica IP i β per a tots els episodis, els resultats tenen en compte les dades de 24h.

En els diagrames de caixa de la Figura 4.1.2 veiem els resultats en diagrames de caixa per als índexs I_0 i P_0 per al conjunt d'estacions i per episodi. Ambdós coincideixen que l'episodi amb valors més baixos en intensitat i precipitació de referència va ser el 13, mentre que per l'altre extrem trobaríem el 17.

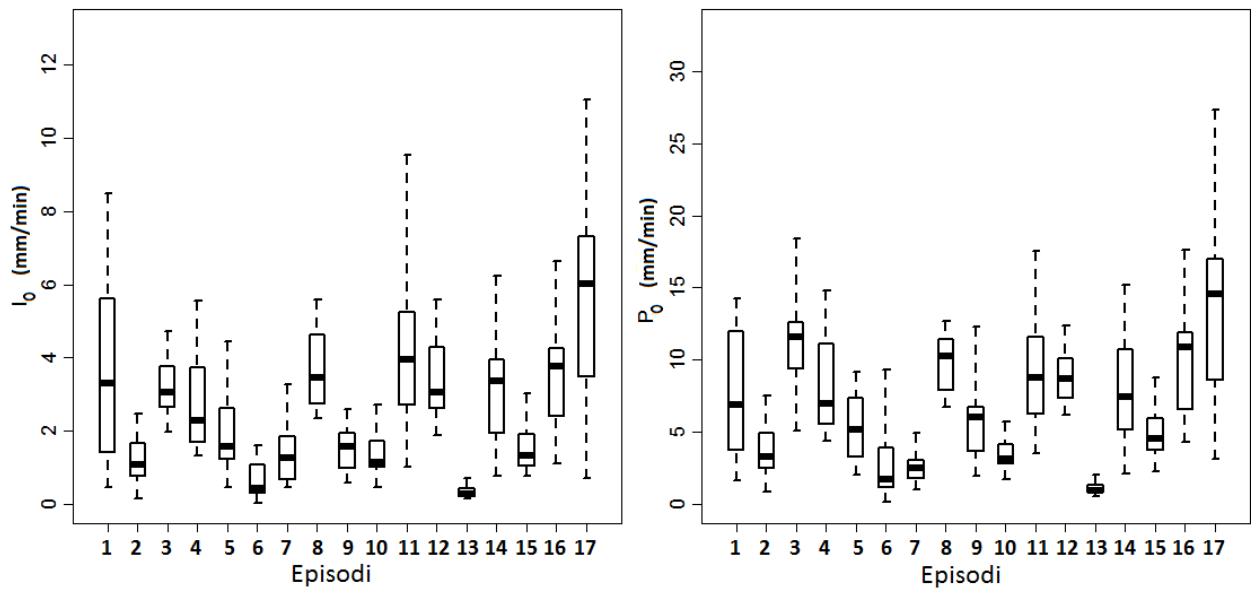


Figura 4.1.2. Diagrames de caixa dels índexs de caracterització pluviomètrica I_0 i P_0 per a tots els episodis, els resultats tenen en compte les dades de la ràfega principal.

Els resultats dels índexs n i s per al conjunt d'estacions i per cada episodi és el que es mostra a la Figura 4.1.3. Podem comprovar com els resultats són molt similars, cosa que s'entén donat que ambdós índex tenen una base matemàtica molt similar. La pluja més advectiva o que va acumular la precipitació de forma més regular va ser la de l'episodi 13.

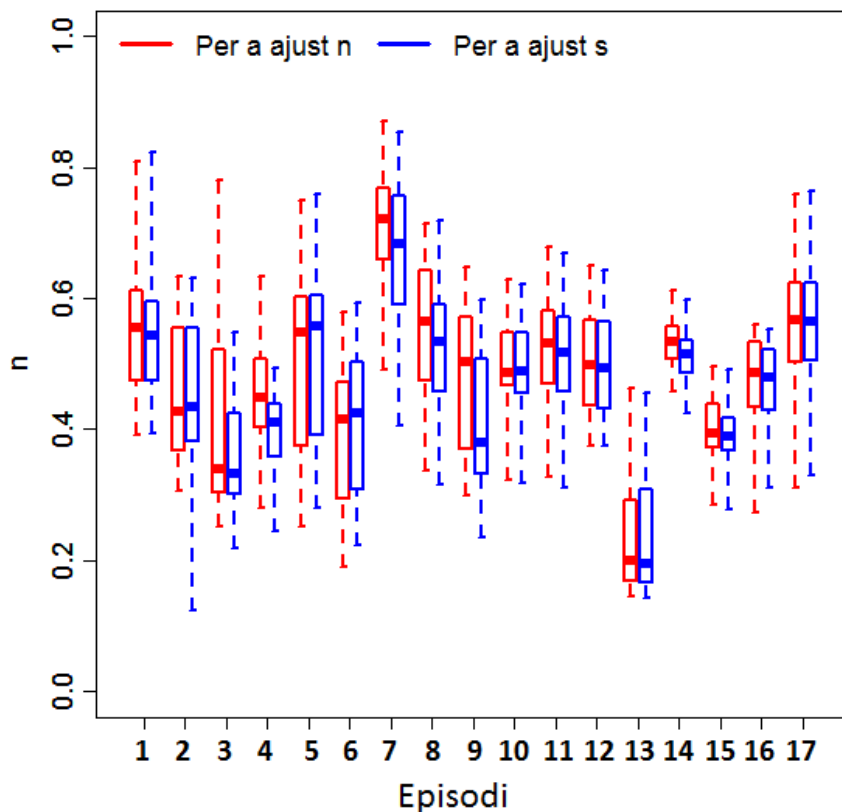


Figura 4.1.3. Diagrames de caixa dels índexs de caracterització pluviomètrica n i s per a tots els episodis, els resultats tenen en compte les dades de la ràfega principal.

4.2. Recopilació de resultats de l'anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal dels episodis

A la següent taula mostrem els valors del coeficient d'abast i el coeficient de persistència per conèixer quin va ser l'episodi en el que la pluja va estar més generalitzada i quin va ser l'episodi amb major temps de pluja apreciable respectivament.

Taula 4.2.1. Resum de l'anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal dels episodis.

	Coeficient d'abast (C)	Coeficient (P) persistència
EP1	0.723	0.281
EP2	0.730	0.865
EP3	0.694	0.684
EP4	0.878	0.590
EP5	0.548	0.451
EP6	0.379	0.142
EP7	0.314	0.295
EP8	0.720	0.330
EP9	0.847	0.483
EP10	0.837	0.778
EP11	0.909	0.399
EP12	0.645	0.556
EP13	0.969	0.814
EP14	0.801	0.663
EP15	0.739	0.344
EP16	0.848	0.194
EP17	0.69	0.17

4.3. Recopilació de resultats de l'anàlisi de dades no pluviomètriques

A la següent taula hi és la recopilació de dades no pluviomètriques que ens donen idea de com va ser cada esdeveniment en quant a la situació meteorològica i la tipologia de fenòmens que podria comportar cada episodi.

Taula 4.3.1. Resum de l'anàlisi de dades no pluviomètriques dels episodis.

Episodi	Estació/mes	Vent	Soaring	PCA-NCL (%)	Tipus núvol	Llamps
1	Tardor/9	Calma/brisa	15-20	-	ND	ND
2	Hivern/1	E-SE feble	20-25	15-30	ND	ND
3	Estiu/7-8	Calma/brisa	25-30	45-60	Cb estela	ND
4	Tardor/10	Sud feble	25-30	15-30	Front + Cb mar-terra	ND
5	Tardor/9	Calma/brisa	25-30	15-30	<i>No identificat</i>	ND
6	Primavera/4	Est feble	10-15	15-30	No Cb	Sí
7	Tardor/10	SE feble	30-35	30-45	Front fred	No
8	Estiu/9	SE feble	35-40	70-75	SCM	Sí
9	Primavera/4	Est feble	25-30	15-30	Front Mediterrani	No
10	Primavera/5	E-SE moderat	25-30	30-45	Front Mediterrani	No
11	Tardor/10	Calma/brisa	30-35	45-60	Cb ciclogènesi	Sí
12	Estiu/9	SE feble	30-35	45-60	SCM	Sí
13	Hivern/3	E moderat	20-25	0-15	No Cb	No
14	Hivern/3	Calma/brisa	30-35	30-45	Tempesta mar	Sí
15	Primavera/6	Calma/brisa	30-35	30-45	Cb estela	No
16	Estiu/07	SE feble	25-30	-	SCM	Si
17	Estiu/07	Calma/brisa	25-30	30-45	Tempesta Pirineu-CC	Sí

A la taula s'indica a la columna de llamps si es produïren o no les descàrregues elèctriques sobre la comarca del Barcelonès. ND: dada No Disponible

De la columna de tipus de núvol: Cb: Cumulonimbus. Estela: Fenomen de convergència de vents humits a la zona de la costa central. SCM: Sistema Convectiu de Mesoscala. CC: Costa Central

5. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

5.1. Anàlisi en conjunt

Sabem que els ajustos dels índexs n i s sobre les dades empíriques són molt millors per a la ratxa principal que per al dia sencer, els resultats que solen obtenir per al dia sencer tenen un biaix per excés de convectivitat, ja que les ratxes sense precipitació distorsionen el càlcul de la ratxa de pluja. Això es deu a que en el conjunt d'un episodi en el que hi ha hagut molts moments sense pluja la ratxa humida queda com un esdeveniment molt puntual i per tant l'índex ho interpreta com un tipus de precipitació predominantment convectiu donada la variabilitat que suposa un grup de ratxes humides en un episodi en el que predominen les ratxes seques. En canvi, si l'índex es centra únicament en el esdeveniment plujós més important si que ens permet conèixer de forma concreta quin tipus de precipitació es va donar en eixa ratxa. Així doncs, si a l'anàlisi d'episodis ens trobem amb aquest comportament podem identificar l'episodi de ratxa principal com aïllat dins del conjunt de ratxes del dia complet. Tanmateix si un episodi presenta molt poques ratxes seques es pot dir que l'índex n i s per a la ratxa principal per a tot els dia seran semblants i per tant els resultats d'aquest últim no s'haurien d'invalidar. No obstant això a l'hora d'analitzar cadascun dels episodis, i per a donar uns resultats més clars i concisos s'ha optat per emprar únicament l'índex n de la ratxa principal (RP), pel que fa a l'índex s sí que pot servir per a catalogar l'episodi complet (T), ja que dóna informació de com de concentrada ha estat en el temps la precipitació; per tant, si hi ha hagut moltes ratxes seques durant l'episodi aquest índex ens informarà de que la precipitació ha caigut en poc de temps.

En la comparació de les correlacions entre els diferents índex, si atenem als valors de R obtinguts per el còmput de 24 hores i únicament la ratxa principal, podem observar que la correlació gairebé sempre és millor per al dia sencer que per a la ratxa principal. L'explicació a aquest comportament té de rerefons la mateixa explicació que la diferència entre la n de RP i la n de T, en aquest sentit els citats índex tenen el mateix tipus de biaix a l'hora d'establir-se les correlacions entre ells: la relació entre la duració efectiva de la pluja i la duració fixada (de 24h) fan que els valors totals de n i n_s estiguen modulats en funció de la persistència de la pluja. És a dir, a menor persistència, majors són aquests valors, i per tant, major serà el biaix respecte als n de RP, alhora que augmenta el contrast entre pluviòmetres.

Taula 5.1. Taula de recopilació de correlacions entre índex que es consideren satisfactòries.

Episodi	B Vs I0 (RP)	B Vs I0 (T)	B Vs P0 (RP)	B Vs P0 (T)	IP Vs I0 (RP)	IP Vs I0 (T)	IP Vs P0 (RP)	IP Vs P0 (T)	Correl n-s (RP)	Correl n-s (T)
EP1	0.83	0.92	0.84	0.92	0.87	0.98	0.96	0.98	-0.94	-0.96
EP2	0.85	0.67	0.8	0.68	0.69	0.86	0.76	0.88	-0.82	-0.98
EP3	0.51	0.78	0.65	0.79	0.51	0.96	0.88	0.97	-0.52	-0.97
EP4	0.76	0.8	0.85	0.8	0.77	0.89	0.92	0.91	-0.13	-1
EP5	0.75	0.86	0.94	0.9	0.9	0.88	0.96	0.92	-0.86	-0.98
EP6	0.86	0.89	0.9	0.89	0.86	0.97	0.95	0.97	-0.92	-1
EP7	0.86	0.93	0.89	0.92	0.98	0.94	0.98	0.95	-0.04	-1
EP8	0.24	0.39	0.32	0.41	0.5	0.93	0.83	0.94	-0.51	-0.99
EP9	0.8	0.9	0.89	0.89	0.85	0.82	0.92	0.86	-0.21	0.99
EP10	0.75	0.76	0.79	0.78	0.78	0.8	0.83	0.85	-0.96	-0.99
EP11	0.88	0.91	0.92	0.92	0.83	0.95	0.91	0.96	-0.99	-0.99
EP12	0.52	0.47	0.73	0.5	0.58	0.82	0.81	0.86	-0.99	-0.99
EP13	NA	NA	NA	NA	0.34	0.53	0.35	0.57	-0.85	-0.99
EP14	0.93	0.9	0.9	0.9	0.92	0.97	0.98	0.98	-0.07	-1
EP15	0.77	0.93	0.87	0.95	0.83	0.98	0.95	0.98	-0.78	-0.99
EP16	0.56	0.78	0.58	0.79	0.81	0.95	0.92	0.96	-0.7	-0.99
EP17	0.81	0.81	0.85	0.82	0.88	0.99	0.99	0.99	-0.99	-0.98

Mitjana	0.730	0.794	0.795	0.804	0.759	0.895	0.876	0.914	-0.664	-0.988
Desv. T	0.182	0.161	0.161	0.155	0.176	0.113	0.151	0.100	0.348	0.011

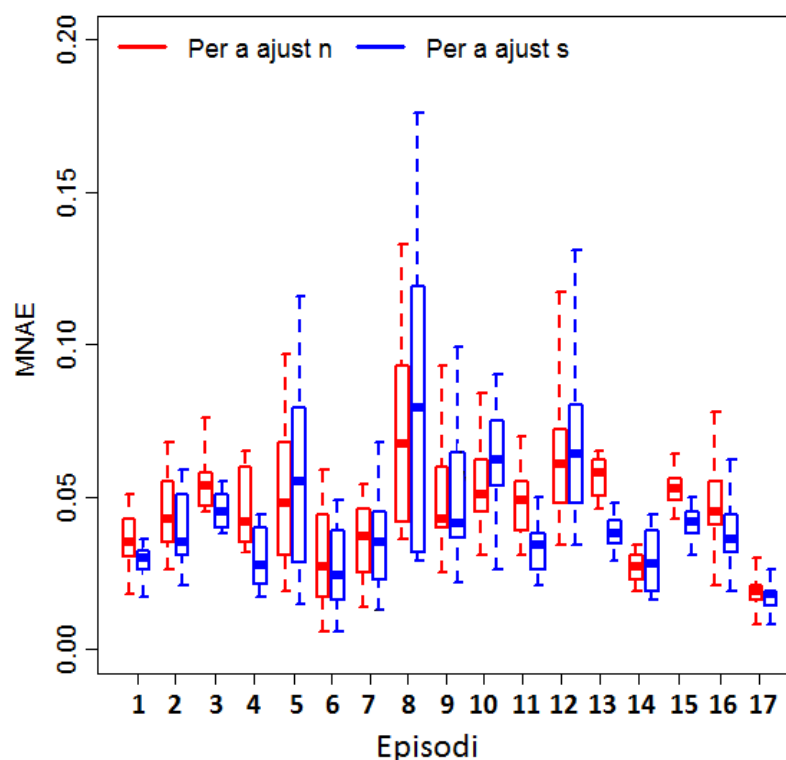
On: NA: No Apareix. La raó és que en aquest episodi $\beta=0$. Correl: Correlació.
Desv. T.: Desviació típica

L'anàlisi de correlacions ens indica que els índexs β i IP presenten correlacions baixes amb els índexs n i s . No obstant, aquestes correlacions són molt altes amb els paràmetres que empren aquestos dos índex per a obtenir els seus valors, és a dir, I_0 (intensitat de referència) i P_0 (precipitació de referència). Aquesta millor correlació és deu a que tant IP com β fan referència directa i indirectament a les intensitats més altes de cada episodi, al igual que fan I_0 i P_0 . La correlació entre n i s per a les ratxes principals es troba al voltant de 0.7. No obstant, també s'observa que hi ha un grup de cinc episodis dels que la correlació és molt baixa, ja que es troba molt per sota de 0.6. Això es deu a dos efectes: per una banda, les ratxes són tan curtes en el temps que provoquen que l'ajust no puga ser el suficientment fi, obtenint per això uns valors de n i n_s amb algunes diferències entre sí; i per l'altra banda, en alguns casos els valors de n tenen poca variabilitat espacial, per la qual cosa unes petites diferències són més que suficients per a provocar que la correlació amb n_s siga molt baixa. En tractar-se d'índex de base matemàtica semblant, es consideren bons els resultats en quan a les correlacions existents entre n i s ja que es pot dir que s'adapten de forma semblant a les dades empíriques i per tant ambdós semblen ser vàlids per a l'anàlisi operatiu de les ratxes humides dels episodis.

A més de les relacions indicades a la taula 5.1, també existeix certa relació entre la n total i β o IP , però és més feble (al voltant de $R = 0.54$) perquè n fa referència al comportament de la pluja en el temps, independentment de la intensitat, mentre que β i IP fan referència directa o indirectament a la intensitat. Això és perquè IP és un promig de la intensitat màxima, normalitzada amb els valors climàtics; i Beta representa amb quina proporció es supera la quantitat llindar de 35 mm/h.

A l'annex A3 trobem les representacions gràfiques, núvols de punts, de les correlacions entre els diferents índex pluviomètrics que s'han recopilat a la Taula 5.1. A més també s'ha fet una recopilació d'aquelles correlacions que no s'ha considerat com a bones per donar valors de R per sota de 0.65.

Figura 5.1. Diagrames de caixa dels MNAE dels índexs de caracterització pluviomètrica n i s per a tots els episodis, els resultats tenen en compte les dades de la ràfega principal.



Com es veu a la Figura 5.1. l'ajust amb s tendeix a ser més acurat que amb n . No obstant això, els valors obtinguts en els resultats, molt semblants entre n i n_s , ens fan pensar que a nivell operatiu es poden considerar com equivalents. Tanmateix, el valor de s té una interpretació anàloga a la que se li dona a n_s i per tant a l'hora de comentar les ratxes principals no ha estat pres en consideració, per al dia sencer sí que s'ha emprat aquest índex per a analitzar els episodis, i s'ha fet tenint en compte que el valor de s_{max} és constant i val 3,51.

En la Taula 5.2. fem una comparació entre els valors mitjans dels índexs pluviomètrics per a cada episodi i cinc indicadors de la convectivitat (abast, persistència, índex K, PCA-NCL i presència de cumulonimbus o llamps. En aquest últim cas, hem simplificat la informació de la següent forma:

- Si hi ha llamp sumem 1, si no hi ha llamp sumem 0.
- Si hi ha Cb simple sumem 1, si hi ha núvols perfectament estratiformes sumem 0. Si hi ha un front mediterrani, un SCM o similar, aleshores sumem 0,5, perquè es tracta d'una barreja entre núvols de tipus Cb i núvols de tipus estratiforme (degut a la alimentació marina).

Amb tot això, els cinc indicadors de la convectivitat o de les propietats físiques de la pluja, ens serveix per a verificar la capacitat d'anàlisi dels altres índex obtinguts directament de les dades recollides pels pluviòmetres (IP , B , I_0 , P_0 , n i n_s).

Taula 5.2. Resum dels índexs de cada episodi (IP , B , I_0 , P_0 , n i n_s) i els valors mitjans del indicadors de la convectivitat: Abast (C), Persistència (P), Índex K, Possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure (PCA-NCL) i presència de Cumulonimbus i/o llamps (Cb+L).

	IP	β	I_0 (RP)	P_0 (RP)	n (RP)	n_s (T)	C	P	K	PCA-NCL	Cb + L
EP1	0.34	0.31	3.76	8.12	0.57	0.84	0.72	0.28	17.5	NA	ND
EP2	0.28	0.04	1.34	3.60	0.46	0.50	0.73	0.87	22.5	22.5	ND
EP3	0.80	0.47	3.12	11.24	0.44	0.73	0.69	0.68	27.5	52.5	ND
EP4	0.68	0.29	2.72	8.15	0.45	0.56	0.88	0.59	27.5	22.5	ND
EP5	0.23	0.19	1.98	5.39	0.50	0.77	0.55	0.45	27.5	22.5	0
EP6	0.15	0.07	0.82	2.84	0.39	0.89	0.38	0.14	12.5	22.5	1
EP7	0.10	0.10	1.53	2.96	0.71	0.75	0.31	0.30	32.5	37.5	0
EP8	0.49	0.50	3.72	9.89	0.56	0.60	0.72	0.33	37.5	72.5	1.5
EP9	0.37	0.13	1.86	5.79	0.48	0.62	0.85	0.48	27.5	22.5	0.5
EP10	0.27	0.04	1.37	3.50	0.50	0.53	0.84	0.78	27.5	37.5	0.5
EP11	0.52	0.26	4.16	9.16	0.53	0.72	0.91	0.40	32.5	52.5	2
EP12	0.45	0.34	3.38	9.00	0.51	0.74	0.65	0.56	32.5	52.5	1.5
EP13	0.27	0.00	0.35	1.12	0.24	0.31	0.97	0.81	22.5	7.5	0
EP14	0.45	0.23	3.17	7.94	0.55	0.64	0.80	0.66	32.5	37.5	1.5
EP15	0.33	0.10	1.56	5.07	0.40	0.79	0.74	0.34	32.5	37.5	1
EP16	0.54	0.53	3.49	10.18	0.48	0.81	0.85	0.19	27.5	NA	1.5
EP17	0.47	0.66	5.57	13.49	0.56	0.92	0.69	0.17	27.5	37.5	2

Tant si atenem al coeficient d'abast com al de persistència, l'índex que millor informa sobre aquestes propietats és l'índex n_s total (T) (Taula 5.2.). Això es deu a que aquest índex es veu afectat per la diferència entre la durada efectiva de la pluja i la durada total considerada per a cada episodi (24h). D'aquesta forma, quan menor siga la durada efectiva, menor és la persistència i major és l'índex n_s (correlació negativa). D'altra banda, la correlació amb l'índex de flotabilitat K és significativament més baixa amb la resta dels índexs, però es troba que la millor relació la té amb l'índex n de la ratxa principal. Per últim, les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure (PCA-NCL) així com la presència de cumulonimbus i/o llamps (Cb+L) es correlacionen satisfactòriament amb tots els indicadors de la intensitat: IP , B , I_0 i P_0 . No obstant, l'índex P_0 presenta un molt lleuger avantatge respecte a la resta.

Taula 5.3. Correlacions entre els valors mitjans dels índexs de cada episodi (IP , B , I_0 , P_0 , n i n_s) i els valors mitjans del indicadors de la convectivitat, segons la **Taula 5.2.**

Correlació (R) entre	IP	β	I_0 (RP)	P_0 (RP)	n (RP)	n_s (T)
C	0.50	0.07	0.16	0.19	-0.42	-0.55
P	0.12	-0.45	-0.41	-0.34	-0.37	-0.83
Índex K	0.32	0.30	0.35	0.36	0.42	-0.11
PCA-NCL	0.44	0.63	0.64	0.64	0.50	0.31
Cb+L	0.80	0.77	0.88	0.89	0.22	0.55

5.2. Anàlisi per episodis (APP)

En aquest apartat hem analitzat exhaustivament els 17 episodis que tracta el treball. Per a concretar i sintetitzar en aquest apartat aquells aspectes més importants que s'han donat en el conjunt d'episodis, s'ha escollit els quatre casos amb uns valors dels índexs més interessants, s'ha indicat en l'encapçalament la raó fonamental de l'elecció; la resta d'episodis es troben a l'annex A3.

EP4. Exemple d'episodi de període de retorn superior a 5 anys

Mitjana acumulat: 103.0 mm. Acumulat màxim: 133.7 mm, acumulat mínim: 73.6 mm

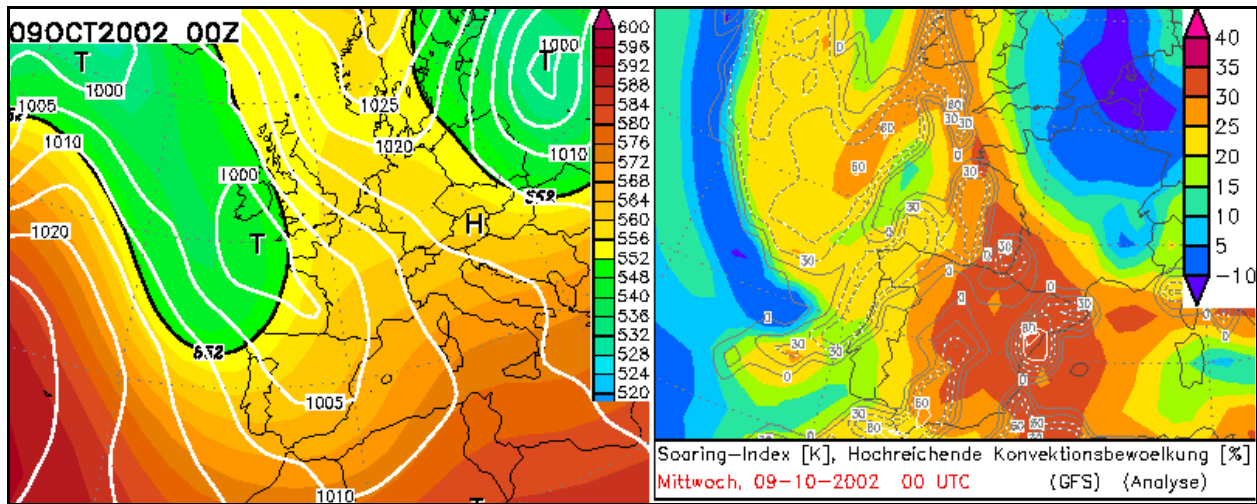


Figura 4 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 9 de octubre de 2002 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure (font anàlisi).

Taula 4.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP4	Sud feble	25-30	15-30	Front + Cb mar-terra	ND

Taules 4.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP4	0.681	0.285
	0.165	0.152

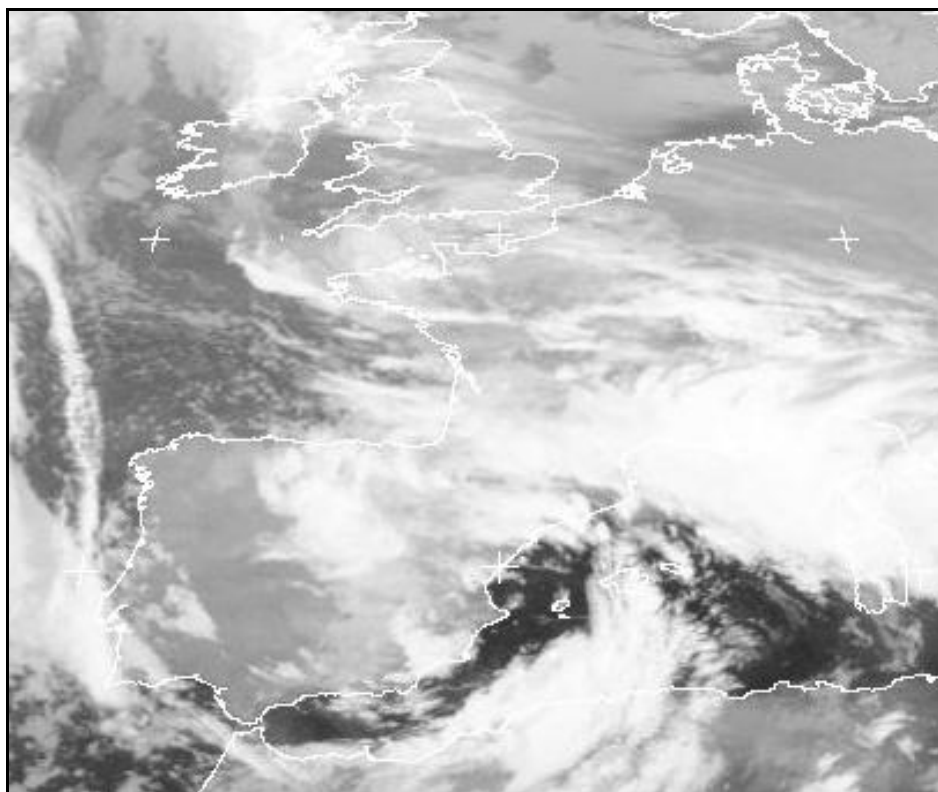
*6

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP4	1.546	0.453	0.394	0.046	0.029
	0.219	0.088	0.069	0.012	0.010

⁶ En color hi trobem a les taules els valors de desviació típica, sense color hi trobem els valors mitjans.

Taula 4.c. APP. Anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal de l'episodi 4.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP4	0.878	0.590



Imatge 2 APP. Fotografia satelital del Meteosat 7, VISSR 000.0E Quicklooks, en el Canal 2 (10.5 - 12.5 μm) o infraroig tèrmic per a la zona d'Europa Occidental, el dia 10 d'octubre de 2002 a les 06Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). La imatge del moment clau de l'episodi, a les 0Z no està disponible.

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 103,0 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. A diferència de l'anterior episodi, no se va enregistrar gran variabilitat en les acumulacions de l'episodi ($\pm 30\text{mm}$). La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, amb la qual cosa és natural que els vents es trobaren en calma durant l'episodi. Els índexs de convectivitat mitjans-alts ens indiquen que és possible la formació de tempestes importants. La tipologia de núvol observat ens mostra que les tempestes sovintejaren l'àrea d'estudi, almenys a les 06Z un cop sobrepassat pel nord el front nuvolós que s'observa al Golf de Lleó.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè les mitjanes d'acumulació superen lleugerament els llindars del període de retorn de 5 anys per a la duració de 1440 minuts. El valor de IP: 0.681 ± 0.165 ens situa en un esdeveniment tipus III, encara que donada la variabilitat entre les diferents estacions no es pot assegurar que es tracte d'aquesta tipologia. Per a decidir-nos definitivament per aquest s'ha consultat també la qualificació per grups meteorològica, de manera que de forma qualitativa s'hem decidit per catalogar aquest episodi com a III, ja que és una situació a nivell sinòptic amb un front fred molt ben marcat; que genera les pluges més importants de l'episodi durant més de 12 hores, que són les que propicien que se supere el llindar de període de retorn de 24h. L'índex

β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, tot i que amb bastant variabilitat entre estacions dins d'aquesta qualificació i que fins i tot no seria estrany trobar alguna estació amb índex β moderadament convectiu.

L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se de forma bastant constant en el temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 59% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir durant un interval de temps relativament llarga atenent a aquest comportament.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja entre lleugerament advectiona (n_s) i variable. En el cas de n es pot considerar com a efectiva per la proporció equitativa entre ambdós tipus de precipitació (advectiona/convectiva).

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 87.8%, és a dir, va ser un episodi generalitzat molta més estona que focalitzat.

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi important, amb un període de retorn superior a 5 anys per acumulats de 24 hores, encara que és probable que el període de retorn per al lapse entre 4 i 12 hores siga major ja que hi hagué gairebé migdia en el que no va precipitar, tal i com mostra el coeficient de persistència. La forma en la que es va acumular la precipitació durant la ratxa principal ens diu que la pluja combinava trets advectionius amb convectius, manifestant certa persistència de intensitats de precipitació elevada durant la duració d'aquesta ratxa, estant per tant aquest el moment més difícil de controlar a l'hora de desguassar l'aigua de la ciutat.

