

Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional  
Facultat de Geografia i Història  
Universitat de Barcelona

**Tesi doctoral**

# **L'Oscil·lació de la Mediterrània Occidental i la Precipitació als Països Catalans**

Memòria presentada per  
**Joan Albert López i Bustins**  
per optar al títol de Doctor en Geografia

Programa de doctorat  
**Geografia, Paisatge i Medi Ambient**  
Bienni 2002–2004

**El director de la tesi**

**Dr. Javier Martín Vide**  
**Catedràtic de Geografia Física**  
**Universitat de Barcelona**

**Barcelona, juny de 2007**

## **CAPÍTOL 2**

### **DEFINICIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI I APLICACIÓ DE LA WEMO A LA SEVA PRECIPITACIÓ**



## 2.1. JUSTIFICACIÓ DE L'ÀREA D'ESTUDI

Els Països Catalans són l'àrea d'estudi d'aquest treball de recerca, tot i la seva naturalesa cultural i administrativa, per respondre a unes pautes climàtiques i tenir comportaments pluviomètrics “diferenciats”, tal com es veurà en avançar en la investigació. Aquest apartat té com a objectiu demostrar la “personalitat climàtica” dels Països Catalans dins el context de la Mediterrània Occidental per les seves condicions geogràfiques. Més endavant, en els següents apartats es descriu la climatologia d'aquest àmbit territorial a partir de l'elaboració d'una base de dades de precipitació pròpia. Seguidament, es corrobora la seva peculiaritat climàtica amb l'aplicació del WeMOi.

Per justificar correctament els Països Catalans com a àrea d'estudi es continuarà amb l'introduït en el capítol 0 en l'apartat 0.2. Per iniciar aquest raonament, es repassen els resultats obtinguts amb la integritat de la Península Ibèrica (Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

El procés per delimitar l'àrea dels Països Catalans és conseqüència de l'anàlisi aproximatiu de tota la península. En aquesta anàlisi, s'usen 51 sèries instrumentals de precipitació distribuïdes per tot el territori peninsular cedides, prèviament homogeneïtzades, pel Dr. Vicente-Serrano de la Universitat de Saragossa. Nou d'elles provenen del *Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos* de Portugal (SNIRH), i la resta de l'Institut Nacional de Meteorologia d'Espanya (INM) (Figura 1). Les sèries són vàlides tant en la seva longitud temporal (1910-2000) com en la seva qualitat. Algunes sèries han estat creades amb les dades de diferents observatoris d'una mateixa localitat. Les sèries foren comprovades usant un control de qualitat que identificà els registres anòmals amb l'ajuda del software AnClim (Stepanek, 2005). Per garantir la qualitat d'aquestes, la homogeneïtat de cada una es comprovà amb el *Standard Normal Homogeneity Test* (SNHT) (Alexandersson i Moberg, 1997). Les poques sèries no homogènies identificades es corregiren i els buits temporals foren completats mitjançant regressions lineals amb les respectives sèries de referència (Vicente-Serrano i Beguería Portugués, 2004).

Martín-Vide (2002) assajà les primeres correlacions entre el WeMOi i la precipitació d'alguns punts de la costa est peninsular. Els motius fonamentals eren dos: 1) la dèbil o nul·la correlació entre el NAOi i la seva precipitació; 2) la pobra relació entre la seva pròpia pressió atmosfèrica i la precipitació. És a dir, en moltes ocasions unes baixes pressions no aporten precipitació, però d'altres relativament altes poden desencadenar episodis torrencials. Martín-Vide (2001) correlaciona la pressió mitjana atmosfèrica del mes de desembre a Barcelona amb els totals pluviomètrics de varis observatoris de la Península Ibèrica per al període 1900-1994 en ser aquella una variable més o menys uniforme a escala regional. Sorprenentment, les

$r$  de Pearson trobades pels observatoris de la franja mediterrània disten molt de la significació: Alacant (-0.02), la mateixa Barcelona (-0.11), Múrcia (+0.06), Tortosa (-0.18) i València (-0.04). La pressió de Barcelona no aconsegueix explicar el comportament pluviomètric de la mateixa franja mediterrània, justificant, en part, la funcionalitat de la WeMO. En canvi, es correlaciona negativament amb àmplia significació al 0.05 amb els observatoris de la Meseta: Conca (-0.70), Sòria (-0.70), Burgos (-0.65) i Segòvia (-0.63).



**Figura 1.** Localització de les sèries de precipitació d'estudi en el marc geogràfic de la Península Ibèrica.

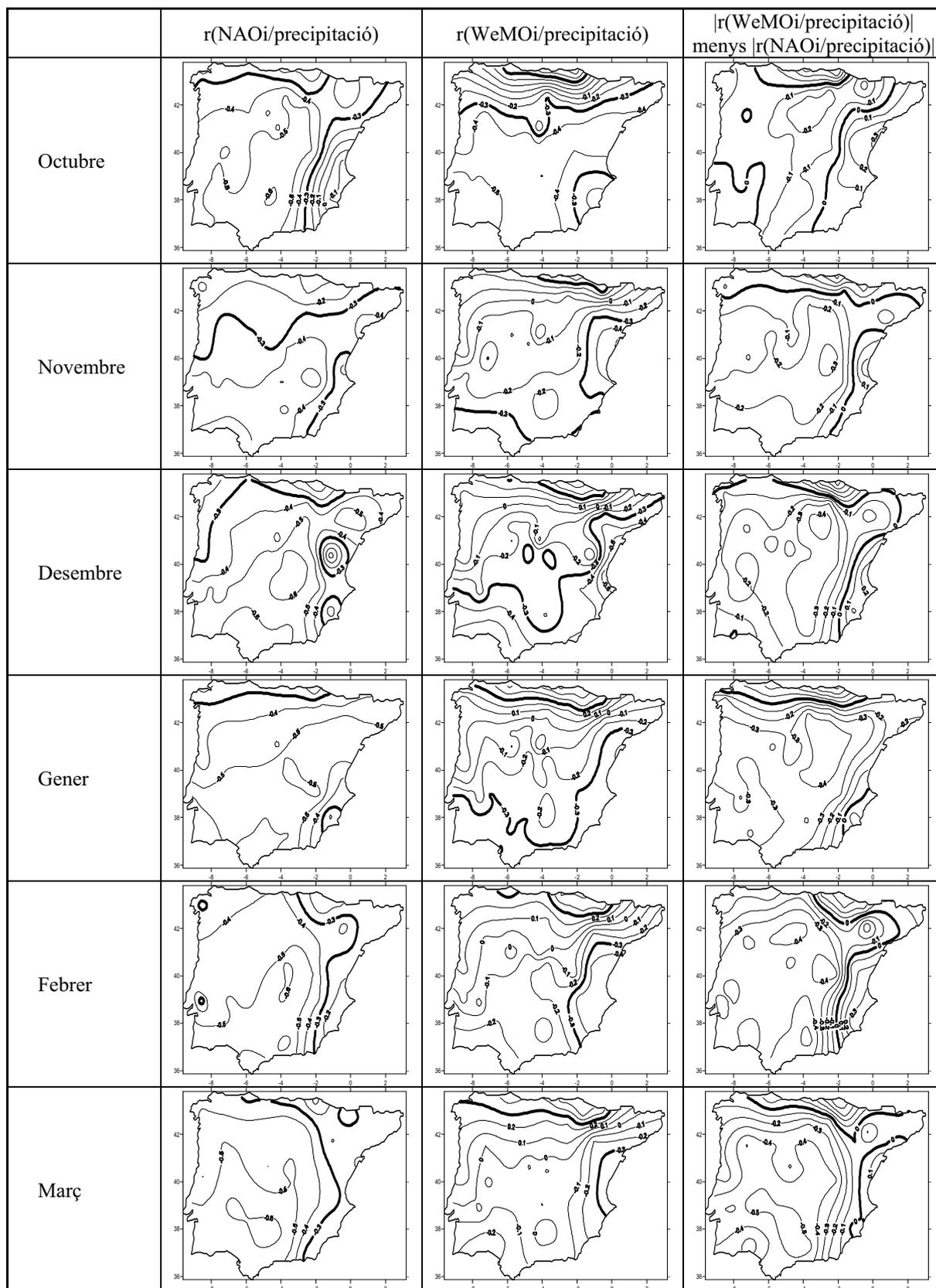
Com la majoria de patrons de variabilitat de baixa freqüència de l'hemisferi nord, la WeMO té la seva màxima influència durant el semestre fred de l'any. A l'estiu no aporta informació, ja que a la Península Ibèrica hi guanyen terreny les precipitacions de tipus convectiu associades a fronts de brises (Azorín-Molina i López-Bustins, 2004). A la columna de l'esquerra de la Figura 2, es mostra la distribució espacial de les correlacions obtingudes amb el NAOi a

mode de comparació, i es comprova que aquest índex és significatiu en la major part del territori peninsular a excepció de la Cornisa Cantàbrica i la franja oriental, sobretot, en els mesos extrems, octubre i març.

La influència de la NAO és màxima en extensió al mes de gener i en intensitat al desembre a la *Meseta Sud*. La WeMO es restringeix a la franja est peninsular i al Golf de Cadis, en la seva fase negativa, i a la franja nord peninsular, en la seva fase positiva (columna central de la Figura 2). La influència de la WeMO en la seva fase negativa és màxima en extensió a l'octubre, però en intensitat és al desembre al Golf de València. Fent referència a la seva fase positiva, és al gener quan és màxima tant en extensió com en intensitat, assolint el màxim al Golf de Biscaia. En una tercera columna, es calculen les diferències dels coeficients en valors absoluts obtinguts amb ambdós patrons. La diferència neta màxima de la WeMO per sobre de la NAO és al Golf de València en els mesos d'octubre i febrer, però és molt major al Golf de Biscaia al desembre. És un fet inesperat, ja que la proposta de la WeMO era, en un principi, explicar només la variabilitat pluviomètrica a la franja mediterrània en la seva fase negativa. Al gener, en la seva fase negativa només influeix per sobre de la NAO en una estreta franja al sud-est. La precipitació del Golf de Cadis es correlaciona significativament amb el WeMO<sub>i</sub>, però és sota el domini de la NAO en correlacionar-se més satisfactòriament amb el NAO<sub>i</sub> (Figures 2 i 3).

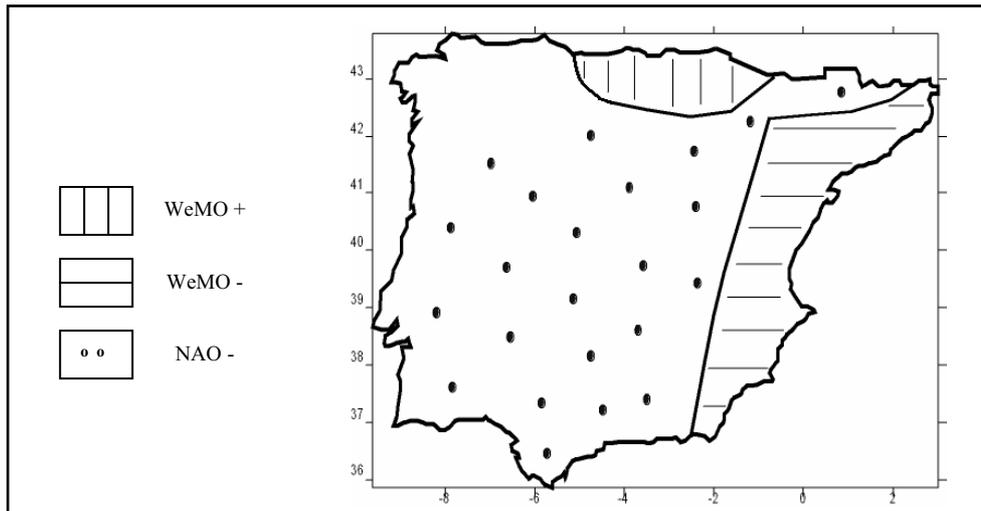
El fort gradient que es reflecteix en un estrès d'isolínies a la Vall de l'Ebre en els mapes de correlacions, sobretot al desembre, entre el WeMO<sub>i</sub> i la pluviometria a la Península Ibèrica és per la proximitat relativa entre els dos golfs esmentats (500 km aproximadament). En un principi, es tractaria de dues climatologies ibèriques molt distintes, des de la més mediterrània a València a la més atlàntica a Biscaia. No obstant, d'ençà del descobriment de la WeMO com a variable divisòria dels dos àmbits, però relacionant-los oposadament al mateix temps, es planteja l'autenticitat del clima atlàntic del Golf de Biscaia. És evident, tanmateix, que aquesta àrea del Mar Cantàbric té un cert vincle amb la climatologia mediterrània.

Hom podria resumir els resultats en una regionalització segons quin patró i en quina fase explica la variabilitat pluviomètrica en una determinada àrea. Això mateix, és el que s'intenta reflectir a la Figura 3. La fase negativa de la NAO és dominant en la major extensió de la Península Ibèrica, sobretot, en les àrees interiors i en el conjunt de la meitat sud i oest. En canvi, la WeMO roman dominant en les franges litorals a sotavent dels fluxos atlàntics de sud-oest, com són la franja cantàbrica en la seva fase positiva (advecció de NO) i la franja mediterrània en la seva fase negativa (advecció E-SE). En aquest sentit, cal destacar el paper de les orografies peninsulars que permeten regionalitzar distintes àrees amb diferents comportaments pluviomètrics. La Depressió de l'Ebre, tanmateix, permet que la influència de la WeMO tingui una certa prolongació cap a àrees interiors (Figura 6).



**Figura 2.** Representació espacial dels coeficients de correlació de Pearson entre la precipitació de la Península Ibèrica i el NAOi (primera casella), i el WeMOi (segona casella), per a cada un dels mesos del semestre fred (ONDGFM) durant el període 1910-2000. El tercer mapa és la diferència de restar al valor absolut del coeficient obtingut amb el WeMOi l'obtingut amb el NAOi. (La isolínia /0.3/ és més gruixuda en els mapes de la primera i segona columna per identificar les àrees significatives al 0.01. La isolínia 0 és més gruixuda en els mapes de la tercera columna per identificar l'àrea d'influència de la WeMO sobre de la NAO). (El mètode d'interpolació emprat és el *Kriging*<sup>1</sup>, que és el mateix que s'usa en tots els mapes de la present tesi).

<sup>1</sup> És el mètode més adequat per a aplicacions climatològiques referides a períodes mensuals o més dilatats (Armengot, 2002).



**Figura 3.** Regionalització de la Península Ibèrica segons la correlació positiva amb la precipitació de les fases de la WeMO i de la NAO, des d'octubre a març.

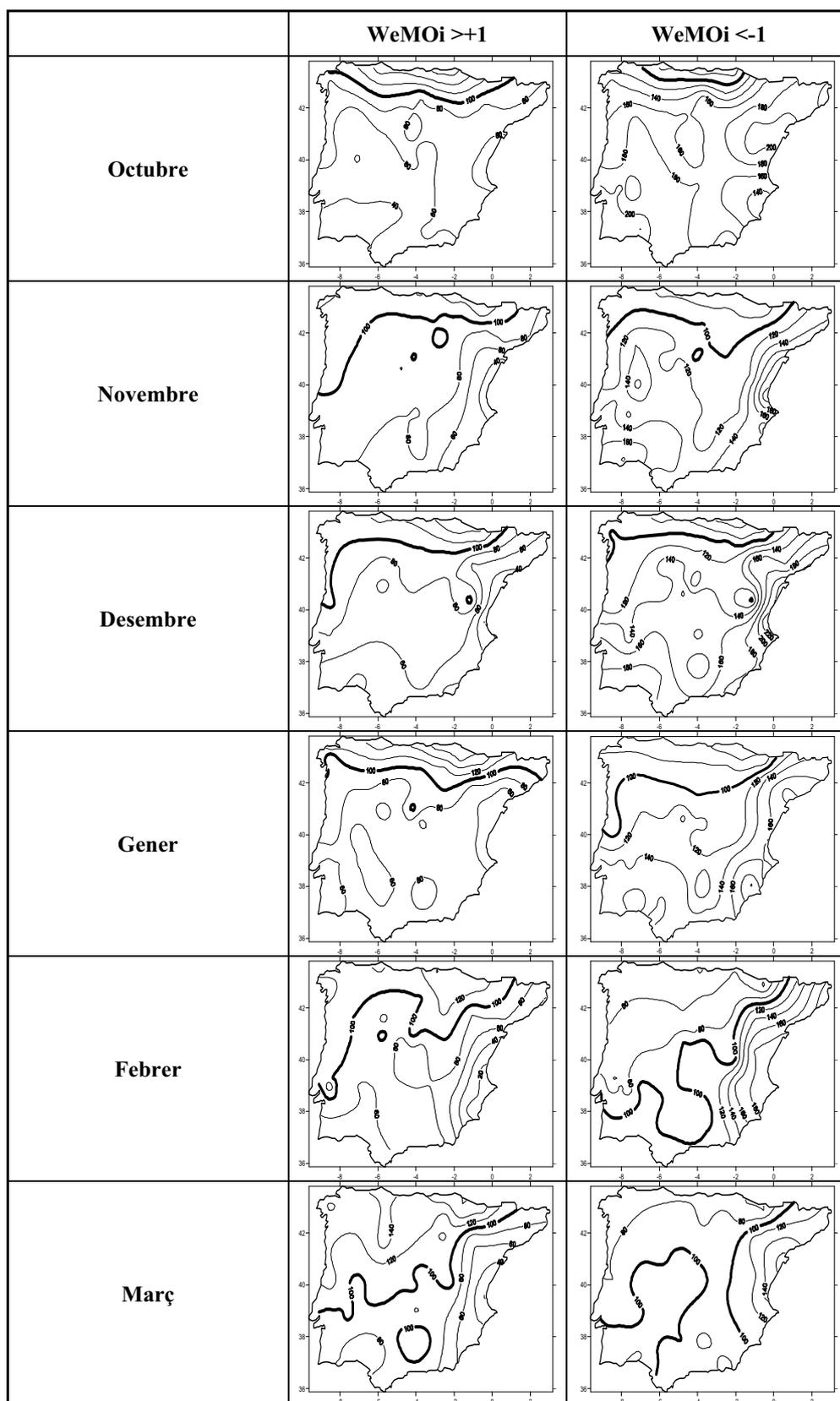
Per corroborar la influència de la WeMO en la variabilitat pluviomètrica mediterrània i cantàbrica, es procedeix a una anàlisi d'anomalies de precipitació durant les fases extremes de la WeMO. Es calcula la precipitació mitjana de cada observatori durant els anys de fases extremes, trobant el % de precipitació en comparació a la mitjana de tot el període 1910-2000. La incidència del patró de la WeMO en la variabilitat pluviomètrica és clara durant els mesos hivernals en el Golf de València, sempre i quan els mesos seleccionats tinguin valors de la WeMO superiors a +1 o inferiors a -1 (líndars escollits per Hurrell, 1995, en l'anàlisi de la NAO). Per tant, en el primer cas, la pluviometria de la franja mediterrània roman en un escàs 20-40% de la precipitació normal durant els mesos de novembre, desembre, febrer i març. Mentre en el segon cas pot arribar a % tan elevats com 200% en els mesos de novembre i desembre en els sectors més crítics (Figura 4). L'est de la costa nord peninsular, tot i tenir una variabilitat més baixa, es comporta oposadament al Golf de València. En els mesos amb un WeMOi superior a +1, la precipitació podria ser com a molt un 140-160% de lo normal, i en els mesos amb un índex més baix de -1, es pot reduir fins a un 60% de la mitjana. D'altra banda, les variabilitats al sud-oest són també remarcables a l'octubre, novembre i desembre.

Resumint, hi ha tres àrees amb una major variabilitat pluviomètrica basada en els valors extrems del WeMOi: 1) l'àrea del Golf de Biscaia amb una proporció directa entre la pluviometria i el WeMOi; 2) la façana est peninsular, especialment, l'àrea del Golf de València, que llur precipitació varia inversament al WeMOi; i 3) l'àrea del Golf de Cadis, amb un comportament similar a l'última àrea descrita (Figura 5). Casualment o no, aquestes tres àrees són properes a les àrees definides com les més dependents de pocs dies de precipitació en el seu total pluviomètric anual (Sánchez-Lorenzo i Martín-Vide, 2006).

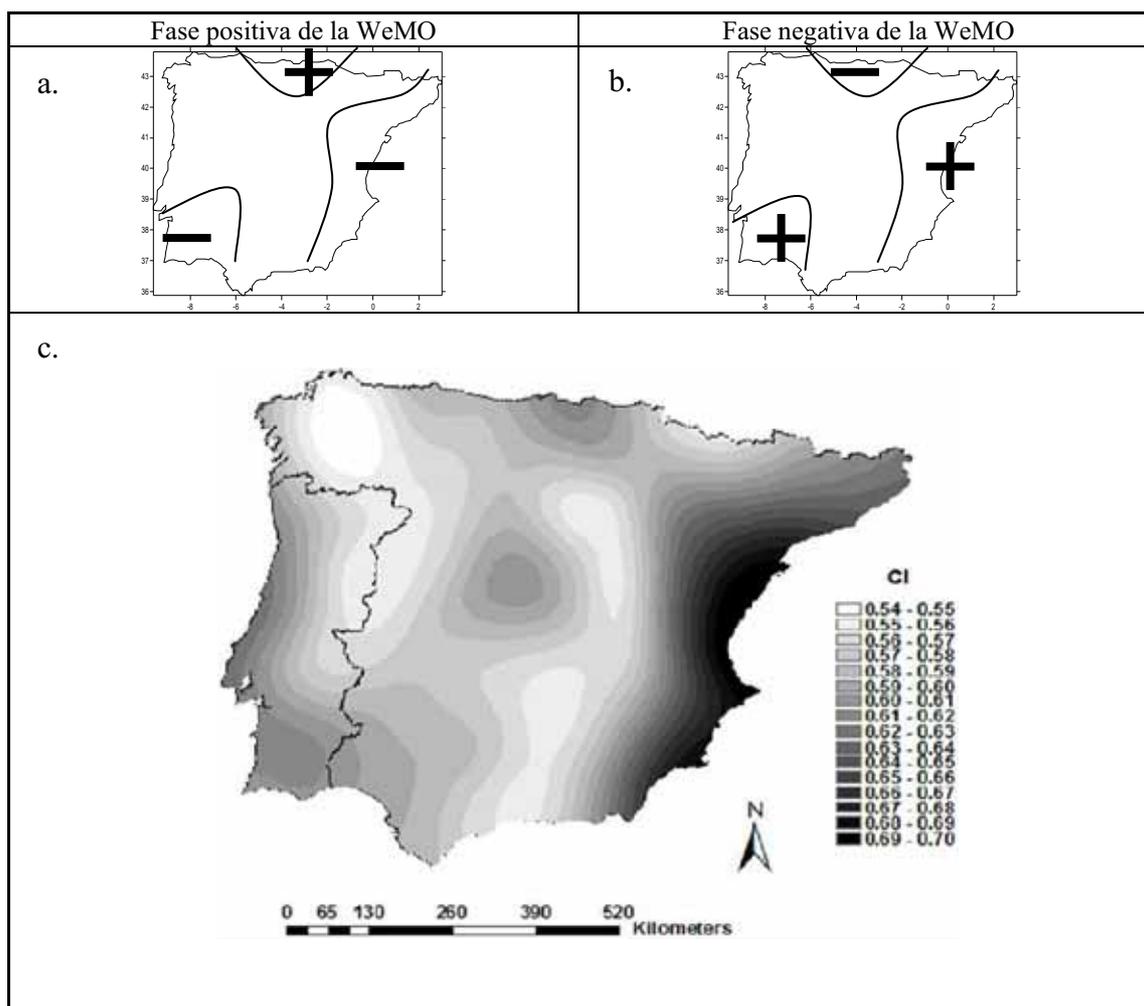
L'índex de concentració (CI) aplicat a la precipitació diària és màxim al Golf de València, delimitant la isolínia 0.61 la franja est mediterrània (Martin-Vide, 2004). És similar a l'àrea d'influència de la WeMO en la seva fase negativa, ja que ambdós distribucions mostren una incisió cap a l'interior de la influència del mediterrani per la Vall de l'Ebre. No obstant, l'àrea al voltant del Golf de Cadis i Biscaia també s'obtenen uns valors relativament alts del CI. Per tant, quelcom fa pensar que en aquelles àrees peninsulars on la WeMO té una certa rellevància, és on hi ha una major irregularitat pluviomètrica segons el CI.

Tornant als mapes de la Figura 2, Bilbao i València són els dos punts amb les correlacions més òptimes, en cadascuna de les fases de la WeMO. Bilbao es correlaciona amb el WeMOi en un +0.60 al mes de gener, i València en un -0.66 al desembre. Les màximes diferències són clarament a l'hivern de desembre a març (Taula 1). Per tant, és interessant veure les correlacions entre el WeMOi, NAOi i AOi, i la precipitació peninsular per al conjunt de l'hivern (DGFM). L'AO s'inclou per la seva oscil·lació oposada amb la WeMO detectada en l'apartat 1.7. del capítol 1.

La WeMO és màxima, negativament, al Golf de València, però significativa també a les muntanyes i Camp d'Alacant. En la seva fase positiva, és màxima al Golf de Biscaia, però significativa fins a Astúries. En el conjunt de l'hivern, la NAO té un gran pes a la Península Ibèrica, no obstant, les àrees màximes anteriors amb la WeMO romanen sense una relació significativa amb la NAO. Són zones a aixopluc de les adveccions atlàntiques del sud-oest i de situacions sinòptiques similars que s'associen a fases extremes negatives de la NAO (Figura 7). Cal recalcar la importància dels relleus peninsulars que voregen ambdues *Mesetas*, que consumeixen tota la humitat dels fluxos atlàntics. La línia fronterera la conformen els sistemes Ibèric i Bètic per l'est, i pel nord la Serralada Cantàbrica i els Pirineus (Figura 6), donant lloc a una climatologia molt diversa en l'àmbit del quadrant nord-est peninsular (Martín-Vide i Olcina Cantos, 2001). Es traça un transecte que uneixi ambdues àrees màximes, però oposades, d'influència de la WeMO. En un principi, són dues àrees relativament properes que no s'haurien proposat mai per detectar una pluviometria oposada a no ser pel patró de la WeMO. Al Golf de Biscaia, hi precipita en abundància quan els fluxos són del nord-oest i s'afavoreix l'aixecament orogràfic per part de les Muntanyes Basques. Un sentit contrari prenen els vents que aporten torrencialitat al Golf de València, la màxima humitat es dona amb una component est, la qual per la disposició perpendicular dels relleus, es condensa i precipita. Un clar exemple són la Serralada Litoral, Prelitoral i Transversal de Catalunya, on les pluges intenses són afavorides pel corresponent aixecament orogràfic amb una component sud-est. Al País Valencià, les valls s'obren a l'est i al nord-est canalitzant i atrapant els vents marítims fins a les capçaleres.



**Figura 4.** Distribució espacial de les anomalies pluviomètriques (en %) dels mesos amb un WeMOi major a +1.0 i menor a -1.0 durant el període 1910-2000. La isolínia 100% és més gruixuda per separar les àrees amb un increment de les que tenen una reducció.



**Figura 5.** Els mapes resum de les anomalies pluviomètriques més importants (+, positiva (a.); -, negativa (b.)) seguint les dues fases de la WeMO des d'octubre a març. c. CI de 41 sèries instrumentals del període 1951-1990, (extret de Sánchez Lorenzo i Martín-Vide, 2006).

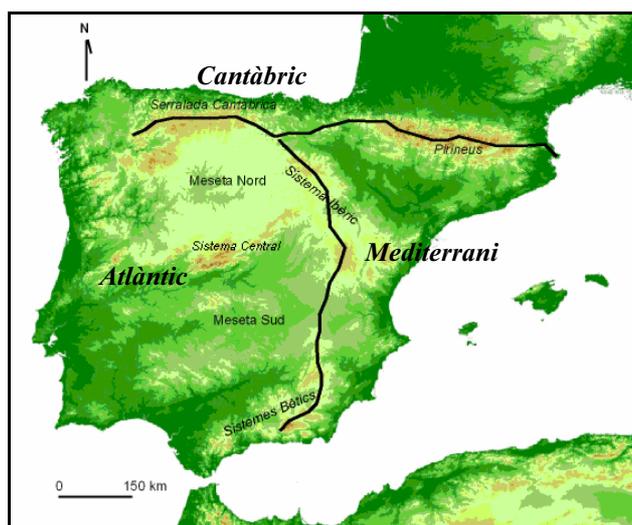
R (Coeficient de correlació de Pearson)	Octubre	Novembre	Desembre	Gener	Febrer	Març
València	-0.36	-0.45	-0.66	-0.37	-0.48	-0.36
Bilbao	+0.45	+0.38	+0.47	+0.60	+0.50	+0.51
$ \Delta $	0.81	0.83	1.13	0.97	0.98	0.87

**Taula 1.** Coeficients de correlació de Pearson entre el WeMOi i la precipitació mensual a València i Bilbao, des del mes d'octubre a març, i diferències absolutes entre ells durant el període 1910-2000. (Tots els coeficients són significatius al 99% del nivell de confiança).

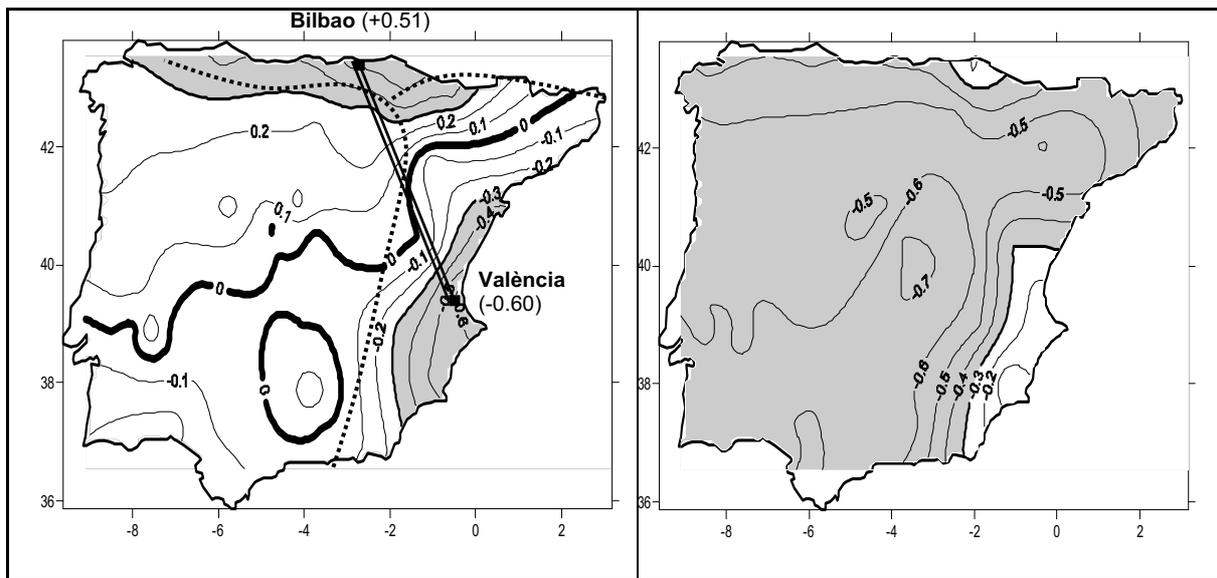
La correlació entre les precipitacions de València i Bilbao durant aquests quatre mesos hivernals correspon a un coeficient de  $-0.31$  (p-valor 0.0030), àmpliament significatiu al 0.01. És una relació inversa més notable que la trobada per a les àrees d'influència oposada de la NAO (Huelva i San Sebastián) (Martín-Vide, 2003). A la Figura 8 es dibuixen les mitjanes mòbils de la pluviometria d'ambdós punts amb el WeMOi i el NAOi. És exemplar

l'oscil·lació entre finals dels anys 80 i principis dels 90. A mitjans dels anys 80, la WeMO és força positiva, i en conseqüència, els valors de precipitació de Bilbao són positius i els de València negatius. Però, les condicions es capgiren i molt acusadament quan a l'inici dels 90 la WeMO davalla en una forta fase negativa. El paper de la NAO, en canvi, resta en un segon pla. Al 1994-95 hi hagué una seqüència seca severa a la major part de la Península Ibèrica, tant a Andalusia com al País Basc (Olcina Cantos, 2001), però els seus orígens eren ben diferents. Tot i la NAO i la WeMO tenir un mateix dipol (Golf de Cadis), el primer patró es trobava en una fase positiva extrema causant anomalies negatives de precipitació a tota la conca del Guadalquivir, Guadiana i Tajo; el segon en una fase negativa extrema, provocant sequera a les conques reduïdes que desemboquen al Mar Cantàbric. L'àrea del Golf de València, al revés de la resta peninsular, gaudia d'unes bones aportacions hídriques, per tant, s'ha d'atribuir l'origen de les sequeres del nord i del sud peninsular a patrons diferents que simultàniament es trobaven en fases oposades extremes. Aquest fet corrobora la bona homogeneïtzació de la WeMO portada a terme en el capítol 1 en el subapartat 1.3.2.2. dels primers anys de la dècada dels 90.

