



# 1. Constatacions de caràcter meteorològic a Catalunya

**Maria del Carme Llasat**  
**Javier Martín**  
**Joan Albert López**  
Universitat de Barcelona

**Toni Barrera**  
Servei Meteorològic de Catalunya

## Introducció, objectiu i metodologia

La forma més usual de cercar la presència de constatacions de caràcter meteorològic sobre el canvi climàtic és l'anàlisi de sèries de variables meteorològiques de la regió que es vol estudiar, en aquest cas, Catalunya. El més freqüent és treballar amb sèries de temperatura i precipitació. Aquest capítol se centra concretament en la precipitació, en primer lloc perquè és la variable meteorològica més interessant per a l'Agència Catalana de l'Aigua (malgrat que no és l'única, òbviament), i en segon lloc, perquè mentre que per a la temperatura les proves del seu augment són molt clares, la precipitació està sotmesa a nombroses incerteses i a més dependència regional. D'altra banda, s'ha d'aclarir que aquesta contribució es basa en treballs de recerca fets pels mateixos autors, i no en la presentació d'un estat de l'art de tots els treballs que sobre aquesta temàtica existeixen a Catalunya i que ja es troben en altres informes.

Els resultats de les anàlisis de les tendències de les variables meteorològiques depenen completament de la tècnica que s'hagi fet servir i del període seleccionat. Si es parteix d'un moment de fort dèficit, el més probable és obtenir un augment, i viceversa. En l'actualitat no hi ha consens sobre la longitud ni l'inici de les sèries que s'han d'analitzar, si bé es parteix d'un llindar superior a 30 anys, que és el que es considera com un període climàtic. Tampoc hi ha consens sobre una forma de tractament única i la bibliografia presenta nombrosos tests paramètrics i no paramètrics, alguns amb més sentit físic i d'altres purament empírics. Atenent aquestes consideracions, l'objectiu d'aquest primer capítol és treballar amb les sèries més llargues de Catalunya, per a un període de més de 200 anys, un altre d'uns 100 anys i un darrer d'uns 50 anys. Per al primer període es treballa amb una estació (Barcelona), per al segon es treballa amb la pluja regionalitzada per a la conca de l'Ebre i les conques internes a partir de vint-i-tres estacions, i per al tercer, amb la pluja de cinquanta estacions de la xarxa més moderna.

La metodologia aplicada és diferent per a cada un d'aquests períodes. L'estudi parteix dels resultats que es van publicar per a la sèrie mensual de Barcelona per al període 1850-1991 (Rodríguez *et al.*, 1999). A continuació s'analitza l'evolució de les anomalies de precipitació a Barcelona per al període 1786-2005. A fi de suavitzar la sèrie i veure les anomalies importants més clarament, s'han aplicat uns filtres passabaix gaussians d'11 i 31 anys (Štípanek, 2003). Prèviament la sèrie de precipitació mensual ha estat completada (a escala diària, des de 1854) tenint present totes les estacions oficials dels serveis meteorològics que hi ha hagut, les estacions particulars antigues i les dades més recents de Clavegueram de Barcelona (CLABSA), i se n'ha analitzat l'homogeneïtat. Després s'analitza la sèrie de precipitació màxima en 24 hores mensual a la ciutat de Barcelona per al període 1854-2000. Per a determinar si una tendència és significativa o no, s'hi aplica la tècnica de Montecarlo. Seguint aquesta tècnica, primer es calcula la tendència de la sèrie original per regressió lineal; després es generen 10.000 permutacions aleatòries de la sèrie original i se'n calculen les tendències; es calculen els percentils 97,5 i 2,5 d'aquestes tendències, i si la tendència de la sèrie original és més alta que el percentil de 97,5 (si és positiva) o més baixa que el 2,5% (si és negativa), es pot considerar que és significativa al 95%.

En segon lloc s'aborda la qüestió des d'un altre punt de vista, que consisteix a analitzar les tendències de la sèrie de precipitació areal o regionalitzada per a la conca de l'Ebre i les conques internes de Catalunya, per als períodes 1898-1998 i 1940-1998 (anys hidrològics, d'octubre a setembre). Aquest darrer període s'ha considerat pel fet de ser un dels més utilitzats tant al *Llibre Blanc de l'Aigua a Espanya* (MMA, 1998) com a nombrosos plans de conca. Les sèries han estat prèviament completades (Barrera, 2004) amb el mètode CORMUL (correlació múltiple) desenvolupat pel CEDEX i implementat en el programari propi CHAC (càlcul hidrometeorològic d'aportacions i crescudes; <http://hercules.cedex.es/chac/>). Per a calcular la precipitació areal, s'han dividit les dues regions en cel·les d'1 x 1 km i s'ha calculat la precipitació a cada cel·la utilitzant-ne l'invers de la distància al quadrat, tenint en compte els 4 pluviòmetres més propers a la cel·la en qüestió; finalment s'ha calculat la mitjana areal. La precipitació areal té l'avantatge de ser més representativa de la regió en el seu conjunt.

L'estudi de tendències per a les sèries de 50 anys s'ha fet mitjançant el t-test.

## Dades i resultats

### La sèrie de Barcelona

L'anàlisi de la sèrie mensual de Barcelona per al període 1850-1991 mostra un desplaçament de la precipitació de la tardor del setembre cap a l'octubre/novembre, quatre intervals amb una forta anomalia positiva (1870-1880, 1910-1930, 1950-1970, 1980-1990) i tres períodes amb anomalies negatives (1860-1870, 1935-1950, 1970-1990), si bé no dona una tendència significativa. Aquest resultat obtingut a escala mensual per al període 1850-1991 es pot comparar amb el que s'obtingria a escala anual o estacional. La taula 1, en la qual s'han fet servir dos mètodes a fi de corroborar els resultats per al període 1786-2005, indica que no hi ha cap tendència estadísticament significativa de la precipitació anual, però en el context de tota la sèrie hi ha un augment de la precipitació a l'estiu. En el cas de la primavera la tendència negativa encara no és significativa.