EP11. Exemple d'episodi de precipitació efectiva

Mitjana acumulat: 55.8 mm. Acumulat màxim: 84,5 mm, acumulat mínim: 30.1 mm

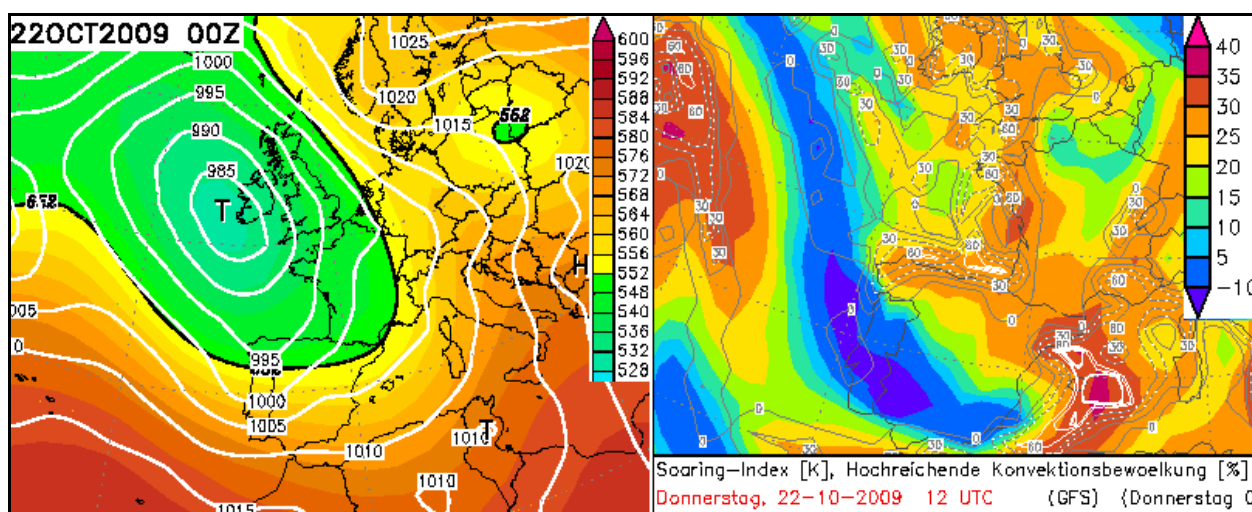


Figura 11 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 22 d'octubre de 2009 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 12Z del mateix dia. (font anàlisi).

Taula 11.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP11	Calma/brisa	30-35	45-60	Cb ciclogènesi	12:00-14:00 / 16:00-20:00

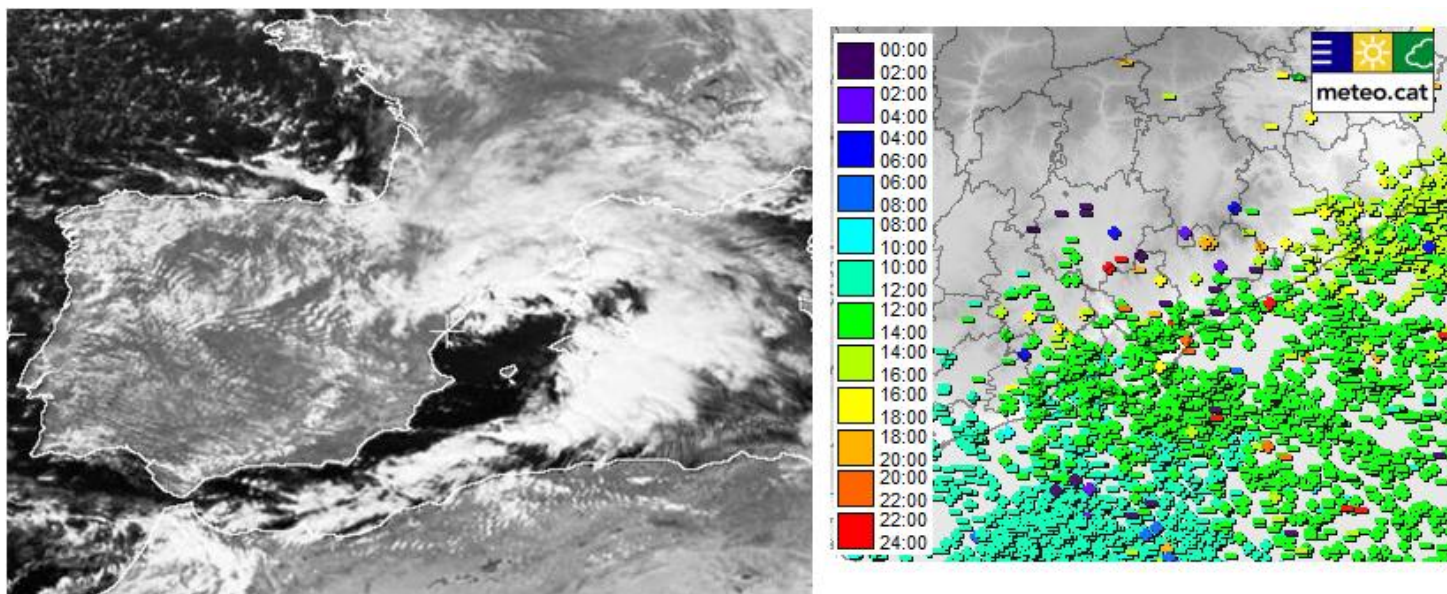
Taules 11.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP11	0.515	0.264
	0.160	0.160

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP11	0.968	0.526	0.514	0.048	0.033
	0.164	0.088	0.086	0.011	0.008

Taula 11.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 11.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP11	0.909	0.399



Imatge 9 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 2 (0.74 - 0.88 μm) o visible roig a infraroig pròxim, per a la zona de la Península Ibèrica i la Mediterrània Occidental, el dia 22 d'octubre de 2009 a les 12Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma un tant abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana va ser de 55.8 mm. A més també s'observa que hi hagué gran variabilitat en les acumulacions de l'episodi, destacant l'acumulat màxim puntual de 84.5 mm. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se complexa, el pas d'un important solc en alçada pel nord de la Península Ibèrica impulsa una ciclogènesi a la Mediterrània Occidental que afecta de forma directa a Catalunya i Illes Balears segons s'observa en el mapa d'índex d'inestabilitat. En trobar-se Catalunya just al centre de la pertorbació que es forma, just durant l'episodi el vent hi és en calma. Els índexs de convectivitat alts ens indiquen que és molt possible la formació de tempestes importants. La tipologia de núvol observat al satèl·lit i el mapa de llamps ens mostren com hi van haver tempestes, a la costa catalana, tot i que no s'aprecia signes especials d'organització

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè les mitjanes d'acumulació no arriben a superar els llindars del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, superant el 26.4% de l'episodi de pluja, aproximadament, el llindar dels 35mm/h, atenent a la desviació típica de la dada és molt probable que hi haguera alguns observatoris superant el llindar de 0.3 de l'episodi moderadament convectiu.

L'índex s un tant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació no va tendir a donar-se de forma característica al llarg del dia.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), coincideix de forma completa en que es tracta d'una pluja gairebé perfectament variable.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 90.9%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi de bastant abast. El coeficient de persistència amb un 39.9% del dia amb pluja apreciable, ens indica que va ser un episodi relativament curt.

Així doncs es pot dir que aquest episodi va estar caracteritzat fonamentalment per la seua regularitat en la forma d'acumular-se la pluja durant la ratxa principal i per les seues intensitats

poc convectives segons l'índex β . L'acompanyament elèctric va estar present durant bona part de l'episodi, estant aquesta una possible raó per la que es va donar el comportament variable en l'acumulació de precipitació reflectit per l'índex n per al còmput global de l'episodi. Si ens fixem en la imatge de satèl·lit i llamps es veu com va ser una ciclogènesi mediterrània, amb un sistema de tempestes associat amb bastant activitat elèctrica avançant de Sud a Nord a les hores centrals del dia, el que va generar aquest episodi més important de 2009. Atenent a les acumulacions mitjanes el podem considerar com a moderat, tot i que si haguera estat de més durada de ben segur que la seua consideració hagués estat major.

EP11. Exemple d'episodi de precipitació no convectiva

Mitjana acumulat: 64.7 mm. Acumulat màxim: 98,7 mm, acumulat mínim: 46.2 mm

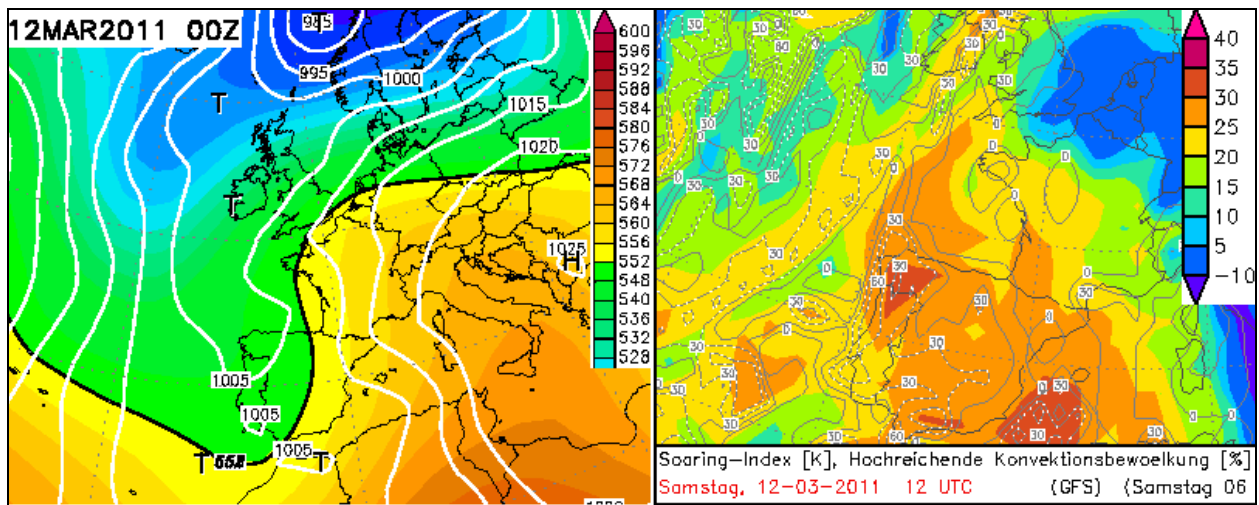


Figura 13 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 12 de març de 2011 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure a les 06Z de mateix dia. (font anàlisi).

Taula 13.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP13	E moderat	20-25	0-15	No Cb	Sense Llamps

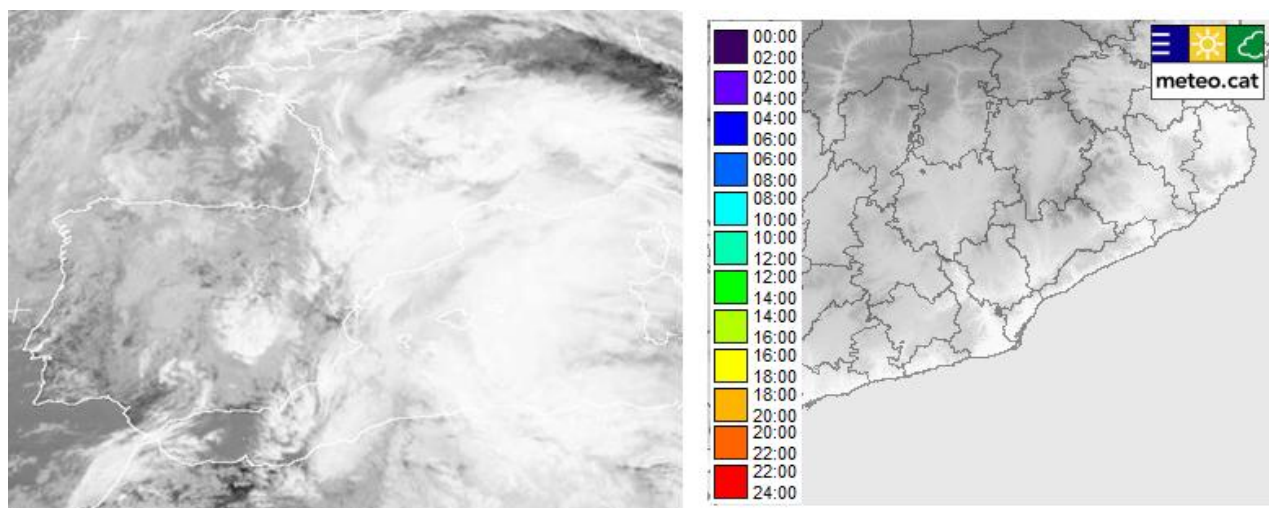
Taules 13.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP13	0.271	0.000
	0.055	0.000

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP13	2.418	0.244	0.251	0.056	0.039
	0.151	0.101	0.104	0.007	0.008

Taula 13.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 13.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP13	0.969	0.814



Imatge 11 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 9 (9.8 - 11.80 μm) o infraroig tèrmic, per a la zona de la Península Ibèrica i la Mediterrània Occidental, el dia 12 de març de 2011 a les 12Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 64.7 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. Es tracta d'un episodi que manifesta certa variabilitat de registres entre diferents estacions, ja que de forma local es va arribar a acumular quantitats properes als 100 mm i la quantitat mínima suposa menys de la meitat de la màxima. La situació sinòptica afavoreix la presència d'un flux moderat de vent marítim de l'Est que afavoreix que la precipitació manifeste trets característics de pluja advection. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat, amb valors d'instabilitat mitjans, tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. La informació de llamps indica que la convecció no va ser el suficientment important com per a generar tempestes amb acompanyament elèctric, de fet no es va detectar cap llamp a Catalunya en aquest episodi.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè la mitjana no supera els llindars del període de retorn de 5 anys. Puntualment sí que ha estat superat per una estació i per a 24 hores. L'índex β ens informa de que va ser un episodi de convectivitat nul·la.

L'índex s molt llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se de forma molt constant en el temps. El valor de s implica que, amb un valor del coeficient de persistència del 81,4% del dia amb pluja apreciable, es podria dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir de forma constant durant un interval de temps molt llarg.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja amb una variabilitat d'intensitat gairebé constant.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 96.9%, la pluja va estar recollint-se de forma completament generalitzada gairebé durant tot el temps que es va produir l'episodi.

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi que destaca per mostrar un tipus de precipitació pràcticament advectiona, amb intensitats sempre per sota dels 35 mm/h, però que va ser molt persistent i generalitzada. Els vents marítims moderats i la situació sinòptica en alçada favorable a la inestabilitat es pot dir que desencadenaren l'episodi.

EP11. Exemple d'episodi de precipitació convectiva

Mitjana acumulat: 29.2 mm. Acumulat màxim: 58,6 mm, acumulat mínim: 13,2 mm

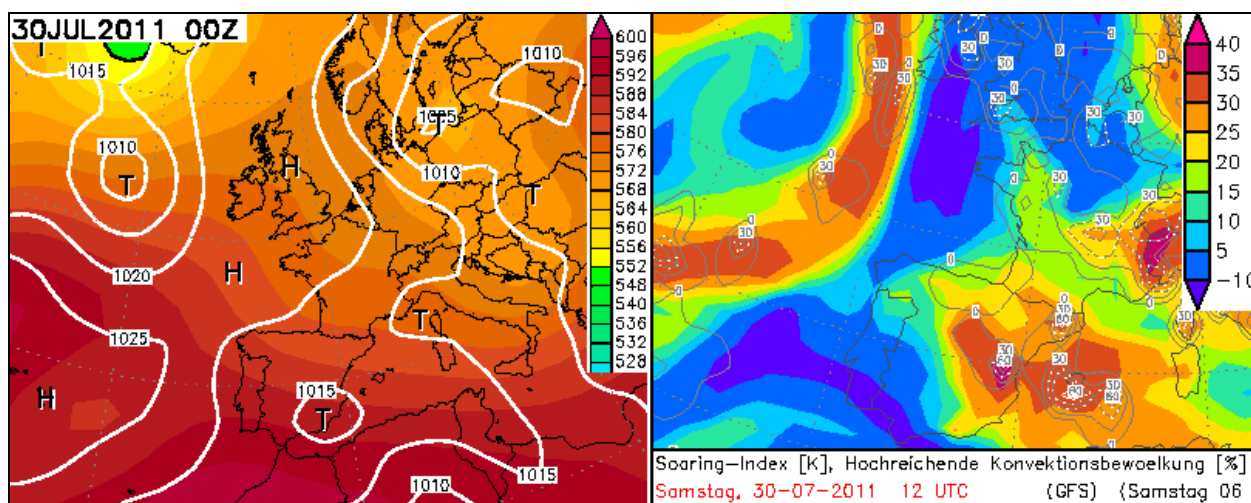


Figura 1 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 19 de juliol de 2011 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure (font anàlisi).

Taula 17.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP16	Calma/brisa	25-30	30-45	Tempesta pirinenca	14:00-16:00

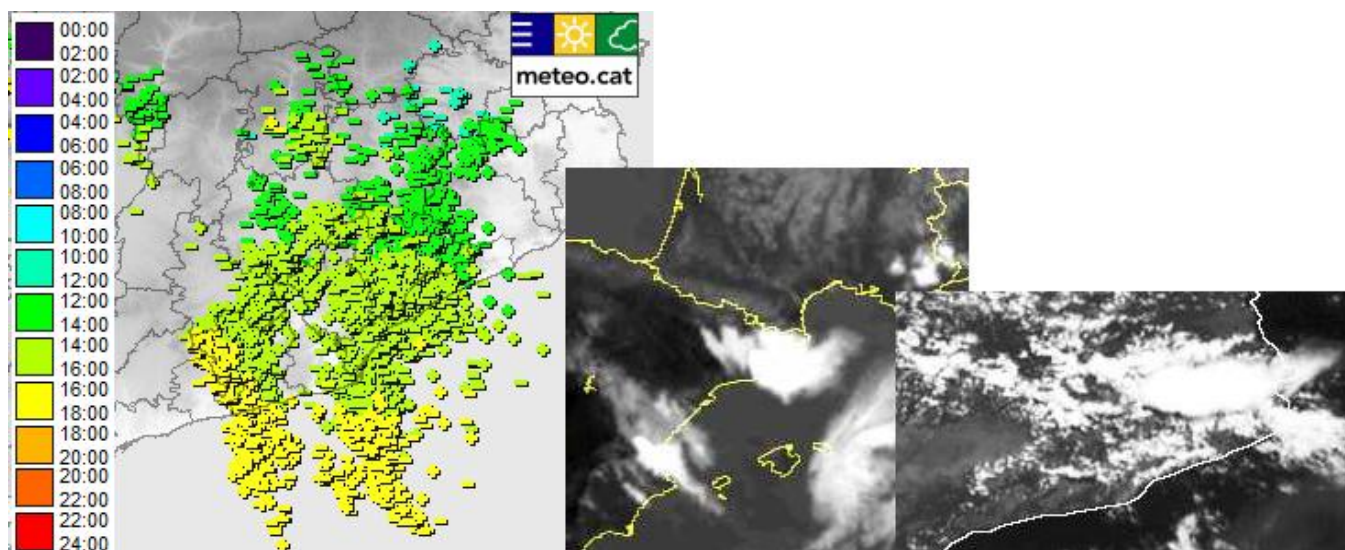
Taules 17.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP17	0.470	0.659
	0.188	0.255

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP17	0.271	0.559	0.563	0.019	0.018
	0.100	0.108	0.104	0.007	0.006

Taula 17.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 17.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP17	0.69	0.17



Imatge 15 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 7 (8.30 – 9.10 μm) o infraroig tèrmic, per a la península Ibèrica a les 14:45Z. (Centre). Fotografia en el Canal 12 (North) (0.4 - 1.1 μm) o visible pancromàtic per a la zona de Catalunya, el dia 30 de juliol de 2011 a les 12Z (dreta) (Font: SAT24 archive (Esquerra) i NEODAAS geostationary archive (dreta)). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (esquerra).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 29,2 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho manifesta. Es tracta d'un episodi que mostra gran variabilitat de registres entre diferents estacions, ja que de forma local es va arribar a acumular quantitats de 58.6 mm i la quantitat mínima suposa més de quatre vegades menys que la màxima. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, permetent el desenvolupament de les brises a migdia. Així doncs, no es pot descartar que la tipologia de precipitació tinga algun tret advectioniu. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat moderats tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. La informació de llamps indica que la convecció va ser el suficientment important com per a generar tempesta amb acompanyament elèctric, de fet al mapa de llamps s'observa el pas d'un sistema tempestuós molt actiu que entre les 14:00 h i les 16:00 h va sovintejar l'àrea d'estudi. Vista la imatge de satèl·lit no seria gens desgavellat afirmar que es podria tractar d'un sistema multicel·lular de tempestes.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè la mitjana no supera els llindars del període de retorn de 5 anys Tot i això localment sí que es va superar el llindar d'acumulats en 5 minuts. L'índex β de 0.66 ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu.

L'índex s no massa llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se en poc de temps al llarg del dia..

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s) coincideix en que es tracta d'una pluja amb una variabilitat d'intensitat equilibrada, molt lleugerament convectiva. Amb la qual cosa la ratxa principal mostra una tipologia de precipitació un tant diferent i molt més efectiva que la que mostra l'episodi sencer.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 69%, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant una part del temps que es va produir l'episodi, tot i això, en tindre un coeficient de persistència de 0.17 pot considerar-se que va representar un tram

bastant curt de les 24 hores del dia (4 hores). Per tant la pluja va estar focalitzada a parts concretes de la ciutat durant un temps relativament important.

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi relativament curt que destaca per mostrar un tipus de precipitació molt predominantment convectiu, excepte durant la ratxa principal, que mostra un gran equilibri entre convectivitat i advection. En aquest cas s'hi va produir almenys una tempesta que arribà a desenvolupar intensitats molt per sobre de 35 mm/h durant una part important de l'episodi, fins i tot estant suficients de forma molt local per a comportar tenir un període de retorn major de 5 anys. A més la localització i la concentració temporal de l'episodi el fan susceptible de generar problemes puntuals en el desguàs d'aigua. La informació no pluviomètrica indica que es probable que es tractara d'un sistema multicel·lular un tant organitzat.

6. CONCLUSIONS

- La relació entre n i s és molt estreta, tant que podem utilitzar indistintament n o n_s . Si bé, en general l'ajust amb s és més acurat que l'ajust amb n . Cal notar que s de per sí no conté suficient informació, a més no es troba normalitzat, per tant és recomanable sempre transformar-la en n_s .
- Existeix certa relació entre la n total i β o IP , però és feble (al voltant de $R = 0.3$) perquè n fa referència al comportament de la pluja en el temps, independentment de la intensitat, mentre que β i IP fan referència directa o indirectament a la intensitat. Això és perquè IP és un promig de la intensitat màxima, normalitzada amb els valors climàtics; i Beta representa amb quina proporció es supera la quantitat llindar de 35 mm/h.
- Per les raons anteriors, la β i el IP estan molt correlacionades amb I_0 i P_0 . Per tant, la metodologia de n (o s) proporciona una doble informació: per una banda informa de la intensitat (mitjançant I_0 o P_0 , al igual que β i IP) i per altra banda descriu el comportament temporal de la pluja (persistència front a concentració en el temps de la pluja).
- S'ha comprovat que els índexs de la ratxa principal són més representatius de l'episodi que no els que es calculen de forma "total" això és deu a que en el conjunt d'un episodi en el que hi ha hagut molts moments sense pluja la ratxa humida queda com un esdeveniment molt puntual i per tant l'índex ho interpreta com un tipus de precipitació predominantment convectiu, donada la variabilitat que suposa un grup de ratxes humides en un episodi en el que predominen les ratxes seques.
- S'ha trobat una bona relació de complementarietat dels índexs d'abast i persistència amb l'índex s per als episodis sencers. Tanmateix, es pensa que si aquestos coeficients es filtressin per a ratxes plujoses de major intensitat donarien dades més interessants per a l'anàlisi d'episodis i es podrien relacionar millor amb la resta d'índex.
- L'índex IP únicament s'ha fet servir a dos episodis, això implica que únicament els esdeveniments de l'any 2002 superen el llindar dels 5 anys de període de retorn per al conjunt de tota la ciutat. Així doncs es pot dir que aquestos són els episodis més perillosos hidrològicament parlant per al conjunt de la ciutat. Per a estacions aïllades també s'ha superat el període de retorn de 5 anys en altres episodis, però no s'ha pogut fer servir per a aquestes l'índex IP conjunt per a l'anàlisi i identificació del tipus d'esdeveniment meteorològic que els va originar.
- Amb tot això arribem a que tots els índexs són bons informadors del tipus de pluja, i que funcionen de forma satisfactòria en un anàlisi conjunt, però en especial l'índex n_s es pot considerar com el que més informació dóna i el que mostra menor error en el seu ajust amb les dades empíriques per a qualsevol tipus d'episodi.

7. AGRAÏMENTS

Vull expressar el meu agraïment en primer lloc a Robert Monjo, co-tutor d'aquest treball, no solament per els seus valuosos consells i converses sinó que també pel seu recolzament i ànim fins i tot en els pitjors moments. Tanmateix vull agrair l'atenció i consells del professor Joan Bech, també tutor d'aquest treball. La font fonamental de dades d'aquest treball ha estat la empresa CLABSA, sense les seues dades pluviomètriques de tanta vàlua aquest treball no haguera estat possible, en aquest sentit he d'agrair la col·laboració i paciència de l'encarregat de l'empresa a l'atenció d'aquestes peticions Xavier Sancho. També voldria agrair al SMC el subministrament de les dades de llamps de la XDDE i la gestió de Jéssica Amaro per aconseguir-me i enviar-me les dades.

Per últim també voldria agrair la paciència i recolzament de la gent que m'envolta, família i amics, que han hagut de suportar la meua manca de dedicació de temps per causa d'aquest treball. En aquest sentit he de fer menció del meu pare, que ha estat la persona amb la que major temps de convivència he passat aquest estiu.

BIBLIOGRAFIA

Bluestein, H.B. (1993). *Synoptic-Dynamic Meteorology in Midlatitudes*. Oxford University Press, Vol. 2, 594 pp

Casas, MJ., 2004. *Análisis espacial y temporal de las lluvias extremas en Catalunya. Modelización y clasificación objetiva*. (tesi) Departament d'Astronomia i Meteorologia de la Universitat de Barcelona.

Casas, MJ., Rodriguez, R., Redaño, A.; (2009.) Analysis of extreme rainfall in Barcelona using a microscale rain gauge network. Royal Meteorological Society.

Félix, C., (2010). How precisely can precipitation be measured with rain gauges?; Federal Office of Meteorology and Climatology, MeteoSwiss. [pdf](#)

Llasat, M.C., 2001. *An objective classification of rainfall events on the basis of their convective features. Application to rainfall intensity in the North-East of Spain*. International Journal of Climatology, 21, 1385-1400

López Bermúdez F., 2002. *Erosión y desertificación, heridas de la tierra*, Nivola Libros y Ediciones, S.L.; 189 pp.

Moncho, R.; Belda, F; Caselles, V. (2009). *Climatic study of the exponent "n" in IDF curves: application for the Iberian Peninsula*. Tethys, nº6: [\(pdf\)](#)

Monjo, R. (2010). *El Índice n de la precipitación intensa*. Divulgameteo.es [\(pdf\)](#)

Montes, J.M., 1997. *Classificació espai-temporal dels episodis pluviomètrics a partir d'un paràmetre físic caracteritzador de la pluja*. Departament d'Astronomia i Meteorologia. Universitat de Barcelona, 110pp

E. Vuerich, C. Monesi, L.G. Lanza, L. Stagi, E. Lanzinger; WMO (2009): *Intercomparison of rainfall intensity gauges*; Instruments and observing methods report nº 99 [\(pdf\)](#)

Pizarro, R.; Pizarro, J.P.; Sangüesa, C.; Martínez, E. (2003): *Módulo 2: Curvas Intensidad Duración Frecuencia*. Sociedad Estándares de Ingeniería para Aguas y Suelos LTDA [\(pdf\)](#)

Recursos Web:

20.gencat.cat/portal/site/meteocat (dades històriques de precipitació)

Ecured.cu (índex K)

Soar-high.com (Soaring Index)

sat.dundee.ac.uk (imatges meteosat)

imkhp2.physik.uni-karlsruhe.de (arxiu imatges satèlit del DWD)

wetter3.de/Archiv (arxiu anàlisi sinòptic GFS)

wetterzentrale.de/topkarten/fsreaur (arxiu reanàlisi sinòptic)

[Wikipedia](#) (corbes IDF)

[Wikipedia](#) (anàlisi de freqüència acumulada)

ANNEXOS

A1. ANNEX INTRODUCCIÓ

Metodologia IDF

Taula A1.1. Exemple de càlcul per a l'anàlisi de freqüència acumulada de precipitacions 5-minutals.

hora	seqüència real ruixat	seqüència ordenada	seqüència acumulada
16:30	2.2	15.4	15.4
16:35	2.4	14.8	30.2
16:40	2.6	14.2	44.4
16:45	7.2	14.8	59.2
16:50	4	15.2	74.4
16:55	4	11.2	85.6
17:00	4.2	10.6	96.2
17:05	10.2	10	106.2
17:10	12.6	12.6	118.8
17:15	10	10.2	129
17:20	10.6	9.6	138.6
17:25	11.2	5.8	144.4
17:30	14.8	4.2	148.6
17:35	15.4	4	152.6
17:40	14.2	4	156.6
17:45	14.8	7.2	163.8
17:50	15.2	2.6	166.4
17:55	9.6	2.4	168.8
18:00	5.8	2.2	171

S'ha destacat en gris aquells valors de la seqüència acumulada que s'empren per al càlcul dels índexs n i s en l'interval 0-90 minuts que ha estat introduït en l'exemple, a banda, els intervals emprats per sobre d'aquest temps són, en minuts: 120, 180, 240, 300, 360, 420, 480, 540, 600, 660, 720, 780, 1440.

La metodologia de l'índex IP emprà els mateixos càlculs que l'exemple però escull com a intervals d'interès els de 5 minuts, 60 minuts, 120 minuts i 1440 minuts.

Metodologia Monjo (2010)

Taula A1.2. Detall dels rècords mundials de precipitació en funció de la precipitació màxima en un minut P_o' equivalent per a un índex normal ($n=0.5$) i índex n' equivalent per a cada rècord amb una precipitació màxima en un minut suposada de 49 mm. (Monjo, 2010).

Duració	P_{total} (mm)	P_o' (mm)	n'
8 min	126	45	0,546
15 min	198	51	0,484
20 min	206	46	0,521
30 min	280	51	0,488
42 min	305	47	0,511
60 min	401	52	0,487
72 min	440	52	0,487

2 h	489	45	0,519
2.5 h	550	45	0,517
3 h	600	45	0,518
6 h	840	44	0,517
9 h	1087	47	0,507
10 h	1400	57	0,476
18.5 h	1689	50	0,495
20 h	1697	51	0,500
22 h	1780	49	0,500
24 h	1870	49	0,499
2 d	2467	49	0,508
3 d	3929	46	0,476
4 d	4869	60	0,469
8 d	4936	64	0,507
9 d	5342	46	0,505
10 d	5678	47	0,504
11 d	5949	47	0,504
12 d	6051	47	0,506
1 mes	9300	46	0,509
2 mesos	12767	45	0,511
3 mesos	16369	43	0,506
4 mesos	18738	45	0,507
5 mesos	20412	45	0,509
6 mesos	22454	44	0,508
1 any	26461	36	0,522
2 anys	40768	40	0,515

Metodologia Casas (2004)

Anàlisi de conglomerats:

L'anàlisi per conglomerats consisteix en caracteritzar cada ruixat per cadascuna de les variables desitjades, en el cas de Casas (2004) emprant un criteri de proximitat espacial (distància euclídia ordinària entre estacions) per a un mateix temps considerat. Amb aquests criteris es crea un dendrograma en el que en successius passos es van combinant ruixats o conglomerats, la decisió de combinar uns o altres està sotmesa a la metodologia UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) o de vinculació entre grups, on es defineix la distància entre conglomerats com la mitjana de distàncies entre totes les parelles de ruixats en les que un membre de la parella pertany a un conglomerat i l'altre membre a un altre.