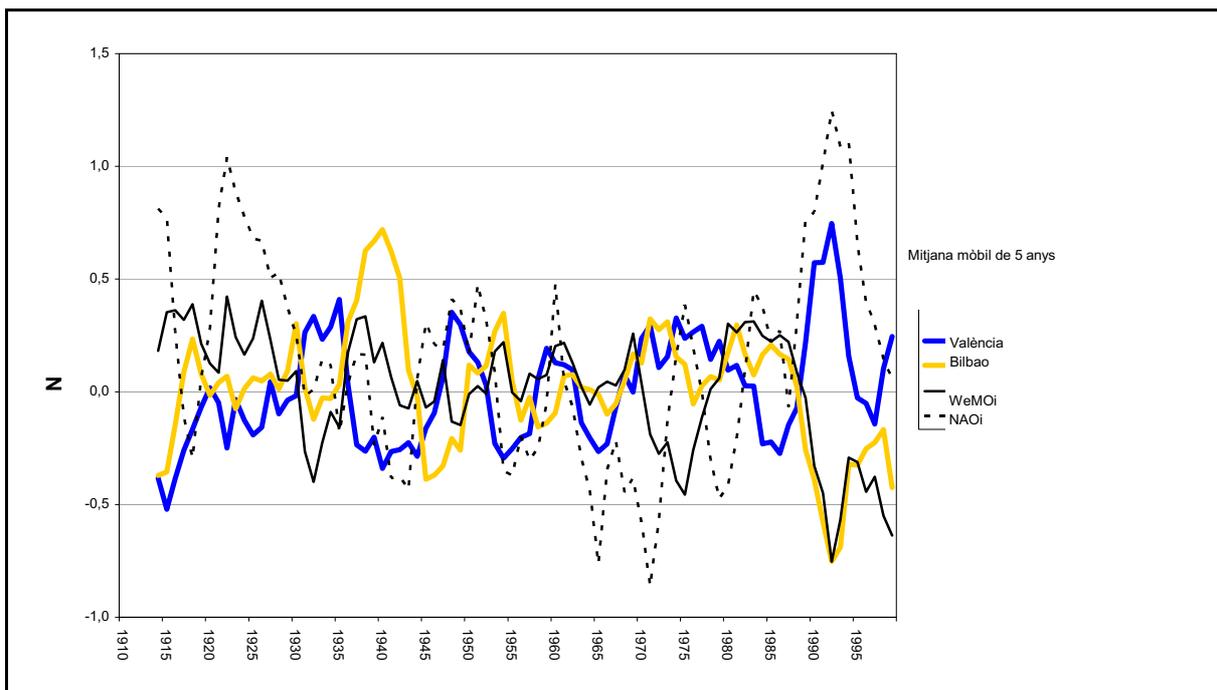
La conclusió d'aquesta relació oposada és que el Golf de Biscaia es planteja, gràcies a la WeMO, com un àrea susceptible de trobar-se vinculada a un règim pluviomètric mediterrani. Les seves oscil·lacions de precipitació a llarg termini són molt similars a l'alta variabilitat pluviomètrica de la franja mediterrània peninsular de l'est.



**Figura 6.** Esquema de les orografies que divideixen la Península Ibèrica entre el sector atlàntic, atlàntic septentrional o cantàbric i mediterrani.



**Figura 7.** Distribució dels coeficients de correlació entre la pluviometria d'hivern peninsular (DGFM) i el WeMOi (a l'esquerra), i el NAOi (a la dreta) (les àrees ombrejades són significatives al 0.01) durant el període 1910/11-1999/2000. En el mapa del WeMOi s'ha traçat el transecte Bilbao-València amb els corresponents coeficients, amb línia discontinua el recordatori de les carenes divisòries entre els principals àmbits pluviomètrics, i amb línia contínua i en negreta la delimitació del signe de les àrees d'influència de la WeMO.



**Figura 8.** Evolució dels valors normalitzats de la pluviometria hivernal (DGFM) de València i Bilbao juntament amb el WeMOi i el NAOi al llarg del període 1910/11-1999/2000. (Al gràfic es mostren mitjanes mòbils de 5 anys).

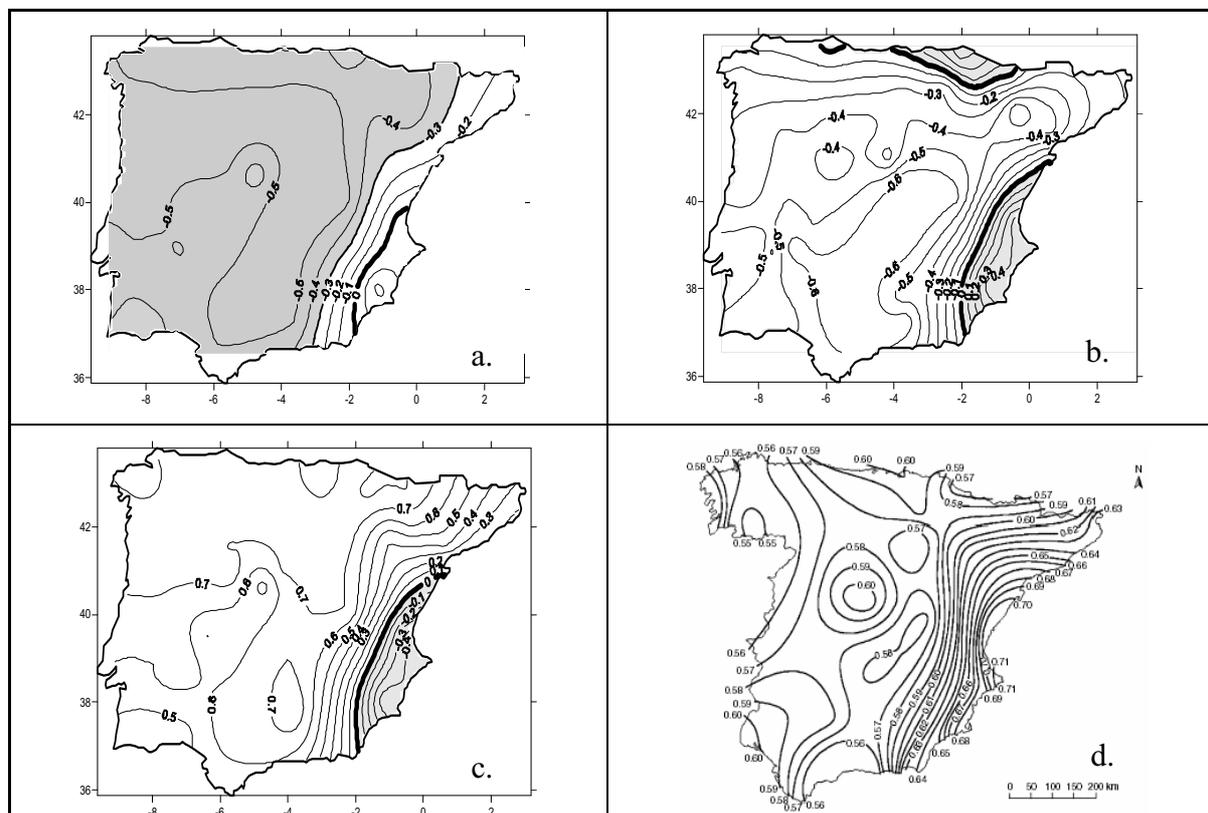
Recordant la relació oposada trobada en el capítol 1 (apartat 1.7.) en els mesos d'hivern (DGFM) entre el WeMOi i l'AOi, és lògic que aquelles àrees on el WeMOi s'hi correlaciona negativament, l'AOi s'hi correlacioni positivament, encara que no sigui significativament (Figura 9a). A més, coincideix amb aquella àrea on el NAOi no hi té una correlació significativa (Figura 7 dreta). Existeix una elevada correlació entre el mapa de diferències entre els valors absoluts dels coeficients de correlació obtinguts amb el WeMOi i

el NAOi (Figura 9b) i el mapa de correlacions de l'AOi (+0.70). Correlació que és millorada si no es fan les restes entre els valors absoluts, sinó amb els valors bruts obtinguts amb el WeMOi menys els deduïts amb el NAOi (Figura 9c). La nova correlació entre el mapa de diferències entre els valors i el mapa de coeficients de correlació entre l'AOi i la pluviometria és -0.93. És a dir, tenen una distribució espacial molt propera. Hom pot pensar que és lògic quan la NAO i l'AO són patrons molt propers (corr. NAOi/ AOi +0.71). No obstant, la correlació obtinguda entre l'anterior mapa de diferències entre els valors i el mapa de coeficients de correlació entre el mateix NAOi i la pluviometria és -0.59. Per tant, l'AO i la WeMO tenen una relació inversa que exclou la variabilitat de la NAO. No serà fins al capítol 4 quan es farà una recerca més detallada respecte a la hipotètica relació.

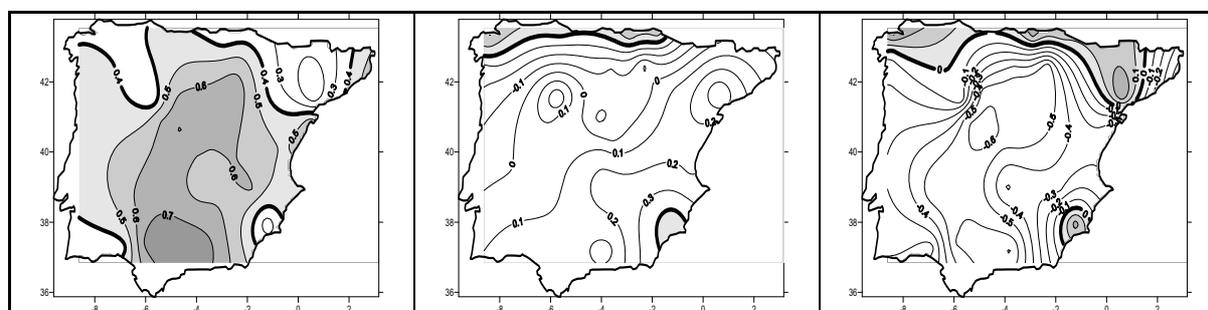
El mapa de diferències brutes divergeix del de les absolutes en el fet que el sector de la franja nord canvia de signe. En conseqüència, obté una bona correlació amb el mapa de l'AO, ja que aquest patró aporta informació en la seva fase negativa al Golf de Biscaia mentre el senyal de la NAO és nul. És a dir, la bona correlació trobada entre el mapa de diferències brutes entre el WeMOi i el NAOi i el mapa AOi, és a causa del fet que l'AO aporta informació a zones on la NAO és nul·la (Figura 7 dreta): la Cornisa Cantàbrica en la seva fase negativa i la franja mediterrània en la positiva (Figura 9a). Per tant, el mapa de l'AO i el mapa de les diferències brutes tenen una distribució molt propera al CI establert per al territori espanyol peninsular (Figura 9d). S'entreveu que la irregularitat pluviomètrica de la Península Ibèrica s'amaga darrera el patró de la WeMO, però, al mateix temps, aquest patró és regit per un patró més hemisfèric com és l'AO. Aquelles àrees on l'AO perd significació o s'hi correlaciona positivament, esdevenen amb una alta variabilitat pluviomètrica sota la influència de la WeMO en la seva fase negativa (Figures 7 esquerra i 9a). Per tant, aquesta àrea del sud-est peninsular es defineix amb una singularitat pluviomètrica pels diferents patrons, fet que ja detectà en el seu moment Goodess i Palutikof al 1998 quan feren una anàlisi de *downscaling* en una conca reduïda de la Regió de Múrcia.

D'altra banda, si s'assaja una anàlisi per a l'estació hivernal (DGFM) amb la variable insolació en el període 1971-2000, la WeMO perd un pes important davant la NAO, sobretot, a la façana mediterrània. En canvi, a la franja nord la WeMO aconsegueix conservar la seva influència. Aquest fet palesa la irregularitat pluviomètrica al Golf de València, on la insolació no es correlaciona significativament amb el WeMOi però, sí amb el NAOi. En canvi, la seva pluviometria, molt dependent de dies concrets, sí estableix una correlació satisfactòria amb el WeMOi. Al nord peninsular, la nuvolositat i la precipitació són uns fenòmens més regulars que succeeixen amb simultaneïtat. La NAO, no obstant, és capaç de reflectir aquells dies núvol al País Valencià però que no hi precipita, i la WeMO pot restar mentrestant en una fase

distinta a la negativa (Figura 10). Les correlacions amb la precipitació també s'han assajat per al mateix període 1971-2000 (no es mostren), i s'ha comprovat que el Golf de València continua estant sota el domini de la fase negativa de la WeMO (Lopez-Bustins i Sanchez-Lorenzo, 2006). La NAO amplia el seu ventall d'influència fins a la vessant mediterrània quant a insolació (Sánchez-Lorenzo *et al.*, 2005).



**Figura 9.** a. Distribució espacial de les correlacions entre la pluviometria d'hivern (DGFM) i l'AOi durant el període 1910/11-1999/2000 a la Península Ibèrica. b. Distribució espacial de les diferències entre els valors absoluts dels coeficients de correlació del WeMOi menys els del NAOi amb la pluviometria per al període 1910/11-1999/2000 a la Península Ibèrica. c. Distribució espacial de les diferències entre els valors bruts dels coeficients de correlació del WeMOi menys els del NAOi amb la pluviometria per al període 1910/11-1999/2000 a la Península Ibèrica. d. CI per a l'Espanya peninsular 1951-1990 (Martin-Vide, 2004). (La isolínia 0 és més gruixuda per delimitar zones d'influència en els mapes a, b i c. Les àrees ombrades indiquen significació al 99% del nivell de confiança en el mapa a, però mostra àrees distingides en els mapes b i c).



**Figura 10.** Distribució del coeficient de correlació de Pearson entre la insolació i el NAOi a l'hivern (DGFM) durant el període 1971/72-1999/2000 (esquerra). El mateix, però amb el WeMOi (centre). Diferència entre els valors absoluts dels coeficients calculats amb el WeMOi i el NAOi (dreta). (La isolínia 0 és més gruixuda per delimitar zones d'influència. Les àrees ombrades indiquen significació al 95% del nivell de confiança en el mapa de l'esquerra i del centre, però en el mapa de la dreta indiquen àrees on el pes de la WeMO és major que el de la NAO). (Extret de Lopez-Bustins i Sanchez-Lorenzo, 2006).

Les raons bàsiques per les quals se selecciona l'àrea d'estudi dels Països Catalans es resumeixen en els següents punts:

#### *Categoria climàtica*

- És un àrea poc correlacionada amb el patró més emprat en l'anàlisi de la pluviometria ibèrica, la NAO. Fet que la caracteritza com a zona a sotavent dels vents atlàntics, i per tant, endògena de la Mediterrània amb la seva pròpia variabilitat pluviomètrica.
- L'àrea dels Països Catalans inclou la integritat de l'àrea de màxima influència de la WeMO en la seva fase negativa.
- Franja de la Península Ibèrica on l'AOi hi té una correlació nul·la amb un cert canvi de signe (pas de relació negativa a positiva).
- Àrea aproximada a la delimitació de la isolínia 0.61 del CI aplicat a la precipitació diària de la Península Ibèrica. Concentració de màxims d'aquest índex caracteritzant-la com la zona més irregular pluviomètricament de la península.
- Establiment d'un patró de circulació propi per a la regió climàtica especial dels Països Catalans, compartit amb el País Basc en la seva fase positiva. La WeMO també té certa influència al Golf de Cadis, però per sota la de la NAO.
- En aquest capítol 2 en l'apartat 2.7. amb les sèries diàries de Marsella i Màlaga, es comprova que més enllà dels límits septentrionals i meridionals dels Països Catalans la NAO guanya força sobre la WeMO.

#### *Categoria geogràfica*

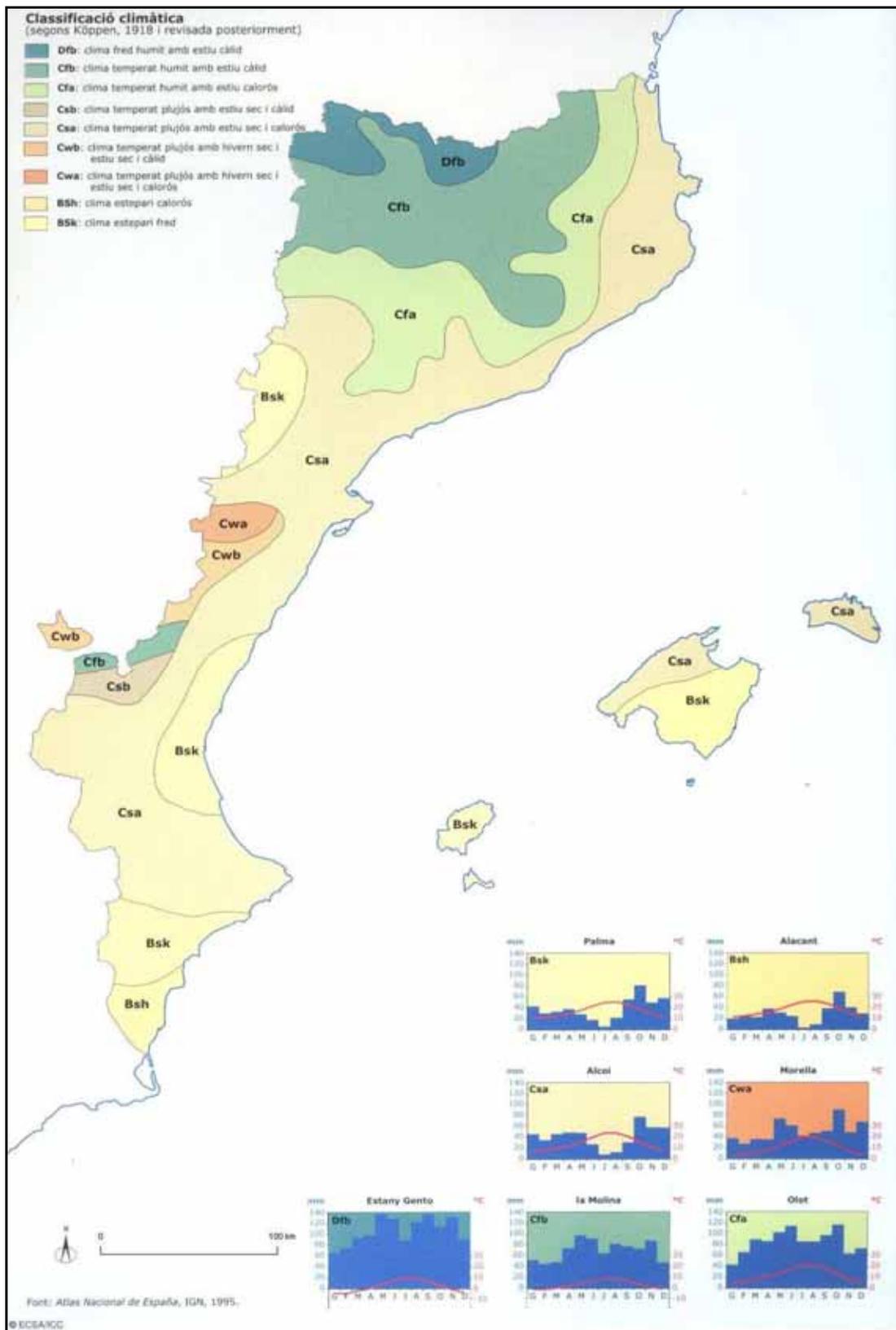
- Els Països Catalans són la franja costera centrada i orientada a l'est en el conjunt de la conca nord-occidental de la Mediterrània.
- Introducció de les Illes Balears, tot i desconèixer la seva relació amb la WeMO, per la seva ubicació singular enmig de la conca occidental de la Mediterrània.

## 2.2. CLIMATOLOGIA DELS PAÏSOS CATALANS

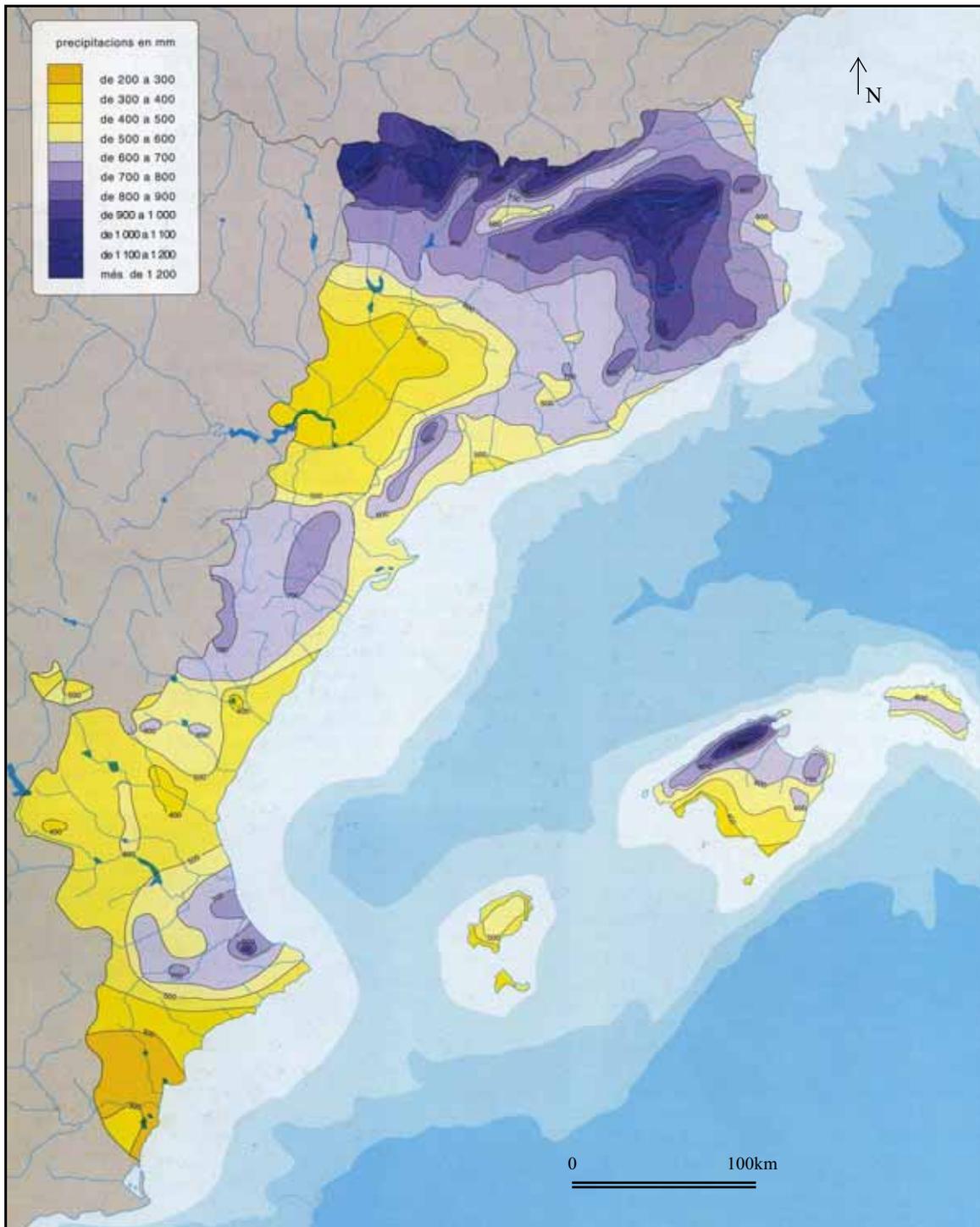
No existeixen manuals de referència destinats exclusivament al clima dels Països Catalans. Normalment, s'han fet per regions o per la integritat de l'Estat Espanyol. El clima, malgrat dependre de les condicions físiques del territori, s'ha analitzat tradicionalment, per qüestions polítiques, seguint les divisions administratives. No obstant, a partir de molts treballs, alguns ja citats en aquesta tesi, s'ha arribat a la conclusió de la peculiaritat que caracteritza la franja oriental de la Península Ibèrica, àrea que s'ajusta al territori dels Països Catalans. Tant la *Geografia General dels Països Catalans* de 1992 com la *Gran Geografia Comarcal* de 1981-85 ens explica el clima de les zones més inaccessibles en quant a informació com serien les terres fora de l'Estat Espanyol: Andorra i la Catalunya Nord.

El clima del conjunt dels Països Catalans es defineix com a mediterrani. L'excepció és el clima oceànic de la Val d'Aran. Com tota regió, hi ha una varietat de subclimes. Una proposta simple és la presentada per l'*Atlas dels Països Catalans* de l'Enciclopèdia Catalana (2000) que és extreta de l'*Atlas Nacional d'Espanya* (1995) (Figura 11). Les Illes Balears, gairebé tot el País Valencià i el sector costaner de Catalunya tenen un clima temperat plujós amb estiu sec i calorós alternat amb zones estepàries. L'interior de Catalunya i les serres més continentals de València es caracteritzen per un clima més humit i fred. No obstant, els Països Catalans tenen un clima mediterrani singular ja que no responen a cap divisió climàtica concreta. És un territori molt dependent dels factors geogràfics físics (orografia, orientació de costes, etc.). És un clima de contrastos, des de prolongades sequeres a pluges altament torrencials, caracteritzant la regió amb un alt risc climàtic. Hom pot pensar que un clima mediterrani té la seva estació seca a l'estiu, però és ben al contrari el que passa en algunes àrees dels Pirineus que tenen el seu màxim llavors, a causa de les freqüents tempestes estivals.

Un mapa d'isohietes dels Països Catalans és de gran utilitat. Pot usar-se com a referent per validar la base de dades pròpia que es crea en el següent apartat. A la *Geografia General dels Països Catalans* de 1992 es troba un mapa d'isohietes de tot el territori dels Països Catalans per al període 1951-1990 (Figura 12). Aquestes isolínies de precipitació mostren els Pirineus i els Prepirineus clarament com la zona més humida, juntament amb la Serralada Transversal, que prolonga la zona plujosa fins a la Costa Central nord i sud de la Costa Brava. La isohieta 700 mm separa les terres humides de les menys humides. Les zones abans descrites, la Serra de Montsant, les Muntanyes del Maestrat, els Ports de Tortosa-Beseit, la Serra de Tramuntana i l'extrem oriental de la Serra de Llevant a Mallorca, i el sud del Golf de València serien les zones humides. Les més eixutes correspondrien a la Depressió Central, interior de València, quasi la totalitat de les terres d'Alacant, el sud de Mallorca i les Pitiüses.



**Figura 11.** Classificació climàtica segons Köppen (Font: *Atlas dels Països Catalans*, Enciclopèdia Catalana SA, 2000. Extret del *Atlas Nacional de España*, IGN, 1995).



**Figura 12.** Mapa d'isohietes anual dels Països Catalans extret de la *Geografia General dels Països Catalans*, Volum 1, *El Clima i el Relleu*, Enciclopèdia Catalana SA (1992), segons el període 1951-1990. (Anàlisi dels climatòlegs: Martín-Vide, Jansà, Pérez Cueva i Grimalt).

A continuació es detalla un llistat amb exemples d'Atles i tesis que aporten informació de la pluviometria d'alguna o algunes regions dels Països Catalans:

- *Los Climas de Cataluña. Estudio de Climatología Dinámica.* (Tesi doctoral, Universitat de Barcelona). Albentosa Sánchez (1975).
- *Atlas de Catalunya Nord.* Becat (1977).
- *El Clima de Baleares.* (Tesi doctoral, Universitat de Barcelona). Raso Nadal (1980).
- *Los Climas de la Región Valenciana.* (Tesi doctoral, Universitat de Barcelona). Clavero Paricio (1980).
- *Características climatológicas de la precipitación en la franja costera mediterránea de la Península Ibérica.* (Tesi doctoral, Universitat de Barcelona). Martín-Vide (1982).
- *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990).* Pérez Cueva (1994).
- *Atlas climàtic de Catalunya.* Clavero Paricio, Martín-Vide i Raso Nadal (1997).
- *Atlas Climàtic de Catalunya. Període 1961-1990. Termopluviometria.* Martín-Vide i Raso Nadal (2003).
- *Atlas Climàtic de Catalunya (digital-manual).* Pons, Ninyerola, Roure, Martín-Vide, Raso Nadal i Clavero Paricio (2003).

D'altra banda, i en qüestió de tendències, hi ha els informes específics sobre el canvi climàtic i els seus impactes per a Catalunya (2005) i Espanya (2005) que aporten novetats. Malgrat aquestes aportacions, la precipitació resta com una incògnita quant a la seva futura evolució en els Països Catalans. Algunes tesis i treballs també poden servir informació per a la realització de bases de dades d'episodis torrencials (Armengot, 2002; Martín-Vide, 1985), de tendències (González-Hidalgo *et al.*, 2001) o de dades instrumentals homogeneïtzades (Saladié, 2003). Avui dia, hi ha prosperitat en l'estudi de les precipitacions intenses als Països Catalans en la climatologia de risc. En aquesta línia es desenvolupa la xarxa interinstitucional i universitària RIMARC des de 2003. Aquesta comprèn diferents grups d'investigació ubicats al llarg de la franja mediterrània de la Península Ibèrica, des de la Universitat de Barcelona a la Universitat d'Almeria, una àrea que s'ajusta a l'àrea d'estudi de la present tesi.

### 2.3. ELABORACIÓ DE LA BASE DE DADES

Per tal d'esbrinar comportaments més localitzats de la pluviometria singular de l'est de la Península Ibèrica, cal disposar d'una densa xarxa d'observatoris. Només uns quants de principals com València, Tortosa o Barcelona en l'anàlisi aproximatiu peninsular han servit per designar-li un estudi especial a aquesta àrea. Per establir una xarxa homogènia temporalment s'ha optat per seleccionar el període d'estudi 1951-2000. Període recent que permetrà disposar d'un nombre suficient de sèries per construir una densa xarxa. La resolució temporal és mensual. En referència a l'homogeneïtat espacial s'ha tingut en compte la divisió administrativa comarcal. Aquesta divisió no és fixa, es troba sota modificacions constants per part de les diferents comunitats autònomes i departaments que constitueixen els Països Catalans. En aquesta tesi, s'ha partit de la base comarcal de 1996 extreta de la *Geografia General dels Països Catalans* de l'Enciclopèdia Catalana SA, la qual és avalada per la Generalitat de Catalunya, l'Institut d'Estadística del País Valencià, Institut Balear d'Estadística i l'Atlas de Catalunya Nord de J. Becat (Figura 13). Posteriorment, les modificacions més significatives han estat per part del Govern d'Aragó, que introduí canvis en els límits geogràfics en una de les comarques de la Franja de Ponent, concretament, a la del Matarranya en subdividir-la en tres: el Matarranya, Casp i el Baix Aragó. La divisió preparada per Max Cahner a partir dels estudis mercadològics de Soler i Riber en la primera edició de l'*Enciclopèdia Catalana* (1968-1980) difereix notablement de la de 1996. Són varies les comarques que han canviat la seva delimitació superficial (exemples: el Baix Segura, la Canal de Navarrés, la Fenolheda, Osona i la Terra Alta), o han desaparegut (exemples: Mallorca Septentrional i el Vinalopó Mitjà), o s'han creat de noves (exemples: l'Horta de l'Oest, el Pla de l'Estany i el Pla d'Urgell), o han canviat simplement de nom (exemples: de la Baixa Ribagorça a la Ribagorça i de la Vall de Cofrents a la Vall d'Aiora). Les diferències entre els mapes comarcals que es van succeir són una mostra de la importància del debat comarcal i de la dinàmica que genera.

Per obtenir una distribució equilibrada i equidistant de la xarxa, s'ha optat per fer una selecció de la millor o millors sèries per comarca, tant en qualitat, com en quantitat, en funció de la seva extensió superficial. Es fa una mitjana de totes les superfícies comarcals i s'usa com a unitat de referència. La superfície mitjana de les 89 comarques d'estudi és 787.9 km<sup>2</sup>. Hi ha una gran discrepància entre la comarca més gran, Mallorca (3633.6 km<sup>2</sup>), i la menor, València (134.6 km<sup>2</sup>). Doncs, les comarques més petites les trobem a l'Horta de València. Les més grans a les Illes i a la Franja de Ponent. La Ribagorça és sensible de ser modificada contínuament, juntament amb la ja esmentada comarca del Matarranya. Les Illes sempre han

tingut certes modificacions. Sobretot, l'illa major on anys enrere havia estat subdividida entre l'oriental, l'occidental i la septentrional. Avui dia, es troba subdividida en 6 subcomarques: Palma o Ciutat de Mallorca, la Serra de Tramuntana, el Raiguer, el Pla de Mallorca, Migjorn i Llevant. Aquestes han estat útils per ubicar els cinc observatoris que li corresponen (Taula 2). Els criteris per seleccionar el nombre d'observatoris per comarca és el següent:

- Si la superfície mitjana comarcal  $787.9 \text{ km}^2 >$  superfície comarca = 1 observatori
- Si la superfície mitjana comarcal  $<$  superfície comarca = 2 observatoris
- Si la superfície mitjana comarcal  $\times 2 <$  superfície comarca = 3 observatoris
- Si la superfície mitjana comarcal  $\times 3 <$  superfície comarca = 4 observatoris
- Si la superfície mitjana comarcal  $\times 4 <$  superfície comarca = 5 observatoris

La suma del nombre d'observatoris proposats per seleccionar és de 133. Les Pitiüses i Menorca haurien de correspondre's amb només un, però per la seva condició d'insularitat n'obtenen dos cadascuna. En el cas de les Pitiüses, un és per l'illa d'Eivissa i l'altre per l'illa de Formentera. Per a totes les illes, s'ha intentat seleccionar els observatoris en les seves diferents vessants per detectar les distintes adveccions. El Principat d'Andorra té una divisió administrativa pròpia per parròquies que no es contempla per les seves reduïdes dimensions. Es pren el conjunt del país per aproximar-se a la mitjana superficial comarcal definida.