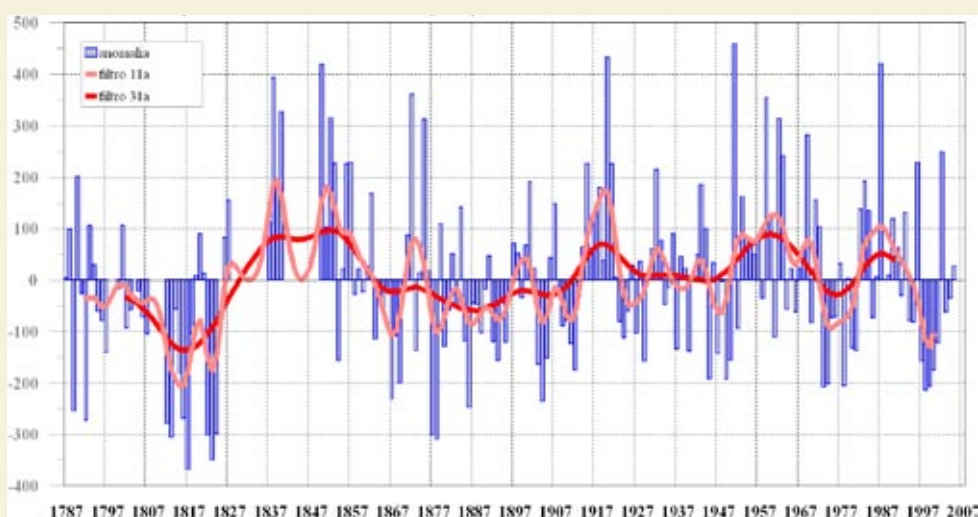
**Taula 1. Resultats de l'aplicació dels mètodes de Montecarlo i Mann-Kendall a l'estudi de les tendències en la precipitació estacional i anual a la ciutat de Barcelona (1786-2005).**

<b>Mètode Montecarlo</b>				
<b>Període</b>	<b>r (mm/a)</b>	<b>T<sub>97,5</sub> (mm/a)</b>	<b>T<sub>2,5</sub> (mm/a)</b>	<b>Sig al 95%? ⇒ r &gt;  T ?</b>
DGF	+0,027	+0,152	-0,155	No
MAM	-0,016	+0,141	-0,142	No
<b>JJA</b>	<b>+0,134</b>	<b>+0,129</b>	-0,134	Sí
SON	+0,081	+0,222	-0,226	No
ANUAL	+0,305	+0,361	-0,369	No
<b>Mètode de Mann-Kendall</b>				
<b>Període</b>	<b>t</b>	<b>t<sub>c</sub></b>	<b>Sig al 95%? ⇒  t  &gt; t<sub>c</sub>?</b>	
DGF	+0,028	+0,093	No	
MAM	-0,028		No	
<b>JJA</b>	<b>+0,099</b>		Sí	
SON	+0,024		No	
ANUAL	+0,053	+0,095	No	



La figura 1 mostra les anomalies anuals a Barcelona per al període 1787-2005. Si bé les anomalies que hem esmentat abans encara es detecten, l'efecte de tractar amb una mitjana obtinguda per a un període més llarg i, òbviament, disposar de més anys d'informació, fa que es trobin altres períodes anòmals. Com a anomalia negativa cal destacar-ne l'interval de temps comprès entre 1810 i 1825, en el qual, recordem-ho, hi ha «l'any de la fam» (Barriendos, 1994), i el llarg període de sequera que va afectar tot Catalunya entre 1812 i 1817. Entre 1870 i 1910 hi hauria un seguit important d'anys amb dèficit de precipitació, amb un extrem per als anys 1877 i 1878. Malgrat que no torna a aparèixer en tota la sèrie un dèficit similar, la sèrie amb filtre d'11 anys presenta dos mínims importants cap al final de la sèrie, a l'entorn dels anys setanta del segle xx i, sobretot, entre 1997 i 2004. En conclusió, hi ha una forta variabilitat, però, tal com visualment s'hi aprecia, no 'es pot parlar d'una tendència en la precipitació anual, coincidint amb els resultats de la taula 1.

**Figura 1. Evolució de les anomalies anuals de precipitació (valor-mitjana) a la ciutat de Barcelona des del 1787 fins al 2005. Les línies contínues representen l'evolució suavitzada amb filtres passa-baix gaussians d'11 i 31 anys (Barrera et al., en prep.).**



La figura 2 es refereix a la precipitació màxima diària mensual. Malgrat que presenta una tendència positiva molt lleugera, l'aplicació del test de Montecarlo demostra que tampoc és significativa. Si ens referim al nombre de dies de pluja es pot veure que hi ha una clara tendència positiva per al llindar de precipitació acumulada inferior (entre 0,1 i 10 mm), que probablement està vinculada a la millora dels mètodes de detecció i acumulació de pluja i, fins i tot, a possibles canvis de criteri. En efecte, la taula 2 deixa palès que aquest augment no es detecta per als altres llindars.

Figura 2. Evolució temporal de la precipitació mensual màxima diària per a la ciutat de Barcelona (1854-2000) (Barrera et al., 2006).