Taula A1.3. Pluges enregistrades pels pluviòmetres de la xarxa de CLABSA en Barcelona (1994-2001) que han igualat o superat (en negreta) el llindar de precipitació corresponent al període de retorn de 5 anys, P(t,5) per a alguna de les duracions escollides. IP és el seu índex ponderat d'intensitat. (Casas, 2004). *Hem introduït a més a la darrera columna la classificació per grups de cada episodi de la Taula 3.9 (a partir del dendrograma) de Casas (2004).*

pluviòmetre	ddmmaa	5 min	1 hora	2 hores	24 hores	IP	Grup
		P(5,5)=15.2mm	P(60,5)=54.0mm	P(120,5)=63.1mm	P(1440,5)=95.9mm		
CANY	290994	3	19.7	35.1	85.1	0.5	III
DEPU	290994	4.3	24.9	41.4	91	0.59	III
COTX	191094	7.7	45.2	63.2	71.7	0.77	II B
MONT	191094	8.7	36.2	60.3	72.7	0.74	II B
AJNO	240895	11.7	80.7	94.2	133.1	1.29	IV
AJNO	210995	11.4	52.6	54.6	56.3	0.79	II A
AJUO	210995	19.9	79.7	91.2	94.2	1.3	IV
COTX	210995	9.6	51.8	53.9	57	0.76	II A
SAGR	210995	8.7	77.9	89.3	92.7	1.1	II A
CLAB	070896	19.4	32.6	32.6	32.8	0.68	I
AGBE	141096	6.3	27.3	33.7	105.3	0.64	III
AJNO	141096	6.4	29.2	39.3	103.5	0.67	III
COTX	141096	3.8	16.1	28.1	95.9	0.5	III
ELIZ	141096	5.7	30.2	37.6	108.1	0.66	III
MONT	141096	7	30.8	39.6	103.9	0.69	III
NICA	141096	6.2	31.5	38.8	108.2	0.68	III
SAGR	141096	5.9	29.7	37.6	110.1	0.67	III
AGBE	31298	3.4	26.3	37.8	110.2	0.61	III
AGCO	31298	4.8	22.7	29.5	135.7	0.65	III
AGTI	31298	3.2	20.1	29.9	98.7	0.52	III
AGTR	31298	3.5	23.4	32.8	103.4	0.57	III
AJSA	31298	3.1	15.9	26	106.5	0.51	III
BARK	31298	3.3	15.1	22	121.1	0.53	III
CANY	31298	4.2	27.9	37.3	101.5	0.61	III
COTX	31298	2.6	10.8	19.2	109.1	0.45	III
DEPU	31298	7.2	25.5	34.3	106.7	0.75	III
ELIZ	31298	3.7	16.9	26.6	111.5	0.54	III
FCCF	31298	4.3	16.4	22.5	111.1	0.53	III
HEUR	31298	5	36	50.8	134	0.8	III
SAGR	31298	4.4	29.3	40.3	114.2	0.67	III
BARK	30999	13.7	48.5	50.7	56.1	0.8	II A
AGCO	140999	12.6	59.8	60.6	65.9	0.9	II A
AJSA	140999	16.9	66.1	67.3	74.3	1.04	II A
BARK	140999	13	55.4	56.7	60.1	0.85	II A
CLAB	140999	12.2	51.7	52.6	55.3	0.79	II A
CATA	140999	11.6	45.5	46.4	96.4	0.84	II A
COTX	140999	14.4	57.3	58.3	60.3	0.89	II A
FCCF	140999	12.9	53.5	53.9	59	0.83	II A
FISI	140999	8.7	55.3	56.2	58	0.77	II A
HEUR	140999	11.4	58.6	60	78.2	0.9	II A
MONT	140999	14.2	49.4	50.9	58.7	0.82	II A
NABI	140999	7.9	57.5	60	63.7	0.8	II A
ROLI	140999	9.5	52.5	53.5	102	0.88	II A
AGTR	150701	15.8	39.2	64.9	69.7	0.88	II B
AGTI	91001	39.1	55.8	61.9	63.1	1.31	IV

Taula A1.4. Classificació, en funció del tipus d'episodi determinat per l'anàlisi de conglomerats, dels índexs IP calculats per a cadascun dels 45 episodis de pluja, que superen el llindar del període de retorn de 5 anys als pluviòmetres de la xarxa de CLABSA a la sèrie 1994-2000. Elaborat a partir del treball de Casas (2004) atenent als resultats del dendrograma i al càlcul de l'índex IP de cada episodi.

	I	II a	II b	III	IV
	0.68	0.79	0.77	0.5	1.29
		0.76	0.74	0.59	1.3
		1.1	0.88	0.64	1.31
		0.8		0.67	
		0.9		0.5	
		1.04		0.66	
		0.85		0.69	
		0.79		0.68	
		0.84		0.67	
		0.89		0.61	
		0.83		0.65	
		0.77		0.52	
		0.9		0.57	
		0.82		0.51	
		0.8		0.53	
		0.88		0.61	
				0.45	
				0.75	
				0.54	
				0.53	
				0.8	
				0.67	
Mitjana	0.680	0.860	0.797	0.606	1.300
Desviació estàndard	0.000	0.094	0.074	0.090	0.010

A2. Annex Dades i Metodologia

Dades

Taula A2.1. Pluviometria màxima anual enregistrada a la xarxa de CLABSA en la sèrie 2000-2011

Data	Codi pluviòmetre màxima precipitació 24h	Zona	Pluja acumulada (mm/24h)	Pluja promig BCN (mm)
28/09/2000	CL2 Escola Catalònia	Poble Nou	49.8	27.49
15/01/2001	CL20 Casa Elizalde	Eixample Dret	59.9	48.14
09/10/2002	CL23 Dipòsit Escola Industrial	Eixample Esquerre	133.7	102.68
25/02/2003	CL18 Palau de les Heures	Vall d'Hebron	52.7	31.69
16/04/2004	CL18 Palau de les Heures	Vall d'Hebron	50.1	33.44
13/10/2005	CL20 Casa Elizalde	Eixample Dret	93.6	59.93
13/09/2006	CL17 Escola Nabi (Vallvidrera)	Vallvidrera	100.3	61.83
02/04/2007	CL18 Palau de les Heures	Vall d'Hebron	88.9	50.56
10/05/2008	CL3 Facultat de Físiques	Zona Universitària	54.6	46.16
22/10/2009	CL18 Palau de les Heures	Vall d'Hebron	84.5	55.81
17/09/2010	CL18 Palau de les Heures	Vall d'Hebron	63.2	49.50
12/03/2011	CL18 Palau de les Heures	Vall d'Hebron	98.7	64.47

Metodologia dades no pluviomètriques

Taula A2.2. Recull dels errors temporals entre les hores en que s'ha recollit les dades de veritat terreny (imatge satèl·lit i índexs convectius) i les que s'enregistraren les dades considerades com a representatives per a l'anàlisi pluviomètric, que són el màxim 5-minutal local i el promig 5-minutal màxim per a totes les estacions.

	Coincideixen promig màx. i màx. local? / estan a la mateixa ratxa?	Diferència Soaring-precipitació màx. (local/global) (hh:min)	Diferència satèl·lit-màxim (local/global) (hh:min)
EP1	SI	02:50 (-)	NA
EP2	SI	03:10 (-)	NA
EP3	SI	01:00 (+)	01:00 (+)
EP4	NO/SI	00:05 (-) / 01:25 (-)	05:55 (+) / 04:30 (+)
EP5	NO/SI	00:20 (+) / 00:25 (+)	00:20 (+) / 00:25 (+)
EP6	SI	04:05 (-)	04:05 (-)
EP7	SI	02:00 (+)	02:00 (+)
EP8 *	NO/NO	02:25 (-) / 11:15 (-)	11:35 (+) / 0:50 (+)
EP9	NO/SI	04:55 (-) / 05:10 (-)	10:55 (-) / 11: 10 (-)
EP10	NO/SI	01:35 (-) / 00:40 (-)	04:20 (+) / 04:15 (+)
EP11	SI	01:00 (-)	01:00 (-)
EP12 *	NO/NO	17:00 (+) / 01:00 (-)	05:00 (+) / 13:00 (-)
EP13	NO/SI	00:15 (-) / 00:10 (-)	00:15 (-) / 00:10 (-)
EP14 **	NO/SI	04:45 (-) / 04:55 (-)	00:05 (-) / 00:15 (-)
EP15	NO/SI	02:20 (-) / 02:35 (-)	02:20 (-) / 02:35 (-)
EP16	SI	04:00 (-)	02:00 (+)
EP17 *	SI	03:15 (-)	00:15 (-)

NOTA:

(-): la dada terreny va abans que la pluviomètrica.

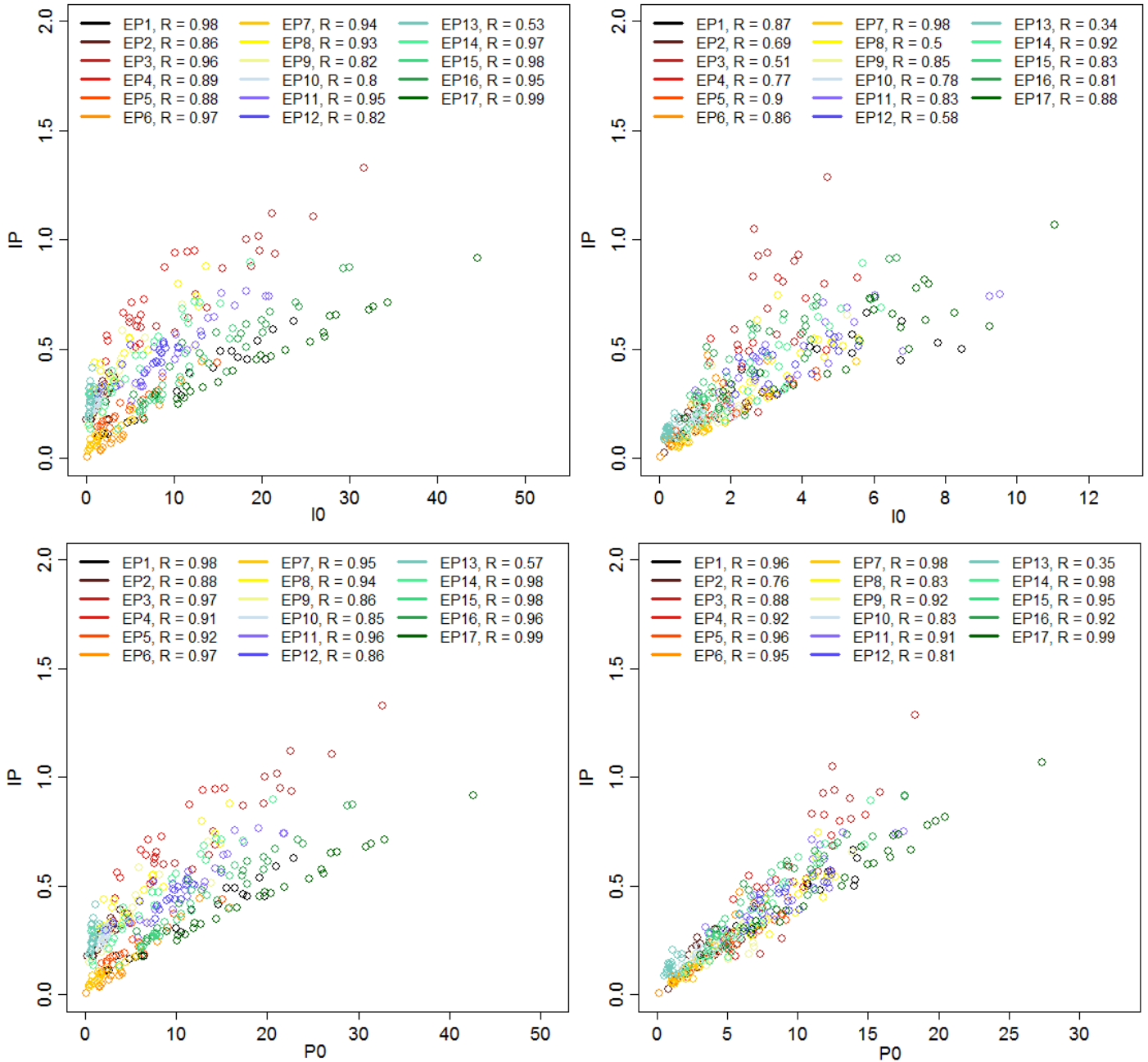
(+): la dada terreny va abans que la pluviomètrica

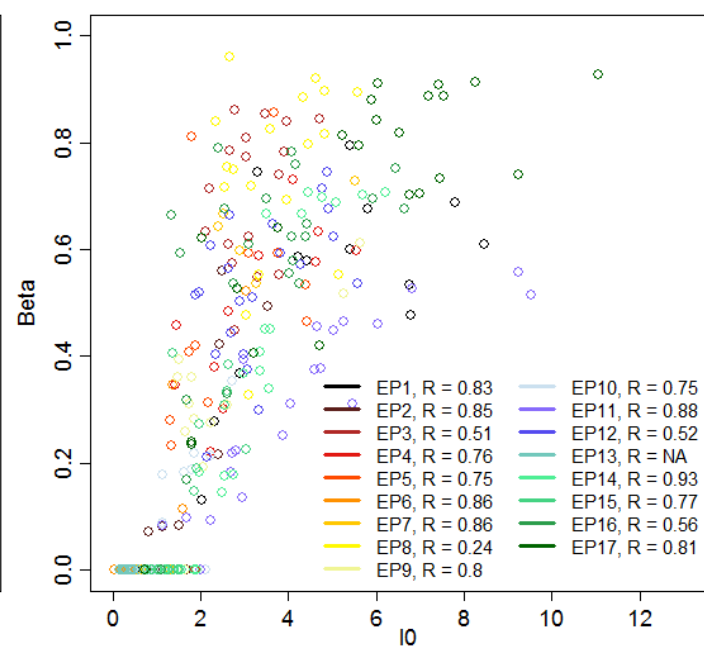
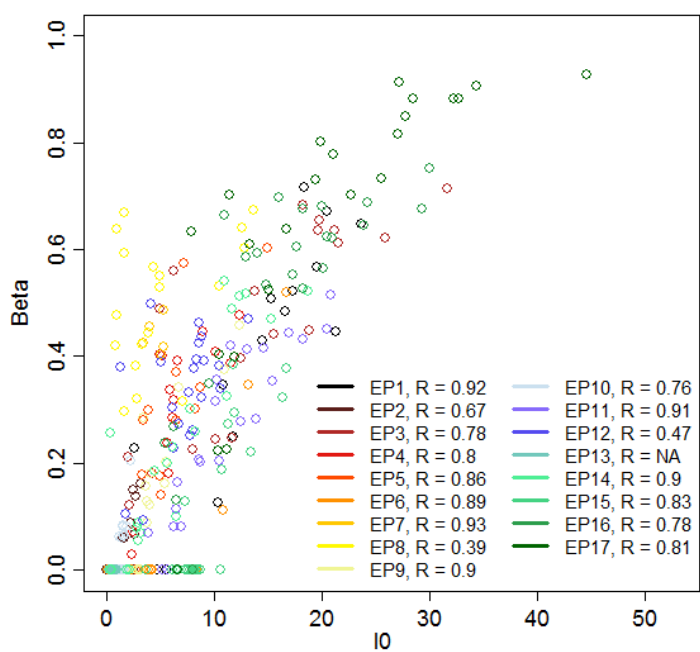
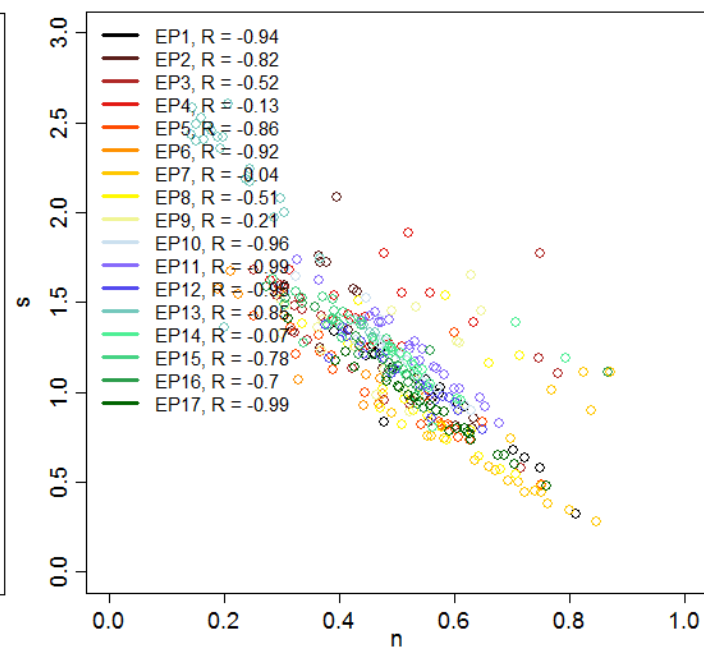
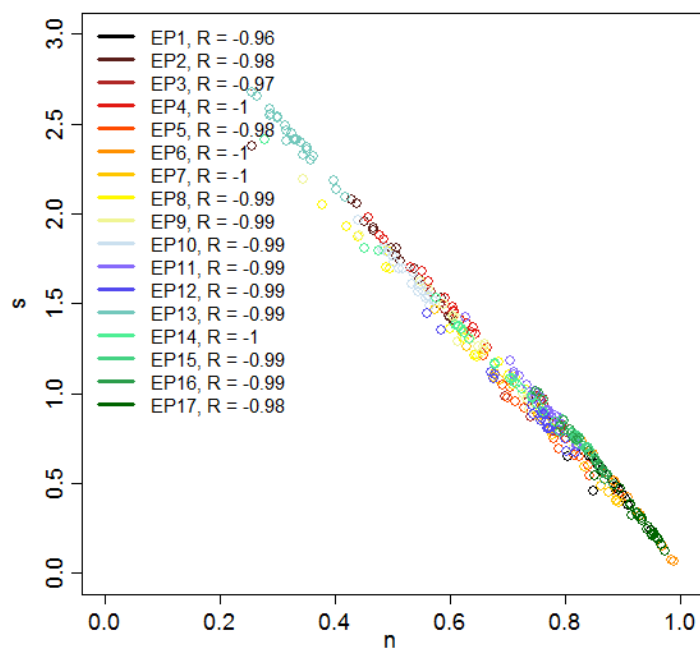
* Una de les 2 imatges del satèl·lit coincideix en horari amb el mapa del reanàlisis del model.

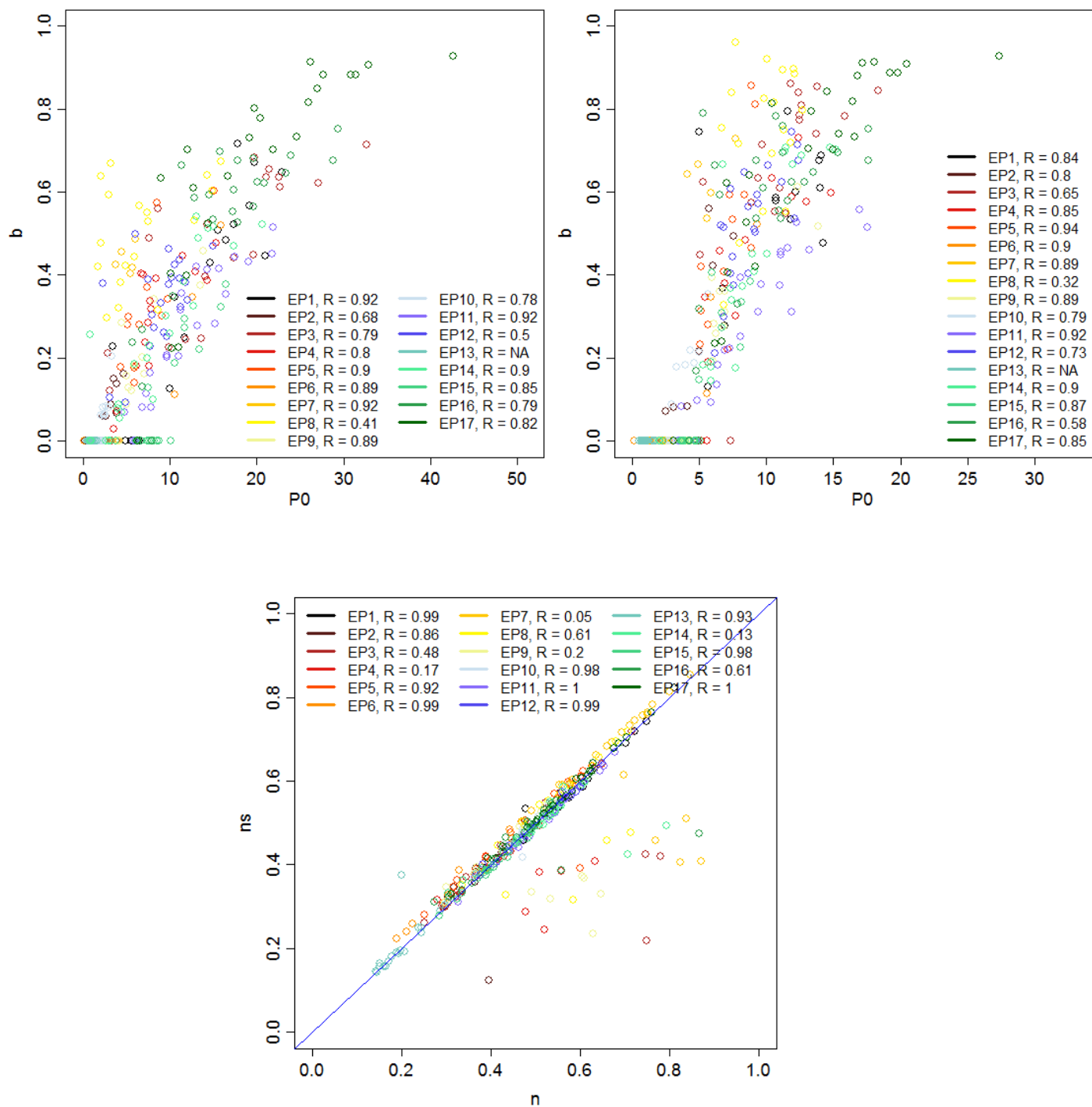
** A l'EP 14 la segona imatge de satèl·lit es troba a 01:15 (+) / 01:00 (+) hores de les respectives dades pluviomètriques

A3. Annex discussió de resultats

Figura A3.1. Grup de figures de les correlacions que es poden considerar vàlides entre els diferents índexs pluviomètrics comparats. En l'esquerra trobem els resultats de les correlacions per a dies sencers, mentre que a la dreta trobem els resultats per a les ratxes principals.







Taula A3.1. Taula de recopilació de correlacions entre índexs que es consideren insatisfactòries.

	B Vs n (RP)	B Vs n (T)	B Vs s (RP)	B Vs s (T)	IP Vs n (RP)	IP Vs n (T)	IP Vs s (RP)	IP Vs s (T)
EP1	0.74	0.68	-0.59	-0.63	0.49	0.63	-0.28	-0.53
EP2	0.68	0.59	-0.55	-0.68	0.22	0.66	-0.15	-0.65
EP3	-0.68	0.59	0.08	-0.52	-0.84	0.73	0.54	-0.62
EP4	-0.21	0.78	-0.53	-0.76	-0.33	0.59	-0.56	-0.59
EP5	0.16	0.76	-0.28	-0.79	0.31	0.57	-0.47	-0.56
EP6	0.05	-0.23	0.12	0.23	-0.03	-0.58	0.3	0.58
EP7	0.19	0.76	-0.46	-0.77	0.2	0.68	-0.54	-0.68
EP8	-0.16	0.6	-0.11	-0.06	-0.33	0.69	0.13	-0.65
EP9	0.17	0.69	-0.21	-0.69	-0.12	0.53	-0.34	-0.49
EP10	0.54	0.31	-0.53	-0.27	0.62	0.3	-0.54	-0.27
EP11	0.67	0.72	-0.6	-0.71	0.45	0.61	-0.35	-0.57
EP12	0.04	0.34	-0.1	-0.35	0.03	0.64	-0.03	0.64
EP13	NA	NA	NA	NA	-0.17	-0.11	0.36	0.15
EP14	-0.06	0.59	0.37	-0.59	-0.41	0.75	0.46	-0.75
EP15	0.13	-0.1	0	0.1	0.01	-0.08	0.29	0.12
EP16	0.27	0.57	-0.26	-0.54	-0.22	0.47	-0.1	-0.42
EP17	0.47	0.47	-0.42	-0.53	0.25	0.53	-0.21	-0.51
Mitjana	0.326	0.536	0.326	0.514	0.296	0.538	0.332	0.516
Desv. típica	0.257	0.237	0.206	0.240	0.219	0.197	0.169	0.180

On: *RP* són els resultats per a la ratxa principal i *T* són els resultats per al dia sencer.

A3. Anàlisi per episodis (APP)

Mitjana acumulat: 28,1. Acumulat màxim: 49.8 mm, acumulat mínim: 11.8 mm

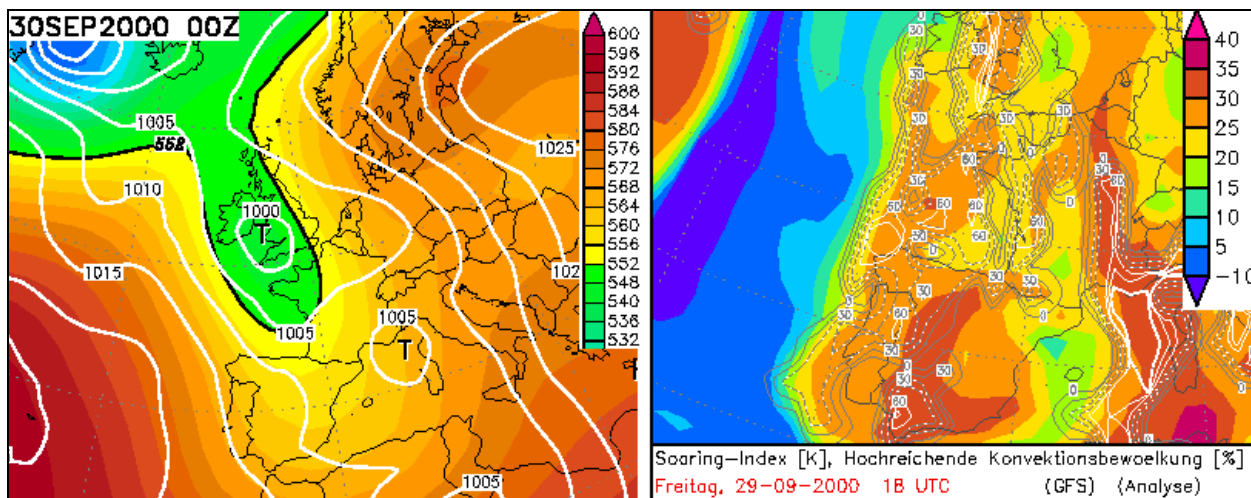


Figura 1 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 29 de setembre de 2000 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure a les 18Z del dia 29 (font anàlisi).

Taula 1.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP1	Calma/brisa	15-20	-	ND	ND

Taules 1.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP1	0.342	0.313
	0.176	0.263

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP1	0.556	0.566	0.562	0.043	0.036
	0.174	0.113	0.113	0.024	0.025

* La fila superior, sense color, és la mitjana de totes les estacions, la fila de sota és la seua desviació típica

Taula 1.c. APP. Anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal de l'episodi 1.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP1	0.723	0.281

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 28,1 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, no obstant això a nivell mesoscàlic hi havia situació de vents del Nord-oest als extrems nord i sud de Catalunya, aquesta situació genera a la Costa Central certa convergència de vents marítims que ajuda a generar nuclis convectius. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat baixos descarten la formació de tempestes importants. Així doncs, es pot dir que les quantitats recollides es corresponen amb la inestabilitat detectada pels mapes.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè no supera els llindars del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu, encara que en aquest paràmetre hi hagué bastant variabilitat entre estacions, podent trobar exemples de pluviòmetres que enregistraren valors de β pròxims a la convectivitat nul·la.

L'índex s bastant proper a 0 ens indica que l'acumulació de precipitació durant el dia va ser en poc temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 28.1% del dia amb pluja apreciable, la precipitació intensa es va concentrar en un interval de temps real molt curt.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), coincideix bastant raonablement en que es tracta d'una pluja variable i en la proporció d'adectivitat/convectivitat considerada com a efectiva.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 72%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi bastant generalitzat.

Així doncs, atenent a l'anàlisi de tots els índexs podem afirmar amb bastant seguretat que el fenomen meteorològic que va desencadenar aquest episodi va ser una tipologia nuvolosa que, sense arribar a desenvolupar-se el suficient com per a considerar-se tempesta si que va desenvolupar les precipitacions més abundoses de l'any 2000, en un episodi que podríem catalogar de convecció càlida. Atenent als índexs es pot dir que el ruixat principal presentà molta efectivitat en l'acumulació de precipitació.

Mitjana acumulat: 48,3. Acumulat màxim: 61.8 mm, acumulat mínim: 37.1 mm

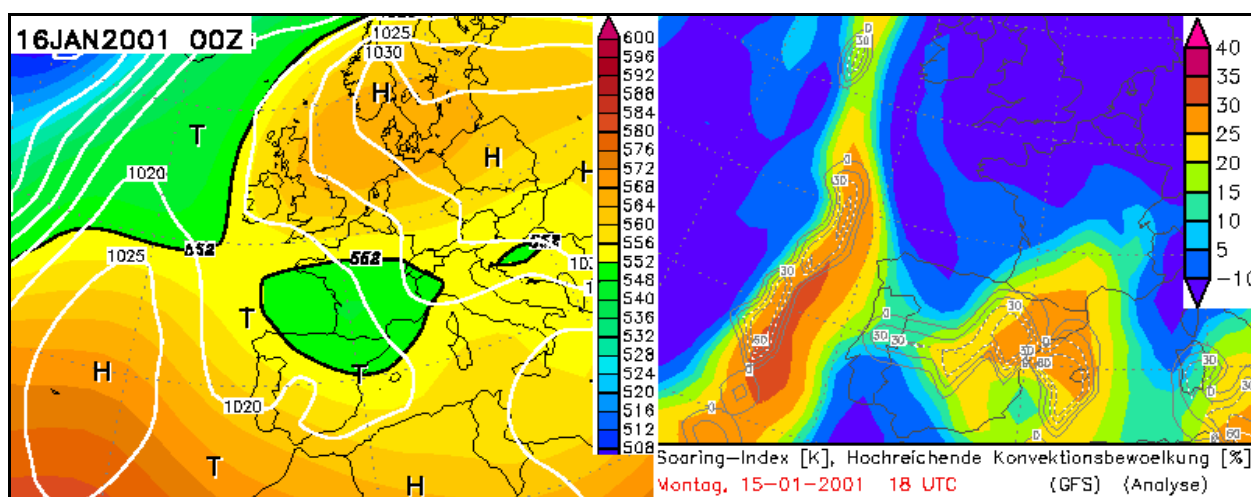


Figura 2 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 16 de gener de 2001 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure a les 18Z del dia 15 (font anàlisi).