Una vegada definides les condicions per seleccionar les sèries mensuals en cada observatori, s'estableixen uns criteris per obtenir la sèrie o les sèries més acceptables:

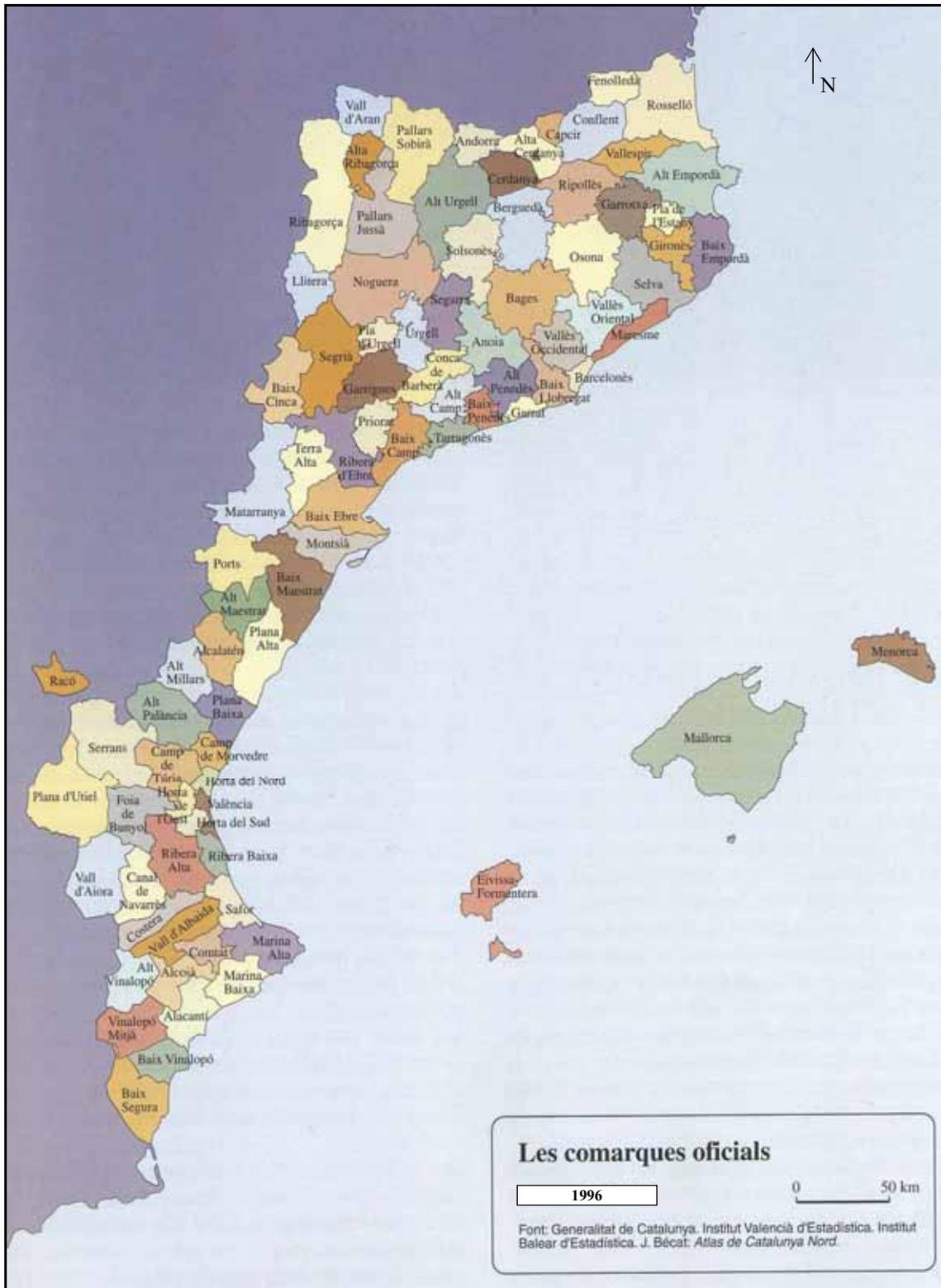
- 1) Sèries úniques, és a dir, que el registre sempre hagi estat en el mateix observatori.
- 2) Sèries amb un mínim del 85 % del total de dades (510 mesos).
- 3) Si la comarca no disposa de sèries amb les dues condicions anteriors, pot ser una sèrie composta, fins a tres observatoris com a màxim, seguint les següents condicions:
  - La distància entre els observatoris no pot superar els 15 km en línia recta.
  - La diferència altimètrica entre els observatoris no pot sobrepassar els 500 metres.
- 4) Si no hi ha cap observatori que compleixi les condicions anteriors en una determinada comarca es deixa buida.

També es pot donar el fet que una determinada comarca disposi de diverses sèries que siguin úniques o compostes que compleixin els requisits anteriors. Els criteris per triar unes o les altres són:

- 1) D'entre les sèries úniques:
  - La sèrie més completa.
  - La sèrie representativa de la comarca i que no es trobi molt propera a altres sèries ja seleccionades ja sigui dins la mateixa comarca o de la comarca veïna.

2) D'entre les sèries compostes:

- La sèrie que pertanyi al mateix observador o a un familiar d'aquest.
- La subjectivitat i la intuïció, usant certa metadada, juguen un paper important a l'hora de triar la sèrie més convenient.



**Figura 13.** Divisió comarcal dels Països Catalans (Font: *Geografia General dels Països Catalans*, volum 7, *Concepte i Evolució*, Enciclopèdia Catalana SA, 1996).

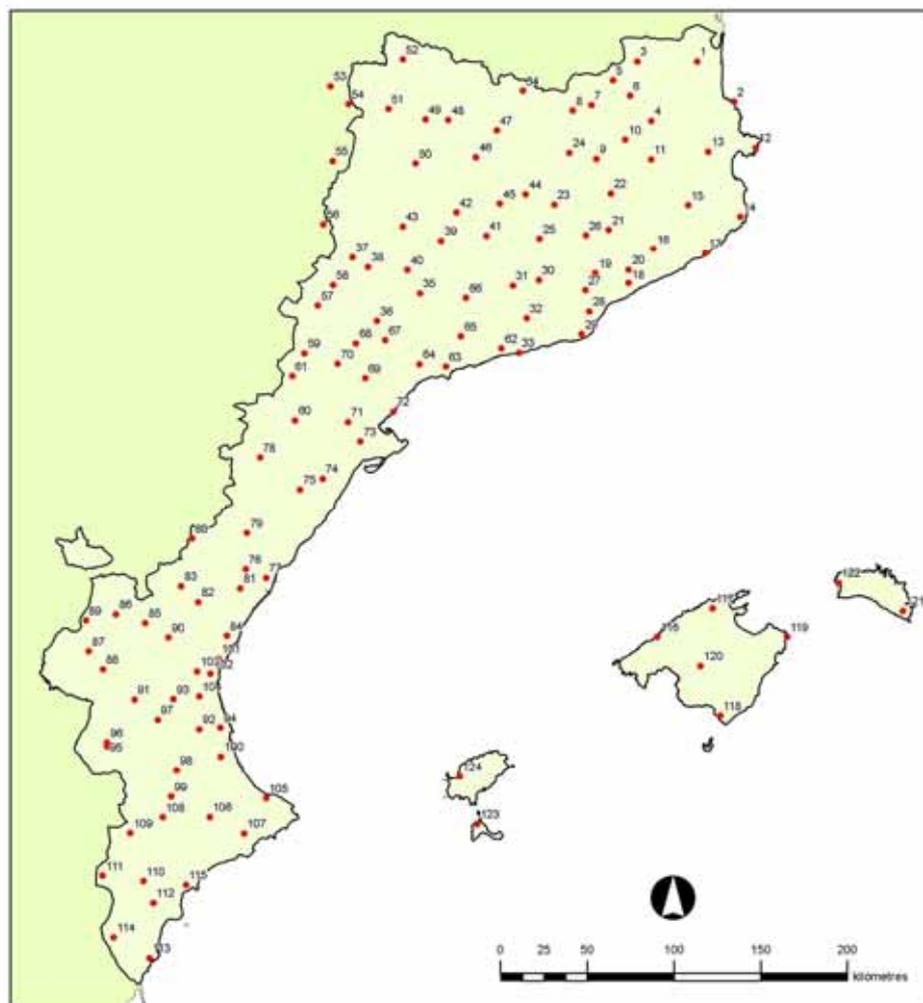
	Nom Comarca	km <sup>2</sup>	q	ns		Nom Comarca	km <sup>2</sup>	q	ns
	<b>CATALUNYA</b>				<b>47</b>	l'Alt Palància	964.9	1.22	2
<b>1</b>	l'Alt Camp	538.0	0.68	1	<b>48</b>	l'Alt Vinalopó	645.0	0.82	1
<b>2</b>	l'Alt Empordà	1357.5	1.72	2	<b>49</b>	el Baix Maestrat	1221.4	1.55	2
<b>3</b>	l'Alt Penedès	592.8	0.75	1	<b>50</b>	el Baix Segura	957.3	1.21	2
<b>4</b>	l'Alt Urgell	1447.5	1.84	2	<b>51</b>	el Baix Vinalopó	489.2	0.62	1
<b>5</b>	l'Alta Ribagorça	426.9	0.54	1	<b>52</b>	el Camp de Morvedre	271.1	0.34	1
<b>6</b>	l'Anoia	866.3	1.10	2	<b>53</b>	el Camp de Túria	814.9	1.03	2
<b>7</b>	el Bages	1299.1	1.65	2	<b>54</b>	la Canal de Navarrés	709.3	0.90	1
<b>8</b>	el Baix Camp	697.1	0.88	1	<b>55</b>	el Comtat	376.4	0.48	1
<b>9</b>	el Baix Ebre	1002.7	1.27	2	<b>56</b>	la Costera	528.1	0.67	1
<b>10</b>	el Baix Empordà	701.7	0.89	1	<b>57</b>	la Foia de Bunyol	817.3	1.04	2
<b>11</b>	el Baix Llobregat	485.7	0.62	1	<b>58</b>	l'Horta del Nord	140.4	0.18	1
<b>12</b>	el Baix Penedès	296.2	0.38	1	<b>59</b>	l'Horta de l'Oest	187.3	0.24	1
<b>13</b>	el Barcelonès	144.7	0.18	1	<b>60</b>	l'Horta del Sud	165.7	0.21	1
<b>14</b>	el Berguedà	1184.9	1.50	2	<b>61</b>	la Marina Alta	759.3	0.96	1
<b>15</b>	la Cerdanya	546.6	0.69	1	<b>62</b>	la Marina Baixa	578.8	0.73	1
<b>16</b>	la Conca de Barberà	650.2	0.83	1	<b>63</b>	els Ports	903.9	1.15	2
<b>17</b>	el Garraf	185.3	0.24	1	<b>64</b>	la Plana Alta	957.3	1.21	2
<b>18</b>	les Garrigues	797.6	1.01	2	<b>65</b>	la Plana Baixa	605.2	0.77	1
<b>19</b>	la Garrotxa	735.4	0.93	1	<b>66</b>	la Plana d'Utiel	1725.9	2.19	3
<b>20</b>	el Gironès	575.4	0.73	1	<b>67</b>	els Serrans	1400.1	1.78	2
<b>21</b>	el Maresme	398.9	0.51	1	<b>68</b>	Racó	370.1	0.47	1
<b>22</b>	el Montsià	735.4	0.93	1	<b>69</b>	la Ribera Alta	970.1	1.23	2
<b>23</b>	la Noguera	1784.1	2.26	3	<b>70</b>	la Ribera Baixa	276.8	0.35	1
<b>24</b>	Osona	1260.1	1.60	2	<b>71</b>	la Safor	429.6	0.55	1
<b>25</b>	el Pallars Jussà	1343.1	1.70	2	<b>72</b>	València	134.6	0.17	1
<b>26</b>	el Pallars Sobirà	1377.9	1.75	2	<b>73</b>	la Vall d'Albaida	721.6	0.92	1
<b>27</b>	el Pla de l'Estany	262.8	0.33	1	<b>74</b>	la Vall de Cofrents	1141.2	1.45	2
<b>28</b>	el Pla d'Urgell	305.1	0.39	1	<b>75</b>	el Vinalopó Mitjà	798.6	1.01	2
<b>29</b>	el Priorat	498.6	0.63	1		<b>LA FRANJA DE PONENT (ARAGÓ)</b>			
<b>30</b>	el Ribera d'Ebre	827.3	1.05	2	<b>76</b>	el Baix Cinca	960.9	1.22	2
<b>31</b>	el Ripollès	956.2	1.21	2	<b>77</b>	la Llitera	624.8	0.79	1
<b>32</b>	la Segarra	722.8	0.92	1	<b>78</b>	el Matarranya	1646.0	2.09	3
<b>33</b>	el Segrià	1396.7	1.77	2	<b>79</b>	la Ribagorça	1847.0	2.34	3
<b>34</b>	la Selva	995.1	1.26	2		<b>LA CATALUNYA NORD</b>			
<b>35</b>	el Solsonès	1001.2	1.27	2	<b>80</b>	l'Alta Cerdanya	539.4	0.68	1
<b>36</b>	el Tarragonès	318.9	0.40	1	<b>81</b>	el Capcir	177.0	0.22	1
<b>37</b>	la Terra Alta	743.4	0.94	1	<b>82</b>	el Conflent	882.3	1.12	2
<b>38</b>	l'Urgell	579.7	0.74	1	<b>83</b>	la Fenolheda	599.1	0.76	1
<b>39</b>	la Val d'Aran	633.6	0.80	1	<b>84</b>	el Rosselló	1489.2	1.89	2
<b>40</b>	el Vallès Occidental	583.2	0.74	1	<b>85</b>	el Vallespir	551.9	0.70	1
<b>41</b>	el Vallès Oriental	851.0	1.08	2		<b>SES ILLES BALEARS</b>			
	<b>EL PAÍS VALENCIÀ</b>				<b>86</b>	Eivissa-Formentera	653.5	0.83	2
<b>42</b>	l'Alacantí	673.2	0.85	1	<b>87</b>	Mallorca	3633.6	4.61	5
<b>43</b>	l'Alcoià	539.7	0.68	1	<b>88</b>	Menorca	694.4	0.88	2
<b>44</b>	l'Alcalatén	648.7	0.82	1					
<b>45</b>	l'Alt Maestrat	662.9	0.84	1	<b>89</b>	<b>EL PRINCIPAT D'ANDORRA</b>	468.0	0.59	1
<b>46</b>	l'Alt Millars	667.4	0.85	1		<b>Mitjana</b>	<b>787.9</b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>133</b>

**Font:** Institut Valencià d'Estadística, Institut d'Estadística de Catalunya, Institut Nacional d'Estadística, Institut Balear d'Estadística, *Atlas de Catalunya Nord* de J. Becat, *Gran Geografia Comarcal* de 1981-85, portal web del Govern d'Andorra, pàgina web del Govern d'Aragó, pàgina web de la Franja de Ponent i *Viquipèdia*. A la Introducció s'ha comentat que la superfície dels Països Catalans és de 69.162,48 km<sup>2</sup>, xifra 1.000 km<sup>2</sup> aproximadament inferior a la suma de totes les superfícies de les comarques de la Taula. El problema recau en la no oficialitat del territori dels Països Catalans, i, en moltes ocasions, les fonts poden ser equívokes. Sobretot, en el límit de transició a la Franja de Ponent, on es tracta de comarques molt extenses i des poblades.

**Taula 2.** Nombre de sèries (ns) de cada comarca, a partir del quocient (q) de la superfície de la comarca i la superfície mitjana comarcal.

De les 133 sèries necessàries s'aconsegueixen 124, un 93.2%. Una xifra satisfactòria que permet dissenyar una xarxa densa d'observatoris a resolució mensual per al conjunt dels Països Catalans (1 sèrie per  $\pm 560$  km<sup>2</sup>). Han quedat sense punt de representació les comarques del Capcir, el Pla de l'Estany, l'Alt Maestrat i Racó, totes elles de dimensions reduïdes. D'altra banda, hi ha comarques que requerien 2 observatoris, però només compten amb 1. Aquest és el cas dels Ports, el Camp de Túria, la Foia de Bunyol i el Pallars Sobirà. I per últim, l'extensa comarca de la Noguera disposa de 2 observatoris dels 3 que li corresponen. 80 (89.9%) de les 89 comarques obtenen els observatoris necessaris, esdevenint una xarxa densa i equidistant en el territori dels Països Catalans que validaran les anàlisis de l'àrea d'estudi (Figura 14). Hi ha 4 observatoris, 3 de la Ribagorça i 1 de la Llitera, que no es troben dins la seva comarca. En el cas de la Llitera, l'observatori es troba dins la comarca, però en la seva meitat estrictament aragonesa. I els altres tres de la Ribagorça es troben vorejant-la per occident, però vàlides per ser una comarca limítrof i la interpolació adequada reflecteix els resultats en aquesta comarca.

1. Perpinyà	16. Breda	31. Sta. Margarida de M.	46. Organyà
2. Cap de Biarra	17. Tossa de Mar	32. Vilafranca del P.	47. la Seu d'Urgell
3. Sornia	18. Argentona	33. Cubelles	48. Sort
4. el Tec	19. Caldes de Montbui	34. Ransol	49. Molinos
5. Noedes	20. Llinars del Vallès	35. els Omellons	50. Talam
6. Fillols	21. Torrellebreta	36. la Granadella	51. Vilaller
7. Montlluis	22. Torelló	37. Raïmat	52. Vielha
8. Llívia	23. Puig-reig	38. Lleida	53. Plan
9. Campdevàno	24. la Pobla de Lillet	39. Agramunt	54. Seira
10. Camprodon	25. Callús	40. Mollerussa	55. Graus
11. Castellfollit de la R.	26. Moià	41. Torà	56. Binèfar
12. Cadaqués	27. Sabadell	42. Ponts	57. Mequinensa
13. Figueres	28. Barcelona (O. Fabra)	43. Pantà de St. Llorenç	58. Fraga
14. Palafrugell	29. el Prat de Llobregat	44. Tentelatge	59. Favara de Matarranya
15. Girona	30. el Bruc	45. Solsona	60. Pantà de Pena



61. Massalió	77. Castelló de la Plana	93. Montroi	109. Villena
62. el Vendrell	78. Morella	94. Sueca	110. Novelda
63. Vila-seca	79. Atzeneta del M.	95. Aiora	111. Pinós
64. Riudecanyes	80. Cortes d'Arenós	96. Teresa de Cofrents	112. Elx
65. Valls	81. Betxí	97. Millars	113. Torrevella
66. Rocafort de Queralt	82. Sogorb	98. Canals	114. Oriola
67. Cabacés	83. Viver	99. Ontinyent	115. Alacant
68. Flix	84. Sagunt	100. Benifairó de la V.	116. Valldemossa
69. Miravet	85. el Villar	101. Massalfassar	117. Pollença
70. Vilalba dels Arcs	86. Tuéjar	102. València	118. ses Salines de Santanyí
71. Roquetes (O. Ebre)	87. Utiel	103. Manises	119. Capdepera (Far)
72. l'Ametlla de Mar	88. Requena	104. Picassent	120. Algaida
73. Amposta	89. Sinarques	105. el Verger	121. Sant Lluís
74. Sant Jordi del M.	90. Llíria	106. Gorga	122. Ciutadella
75. Sant Mateu del M.	91. Emb. de Forata	107. Callosa d'en Sarrià	123. sa Savina
76. Pantà de Benadresa	92. Algemés	108. Banyeres de M.	124. Sant Antoni de Port.

Figura 14. Xarxa pluviomètrica mensual dels Països Catalans del període 1951-2000.

## 2.4. FONTS I VALIDACIÓ DE LES DADES

### 2.4.1. FONTS

Per partir de dades fiables, s'ha cercat bases de dades prèvies que continguessin aquelles sèries més fiables i homogènies (Taula 4). La base de dades més extensa és la del NESAP (Saladié *et al.*, 2005) del Grup de Recerca del Canvi Climàtic de la Universitat Rovira i Virgili, dirigit pel Dr. López Bonillo i la Dra. Brunet India, que disposa de sèries instrumentals homogeneïtzades de Catalunya des de mitjans del segle XIX. Per gentilesa del grup investigador s'han utilitzat 57 sèries. Les Illes Balears han estat cobertes amb 9 sèries amb uns certs mínims de qualitat garantits pel Dr. Grimalt del Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears (UIB). Tanmateix, 4 són les sèries de *Meteo France* completes i homogeneïtzades per gentilesa del Dr. Planchon. 4 més són avalades pel projecte europeu ECA&D i unes altres 2 provenen de fonts fiables. 48 sèries són les que provenen en format brut de l'INM, i, per tant, s'han hagut de tractar amb cautela. La majoria d'aquestes són per al País Valencià. En aquest cas, s'han buscat quines sèries són de primer ordre en el CEAM per a les seves anàlisis climàtiques del País Valencià (gentilesa del Sr. Miró Pérez) i en l'*Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana* del Dr. Pérez Cueva, i les sèries utilitzades en la tesi d'episodis torrencials al País Valencià del Dr. Armengot Serrano.

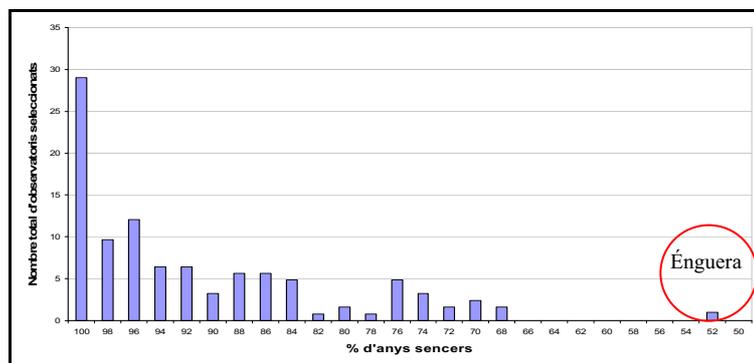
### 2.4.2. VALIDACIÓ DE LES DADES

#### 2.4.2.1. Filtres

Les sèries que se seleccionaren foren 124, però 2 es descartaren, Énguera i Barraques, que foren substituïdes per Millars i Viver respectivament. La raó va ser per l'aplicació de 2 filtres de qualitat:

- 1) Es contemplen els **buits** a resolució anual, per assegurar un nombre mínim de parelles a correlacionar. A més, aquest nombre de parelles no ha de ser molt discrepant entre les sèries. Només un 29.0% de les sèries tenen tots els anys sencers, però un 76.7% tenen un 90% dels anys sense cap buit (Figura 15). I tots els observatoris menys 1 tenen el 68% dels anys sencers. Énguera té només una mica més de la meitat dels anys complets, per tant, s'exclourà de l'anàlisi, i es substituirà per un altre punt de la Canal de Navarrés, Millars, que és una sèrie composta i té 42 anys sencers (84%). D'altra banda, a resolució

mensual s'ha comprovat que, en cap observatori manca un determinat mes més de 10 anys, tot i haver un 14.5% dels observatoris que no tenen 40 anys sencers. Cal recordar que el primer criteri era l'existència mínima garantida de 510 mesos.



**Figura 15.** Representació del nombre d'observatoris seleccionats segons els anys sencers que disposen.

2) Els **falsos 0** són una errada documentada en la homogeneïtzació de base de dades de pluviometria (Saladié, 2003). Segons aquest autor, apareixen més casos de falsos 0 que d'*outliers*. L'INM pot donar per vàlid un valor pluviomètric de 0 si l'observador menteix dient que no ha plogut quan en realitat no ha realitzat les tasques d'observador correctament. A vegades també, les llacunes es poden omplir, per comoditat, amb 0. En aquest filtre, s'ha fet la mitjana per mesos del nombre de 0 que registren els observatoris en un determinat mes (Taula 3). Els tres únics observatoris que han doblat la mitjana del nombre de 0 en tots els mesos són Barraques, Aiora i Picassent. S'han comprovat les seves mitjanes pluviomètriques anuals i la seva variabilitat amb estacions properes i amb l'*Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana* de Pérez Cueva (1994). L'única sèrie que discrepa notablement és Barraques, la qual té anys on la precipitació és menor a 100 mm, i la mitjana anual calculada és de 326.2 mm, molt inferior als 500-600 mm reals. Aquest observatori de l'Alt Palància és substituït per un compostat per dues sèries molt properes dins la mateixa localitat, Viver. Té un 99% de les dades i té un nombre de 0 propers a la mitjana per cada mes. La seva mitjana pluviomètrica anual és coherent, 563.7 mm. Com apunt climàtic final, els mesos de gener i febrer són el període de l'any amb un registre més freqüent de 0 mm després dels mesos d'estiu, fet que corrobora l'equinoccialitat de les estacions plujoses de l'àrea d'estudi (veure Figura 1 de la Introducció). D'altra banda, el mes de maig és el mes amb menys 0 de mitjana.

	Mitjana de 0	Barraques	Aiora	Picassent
Gener	4.0	12	11	12
Febrer	4.3	17	9	11
Març	2.7	14	11	11
Abril	1.2	8	5	7
Maig	1.0	2	4	6
Juny	2.7	9	11	9
Juliol	9.1	26	23	26
Agost	4.3	15	15	15
Setembre	1.8	10	9	9
Octubre	1.5	10	7	5
Novembre	2.5	10	8	8
Desembre	3.5	13	16	9

**Taula 3.** Mitjana dels 0 registrats pels observatoris de l'àrea d'estudi per mes.

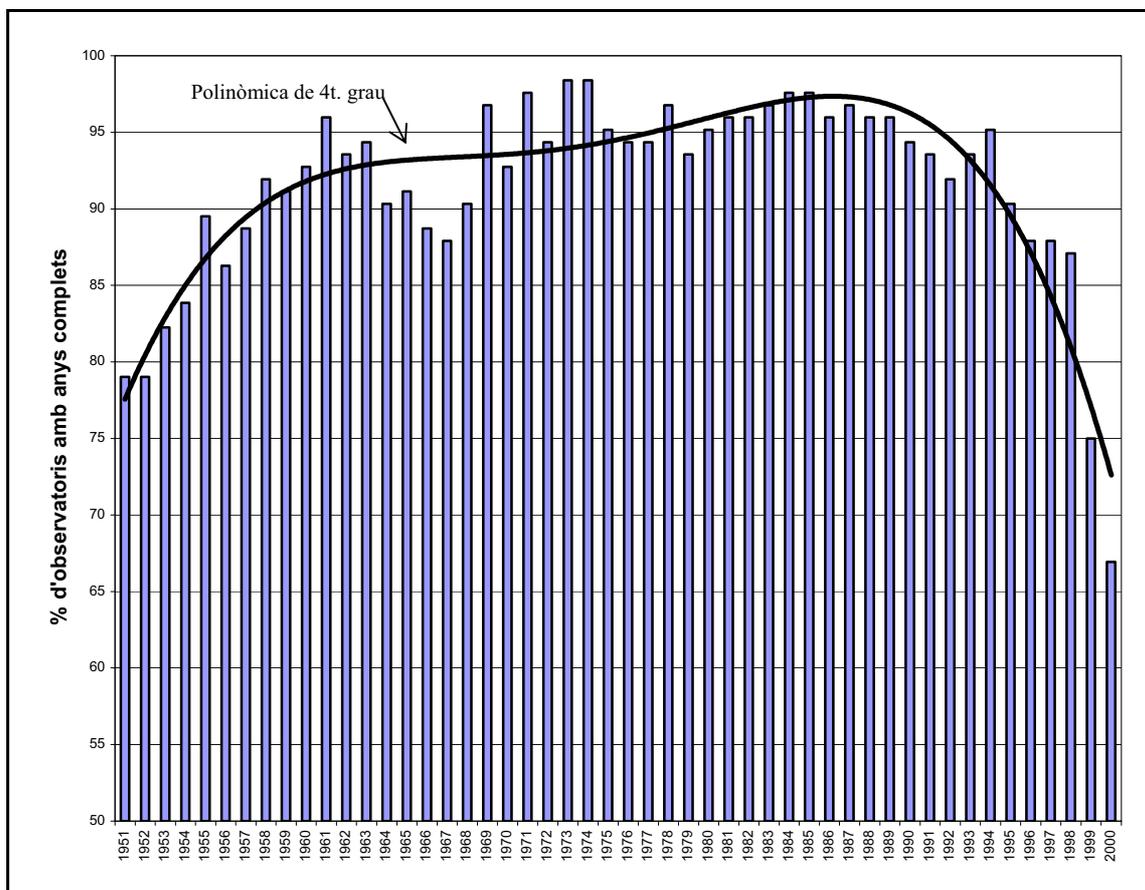
Comarca	Nom O 1	Nom O 2	Nom O 3	Nom O 4	Nom O 5
l'Alacantí	Alacant				
l'Alcalatén	Atzeneta de M.				
l'Alcoià	Banyeres de M.				
l'Alt Camp	Valls				
l'Alt Empordà	Cadaqués	Figueres			
l'Alt Maestrat					
l'Alt Millars	Cortes d'Arenós				
l'Alt Palància	Sogorb	Viver			
l'Alt Penedès	Vilafranca del P.				
l'Alt Urgell	Organyà	la Seu d'Urgell			
l'Alt Vinalopò	Villena				
l'Alta Cerdanya	Montlluis				
l'Alta Ribagorça	Vilaller				
Andorra	Ransol				
l'Anoia	el Bruc	Santa Margarida			
el Bages	Callús	Moià			
el Baix Camp	Riudecanyes				
el Baix Cinca	Fraga	Mequinensa			
el Baix Ebre	l'Ametlla de Mar	Roquetes "O. Ebre"			
el Baix Empordà	Palafugell				
el Baix Llobregat	el Prat de Ll. (Ap.)				
el Baix Maestrat	Sant Jordi del M.	Sant Mateu del M.			
el Baix Penedès	el Vendrell				
el Baix Segura	Oniola	Torrevel·la			
el Baix Vinalopò	Elx				
el Barcelonès	Barcelona "O. Fabra"				
el Berguedà	la Pobla de Lillet	Puig-reig			
el Capcir					
el Camp de Morvedre	Sagunt				
el Camp de Túria	Lliria				
la Canal de Navarres	Millars				
la Cerdanya	Llívia				
el Comtat	Gorga				
la Conca de Barberà	Rocafort de Queralt				
el Conflent	Fillois	Noedes			
la Costera	Canals				
Eivissa-Formentera	Sant Antoni "Far"	sa Savina			
la Fenolheda	Sornia				
la Foia de Bunyol	Emb. de Forata				
el Garraf	Cubelles				
les Garrigues	la Granadella	els Omellons			
la Garrotxa	Castellfollit de la R.				
el Gironès	Girona				
l'Horta del Nord	Massalfassar				
l'Horta de l'Oest	Manises				
l'Horta del Sud	Picassent				
la Llitera	Binefar				
Mallorca	Algaida	Capdepera "Far"	Pollença	ses Salines de S.	Valldemossa
el Maresme	Argentona				
la Marina Alta	el Verger				
la Marina Baixa	Callosa d'en Sarrià				
la Mataranya	Favara de Mat.	Massalió	Pantà de Pena		
Menorca	Ciutadella	Sant Lluís			
el Montsià	Amposta				
la Noguera	Ponts	Pantà de St. Llorenç			
Osona	Torelló	Torrellebrera			
el Pallars Sobirà	Sort				
el Pallars Jussà	Molinos	Talarn			
el Pla de l'Estany					
el Pla d'Urgell	Mollerussa				
la Plana Alta	P. de Benadresa	Castelló de la Plana			
la Plana Baixa	Betxi				
la Plana d'Utiel	Requena	Sinarques	Utiel		
els Ports	Morella				
el Priorat	Cabacés				
Racó					
la Ribagorça	Graus	Plan	Seira		
la Ribera Alta	Algemesí	Montroi			
la Ribera Baixa	Sueca				
la Ribera d'Ebre	Flix	Miravet			
el Ripollès	Campdevàno	Camprodon			
el Rosselló	Cap de Biarra	Perpinyà			
la Safor	Benifairó de la V.				
la Segarra	Torà				
el Segrià	Lleida	Raimat			
la Selva	Breda	Tossa de Mar			
els Serrans	Tuéjar	el Villar			
el Solsonès	Solsona	Tentelatge			
el Tarragonès	Vila-seca				
la Terra Alta	Vilaiba dels Arcs				
l'Urgell	Agramunt				
la Val d'Aran	Vielha				
València	València				
la Vall d'Aiora	Aiora	Teresa de Cofrents			
la Vall d'Albaida	Ontinyent				
el Vallès Oriental	Caldes de Mont.	Llinars del V.			
el Vallès Occidental	Sabadell				
el Vallespir	el Tec				
el Vinalopò Mitjà	Novelda	Pinós			

Font	Nombre (% sobre el total)	Fiabilitat
Grup del Canvi Climàtic de la URV	57 (46,0%)	Fiable
Departament de Ciències de la Terra de la UB	9 (7,3%)	Fiable
European Climate Assessment & Dataset	4 (3,2%)	Fiable
Meteo France	4 (3,2%)	Fiable
Observador andorrà	1 (0,8%)	Fiable
Bulletí Oficial	1 (0,8%)	Fiable
Institut Nacional de Meteorologia d'Espanya	76 (61,3%)	Fiable
	48 (38,7%)	Dubtos

Taula 4. Fonts de les bases de dades per constituir la xarxa d'observatoris (O) dels Països Catalans (1951-2000).