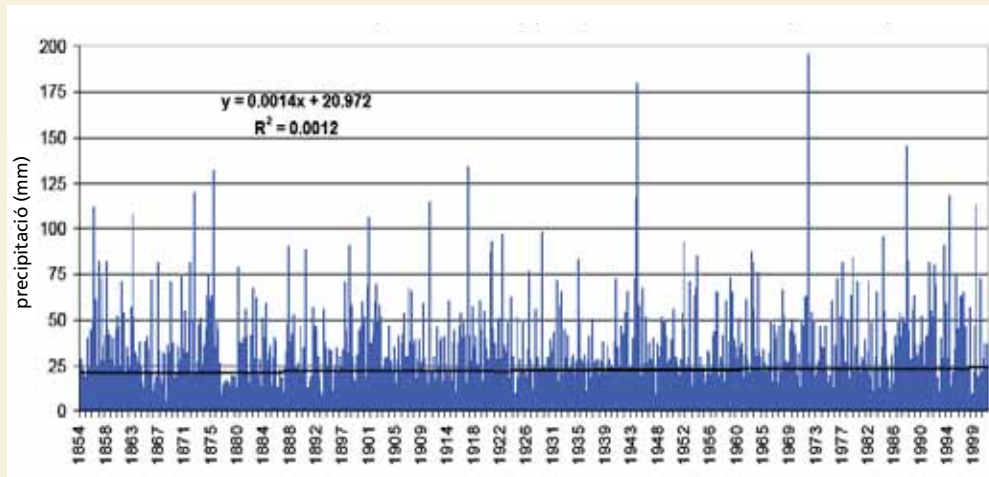
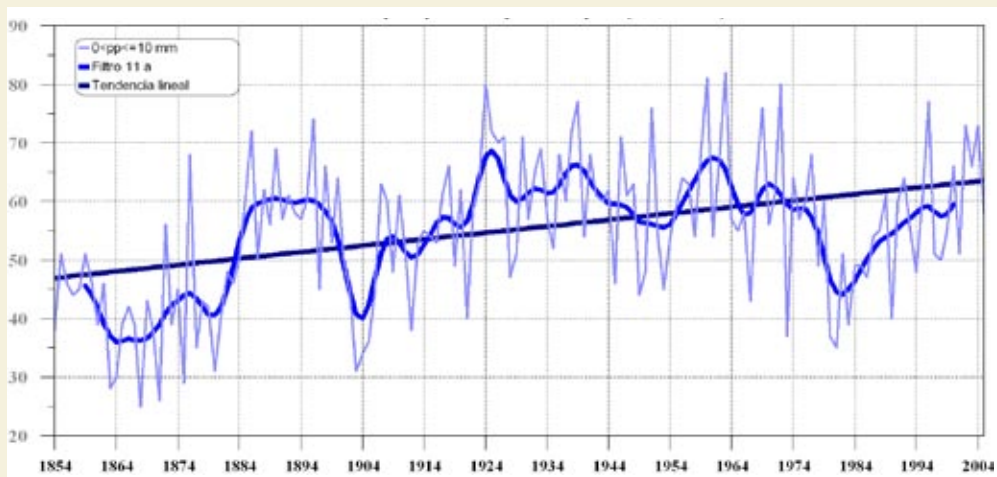


Figura 3. Evolució temporal dels dies anuals amb precipitació apreciable per a l'interval [0,1;10 mm] a la ciutat de Barcelona de 1854 a 2005. Es mostra la tendència lineal i l'evolució suavitzada amb un filtre passabaix gaussià d'11 anys.





**Taula 2. Resultats de l'aplicació del mètode de Montecarlo a l'estudi de les tendències en la precipitació màxima diària anual del mes de setembre, i al nombre de dies anuals amb precipitació apreciable, també de setembre i per a intervals amb diferents llindars de precipitació (10, 20, 30, 45 i 60 mm).**

Sèrie	r	T <sub>97,5</sub>	T <sub>2,5</sub>	Sign. al 95%? → r >  T ?
Màx. diària anual	+0,06 mm/a	+0,10 mm/a	-0,10 mm/a	No
<b>Nre. anuals precip.</b>	<b>+0,11 esdev./a</b>	<b>+0,05 esdev./a</b>	<b>-0,05 esdev./a</b>	<b>Sí</b>
Màx. diària anual SET	-0,01 mm/a	+0,09 mm/a	-0,09 mm/a	No
Nre. dies anuals precip. SET	+0,01 esdev./a	+0,01 esdev./a	-0,01 esdev./a	No*
<b>0 mm &lt; Nre. dies ≤ 10 mm</b>	<b>+0,11 esdev./a</b>	<b>+0,05 esdev./a</b>	<b>-0,05 esdev./a</b>	<b>Sí</b>
10 mm < Nre. dies ≤ 20 mm	-5·10 <sup>-3</sup> esdev./a	+0,011 esdev./a	-0,011 esdev./a	No
20 mm < Nre. dies ≤ 30 mm	+7·10 <sup>-3</sup> esdev./a	+0,007 esdev./a	-0,007 esdev./a	No*
30 mm < Nre. dies ≤ 45 mm	+4·10 <sup>-4</sup> esdev./a	+0,006 esdev./a	-0,006 esdev./a	No
45 mm < Nre. dies ≤ 60 mm	-1·10 <sup>-4</sup> esdev./a	+0,003 esdev./a	-0,003 esdev./a	No
Nre. dies anuals > 60 mm	+2·10 <sup>-3</sup> esdev./a	+0,003 esdev./a	-0,003 esdev./a	No

(\*): tendència estadísticament significativa amb un nivell de confiança del 90%.  
esdev.: abreviatura per a esdeveniments o nombre d'esdeveniments.

### La sèrie de pluja areal per al període 1897-1998

La taula 3 indica les estacions que s'han fet servir per a l'anàlisi de la tendència de la precipitació areal per al període 1897-1998.