Taula 2.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP2	E-SE feble	20-25	15-30	ND	ND

Taules 2.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP2	0.281	0.040
	0.065	0.058

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP2	1.760	0.460	0.451	0.054	0.051
	0.262	0.107	0.130	0.043	0.054

Taula 2.c. APP. Anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal de l'episodi 2.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP2	0.730	0.865

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 48,3 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. La situació sinòptica afavoreix la presència d'un dèbil flux de vent marítim d'E-SE que no descarta que la tipologia de la precipitació pugui tindre trets de pluja advectional. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat mitjans-baixos tampoc descarten completament la formació de tempestes importants.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè no supera els límits del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, gairebé fregant la convectivitat nul·la. L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se de forma bastant constant en el temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 86.5% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir durant un interval de temps molt llarg.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que tal i com succeeix per al dia sencer l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), coincideix bastant raonablement en que es tracta d'una pluja variable i en la proporció d'advectional/convectivitat considerada com a efectiva, això sí lleugerament més advectional en aquest cas.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 73%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, no obstant això, tenint en compte el coeficient de persistència del mateix, el temps en el que la pluja va estar focalitzada (27%, que són 3,5 hores) és considerable.

Així doncs, es pot dir que les quantitats recollides semblen versemblants atenent a la inestabilitat detectada pels mapes. Tot i això l'episodi no sembla haver estat massa convectiu, destacant com a trets més característics de l'episodi la persistència i duració del mateix amb precipitacions considerades com a efectives i la focalització que es va donar durant una part de l'episodi.

Mitjana acumulat: 96,4. Acumulat màxim: 140.1 mm, acumulat mínim: 52.6 mm

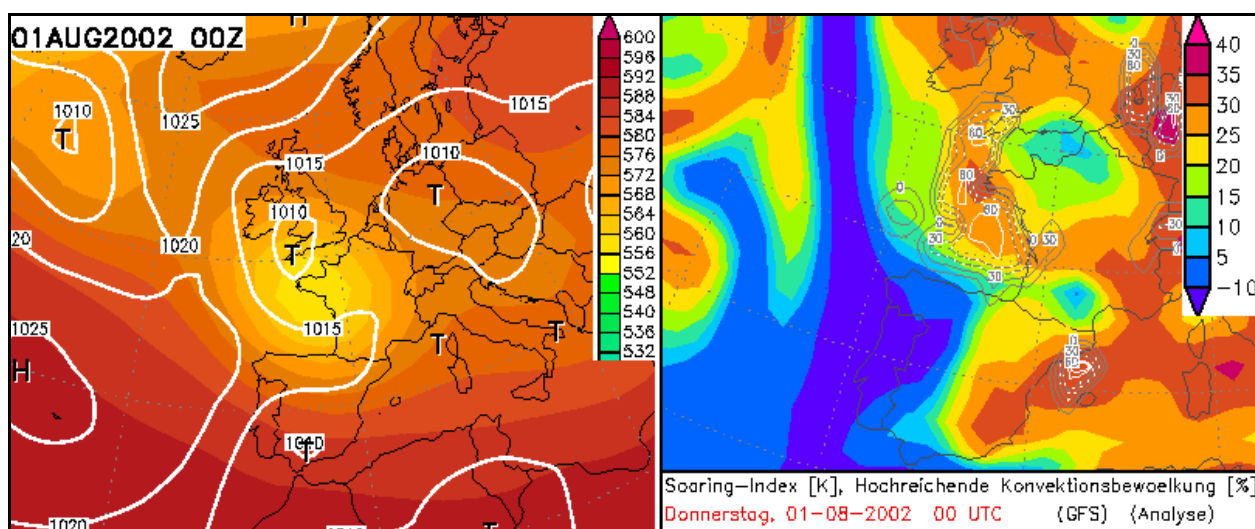


Figura 3 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 1 d'agost de 2002 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure (font anàlisi).

Taula 3.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP3	Calma/brisa	25-30	45-60	Cb estela	ND

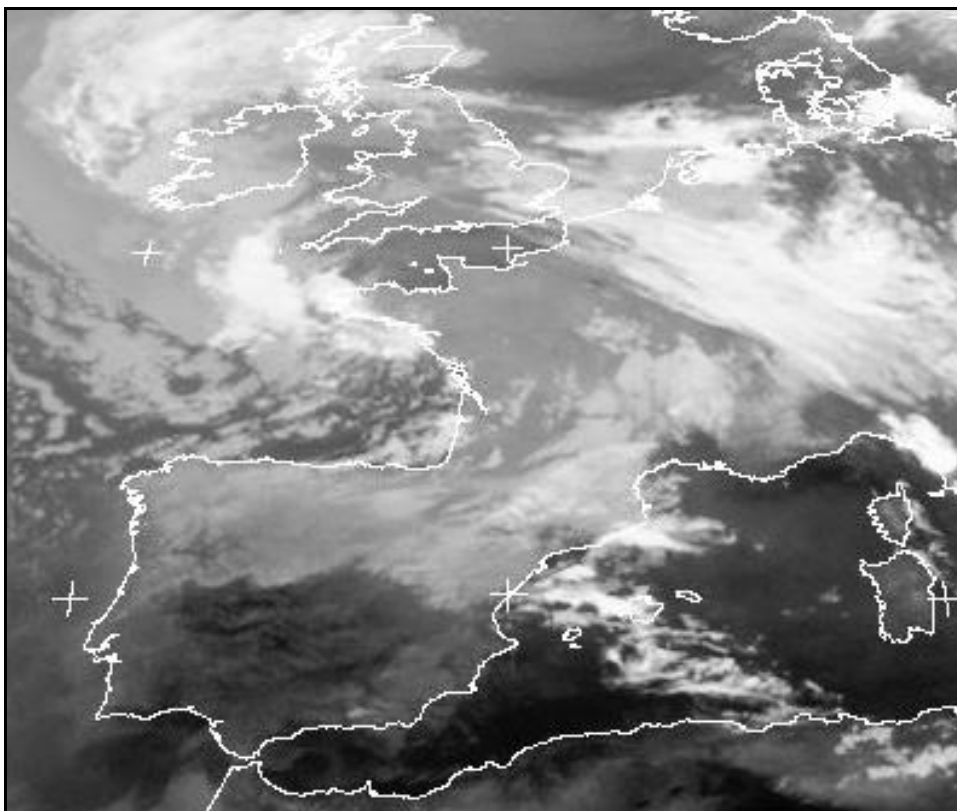
Taules 3.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP3	0.796	0.470
	0.274	0.188

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP3	0.961	0.438	0.378	0.060	0.054
	0.216	0.183	0.120	0.021	0.027

Taula 3.c. APP. Anàlisi específic de la variabilitat espai-temporal de l'episodi 3.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP3	0.694	0.684



Imatge 1 APP. Fotografia satelital del Meteosat VISSR 000.0E Quicklooks en el Canal 2 (10.5 - 12.5 μm) o infraroig tèrmic per a la zona d'Europa Occidental, el dia 1 d'agost de 2002 a les 00Z (Font: NEODAAS geostationary archive).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 96,4 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. A més també es pot dir que hi hagué gran variabilitat en les acumulacions de l'episodi. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, no obstant això a nivell mesoscàlic hi havia situació de vents del Nordoest als extrems nord i sud de Catalunya, aquesta situació genera a la Costa Central certa convergència de vents marítims que ajuda a generar nuclis convectius. Els índexs de convectivitat mitjans-alts ens indiquen que és possible la formació de tempestes importants. La tipologia de núvol observat ens mostra que les tempestes sovintejaren l'àrea d'estudi durant l'episodi.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè les mitjanes d'acumulació superen lleugerament els llindars del període de retorn de 5 anys per a les duracions de 120 i 1440 minuts. El valor de IP: 0.796 ± 0.274 ens situa en un esdeveniment tipus II, encara que donada la variabilitat entre les diferents estacions no es pot distingir bé de si es tracta d'aquest grup o del III, per a decidir-nos per algun dels dos s'ha consultat també la qualificació per grups meteorològica, de manera que de forma qualitativa s'hem decidit per catalogar aquest episodi com a IIb, ja que es dona en l'estiu i es supera el llindar del període de retorn de 2 hores, estant la contribució d'aquestes 2 hores clau per a superar el llindar de les 24 hores. Així doncs podem dir que es tracta d'un episodi associat a una situació meteorològica de mesoscala, cosa que sembla confirmar-se atenent a la imatge de satèl·lit. L'índex β ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu, tot i que amb bastant variabilitat entre estacions dins d'aquesta qualificació o fins i tot havent alguna lleugerament convectiva.

L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació no va tendir a donar-se en un curt espai de temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 68.4% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir durant un interval de temps relativament llarg.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja entre lleugerament advectional (n_s) i variable. En el cas de n es pot considerar com a efectiva per la proporció equitativa entre ambdós tipus de precipitació (advectional/convectional).

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 69.4%, és a dir, va ser un episodi generalitzat més estona que focalitzat, tot i que el temps de focalització també pot resultar una mica recalable.

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi important, amb un període de retorn superior a 5 anys per acumulats entre 2 i 24 hores. La forma en la que es va acumular la precipitació durant la ratxa principal ens diu que la pluja combinava trets advectionals amb convectionals, manifestant certa persistència de intensitats de precipitació elevada durant la duració d'aquesta ratxa, estant per tant aquest el moment més difícil de controlar a l'hora de desguassar l'aigua de la ciutat.

Mitjana acumulat: 21.7. Acumulat màxim: 38 mm, acumulat mínim: 11 mm

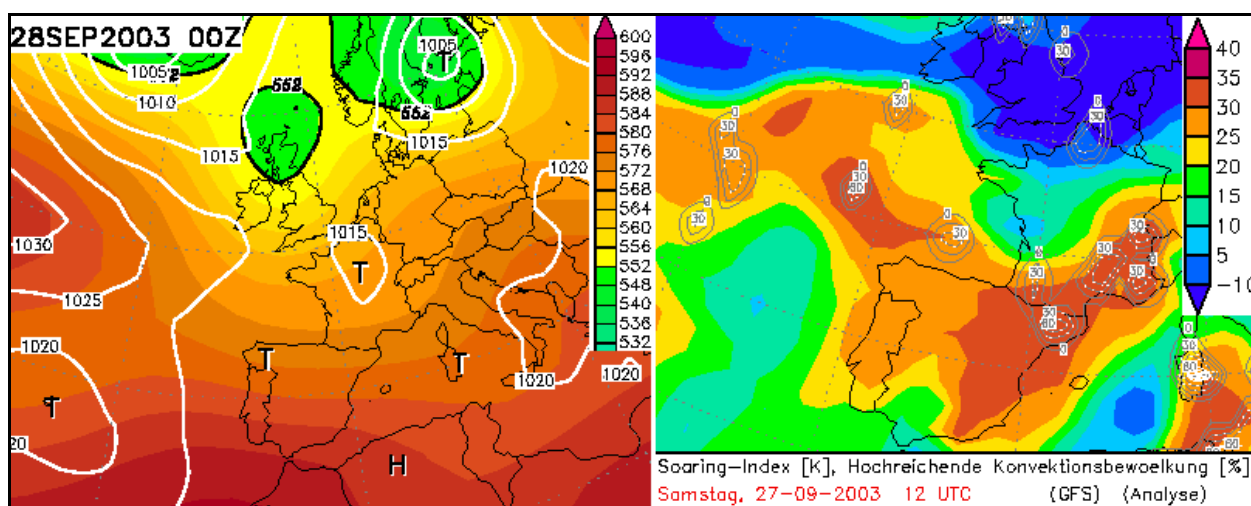


Figura 5 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 28 de setembre de 2003 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 12Z del dia 27 (font anàlisi).

Taula 5.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 5.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP5	Calma/brisa	25-30	15-30	<i>No identificat</i>	ND

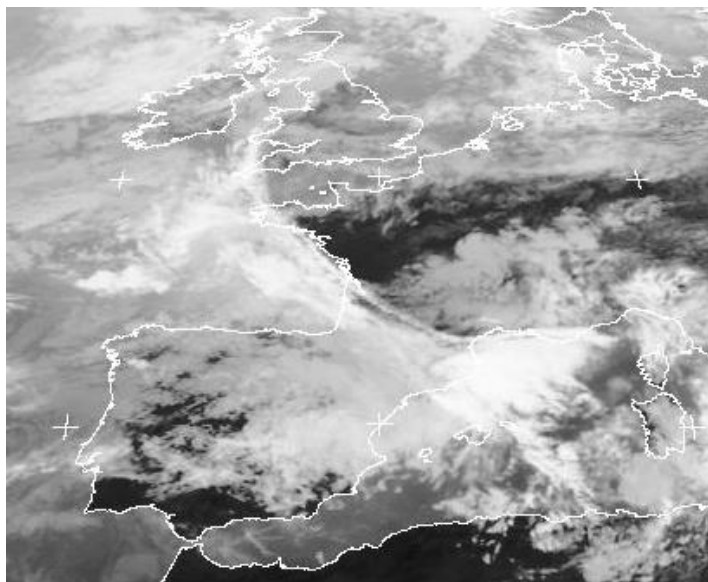
Taules 5.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP5	0.226	0.187
	0.089	0.198

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP5	0.813	0.501	0.507	0.050	0.056
	0.213	0.139	0.132	0.023	0.031

Taula 5.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 5.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP5	0.548	0.451



Imatge 3 APP. Fotografia satelital del Meteosat 7, VISSR 000.0E Quicklooks, en el Canal 2 (10.5 - 12.5 μm) o infraroig tèrmic per a la zona d'Europa Occidental, el dia 27 de setembre de 2003 a les 12Z (Font: NEODAAS geostationary archive).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 21,7 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. La situació de pantà baromètric i els vents en calma al llarg del episodi descarten que la tipologia de la precipitació haja estat completament advectional, per contra, els índexs de convectivitat mitjans-baixos no descarten la possibilitat de formació de tempestes importants.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè no supera els llindars del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, encara que en aquest paràmetre hi hagué bastant variabilitat entre estacions, podent trobar exemples de pluviòmetres que enregistraren valors de β pròxims a la convectivitat nul·la i també valors pròxims a la convectivitat moderada.

L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació de la precipitació màxima no va ser en poc temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 45.1% del dia amb pluja apreciable, es puga dir que la precipitació més intensa de l'episodi no es va concentrar en un interval de temps real molt curt.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), coincideix bastant raonablement en que es tracta d'una pluja variable i en la proporció d'advectional/convectivitat considerada com a efectiva.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 54.8%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma poc generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi bastant localitzat.

Així doncs, atenent a l'anàlisi de tots els índexs podem afirmar amb bastant seguretat que el fenomen meteorològic que va desencadenar aquest episodi va ser una tipologia nuvolosa que, sense arribar a desenvolupar-se el suficient com per a considerar-se tempesta, almenys sobre la ciutat de Barcelona, si que va desenvolupar pluges efectives en la seua ratxa principal. Atenent als índexs es pot dir que i hagueren diversos ruixats moderats però de curta durada a més d'un principal de major efectivitat en la seua acumulació de precipitació. Altre tret important d'aquest episodi és la localització o poca generalització dels ruixats al llarg de l'episodi.

Mitjana acumulat: 8.3. Acumulat màxim: 36 mm, acumulat mínim: 0 mm

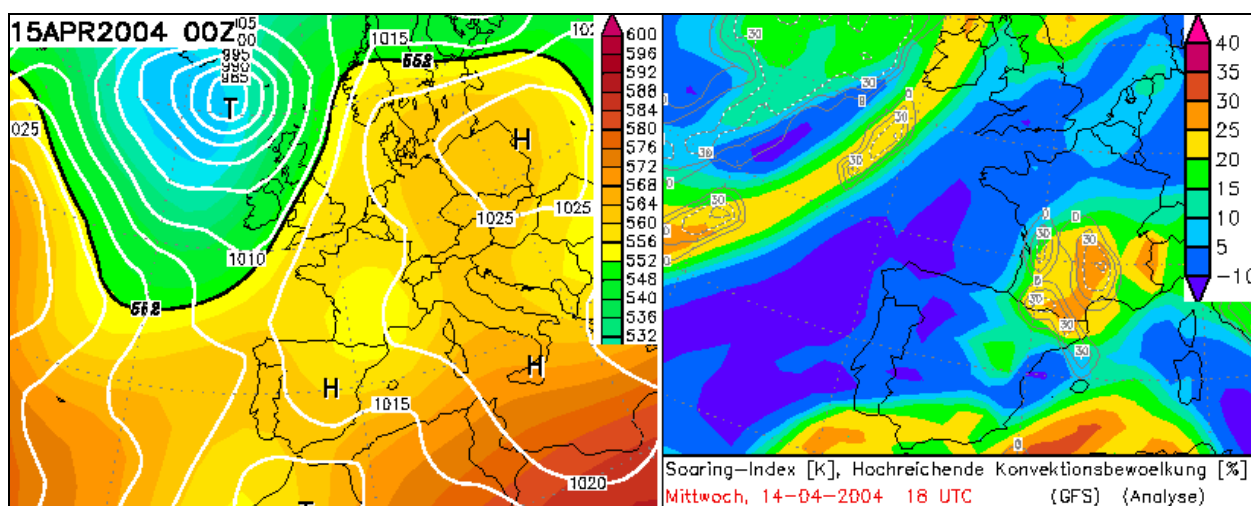


Figura 6 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 15 d'abril de 2004 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 18Z del dia 14 (font anàlisi).

Taula 6.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps (h)
EP6	Est feble	10-15	15-30	No Cb	18:00-22:00

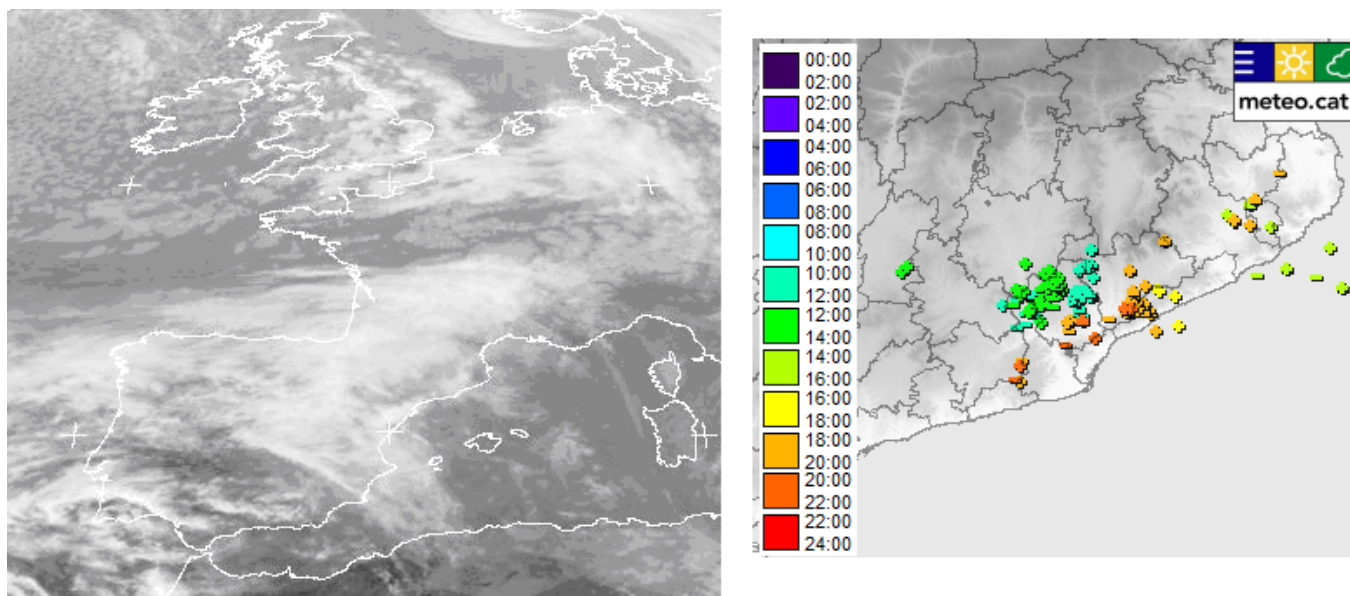
Taules 6.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP6	0.150	0.070
	0.147	0.160

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP6	0.370	0.386	0.411	0.031	0.027
	0.222	0.128	0.125	0.018	0.014

Taula 6.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 6.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP6	0.379	0.142



Imatge 4 APP. Fotografia satelital del Meteosat 7, VISSR 000.0E Quicklooks, en el Canal 2 (10.5 - 12.5 μm) o infraroig tèrmic per a la zona d'Europa Occidental, el dia 14 d'abril de 2004 a les 18Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 8,3 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. La situació sinòptica afavoreix la presència d'un dèbil flux de vent marítim d'E que no descarta que la tipologia de la precipitació pugui tindre trets de pluja advection. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat baixos tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. De fet al mapa de llamps apareixen tempestes sovintejant el nord del Barcelonès.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè no supera els llindars del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que en conjunt va ser un episodi lleugerament convectiu, encara que en aquest paràmetre hi hagué bastant variabilitat entre estacions, podent trobar exemples de pluviòmetres que enregistraren valors de β pròxims a la convectivitat nul·la, ja que hi hagué algunes estacions que no enregistraren precipitació, i també d'altres que presentaren convectivitat moderada.

L'índex s bastant proper a 0 ens indica que l'acumulació de la precipitació màxima va ser en molt poc temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 14.2% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que la precipitació intensa es va concentrar en un interval de temps molt curt.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja entre lleugerament advection (n) i variable. En el cas de n_s es pot considerar com a efectiva per la proporció equitativa entre ambdós tipus de precipitació (advection/convectiva).

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 37.9%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma molt poc generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi extremadament localitzat.

Així doncs, atenent a l'anàlisi de tots els índexs podem afirmar amb bastant seguretat que el fenomen meteorològic que va desencadenar aquest episodi va ser una tipologia nuvolosa que va arribar a desenvolupar-se el suficient com per a formar tempesta, almenys sobre la part nord de la ciutat de Barcelona, els índexs indiquen que aquesta tempesta va desenvolupar pluges efectives en la seua ratxa principal. És molt important en aquest episodi la localització o poca

generalització dels ruixats al llarg de l'episodi i la seua molt curta durada, poc més de 3 hores de pluja apreciable sobre la ciutat de Barcelona. Totes aquestes característiques ens fan pensar en que va ser una sola tempesta la que afecta de forma localitzada el nord de la ciutat.

Mitjana acumulat: 8.2. Acumulat màxim: 13.8 mm, acumulat mínim: 3.2 mm

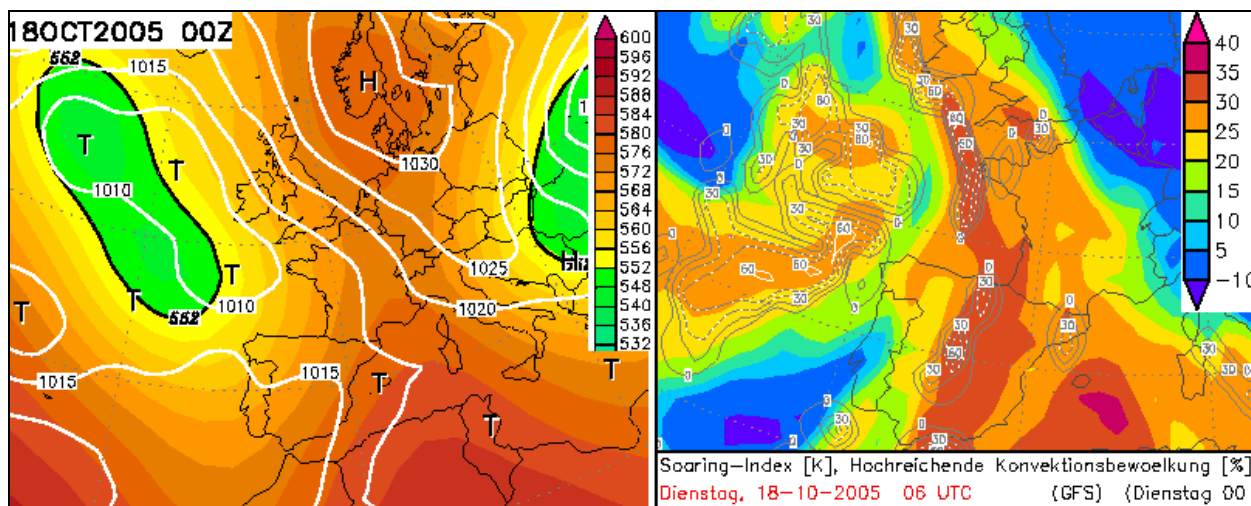


Figura 7 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 18 d'octubre de 2005 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 06Z d'aquest dia (font anàlisi).

Taula 7.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

Episodi	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
	SE feble	30-35	30-45	Front fred	Sense Llamps

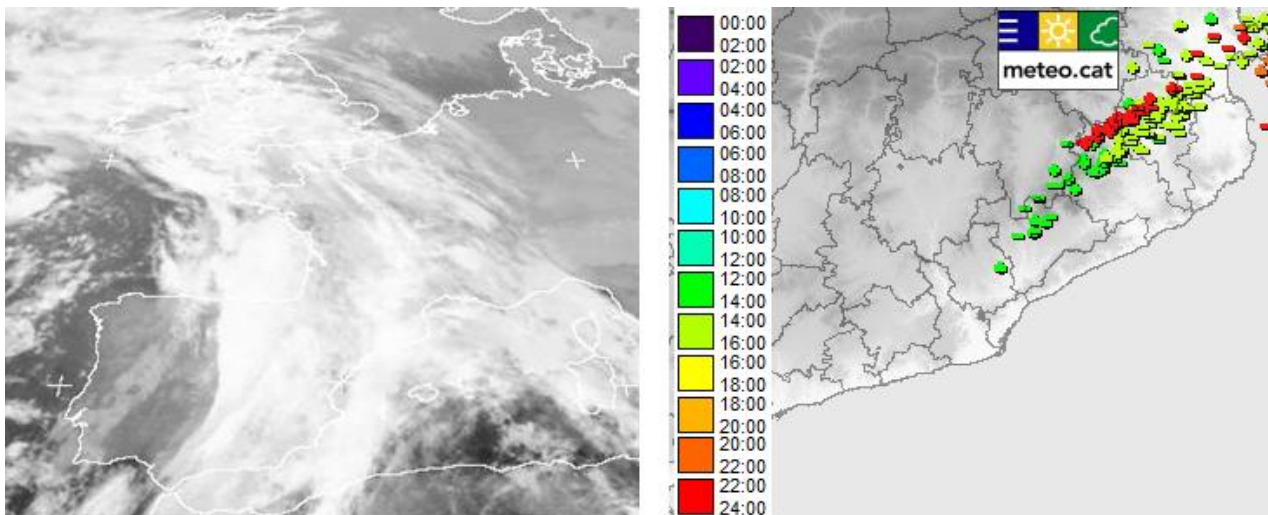
Taules 7.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP7	0.098	0.104
	0.050	0.192

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP7	0.871	0.711	0.651	0.037	0.037
	0.328	0.103	0.131	0.017	0.020

Taula 7.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 7.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP7	0.314	0.295



Imatge 5 APP. Fotografia satelital del Meteosat 7, VISSR 000.0E Quicklooks, en el Canal 2 (10.5 - 12.5 μm) o infraroig tèrmic per a la zona d'Europa Occidental, el dia 18 d'octubre de 2005 a les 06Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 8,3 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. La situació sinòptica afavoreix la presència d'un dèbil flux de vent marítim de SE, que no descarta que la tipologia de la precipitació pugui tindre trets de pluja advection. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat moderats tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. De fet al mapa de llamps apareixen tempestes a les comarques del nord i NE del Barcelonès.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè no supera els límits del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que en conjunt va ser un episodi lleugerament convectiu, encara que en aquest paràmetre hi hagué bastant variabilitat entre estacions, podent trobar exemples de pluviòmetres que enregistraren valors de β pròxims a la convectivitat nul·la, ja que hi hagué algunes estacions que enregistraren molt poca precipitació, i també d'altres que presentaren convectivitat moderada.

La variabilitat que s'observa en el valor mitjà de l'índex s implica que el valor no pot ser tingut en compte per a l'anàlisi en grup de l'episodi, tot i això sí que sabem que l'episodi de precipitació apreciable va ser de 7 hores, atenent al valor del coeficient de persistència (29.5%). Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja entre lleugerament convectiva(n) i variable. En el cas de n_s es pot considerar com a efectiva per la proporció equitativa entre ambdós tipus de precipitació (convectiva/advection).

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 31.4%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma molt poc generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi extremadament localitzat.

Així doncs, atenent a l'anàlisi de tots els índexs podem afirmar amb bastant seguretat que el fenomen meteorològic que va desencadenar aquest episodi va ser una tipologia nuvolosa que va arribar a desenvolupar-se el suficient com per a formar tempesta, almenys en les immediacions de la ciutat de Barcelona, els índexs indiquen que la pluja va ser predominantment convectiva gairebé fins a la ratxa principal, cosa que indica la principal filiació convectiva de

l'episodi, tot i que els acumulats totals siguem molt discrets. És molt important en aquest episodi la localització o poca generalització dels ruixats al llarg de l'episodi, destacant més si cap per la durada en la que es van mantenir aquestes característiques de localització (7 hores de pluja apreciable sobre la ciutat de Barcelona). En aquest cas la imatge de satèl·lit si no s'interpreta adientment no reflexa el que va ocórrer pluviomètricament en aquest episodi, que va ser la generació de nuvolositat convectiva prefrontal afavorida pels vents marítics de SE.

Mitjana acumulat: 62.5 Acumulat màxim: 100.3 mm, acumulat mínim: 41.4 mm

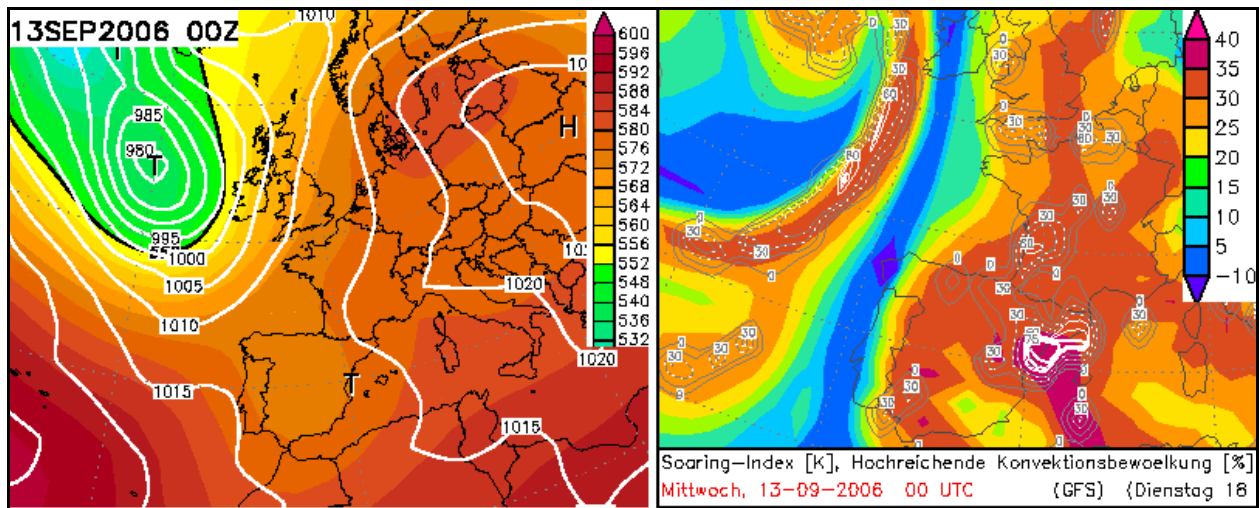


Figura 8 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 13 de setembre de 2006 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure (font anàlisi).