### 2.4.2.2. Existències

En aquest subapartat es valora quins són els anys on la base de dades gaudeix de més observatoris. La seva valoració es calcula en %. Hi ha un increment clar a la dècada dels 50 fins a culminar l'any 1961. Als anys 60 hi ha una davallada dels registres fins a l'any crític de 1967, recuperant-se fins als anys més àlgids del període de 1973 i 1974 amb un 98.4 % dels observatoris amb funcionament. Els percentatges es mantenen relativament constants al voltant del 95 % fins a l'inici de la dècada dels 90, quan s'inicia una sobtada davallada que no s'atura en aquest període, fins a reduir-se al 66.9 % l'any 2000. Aquest detriment pot estar relacionat amb el fet que, sobretot a partir de 1995, hi ha la cessió d'observació meteorològica de moltes estacions de centrals hidroelèctriques. Un bon exemple en són les comarques dels Pallars. També, cal tenir present el paper de l'èxode rural de la segona meitat del segle XX (González-Hidalgo *et al.*, en avaluació). Val a dir que l'any 1999 i 2000 no reflecteixen la realitat, ja que algunes dades d'observatoris vigents no s'havien actualitzat a l'hora de tancar la creació d'aquesta base de dades. Saladié (2003) també conclou en un deteriorament de la densitat de la xarxa d'observatoris catalans a finals del segle XX.

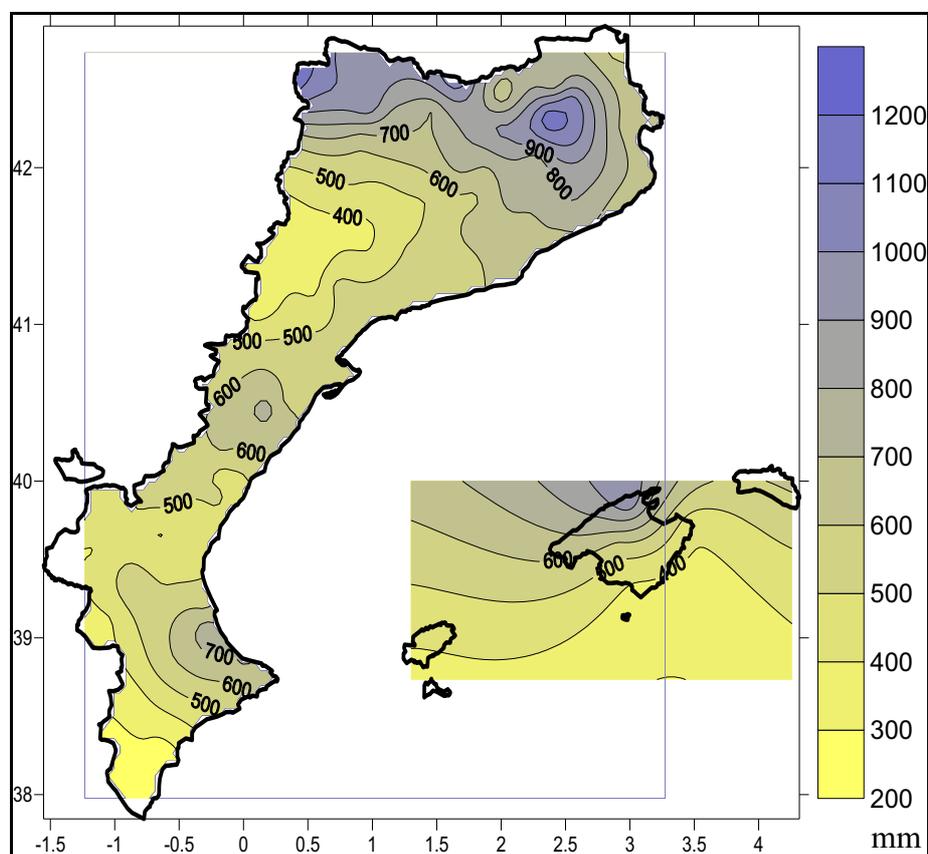


**Figura 16.** Evolució de l'existència del registre de dades per anys dels observatoris de la xarxa creada durant el període d'estudi 1951-2000.

Mensualment, basat en l'experiència personal a l'hora de cercar el contingut de les sèries, el mes d'agost compta amb el major nombre de buits, la causa relacionada poden ser les vacances d'estiu. També freqüenten llacunes d'un o dos dies soltes per les dates de Nadal i Setmana Santa que hipotequen el total mensual corresponent. Per tant, els fets són evidents, doncs, la majoria dels registres estan lligats a les condicions de la vida quotidiana de l'observador.

### 2.4.2.3. Coherència geogràfica

Una vegada creada la xarxa d'observatoris cal demostrar si és coherent la seva distribució pluviomètrica en el territori. Des d'un punt de vista geogràfic, aquelles sèries que siguin anòmales i encara no hagin estat detectades com a tals, mostraran uns valors incoherents en la representació espacial. A continuació (Figura 17 i Taula 5), es representen les mitjanes pluviomètriques anuals de tot el període d'estudi 1951-2000. Per comprovar una correcta distribució espacial es compara amb el mapa d'isohietes de la *Geografia General dels Països Catalans* de 1992, basat en el període 1951-1990 i elaborat pels climatòlegs Martín-Vide, Jansà, Pérez Cueva i Grimalt (Figura 12).



**Figura 17.** Mapa d'isohietes anual dels Països Catalans a partir de la xarxa d'observatoris creada (1951-2000).

La representació només és dins el polígon rectangular que configura l'última dada en els extrems latitudinals i longitudinals del territori dels Països Catalans continental. La comarca de Racó sempre restarà en blanc en no haver-se identificat en ella cap sèrie vàlida. Les Illes Balears es cartografien a part, interpolant tota l'àrea conjunta. No obstant, 9 observatoris només defineixen els grans trets pluviomètrics de les Illes. A Mallorca, la Serra de Tramuntana (Pollença) és més humida que el sud de l'illa (ses Salines de Santanyí). En conjunt, la degradació pluviomètrica latitudinal a les Illes es palesa amb una Menorca notablement més humida (Ciutadella) que Eivissa (Sant Antoni de Portmany) i Formentera (Sa Savina).

La coherència de la distribució espacial de la precipitació a la zona continental es percep amb els següents trets més característics de la pluviometria de l'àrea d'estudi:

- Delimitació amb la isohieta 700 mm de la Catalunya humida. Inclou la integritat de les àrees interiors de Girona, i la major part de les unitats dels Pirineus i Prepirineus.
- Màxim pluviomètric als Pirineus de la Franja (Aneto (Plan)) i del Pirineu Gironí-Catalunya Nord (Serra Cavallera (Camprodon) – Canigó (el Tec)).
- Ombra pluviomètrica del corredor de l'Alt Urgell (la Seu d'Urgell) - Cerdanya (Llívia) – Conflent (Fillols).
- Ombra pluviomètrica del Pla de Bages (Callús).
- Zona de pluviometria modesta a la Depressió Central (Agramunt), aguditzant-se al Pla de Lleida (Lleida) i a la Franja (Fraga), en transició al “desert” dels Monegros.
- Màxim secundari a les Muntanyes de Castelló (Els Ports-Maestrat (Sant Mateu del Maestrat)).
- Divisió orogràfica de les Muntanyes d'Alacant-València: màxim pluviomètric del País Valencià al sud del Golf de València (Benifairó de la Valldigna i el Verger) i mínim pluviomètric a la conca del Vinalopó (Pinós) i del tram baix del Segura (Torrevella).

Mitjana pluviomètrica 1951-2000 (mm)			
Agramunt	429.6	Omellons (els)	384.7
Aiora	382.6	Ontinyent	564.6
Alacant	337.5	Organyà	696.9
Algaida	541.9	Oriola	276.1
Algemesí	594.0	Palafrugell	654.0
Ametlla de Mar (l')	589.9	Pena (Pantà de)	562.9
Amposta	552.9	Perpinyà	579.1
Argentona	640.3	Picassent	498.1
Atzeneta del Maestrat	622.6	Pinós	277.5
Banyeres de Mariola	479.8	Plan	1239.9
Barcelona (Observatori Fabra)	630.5	Pobla de Lillet (la)	924.5
Benadressa (Pantà de)	460.4	Ponts	546.3
Benifairó de la Vallidigna	758.1	Prat de Llobregat (el)	653.4
Betxí	515.0	Puig-reig	666.5
Biarra (Cap de)	610.6	Raimat	383.2
Binéfar	397.8	Ransol	1099.7
Breda	793.3	Requena	450.6
Bruc (el)	656.1	Riudecanyes	538.8
Cabacés	533.3	Rocafort de Queralt	511.3
Cadaqués	615.4	Roquetes (Observatori de l'Ebre)	549.6
Caldes de Montbui	657.4	Sabadell	640.9
Callosa d'en Sarrià	549.1	Sagunt	475.3
Callús	577.0	Salines de Santanyí (ses)	378.5
CampdevànoI	973.5	Sant Antoni de Portmany (Far de)	409.2
Camprodon	1182.1	Sant Jordi del Maestrat	579.9
Pollença	982.2	Sant Lluís	587.0
Canals	595.2	Sant Mateu del Maestrat	743.5
Capdepera (Far de)	420.5	Santa Margarida de Montbui	565.1
Castellfollit de la Roca	1059.4	Savina (sa)	362.4
Castelló de la Plana	463.7	Seira	1080.0
Ciutadella	588.9	Seu d'Urgell (la)	694.7
Cortes d'Arenós	549.6	Sinarques	503.1
Cubelles	561.5	Sogorb	487.0
Elx	224.6	Solsona	635.6
Favara de Matarranya	341.0	Valldemossa	748.0
Figueres	664.7	Sornia	739.8
Fillols	684.4	Sort	825.9
Flix	364.7	Sant Llorenç (Pantà de)	486.7
Forata (Embassament de)	564.4	Sueca	579.7
Fraga	348.5	Talarn	637.9
Girona	788.8	Tec (el)	1070.2
Gorga	585.5	Tentellatge	765.4
Granadella (la)	412.0	Teresa de Cofrents	379.7
Graus	624.2	Torà	501.0
Lleida	371.3	Torelló	730.5
Llinars del Vallès	740.1	Torrellebrera	708.8
Llíria	387.9	Torrevel·la	249.4
Llúvia	616.8	Tossa de Mar	630.9
Manises	455.9	Tuéjar	430.2
Massalfassar	423.8	Utiel	387.0
Massalió	377.6	València "els Viviers"	452.3
Mequinensa	404.2	Valls	540.2
Millars	548.3	Vendrell (el)	538.0
Miravet	453.0	Verger (el)	711.2
Moià	757.1	Vielha	937.3
Molinos	1001.1	Vilafranca del Penedès	530.8
Mollerussa	378.3	Vilalba dels Arcs	453.4
Montlluis	734.0	Vilaller	981.4
Montroi	495.7	Vila-seca	565.1
Morella	587.1	Villar (el)	498.2
Noedes	756.6	Villena	357.8
Novelda	321.4	Viver	563.7

**Taula 5.** Mitjanes pluviomètriques anuals dels 124 observatoris que constitueixen la xarxa per al període 1951-2000.

#### 2.4.2.4. BALANÇ I HOMOGENEÏTZACIONS FUTURES

L'aval de la xarxa creada no recau tant en la seva homogeneïtzació i tractament previ de les dades com en la densitat d'aquesta. No obstant, 82 són sèries úniques, essent 50 de fonts fiables. 32 provenen de l'INM, la majoria de les quals són del País Valencià, i s'ha comptat amb les més completes i de qualitat conegudes mitjançant les fonts esmentades amb anterioritat en el punt 2.4.1. Hi ha 42 sèries compostes. 23 sèries de les quals estan homogeneïtzades pel Grup del Canvi Climàtic de Tarragona (només una supera els 3 observatoris, Fraga amb 4, però ja ha estat homogeneïtzada correctament per l'esmentat grup). 3 són de *Meteo France*, però ja omplertes en el seu moment. Només resten 16 sèries de l'INM compostes sense homogeneïtzar. Però, la validesa dels resultats es compensa amb l'alta densitat de la xarxa i la coherència espacial de la cartografia pluviomètrica obtinguda, que es correspon amb la representada en la *Gran Geografia dels Països Catalans* de 1992. A més, cal recordar que les sèries compostes són sèries molt properes en el mateix territori ( $\leq 15$  km) i amb diferències altimètriques relativament modestes.

S'insisteix en la idea de l'alta densitat de la xarxa d'observatoris que permetrà dissimular les inhomogeneïtats de sèries aïllades, sense deixar de reflectir, igualment, els resultats més rellevants del conjunt analitzat. González-Hidalgo *et al.* (2002) treballen amb una densa base de dades pluviomètriques per al període 1950-2000 com a aval per a l'estudi de variacions de la precipitació al País Valencià. En definitiva, l'objectiu del treball de recerca no és una aplicació de diferents tests d'homogeneïtzació i correccions posteriors, sinó solament assegura una base de dades acceptable sobre la qual treballar per demostrar la funcionalitat d'un nou patró de teleconnexió.

S'ha comprovat any per any tota la base de dades, per identificar valors molt anòmals (*outliers*) com en el cas de Barraques, però no se n'han trobat de destacats. Es pot tenir la garantia de la validesa i funcionalitat de la base de dades. Com molts aspectes i anàlisis d'aquesta tesi, la present base de dades és susceptible de tornar-se a definir posteriorment. Sobretot, al País Valencià és on la millora de la base de dades hauria de ser més substancial.

Per últim, la utilització de dades brutes de l'INM abans que una malla de reanàlisi de precipitació d'alta resolució ( $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ ) és per la realitat geogràfica que representa una xarxa densa de dades instrumentals (González-Hidalgo *et al.*, 2003). Un *grid* de reanàlisi suavitza els fenòmens locals, els quals són molt freqüents en una àrea d'estudi com la present, on trobem altes variabilitats pluviomètriques tant temporals com espacials.

## 2.5. INFLUÈNCIA DE LA WeMO EN LA PLUVIOMETRIA DELS PAÏSOS CATALANS

### 2.5.1. TERRITORI CONTINENTAL (CATALUNYA NORD I SUD, ANDORRA, PAÍS VALENCIÀ I LA FRANJA DE PONENT)

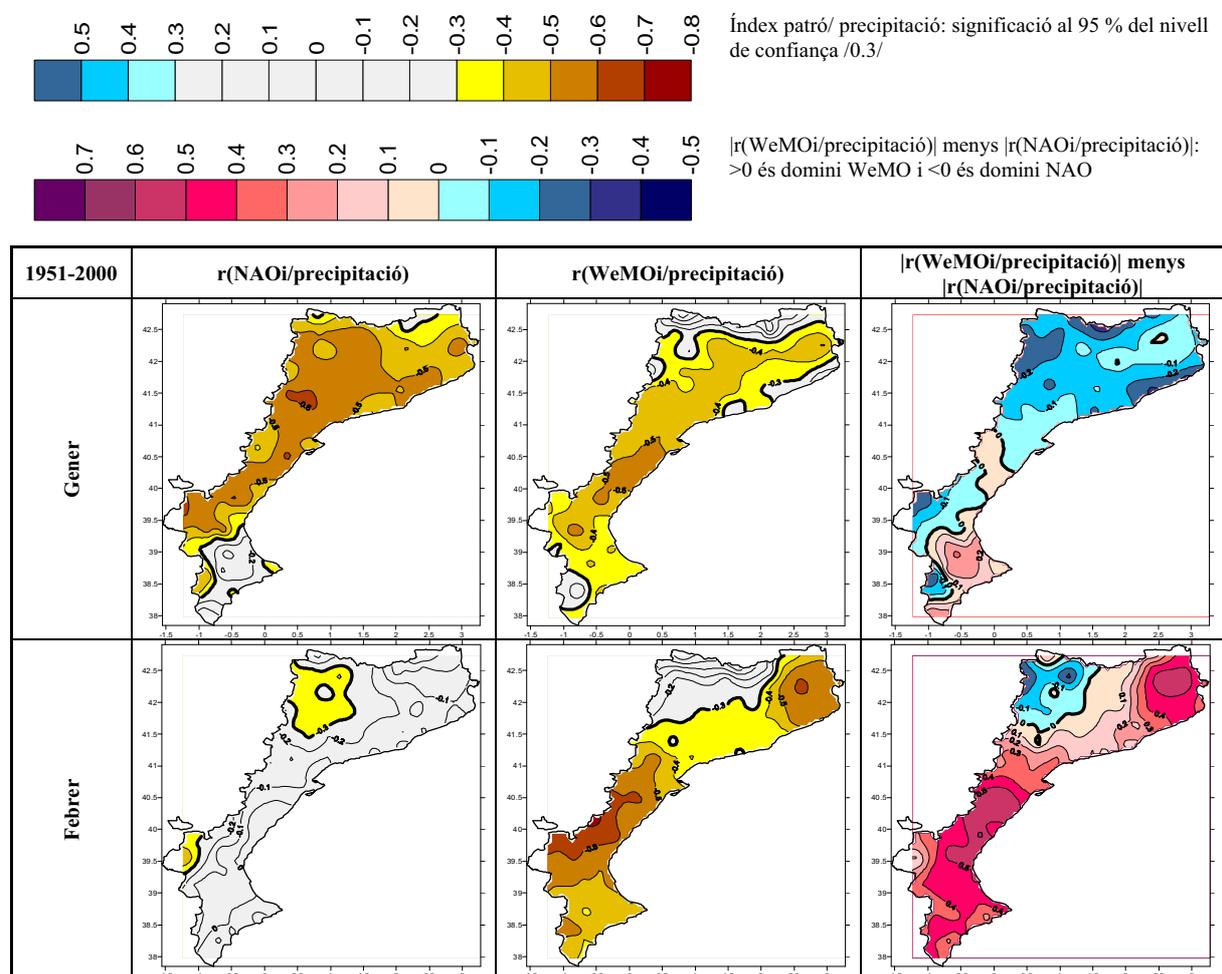
#### 2.5.1.1. Per mesos

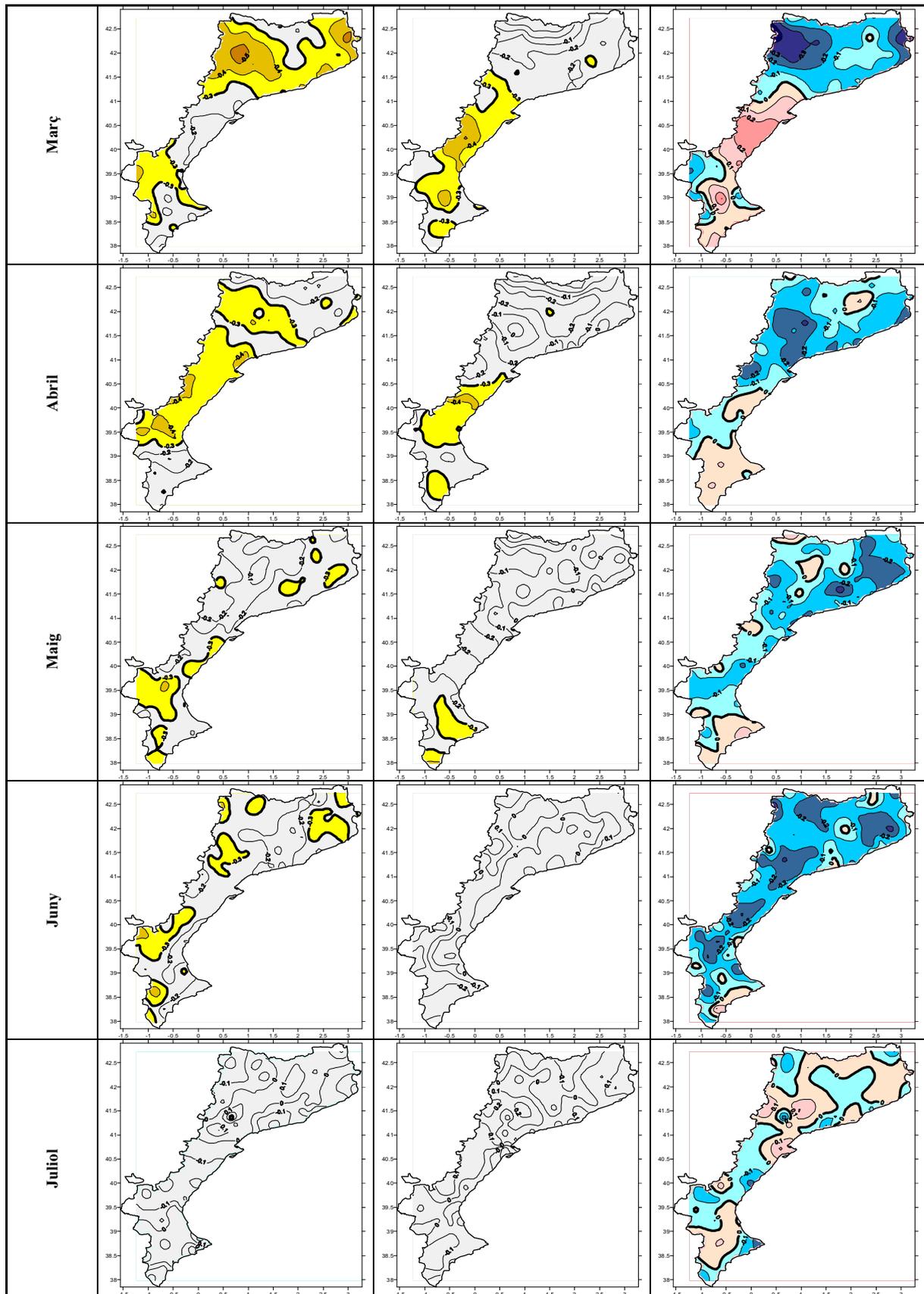
Es correlaciona la precipitació amb el WeMOi i NAOi per a cada mes i es calculen les diferències absolutes entre els coeficients de correlació per identificar quin és el patró més influent. Els mesos amb una influència neta de la WeMO per sobre de la NAO en la seva fase negativa són febrer i octubre. Febrer és ben representat en els mapes de la Península Ibèrica (Figura 2) quant a intensitat d'influència, però no tan extensa com octubre. En canvi, en aquesta escala d'anàlisi més detallada, febrer és el mes d'influència màxima, tant en extensió com en intensitat, assolint el màxim valor de la  $r$  de Pearson entre el WeMOi i la precipitació al sud i interior de Castelló (Cortes d'Arenós, -0.74) i la màxima diferència absoluta entre la WeMO i la NAO a la costa sud de Castelló (Betxí /0.64/). De fet, en el mes de febrer, el NAOi no té una correlació significativa en el conjunt de l'àrea d'estudi, a excepció d'algunes zones interiors de Catalunya i País Valencià. Desembre té una influència de la WeMO tan elevada com en el mes de febrer quant a l'extensió de les altes correlacions (isolínia -0.5 i -0.6), però la NAO hi té un màxim pes juntament amb el mes de gener. Contràriament, en el mes de desembre la WeMO té una influència en la seva fase positiva a la Val d'Aran, l'únic territori de l'àrea d'estudi amb un clima atlàntic, per la seva localització geogràfica en ubicar-se a la vessant nord de l'extrem occidental dels Pirineus catalans (Figura 18).

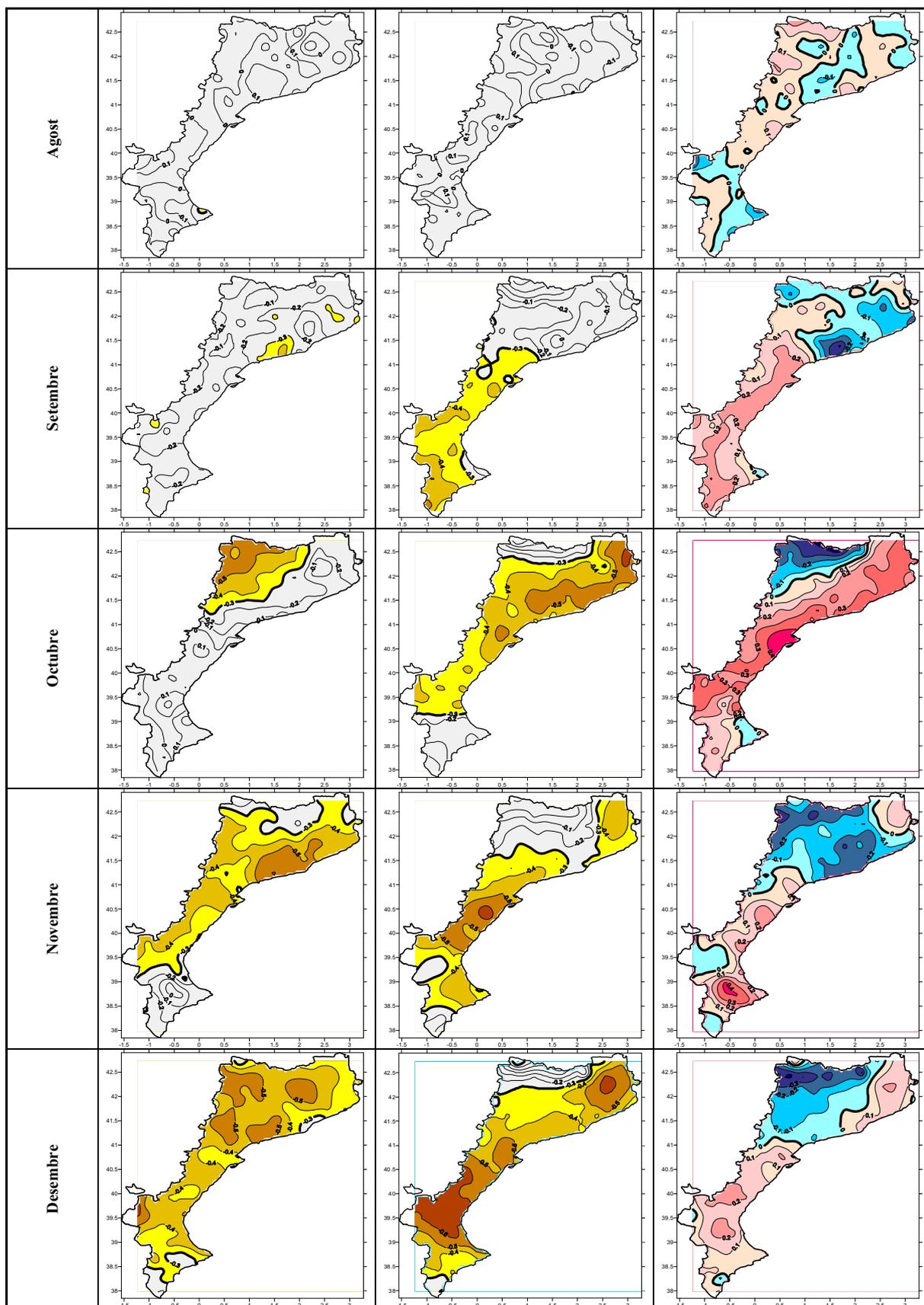
L'àrea d'influència màxima de la WeMO, per sobre de la NAO en el conjunt dels mesos, no se centra al voltant del Golf de València com en l'anàlisi inicial per a tota la Península Ibèrica (Figura 2), sinó que es troba desplaçada a Castelló. L'explicació podria trobar-se en els vents del nord-est associats a una fase neutra-negativa de la WeMO (capítol 1, apartat 1.2.), que deixen majors precipitacions al sud de la Costa dels Tarongers o sud del Golf de València, i per tant, una pèrdua de significació en la relació amb la fase negativa de la WeMO. Malgrat això, en general, el País Valencià és una zona més influenciada per la WeMO que Catalunya. Les costes catalanes es troben més orientades al sud, comportant una major influència de la NAO, quant les àrees depressionàries se centren a l'oest peninsular amb adveccions de sud i sud-oest a la Mediterrània Occidental. A més, l'àrea dels Pirineus és una

zona on precipita amb fronts atlàntics i adveccions de sud-oest pel fort aixecament orogràfic. No obstant, la costa gironina reflecteix una millor dinàmica amb la WeMO que no pas amb la NAO per la seva disposició est, juntament amb la Costa Vermella i Plana del Rosselló (Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2004).

Per últim, com ja s'havia detectat per a l'anàlisi de la integritat de la Península Ibèrica, els mesos del semestre càlid, sobretot els de l'estiu (juny, juliol i agost) tenen una pluviometria deslligada totalment tant de la NAO com de la WeMO. Per tant, la WeMO és un patró hivernal com la majoria de patrons de l'hemisferi nord. De fet, la seva màxima influència és a l'hivern (desembre i febrer) com la NAO (desembre i gener). De totes maneres, cal recordar la davallada de la influència de la NAO al mes de febrer, que permet una influència neta màxima de la WeMO per sobre de la NAO en aquest mes. La correlació de la NAO amb la pluviometria dels Països Catalans es recupera notablement al mes de març, i es manté més elevada que en el mes de febrer fins i tot en el mes d'abril. En el mes de gener la NAO és màxima en influència en el conjunt de l'àrea d'estudi, però nul·la al sud de València i a Alacant, on l'AO esdevé amb una relació positiva (Figura 9.a.). Aquesta darrera observació és motiu d'anàlisi en el capítol 4.







**Figura 18.** Distribució espacial dels coeficients de correlació de Pearson entre la pluvimetria dels Països Catalans continentals i el NAOi (columna esquerra) i el WeMOi (columna central) per al període 1951-2000 per mesos. La columna de la dreta són les diferències entre els valors absoluts dels coeficients obtinguts amb el WeMOi menys els obtinguts amb el NAOi. (Les àrees acolorides de les dues primeres columnes indiquen una significació al 0.05. Les de la columna de la dreta són per distingir entre la influència de la NAO -valors negatius- i la de la WeMO -valors positius-).

### 2.5.1.2. Per estacions, semestres i anualment

L'anàlisi per estacions i semestres s'ha portat a terme mitjançant la mitjana dels valors pluviomètrics estandarditzats dels mesos, segons el període de referència 1961-1990, que componen cada estació i semestre (Figura 19 i 20). L'annual 1 fa referència als totals pluviomètrics anuals i l'annual 2 a la mitjana dels valors mensuals estandarditzats respecte al període 1961-1990, donant-se més pes en aquest segon cas a la variabilitat intraanual (Figura 21).

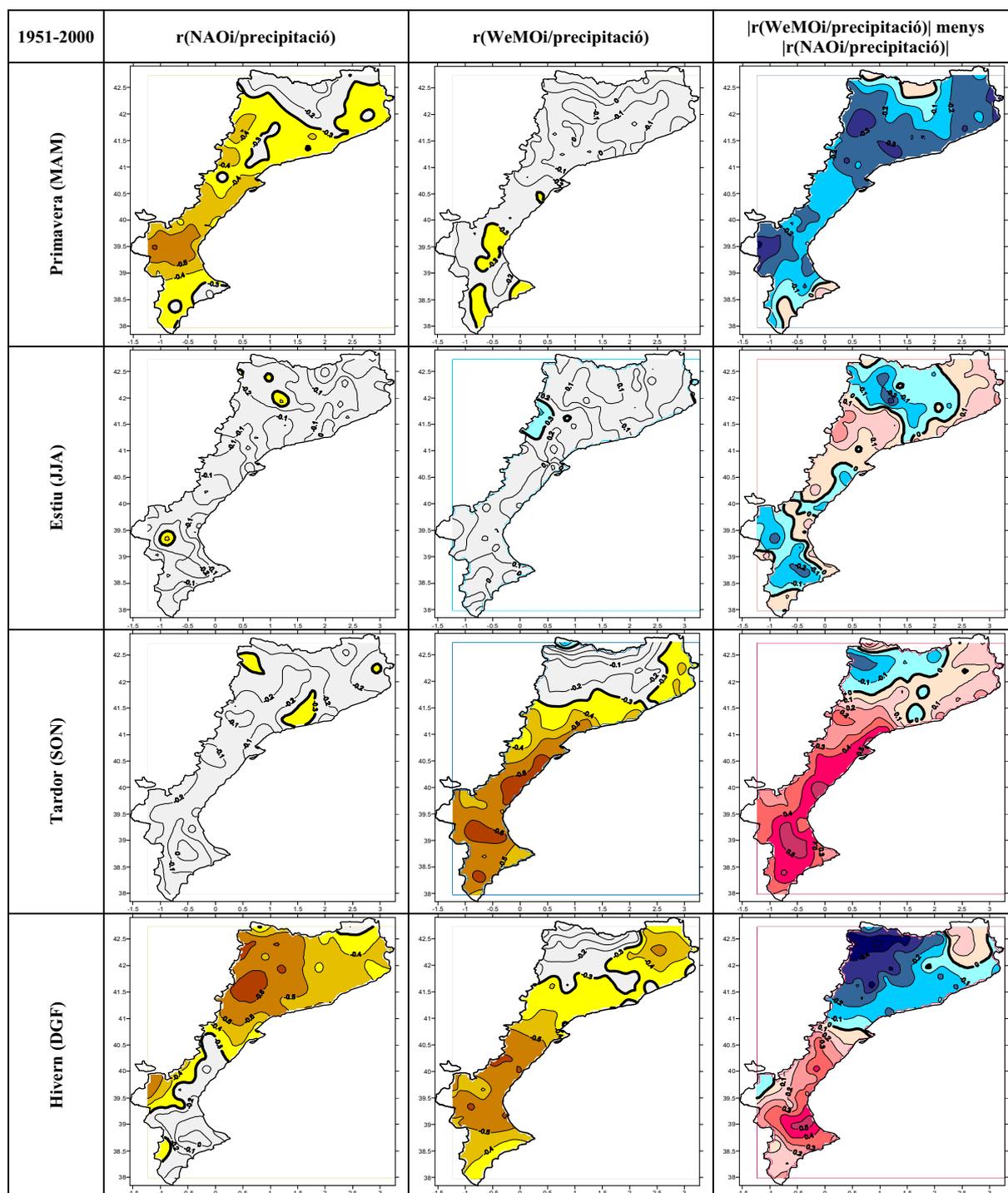


Figura 19. Ídem que Fig. 18, però per estacions.