**Taula 3. Paràmetres bàsics estadístics de les sèries més llargues de Catalunya i la conca de l'Ebre (1897-1998), on  $\bar{x}$  és la mitjana anual,  $\sigma$  és la desviació estàndard, CV és el coeficient de variació i N és el nombre d'anys amb dades (Barrera et al., en prep.).**

Estació	$\bar{x}$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV	Període temporal	N
BELORADO (BEL)	550,5	104,2	0,19	1912/13-1997/98	86
HARO (HAR)	485,9	136,6	0,28	1912/13-1997/98	86
LOGROÑO (LO)	426,4	103,0	0,24	1880/81-1982/83	103
SARTAGUDA (SAR)	479,7	128,5	0,27	1919/20-1997/98	79
PAMPLONA (PAM)	844,7	324,3	0,38	1880/81-1997/98	118
ALSASUA (ALS)	1.305,1	298,7	0,23	1913/14-1997/98	85
TERRER (TER)	411,6	100,4	0,24	1921/22-1997/98	77
ZARAGOZA (Z)	323,7	90,2	0,28	1858/59-1984/85	127
ALCALÁ DE GURREA (ALC)	554,6	451,3	0,81	1917/18-1997/98	81
CASTELLOTE (CAS)	411,2	110,0	0,27	1922/23-1995/96	74
LA TORRE DE CABDELLA (TCA)	1.234,0	257,5	0,21	1914/15-1993/94	80
LLEIDA (LL)	356,4	115,9	0,33	1880/81-1982/83	103
HUESCA (HU)	534,0	139,4	0,26	1864/65-1959/60	96
TIVISA (TIV)	587,0	208,0	0,35	1912/13-1997/98	86
BENISSANET (BEN)	438,0	150,5	0,34	1912/13-1995/96	84

Estació	$\bar{x}$ (mm)	$\sigma$ (mm)	CV	Període temporal	N
TORTOSA (TOR)	530,0	162,3	0,31	1879/80-1978/79	100
AMPOSTA (AMP)	559,5	193,6	0,35	1912/13-1997/98	86
SALLENT (SNT)	570,0	111,6	0,20	1915/16-1989/90	75
SANT QUINTÍ DE MEDIONA (SQM)	586,6	138,0	0,24	1901/02-1997/98	97
BARCELONA (B)	569,0	156,3	0,27	1858/59-1994/95	137
SABADELL (SAB)	633,4	154,5	0,24	1896/97-1989/90	94
ALELLA (ALE)	568,3	142,5	0,25	1914/15-1994/95	81
PALAFRUGELL (PAF)	672,9	197,1	0,29	1912/13-1997/98	86

Pel que fa a l'evolució de la distribució de la precipitació areal s'observa una variació intraanual molt elevada (figura 4), amb dos períodes marcats per anomalies molt negatives tant al principi com al final de la sèrie. Si s'analitza estacionalment, els resultats discrepen (figura 5). Mentre que la precipitació a la tardor va arribar a un mínim a finals dels anys vuitanta del segle xx, s'observa una certa recuperació en la mitjana mòbil cap al final de la sèrie (recordem que acaba el 1998), si bé la figura 6 deixa ben paleses les anomalies negatives de finals dels noranta. Contràriament, la precipitació a l'estiu i la primavera presenta una tendència negativa, molt més marcada en el cas de la primavera (figura 7), estació per a la qual arriba a superar la tendència negativa del principi de la sèrie. La taula 4 mostra les tendències de les sèries estacionals i la seva significança. Crida l'atenció la tendència positiva per a totes les estacions de l'any, que tanmateix no és significativa i és conseqüència del punt de partida de la sèrie. D'aquí ve el valor de les figures que permeten disposar d'una anàlisi visual i detectar millor els canvis. De totes maneres, atenent aquesta darrera anàlisi es podria concloure que no apareix una tendència significativa per a la sèrie en el seu conjunt, sinó que les anomalies del final del període es podrien trobar dins de la variabilitat natural de la precipitació a les conques del NE de la Península. Aquest resultat és coherent amb el que s'ha trobat per a les sèries individuals representatives de les conques internes de Catalunya i de l'Ebre (Llasat i Quintas, 2004).

**Figura 4. Evolució de les anomalies absolutes (valor de precipitació menys la mitjana) de precipitació anual a les conques de l'Ebre i a les conques internes per al període 1897-1998 (Barrera et al., en prep.).**

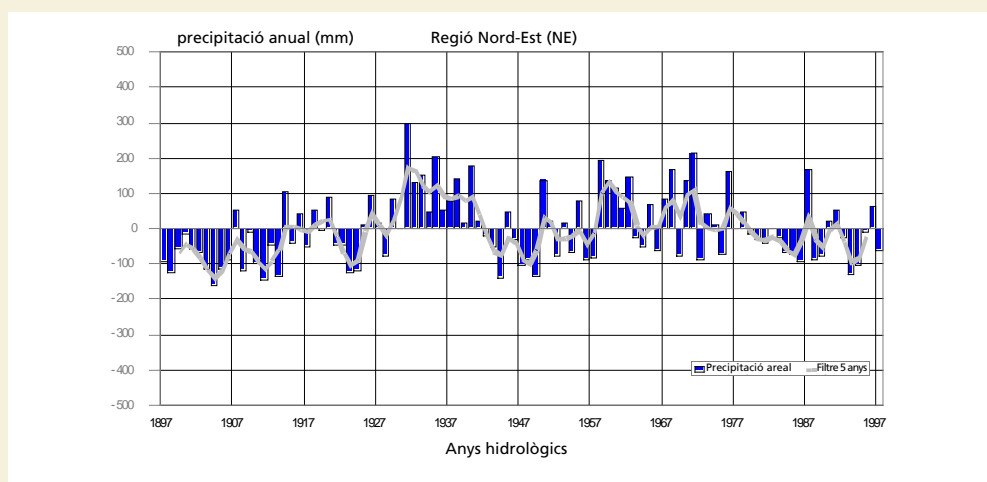




Figura 5. Evolució de la mitjana mòbil estacional amb una longitud de finestra de 30 anys (Barrera et al., en prep.).