Taula 8.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps (h)
EP8	SE feble	35-40	70-75	SCM	02:00-12:00

Taules 8.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

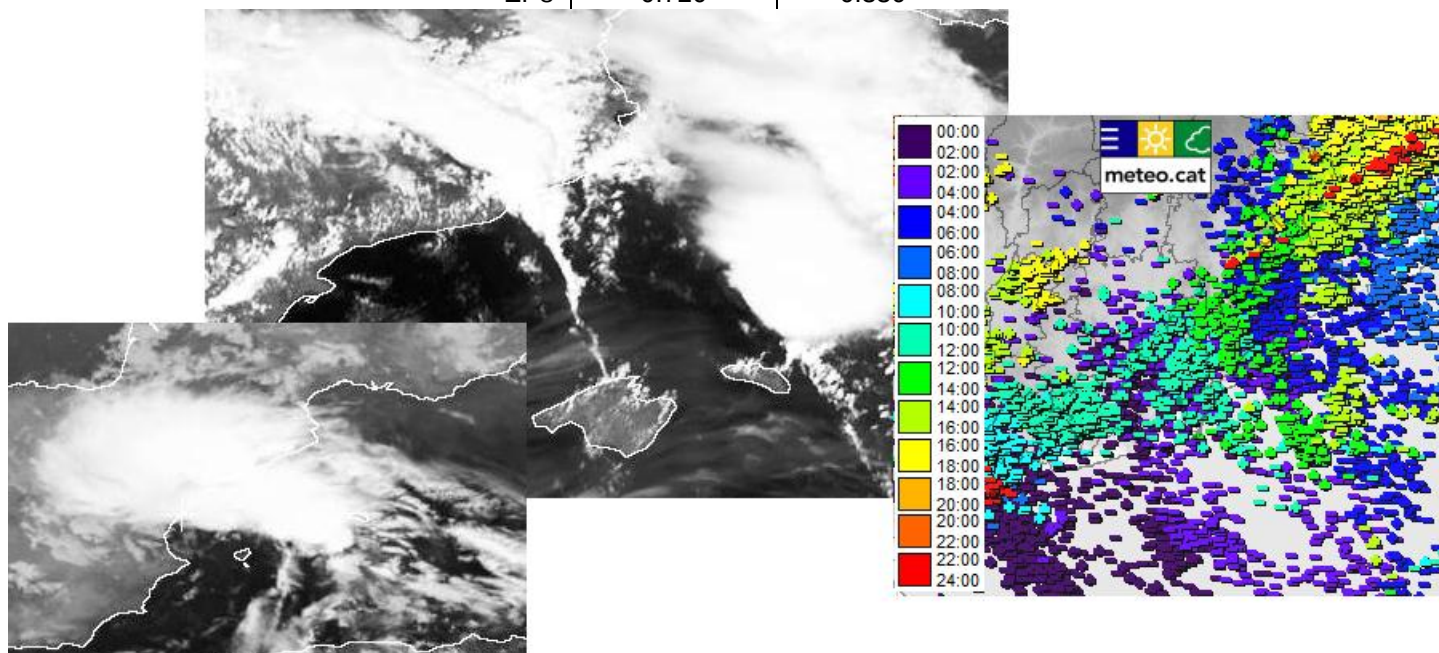
	IP	Beta
EP8	0.493	0.504
	0.176	0.125

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP8	1.397	0.556	0.525	0.070	0.084
	0.346	0.106	0.118	0.031	0.046

Taula 8.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 8.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
--	-------------------------	------------------------------

EP8 | 0.720 | 0.330



Imatge 6 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el canal 7 (8.30 – 9.10 μm) o infraroig tèrmic, per a la zona de la Mediterrània occidental el dia 13 de setembre de 2006 a les 00Z (Esquerra). Fotografia en el Canal 12 (North) (0.4 - 1.1 μm) o visible pancromàtic per a la zona de la Mediterrània Occidental Noord, el dia 13 de setembre de 2006 a les 12Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma un tant abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana va ser de 62,5 mm. A més també s'observa que hi hagué gran variabilitat en les acumulacions de l'episodi, destacant l'acumulat màxim puntual de 100.3 mm. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se gairebé de pantà baromètric, encara que el flux de SE feble impulsat per l'anticicló centreeuropeu pot haver estat clau per al desenvolupament de l'episodi. Els índexs de convectivitat molt alts ens indiquen que és molt possible la formació de tempestes importants. La tipologia de núvol observat ens mostra que tempestes amb cert grau d'organització sovintejaren l'àrea d'estudi durant l'episodi.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè les mitjanes d'acumulació no arriben a superar els llindars del període de retorn de 5 anys. Pot ser els episodis no tingueren suficient persistència com per a acumular la suficient precipitació per a superar el llindar entre les 2 i 24 hores, que és on més a prop se situa. No obstant això, vista la informació de satèl·lit i llamps pot dir-se que es va tractar de tempestes amb un important grau d'organització, que amb altes probabilitats podríem estar parlant de que hi hagueren Sistemes Convectius a Mesoscala (SCM). L'índex β ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu, superant el 50% de l'episodi de pluja, aproximadament, el llindar dels 35mm/h, a més es pot dir que els registres en aquest sentit són bastant homogenis. L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se de forma bastant constant en el temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de persistència amb un 33% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir durant un interval de temps relativament curt de 8 hores. Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja entre gairebé perfectament variable. En el cas de n , s'aproxima una mica més a la precipitació convectiva.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 72.0%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi generalitzat més estona que focalitzat.

Així doncs es pot dir que tot i que parlem d'un episodi important, amb acumulats locals que arriben en 8 hores als 100 mm. En el conjunt de la ciutat l'episodi no supera el període de retorn de 5 anys. La forma en la que es va acumular la precipitació durant la ratxa principal ens diu que la pluja combinava trets advectionius amb convectius gairebé de forma perfecta tant durant la ratxa principal com la resta d'episodi. A més, la successió de ratxes durant el dia manifesta certa persistència d'intensitats de precipitació elevada quan s'hi produïren, en estar tan concentrada la pluja en un interval de temps relativament curt i abastant bona part de la ciutat es pot dir que aquest episodi genera una situació de risc major que el que podria semblar atenent als criteris de període de retorn.

Mitjana acumulat: 47.5 Acumulat màxim: 88.9 mm, acumulat mínim: 30.9 mm

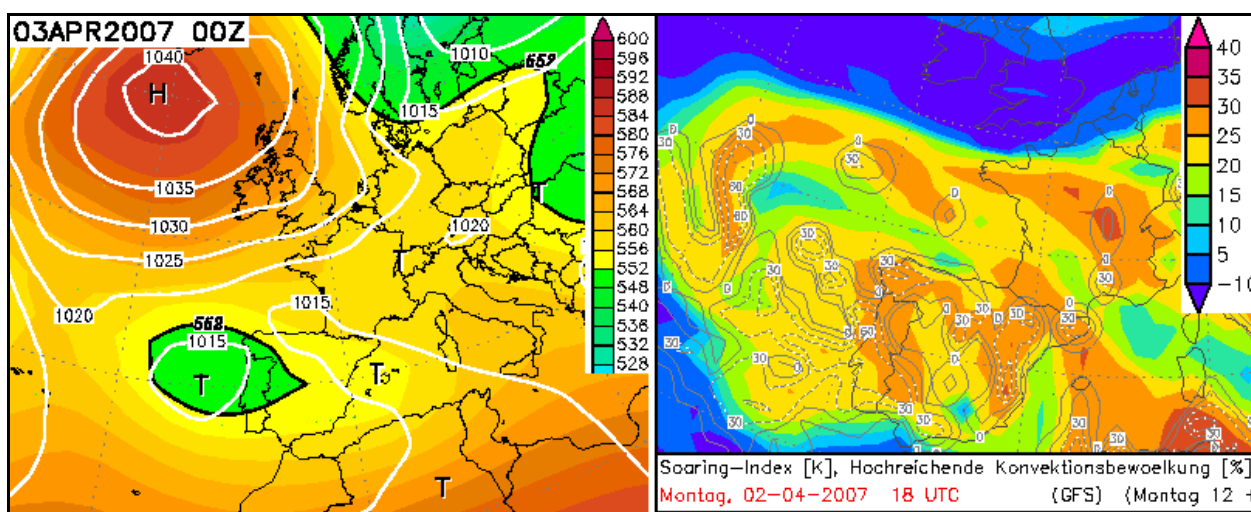


Figura 9 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 3 d'abril de 2007 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 18h d'aquest dia (font anàlisi).

Taula 9.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP9	Est feble	25-30	15-30	Front Mediterrani	Sense Llamps

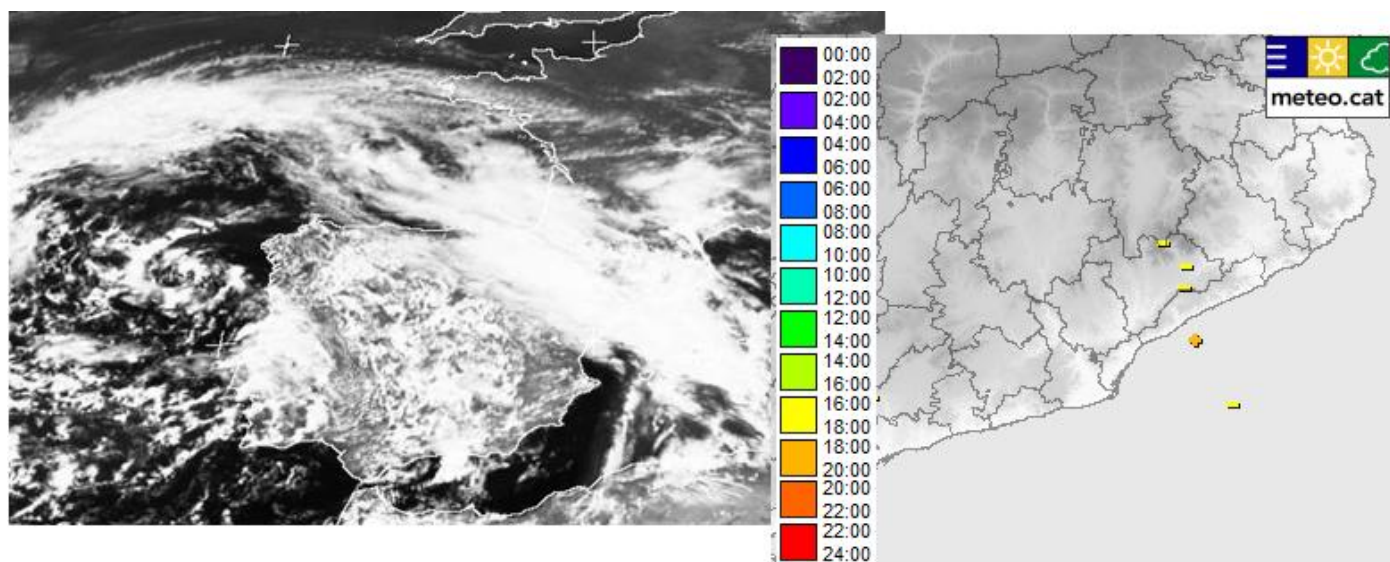
Taules 9.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP9	0.372	0.125
	0.142	0.145

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP9	1.347	0.480	0.412	0.055	0.058
	0.332	0.114	0.100	0.028	0.039

Taula 9.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 9.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP9	0.847	0.483



Imatge 7 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 1 (0.56 - 0.71 μm) o visible verd a roig, per a la zona de la Península Ibèrica, el dia 2 d'abril de 2007 a les 12Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma excessivament abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 47.5 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. Tot i això, de forma local sí que s'arribaren a acumular quantitats properes als 100 mm. La situació sinòptica afavoreix la presència d'un debíl flux de vent marítim d'E que no descarta que la tipologia de la precipitació pugui tindre trets de pluja advection. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat mitjans-baixos tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. La informació de llamps indica que la convecció no va ser el suficientment important com per a generar tempestes amb important acompanyament elèctric, sols hi va haver 5 llamps a Catalunya en aquest episodi.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè no supera els límits del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, havent estacions que es poden situar properes a la convectivitat nul·la atenent als valors de la desviació típica.

L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se de forma bastant constant en el temps, no obstant la desviació típica observada en la mesura li resta credibilitat a la valoració. Si acceptem el valor de s com a vàlid implicaria que, amb un valor del coeficient de persistència del 48.3% del dia amb pluja apreciable, es podria dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir durant un interval de temps relativament llarg.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja entre gairebé perfectament variable (n). En el cas de n_s s'aproxima una mica més a la precipitació advection.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 84.7%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi de bastant abast.

Així doncs es pot dir que no es va produir cap fenomen de convecció profunda a Barcelona durant l'episodi, podem caracteritzar la pluja d'aquest dia com a efectiva o proporcionada entre la advectivitat i la convectivitat. Els valors d'anàlisi de n de la ratxa principal i del conjunt de l'episodi són molt semblants, per la qual cosa es pot dir que sols hi hagué un tipus de pluja present a l'episodi. L'índex s ens diu a més que la precipitació màxima no tendia a estar molt concentrada en el temps. El coeficient d'abast elevat implica que l'episodi va estar bastant generalitzat.

Mitjana acumulat: 46.1 Acumulat màxim: 54,6 mm, acumulat mínim: 33.6 mm

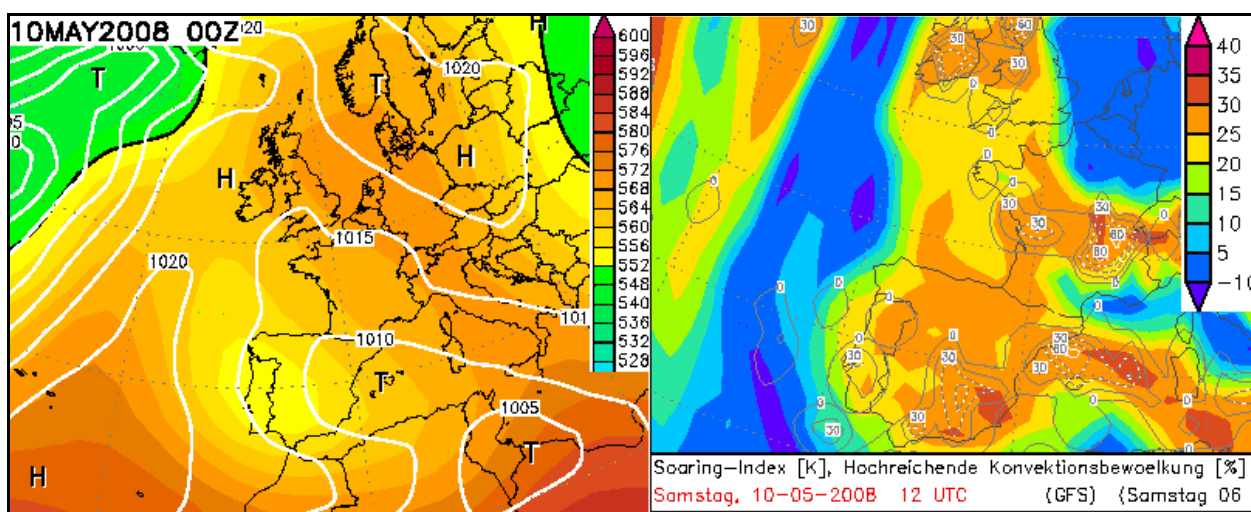


Figura 10 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 10 de maig de 2008 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 12Z d'aquest dia (font anàlisi).

Taula 10.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP10	E-SE moderat	25-30	30-45	Front Mediterrani	Sense Llamps

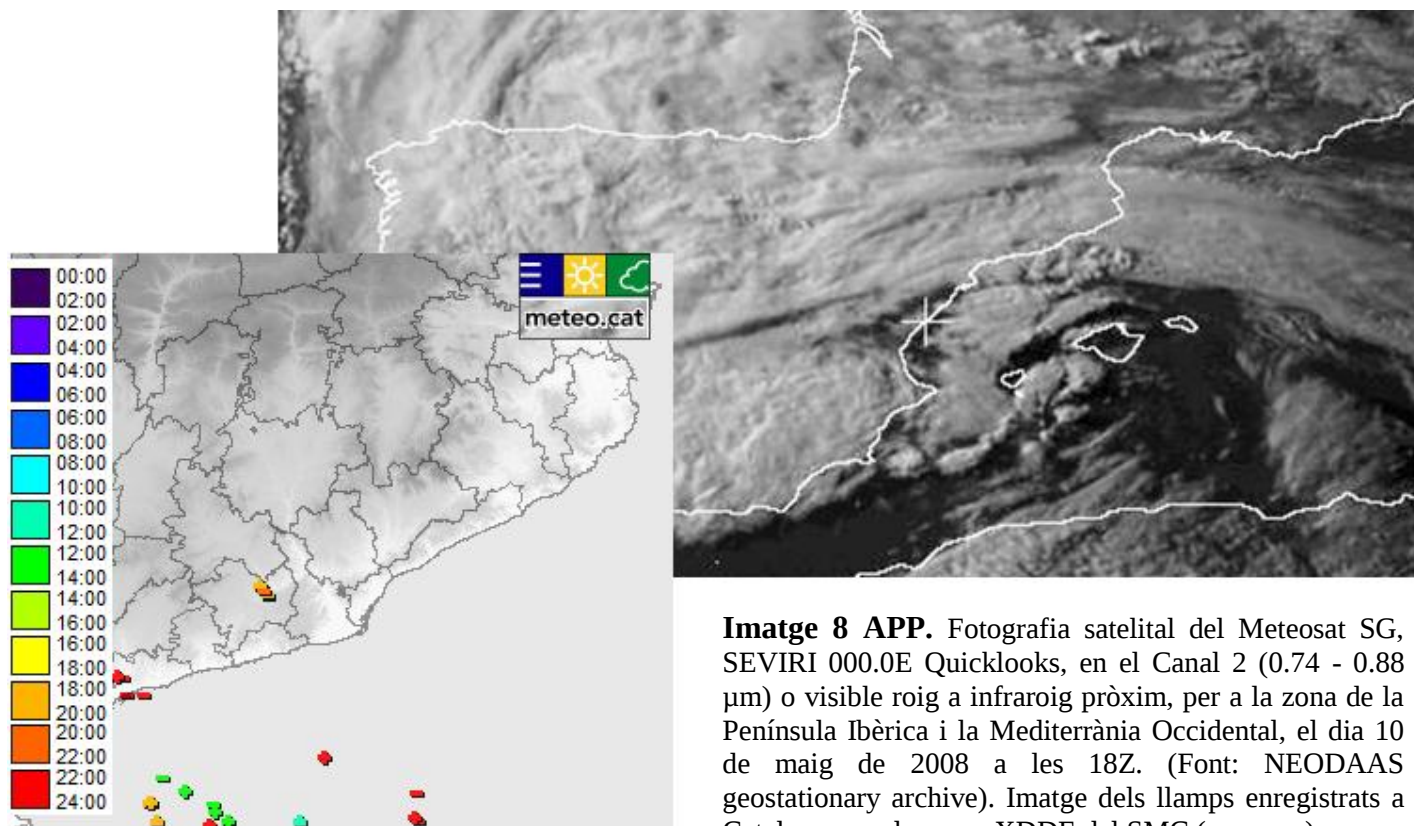
Taules 10.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP10	0.267	0.037
	0.034	0.054

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP10	1.657	0.502	0.503	0.054	0.063
	0.128	0.074	0.076	0.015	0.017

Taula 10.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 10.

	Coeficient d'abast (C)	Coeficient (P) persistència
EP10	0.837	0.778



Imatge 8 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 2 (0.74 - 0.88 μm) o visible roig a infraroig pròxim, per a la zona de la Península Ibèrica i la Mediterrània Occidental, el dia 10 de maig de 2008 a les 18Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (esquerra).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma un tant abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana va ser de 62,5 mm. A més també es pot dir que hi hagué gran variabilitat en les acumulacions de l'episodi, destacant l'acumulat màxim puntual de 100.3 mm. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se gairebé de pantà baromètric, encara que el flux de SE feble impulsat per l'anticicló centreeuropeu pot haver estat clau per al desenvolupament de l'episodi. Els índexs de convectoritat moderats no descarten la formació de tempestes importants. La tipologia de núvol observat ens mostra que tempestes amb cert grau d'organització sovintejaren l'àrea d'estudi durant l'episodi.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè les mitjanes d'acumulació no arriben a superar els llindars del període de retorn de 5 anys. Pot ser els episodis no tingueren suficient persistència com per a acumular la suficient precipitació per a superar el llindar entre les 2 i 24 hores, que és on més a prop se situa. No obstant això, vista la informació de satèl·lit i llamps pot dir-se que es va tractar de tempestes amb un important grau d'organització, que amb altes probabilitats podríem estar parlant de que hi hagueren Sistemes Convectius a Mesoscala (SCM). L'índex β ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu, superant el 50% de l'episodi de pluja, aproximadament, el llindar dels 35mm/h, a més es pot dir que els registres en aquest sentit són bastant homogenis. L'índex s bastant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se de forma bastant constant en el temps, aquesta valoració implica que, atenent al valor del coeficient de

persistència amb un 77.8% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que els pics d'intensitat de precipitació màxima es van distribuir durant un interval de temps bastant llarg.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), coincideix de forma completa en que es tracta d'una pluja gairebé perfectament variable.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 83.7%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi de bastant abast.

Així doncs es pot dir que aquest episodi va estar caracteritzat fonamentalment per la seua regularitat en la forma d'acumular-se la pluja i per les seues intensitats molt poc convectives segons l'índex

B. Si ens fixem en la imatge de satèl·lit i llamps es veu com va ser un front mediterrani sense gairebé activitat elèctrica el que va generar aquest episodi més important de 2008. Atenent a les acumulacions i la seua duració relativament llarga el podem considerar com a episodi moderat.

Mitjana acumulat: 49.4 mm. Acumulat màxim: 63,2 mm, acumulat mínim: 35.8 mm

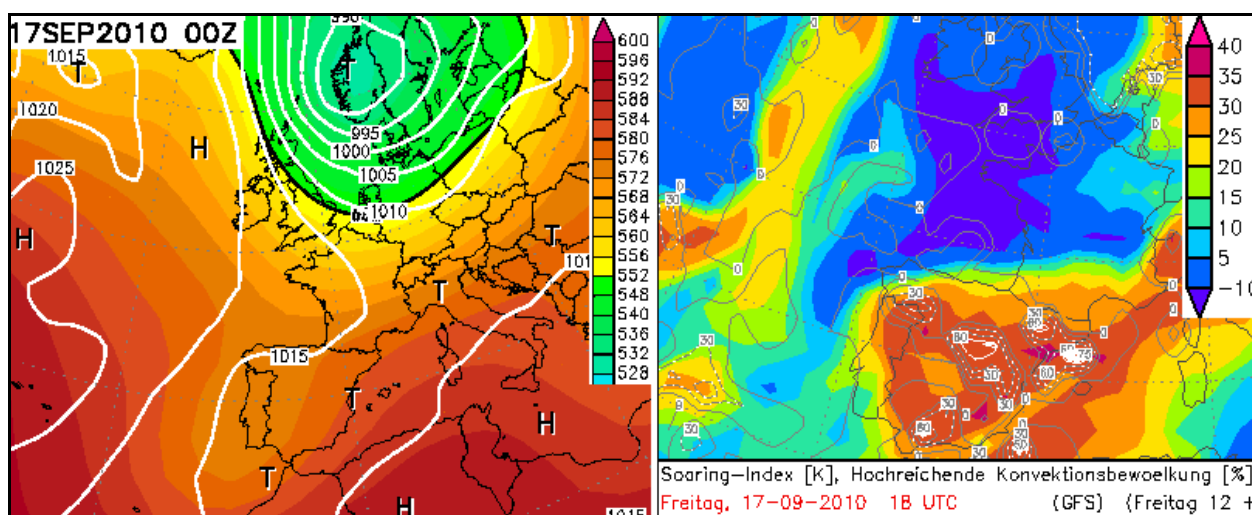


Figura 12 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 17 de setembre de 2010 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 18Z del mateix dia. (font anàlisi).

Taula 12.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP12	SE feble	30-35	45-60	SCM	00:00-06:00 / 18:00-20:00

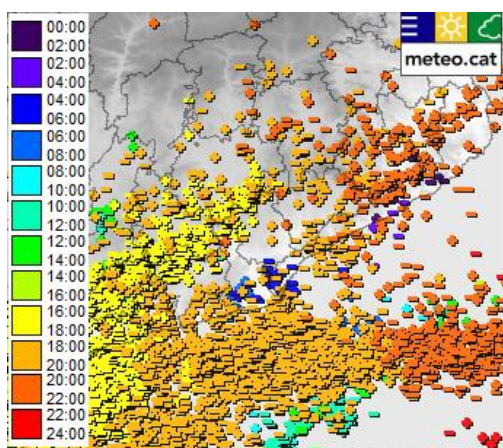
Taules 12.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP12	0.448	0.339
	0.075	0.108

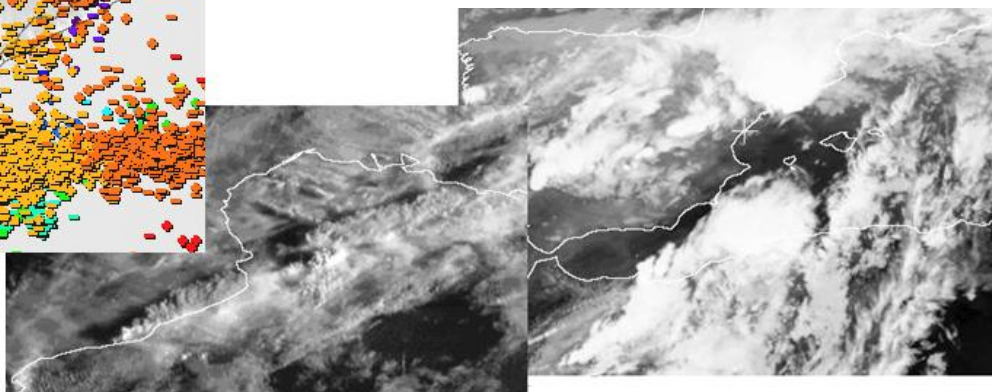
	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP12	0.916	0.505	0.499	0.065	0.071
	0.200	0.083	0.079	0.027	0.032

Taula 12.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 12.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP12	0.645	0.556



Imatge 10 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 12 (North) (0.4 - 1.1 μm) o visible pancromàtic per a la zona de Catalunya i Golf de Lleó, el dia 17 de setembre de 2010 a les 06Z. (Esquerra). Fotografia en el canal 7 (8.30 - 9.10 μm) o infraroig tèrmic del mateix dia a les 18Z (dreta) (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (esquerra).



Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma un tant abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana va ser de 49.4 mm. A més també s'observa que no hi va haver una gran variabilitat en les acumulacions de l'episodi. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, tot i això es produir una lleugera advecció marítima de SE donada la configuració sinòptica a capes més altes. Els índexs de convectivitat alts ens indiquen que és molt possible la formació de tempestes importants. La tipologia de núvol observat al satèl·lit i el mapa de llamps ens mostren com hi van haver tempestes, a la costa catalana, apreciand-se ben clarament a l'esdeveniment de la vesprada la forma nuvolosa de SCM.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè les mitjanes d'acumulació no arriben a superar els llindars del període de retorn de 5 anys. L'índex β ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu, superant el 33.9% de l'episodi de pluja, aproximadament, el llindar dels 35mm/h, atenent a la desviació típica de la dada és probable que hi haguera alguns observatoris per sota d'aquest.

L'índex s un tant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació no va tendir a donar-se de cap forma característica al llarg del dia.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), coincideix de forma completa en que es tracta d'una pluja gairebé perfectament variable.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 64.5%, és a dir, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant una part no massa llarga del temps que es va produir l'episodi, per la qual cosa es pot dir que va ser un episodi no massa abast. A més, si tenim en compte que el coeficient de persistència va ser del 55.6% del dia amb pluja apreciable, es pot dir que hi va haver gairebé 5 hores en les que la pluja no va estar generalitzada a tota la ciutat; la qual cosa ens permet catalogar l'episodi de localitzat.

En aquest episodi ens trobem amb la paradoxa que tot i tenir uns acumulats globals bastant homogenis la forma en la que es van produir les precipitacions al llarg de la ciutat no va ser així. El fet de que sovintejaren tempestes durant bona part de l'episodi plujós pot afavorir aquesta mena de distribució espacial de la pluja. L'índex n calculat per a tot l'episodi també coincideix en que la pluja va estar predominantment convectiva, tot i això l'índex Beta no mostra uns paràmetres de convectivitat especialment alts, amb la qual cosa hem d'entendre que es va tractar d'un episodi convectiu en quant a com es va acumular la precipitació i no en quant a les intensitats assolides. La ratxa principal, no obstant mostra un patró d'acumulació en el temps que implica que es combinava perfectament la pluja convectiva amb la advection, i això es va produir amb el pas del SCM per la ciutat.

Mitjana acumulat:51.2 mm. Acumulat màxim: 87,7 mm, acumulat mínim: 21.7 mm

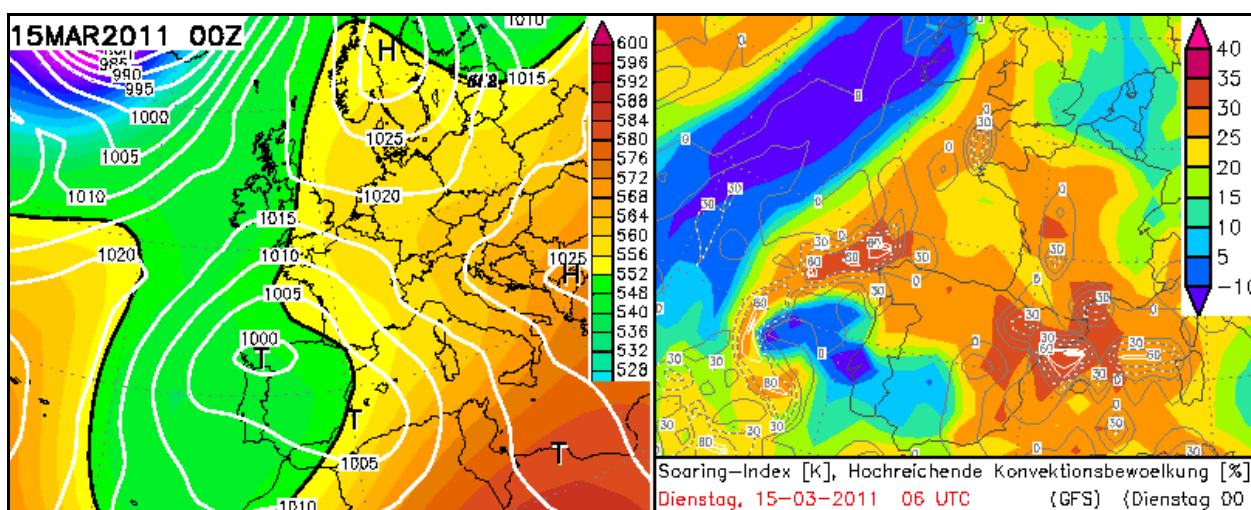


Figura 14 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 15 de març de 2000 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendants fins al nivell de convecció lliure a les 06Z del mateix dia. (font anàlisi).