Per estacions, la primavera es troba sota un domini absolut de la NAO als Països Catalans. Al contrari d'allò que succeeix a la tardor quan la WeMO és el patró que regeix la precipitació, encara que el Pirineu més occidental, en la seva vessant sud, resti sota el domini de la NAO. No obstant, la precipitació de tardor de la Val d'Aran es correlaciona amb el WeMOi en signe positiu. Mentre a l'estiu el paper dels patrons és nul, a l'hivern hi ha una divisió clara en el territori d'estudi entre Catalunya i el País Valencià: Catalunya és sota el domini de la NAO i el País Valencià sota el de la WeMO (Figura 19).

Tant a l'hivern com a la tardor, la Catalunya Nord i part de les comarques gironines es troben sota el domini de la WeMO per l'orientació est, altra vegada, de la línia de costa. Els màxims valors dels coeficients de correlació entre la precipitació dels Països Catalans i el NAOi s'assoleixen a les terres interiors del País Valencià (primavera) i de Catalunya (hivern), i amb el WeMOi a l'àrea del voltant de les Muntanyes d'Alacant i del Golf de València, tant a la tardor com a l'hivern (Figura 19). En el conjunt de la tardor i l'hivern, quan la WeMO té una major influència, cal distingir tres punts claus on la WeMO és més destacable: 1) Pirineu Oriental i les planes del Rosselló i de l'Empordà, 2) la integritat del territori castellanenc i 3) la meitat sud del Golf de València en transició a les Muntanyes d'Alacant.

A l'hivern, es detecta una certa complementarietat entre els mapes de la NAO i la WeMO, que es reforça quan l'anàlisi es fa per al semestre fred. Existeix durant aquest semestre una pronunciada delimitació geogràfica entre l'àmbit dels Països Catalans continentals de la meitat nord sota el domini de la NAO i el País Valencià sota la WeMO. La Val d'Aran és una altra vegada una excepció sota la influència de la WeMO en la seva fase positiva, i algun punt del Pirineu gironí sota la de la fase negativa. D'altra banda, el semestre càlid roman sense correlacions significatives i amb unes distribucions espacials indefinides (Figura 20).

Anualment, les correlacions no són gaire significatives, només en l'any 1 la WeMO es correlaciona significativament a la meitat sud del País Valencià. Però, les distribucions d'ambdós mapes de diferències ens mostren un País Valencià i el sud de la demarcació de Tarragona sota el domini de la WeMO; Catalunya Occidental i Central i la costa barcelonina són sota el domini de la NAO; i la demarcació de Girona i la Catalunya Nord són, altra vegada, sota la influència de la WeMO (Figura 21).

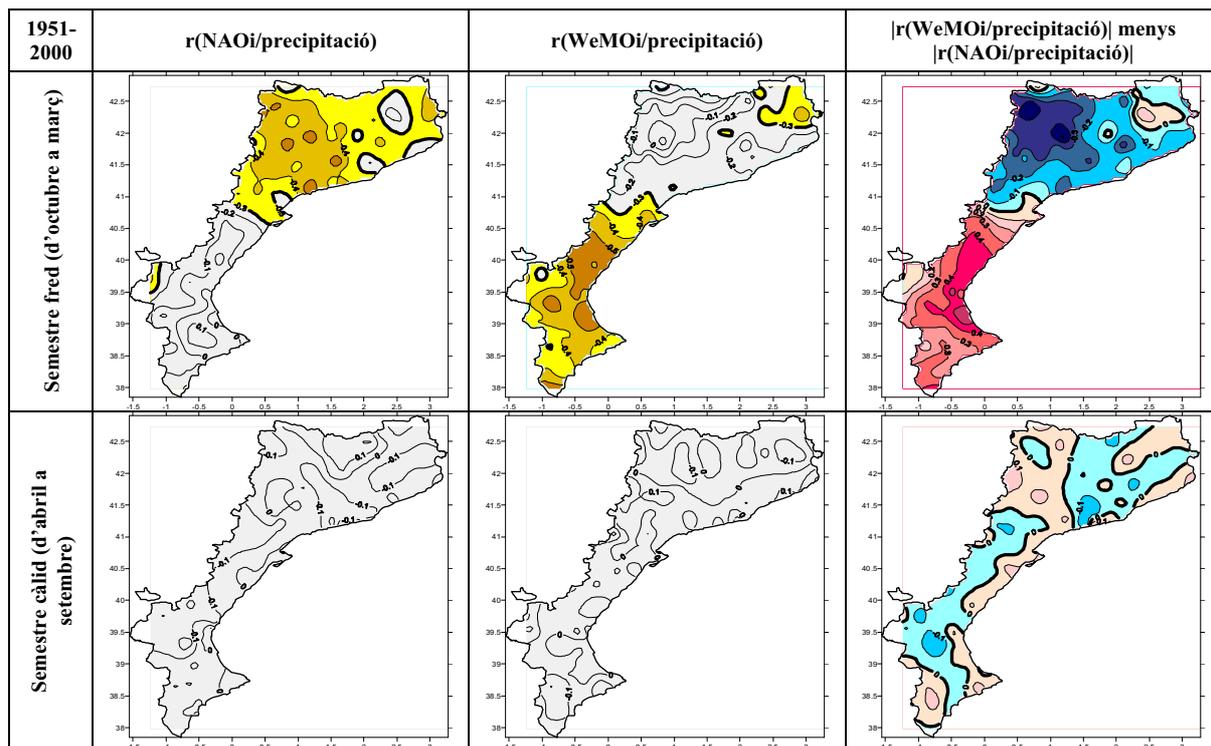


Figura 20. Ídem que Fig. 18, però per semestres.

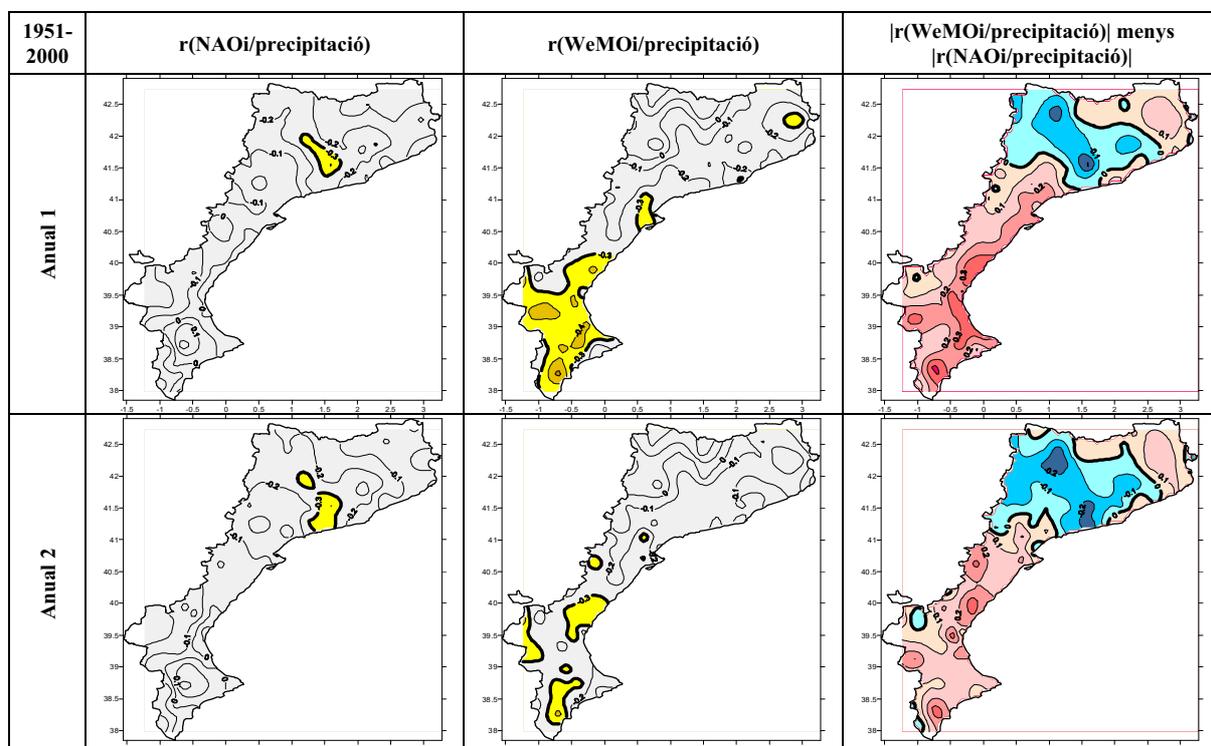
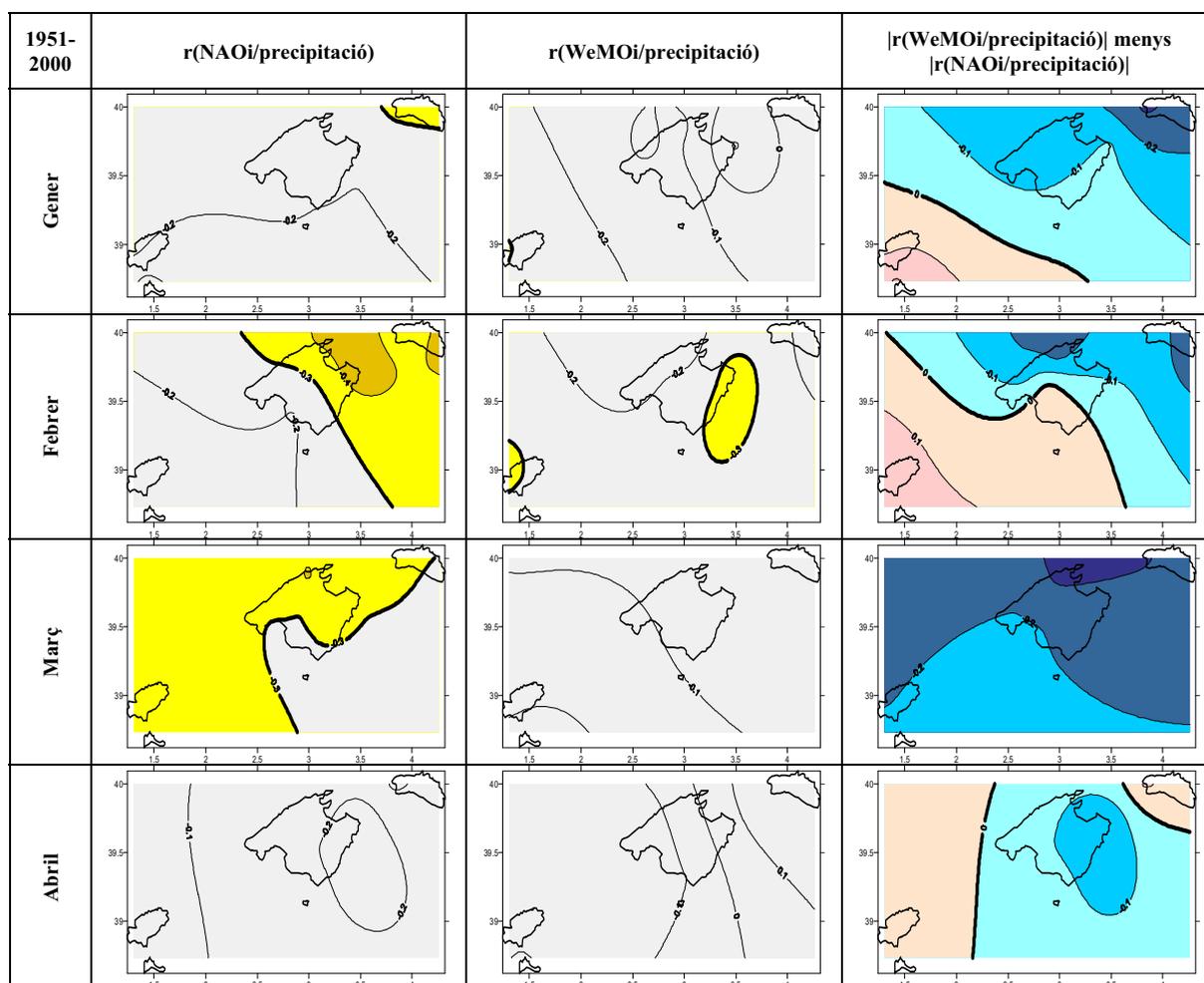


Figura 21. Ídem que Fig. 18, però anualment.

## 2.5.2. TERRITORI INSULAR (ILLES BALEARS)

### 2.5.2.1. Per mesos

Els resultats, en general, són poc definits i les correlacions minsament significatives. El mes de desembre és quan hi ha una major correlació tant amb el NAOi com amb el WeMOi, sobretot, al sud de l'Illa de Mallorca, on el pes de la NAO aconseguix sobrepassar lleugerament el de la WeMO. A més, en alguns mesos com gener, febrer, març, maig i setembre, el NAOi obté correlacions significatives, sobretot, a la part nord de les Illes. El WeMOi, a part del mes de desembre, només obté una correlació significativa en el mes de febrer a Eivissa i a l'est de Mallorca, i en el mes de gener a l'oest d'Eivissa. Tot i la poca informació que aporten aquestes correlacions, els mapes de les diferències absolutes ens permeten detectar la delimitació entre la influència de la NAO i la de la WeMO. Es veu un predomini de la NAO al nord-est balear que es degrada cap al sud-oest, on hi ha una major influència de la WeMO, en els mesos de gener i febrer. En canvi, hi ha mesos que estan clarament sota el domini de la NAO, com març, maig, setembre i novembre, o de la WeMO, com juny i octubre (Figura 22).



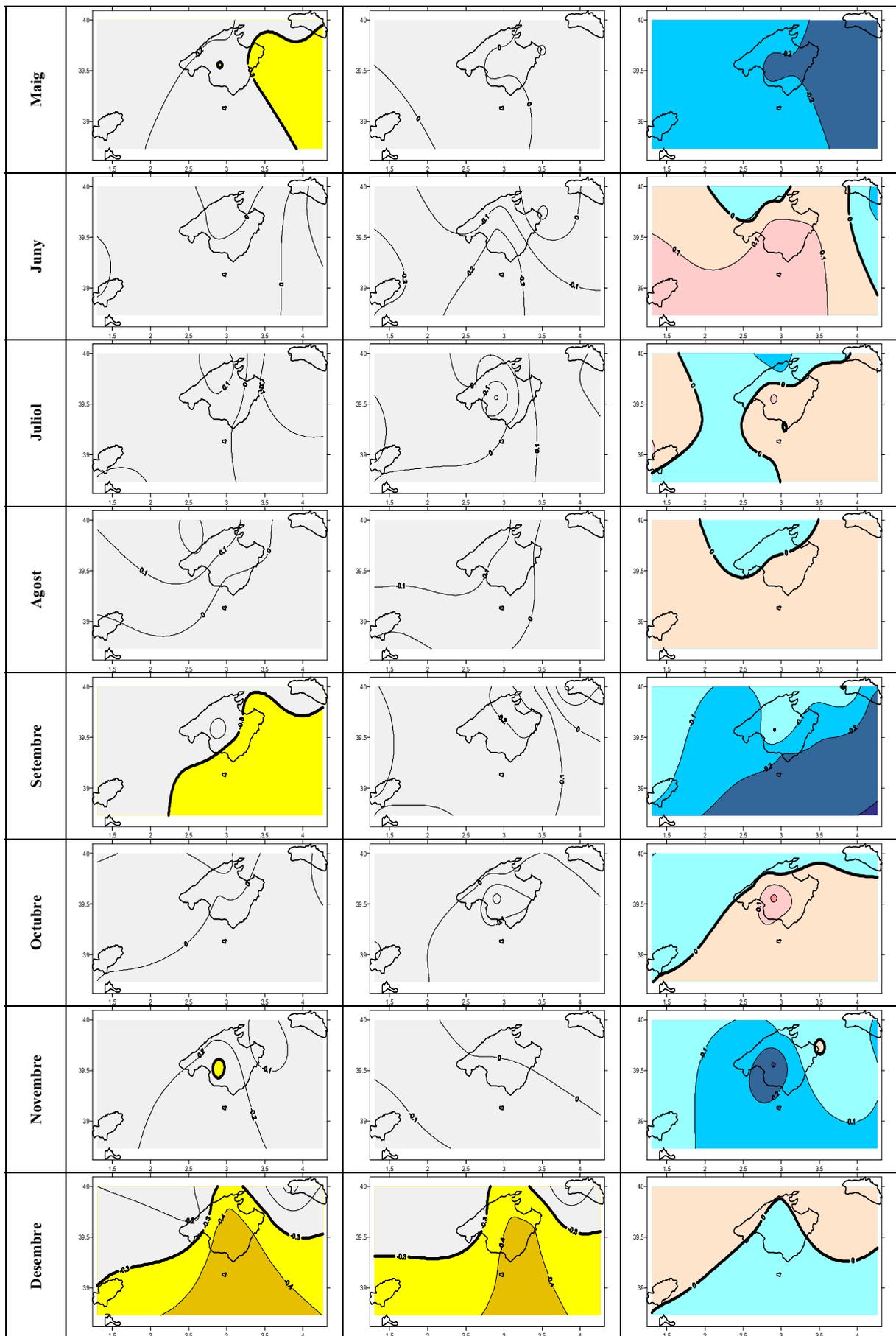


Figura 22. Idem que Fig. 18, però per a les Illes Balears.

### 2.5.2.2. Per estacions, semestres i anualment

Estacionalment, el conjunt de les Illes Balears es troben molt ben correlacionat negativament amb el NAOi a la primavera, sobretot, a l'Illa de Mallorca amb un valor de  $r$  inferior a -0.40; i a l'hivern, al nord de Mallorca. En canvi, el WeMOi es troba significativa i negativament correlacionat només a Eivissa tant a la tardor com a l'hivern.

Els mapes de diferències absolutes mostren com la primavera insular és totalment dependent de la NAO, la tardor de la WeMO, i l'hivern, el nord-est, Menorca i nord de Mallorca, de la NAO, i el sud-oest, les Pitiüses i la part més meridional de Mallorca, de la WeMO (Figura 23). De fet, és semblant al que succeeix a l'hivern als Països Catalans continentals amb la bipartició del territori d'influència d'ambdós patrons entre Catalunya i el País Valencià. Aquesta divisió en el territori insular d'anàlisi, és palesa també amb evidència en les correlacions semestral, sobretot, en la meitat freda de l'any (Figura 24). Aquesta degradació de la influència dels patrons de sud-oest a nord-est pot estar vinculada a la pantalla orogràfica que suposen els Pirineus per al conjunt de les Illes Balears. Les Pitiüses i el sud de Mallorca són territoris que resten resguardats de les adveccions de nord i nord-oest gràcies als Pirineus; i Menorca i la meitat oriental de la Serra de Tramuntana, les badies de Pollença i Alcúdia, i la subcomarca de Llevant de Mallorca, són àrees on aquestes adveccions tenen una major incidència per l'anul·lació de l'efecte orogràfic dels Pirineus en tenir una localització més oriental. Al mateix temps, en ubicar-se Menorca més a l'est, es troba més a prop de la part central de la depressió de la Mar Lígur, fet que augmenta notablement les probabilitats de precipitar en aquesta illa durant els episodis de Mestral (Grimalt Gelabert, comunicació personal). En arribar els fluxos del nord i nord-oest (fase positiva de la WeMO) debilitats a les Pitiüses no té lloc una aportació d'humitat per precipitar, permetent un senyal més nítid de la WeMO. Menorca, en canvi, es caracteritza per ser sovint esventada per la Tramuntana com l'Empordà, però en aquest cas amb recorregut marítim. Aquesta disposició dels resultats de sud-oest i nord-est ja es palès en els resultats de tendències pluviomètriques anuals de les Illes Balears per al període 1941-2000 de Guijarro (2002). Aquest autor mostra com la precipitació de Menorca i del nord de Mallorca ha disminuït, però en canvi, s'ha incrementat lleugerament al sud de Mallorca i a les Pitiüses. Per últim, anualment, tot i que el predomini sembla de la NAO en l'any 2, no se'n poden extreure unes conclusions clares (Figura 25).

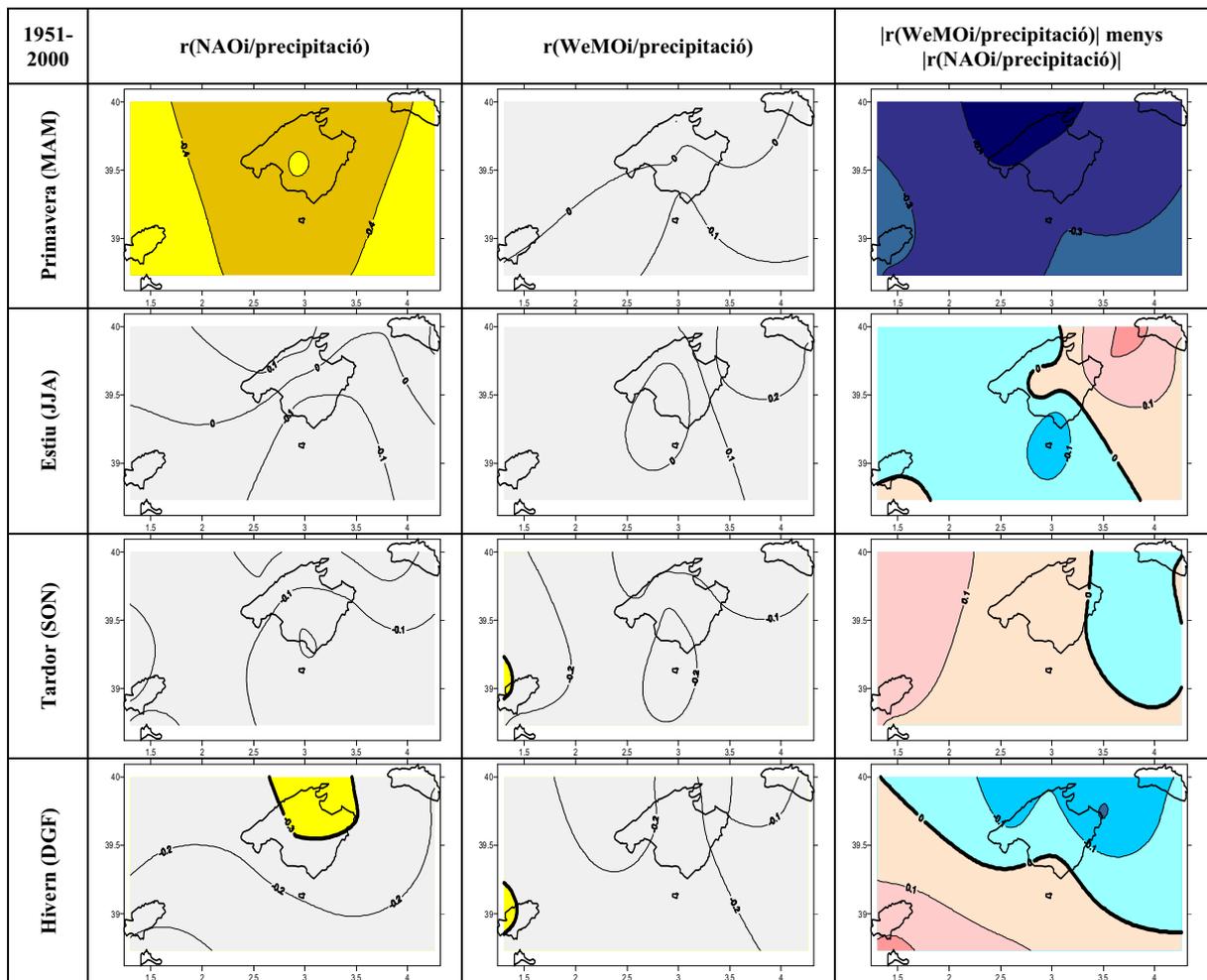


Figura 23. Ídem que Fig. 22, però per estacions.

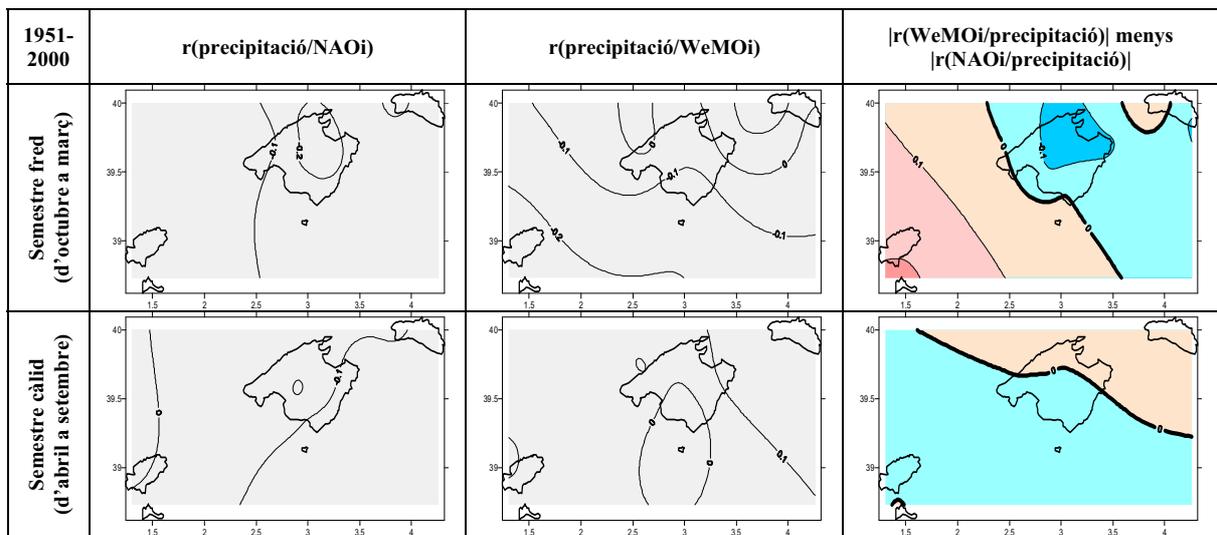


Figura 24. Ídem que Fig. 22, però per semestres.



aquest mes, la NAO té un pes feble en el territori d'estudi i la WeMO es correlaciona amb alts coeficients negatius al País Valencià i al quadrant nord-est (Girona-Perpinyà).

Les Illes Balears, tot i presentar unes correlacions quasi no significatives al 0.05, mostren una coherència amb els resultats trobats prèviament en el territori continental. La primavera es presenta amb influència exclusiva de la NAO, i la tardor de la WeMO en la major part de les Illes. A l'hivern hi ha una bipolaritat de les influències, on la WeMO se centra sobre les Pitiüses, per l'efecte orogràfic dels Pirineus, i la NAO a Menorca i a la major part de Mallorca. En general, la major influència de la WeMO és a Formentera i de la NAO a Menorca i al nord de Mallorca al voltant de les badies d'Alcúdia i Pollença.

Les correlacions irregulars que es troben a les Illes és explicable pel fet que totes les adveccions aporten humitat a les seves costes. És a dir, a les Illes Balears les precipitacions es poden presentar en distintes situacions sinòptiques i fases dels patrons, no obstant, les adveccions de sud-oest, eixutes en arribar a l'est peninsular, que es donen tot sovint en fases negatives de la NAO, recullen de nou humitat a la Mar Catalanobalear per precipitar a les Illes, sobretot, a les més allunyades, Mallorca i Menorca (Azorín-Molina i López-Bustins, 2004). Eivissa i Formentera, més properes al Cap de la Nau, obtenen més humitat quan els fluxos són de l'est. Per aquest factor, juntament amb el paper de l'orografia dels Pirineus, la precipitació de les Pitiüses té unes millors correlacions amb el WeMOi.

A l'estiu, les precipitacions a les Illes tampoc es poden explicar mitjançant els patrons de teleconnexió estudiats tant per una escassetat pluviomètrica com pel desenvolupament de tempestes convectives a partir dels fronts de brises que convergeixen a l'interior en el cas de l'Illa de Mallorca (Alomar i Grimalt, 2006) durant la fase neutra, de dèbil gradient bàric, de la WeMO (López-Bustins i Azorín-Molina, 2004).

## 2.6. ANOMALIES DE PRECIPITACIÓ DELS PAÏSOS CATALANS EN FASES EXTREMES DE LA WeMO

### 2.6.1. PAÏSOS CATALANS CONTINENTALS

A partir del període de referència 1961-1990, es calculen les anomalies pluviomètriques en % que representen aquells grups d'anys amb una fase extrema positiva o negativa de la WeMO. El % és la quantitat de precipitació de la mitjana de referència que ha precipitat, és a dir, el valor 100 es correspon amb la pluviometria normal de referència de 1961-1990.

Els mesos d'anàlisi han estat els del semestre fred més els contigus per cada extrem, setembre i abril, ja que durant el semestre càlid la WeMO no exerceix una influència aparent. El llindar s'ha establert en aquells mesos amb un  $WeMO_i > +1$ , per a la fase extrema positiva, i  $< -1$ , per a la fase extrema negativa. Aquests llindars són els utilitzats per Hurrell (1995) i Martín-Vide *et al.* (1999) en l'anàlisi de fases extremes de la NAO, i per Martín-Vide i Lopez-Bustins (2006) per a la mateixa WeMO.

Estacionalment, també es calculen les anomalies pluviomètriques en fases extremes dels patrons, a excepció de l'estació estival. El llindar s'ha rebaixat a /0.75/, ja que la variabilitat de la WeMO disminueix quan es fa una mitjana trimestral. Ha estat tanmateix adient comparar les anomalies obtingudes amb les de la NAO. Els valors representats no són %, sinó les mitjanes dels valors pluviomètrics estandarditzats dels mesos de cada estació segons el període de referència 1961-1990, per tant, el valor 0 equival a la mitjana pluviomètrica 1961-1990.

#### 2.6.1.1. Fase extrema positiva de la WeMO ( $WeMO_i > +1$ )

La reducció de precipitació té lloc en gairebé la integritat del territori en tots els mesos. Al febrer, és quan la reducció és present arreu del territori, a excepció d'un punt aïllat a la Ribagorça. Cal recordar que aquest mes és molt influenciat per la WeMO. Les màximes reduccions donen valors inferiors al 20% de la mitjana en extenses àrees del País Valencià durant els quatre mesos hivernals. A Catalunya, s'arriben a valors del 40% al nord-est de Catalunya i a la meitat sud de Tarragona en els mesos de febrer i desembre; i del 20% a les Terres de l'Ebre en el mes de gener. El mes d'octubre, tot i tenir un pes important de la WeMO, sobretot a Catalunya, no es donen valors inferiors al 40% en aquesta zona, però sí en el centre del Golf de València. Aquest resultat particular és un exemple que demostra que

l'anàlisi de les fases extremes del patró de la WeMO és capaç d'il·lustrar els seus efectes de manera més evident que mitjançant les correlacions, sobretot, en l'aspecte de dimensió territorial (Figura 26).

Als Pirineus es donen efectes contraris als mesos d'octubre, desembre, gener i març, perquè es dona un increment de la precipitació (fins a valors >160% de mitjana a la Val d'Aran i a la Ribagorça). Aquestes fases tan positives de la WeMO es relacionen amb fluxos del nord-oest de procedència atlàntica. Aquests fluxos arriben amb càrrega d'humitat per la Plana d'Aquitània (sud-oest de l'Estat Francès) fins a la vessant nord dels Pirineus, però en episodis remarcables, els vents humits s'escolen fins a la vessant sud d'aquestes orografies. Cal fixar-se que en el mes de febrer no es detecten aquests episodis, potser per una certa feblesa dels fluxos del nord-oest i la relativa importància dels del nord-est.

Estacionalment, els hiverns amb unes fases extremes positives de la WeMO és quan hi ha una major reducció pluviomètrica a tot el territori, essent màxima al voltant del Golf de València. Seguidament, és a la tardor on la reducció és més perceptible, sobretot, al País Valencià. A l'hivern és quan hi ha una major reducció al País Valencià, però és a la tardor quan la WeMO hi té una màxima correlació, per tant, aquest és un altre exemple de discrepàncies entre els mapes de correlacions i els de les anomalies pluviomètriques en fases extremes. Les reduccions són més minses a la primavera, a més, són més notables en les fases extremes positives de la NAO. Aquest és un resultat coherent si es recorda que a la primavera la NAO té una influència en l'àrea d'estudi molt superior a la WeMO. Durant l'hivern i la tardor, les fases extremes positives de la NAO no aconsegueixen reduir tant la precipitació com les de la WeMO al conjunt dels Països Catalans continentals, a excepció de les Terres de Ponent. (Figura 27). Això justifica un cop més la proposta del patró de la WeMO.