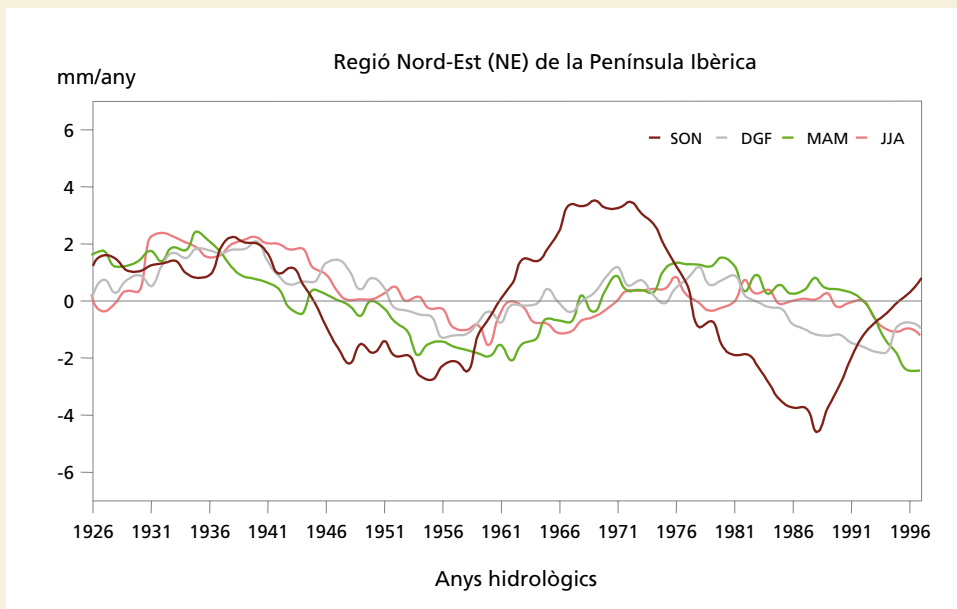
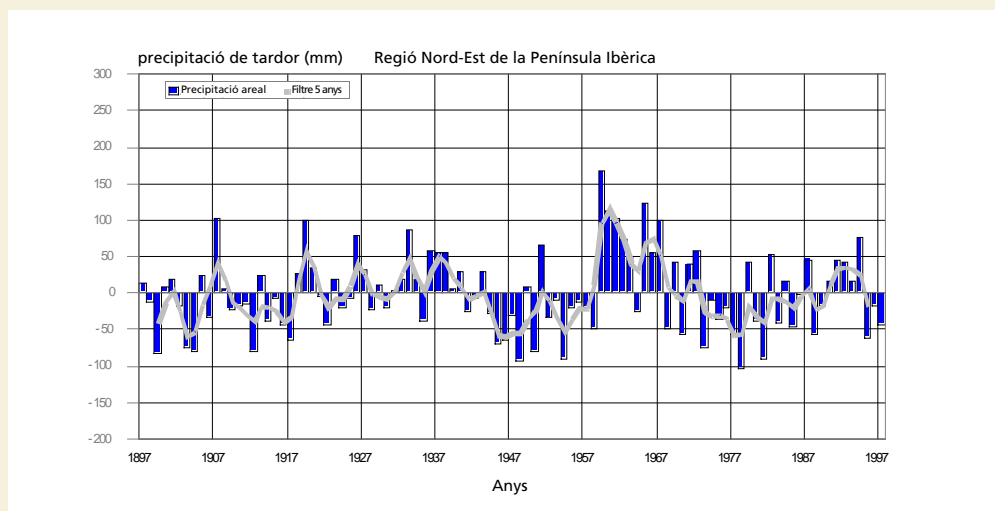
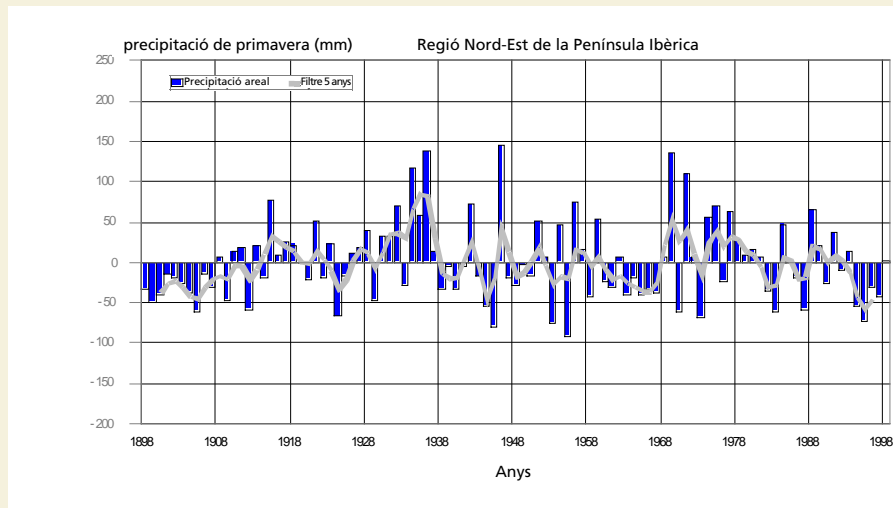


Figura 6. Evolució de les anomalies absolutes de precipitació (valor de precipitació menys la mitjana) de tardor (SON) a les conques de l'Ebre i a les conques internes per al període 1897-1998 (Barrera et al., en prep.).



**Figura 7. Evolució de les anomalies absolutes de precipitació (valor de precipitació menys la mitjana) de primavera (MAM) a les conques de l'Ebre i a les conques internes per al període 1897-1998 (Barrera et al., en prep.).**



**Taula 4. Tendències de la precipitació a la regió NE per al període 1897/98-1997/1998. La significança ha estat provada amb el test de Montecarlo.**

Regió	Període	T(mm/any)	T(97,5%)	T(2,5%)	Sign. 95%?
NE	SON	+0,08	+0,37	-0,37	NS
	DGF	+0,19	+0,29	-0,29	NS
	MAM	+0,05	+0,33	-0,33	NS
	JJA	+0,16	+0,28	-0,28	NS
	Anual	+0,49	+0,64	-0,67	NS

Com ja s'ha dit a l'inici del capítol, les tendències depenen fortament de l'origen i la longitud de la sèrie. La taula 5 mostra com, quan es treballa amb el període partit entre 1897-1940 i 1940-1998, la tendència anual varia. Mentre que en el primer període es té una forta tendència significativa positiva, el segon apuntaria cap a una tendència negativa però no significativa. A l'apartat següent es comentarà més detingudament l'evolució en els darrers 50 anys.