Taula 14.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP14	Calma/brisa	30-35	30-45	Tempesta mar (*)	08:00-12:00

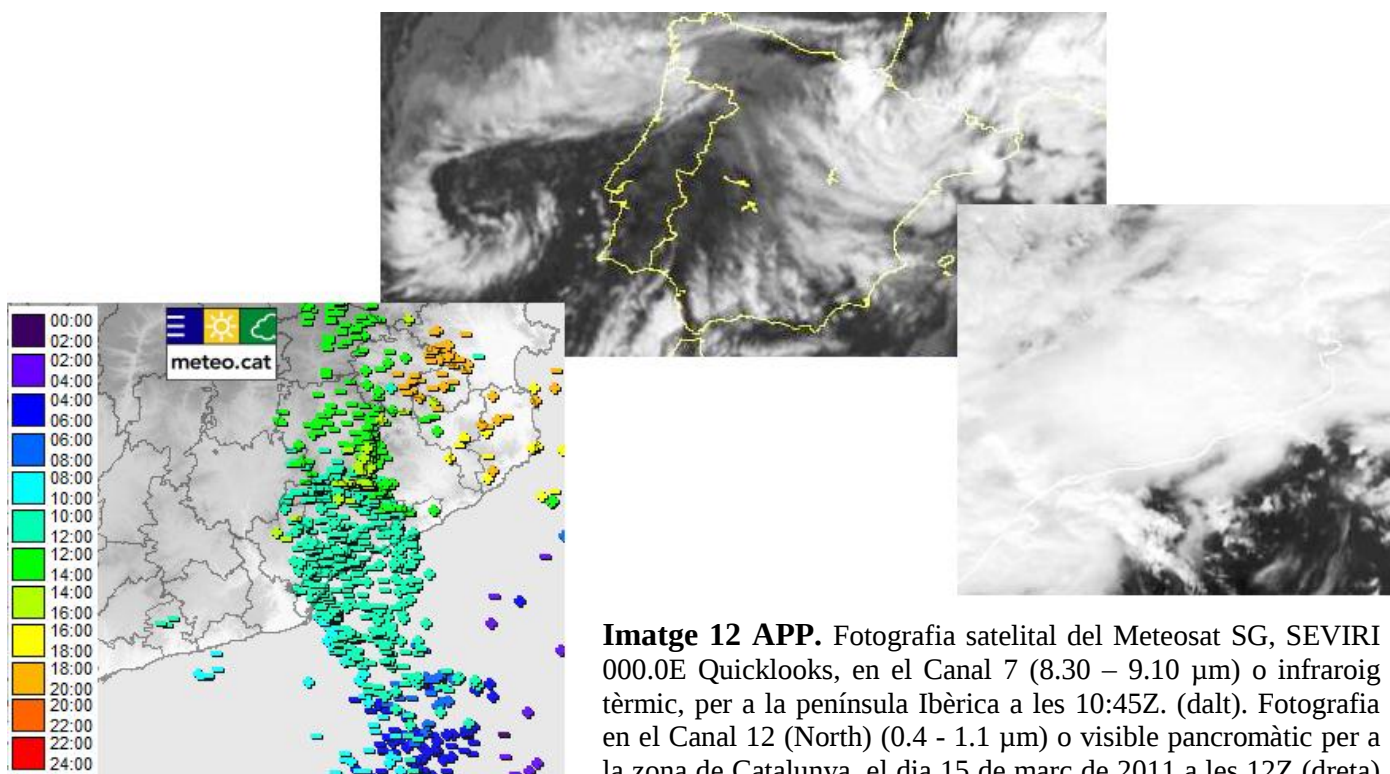
Taules 14.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP14	0.453	0.226
	0.209	0.199

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP14	1.249	0.546	0.514	0.034	0.040
	0.372	0.076	0.043	0.024	0.037

Taula 14.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 14.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP14	0.801	0.663



Imatge 12 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 7 (8.30 – 9.10 μm) o infraroig tèrmic, per a la península Ibèrica a les 10:45Z. (dalt). Fotografia en el Canal 12 (North) (0.4 - 1.1 μm) o visible pancromàtic per a la zona de Catalunya, el dia 15 de març de 2011 a les 12Z (dreta) (Font: SAT24 archive (Esquerra) i NEODAAS geostationary archive (Dreta)). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (esquerra).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que acumulà precipitació de forma un tant abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 51.2 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho corrobora. Es tracta d'un episodi que manifesta molta variabilitat de registres entre diferents estacions, ja que de forma local es va arribar a acumular quantitats properes als 90 mm i la quantitat mínima suposa quatre vegades menys que la màxima. La situació sinòptica afavoreix la presència d'un flux de vent marítim, tot i això durant l'episodi el vent en superfície a les immediacions (a mesoscala) de l'àrea d'estudi es trobava en calma. Tot i això no es pot descartar que la tipologia de precipitació tinga característiques advectiones. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat mitjans tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. La informació de llamps indica que la convecció va ser el suficientment important com per a generar tempesta amb acompanyament elèctric, de fet al mapa de llamps s'observen prou descàrregues sobre el Barcelonès.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè la mitjana no supera els llindars del període de retorn de 5 anys.. L'índex β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, tot i que amb la gran variabilitat existent entre les diferents estacions no és estrany trobar estacions amb valors de convectivitat moderada.

L'índex s un tant llunyà a 0 ens indica que l'acumulació no va tendir a donar-se ni de forma constant ni de forma sobtada.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s), tot i diferir una mica entre d'ells, coincideixen en que es tracta d'una pluja amb una variabilitat d'intensitat neutra. Amb la qual cosa la ratxa principal mostra una tipologia de precipitació més efectiva que la que mostra l'episodi sencer.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 80.1%, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada gairebé durant tot el temps que es va produir l'episodi, que presentant un coeficient de persistència de 0.66 pot considerar-se que va representar un tram bastant important de les 24 hores del dia..

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi que destaca per mostrar un tipus de precipitació predominantment convectiu, excepte durant la ratxa màxima que mostra equilibri entre convectivitat i advectivitat. En aquest cas l'episodi principal el va produir una tempesta, que va afectar de forma molt irregular la ciutat en quant a acumulats observats als diferents observatoris., d'aquesta manera, comprovem que si el coeficient d'abast és alt és perquè mentre s'hi produïa la tempesta a un lloc de la ciutat a l'altre hi havia precipitació feble estratiforme.

Mitjana acumulat: 30.7 mm. Acumulat màxim: 55,9 mm, acumulat mínim: 13 mm

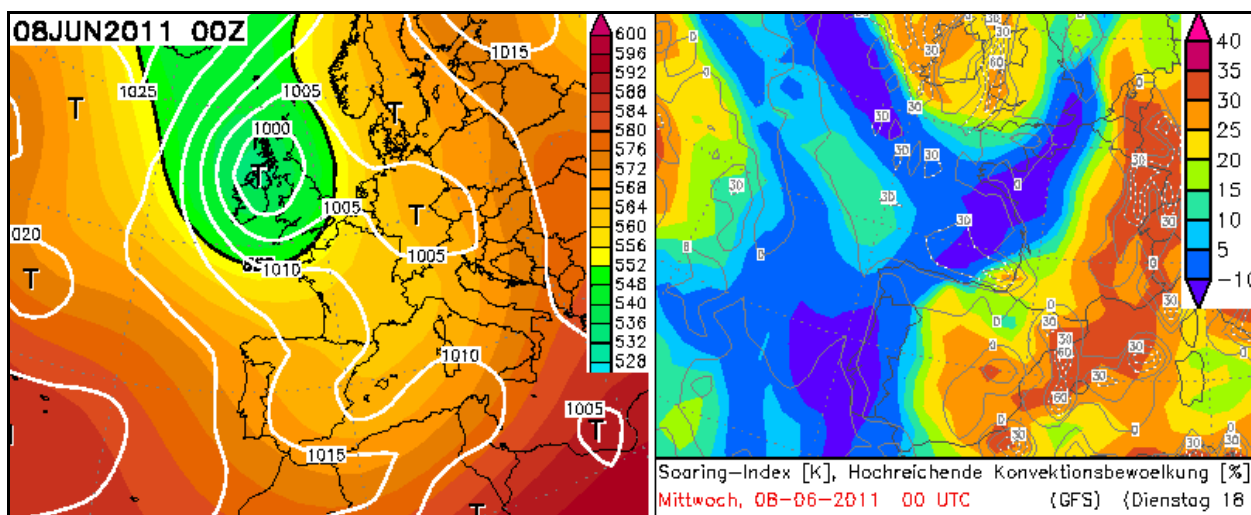


Figura 15 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 8 de juny de 2011 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure (font anàlisi).

Taula 15.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP15	Calma/brisa	30-35	30-45	Cb estela	Sense Llamps

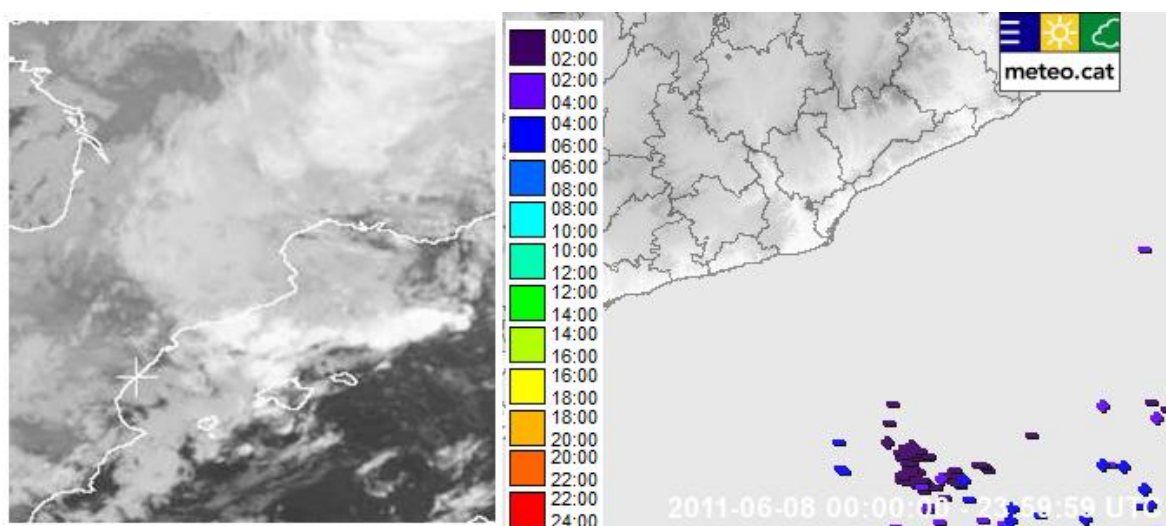
Taules 15.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP	Beta
EP15	0.325	0.099
	0.115	0.144

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP15	0.752	0.397	0.393	0.053	0.042
	0.067	0.057	0.052	0.005	0.004

Taula 15.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 15.

	Coefficient d'abast (C)	Coefficient (P) persistència
EP15	0.739	0.344



Imatge 13 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 7 (8.3 - 9.10 μm) o infraroig tèrmic, per a la zona de la Península Ibèrica i la Mediterrània Occidental, el dia 8 de juny de 2011 a les 00Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació de forma abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 30,7 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho manifesta. Es tracta d'un episodi que mostra gran variabilitat de registres entre diferents estacions, ja que de forma local es va arribar a acumular quantitats properes als 60 mm i la quantitat mínima suposa quatre vegades menys que la màxima. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, no obstant això a nivell mesoscàlic hi havia situació de vents del Nord-oest als extrems nord i sud de Catalunya, aquesta situació genera a la Costa Central certa convergència de vents marítims que ajuda a generar nuclis convectius. Tot i això no es pot descartar que la tipologia de precipitació tinga característiques advectiones. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat mitjans tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. La informació de llamps indica que la convecció no va ser el suficientment important com per a generar tempesta amb acompanyament elèctric, de fet al mapa de llamps sols s'observen descàrregues elèctriques llunyanes sobre la mar.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè la mitjana no supera els llindars del període de retorn de 5 anys.. L'índex β ens informa de que va ser un episodi lleugerament convectiu, a més, amb la gran variabilitat existent entre les diferents estacions no és estrany trobar estacions amb valors de convectivitat nul·la.

L'índex s no massa llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se en poc de temps al llarg del dia.

Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s) coincideix en que es tracta d'una pluja amb una variabilitat d'intensitat lleugerament advectiona. Amb la qual cosa la ratxa principal mostra una tipologia de precipitació radicalment diferent i bastant més efectiva que la que mostra l'episodi sencer.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 73.9%, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi,

tot i això, en tindre un coeficient de persistència de 0.344 pot considerar-se que va representar un tram bastant curt de les 24 hores del dia (6 hores).

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi relativament curt que destaca per mostrar un tipus de precipitació molt predominantment convectiu, excepte durant la ratxa principal, que mostra un major equilibri entre convectivitat i advectivitat, fins i tot essent de tipologia més advectiona. En aquest cas no s'hi va produir cap tempesta, de manera que la convecció que va generar l'estela era de tipus càlid.

Mitjana acumulat: 46.3 mm. Acumulat màxim: 72,9 mm, acumulat mínim: 22,9 mm

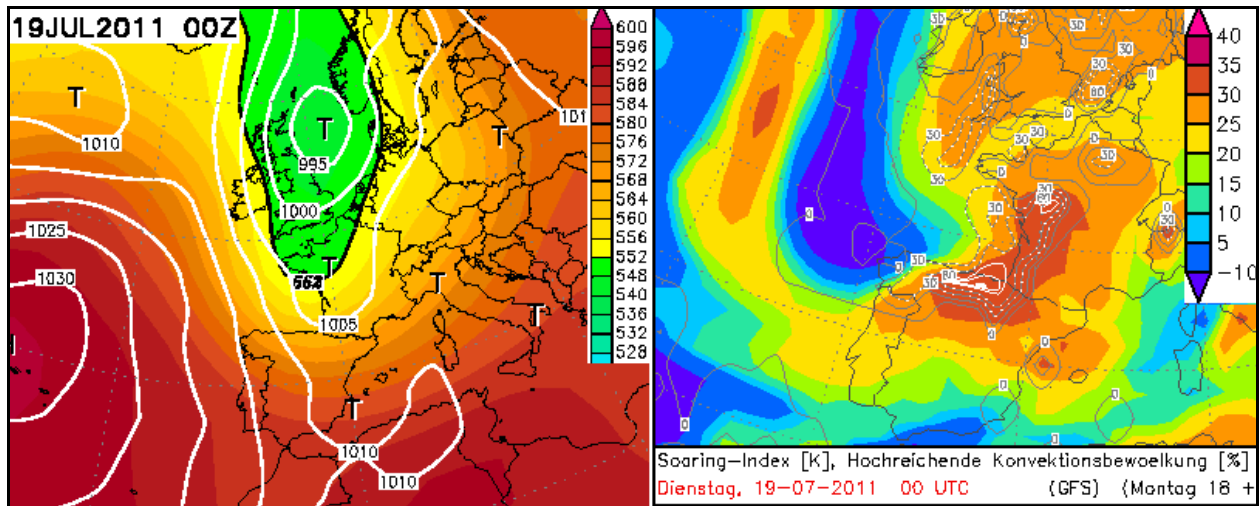


Figura 16 APP. D'esquerra a dreta: situació sinòptica del dia 19 de juliol de 2011 a les 00 UTC (font: reanàlisi WZ). Índex Soaring i les possibilitats de corrents ascendents fins al nivell de convecció lliure (font anàlisi).

Taula 16.a. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi.

	Vent	Soaring	% Convecció profunda	Tipus núvol	Llamps
EP16	SE feble	25-30	-	SCM	02:00-06:00

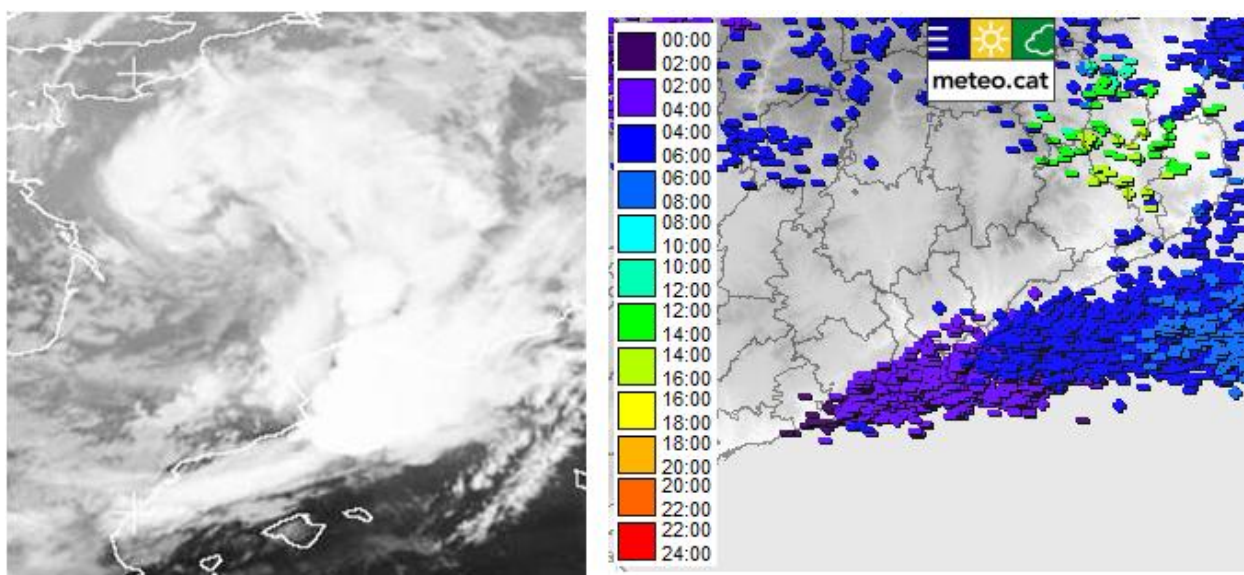
Taules 16.b. APP. Resum dels índexs de caracterització pluviomètrica de l'episodi.

	IP		Beta		
EP16	0.536	0.530			
	0.176	0.202			

	S (T)	N (RP)	N _s (RP)	MNAE (T) n	MNAE (T) s
EP16	0.672	0.481	0.462	0.047	0.038
	0.165	0.117	0.075	0.013	0.010

Taula 16.c. APP. Resum de les característiques no pluviomètriques de l'episodi 16.

	Coeficient d'abast (C)	Coeficient (P) persistència
EP16	0.848	0.194



Imatge 14 APP. Fotografia satelital del Meteosat SG, SEVIRI 000.0E Quicklooks, en el Canal 7 (8.3 - 9.10 μm) o infraroig tèrmic, per a la zona del NE Península Ibèrica i la Mediterrània Occidental Noord, el dia 19 de juliol de 2011 a les 06Z. (Font: NEODAAS geostationary archive). Imatge dels llamps enregistrats a Catalunya per la xarxa XDDE del SMC (dreta).

Comentari

Aquest episodi de precipitacions pot dir-se que no acumulà precipitació generalitzadament abundosa a la ciutat de Barcelona, la mitjana de 46,3 mm de precipitació per a tota la ciutat així ho manifesta. Es tracta d'un episodi que mostra gran variabilitat de registres entre diferents estacions, ja que de forma local es va arribar a acumular quantitats de 72.9 mm i la quantitat mínima suposa tres vegades menys que la màxima. La situació sinòptica, en superfície, pot considerar-se de pantà baromètric, no obstant això a nivell mesoscàlic hi havia vents de SE, pot ser afavorits per la pròpia disposició dels centres d'acció sinòptics. Així doncs, no es pot descartar que la tipologia de precipitació tinga característiques advectiones. De la mateixa manera, els índexs de convectivitat mitjans-baixos tampoc descarten completament la formació de tempestes importants. La informació de llamps indica que la convecció va ser el suficientment important com per a generar tempesta amb acompanyament elèctric, de fet al mapa de llamps s'observa el pas d'un sistema tempestuós molt actiu que entre les 02:00h i les 06:00h va sovintejar l'àrea d'estudi. Vista la imatge de satèl·lit no seria gens desgavellat afirmar que es podria tractar d'un SCM.

L'índex de caracterització pluviomètrica IP no pot ser emprat per a analitzar la severitat d'aquest episodi perquè la mitjana no supera els llindars del període de retorn de 5 anys.. L'índex β de 0.53 ens informa de que va ser un episodi moderadament convectiu.

L'índex s no massa llunyà a 0 ens indica que l'acumulació va tendir a donar-se en poc de temps. Pel que fa a l'anàlisi de la ratxa principal dels valors obtinguts pels índexs n i s , es pot dir que l'índex n , calculat per ambdós mètodes (n i n_s) coincideix en que es tracta d'una pluja amb una variabilitat d'intensitat equilibrada, molt lleugerament advectiona. Amb la qual cosa la ratxa principal mostra una tipologia de precipitació diferent i molt més efectiva que la que mostra l'episodi sencer.

L'abast que tingué la pluja generalitzada per a l'episodi va estar del 84.8%, la pluja va estar recollint-se de forma generalitzada durant bona part del temps que es va produir l'episodi, tot i això, en tindre un coeficient de persistència de 0.194 pot considerar-se que va representar un tram bastant curt de les 24 hores del dia (4.5 hores).

Així doncs es pot dir que parlem d'un episodi relativament curt que destaca per mostrar un tipus de precipitació molt predominantment convectiu, excepte durant la ratxa principal, que mostra un gran equilibri entre convectivitat i advection. En aquest cas s'hi va produir almenys una tempesta que arribà a desenvolupar intensitats per sobre de 35 mm/h durant una part important de l'episodi, a més l'abast i la concentració temporal de l'episodi el fan susceptible de generar problemes locals en el desguàs d'aigua. La informació no pluviomètrica indica que es probable que es tractara d'un SCM.

A4 Recull d'índexs matemàtics per estacions i episodis

Taula A4.1. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 1.

EP1	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,63	0,65	23,65	0,89	22,88	0,49	5,81	0,55	13,93	1,07	0,54	0,04	0,03
CL3	0,17	0	6,69	0,9	6,51	0,42	1,69	0,56	4,15	0,97	0,56	0,03	0,03
CL4	0,29	0,35	10,83	0,89	10,57	0,46	2,89	0,57	6,76	0,99	0,56	0,03	0,03
CL6	0,41	0,43	14,46	0,89	14,64	0,46	6,75	0,72	11,79	0,64	0,72	0,03	0,02
CL7	0,17	0	5,62	0,86	5,57	0,61	1,13	0,46	3,37	1,21	0,46	0,04	0,03
CL8	0,17	0,23	2,66	0,85	3,45	0,46	3,3	0,81	5	0,32	0,82	0,11	0,11
CL9	0,11	0	2,2	0,75	2,39	0,99	0,48	0,39	1,69	1,34	0,4	0,05	0,03
CL10	0,45	0,67	20,46	0,95	19,79	0,24	7,79	0,7	14,07	0,68	0,69	0,02	0,02
CL11	0,46	0,52	17,3	0,91	17,37	0,38	8,47	0,75	14,05	0,58	0,74	0,02	0,02
CL12	0,54	0,57	19,59	0,88	19,13	0,51	5,41	0,58	12,19	1,03	0,56	0,04	0,03
CL13	0,59	0,45	21,32	0,89	21,03	0,48	6,8	0,62	14,25	0,92	0,61	0,03	0,03
CL14	0,45	0,72	18,35	0,9	17,81	0,43	5,41	0,61	11,63	0,93	0,59	0,03	0,03
CL15	0,39	0,25	11,87	0,85	11,71	0,65	2,33	0,46	6,89	1,26	0,45	0,05	0,04
CL16	0,49	0,48	16,63	0,86	16,51	0,57	4,24	0,53	10,71	1,08	0,52	0,04	0,03
CL17	0,11	0	2,47	0,77	2,67	0,88	0,63	0,45	1,99	1,21	0,45	0,04	0,03
CL18	0,1	0	1,52	0,8	1,95	0,65	0,66	0,48	2,09	0,84	0,53	0,11	0,1
CL19	0,16	0	4,8	0,83	4,87	0,68	1,14	0,49	3,2	1,14	0,49	0,04	0,03
CL20	0,49	0,51	15,32	0,84	15,51	0,65	4,43	0,56	10,74	1,03	0,54	0,04	0,03
CL22	0,3	0,13	10,4	0,87	10,06	0,58	2,03	0,47	5,69	1,25	0,46	0,04	0,04
Mitjana	0,342	0,313	11,902	0,862	11,811	0,556	3,758	0,566	8,115	0,972	0,562	0,043	0,036
Desv. Típica	0,176	0,263	7,329	0,048	7,051	0,174	2,594	0,113	4,683	0,264	0,113	0,024	0,025

Taula A4.2. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 2.

EP2	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,18	0	0,53	0,43	0,82	2,08	0,17	0,4	0,84	2,08	0,12	0,06	0,05
CL3	0,24	0	1,39	0,51	2,1	1,74	1,36	0,53	3,45	1,11	0,53	0,04	0,04
CL4	0,2	0	0,88	0,45	1,41	1,96	1,06	0,53	2,91	0,96	0,53	0,06	0,05
CL6	0,26	0,09	2,24	0,6	3,18	1,43	2,42	0,63	5,03	0,85	0,63	0,03	0,03
CL7	0,18	0	0,11	0,26	0,31	2,38	0,76	0,56	1,99	0,84	0,57	0,22	0,26
CL9	0,3	0	2,14	0,54	2,98	1,69	0,98	0,38	2,84	1,73	0,38	0,05	0,03
CL10	0,32	0,14	2,72	0,6	3,9	1,43	2,42	0,56	6,04	0,95	0,56	0,03	0,03
CL11	0,37	0,16	3,26	0,6	4,64	1,41	3,52	0,63	7,56	0,8	0,63	0,03	0,03
CL13	0,18	0	0,62	0,47	0,96	1,92	0,31	0,37	1,21	1,25	0,39	0,06	0,06
CL14	0,3	0	2,47	0,58	3,32	1,53	1,17	0,42	3,79	1,35	0,42	0,04	0,02
CL15	0,31	0,06	1,71	0,51	2,6	1,77	1,14	0,42	3,13	1,57	0,43	0,03	0,03
CL16	0,3	0,15	2,48	0,58	3,51	1,5	2,48	0,6	5,75	0,81	0,61	0,04	0,03
CL17	0,27	0	1,15	0,44	1,72	2,06	0,55	0,31	2,29	1,59	0,32	0,07	0,05
CL18	0,39	0,07	2,69	0,55	3,86	1,64	1,52	0,43	4,13	1,56	0,44	0,04	0,03
CL19	0,29	0,06	1,57	0,5	2,36	1,81	0,81	0,37	2,52	1,72	0,38	0,06	0,05
CL20	0,35	0	1,98	0,51	2,82	1,81	0,99	0,37	2,91	1,76	0,36	0,04	0,03
CL21	0,3	0	1,34	0,47	2,09	1,91	0,78	0,32	3,4	1,34	0,35	0,04	0,04
CL23	0,32	0	2,32	0,55	3,33	1,64	1,67	0,48	4,97	1,13	0,47	0,04	0,04
Mitjana	0,281	0,040	1,754	0,507	2,552	1,760	1,340	0,460	3,598	1,300	0,451	0,054	0,051
Desv. Típica	0,065	0,058	0,869	0,085	1,179	0,262	0,872	0,107	1,734	0,393	0,130	0,043	0,054

Taula A4.3. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 3.

EP3	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,88	0,45	18,84	0,78	19,66	0,88	2,65	0,3	11,03	1,59	0,3	0,05	0,04
CL3	0,94	0,61	21,61	0,79	22,68	0,82	3,78	0,37	13,73	1,42	0,37	0,05	0,04
CL4	0,69	0,52	13,86	0,76	14,36	0,97	1,99	0,75	7,37	1,77	0,22	0,06	0,04
CL6	0,58	0,25	10,11	0,79	11,83	0,79	3,8	0,52	10,68	0,94	0,55	0,06	0,06
CL7	0,6	0,56	6,28	0,74	8,69	0,87	2,21	0,32	9,69	1,33	0,32	0,13	0,13
CL8	0,62	0,49	4,96	0,7	7,62	0,98	3,97	0,48	12,4	0,96	0,51	0,1	0,12
CL9	0,95	0,65	19,78	0,79	21,49	0,83	3,48	0,34	13,78	1,46	0,34	0,05	0,04
CL10	0,31	0,21	2,03	0,57	2,86	1,57	3,09	0,78	5,32	1,11	0,42	0,06	0,05
CL11	0,6	0,23	8,02	0,74	9,9	0,96	2,72	0,75	8,92	1,19	0,43	0,08	0,07
CL13	1,02	0,64	19,68	0,76	21,15	0,94	3,05	0,3	12,61	1,58	0,31	0,05	0,04
CL14	0,64	0,25	11,75	0,79	13,67	0,78	3,29	0,42	11,44	1,14	0,45	0,05	0,05
CL15	1	0,68	18,3	0,75	19,69	0,99	2,8	0,29	11,8	1,6	0,3	0,05	0,04
CL16	0,87	0,44	15,53	0,76	17,38	0,92	3,05	0,35	12,51	1,29	0,37	0,06	0,05
CL17	1,11	0,62	25,9	0,8	27,07	0,79	3,9	0,32	15,83	1,48	0,33	0,05	0,04
CL18	0,75	0,4	12,46	0,74	14,04	0,98	2,13	0,29	9,37	1,54	0,3	0,05	0,04
CL19	1,33	0,72	31,68	0,8	32,68	0,82	4,72	0,33	18,37	1,52	0,33	0,05	0,04
CL20	1,12	0,64	21,26	0,76	22,53	0,96	2,67	0,25	12,45	1,68	0,26	0,06	0,05
CL22	0,34	0,12	2,23	0,59	3,13	1,46	2,77	0,72	5,07	0,58	0,72	0,06	0,05
Mitjana	0,796	0,470	14,682	0,744	16,134	0,961	3,115	0,438	11,243	1,342	0,378	0,060	0,054
Desv. Típica	0,274	0,188	8,218	0,066	8,050	0,216	0,721	0,183	3,352	0,308	0,120	0,021	0,027

Taula A4.4. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 4.

EP4	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,64	0,4	5,02	0,56	6,69	1,62	1,91	0,48	5,7	1,78	0,29	0,06	0,04
CL3	0,6	0,18	5,81	0,61	7,65	1,45	2,51	0,42	7,75	1,43	0,41	0,03	0,02
CL4	0,51	0,24	5,68	0,63	7,19	1,39	2,32	0,43	6,89	1,41	0,42	0,04	0,02
CL6	0,65	0,32	6,25	0,61	7,87	1,48	1,46	0,28	6,54	1,63	0,32	0,06	0,04
CL8	0,44	0	2,23	0,49	3,38	1,86	1,49	0,51	4,42	1,55	0,38	0,03	0,03
CL9	0,54	0,07	2,52	0,48	3,87	1,88	1,99	0,56	5,19	1,56	0,39	0,03	0,03
CL10	0,63	0,34	5,99	0,61	7,77	1,46	2,64	0,44	8,46	1,26	0,44	0,04	0,02
CL11	0,87	0,45	8,95	0,62	11,53	1,41	4,11	0,45	12,41	1,26	0,46	0,04	0,02
CL13	0,73	0,39	6,63	0,59	8,43	1,53	4,69	0,63	10,45	1,39	0,41	0,07	0,04
CL14	0,94	0,41	10,18	0,64	12,9	1,34	3,34	0,39	11,87	1,39	0,42	0,05	0,03
CL16	0,95	0,48	12,42	0,66	15,36	1,25	5,56	0,49	14,83	1,27	0,48	0,03	0,02
CL17	0,56	0,03	2,39	0,46	3,59	1,98	1,9	0,51	4,72	1,25	0,49	0,04	0,03
CL19	0,67	0,18	4,26	0,53	6,12	1,7	2,25	0,39	7,1	1,54	0,39	0,04	0,02
CL20	0,71	0,4	5,27	0,55	6,93	1,68	1,32	0,52	5,59	1,88	0,24	0,06	0,04
CL22	0,52	0,29	6,17	0,64	7,5	1,37	1,41	0,31	5,49	1,68	0,33	0,06	0,04
CL23	0,95	0,39	11,59	0,65	14,33	1,33	4,63	0,44	13,03	1,41	0,43	0,04	0,02
Mitjana	0,665	0,290	6,903	0,562	8,626	1,439	2,631	0,437	8,057	1,407	0,378	0,045	0,031
Desv. Típica	0,185	0,152	3,505	0,143	3,875	0,393	1,351	0,104	3,411	0,329	0,091	0,013	0,011

Taula A4.5. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 5.