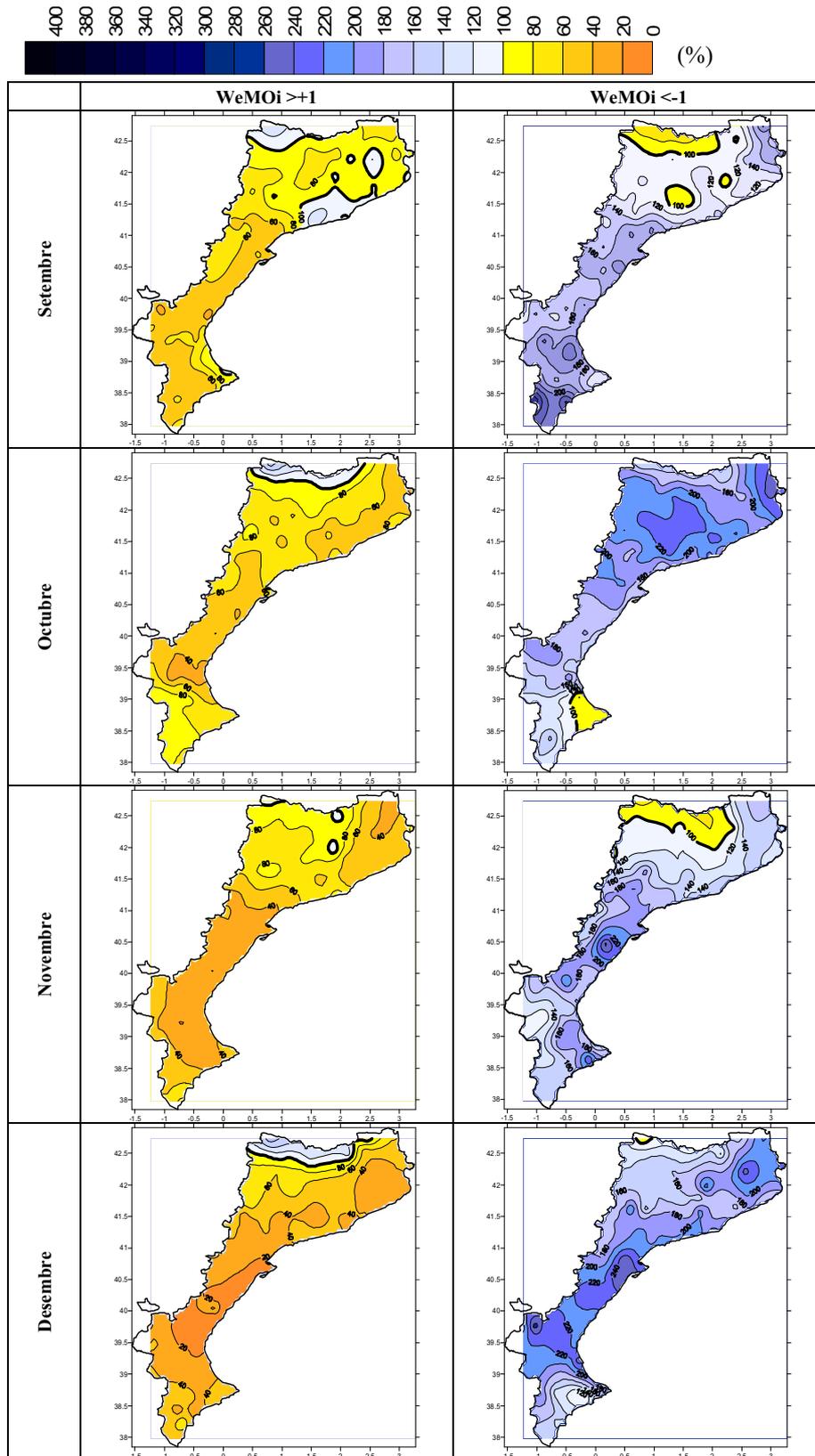
Contràriament –com s'ha dit anteriorment– es troben increments pluviomètrics notables a la Val d'Aran i rodalies en les fases extremes positives de la WeMO a l'estació de la tardor i de l'hivern, que reflecteixen la intrusió dels vents atlàntics que es canalitzen per la capçalera de la Garona (Figura 3 de la Introducció) D'altra banda, a les Muntanyes d'Alacant hi ha un cert increment pluviomètric, encara que lleuger, en les fases extremes positives de la NAO a la tardor i a l'hivern; la seva explicació es troba en el capítol 4 en tractar-se també de situacions extremes positives de l'AOi. No obstant, cal avançar que té relació amb el comportament oposat entre la WeMO i l'AO.

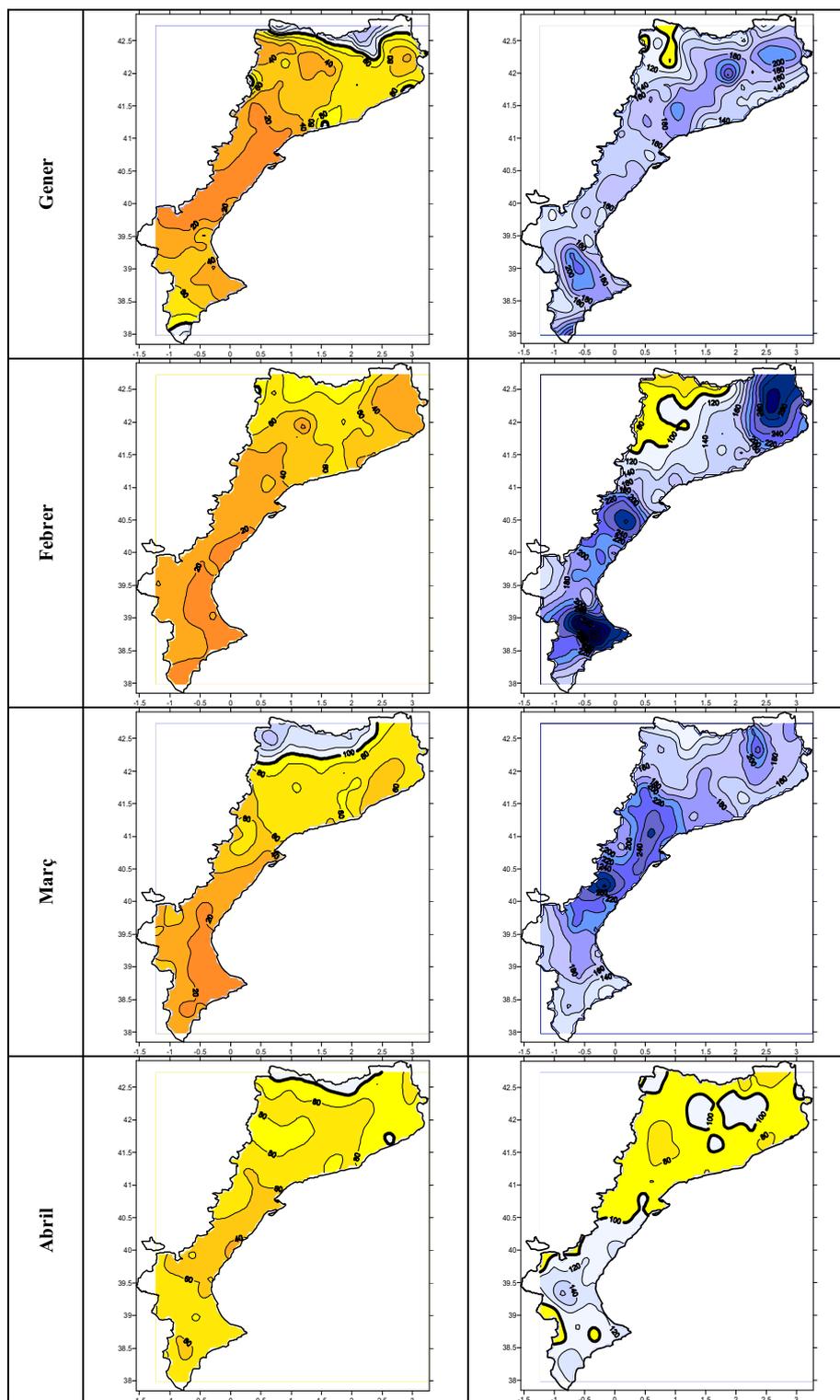
### 2.6.1.2. Fase extrema negativa de la WeMO (WeMOi <-1)

Els increments pluviomètrics més importants en fases extremes de la WeMO tenen lloc en el mes de febrer, amb valors de més del 300% de la mitjana a les Muntanyes d'Alacant i a les comarques de transició entre Girona i Perpinyà (Pirineu Oriental), i de més de 260% al Prelitoral de Castelló. Es tracta de les àrees més ben correlacionades al febrer amb el WeMOi (Figura 18). En canvi, a Catalunya, en general, té uns majors increments al mes d'octubre quan el WeMOi hi té una millor correlació. En principi, els augments més destacats tenen lloc només durant els mesos estrictament del semestre fred (Figura 26). És a dir, en els mesos de setembre i abril els increments són més modestos i irregulars, a excepció del Camp d'Alacant, on en el mes de setembre hi ha un augment considerable, però també és la zona més ben correlacionada dels Països Catalans amb el WeMOi al setembre (Figura 18).

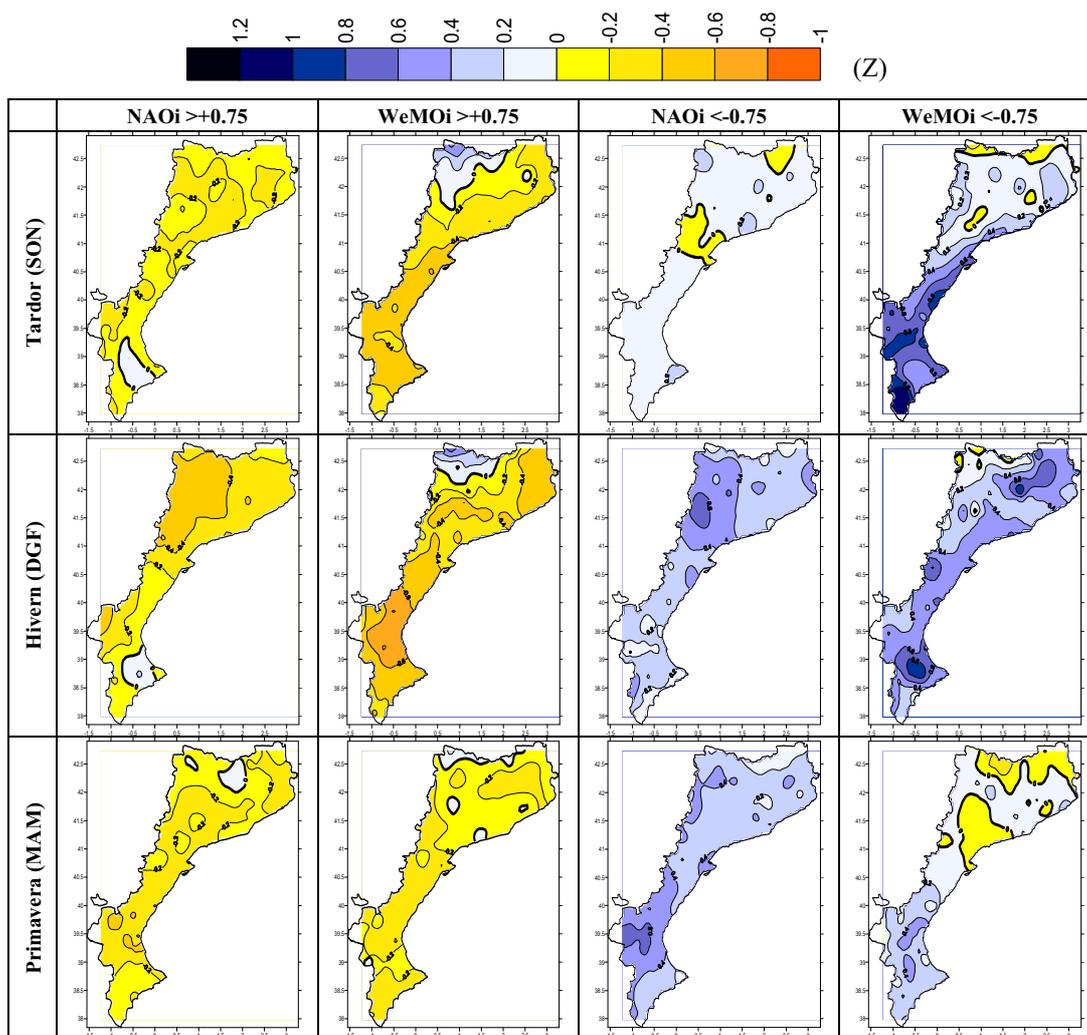
Aquí també fa presència l'efecte contrari als Pirineus, la disminució de la precipitació, però esmorteïda. Els Pirineus Centrals i Occidentals dels Països Catalans apareixen amb una certa reducció de la precipitació, que és màxima a la Val d'Aran (<60%) al mes de febrer. Aquest lleuger detriment pluviomètric a l'Alt Pirineu també es detecta en l'anàlisi estacional de l'hivern i de la tardor.

L'hivern és quan hi ha uns increments pluviomètrics més generalitzats arreu dels Països Catalans continentals, màxims a les valls del sud de València (Vall d'Albaida), als Ports i al conjunt de Catalunya. Les Terres de Ponent tenen uns majors increments durant les fases extremes negatives de la NAO. El conjunt del País Valencià té els majors increments pluviomètrics a la tardor, quan la NAO té una influència quasi nul·la arreu de l'àrea d'estudi continental en aquesta estació (Figura 27). La primavera té les majors variacions de precipitació, sobretot a les terres interiors, segons les fases extremes negatives de la NAO, doncs, els increments amb la WeMO negativa no són gaire regulars i notables com amb la NAO negativa. Unes lleugeres reduccions de precipitació es detecten al voltant de la Val d'Aran i l'Alt Pirineu tant a l'hivern com a la tardor amb una WeMO extrema negativa.





**Figura 26.** Anomalies pluviomètriques dels Països Catalans continentals en % de la mitjana pluviomètrica de referència 1961-1990 en anys amb fases extremes positives (>+1) i negatives (<-1) de la WeMO, per mesos de setembre a abril, del període 1951-2000. (El valor 100 es representa amb una línia en negra i correspon a la mitjana pluviomètrica).



**Figura 27.** Anomalies pluviomètriques dels Països Catalans continentals en valors Z respecte a les mitjanes dels valors estandarditzats dels mesos de cada estació per al període de referència 1961-1990 en anys amb fases extremes positives ( $>+0.75$ ) i negatives ( $<-0.75$ ) de la WeMO i de la NAO, per l'hivern, la primavera i la tardor, del període 1951-2000. (El valor 0 es representa amb una línia en negra i correspon a la mitjana pluviomètrica).

## 2.6.2. PAÏSOS CATALANS INSULARS

Les anàlisis s'han portat a terme només per als mesos d'hivern (desembre, gener i febrer), quan la WeMO té una certa influència en la pluviometria balear (Figura 22). Les anomalies s'han calculat en %. Es tracta del percentatge de la mitjana pluviomètrica, segons el període de referència 1961-1990, que precipita durant els anys amb fases extremes de la WeMO. El valor 100 equival a la mitjana pluviomètrica 1961-1990. Estacionalment, es treballa amb les mitjanes dels valors estandarditzats dels mesos compresos, i el valor 0 equival a la mitjana pluviomètrica. Només s'analitzen les estacions hivern i tardor, que és quan hi ha una certa influència de la WeMO a les Illes, i es comparen amb les fases extremes de la NAO. Els llindars emprats per distingir els anys amb fases extremes, tant mensualment

com estacionalment, són els mateixos utilitzats en les anàlisis per als Països Catalans continentals.

#### 2.6.2.1. Fase extrema positiva de la WeMO ( $WeMO_i > +1$ )

Hi ha una davallada de la precipitació a tota l'àrea de les Illes en els tres mesos d'hivern durant les fases extremes positives de la WeMO. Encara que el mes de desembre és quan hi ha una correlació general més satisfactòria amb la WeMO, és el mes amb una reducció més moderada. El mes amb una disminució més considerable és febrer, amb la màxima reducció a les Pitiüses (<40%). Al febrer és quan hi ha un pes més important de la WeMO per sobre de la NAO a les Pitiüses (Figura 22). Tot i que la correlació entre la pluviometria eivissenca i la WeMO és sols lleugerament significativa al mes de febrer, la reducció per sota del 40% de la mitjana és molt notable (Figura 28).

En el conjunt de l'hivern, les fases extremes positives de la WeMO produeixen una reducció pluviomètrica més important que les fases extremes del mateix signe de la NAO. La màxima reducció amb WeMO extrema positiva té lloc a les Pitiüses. A més, Formentera no té una disminució pluviomètrica durant les fases extremes de la NAO (Figura 29). L'anàlisi d'aquestes anomalies segons les fases extremes dels patrons permeten entreveure una influència considerable de la WeMO a les Illes Balears i per sobre la de la NAO.

#### 2.6.2.2. Fase extrema negativa de la WeMO ( $WeMO_i < -1$ )

En els tres mesos d'hivern hi ha un increment pluviomètric arreu de les Illes Balears durant les fases extremes negatives de la WeMO. Només, el mes de gener té una lleugera reducció pluviomètrica a Ciutadella (Menorca) i a Capdepera (Mallorca), però en aquest mes és quan es dona el major increment a les Pitiüses, essent el màxim a Formentera, per sobre el 200% de la seva mitjana pluviomètrica. En els mesos de gener i febrer, es dibuixa la degradació descrita en l'apartat 2.5.2. de sud-oest a nord-est en el conjunt de l'arxipèlag. D'altra banda, l'increment pluviomètric més notable en el conjunt de les Illes és al febrer, localitzant-se el màxim a Eivissa, per sobre del 180% de la mitjana. El desembre, altra vegada, tot i ser el mes més ben correlacionat amb el  $WeMO_i$ , té els augments de precipitació més modestos (Figura 28).

El conjunt de l'estació hivernal, mostra unes Illes dividides segons la influència de la NAO i de la WeMO. Les Pitiüses respon a un major increment amb la WeMO extrema negativa que no pas amb la NAO. Mallorca té increments modestos tant amb la WeMO com

amb la NAO extrema negativa. Menorca té uns increments lleugers amb la NAO negativa, però nuls amb la WeMO (Figura 29). S'ha de comentar que, en general, la WeMO en fase extrema negativa dóna lloc a uns increments pluviomètrics notables a les Illes Balears, que no eren previstos davant les correlacions generals prèvies obtingudes amb el WeMOi (Figures 22 i 23). A més, a la meitat sud-occidental del quadrant balear, la WeMO demostra tenir un pes més notable que la NAO amb importants anomalies a les Pitiüses.

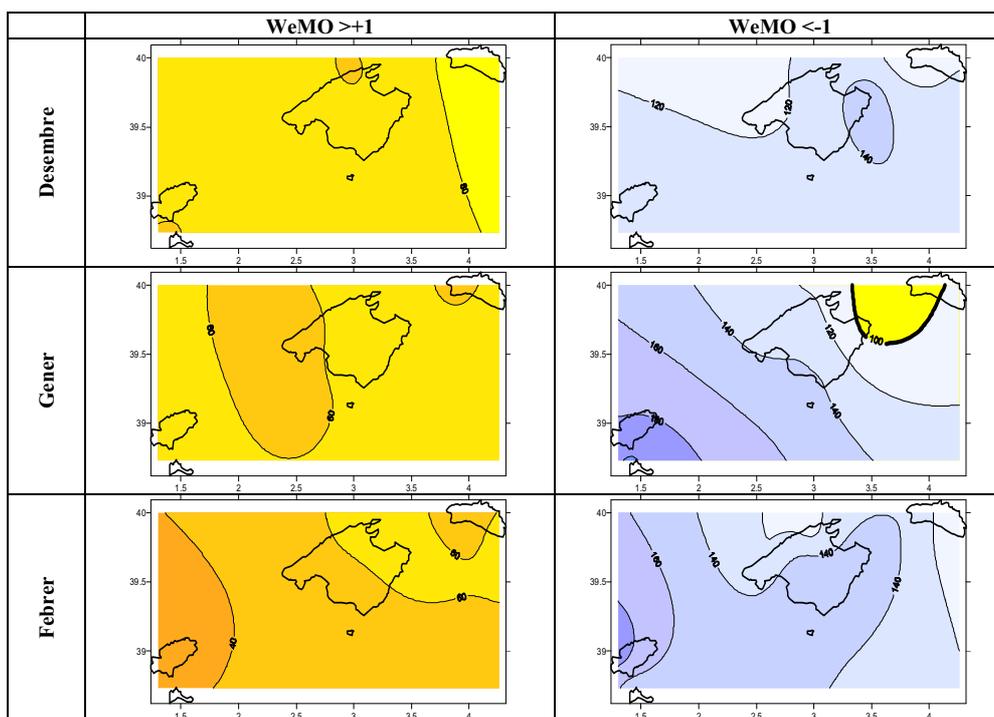


Figura 28. Ídem que Fig. 26, però per a les Illes Balears als mesos hivernals (DGF).

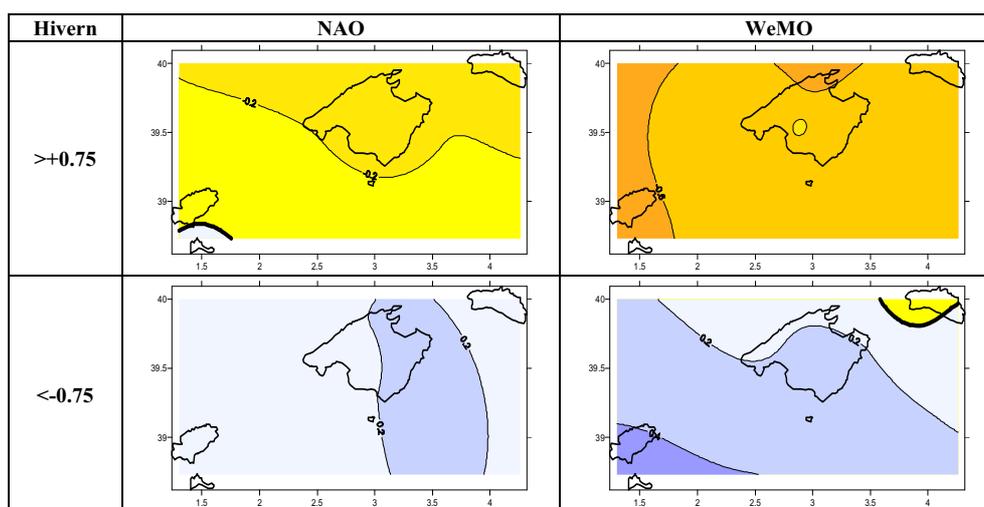


Figura 29. Ídem que Fig. 27, però per a les Illes Balears a l'hivern (DGF).

Davant la funcionalitat de la WeMO amb les anomalies pluviomètriques d'hivern segons la seva fase, àmpliament més satisfactòria que amb les correlacions (Figures 22 i 23), s'assaja per a l'altra estació, on la WeMO té certa correlació significativa a Eivissa, la tardor. A la Figura 30, es mostra com la WeMO és més funcional que la NAO en les fases extremes positives, resultant una disminució apreciables a Sant Antoni de Portmany i a Maó, però és la NAO qui dona lloc a uns majors augments de precipitació en les fases extremes negatives. A l'estació hivernal, la WeMO també guanyava més terreny que la NAO en les fases positives, però no es trobava per sota de la NAO en les fases negatives com a la tardor (Figura 29).

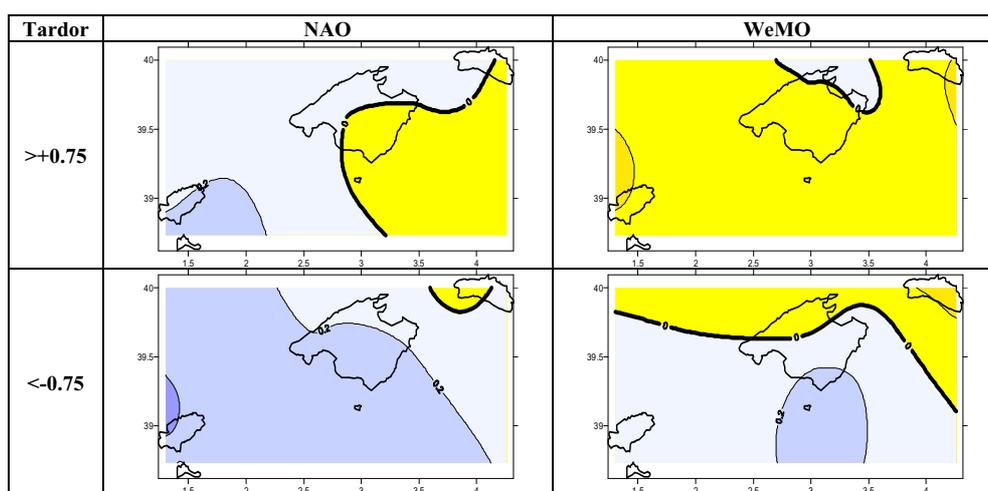


Figura 30. Ídem que Fig. 29, però per a l'estació de tardor (SON).

### 2.6.3. RESUM

La WeMO reflecteix la ciclogènesi mediterrània endògena en el seu període anual de màxima dinàmica, la tardor, i en menor intensitat, però pràcticament igual en l'anàlisi d'anomalies i fins i tot superior en les fases extremes positives, a l'hivern, amb una influència per sobre de la NAO en la precipitació de la major part dels Països Catalans. Les regions que presenten una major resposta són aquelles amb una orientació perpendicular als fluxos de llevant: 1) el País Valencià, 2) el Pirineu més oriental juntament amb les planes del Rosselló i de l'Empordà i 3) les Pitiüses. La influència en l'arxipèlag Balear és més present en l'anàlisi d'anomalies pluviomètriques durant les fases extremes de la WeMO que no pas amb les correlacions en general; les fases extremes positives presenten anomalies pluviomètriques més destacades que les extremes negatives.

## 2.7. APLICACIÓ DIÀRIA DEL WeMOi

Les sèries emprades per a aquesta anàlisi són les 7 dels observatoris de referència esmentats en l'apartat 1.5.2. del capítol 1 (Figura 14 del capítol 1). Són 5 sèries de la línia de costa dels Països Catalans peninsulars (Perpinyà, Barcelona, Tortosa, València i Torrevella) i dos més enllà dels límits septentrional (Marsella) i meridional (Màlaga). D'aquest mode, s'assegura una aplicació per a tota la costa del quadrant nord-occidental del Mediterrani. No s'ha usat cap sèrie de precipitació a resolució diària de les Illes Balears tant per una manca de disponibilitat d'una sèrie fiable com per la influència moderada de la WeMO en aquest arxipèlag. Aquests 7 punts es designen com a sèries principals o de primer ordre per la seva alta qualitat, procediment habitual entre els estudis de pluviometria (Martín-Vide, 1982).

### 2.7.1. CORRELACIONS ENTRE LA PRECIPITACIÓ DELS 7 OBSERVATORIS I EL WeMOi, EL NAOi I LA PRESSIÓ DE SAN FERNANDO A RESOLUCIÓ DIÀRIA

En l'estudi de Martín-Vide i Lopez-Bustins (2004) es va detectar que la WeMO guanyava pes sobre la NAO a mida que les anàlisis es feien a major resolució temporal. A l'escala d'anàlisi diària, la WeMO és àmpliament més explicativa que la NAO i que la mateixa pressió de San Fernando en la majoria dels punts d'estudi.

Es corrobora un bon ajustament al dia D de les sèries diàries de precipitació, car les correlacions més satisfactòries a resolució diària amb el WeMOi tenen lloc en el dia D, sobretot de manera diferenciada, en les 5 sèries més meridionals. Les dues sèries situades més al nord, Perpinyà i Marsella, tenen unes correlacions similars entre el dia D i el D+1. Fet que no indica un mal ajustament al dia D, sinó que l'evolució de les pertorbacions que llisquen pel sud peninsular té un cert *lag* fins que arriben a llurs latituds i longituds (apartat 1.5.2. del capítol 1).

La Taula 6 mostra com Tortosa, situada just a la divisòria entre els Països Catalans de la meitat nord i de la sud, és el punt on el WeMOi a resolució diària obté un coeficient de correlació més elevat en termes absoluts. No obstant, és a València, on el WeMOi assoleix un resultat relatiu més elevat respecte al NAOi. A Perpinyà i Torrevella, la distància del coeficient obtingut amb el WeMOi per sobre del NAOi també és notable. En canvi, les distàncies s'escurcen a Barcelona i Màlaga, i fins i tot, es capgiren a Marsella. En general, les àrees on la WeMO té un domini més clar coincideix amb aquelles zones detectades en les anàlisis per mesos i estacions en els apartats anteriors.

Considerant la pressió de San Fernando, les sèries que s'hi correlacionen més satisfactòriament, fins i tot per sobre del WeMOi i del NAOi, són aquells observatoris ubicats en les línies de costa amb orientació sud: Marsella (Costa Blava), Barcelona (Costa Central) i Màlaga (Costa del Sol). En canvi, aquells que se situen amb una disposició est es correlacionen millor amb el WeMOi per sobre de la mateixa pressió de San Fernando i del NAOi: Perpinyà (Costa Vermella - Plana del Rosselló), Tortosa (Costa Daurada-Delta de l'Ebre), València (Costa dels Tarongers) i Torrevella (Costa Blanca). És de gran importància la característica geogràfica local de l'orientació de la costa i el relleu, doncs, petites discrepàncies en orografies locals poden condicionar la dependència d'una variabilitat pròpiament mediterrània i autònoma, d'una de més atlàntica i dependent d'oscil·lacions ja ben conegudes. Martín-Vide (1982) troba aquesta relació en el règim pluviomètric estacional i en alguna altra variable. Aquest fet s'exemplifica mitjançant la Taula 7 i la Figura 31. Es tracta de dos episodis de precipitació en fases extremes negatives diàries de la WeMO i de la NAO en mesos de febrer de diferents anys. Les respostes pluviomètriques en els 7 observatoris de referència és distinta segons la intensitat que assoleix cada patró. Si el WeMOi és més negatiu que el NAOi, la precipitació serà més quantiosa en aquells observatoris amb orientació est, però amb certa precipitació a la resta; la situació sinòptica és una baixa ben situada al Golf de Cadis amb transició cap a la Mediterrània (situació definida com a Mediterrània) i altes pressions al nord i centre d'Europa. Els fluxos són d'advecció est (Figura 31, esquerra). Si el NAOi és més negatiu que el WeMOi la precipitació és màxima en els d'orientació sud, però gairebé sense precipitació en els d'orientació est pel recorregut continental del flux del sud en arribar a aquests punts; es tracta d'un sistema de baixes pressions a l'oest de la Península Ibèrica amb adveccions de sud/sud-oest, que només arriben humides a les costes d'orientació sud (situació definida com Atlàntica) (Figura 31, dreta) (Azorín-Molina i López-Bustins, 2004). Per últim, només comentar que el NAOi no explica la precipitació diària més satisfactòriament que la mateixa pressió de San Fernando en cap observatori (Taula 6).

Si portem a terme el mateix anàlisi per als episodis intensos de  $>50$  mm/ 24 h i torrencials de  $>100$  mm/ 24 h<sup>2</sup> ocorreguts durant el període 1951-2000, les correlacions entre el WeMOi i aquests episodis són satisfactòries en el dia D en gairebé tots els 7 observatoris (Taula 8 i 9). Perpinyà és la sèrie que registra un major nombre de casos diaris de  $>100$  mm i Tortosa de  $>50$  mm. En ambdós mostres, el WeMOi assoleix unes majors significacions amb els episodis en el dia D en tots els observatoris, a excepció de Torrevella en els episodis de  $>50$  mm i  $>100$  mm, i de Barcelona en els episodis de  $>50$  mm. A més, el WeMOi

---

<sup>2</sup> En aquesta tesi es distingeix entre precipitació intensa (si l'episodi és  $>50$  mm i  $<100$  mm en 24 h) i torrencial (si l'episodi és  $>100$  mm/ 24 h). No obstant, les precipitacions inferiors a 100 mm que tenen lloc en un curt període de temps també poden tenir, òbviament, un caràcter torrencial.

aconsegueix correlacions més elevades que el NAOi i la pròpia pressió de San Fernando, a excepció de Màlaga en els episodis de >50 mm i >100 mm, i Marsella en els episodis de >50 mm. El NAOi i la pressió de San Fernando difícilment es correlacionen amb els episodis en el dia D. El WeMOi cal definir-lo com un patró de teleconnexió regional amb una gran funcionalitat diària, tant per la seva precisió de correlacionar-se en el dia D amb els episodis torrencials com per les elevades significacions obtingudes. El fet que la pressió de San Fernando no obtingui, ni tanta bona precisió en el dia D, ni correlacions tan satisfactòries com el WeMOi, indica que la WeMO és més útil per a la prognosi que les pressions locals de cada punt d'estudi.