**Taula 5. Tendències de la precipitació a la regió NE per als períodes 1897/98-1939/40 i 1940/41-1997/98. La significança ha estat provada amb el test de Montecarlo.**

Regió	Període	T(mm/any)	T(97,5%)	T(2,5%)	Sign. 95%?
NE	<b>1897/98 1939/40</b>	<b>+5,49</b>	<b>+2,42</b>	<b>-2,43</b>	<b>Sign.</b>
	1940/41 1997/97	+0,55	+1,56	-1,57	NS





## Tendències de la precipitació anual i de la seva variabilitat durant la segona meitat del segle XX

El possible senyal del canvi climàtic –clarament visible des de la segona meitat de la dècada dels anys setanta del segle XX a les sèries tèrmiques– s’ha intentat cercar a partir de l’anàlisi de 50 sèries pluviomètriques anuals d’estacions meteorològiques catalanes. La taula 6 mostra el valor del coeficient de variació (CV) per a cada sèrie, i l’índex d’irregularitat temporal, S1, proposat per Martín Vide *et al.* (2001), que s’expressa com la mitjana dels valors absoluts dels logaritmes naturals dels quocients de la precipitació d’un any i la de l’any anterior. Els resultats són els següents:

- 1) Hi ha un predomini de sèries (78%) amb una tendència negativa; però tan sols en dues sèries (Torelló i Vilaller) la tendència negativa és estadísticament significativa ( $\alpha = 0,05$ ).
- 2) El Pirineu lleidatà és l’àrea que concentra les tendències negatives més marcades, que ultrapassen els 150 mm de reducció anual en alguns indrets.
- 3) No hi ha sèries amb una tendència positiva estadísticament significativa.

La comparació dels valors anuals del coeficient de variació (CV) i de l’índex d’irregularitat temporal S1 (Martín Vide *et al.*, 2001) dels períodes 1951-1975 i 1976-2000 resulta adient per a esbrinar la possible variació de la variabilitat i la irregularitat any rere any degudes al canvi climàtic. Respecte al coeficient de variació, tan sols una quarta part (24%) de les estacions meteorològiques mostren un augment de la variabilitat del primer al segon període. En referència a l’índex S1, només un terç (32%) de les estacions meteorològiques presenten un augment de la irregularitat temporal entre el primer i el segon període. La major part es localitza a la meitat occidental del territori.

## Tendències de la precipitació estacional i patrons de variabilitat de baixa freqüència durant la segona meitat del segle XX

El règim pluviomètric de Catalunya durant la meitat freda de l’any té un comportament diferenciat de la resta de la península Ibèrica. Les situacions sinòptiques que porten pluges a l’Oest de la Península i a Catalunya són ben diferents. Les fases positiva i negativa dels patrons de variabilitat de baixa freqüència de l’Oscil·lació de l’Atlàntic Nord (*North Atlantic Oscillation*, NAO), l’Oscil·lació de la Mediterrània Occidental (*Western Mediterranean Oscillation*, WeMO; Martín Vide i López Bustins, 2006) i l’Oscil·lació de l’Àrtic (*Arctic Oscillation*, AO) també ajuden a explicar aquestes diferències en la distribució espacial de la precipitació i, sobretot, a comprendre’n l’evolució recent i futura a la península Ibèrica i a Catalunya.

L’hivern és l’estació més complexa. Està sota un domini de la NAO i l’AO, sobretot a la meitat occidental de Catalunya. Aquests índexs tenen una tendència positiva, que està donant lloc a un cert descens de la precipitació en algunes àrees de les Terres de Ponent. A les àrees litorals i prelitorals, i especialment al Pirineu Oriental, que estan més ben correlacionades amb la WeMO, hi succeeix un fenomen invers: un lleuger increment. Aquest fenomen es pot relacionar amb un augment de la precipitació de tipus intensa per una freqüència més alta de fluxos del nord-est. Aquesta circulació de vents està vinculada a la presència d’altes pressions a l’Europa central, que afavoreixen la formació de fronts de retrocés sobre la façana est de la península Ibèrica. L’evident reforçament de l’anticicló centreeuropeu afavoreix una tendència positiva de l’AO i de la NAO, però simultàniament una de negativa de la WeMO.

L’estiu és l’estació de l’any en què aquests patrons de teleconnexió no poden explicar la variabilitat pluviomètrica. La precipitació estival és predominantment convectiva i no depèn de situacions sinòptiques advectives relacionades amb certs valors dels índexs de teleconnexió. A l’estiu es detecten les reduccions de precipitació més clares a Catalunya, sobretot a la meitat occidental del país, coincident amb la reducció força generalitzada a la conca de la Mediterrània.

Els índexs no presenten tendències destacades a la tardor. En coherència amb això, les precipitacions en aquesta estació no estan variant. Com és sabut, és el període de l'any amb una freqüència més elevada d'episodis torrencials, sobretot a la primera quinzena d'octubre, tal com assenyala el calendari anual de la WeMO. El notable escalfament que s'està detectant en les aigües marines al mes de novembre podria allargar el període de pluges torrencials fins a la tardor tardana.

La primavera està sota un domini total de la NAO. Aquest patró no mostra tendències destacades i, en conseqüència, la precipitació primaveral no ha variat en conjunt apreciablement. No obstant això, en una anàlisi per mesos, es detecta que el mes de març està patint una marcada reducció de les precipitacions a les capçaleres dels rius. Es tracta d'un risc climàtic evident per a la població amb vista a les reserves d'aigua per a l'estació seca. La davallada més forta es detecta al Pirineu Occidental. La NAO té un marcat ascens en aquest mes, que es podria relacionar amb certs canvis que estan tenint lloc en la dinàmica atmosfèrica de l'estratosfera polar per un enfortiment progressiu del vòrtex polar primaveral.