EP5	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,18	0	3,27	0,77	3,91	0,85	0,84	0,36	3,24	1,32	0,38	0,06	0,06
CL3	0,14	0	1,39	0,66	1,91	1,21	0,47	0,32	2,03	1,36	0,35	0,07	0,08
CL4	0,1	0	1,38	0,73	1,89	0,92	0,64	0,39	2,41	1,12	0,42	0,08	0,09
CL6	0,19	0,28	6,47	0,89	6,54	0,44	1,89	0,54	5,14	0,82	0,57	0,03	0,03
CL7	0,14	0	2,77	0,75	3,07	0,98	0,64	0,6	2,21	1,33	0,39	0,04	0,03
CL8	0,44	0,6	14,96	0,87	15,11	0,55	1,81	0,25	9,16	1,43	0,28	0,03	0,02
CL10	0,33	0,28	3,44	0,7	5,12	0,98	3,77	0,63	8,4	0,74	0,64	0,1	0,12
CL11	0,18	0	2,43	0,7	3,07	1,07	1,31	0,55	3,37	0,97	0,56	0,03	0,03
CL13	0,29	0,58	7,19	0,84	8,53	0,54	3,67	0,58	8,93	0,81	0,59	0,05	0,06
CL14	0,37	0,34	8,8	0,8	9,78	0,75	4,43	0,65	8,86	0,84	0,64	0,03	0,02
CL15	0,24	0,14	5,11	0,79	5,9	0,78	1,35	0,39	5,06	1,2	0,41	0,03	0,03
CL16	0,16	0	1,85	0,7	2,47	1,04	1,24	0,57	3,14	0,83	0,6	0,05	0,06
CL17	0,22	0,18	5,03	0,82	5,97	0,65	1,31	0,33	5,7	1,21	0,36	0,04	0,05
CL18	0,31	0,3	8,33	0,84	9,15	0,6	1,73	0,37	6,82	1,23	0,39	0,03	0,04
CL19	0,15	0	1,7	0,71	2,42	0,95	1,58	0,61	3,71	0,75	0,62	0,08	0,1
CL20	0,19	0,18	3,36	0,78	4,33	0,75	2,17	0,59	5,19	0,82	0,6	0,07	0,08
CL21	0,17	0	1,89	0,69	2,73	1,04	1,24	0,45	4,18	1	0,48	0,07	0,09
CL22	0,27	0,37	6,57	0,82	7,44	0,65	3,09	0,6	7,25	0,79	0,61	0,02	0,02
CL23	0,25	0,3	3,98	0,79	5,25	0,69	4,39	0,75	7,53	0,49	0,76	0,06	0,08
Mitjana	0,226	0,187	4,733	0,771	5,506	0,813	1,977	0,501	5,385	1,002	0,507	0,050	0,056
Desv. Típica	0,089	0,198	3,417	0,066	3,387	0,213	1,268	0,139	2,433	0,266	0,132	0,023	0,031

Taula A4.6 Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 6.

EP6	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,05	0	1,99	0,93	1,92	0,31	0,37	0,48	1,18	0,99	0,51	0,03	0,02
CL3	0,1	0	4,22	0,96	4,07	0,2	1,09	0,58	2,75	0,82	0,59	0,02	0,02
CL4	0,11	0	4,25	0,91	3,98	0,42	0,32	0,19	1,85	1,57	0,22	0,04	0,03
CL7	0	0	0,19	0,99	0,18	0,06	0,04	0,33	0,16	1,07	0,39	0,01	0,01
CL8	0,44	0,35	13,19	0,85	12,57	0,66	1,37	0,3	5,91	1,56	0,31	0,06	0,05
CL15	0,4	0,52	16,73	0,93	15,94	0,32	3,03	0,47	9,33	1,08	0,48	0,03	0,02
CL16	0,04	0	1,73	0,99	1,69	0,08	0,4	0,44	1,36	0,93	0,48	0,01	0,01
CL17	0,09	0	2,41	0,83	2,32	0,74	0,2	0,21	1,06	1,67	0,24	0,06	0,05
CL18	0,36	0,11	10,89	0,84	10,56	0,67	1,61	0,39	5,56	1,41	0,39	0,05	0,04
CL19	0,07	0	2,83	0,93	2,7	0,34	0,48	0,45	1,57	1,1	0,46	0,03	0,03
CL20	0,09	0	3,93	0,96	3,79	0,2	1,03	0,58	2,56	0,82	0,59	0,02	0,02
CL21	0,24	0	8,45	0,89	8	0,51	0,89	0,3	3,95	1,43	0,33	0,04	0,04
CL22	0,09	0	3,01	0,89	2,83	0,51	0,25	0,23	1,31	1,55	0,26	0,04	0,04
CL23	0,04	0	1,71	0,97	1,66	0,15	0,37	0,47	1,17	0,93	0,5	0,01	0,01
Mitjana	0,163	0,113	5,234	0,850	5,211	0,419	1,232	0,411	3,462	1,081	0,431	0,032	0,031
Desv. Típica	0,135	0,167	4,391	0,206	4,204	0,243	1,202	0,164	2,705	0,389	0,161	0,018	0,018

Taula A4.7. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 7.

EP7	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,09	0	1,46	0,77	1,82	0,8	1,85	0,8	2,87	0,34	0,81	0,05	0,05
CL3	0,06	0	0,5	0,63	0,76	1,26	0,65	0,58	1,61	0,74	0,6	0,05	0,07
CL4	0,08	0	1,37	0,78	1,73	0,77	1,32	0,71	2,49	0,5	0,73	0,02	0,03
CL6	0,15	0,46	4,09	0,89	4,49	0,4	2,53	0,69	4,94	0,51	0,72	0,01	0,01
CL7	0,04	0	0,49	0,69	0,69	1,07	0,61	0,66	1,28	0,58	0,68	0,04	0,05
CL8	0,04	0	0,38	0,62	0,54	1,35	0,46	0,64	1,02	0,62	0,66	0,04	0,04
CL10	0,03	0	0,33	0,68	0,48	1,09	0,59	0,72	1,08	0,45	0,75	0,05	0,06
CL11	0,08	0	1,29	0,75	1,61	0,87	0,86	0,84	2,12	0,9	0,51	0,03	0,03
CL12	0,07	0	1,28	0,78	1,52	0,81	1,26	0,76	2,11	0,38	0,78	0,04	0,04
CL13	0,05	0	1,3	0,83	1,51	0,59	0,69	0,56	1,81	0,75	0,59	0,03	0,02
CL14	0,13	0,43	3,4	0,88	3,77	0,45	2,41	0,75	4,15	0,44	0,77	0,02	0,02
CL15	0,23	0,49	5,34	0,86	6,09	0,49	5,53	0,85	7,74	0,28	0,85	0,03	0,03
CL16	0,05	0	0,79	0,71	1,01	1,05	0,58	0,87	1,29	1,11	0,41	0,04	0,04
CL17	0,12	0	2,02	0,75	2,44	0,9	1,11	0,55	2,96	0,75	0,59	0,03	0,02
CL18	0,1	0	1,16	0,66	1,5	1,24	1,37	0,74	2,42	0,45	0,76	0,05	0,04
CL19	0,1	0	1,18	0,68	1,64	1,11	0,8	0,82	2,57	1,11	0,41	0,05	0,05
CL20	0,17	0,4	5,08	0,89	5,5	0,41	3,26	0,75	5,6	0,48	0,76	0,02	0,02
CL21	0,09	0	1,47	0,74	1,8	0,93	0,71	0,49	2,16	0,88	0,53	0,04	0,03
CL22	0,18	0,42	5,37	0,89	5,73	0,4	2,88	0,67	5,92	0,57	0,69	0,02	0,02
CL23	0,11	0	1,96	0,77	2,4	0,84	1,27	0,7	3,03	0,74	0,62	0,04	0,04
CL24	0,09	0	0,56	0,57	0,88	1,47	1,4	0,77	3,05	1,01	0,46	0,09	0,09
Mitjana	0,100	0,115	2,044	0,758	2,386	0,854	1,559	0,713	3,038	0,659	0,645	0,036	0,035
Desv. Típica	0,051	0,199	1,717	0,097	1,816	0,332	1,273	0,103	1,837	0,249	0,132	0,018	0,019

Taula A4.8. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 8.

EP8	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,35	0,42	3,34	0,65	4,96	1,2	2,55	0,48	7,93	1,02	0,49	0,07	0,09
CL3	0,69	0,6	12,93	0,76	14,84	0,92	2,76	0,34	11,29	1,38	0,35	0,04	0,03
CL4	0,49	0,32	7,11	0,7	8,67	1,1	3,05	0,71	7,99	1,2	0,48	0,04	0,03
CL6	0,32	0,48	1,04	0,44	2,03	1,88	2,34	0,47	7,41	0,91	0,5	0,11	0,14
CL7	0,3	0,42	0,84	0,42	1,72	1,93	2,66	0,51	7,75	0,82	0,54	0,13	0,16
CL8	0,55	0,53	4,97	0,64	7,52	1,21	4,47	0,51	12,7	0,96	0,53	0,08	0,1
CL10	0,4	0,59	1,67	0,5	3,04	1,69	4,84	0,66	10,58	1,16	0,46	0,09	0,12
CL11	0,43	0,67	1,74	0,49	3,24	1,7	5,59	0,68	11,24	0,57	0,69	0,1	0,13
CL12	0,33	0,32	2,83	0,62	4,16	1,3	3,11	0,63	6,83	0,78	0,64	0,05	0,07
CL13	0,38	0,38	2,75	0,6	4,3	1,36	5,15	0,71	9,77	0,54	0,72	0,05	0,07
CL14	0,33	0,3	1,68	0,49	2,72	1,79	2,6	0,59	6,71	0,74	0,59	0,08	0,07
CL15	0,55	0,55	5,03	0,64	7,45	1,22	4,33	0,53	12,1	0,9	0,55	0,07	0,09
CL17	0,88	0,67	13,67	0,71	15,94	1,09	3,16	0,43	11,85	1,51	0,33	0,04	0,03
CL18	0,8	0,53	10,5	0,69	12,79	1,17	3,32	0,42	11,44	1,27	0,45	0,04	0,03
CL19	0,74	0,64	12,61	0,73	14,27	1,02	3,59	0,59	9,82	1,54	0,32	0,04	0,03
CL20	0,48	0,57	4,41	0,62	6,52	1,31	4,84	0,58	12,07	0,81	0,59	0,04	0,05
CL22	0,43	0,44	3,91	0,64	5,9	1,21	3,98	0,55	10,41	0,87	0,57	0,07	0,09
CL23	0,44	0,64	0,94	0,38	2,08	2,05	4,63	0,64	10,05	0,64	0,66	0,13	0,18
Mitjana	0,493	0,504	5,108	0,596	6,786	1,397	3,720	0,556	9,886	0,978	0,525	0,070	0,084
Desv. Típica	0,176	0,125	4,384	0,115	4,704	0,346	1,023	0,106	1,971	0,303	0,118	0,031	0,046

Taula A4.9. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 9.

EP9	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,32	0	2,89	0,61	4,06	1,37	1,66	0,61	5,07	1,28	0,37	0,05	0,05
CL3	0,15	0	0,23	0,35	0,51	2,19	0,6	0,46	1,94	0,98	0,49	0,11	0,15
CL4	0,24	0	1,35	0,61	2,16	1,29	1,22	0,51	3,41	1,01	0,53	0,12	0,14
CL6	0,2	0	1,31	0,55	1,9	1,62	0,82	0,65	2,32	1,45	0,33	0,05	0,05
CL7	0,52	0,46	12,34	0,81	13,87	0,69	5,64	0,61	12,32	0,91	0,6	0,03	0,02
CL8	0,34	0,09	3,77	0,65	5,06	1,26	2,06	0,48	6,07	1,13	0,48	0,04	0,04
CL10	0,33	0,2	5,59	0,73	6,8	0,97	2,61	0,53	6,68	1,07	0,53	0,03	0,03
CL11	0,21	0	1,82	0,61	2,47	1,43	0,73	0,37	2,67	1,41	0,38	0,04	0,04
CL12	0,32	0,28	3,44	0,74	4,5	0,91	2,23	0,61	6,81	1,28	0,37	0,07	0,08
CL13	0,71	0,37	11,01	0,73	13,5	1	5,26	0,54	13,9	0,99	0,55	0,03	0,03
CL14	0,34	0	3,19	0,61	4,22	1,42	0,95	0,3	4,12	1,52	0,31	0,04	0,04
CL15	0,5	0,16	5,5	0,66	7,05	1,26	1,49	0,3	6,9	1,33	0,35	0,04	0,04
CL17	0,26	0	0,69	0,44	1,32	1,88	1,36	0,52	3,85	0,89	0,54	0,09	0,12
CL18	0,58	0,18	4,13	0,56	5,9	1,58	1,73	0,53	6,95	1,47	0,32	0,05	0,05
CL19	0,3	0	2,04	0,65	2,86	1,22	0,98	0,49	3,54	1,45	0,34	0,09	0,1
CL20	0,46	0,12	4,1	0,61	5,62	1,42	1,65	0,36	6,29	1,36	0,38	0,04	0,04
CL21	0,55	0,34	6,71	0,66	8,24	1,28	1,79	0,63	6,54	1,65	0,24	0,04	0,03
CL22	0,36	0,16	3,7	0,64	5,02	1,31	1,52	0,37	5,94	1,23	0,39	0,04	0,04
CL23	0,4	0,13	3,82	0,62	5,22	1,35	1,85	0,43	6,11	1,25	0,43	0,04	0,04
CL24	0,36	0	3,08	0,59	4,19	1,49	1,03	0,31	4,41	1,48	0,32	0,04	0,04
Mitjana	0,375	0,131	4,095	0,622	5,284	1,346	1,869	0,474	5,830	1,255	0,414	0,055	0,059
Desv. Típica	0,145	0,146	3,169	0,105	3,595	0,341	1,369	0,113	3,069	0,230	0,102	0,029	0,040

Taula A4.10. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 10.

EP10	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,25	0	1,34	0,54	2,1	1,59	1,14	0,49	3,08	1,26	0,49	0,06	0,07
CL3	0,31	0,06	1,51	0,52	2,39	1,69	1,53	0,55	3,81	1,05	0,54	0,05	0,06
CL4	0,27	0	1,64	0,56	2,48	1,54	1,22	0,48	3,33	1,29	0,48	0,05	0,06
CL6	0,28	0,06	1,28	0,49	2,08	1,81	1,64	0,55	3,98	1,08	0,55	0,04	0,05
CL7	0,27	0	1,09	0,48	1,82	1,8	1,07	0,47	2,79	1,4	0,48	0,05	0,06
CL8	0,31	0,08	1,64	0,56	2,64	1,49	1,85	0,57	4,39	1,02	0,59	0,08	0,09
CL11	0,32	0,2	2,23	0,56	3,33	1,55	2,71	0,62	5,69	0,93	0,61	0,04	0,04
CL12	0,23	0	0,96	0,51	1,59	1,69	0,88	0,47	3,11	1,29	0,42	0,07	0,08
CL13	0,22	0	1,44	0,57	2,15	1,51	0,98	0,46	2,81	1,3	0,47	0,05	0,06
CL14	0,26	0	1,27	0,49	2,06	1,78	2,12	0,63	4,36	0,9	0,62	0,05	0,06
CL15	0,23	0	1,09	0,53	1,77	1,61	1,06	0,51	2,78	1,21	0,51	0,07	0,08
CL16	0,31	0,07	1,55	0,5	2,48	1,76	2,22	0,6	4,98	0,92	0,6	0,04	0,05
CL17	0,26	0	1,55	0,55	2,32	1,6	0,94	0,43	2,89	1,4	0,44	0,05	0,05
CL19	0,28	0,07	1,75	0,54	2,55	1,67	1,13	0,45	2,94	1,52	0,45	0,03	0,03
CL20	0,27	0,08	1,53	0,55	2,36	1,56	1,15	0,47	3,3	1,27	0,49	0,05	0,06
CL21	0,21	0	0,68	0,44	1,15	1,97	0,47	0,32	1,76	1,64	0,32	0,06	0,07
CL22	0,25	0	1,24	0,55	2,01	1,57	1,24	0,52	3,18	1,17	0,52	0,08	0,09
CL23	0,23	0	1	0,5	1,65	1,73	0,81	0,43	2,63	1,29	0,45	0,06	0,08
CL24	0,33	0,08	1,92	0,56	3	1,53	1,8	0,53	4,66	1,1	0,55	0,05	0,06
Mitjana	0,267	0,037	1,406	0,527	2,205	1,657	1,367	0,502	3,498	1,212	0,503	0,054	0,063
Desv. Típica	0,034	0,054	0,365	0,036	0,509	0,128	0,562	0,074	0,961	0,203	0,076	0,015	0,017

Taula A4.11. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 11.

EP11	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL3	0,39	0,16	6,67	0,71	7,7	1,11	2,7	0,52	6,39	1,26	0,52	0,05	0,04
CL4	0,49	0,21	8,61	0,71	9,71	1,12	2,81	0,47	7,25	1,39	0,47	0,06	0,04
CL6	0,45	0,32	10,14	0,77	11,24	0,88	4,75	0,61	9,6	1,02	0,6	0,04	0,03
CL7	0,33	0,11	6,52	0,75	7,35	0,97	2,97	0,58	6,3	1,1	0,57	0,04	0,03
CL8	0,48	0,21	10,57	0,76	11,02	0,98	2,72	0,46	6,94	1,44	0,44	0,06	0,04
CL10	0,26	0	5,18	0,74	5,82	0,99	1,99	0,53	4,82	1,17	0,52	0,04	0,02
CL11	0,49	0,42	11,62	0,79	13,01	0,8	6,81	0,68	12,28	0,83	0,67	0,03	0,02
CL12	0,34	0	5,7	0,71	6,07	1,18	1,02	0,33	3,5	1,74	0,31	0,07	0,05
CL13	0,33	0,08	6,27	0,73	6,88	1,05	1,67	0,44	4,83	1,4	0,43	0,05	0,03
CL14	0,39	0,2	8,78	0,78	9,64	0,86	3,89	0,6	8,08	1,02	0,59	0,04	0,02
CL15	0,76	0,43	18,23	0,78	19,1	0,87	6,05	0,54	13,21	1,24	0,52	0,05	0,03
CL16	0,74	0,45	20,56	0,82	21,74	0,71	9,52	0,65	17,52	0,92	0,64	0,03	0,02
CL17	0,4	0,08	7,01	0,71	7,84	1,12	2,25	0,47	5,86	1,39	0,46	0,05	0,04
CL18	0,75	0,35	15,45	0,75	16,47	1,01	4,6	0,49	11,05	1,4	0,47	0,06	0,04
CL19	0,34	0,07	3,92	0,63	4,75	1,42	1,12	0,37	3,72	1,62	0,37	0,07	0,05
CL20	0,64	0,28	13,91	0,77	15,23	0,91	5,46	0,57	11,91	1,14	0,56	0,04	0,03
CL21	0,64	0,42	14,62	0,77	15,65	0,91	4,66	0,52	11,12	1,24	0,52	0,05	0,04
CL22	0,7	0,44	16,96	0,79	17,49	0,87	5,26	0,53	11,59	1,28	0,51	0,05	0,04
CL23	0,58	0,41	13,12	0,77	14,32	0,9	5,04	0,56	11,1	1,14	0,56	0,05	0,03
CL24	0,74	0,52	20,88	0,82	21,85	0,72	9,24	0,64	16,94	0,97	0,62	0,04	0,03
CL25	0,57	0,36	10,28	0,72	11,38	1,09	2,98	0,45	8,07	1,42	0,45	0,06	0,04
Mitjana	0,523	0,271	11,564	0,755	12,465	0,960	4,316	0,528	9,391	1,235	0,515	0,048	0,033
Desv. Típica	0,170	0,170	5,239	0,044	5,360	0,167	2,447	0,094	4,122	0,240	0,092	0,011	0,008

Taula A4.12. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 12.

EP12	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL3	0,52	0,44	8,83	0,77	11,17	0,81	4,88	0,57	11,88	0,95	0,56	0,06	0,07
CL4	0,35	0,23	6,31	0,77	7,73	0,8	3,07	0,56	7,55	1	0,55	0,05	0,06
CL6	0,44	0,38	8,19	0,78	9,91	0,8	3,81	0,55	9,33	1,04	0,54	0,06	0,06
CL7	0,33	0,11	1,8	0,58	3,16	1,35	3,34	0,65	6,81	0,79	0,64	0,15	0,17
CL8	0,43	0,5	4,23	0,67	6,09	1,12	3,65	0,58	8,36	0,98	0,57	0,08	0,09
CL10	0,53	0,32	8,87	0,76	11,25	0,85	5,59	0,6	12,13	0,94	0,59	0,07	0,08
CL11	0,5	0,39	9,11	0,77	11,18	0,81	5,03	0,59	11,14	0,97	0,57	0,06	0,07
CL12	0,5	0,34	10,62	0,8	12,04	0,75	2,88	0,44	9,21	1,21	0,45	0,05	0,05
CL13	0,51	0,38	10,47	0,79	11,86	0,79	2,63	0,41	8,7	1,31	0,41	0,05	0,05
CL14	0,51	0,25	7,84	0,74	9,64	0,93	2,98	0,47	8,64	1,21	0,47	0,06	0,06
CL15	0,43	0,33	7,72	0,76	8,98	0,89	1,88	0,38	6,85	1,37	0,38	0,04	0,04
CL16	0,3	0,38	1,3	0,56	2,31	1,44	1,97	0,41	6,6	1,33	0,4	0,12	0,13
CL18	0,52	0,39	5,08	0,68	7,52	1,08	4,79	0,56	12,33	0,86	0,57	0,06	0,07
CL19	0,33	0,09	3,46	0,68	4,9	1,1	2,15	0,49	6,17	1,1	0,49	0,09	0,1
CL20	0,56	0,47	13,22	0,82	14,98	0,67	4,92	0,54	12,41	1,04	0,53	0,04	0,04
CL21	0,41	0,3	6,13	0,74	8,03	0,88	4,28	0,61	9,42	0,9	0,6	0,06	0,07
CL22	0,44	0,26	8,01	0,76	9,29	0,89	2,35	0,44	7,34	1,28	0,43	0,03	0,03
CL23	0,39	0,27	6,73	0,77	8,2	0,84	2,71	0,5	7,52	1,12	0,49	0,05	0,06
CL24	0,49	0,39	8,39	0,76	10,24	0,86	3,19	0,48	9,13	1,19	0,47	0,06	0,06
CL25	0,44	0,43	8,59	0,8	10,62	0,68	2,67	0,38	10,13	1,19	0,4	0,08	0,09
Mitjana	0,442	0,327	7,162	0,736	8,837	0,923	3,363	0,507	8,934	1,096	0,501	0,066	0,073
Desv. Típica	0,077	0,107	3,019	0,071	3,140	0,209	1,103	0,083	1,965	0,170	0,079	0,029	0,034

Taula A4.13. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 13.

EP13	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL3	0,24	0	0,45	0,32	0,78	2,46	0,23	0,18	0,79	2,46	0,18	0,06	0,04
CL4	0,26	0	0,63	0,36	1,09	2,3	0,36	0,24	1,15	2,24	0,25	0,05	0,04
CL5	0,2	0	0,39	0,33	0,68	2,42	0,21	0,2	0,79	1,36	0,38	0,05	0,04
CL6	0,2	0	0,43	0,35	0,76	2,33	0,25	0,24	0,88	2,19	0,25	0,05	0,05
CL7	0,24	0	0,57	0,35	0,94	2,36	0,27	0,2	0,88	2,42	0,2	0,06	0,04
CL8	0,26	0	0,6	0,35	0,97	2,37	0,25	0,17	0,93	2,4	0,16	0,05	0,03
CL10	0,19	0	0,3	0,29	0,55	2,55	0,15	0,15	0,58	2,49	0,16	0,06	0,05
CL11	0,24	0	0,42	0,32	0,81	2,41	0,7	0,45	2,03	1,33	0,45	0,05	0,06
CL12	0,19	0	0,39	0,33	0,66	2,41	0,16	0,15	0,68	2,4	0,16	0,05	0,04
CL13	0,24	0	0,47	0,33	0,8	2,45	0,22	0,17	0,77	2,48	0,17	0,06	0,04
CL14	0,27	0	0,55	0,33	0,94	2,41	0,27	0,19	0,93	2,42	0,19	0,06	0,04
CL15	0,28	0	0,54	0,31	0,92	2,49	0,25	0,16	0,89	2,53	0,16	0,06	0,03
CL16	0,29	0	0,44	0,29	0,78	2,58	0,51	0,44	1,48	1,37	0,43	0,06	0,03
CL17	0,35	0	0,56	0,29	1,01	2,55	0,41	0,37	1,23	1,75	0,38	0,06	0,05
CL18	0,41	0	0,73	0,3	1,23	2,54	0,45	0,21	1,15	2,6	0,19	0,07	0,03
CL19	0,32	0	0,47	0,27	0,84	2,65	0,6	0,46	1,67	1,33	0,46	0,07	0,04
CL20	0,3	0	0,52	0,3	0,89	2,54	0,24	0,15	0,84	2,58	0,14	0,07	0,04
CL21	0,31	0	0,91	0,4	1,44	2,19	0,43	0,24	1,47	2,17	0,24	0,05	0,03
CL22	0,28	0	0,69	0,36	1,11	2,32	0,3	0,19	1,07	2,36	0,19	0,05	0,03
CL23	0,29	0	1,01	0,42	1,64	2,09	0,58	0,31	1,79	2	0,31	0,05	0,04
CL24	0,32	0	1	0,4	1,66	2,14	0,59	0,3	1,76	2,08	0,31	0,05	0,04
CL25	0,32	0	0,41	0,26	0,75	2,68	0,29	0,29	0,98	1,97	0,29	0,06	0,05
Mitjana	0,278	0,000	0,578	0,328	0,983	2,424	0,365	0,255	1,158	2,151	0,254	0,057	0,040
Desv. T.	0,057	0,000	0,203	0,045	0,309	0,164	0,165	0,107	0,420	0,425	0,107	0,007	0,008

Taula A4.14. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 14.

EP14	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL2	0,65	0,33	11,18	0,74	12,78	0,98	3,47	0,46	10,09	1,28	0,46	0,03	0,02
CL3	0,21	0	1,91	0,61	2,69	1,38	1,37	0,51	3,65	1,12	0,5	0,03	0,04
CL4	0,41	0,23	6,21	0,71	7,58	1,06	2,99	0,53	7,37	1,15	0,52	0,02	0,02
CL5	0,71	0,47	15,28	0,79	17,33	0,78	6,22	0,56	14,74	1,05	0,54	0,02	0,02
CL6	0,24	0	2,17	0,62	3,02	1,34	1,57	0,54	3,97	1,09	0,53	0,02	0,03
CL7	0,15	0	0,44	0,45	0,89	1,81	1,2	0,56	3,12	0,8	0,59	0,09	0,13
CL8	0,53	0,3	7,84	0,72	9,52	1,05	3,59	0,53	8,94	1,16	0,52	0,03	0,02
CL10	0,13	0	0,51	0,48	0,91	1,79	0,78	0,53	2,09	0,98	0,55	0,06	0,09
CL11	0,26	0	2,2	0,61	3,17	1,38	1,93	0,56	4,68	1,03	0,54	0,03	0,04
CL12	0,62	0,49	11,66	0,76	13,34	0,9	4,79	0,54	11,36	1,13	0,53	0,02	0,02
CL13	0,9	0,52	18,77	0,78	20,61	0,84	5,7	0,49	15,21	1,23	0,48	0,03	0,02
CL14	0,47	0,1	6,54	0,71	8,09	1,08	2,55	0,46	7,76	1,21	0,46	0,02	0,02
CL15	0,72	0,51	12,45	0,74	14,43	0,98	4,31	0,48	11,99	1,23	0,48	0,03	0,02
CL16	0,32	0,08	2,82	0,62	3,95	1,36	1,98	0,52	5,3	1,1	0,51	0,02	0,03
CL17	0,3	0,09	2,95	0,63	4,12	1,3	2,75	0,61	5,86	0,96	0,59	0,03	0,04
CL18	0,4	0,06	2,97	0,58	4,19	1,53	1,85	0,71	5,05	1,39	0,42	0,03	0,04
CL19	0,36	0,19	4,51	0,68	5,92	1,16	3,55	0,61	7,41	0,95	0,6	0,03	0,03
CL20	0,71	0,52	13,04	0,75	15,04	0,94	5,08	0,52	12,63	1,2	0,5	0,02	0,02
CL21	0,56	0,26	8,3	0,71	10,02	1,09	3,37	0,49	9,11	1,24	0,47	0,02	0,02
CL22	0,68	0,54	11,04	0,73	13,08	1,03	4,46	0,51	11,43	1,22	0,49	0,03	0,02
CL23	0,47	0,2	5,75	0,68	7,44	1,17	3,36	0,54	8,21	1,13	0,52	0,02	0,03
CL24	0,3	0,26	0,35	0,28	0,83	2,41	3,52	0,79	6,75	1,19	0,49	0,12	0,16
CL25	0,35	0,07	3,22	0,62	4,49	1,37	2,5	0,54	5,92	1,13	0,53	0,03	0,04
Mitjana	0,445	0,220	6,185	0,638	7,529	1,291	3,095	0,553	7,726	1,124	0,516	0,036	0,043
Desv. T.	0,210	0,204	5,168	0,125	5,626	0,386	1,371	0,081	3,543	0,134	0,045	0,027	0,040

Taula A4.15. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 15.

EP15	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL3	0,34	0	10,65	0,84	10,15	0,7	1,25	0,32	4,86	1,56	0,32	0,06	0,05
CL4	0,37	0,19	10,73	0,82	10,59	0,77	1,9	0,42	5,87	1,4	0,41	0,05	0,04
CL5	0,28	0	7,61	0,81	7,58	0,79	1,52	0,44	4,37	1,4	0,42	0,05	0,04
CL6	0,22	0	6,12	0,82	6,14	0,74	1,07	0,41	3,67	1,3	0,41	0,05	0,04
CL7	0,25	0	6,76	0,82	6,7	0,77	1,04	0,38	3,75	1,37	0,39	0,06	0,05
CL8	0,13	0	3,68	0,81	3,73	0,78	0,79	0,46	2,28	1,3	0,45	0,05	0,04
CL10	0,21	0	6,16	0,82	6,16	0,75	0,9	0,34	3,77	1,28	0,36	0,05	0,04
CL11	0,27	0	7,76	0,82	7,67	0,76	1,25	0,39	4,24	1,41	0,39	0,05	0,04
CL12	0,27	0	8,23	0,84	7,89	0,67	1,02	0,34	3,86	1,52	0,33	0,05	0,04
CL13	0,38	0,29	11,93	0,84	11,67	0,68	2,54	0,48	6,69	1,29	0,46	0,05	0,04
CL15	0,27	0	7,39	0,81	7,37	0,79	1,29	0,4	4,27	1,38	0,39	0,05	0,04
CL16	0,29	0	8,72	0,84	8,56	0,7	1,4	0,4	4,72	1,39	0,39	0,05	0,04
CL17	0,42	0,39	11,76	0,82	11,54	0,76	1,37	0,31	5,96	1,49	0,33	0,06	0,05
CL18	0,48	0,27	11,37	0,76	11,66	0,97	1,97	0,37	6,67	1,53	0,37	0,06	0,05
CL19	0,55	0,32	16,44	0,84	15,85	0,7	2,6	0,41	8,17	1,44	0,39	0,05	0,04
CL20	0,33	0	8,81	0,8	8,71	0,85	1,47	0,39	4,68	1,52	0,37	0,06	0,05
CL21	0,46	0,22	13,4	0,83	13,39	0,71	3,04	0,49	8,11	1,25	0,48	0,05	0,04
CL22	0,27	0	8,56	0,85	8,25	0,64	1,26	0,39	4,32	1,41	0,38	0,05	0,04
CL23	0,22	0	6,48	0,82	6,42	0,77	1,24	0,44	3,64	1,37	0,43	0,05	0,04
CL24	0,27	0,13	7,38	0,82	7,57	0,74	1,86	0,5	5,04	1,18	0,49	0,04	0,03
CL25	0,59	0,38	16,77	0,82	16,48	0,77	2,65	0,39	8,79	1,45	0,39	0,06	0,05
Mitjana	0,324	0,105	9,228	0,819	9,123	0,754	1,593	0,406	5,104	1,384	0,402	0,052	0,041
Desv. Típica	0,123	0,151	3,508	0,019	3,408	0,072	0,664	0,052	1,795	0,098	0,045	0,005	0,005

Taula A4.16. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 16.