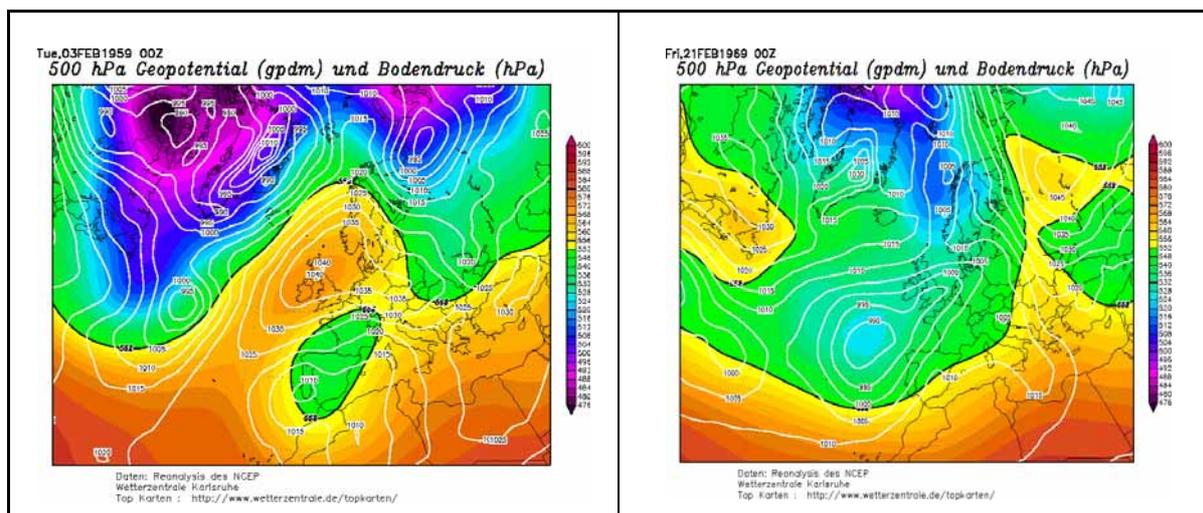
1951-2000	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevel·la	Màlaga
WeMO D-1	5.3	-11.9	-13.3	-20.6	-21.9	-14.9	-29.9
WeMO D	-11.6	-24.3	<b>-23.2</b>	<b>-29.4</b>	<b>-28.1</b>	<b>-18.1</b>	<b>-36.8</b>
WeMO D+1	<b>-14.2</b>	<b>-25.1</b>	-21.0	-24.0	-22.1	-14.0	-24.7
NAO D-1	-9.2	-9.7	-12.7	-12.8	-8.9	-3.8	-24.4
NAO D	<b>-15.2</b>	-15.5	<b>-18.6</b>	<b>-17.9</b>	<b>-13.2</b>	<b>-7.3</b>	<b>-30.2</b>
NAO D+1	-14.3	<b>-15.8</b>	-17.3	-15.5	-10.8	-6.3	-21.4
SF D-1	-13.6	-12.9	-17.5	-18.1	-14.6	-7.8	-35.1
SF D	<b>-21.3</b>	-22.0	<b>-25.1</b>	<b>-26.0</b>	<b>-20.9</b>	<b>-12.2</b>	<b>-42.0</b>
SF D+1	-20.4	<b>-22.6</b>	-21.5	-21.3	-16.6	-9.6	-28.2

**Taula 6.** Significacions dels coeficients de correlació de Pearson entre la pluviometria dels 7 observatoris de referència i el WeMOi, el NAOi i la pressió de San Fernando (SF) a resolució diària per al període 1951-2000. La correlació és significativa al 0.05 si el valor és  $\geq 1.96/$  i al 0.01 si el valor és  $\geq 2.58/$ . (Els valors en negreta són les significacions més altes d'entre els dies D-1, D i D+1 per a cada patró o sèrie de pressió amb cada observatori. Els valors en negreta subratllats corresponen a la significació més elevada que assoleix cada observatori d'entre les variables de la primera columna).

Data	WeMOi	NAOi	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevel·la	Màlaga
03/02/1959	-2.91	-2.09	10.5 mm	<b>108.9 mm</b>	10.7 mm	8.6 mm	<b>20.6 mm</b>	6.5 mm	15.8 mm
21/02/1969	-0.93	-2.65	<b>15.4 mm</b>	0.9 mm	<b>15.8 mm</b>	1.1 mm	1.2 mm	0 mm	<b>11.3 mm</b>

**Taula 7.** Precipitacions enregistrades en cada un dels 7 observatoris en dos episodis diferents de febrer (Figura 31) segons el valor del WeMOi i del NAOi (en negreta, les quantitats més destacades).

El WeMOi, a resolució diària, detecta els episodis de >50 mm i >100 mm en 24 h amb més precisió, entre els 7 observatoris, a Perpinyà i a Màlaga, però és més satisfactori el resultat aconseguit al Rosselló perquè el NAOi i la pressió de San Fernando no hi obtenen unes correlacions tan satisfactòries; en canvi, els episodis torrencials de la Costa del Sol es defineixen millor amb la pressió del Golf de Cadis per la proximitat geogràfica. Els episodis de >50 mm que tenen lloc a la Costa Brava també es defineixen millor per la pressió de San Fernando, ja que són estrictament depenent de les adveccions de sud lligades a baixes situades a l'oest peninsular.



**Figura 31.** Mapes sinòtics de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 3 de febrer de 1959 (esquerra) i del dia 22 de febrer de 1969 (tant els mapes del mateix dia com del dia anterior són iguals de representatius perquè són de les 00 h solars).

>50 mm/ 24 h	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevel·la	Màlaga
Nº Casos	47	74	70	77	63	19	76
WeMO D-1	0.13	-8.14	-4.62	-8.45	-10.27	-4.32	-13.76
WeMO D	<b>-4.67</b>	<b>-13.31</b>	-7.66	<b>-11.24</b>	<b>-10.95</b>	-5.20	<b>-14.82</b>
WeMO D+1	-3.73	-12.84	<b>-7.79</b>	-10.29	-8.51	<b>-5.29</b>	-9.71
NAO D-1	-2.62	-3.84	-1.62	-3.07	-2.98	-1.15	-12.23
NAO D	<b>-4.76</b>	-6.56	-3.67	<b>-4.80</b>	<b>-3.35</b>	-1.68	<b>-13.93</b>
NAO D+1	-3.60	<b>-6.83</b>	<b>-4.20</b>	-4.68	-2.39	<b>-1.95</b>	-9.22
SF D-1	-3.81	-5.53	-3.27	-5.80	-5.46	-1.68	-16.39
SF D	<b>-6.54</b>	-9.82	<b>-5.79</b>	<b>-8.40</b>	<b>-6.45</b>	-2.81	<b>-17.50</b>
SF D+1	-4.89	<b>-10.09</b>	-5.71	-7.61	-4.99	<b>-3.26</b>	-10.97

**Taula 8.** Significacions dels coeficients de correlació de Pearson entre els episodis de >50 mm/ 24 h dels 7 observatoris de referència i el WeMOi, el NAOi i la pressió de San Fernando (SF) per al període 1951-2000. La correlació és significativa al 0.05 si el valor és  $\geq 1.96/$  i al 0.01 si el valor és  $\geq 2.58/$ . (La correlació és entre tots els dies compresos en el període 1951-2000, 18.364 dies; les dates quan té lloc >50 mm/ 24 h se substitueix per 1, a la resta de dates se'ls atribueix el valor 0).

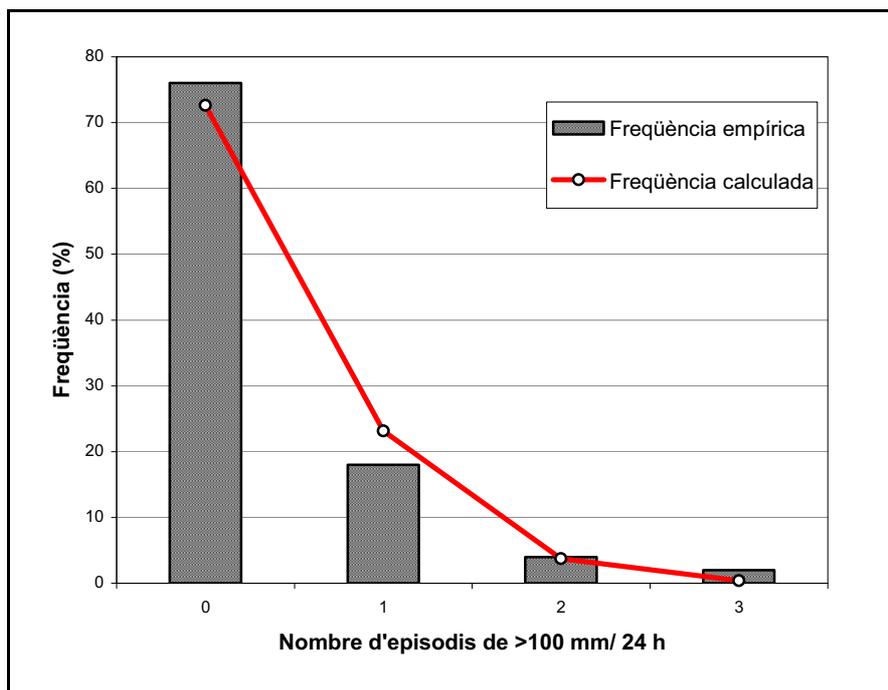
>100 mm/ 24 h	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevel·la	Màlaga
Nº Casos	3	16	3	9	13	5	8
WeMO D-1	-0.65	-4.74	-2.35	-2.72	-4.06	-2.58	-5.62
WeMO D	<b>-1.58</b>	<b>-7.06</b>	<b>-3.61</b>	<b>-4.16</b>	<b>-4.19</b>	-2.54	<b>-6.09</b>
WeMO D+1	-0.44	-6.58	-3.17	-3.85	-3.79	<b>-3.00</b>	-1.88
NAO D-1	-0.69	-1.80	0.05	<b>-1.24</b>	0.17	0.05	-3.84
NAO D	<b>-1.06</b>	-2.82	-0.75	-1.23	-0.59	-0.24	<b>-4.47</b>
NAO D+1	-0.70	<b>-3.17</b>	<b>-0.87</b>	-1.02	<b>-0.98</b>	<b>-0.37</b>	-1.46
SF D-1	-0.51	-2.38	-0.90	-1.89	-1.71	-0.22	-5.74
SF D	<b>-1.23</b>	-4.29	<b>-1.70</b>	<b>-3.23</b>	-2.35	0.10	<b>-6.19</b>
SF D+1	-0.45	<b>-4.72</b>	-1.25	-2.60	<b>-2.37</b>	<b>-0.53</b>	-2.92

**Taula 9.** Ídem que Taula 8, però per als episodis de >100 mm/ 24 h.

La baixa probabilitat d'ocurrència de fenòmens rars, com les pluges torrencials de  $>100 \text{ mm/24 h}$ , és sovint subjecte d'anàlisi per permetre dissenyar un pla d'emergències i mitigació dels seus efectes. Per exemple, es pot usar l'ajust mitjançant la Llei de *Poisson*:

$$P(X = k) = e^{-\lambda} \cdot \lambda^k / k!$$
, essent  $\lambda$  el paràmetre de la distribució, equivalent a la mitjana i a la variància mostrals, i  $k$  el nombre de casos.

A continuació, s'aplica als episodis de  $>100 \text{ mm}$  en 24 h que han tingut a Perpinyà, que és on se n'han acumulat més dels 7 punts d'estudi al llarg de la segona meitat de l'últim segle. Es tracta de 16 episodis en 50 anys, per tant,  $\lambda = 0.32$ , com a mitjana del nombre d'episodis per any. A la Figura 32, l'ajustament de les freqüències calculades a les freqüències empíriques és força remarcable. Es troba que la freqüència d'un episodi de  $>100 \text{ mm/24 h}$  a Perpinyà en un any és de 27.4%, lleugerament per sobre l'empírica, 24.0%. L'ocurrència de dos episodis en un mateix any ha estat un ajustament també satisfactori, amb una freqüència calculada de 3.7%, quan l'empírica és del 4%.



**Figura 32.** Ajustament de la freqüència empírica dels episodis de  $>100 \text{ mm}$  en 24 h a Perpinyà durant el període 1951-2000 mitjançant la Llei de *Poisson*.

## 2.7.2. EL WeMOI A RESOLUCIÓ DIÀRIA COM A EINA DE PREDICCIÓ D'EPISODIS DE PRECIPITACIÓ INTENSA I TORRENCIAL

L'enfocament d'aquest anàlisi és bidireccional. Primer, es tracta de calcular la distribució en intervals del WeMOi diari d'episodis de precipitació d'un determinat llindar i deduir-ne els valors de l'índex més freqüents. En un altra direcció, es pot establir una sèrie de llindars del WeMOi i calcular-ne la freqüència d'ocurrència de dies de precipitació de diferents llindars. Haylock i Goodess (2004) analitzen probabilitats torrencials hivernals (>90è percentil) per a Europa, estudiant el comportament de la NAO, però no empren el seu índex diari. El mateix succeeix a l'estudi de Rodrigo (2006) d'anàlisis d'intensitats pluviomètriques a l'hivern a la Península Ibèrica. Cal recalcar que aquesta anàlisi és un càlcul de la freqüència d'episodis i no de probabilitats com Clavero Paricio (1983) féu per precipitacions intenses en diversos observatoris de Catalunya.

### 2.7.2.1. Distribució del WeMOi diari d'episodis torrencials

El llindar escollit per a l'anàlisi és  $>100$  mm/ 24 h i el període 1951-2000. Se seleccionen els episodis de les 7 sèries de referència. Se'n dedueixen 57 casos, tot i que València i Torrevella tenen un cas en el mateix dia. A cada data en què té lloc un d'aquests dies de precipitació torrencial se li atribueixen els corresponents valors diaris del WeMOi i del NAOi (Taula 10). És important detectar que a cap episodi se li ha atribuït un valor positiu del WeMOi, quan el NAOi és positiu en el 32% dels casos. Dit d'una altra manera, al llarg del període d'estudi no s'ha trobat cap episodi de precipitació torrencial amb WeMOi positiu, per tant, el WeMOi demostra la seva funcionalitat superior, una vegada més, sobre altres indicadors.

La major concentració de dies de precipitació  $>100$  mm és a l'interval (-2, -1) del WeMOi, però no implica que amb valors més negatius del WeMOi es redueixi la probabilitat d'ocurrència d'episodis, sinó que la freqüència empírica de dies amb valors extrems negatius és menor. El NAOi agrupa episodis amb valors molt positius, doncs, acumula més d'un cas en l'interval (1, 2), i els valors més freqüents són els dels intervals centrals (-1, 0) i (0, 1) (Figura 33). És a l'interval (-1, 1) que els valors diaris del WeMOi indiquen una fase neutra del patró (Lopez-Bustins i Azorin-Molina, 2005), però sovint s'utilitza l'interval més estricte (-0.5, 0.5) (López-Bustins i Azorín-Molina, 2004), sobretot amb els valors mensuals de l'índex que tenen menys variabilitat que els valors diaris.

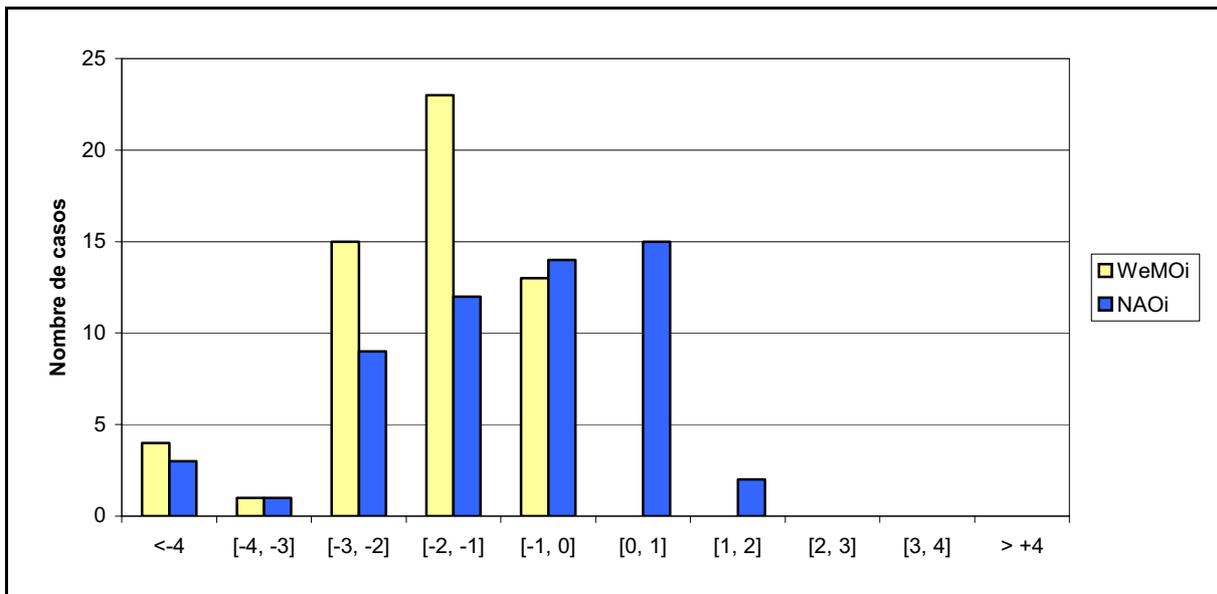
DATA	LLOC	PRECIP (mm)	WeMOi diari	NAOi diari	DATA	LLOC	PRECIP (mm)	WeMOi diari	NAOi diari
12/09/1951	Tortosa	112.8	-0.83	1.09	07/11/1971	Tortosa	124.5	-2.18	-1.87
30/10/1951	Marsella	106.8	-1.44	-0.10	05/12/1971	Barcelona	196.0	-2.65	0.09
06/12/1953	Perpinyà	113.5	-2.44	0.71	17/10/1972	Torreveija	119.8	-1.70	-2.45
16/11/1956	Màlaga	104.4	-0.55	-0.16	04/06/1973	València	101.4	-0.37	-0.34
17/11/1956	València	262.6	-1.12	0.66	02/10/1973	Marsella	140.0	-1.48	-0.85
29/05/1957	Tortosa	116.6	-0.62	-1.38	18/05/1977	Perpinyà	127.2	-1.78	-1.38
27/09/1957	Màlaga	313.0	-0.50	-0.73	18/10/1977	Perpinyà	111.2	-2.21	-0.80
14/10/1957	València	125.1	-1.70	0.07	18/01/1979	Màlaga	121.5	-4.10	-4.77
18/06/1958	València	123.0	-1.55	-1.71	26/02/1980	València	101.5	-0.20	0.10
03/02/1959	Perpinyà	108.9	-2.89	-2.07	16/02/1982	Perpinyà	177.8	-2.41	-1.27
02/09/1959	Perpinyà	186.1	-0.84	0.04	18/04/1982	València	105.6	-0.58	-1.30
20/09/1959	Tortosa	114.4	-1.49	0.45	21/10/1982	Tortosa	119.7	-2.68	-0.13
29/09/1959	Perpinyà	127.1	-1.68	-1.13	06/11/1982	Màlaga	147.1	-4.05	-2.37
25/10/1959	Torreveija	114.8	-0.48	1.58	27/02/1984	Màlaga	126.6	-1.68	-2.48
05/06/1960	Tortosa	104.2	-0.82	-1.1	21/02/1985	Torreveija	220.0	-1.84	0.35
24/02/1962	Tortosa	104.5	-2.03	-3.42	26/10/1985	Perpinyà	136.6	-1.89	-1.51
13/09/1963	Perpinyà	105.6	-1.14	1.00	01/03/1986	Perpinyà	117.8	-4.21	-4.79
15/09/1963	València	111.1	-1.10	0.04	04/10/1987	Barcelona	144.1	-2.79	-0.28
10/10/1965	Perpinyà	165.2	-0.88	-2.19	04/09/1989	València	134.4	-0.69	-0.74
19/10/1965	Tortosa	176.5	-1.35	0.66	04/09/1989	Torreveija	240.0	-0.69	-0.74
29/10/1965	València	147.5	-1.81	0.26	14/11/1989	Màlaga	140.2	-3.04	-2.63
10/10/1966	València	148.4	-1.51	-1.06	01/12/1989	Torreveija	112.2	-1.82	0.50
18/02/1969	Màlaga	112.3	-4.16	-4.61	26/09/1992	Perpinyà	124.6	-2.20	-0.89
22/02/1969	Màlaga	151.0	-1.81	-2.89	29/09/1994	Barcelona	114.6	-1.78	-1.89
04/03/1969	Perpinyà	116.8	-1.19	-1.17	10/10/1994	Tortosa	110.3	-2.32	-0.17
04/04/1969	Perpinyà	112.5	-2.21	-0.06	12/11/1999	Perpinyà	222.0	-2.96	-2.31
05/10/1969	València	108.2	-1.56	0.79	19/09/2000	Marsella	200.0	-0.23	-2.02
11/10/1970	Perpinyà	121.6	-1.61	0.12	23/10/2000	València	165.0	-2.27	-0.05
06/10/1971	València	140.3	-2.73	0.87					

**Taula 10.** Llistat d'episodis de >100 mm en 24 h dels 7 punts d'estudi al llarg del període 1951-2000 amb els corresponents valors del WeMOi i del NAOi.

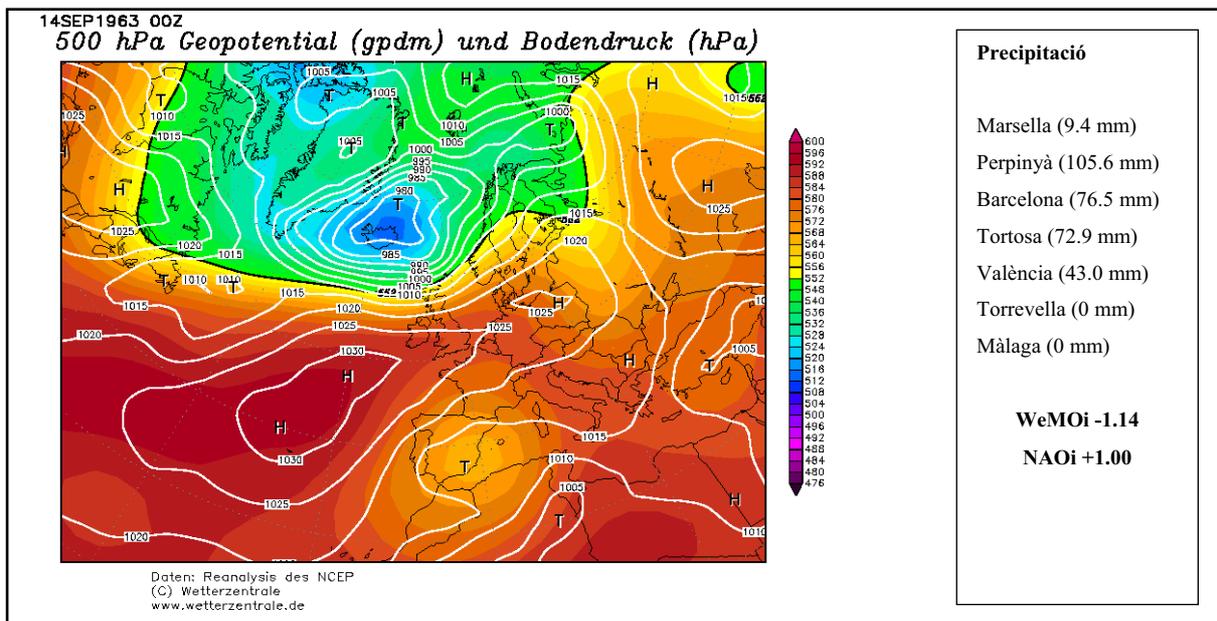
El 13 de setembre de 1963 és una data amb un valor negatiu del WeMOi (-1.14), però al mateix temps amb un valor positiu del NAOi (+1.00) (Figura 34). Els centres d'acció – baixa d'Islàndia i alta de les Açores– del patró de la NAO estan adequadament situats com a fase positiva, però, una falca anticiclònica des de l'Atlàntic dona lloc a altes pressions sobre Europa Central que juntament amb una baixa sobre el Mar d'Alboran afavoreixen fluxos de llevant, fase pròpiament negativa de la WeMO. Aquest mapa sinòptic mostra la independència total del patró regional de la WeMO del de la NAO a l'escala temporal diària. En aquesta data, les precipitacions foren superiors als 100 mm a la Plana del Rosselló, i intenses a Catalunya i al País Valencià. En canvi, Marsella tingué un registre modest i Màlaga no en tingué. En aquesta situació es demostra que aquests punts situats més enllà dels extrems dels Països Catalans són més dependents de la NAO.

Si es calculen els valors mitjans del WeMOi i del NAOi dels dies de precipitació >100 mm per a cada observatori, Màlaga obté un índex molt negatiu del WeMOi, però encara més

negatiu del NAOi. Els episodis torrencials que ocorren amb WeMOi extrem negatiu a Màlaga coincideixen amb valors del NAOi encara més negatius. El mateix succeeix a Marsella, que obté unes mitjanes molt similars per a ambdós índexs. En els altres observatoris, el WeMOi sempre és un punt aproximadament, en valor absolut, per sobre del NAOi; a Barcelona és gairebé dos punts, però s'ha de tenir en compte que només compta amb tres episodis (Taula 11).



**Figura 33.** Distribució dels valors del WeMOi i del NAOi<sup>3</sup> dels dies en què en algun dels 7 observatoris hi ha hagut almenys un episodi >100 mm/24 h del període 1951-2000.



**Figura 34.** Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 14 de setembre de 1963 a les 00 h solars. Registres pluviomètrics corresponents de cada un dels 7 punts d'estudi i valors del WeMOi i del NAOi del dia 13 de setembre de 1963.

<sup>3</sup> Els valors diaris del NAOi, igual que els del WeMOi, mai seran nombres enters perquè també són resultat d'una diferència de valors normalitzats. En conseqüència, els intervals de classe són tancats.

	WeMOi	NAOi	/WeMOi/ - /NAOi/
<b>Marsella</b>	-1.05	-0.99	0.06
<b>Perpinyà</b>	-2.03	-1.11	0.93
<b>Barcelona</b>	-2.41	-0.69	1.71
<b>Tortosa</b>	-1.59	-0.65	0.94
<b>València</b>	-1.32	-0.19	1.14
<b>Torrevel·la</b>	-1.31	-0.15	1.15
<b>Màlaga</b>	-2.49	-2.58	-0.09

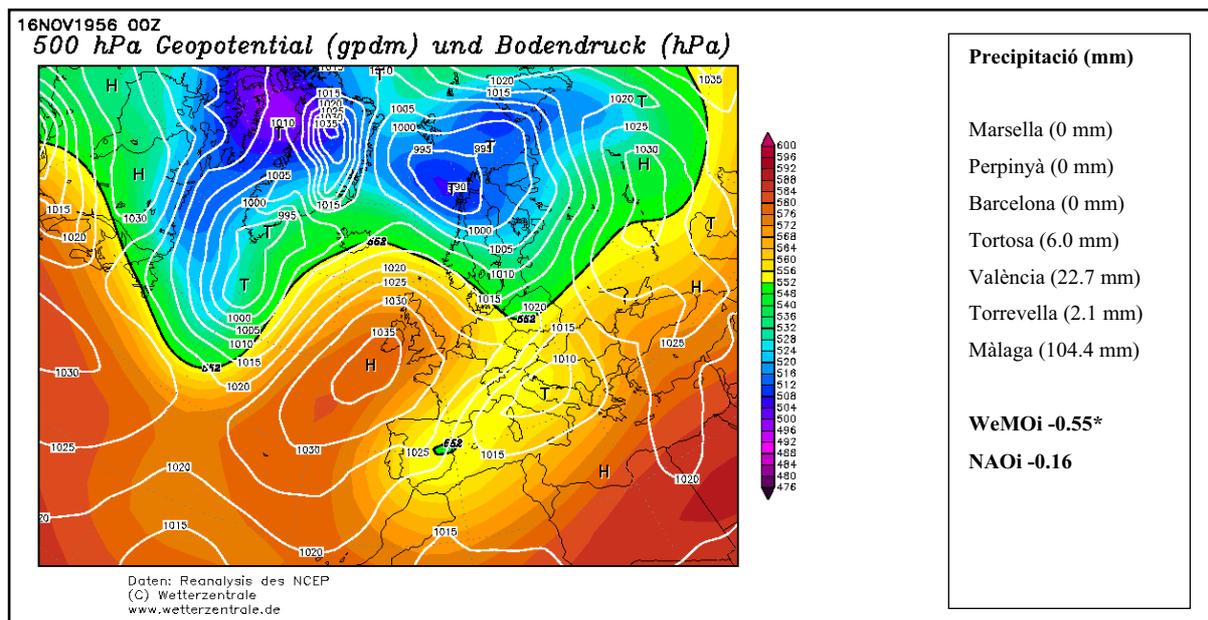
**Taula 11.** Mitjana dels valors del WeMOi i del NAOi dels dies amb episodis de >100 mm en 24 h. A la tercera columna es mostren les diferències entre els valors absoluts.

Si s'analitza els valors dels dos índexs en els dies de precipitació de  $\geq 200$  mm en 24 h, que són 6 casos, el WeMOi es presenta notablement com el més negatiu a València, Torrevel·la i Perpinyà, en canvi, a Màlaga i Marsella són més dependents, coherentment, d'uns valors més negatius del NAOi. D'altra banda, cal destacar la irregularitat pluviomètrica de Torrevel·la, que és l'únic punt que acumula més de dos casos de  $\geq 200$  mm en 24 h, però en canvi, és on la mitjana pluviomètrica anual és més minsa en el període d'anàlisi (249.4 mm) (Taula 12).

Una darrera característica dels dies de precipitació de >100 mm/ 24 h és que a vegades poden ocórrer en fases neutra-negatives de la WeMO, normalment catalogades com a situacions d'excepció (Figura 1 del capítol 1). Es tracta de situacions de NE, que és quan la mateixa isòbara passa pel Golf de Cadis i el nord d'Itàlia aproximadament. Aquests fluxos del nord-est normalment tenen un origen continental eixut, però esdevenen marítims en el seu recorregut per la Mar Catalanobalear per a València i Torrevel·la sobretot, i també per a Màlaga, en els casos que els vents giren a llevant just en arribar a les latituds de l'Estret de Gibraltar (Figura 35). D'aquí, s'explica en part el nombre de casos en l'interval (-1, 0) de la Figura 33.

DATA	LLOC	PRECIP (mm)	WeMOi diari	NAOi diari
17/11/1956	València	262.6	-1.12	0.66
27/09/1957	Màlaga	313.0	-0.50	-0.73
21/02/1985	Torrevel·la	220.0	-1.84	0.35
04/09/1989	Torrevel·la	240.0	-0.69	-0.74
12/11/1999	Perpinyà	222.0	-2.96	-2.31
19/09/2000	Marsella	200.0	-0.23	-2.02

**Taula 12.** Ídem que Taula 10, però amb episodis  $\geq 200$  mm en 24 h.



**Figura 35.** Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 16 de novembre de 1956 representant una típica situació de fase neutra-negativa de la WeMO. S'hi anoten els corresponents registres pluviomètrics de cada un dels 7 punts.

\*Encara que sobrepassi lleugerament el llindar estricte de la fase neutra (-0.5, 0.5) del WeMOi segons López-Bustins i Azorín Molina (2004), és una situació típicament neutra en tractar-se d'un valor de resolució diària que poden assolir valors absoluts de l'índex més elevats.

### 2.7.2.2. Anàlisis de freqüències d'episodis de distints llindars segons el valor diari del WeMOi

Per avaluar les freqüències d'episodis de cada observatori, primer, cal saber la freqüència normal d'ocurrència en cada punt dels episodis de diferent llindar. El punt amb una precipitació mitjana més elevada és Barcelona, però el que té una freqüència més elevada de dies amb una precipitació  $\geq 0.1$  mm és Perpinyà. El llindar  $>10$  mm és màxim a Barcelona, però el més torrencial,  $>100$  mm, és a Perpinyà (Taula 13).

1951-2000	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevella	Màlaga
$\geq 0.1$ mm	22.7 %	25.1 %	22.3 %	22.4 %	19.3 %	10.9 %	15.0 %
$>10$ mm	5.0 %	4.2 %	5.2 %	4.2 %	3.3 %	1.8 %	4.6 %
$>100$ mm	0.02 %	0.09 %	0.02 %	0.05 %	0.07 %	0.03 %	0.04 %
X 1951-2000	589.7 mm	579.1 mm	630.5 mm	549.6 mm	452.3 mm	249.4 mm	560.3 mm

**Taula 13.** Freqüències d'ocurrències de dies de precipitació superiors a  $\geq 0.1$  mm,  $>10$  mm i  $>100$  mm en cada punt i mitjana pluviomètrica del període 1951-2000.

Si establim un llindar del WeMOi  $<-2$ , les màximes probabilitats d'ocórrer un dia amb registre pluviomètric les trobem a València per sobre del 70%. Tortosa i Màlaga també tenen probabilitats, per sobre del 70%. Torrevella, tot i obtenir la freqüència més baixa, quadruplica les seves probabilitats, ja que la seva freqüència normal només és del 10.9%. Si

s'apuja el llindar a >10 mm, Màlaga i Perpinyà n'obtenen els % més elevats, seguits de Tortosa. La freqüència de dies amb >100 mm, tot i només representar un 1.2% per Perpinyà, és molt més elevada que el 0.09% inicial (Taula 14).

Són més interessants les freqüències obtingudes amb un valor molt extrem del WeMOi. Si el WeMOi és inferior a -4, s'assegura en més d'un 90% que precipiti  $\geq 0.1$  mm a Tortosa i en més d'un 80% a Perpinyà, Barcelona, València i Màlaga; i en més d'un 60% a Perpinyà i Màlaga, que la precipitació sigui superior als 10 mm. Els 100 mm arriben fins a una freqüència de més del 10% a Màlaga i de més del 3% a Perpinyà.