Quant a la variabilitat i la irregularitat temporal per estacions, sembla que a l'hivern o la tardor la irregularitat pluviomètrica pot estar augmentant per una mediterraneïtzació de la precipitació en algunes àrees litorals i prelitorals de les Terres de l'Ebre i del Pirineu Oriental, per un progressiu predomini de la WeMO sobre els altres índexs (López Bustins, 2007; González-Hidalgo *et al.*, en premsa).



**Taula 6. Tendències de la precipitació (López Bustins, 2007).**

Punt d'observació	Comarca	Tendència precipitació 1951-2000 (mm/dècada)	Coefficient de variació 1951-1975	Coefficient de variació 1976-2000	Índex d'irregularitat temporal 1951-1975	Índex d'irregularitat temporal 1976-2000
Llívia	la Cerdanya	7,0	baix	moderat	molt baix	moderat
Campdevàrol	el Ripollès	-27,0	moderat	moderat	moderat	moderat
Cadaqués	l'Alt Empordà	-11,6	molt alt	alt	molt alt	moderat
Figueres	l'Alt Empordà	27,2	molt alt	moderat alt	molt alt	moderat alt
Palafrugell	el Baix Empordà	-19,6	molt alt	moderat	molt alt	baix
Girona	el Gironès	-9,8	moderat alt	moderat alt	alt	moderat
Breda	la Selva	-19,3	moderat alt	moderat alt	moderat alt	moderat alt
Tossa de Mar	la Selva	-4,6	alt	moderat alt	alt	moderat alt
Argentona	el Maresme	-23,6	alt	moderat alt	alt	moderat alt
Caldes de Montbui	el Vallès Oriental	-10,8	moderat alt	moderat	moderat	moderat
Llinars del Vallès	el Vallès Oriental	-18,7	moderat alt	moderat alt	alt	moderat alt
Torrellebreta	Osona	-19,3	moderat	moderat alt	moderat alt	moderat
Torelló	Osona	-42,7 (sig.)	moderat	moderat	moderat alt	baix
Puig-reig	el Berguedà	29,1	moderat alt	molt alt	moderat	alt
la Pobla de Lillet	el Berguedà	23,4	moderat alt	moderat	moderat alt	moderat alt
Callús	el Bages	2,4	moderat alt	moderat alt	moderat alt	moderat alt
Moià	el Bages	-17,3	moderat alt	alt	alt	moderat
Sabadell	el Vallès Occidental	-20,8	moderat alt	moderat	moderat alt	moderat
Barcelona (obs. Fabra)	el Barcelonès	1,8	moderat alt	moderat	moderat	moderat
el Prat de Ll. (aeroport)	el Baix Llobregat	-35,3	molt alt	moderat alt	molt alt	moderat
el Bruc	l'Anoia	1,3	moderat	moderat	moderat alt	moderat
Vilafranca del Penedès	l'Alt Penedès	-1,0	moderat	moderat	moderat	baix
Cubelles	el Garraf	-14,0	moderat	moderat	alt	moderat
els Omellons	les Garrigues	-4,1	moderat	moderat	moderat	moderat alt
la Granadella	les Garrigues	-10,2	moderat alt	moderat	moderat	moderat
Raimat	el Segrià	-21,1	moderat alt	moderat	moderat alt	moderat
Lleida	el Segrià	-10,1	moderat	moderat alt	moderat	alt
Agramunt	l'Urgell	-8,7	moderat	moderat alt	moderat alt	moderat alt
Torà	la Segarra	-3,9	moderat alt	moderat alt	moderat	moderat alt
Ponts	la Noguera	-17,2	molt alt	moderat alt	alt	moderat alt
Tentellatge	el Solsonès	-34,1	moderat	moderat alt	moderat	alt
Solsona	el Solsonès	-30,1	moderat	moderat alt	baix	moderat alt
Organyà	l'Alt Urgell	-7,0	moderat	moderat alt	baix	moderat alt
la Seu d'Urgell	l'Alt Urgell	-37,6	alt	moderat alt	moderat	alt
Sort	el Pallars Sobirà	-32,8	moderat	moderat	baix	moderat
Molinos	el Pallars Jussà	-39,5	baix	baix	baix	moderat
Talarn	el Pallars Jussà	-32,8	moderat	baix	moderat	baix
Vilaller	l'Alta Ribagorça	-51,4 (sig.)	baix	moderat	molt baix	baix
Vielha	la Val d'Aran	0,3	molt baix	moderat alt	molt baix	molt baix
el Vendrell	el Baix Penedès	3,9	moderat	moderat alt	moderat	moderat alt
Vila-seca	el Tarragonès	-25,7	moderat alt	moderat	alt	moderat
Riudecanyes	el Baix Camp	-2,9	alt	moderat alt	molt alt	alt
Valls	l'Alt Camp	-1,9	moderat alt	moderat	moderat alt	baix
Rocafort de Queralt	la Conca de Barberà	1,3	moderat	moderat	moderat	moderat
Cabacès	el Priorat	1,1	moderat alt	moderat alt	baix	moderat alt
Flix	la Ribera d'Ebre	-8,4	alt	moderat alt	moderat alt	alt
Miravet	la Ribera d'Ebre	-3,5	molt alt	alt	alt	molt alt
Vilalba dels Arcs	la Terra Alta	-13,6	moderat alt	moderat alt	moderat alt	moderat alt
Roquetes (obs. Ebre)	el Baix Ebre	-28,3	alt	moderat alt	molt alt	moderat
Ampostà	el Montsià	-2,4	molt alt	moderat	molt alt	moderat alt

Coefficient de variació (%)	molt baix <15	baix 15-19	moderat 20-24	moderat alt 25-29	alt 30-34	molt alt >35
índex d'irregularitat temporal	<0,20	0,20-0,24	0,25-0,29	0,30-0,34	0,35-0,39	>0,40

## Conclusions

L'anàlisi de la sèrie de precipitació anual de Barcelona des del 1786 no presenta cap tendència significativa, ni tampoc l'anàlisi de la precipitació màxima diària anual des del 1854. Si es treballa a escala estacional s'hi detecta una tendència positiva significativa a l'estiu, fet que també ocorre, per exemple, a València (Altava-Ortiz *et al.*, en rev.). La sèrie de nombre de dies de precipitació entre 0,1 mm i 10 mm presenta una tendència positiva, però que es podria vincular a canvis en la detecció de valors molt petits, ja que no té impacte en les sèries de pluja acumulada mensual.