EP16	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL3	0,61	0,62	20,53	0,86	20,08	0,61	4,08	0,48	11,88	1,18	0,48	0,05	0,04
CL4	0,67	0,62	21,02	0,85	20,82	0,62	4,41	0,49	12,85	1,13	0,5	0,05	0,04
CL5	0,57	0,61	17,7	0,84	17,36	0,68	3,09	0,43	9,79	1,31	0,43	0,05	0,04
CL6	0,24	0,13	6,53	0,81	6,78	0,75	1,69	0,49	4,8	1,13	0,49	0,04	0,03
CL7	0,31	0	8,08	0,8	8	0,85	1,11	0,34	4,29	1,5	0,34	0,06	0,05
CL8	0,43	0,59	14,09	0,87	14,59	0,52	4,16	0,54	11,23	0,93	0,55	0,03	0,02
CL10	0,4	0,7	16,09	0,92	15,79	0,33	4,09	0,55	10,75	0,91	0,55	0,02	0,02
CL11	0,26	0,27	6,31	0,8	6,79	0,79	2,41	0,87	5,32	1,11	0,47	0,04	0,03
CL13	0,87	0,68	29,28	0,87	28,74	0,56	6,64	0,52	17,63	1,1	0,52	0,04	0,03
CL14	0,29	0,24	5,42	0,75	5,7	1,01	1,68	0,56	5,01	1,23	0,39	0,08	0,06
CL15	0,57	0,53	14,85	0,82	15,02	0,74	2,76	0,43	9,27	1,21	0,46	0,06	0,05
CL16	0,53	0,66	11,03	0,75	11,36	1	1,33	0,27	6,2	1,59	0,31	0,08	0,06
CL17	0,58	0,56	20,21	0,87	19,68	0,55	4,11	0,49	11,61	1,16	0,49	0,04	0,03
CL18	0,51	0,53	18,26	0,88	17,85	0,5	4,26	0,53	11,12	1,04	0,54	0,04	0,03
CL19	0,69	0,69	24,32	0,87	23,95	0,55	5,91	0,54	15,31	1,03	0,54	0,04	0,03
CL20	0,88	0,75	30,09	0,87	29,41	0,57	6,46	0,5	17,6	1,14	0,5	0,04	0,03
CL21	0,48	0,59	13,02	0,81	12,79	0,8	1,55	0,31	6,56	1,53	0,32	0,06	0,05
CL22	0,54	0,55	17,32	0,86	17,2	0,58	4,02	0,52	10,96	1,06	0,53	0,04	0,04
CL23	0,42	0,35	9,63	0,79	10,32	0,82	2,62	0,48	7,9	1,08	0,5	0,05	0,03
CL24	0,61	0,68	18,31	0,82	17,8	0,75	2,54	0,36	9,22	1,47	0,36	0,06	0,04
CL25	0,63	0,68	20,1	0,85	19,67	0,63	3,51	0,44	11,23	1,26	0,44	0,05	0,04
Mitjana	0,516	0,515	15,822	0,834	15,726	0,682	3,365	0,482	9,779	1,199	0,460	0,047	0,038
Desv. Típica	0,181	0,214	7,190	0,046	6,863	0,176	1,675	0,126	4,013	0,199	0,080	0,014	0,011

Taula A4.17. Recull dels valors d'interès per a l'estudi per a l'episodi 17.

EP17	IP	Beta	I0 (T) n	n (T)	P0 (T) s	s (T)	I0 de RP	n de RP	P0 de RP	s de RP	n de la s principal	MnAE (T) n	MnAE (T) s
CL3	0,32	0,61	13,33	0,91	12,73	0,39	2,04	0,41	7,06	1,23	0,42	0,03	0,03
CL4	0,58	0,82	27,13	0,95	25,94	0,23	6,54	0,56	16,42	0,93	0,56	0,02	0,02
CL5	0,53	0,73	25,59	0,96	24,58	0,19	7,45	0,62	16,61	0,8	0,62	0,02	0,02
CL6	0,92	0,93	44,58	0,96	42,58	0,2	11,05	0,57	27,34	0,9	0,57	0,02	0,02
CL7	0,27	0,22	10,44	0,91	10,2	0,38	1,8	0,43	6,18	1,14	0,44	0,02	0,02
CL8	0,27	0,23	11,28	0,92	11,01	0,34	1,8	0,39	6,7	1,17	0,42	0,02	0,02
CL10	0,71	0,91	34,44	0,96	32,86	0,22	7,43	0,52	20,48	0,98	0,52	0,02	0,02
CL11	0,68	0,88	32,31	0,95	30,86	0,23	7,18	0,53	19,24	0,97	0,53	0,02	0,02
CL12	0,33	0,7	11,51	0,92	12,02	0,32	5,23	0,68	10,41	0,65	0,68	0,02	0,01
CL13	0,56	0,91	27,27	0,97	26,23	0,16	8,25	0,63	18,06	0,77	0,62	0,01	0,01
CL14	0,49	0,7	22,79	0,96	21,94	0,19	6,75	0,62	14,96	0,78	0,62	0,02	0,02
CL15	0,3	0,4	11,95	0,94	11,91	0,24	4,72	0,69	9,17	0,65	0,69	0,01	0,01
CL16	0,65	0,85	27,77	0,93	26,93	0,31	5,9	0,5	16,81	1,03	0,51	0,02	0,02
CL17	0,18	0	6,63	0,9	6,27	0,47	0,72	0,31	3,13	1,41	0,33	0,04	0,03
CL18	0,65	0,88	28,56	0,93	27,62	0,3	6,03	0,5	17,14	1,04	0,5	0,02	0,02
CL19	0,47	0,78	21,14	0,94	20,41	0,26	5,6	0,58	13,35	0,89	0,58	0,02	0,02
CL20	0,69	0,88	32,76	0,95	31,36	0,23	7,54	0,54	19,79	0,95	0,54	0,02	0,02
CL21	0,47	0,8	19,89	0,95	19,73	0,21	6,01	0,59	14,56	0,79	0,6	0,01	0,01
CL22	0,25	0,4	10,46	0,96	10,15	0,2	3,23	0,63	7,14	0,73	0,64	0,02	0,02
CL23	0,4	0,64	16,8	0,95	16,7	0,21	6,99	0,7	13,11	0,6	0,71	0,01	0,01
CL24	0,45	0,73	19,42	0,97	19,12	0,12	9,25	0,76	15,43	0,48	0,76	0,01	0,01
CL25	0,35	0,52	15,12	0,93	14,42	0,3	2,85	0,48	8,52	1,06	0,49	0,03	0,02
Mitjana	0,478	0,651	21,321	0,942	20,647	0,258	5,702	0,561	13,763	0,894	0,566	0,018	0,017
Desv. Típica	0,198	0,278	10,269	0,020	9,711	0,083	2,688	0,113	6,076	0,228	0,108	0,006	0,006

#10- LB-15188 - LAMBRECHT

LB-15188 LAMBRECHT Germany

Technical Specifications

- Provided by the manufacturer -

- Physical principle: Tipping bucket with extra pulses correction (linearized pulse output).
- Collector area: 200 cm²
- Range of measurement: 0-600 mm/h
- 1-minute resolution: 6 mm/h

Data output

- Output: Reed Switch.
- Data update cycle: 10 s (Data Acquisition System sampling time).
- Rainfall parameters: Rainfall accumulation (RA [mm]).
- Transfer function for 1-min RI: $RI_{1min}[mm/h] = \text{pulses}_{1min} \cdot 6[mm/h]$ (pulses_{1min} = number of pulses of reed switch in 1 minute; 1 pulse = 0.1 mm)



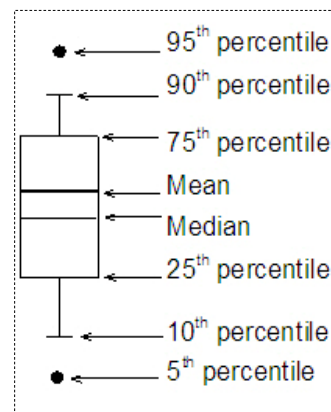
#10 LB-15188 - LAMBRECHT in the field

Laboratory test

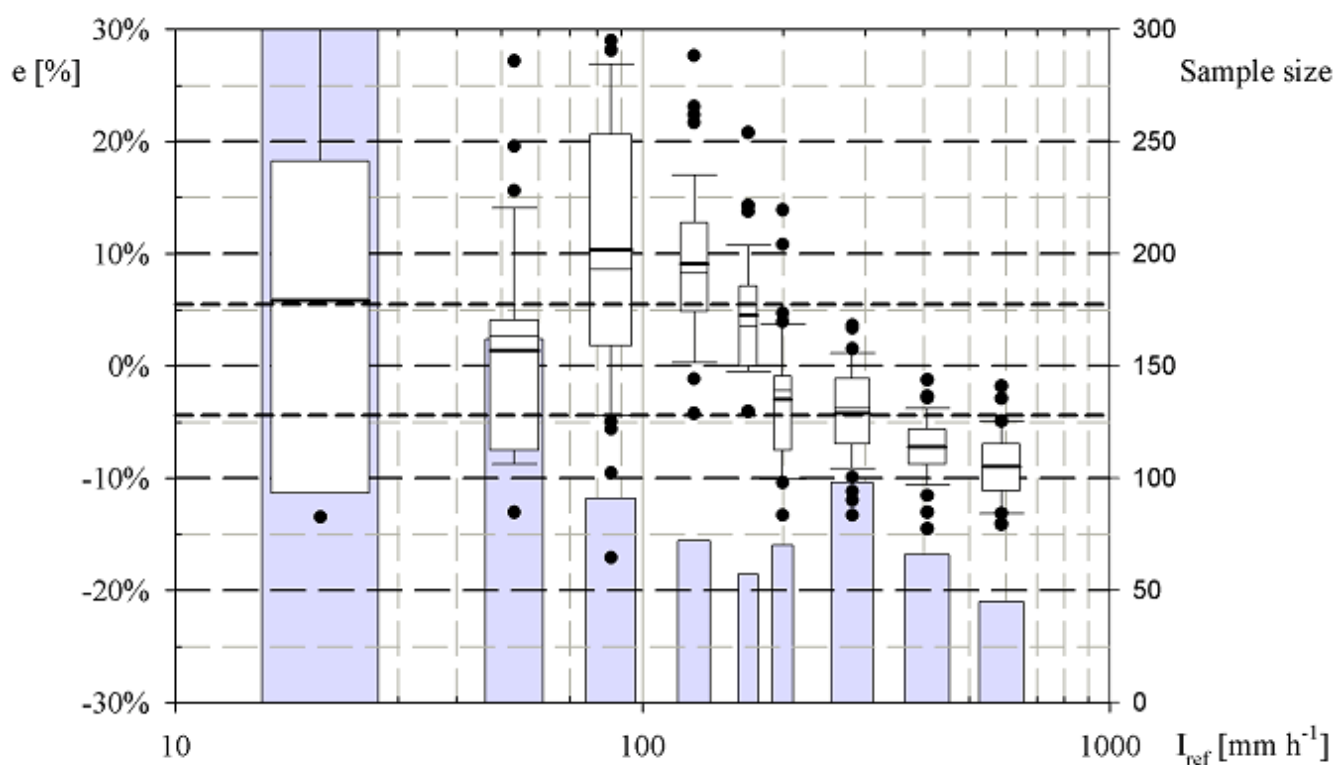
The results of the laboratory tests are shown using two different graphs: the *constant flow response plot*, where the relative error for each single gauge is plotted versus the laboratory reference intensity, and the *step response plot*, where the ratio I_{meas} (measured RI) / I_{ref} (laboratory reference RI) is plotted versus time. (For details see *Final Report*, sec. 4.1.)

Constant flow response

The constant flow response is presented in the form of superimposed box-plot and vertical bars, respectively reporting the one-minute variability of the observed instruments performances and the size of the sample used for calculation of the statistics at each reference intensity. Box plots synthetically indicate the values obtained for the mean (solid line), median (thin line), 25-75th percentiles (box limits), 10-90th percentiles (whisker caps) and outliers (black circles) per each series of one-minute data obtained during the tests. The shaded vertical bars indicate the sample size according to the scale reported on the right hand side of the graph.



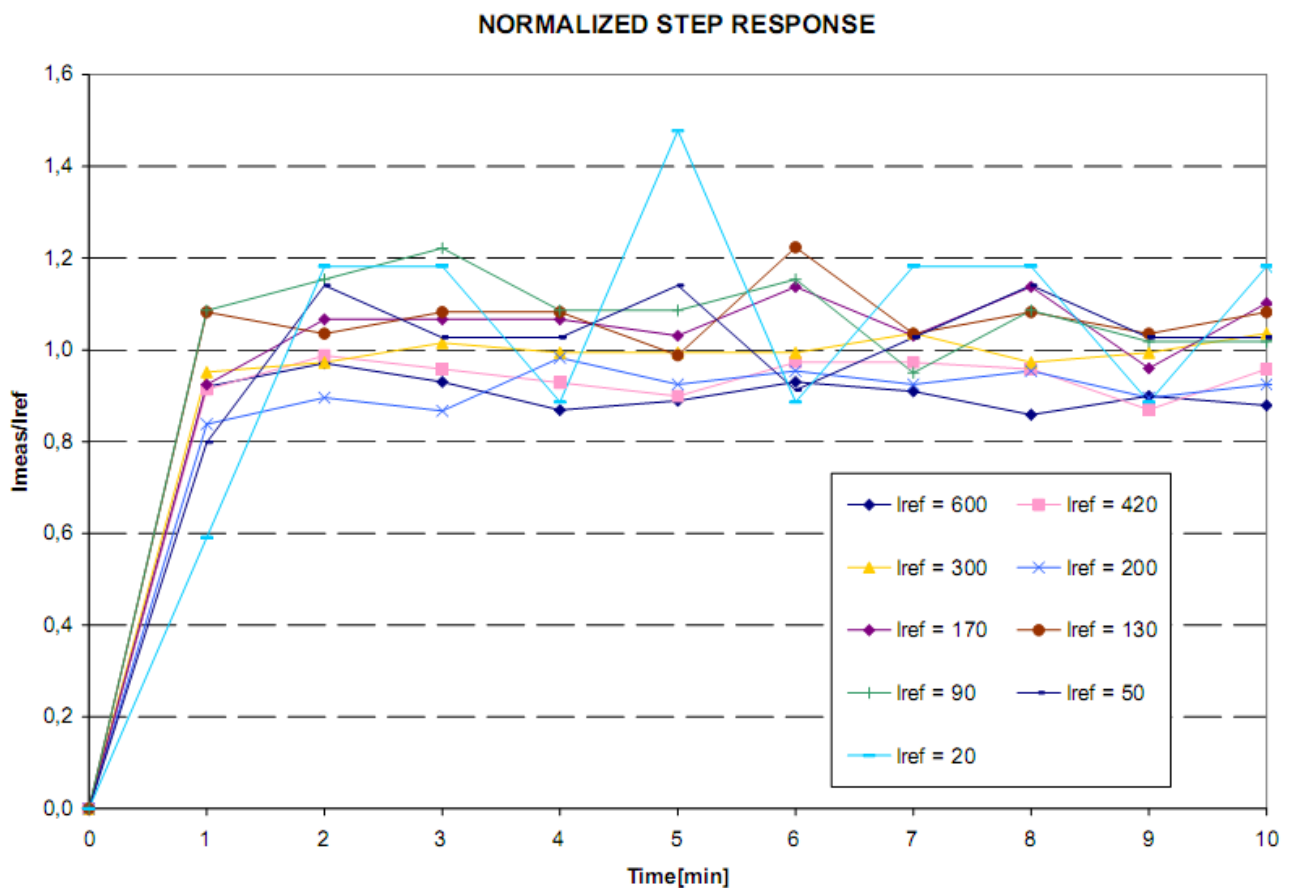
LAMBRECHT 740621



Step response evaluation

The **step response** reflects the time behaviour of the gauge to a sudden increase of RI from 0 mm/h to a given RI as indicated in the graph. The step response is presented in the form of superimposed and normalized response curves corresponding to different laboratory reference RI. The observed behaviour of the first minute is not reliable, being affected by non synchronization effects between the internal clock and the laboratory acquisition system, and should be neglected.

The “saw” response is mainly due to the measurement resolution.



Field calibration

In the framework of the Quality Assurance procedures adopted for the RI Field Intercomparison, three field calibrations were performed throughout the campaign by means of a portable field Calibrator designed by the DICAT Laboratory (Genoa), in order to assess eventual drifts in calibration and to investigate reasons for observed or suspected malfunctioning. The field standard procedure is based on providing the rain gauge under test with a reference intensity for a certain time and on the evaluation of the relative error with respect to the field generated reference RI (WMO CIMO recommendation). *(For details see Final Report, sec. 4.2.)*

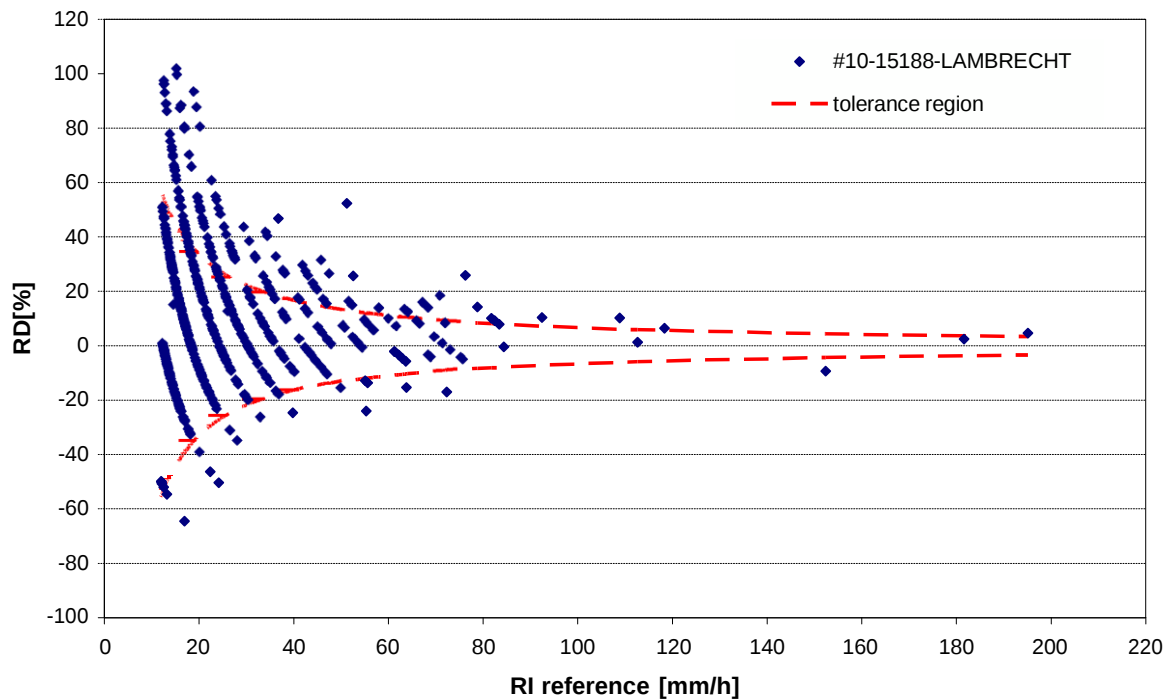
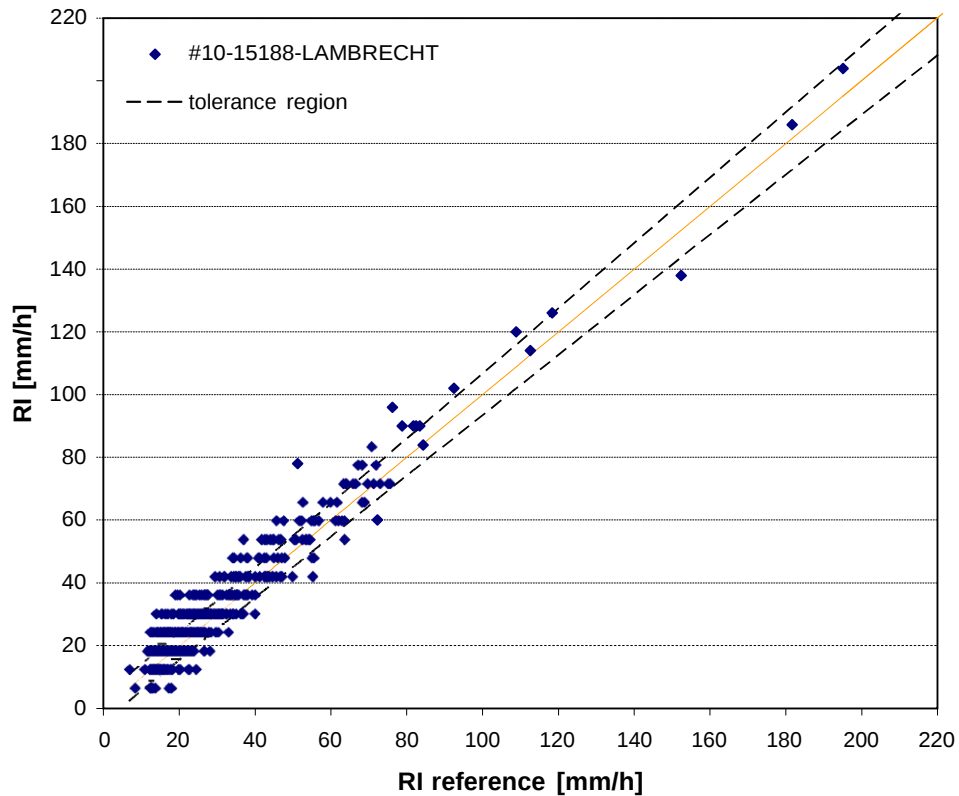
Results **LAMBRECHT s/n 740621**

CALIBRATION	1° 11/12/2007	2° 10/04/08	3° 15/04/09
RI ref [mm/h]	212.9	135.1	153.6
AVG RE [%]	2.0	4.8	1.6
[RE(-C.L.95%),RE(+C.L.95%)][%]	[0.8,3.3]	[3.9,5.7]	[0.7,2.4]

(In the table above: RI ref [mm/h] is the generated rainfall intensity by the field calibrator; AVG RE[%] is the relative error of the average 1-min RI (AVGRI) of the gauge during the calibrations 1°-3°; RE(-C.L.95%) and RE(+C.L.95%) are the 1-min RI extremes of an interval corresponding to a Confidence Level of 95%).

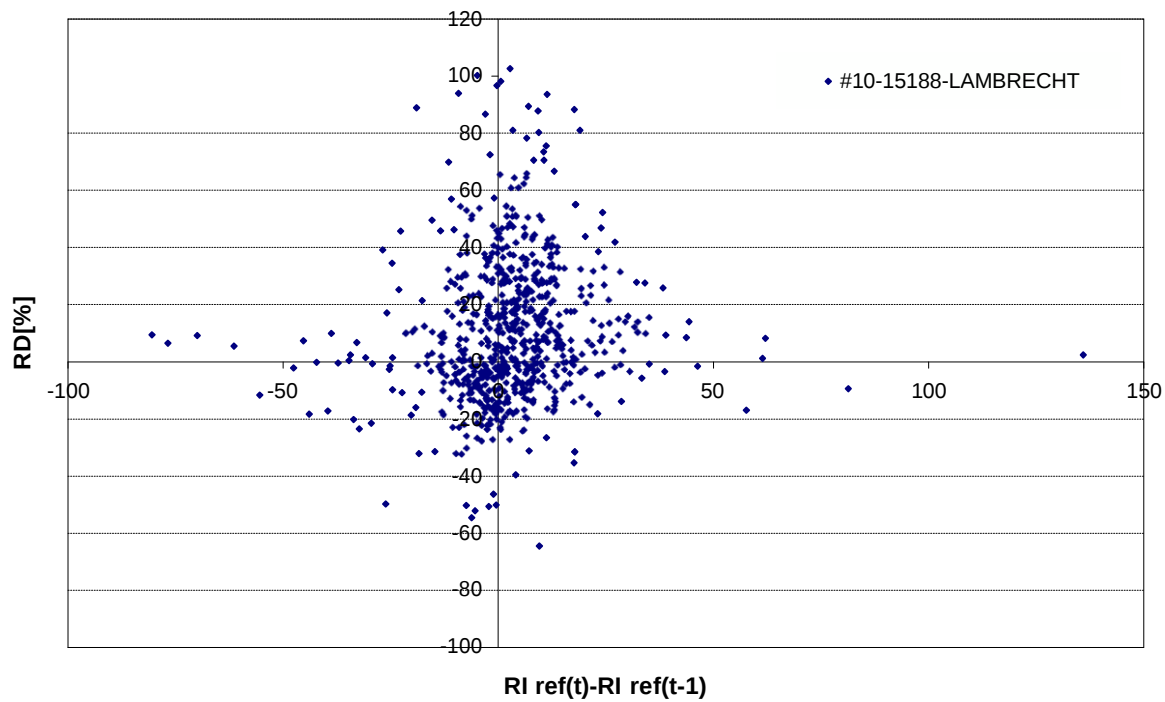
Field Intercomparison Measurements

RI scatter plot (above) and **RD scatter plot** (below) display the results of the comparison of 1-min rainfall intensity measured by LB-15188-LAMBRECHT and reference intensity. The uncertainty lines are calculated according to the procedure described in *Final Report*, sec. 5.3.2-5-3-3.

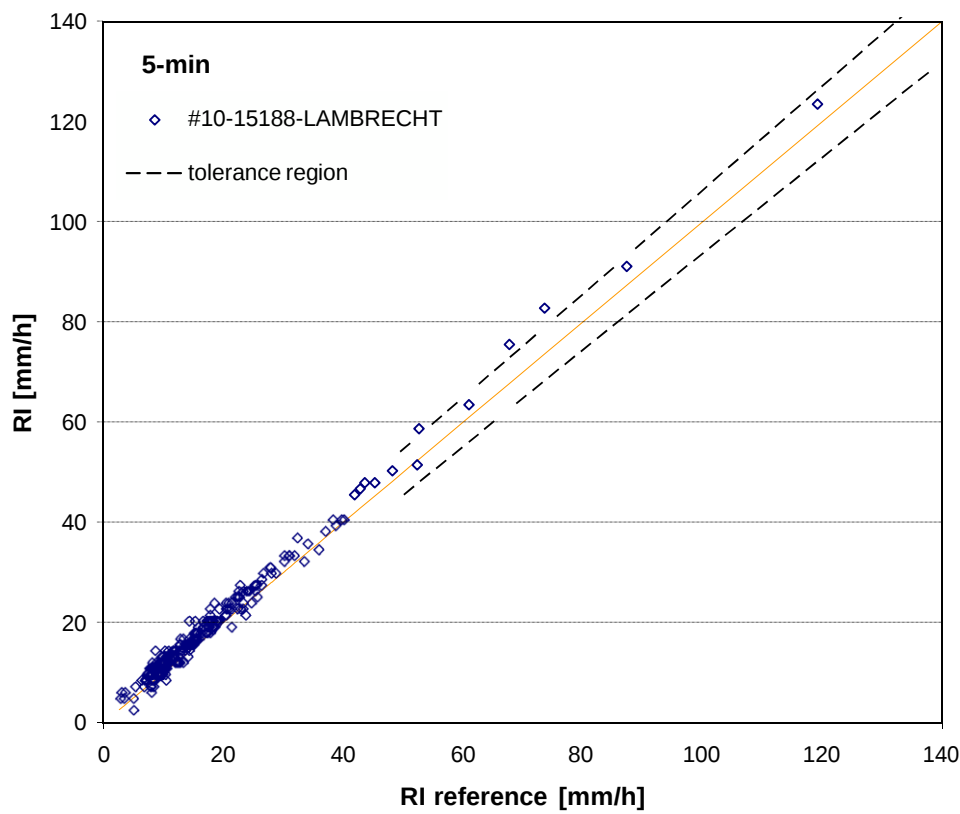


(Relative difference: $RD = 100(RI - RI_{ref}) / RI_{ref}$).

RI variation response plot: Comparison between relative difference (RD) and the time variation of RI reference ($RI_{ref}(t) - RI_{ref}(t-1)$).



5min RI scatter plot: Comparison between 5-min averages of rainfall intensity measured by LB-15188 LAMBRECHT and reference intensity. The uncertainty lines are calculated according to the procedure described in *Final Report*, sec. 5.3.2-5.3.3.



Summary Table

Parameters ($RI=a \cdot (RI_{ref})^b$)	a	b	R²
#10 LB-15188 LAMBRECHT	1.21	0.96	0.81

(Parameters a, b, R² are determined by fitting the function $RI=a \cdot (RI_{ref})^b$, for details see *Final Report*, sec.

5.3.5. The threshold $RI \geq 12$ mm/h is considered for the data analysis.)

Comments

The laboratory calibration shows an overestimation of lower RI up to 150 mm/h and an underestimation above 300 mm/h. The field calibrations give better results with higher values than the laboratory calibration. No drift detected from the field calibration.

Field measurements confirm these findings with good results up to 200 mm/h.

The RI variation response plot reveals higher noise level than e.g. for TBRG corrected by an algorithm.

QA/QC Information

Diagnostic data and error codes (recorded in Raw Data): (For details see Annex VI)

No diagnostic data and error code.

Data availability (1 min):

- Valid Data: 100%.

Maintenance:

- Regular inspection;
- Depending on local weather conditions: cleaning of collecting funnel and filter, removal of any dust; cleaning of the inside of bucket as recommended by Manufacturer.

Malfunctioning:

- None.

Estudi complementari del model de pluviòmetre de la casa Lambrecht que empra CLABSA

Respecte a l'error en la precisió dels valors enregistrats pel pluviòmetre, el Servei Meteorològic Suís (SMN) ha fet un treball (Félix, 2010) on es concreten els valors dels errors per a la seua xarxa de pluviòmetres (ANETZ) (Taula AP1) i on també s'indiquen els punts febles d'aquest model de pluviòmetre (Taula AP2)

Taula AP1. Errors del pluviòmetre segons el treball de Félix (2010).

	Error WMO	Error ANETZ/SMN
Calibratge de laboratori	2 %	2 %
Calibratge de camp	5 %	10-12 %

Cal tenir en compte que l'error a la calibratge de camp també comprèn els esdeveniments de precipitació en forma de neu, per tant eixe resultat en concret no és extrapolable per a Barcelona, ja que, com es veu a la següent taula (AP2), aquesta és una font d'error important que per les condicions climatològiques de la zona d'estudi no se sol donar gairebé mai.

Taula AP2. Avaluació del rendiment del pluviòmetre segons les característiques de la precipitació (Félix, 2010).

Tipus de precipitació	Resposta pluviòmetre
Precipitació feble	Problemàtica, error de -50% en el primer mm
Precipitació forta	Satisfactòria (*)
Precipitació sòlida	Baixa eficiència de detecció

(*) Requereix software de correcció de no linealitat, les dades amb les que treballem desconeguem si disposen d'aquesta correcció.