Si ens referim a l'evolució de la pluja mensual areal de les conques internes de Catalunya i de la conca de l'Ebre, es conclou que no hi ha cap tendència significativa per al període 1897-1998, resultat que canvia si es considera partit el període entre abans i després del 1940. En tal cas la precipitació té una tendència positiva significativa per a la primera part (1897-1940), però malgrat que es troba una tendència negativa per a la segona part, no és significativa. És important afegir que aquesta tendència negativa seria conseqüència, sobretot, del dèficit enregistrat a la primavera.

Quan ens centrem en el període 1951-2000 per a 50 estacions repartides per tot Catalunya, s'observa un predomini de les tendències negatives, però que tan sols és significatiu en el cas de Torelló i Vilaller. Aquesta tendència seria més marcada per a les comarques pirinenques i prepirinenques. Aquest predomini es pot justificar amb variacions detectades en diferents índexs climàtics.

En síntesi, encara no es detecta cap senyal que mostri una tendència significativa a una disminució de la precipitació generalitzada en el conjunt de Catalunya. Tanmateix, s'apunta un possible augment de la precipitació a l'estiu a la costa i una disminució de la precipitació a la primavera. Aquest descens podria ser més marcat a les capçaleres dels rius.

## Referències bibliogràfiques

ALTAVA-ORTIZ, V.; LLASAT, M. C.; FERRARI, E.; ATENCIA, E. (en rev.). «Monthly rainfall behaviour in Central and Western Mediterranean Basin, from 1850 to 2004». *International Journal of Climatology*.

BARRERA ESCODA, A. (2004). *Técnicas de completado de series mensuales y aplicación al estudio de la influencia de la NAO en la distribución de la precipitación en España*. Treball per a l'obtenció del Diploma d'Estudis Avançats (DEA). Programa de doctorat d'Astronomia i Meteorologia (bienni 2002–2004). DAM/250999-15/0406. Publicació interna. 96 pàg. (<http://am.ub.es/~tbarrera/Publicaciones/barrera-dea.pdf>)

BARRERA, A.; LLASAT, M. C.; BARRIENDOS, M. (2006). «Estimation of the extreme flash flood evolution in Barcelona country from 1351 to 2005». *Natural Hazards and Earth System Sciences*, núm. 6, pàg. 505-518. Ed. Copernicus GmbH, European Geosciences Union. Katlenburg-Lindau (Alemanya). ISSN: 1561-8633. (<http://www.copernicus.org/EGU/nhess/6/nhess-6-505.pdf>)

BARRERA, A.; LLASAT, M. C.; BLADÉ, I.; ÁLVAREZ, J. (en prep.). *Regional precipitation in Spain and NAO influence during the period 1897-1998*.

BARRIENDOS, M. (1994). *El clima històric de Catalunya. Aproximación a sus características generales (ss. XV–XIX)*. Tesi doctoral. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona. No publicada.

GONZÁLEZ-HIDALGO, J. C.; LÓPEZ BUSTINS, J. A.; ŠTIPÁNEK, P.; MARTÍN VIDE, J.; DE LUIS, M. (en premsa). «Monthly precipitation trends on the Mediterranean façade of the Iberian Peninsula during the second half of the 20th century (1951–2000)». *International Journal of Climatology*.



- LLASAT, M. C.; QUINTAS, XXX. (2004). *Stationarity of Monthly Rainfall Series since the Middle of the XIXth Century. Application to the Case of Penin sular Spain*. Natural Hazards. N° 31. pp. 613-622.
- LÓPEZ BUSTINS, J. A.(2007). *L'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental i la Precipitació als Països Catalans / The Western Mediterranean Oscillation and Rainfall in the Catalan Countries*. Tesi doctoral. Universitat de Barcelona.
- MARTÍN VIDE, J.; LÓPEZ BUSTINS, J. A. (2006). «The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian peninsula». *International Journal of Climatology*, núm. 26, pàg. 1455–1475.
- MARTÍN VIDE, J.; PROHOM, M.; BOHIGAS, M.; PEÑA, J. C.; ESTEBAN, P.; MONTSERRAT, D. (2001). «Índices de irregularidad temporal y dimensión fractal de la precipitación anual en España». A: Pérez-Cueva, López Baeza, Tamayo (eds.). *El Tiempo del Clima*. Buñol, AEC i Garmas Impresores. Pàg. 157-166.
- MMA (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE) (1998). *Libro Blanco del Agua en España*. Madrid. 855 pàg.
- RODRÍGUEZ, R.; LLASAT, M. C.; WHEELER, D. (1999). «Analysis of the Barcelona precipitation series». *International Journal of Climatology*, núm. 19, pàg. 787-801. Ed. Wiley & Sons. Chichester (Sussex, Regne Unit). ISSN: 0899-8418.
- ŠTIPÁNEK, P. (2003). *AnClim. Software for time series analysis*. Departament de Geografia, Facultat de Ciències Naturals, Universitat de Masaryk. Brno (República Txeca). 1.47 MB.  
(<http://www.sci.muni.cz/~pest/>)