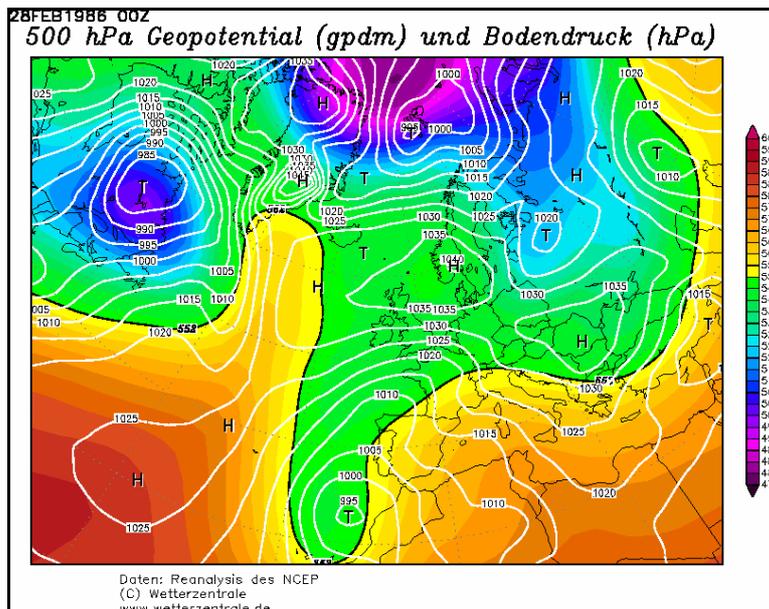
WeMOi diari (nº de dies)	Llindar episodi	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevel·la	Màlaga
<-4 (29)	$\geq 0.1$ mm	51.7 %	82.8 %	86.2 %	93.1 %	82.8 %	44.8 %	89.7 %
	>10 mm	3.4 %	62.1 %	41.4 %	34.5 %	20.7 %	0 %	65.5 %
	>100 mm	0%	3.4%	0%	0%	0%	0%	10.3%
<-2 (659)	$\geq 0.1$ mm	39.7%	59.5%	61.8%	71.3%	71.8%	44.9%	70.6%
	>10 mm	10.3%	27.2%	22.9%	25.2%	22.2%	8.3%	39.9%
	>100 mm	0%	1.2%	0.3%	0.6%	0.3%	0%	0.6%
>+4 (44)	$\geq 0.1$ mm	40.9 %	84.1 %	4.5 %	29.5 %	2.3 %	2.3 %	0 %
	>10 mm	2.3 %	13.6 %	0 %	2.3 %	0 %	0 %	0 %
	>100 mm	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
>+2 (1.035)	$\geq 0.1$ mm	28.5%	44.1%	8.3%	12.9%	3.1%	2.2%	2.9%
	>10 mm	1.4%	2.2%	0.6%	0.3%	0%	0.1%	0.1%
	>100 mm	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

**Taula 14.** Freqüències d'episodis de  $\geq 0.1$  mm, >10 mm i >100 mm segons els llindars <-4, <-2, >+4 i >+2 del WeMOi a resolució diària en els 7 punts d'estudi durant el període 1951-2000.

En 50 anys, només tres dies han tingut un valor del WeMOi inferior a -5 (Taula 15). D'aquests tres, va ploure cada dia en els 7 punts, a excepció de Marsella i Torrevel·la on només hi va ploure dos dies. El 100% es manté a Perpinyà per al llindar >10 mm. En canvi, cap dels 7 punts va registrar una precipitació superior als 100 mm en cap dels 3 dies. El 28 de febrer de 1986 és el dia amb un WeMOi més negatiu del període 1951-2000, -5.90 (Figura 36); el registre més destacat fou a Perpinyà amb 24.8 mm. La configuració sinòptica és oposada a la ubicació normal o de fase positiva dels centres d'acció. Hi ha l'establiment d'una baixa profunda al Golf de Cadis. El nord d'Itàlia es troba sota la influència de l'anticicló tèrmic d'Europa Central. El resultat és un front de retrocés sobre la façana marítima dels Països Catalans (Estrela *et al.*, 2002).

Data	WeMOi	Marsella	Perpinyà	Barcelona	Tortosa	València	Torrevel·la	Màlaga
28-02-1986	-5.90	0.0 mm	24.8 mm	1.3 mm	0.4 mm	0.4 mm	0.0 mm	0.3 mm
07-11-1982	-5.56	0.2 mm	22.2 mm	30.0 mm	1.9 mm	7.6 mm	0.8 mm	32.0 mm
15-12-1995	-5.09	1.2 mm	41.2 mm	30.7 mm	15.0 mm	8.7 mm	0.7 mm	17.4 mm
28-12-1999	+5.28	0.0 mm	4.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
15-01-1981	+5.30	0.0 mm	4.5 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm
02-12-1976	+5.99	0.4 mm	7.7 mm	0.0 mm	3.7 mm	0.0 mm	0.0 mm	0.0 mm

**Taula 15.** Registres pluviomètrics en els 7 punts d'estudi en els 3 dies de valor del WeMOi més extrem negatiu (3 primeres files) i positiu (3 últimes files).



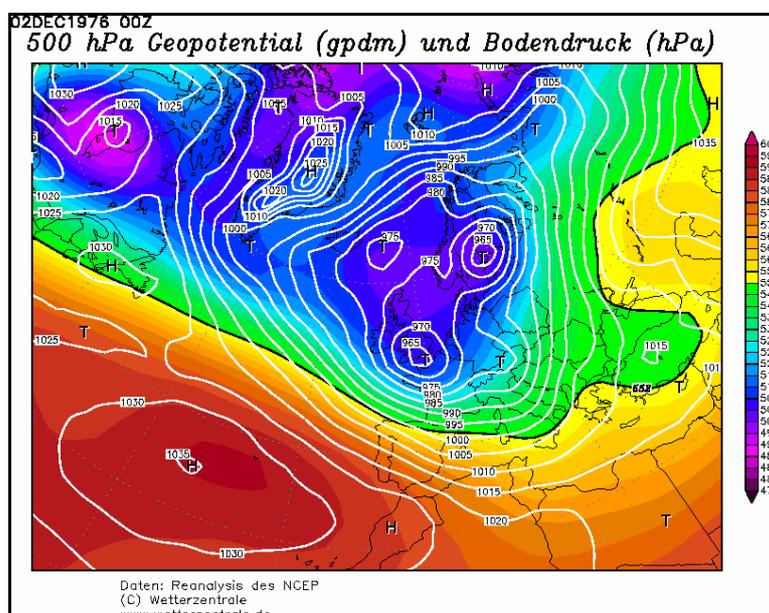
**Figura 36.** Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 28 de febrer de 1986.

En una anàlisi de les fases extremes positives, cal esperar unes freqüències de precipitació molt reduïdes. No obstant, alguns observatoris presenten comportaments contradictoris. El llindar  $>+2$  redueix per sota del 10% les probabilitats de dia de pluja a Barcelona, València, Torrevella i Màlaga, però Marsella i Perpinyà obtenen unes freqüències per sobre de les normals, sobretot en el cas del punt de la Catalunya Nord. En canvi, en el cas dels episodis  $>10$  mm, tots els punts es troben per sota de les freqüències normals, molt properes a 0, i els episodis torrencials no hi tenen lloc (Taula 14).

El llindar  $>+4$  confirma el que s'entreveia amb l'anterior llindar. Perpinyà obté un % freqüencial de dia de pluja molt elevat, més del 80%; Marsella, més del 40%, i Tortosa, molt proper al 30%. En el cas de Perpinyà, la freqüència és lleugerament més elevada que amb l'interval  $<-4$ . En els episodis de  $>10$  mm, Perpinyà obté un 13.6%, molt inferior de l'obtingut amb  $<-4$ , i Tortosa i Marsella, 2.3%. La resta romanen, òbviament, amb un 0%.

Si es detecten els dies amb una fase extrema positiva superior a  $+5$ , Perpinyà té una precipitació assegurada però minsa, Marsella i Tortosa tenen precipitació en un dia, i els altres punts en cap dia. El 2 de desembre de 1976 és el dia amb un WeMOi més positiu,  $+5.99$ . Es tracta d'una situació amb un front circulant pel Massís Central francès i el nord peninsular ibèric, amb una baixa localitzada al Canal de la Mànega. Les baixes pressions dominen tot Europa Occidental fins als nords peninsulars ibèric i italià. Una falca anticiclònica s'estén entre les Illes Canàries i el Golf de Cadis. Els fluxos marítims s'escolen per la Plana d'Aquitània i arriben, encara que debilitats, fins a la Plana del Rosselló i la Costa Blava. De fet, Perpinyà es troba just al peu de la vessant nord dels Pirineus. Del mateix mode, els fluxos atlàntics s'escolen per la Vall de l'Ebre fins al delta. D'aquí, les

precipitacions que es donen a Perpinyà i a Tortosa en les fases extremes positives de la WeMO. El caràcter pluviomètric d'aquests episodis, d'origen atlàntic, a l'àrea d'estudi és normalment dèbil i no tindran lloc precipitacions torrencials. Els episodis >10 mm són més freqüents amb les fases negatives que amb les positives de la WeMO, fet que indica que tenen un origen mediterrani.

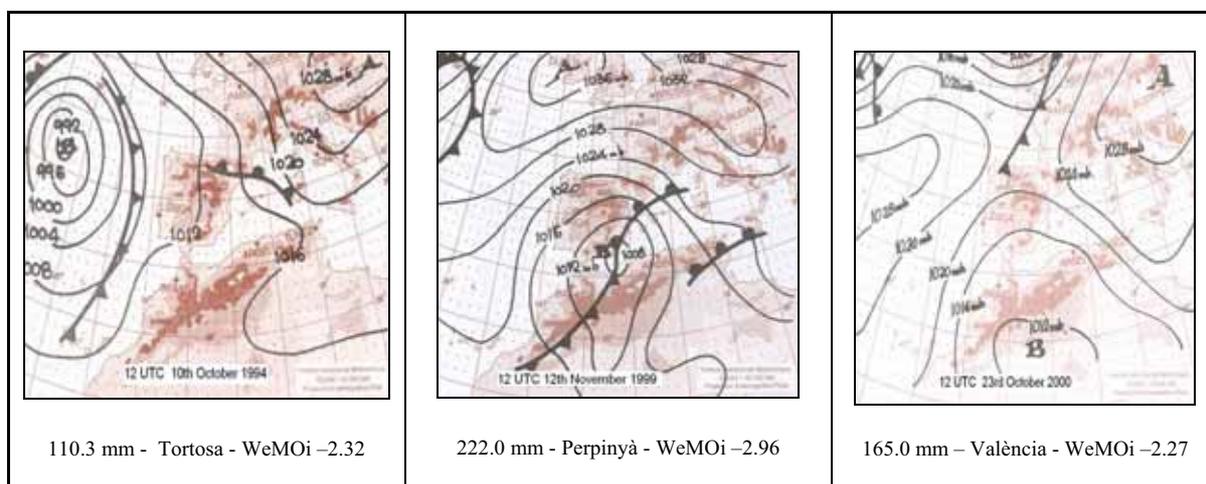


**Figura 37.** Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del dia 2 de desembre de 1976.

### 2.7.2.3. Avaluació de l'ús del WeMOi per al càlcul de freqüències pluviomètriques a resolució diària a l'àmbit dels Països Catalans

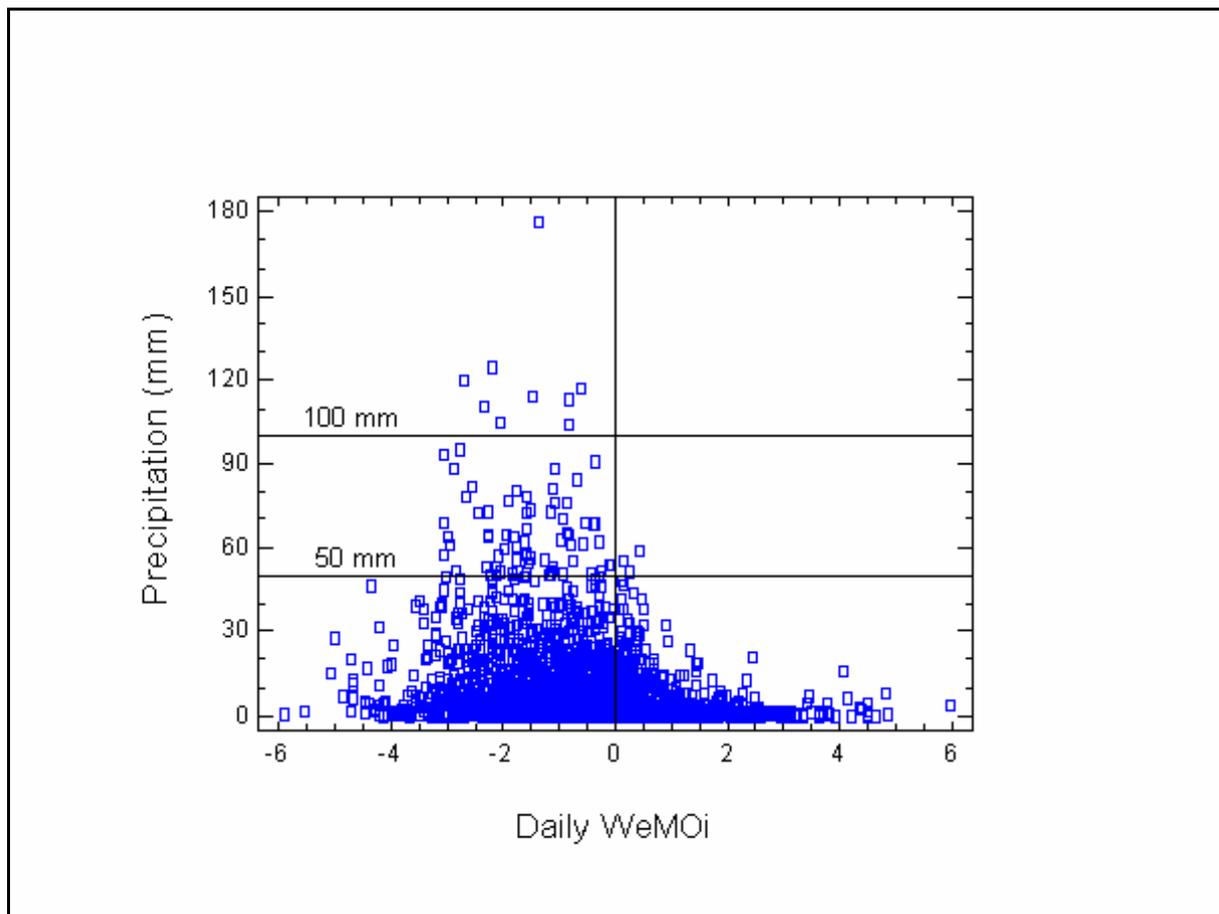
El WeMOi diari és una eina més a incloure en els reanàlisis i prognosis de precipitacions intenses i torrencials als Països Catalans. També és útil, en el càlcul de la probabilitat de si el dia a pronosticar serà plujós o no. En aquest sentit, un dia de pluja ( $\geq 0.1$  mm) és fins a 4 vegades més probable que la freqüència normal en alguns punts dels Països Catalans quan el WeMOi és extremadament negatiu, o positiu en el cas de la Plana del Rosselló. Precipitacions de caràcter més abundant ( $>10$  mm) són 8 vegades més probables, i en el cas de Perpinyà, fins a més de 10, en una fase extrema negativa. No obstant, la fase extrema positiva no aconsegueix realçar tant aquests episodis de  $>10$  mm a la Catalunya Nord, ja que els fluxos atlàntics que s'escolen per la Plana d'Aquitània, tot i que arriben relativament humits, estan força descarregats. De totes maneres, en fases extremes del WeMOi, tant negatives com positives, la probabilitat més elevada de precipitar  $>10$  mm als Països Catalans té lloc a la comarca del Rosselló. Les precipitacions més torrencials ( $>100$

mm/ 24 h) no succeeixen obligatòriament en aquells dies més extremadament negatius ( $WeMO_i < -5$ ), sinó amb valors negatius més moderats que són més freqüents. A continuació, s'il·lustren situacions sinòptiques exemplars amb valors negatius del  $WeMO_i$  en l'interval (-3, -2), que donen precipitacions superiors als 100 mm/ 24 h en diferents punts dels Països Catalans (Figura 38).



**Figura 38.** Situacions sinòptiques d'episodis torrencials de més de 100 mm en 24 h en algun punt dels Països Catalans amb valors del  $WeMO_i$  de l'interval (-3, -2). (Extret de Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006. Els mapes són del butlletí meteorològic diari de l'INM).

La funcionalitat del  $WeMO_i$  diari en la previsió d'episodis de pluja intensa ( $>50$  mm/ 24 h) en els Països Catalans és corroborada quan d'un punt central de l'àrea d'estudi, Tortosa, se'n dedueixen les següents conclusions. Tortosa es troba al sud de Catalunya, per tant, àrea molt propera al País Valencià, on la  $WeMO$  exerceix la seva màxima influència. D'altra banda, és l'observatori dels 7 a resolució diària on hi ha més probabilitats de precipitació amb un  $WeMO_i < -4$  (93.1%) (Taula 14) i on s'acumulen més episodis de  $>50$  mm/ 24 h (77 casos). El 69.8% dels 4.071 dies de pluja de Tortosa en el període 1951-2000 foren enregistrats amb valors del  $WeMO_i$  negatius, clarament sobrepasant el 53.0%, del nombre total de dies, amb un  $WeMO_i$  negatiu en el període 1951-2000. El 96.1% dels 77 episodis de  $>50$  mm/ 24 h es corresponen amb valors negatius del  $WeMO_i$  i els 9 episodis de  $>100$  mm/ 24 h, sense excepció, també (Figura 39). Per tant, la probabilitat d'ocórrer un episodi torrencial en un dia amb un  $WeMO_i$  positiu és pràcticament nul·la a Tortosa.

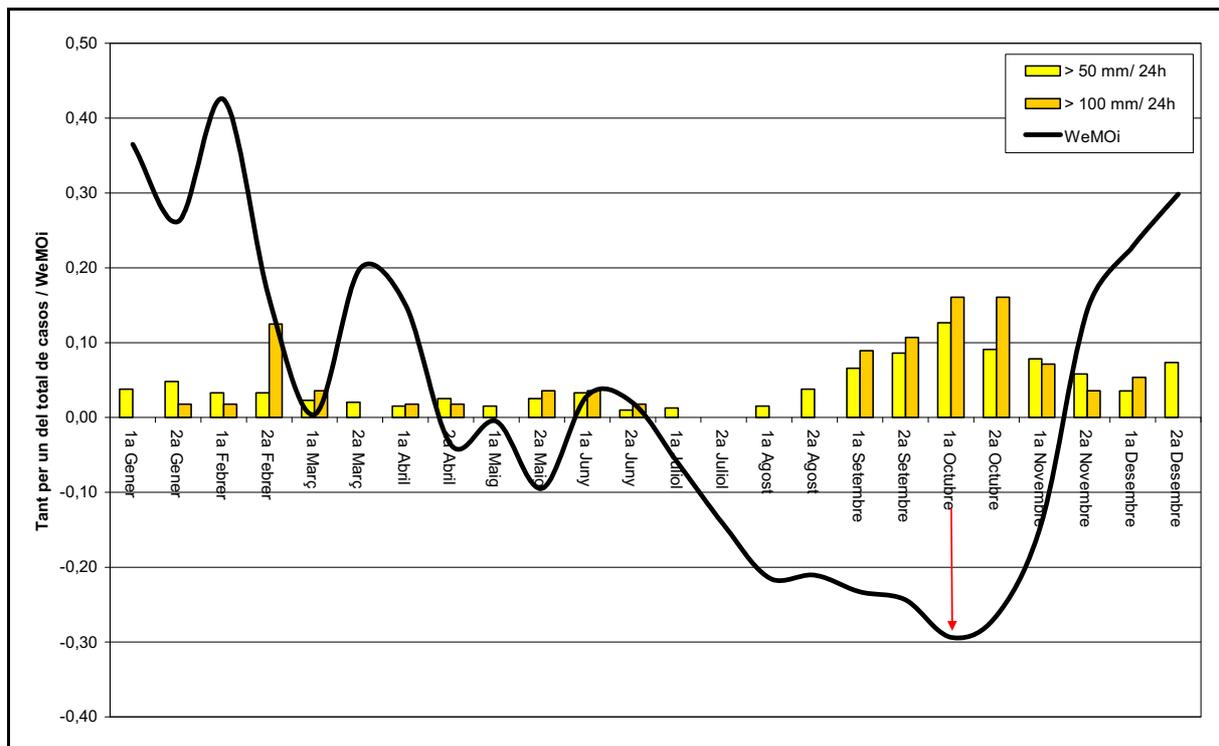


**Figura 39.** Valors diaris del WeMOi *versus* precipitació dels dies de pluja ( $\geq 0.1$  mm). (Extret de Martin-Vide i Lopez-Bustins, 2006).

## 2.8. ESTABLIMENT DEL CALENDARI DE LA WeMO

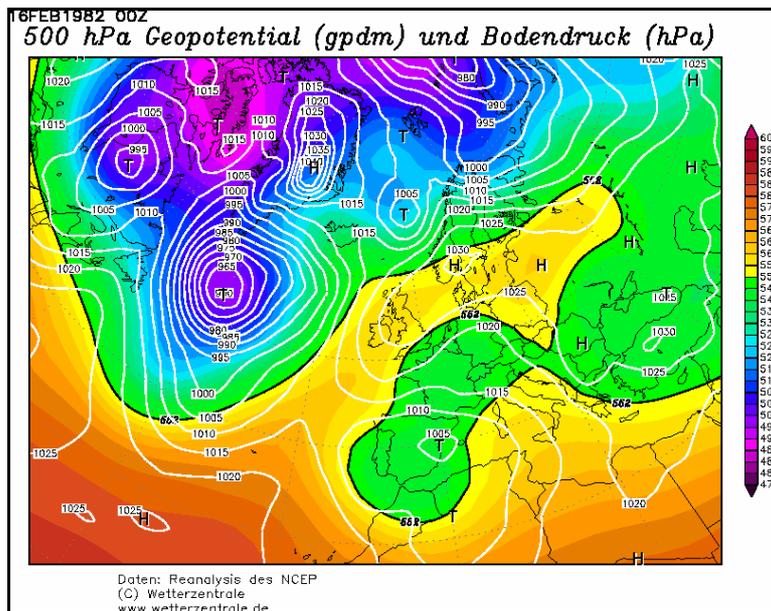
Amb l'objectiu d'estudiar la variabilitat intraanual de la WeMO, s'ha calculat la mitjana dels valors diaris de l'índex per quinzenes. És possible deduir-ne aquesta variabilitat si es té en compte que la mitjana i la desviació típica emprades per a la estandardització dels dipòls de l'índex són de tots els dies de l'any (apartat 1.5.2. del capítol 1). És a dir, s'han obtingut 24 valors per a veure l'estacionalitat de la WeMO. Exemple per a la primera quinzena del mes de gener (1a. gener): càlcul de la mitjana de tots els valors diaris dels 15 primers dies de gener dels 50 anys compresos en el període 1951-2000.

És durant l'estació de la tardor quan la WeMO es troba en la seva fase més negativa amb un mínim absolut a la 1a. octubre (Figura 40). Durant els mesos de tardor hi ha una major abundància de temporals marítims endògens mediterranis afavorits per unes temperatures marines càlides, que afavoreixen un reforçament de la baixa d'Alger i la presència de baixes pressions al Golf de Cadis i rodalies (Figura 38) (veure més endavant l'apartat 3.9.3. del capítol 3). A l'hivern, la WeMO se situa en una fase positiva que reflecteix, en un principi, el pas de fronts pel nord peninsular, tot i que les circulacions de l'oest no sempre donaran lloc a fases positives de l'índex com es veurà més endavant en el capítol 4. A la primavera, la WeMO es presenta amb un caràcter més variable, amb alts i baixos al voltant de 0. La fase neutra del patró és freqüent en aquesta estació, i d'aquí l'abundància de precipitacions convectives en aquesta estació (López-Bustins i Azorín-Molina, 2004). El WeMOi assoleix també valors bastant neutres a l'estiu amb la formació conseqüent de fronts de brises que donen lloc a aquestes tempestes després de migdia, però amb un predomini dels valors negatius al final de l'estació. A trets generals, tenim una fase positiva a l'hivern que es redueix amb dents de serra fins a estabilitzar-se en una fase negativa a la tardor, que es recupera sobtadament a finals de novembre per situar-se en una nova fase positiva. Aquest canvi sobtat pot derivar per un cessament de la ciclogènesi pròpia del Mediterrani en refredar-se les temperatures marines una vegada s'ha alliberat l'energia acumulada en la massa d'aigua del mar. A l'octubre, és quan els estrats marins subsuperficials es troben més càlids a la costa catalana (Salat i Pascual, 2006), afavorint probablement aquesta major ciclogènesi que es fa palesa amb un període mínim negatiu del WeMOi. Pastor *et al.* (2001) conclouen que la temperatura del mar és un factor clau en el desenvolupament d'episodis torrencials a la conca occidental de la Mediterrània. Tot això explica per què el període de pluges més abundants i torrencials a les àrees litorals dels Països Catalans és a la tardor, i principalment, a l'octubre.

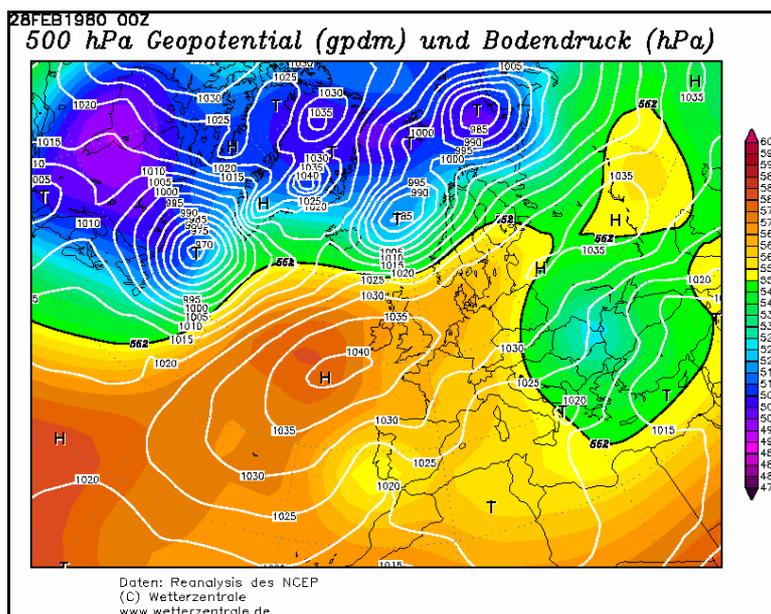


**Figura 40.** Evolució intraanual del WeMOi per quinzenes, per al període 1951-2000, i els episodis de >50 mm (395 casos) i de >100 mm (56 casos) en 24 h que han tingut lloc almenys en un dels 7 punts d'estudi.

En el calendari de la WeMO s'hi han afegit els episodis diaris de més de 50 i 100 mm que han tingut lloc almenys en un dels 7 punts d'estudi (Figura 40). La major acumulació dels episodis d'ambdós líndars és a la tardor. Hi ha un increment gradual dels episodis torrencials des de la 1a. agost. Aquests culminen en el mes d'octubre, quan el WeMOi es troba en el seu moment més negatiu, i disminueixen paulatinament fins a la 1a. desembre a mida que el WeMOi retorna a la seva fase positiva hivernal. Els episodis intensos >50 mm en 24 h són màxims a la 1a. octubre, moment en què el WeMOi assoleix el mínim negatiu dins l'estació de la tardor. Grimalt *et al.* (2006) també detecten la màxima concentració anual de precipitacions torrencials (>100 mm/ 24 h) al mes d'octubre a Mallorca al llarg del període 1935-2005. D'altra banda, hi ha un màxim secundari de la freqüència dels episodis torrencials a la 2a. febrer. Aquest màxim secundari coincideix amb una davallada sobtada del WeMOi a finals d'hivern entre febrer i març. La causa d'aquesta davallada és per la força que pren l'anticicló tèrmic hivernal d'Europa Central a finals de l'estació, moment en què es troba la superfície més refredada, provocant situacions de bloqueig que afavoreixen fronts de retrocés sobre els Països Catalans de component est (Figura 41) o del nord-est (Figura 42). Aquestes dues situacions sinòptiques es corresponen amb una fase negativa i neutra-negativa, respectivament, de la WeMO.



**Figura 41.** Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del 16 de febrer de 1982.



**Figura 42.** Mapa sinòptic de superfície i d'altura geopotencial a 500 hPa del 28 de febrer de 1980.

## Referències bibliogràfiques

- Albentosa Sánchez LM. 1975. *Los Climas de Cataluña. Estudio de Climatología Dinámica*. Tesi doctoral. Director: Joan Vilà Valentí. Departaments de Geografia de la Universitat de Barcelona.
- Alexandersson H, Moberg A. 1997. Homogenization of Swedish Temperature Data. Part I: Homogeneity Test for Linear Trends. *International Journal of Climatology* **17**: 25-34.
- Alomar G, Grimalt M. 2006. Precipitaciones de verano y régimen de brisas en Mallorca. *V Congreso de la Asociación Española de Climatología* **5**: 499-509, Zaragoza.
- Armengot R. 2002. *Las lluvias intensas en la Comunidad Valenciana*. INM, Ministerio de Medio Ambiente, 263 p.
- Azorín Molina C, López-Bustins JA. 2004. Catálogo sinóptico manual y causas atmosféricas de la precipitación en la provincia de Alicante. *Boletín de la AGE* **38**: 279-310.
- Clavero Paricio PL. 1980. *Los Climas de la Región Valenciana*. Tesi doctoral. Director: Luis M Albentosa Sánchez. Departaments de Geografia de la Universitat de Barcelona.
- Clavero Paricio PL. 1983. Probabilidades de precipitaciones intensas en diversos observatorios de Cataluña. *Notes de Geografia Física* **9**: 33-38.
- Estrela MJ, Millán M, Peñarocha D, Pastor F. 2002. *De la gota fría al frente de retroceso. Las precipitaciones intensas en la Comunidad Valenciana*. CEAM, València, 260 p.
- González-Hidalgo JC, de Luis M, Raventós J, Sánchez JR. 2001. The spatial and temporal structure of rainfall trends in the Valencia Region (eastern of Spain) over the second half of the 20<sup>th</sup> century. *En: Brunet-India, M. and López-Bonillo, D. (Eds.). Detecting and Modelling Regional Climate Change*. Springer-Verlag, Berlin, 175-189 p.
- González-Hidalgo JC, de Luis M, Raventós J. 2002. Variaciones estacionales de la precipitación en la costa Este peninsular durante la década de los años noventa. *III Congreso de la Asociación Española de Climatología* **3**: 229-236, Palma.
- González-Hidalgo JC, de Luis M, Raventós J, Sánchez JR. 2003. Daily rainfall trend in Valencia Region of Spain. *Theoretical and Applied Climatology* **75**: 117-130.
- González-Hidalgo JC, Lopez-Bustins JA, Stepanek P, Martin-Vide J, de Luis M. 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*, en avaluació.
- Goodess CM, Palutikof JP. 1998. Development of daily rainfall scenarios for southeast Spain using a circulation-type approach downscaling. *International Journal of Climatology* **18**: 1051-1083.
- Grimalt M, Laita M, Rosselló J, Caldentey J, Arrom JM. 2006. Distribución especial y temporal de las precipitaciones intensas en Mallorca. *V Congreso de la Asociación Española de Climatología* **5**: 411-420, Zaragoza.
- Guijarro JA. 2002. Tendencias de la precipitación en el litoral mediterráneo español. *III Congreso de la Asociación Española de Climatología* **3**: 237-246, Palma.
- Haylock MR, Goodess, CM. 2004. Interannual variability of European extreme winter rainfall and links with mean large-scale circulation. *International Journal of Climatology* **24**: 759-776.
- Hurrell JW. 1995. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: Regional temperatures and precipitation. *Science* **269**: 676-679.
- López-Bustins JA, Azorín Molina C. 2004. Aplicación del índice diario de la Oscilación del Mediterráneo Occidental al estudio de la tipología pluviométrica en Alicante. *IV Congreso de la Asociación Española de Climatología* **4**: 333-345, Santander.
- Lopez-Bustins JA, Azorin-Molina C. 2005. The Western Mediterranean Oscillation index (WeMOi): an objective primary filter for finding sea breeze days on the east coast of the Iberian Peninsula. *EMS Annual Meeting Abstracts* **1**: 00141, Utrecht.
- Lopez-Bustins JA, Sanchez-Lorenzo A. 2006. The Western Mediterranean Oscillation (WeMO) effect on the sunshine duration variability in Iberian Peninsula. *EMS Annual Meeting of Abstracts* **1**: 00297, Ljubljana.
- Martín-Vide J. 1982. *Características climatológicas de la precipitación en la franja costera mediterránea de la Península Ibérica*. Tesi doctoral. Director: Maria de Bolós i Capdevila. Departaments de Geografia de la Universitat de Barcelona.
- Martín-Vide, X. 1985. *Pluges i inundacions a la Mediterrània*. Ed. Ketres, Barcelona, 132 p.
- Martín-Vide J. 2001. Limitations of an objective weather typing system for the Iberian peninsula. *Weather*, **56**: 248-251.
- Martín-Vide, J. 2002. Ensayo sobre la Oscilación del Mediterráneo Occidental y su influencia en la pluviometría del este de España. *III Congreso de la Asociación Española de Climatología* **3**: 35-42, Palma.
- Martín-Vide, J. 2003. *El temps i el clima*. Departament de Medi Ambient i Editorial Rubes, Barcelona, 127 p.
- Martín-Vide J. 2004. Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in peninsular Spain. *International Journal of Climatology* **24**: 959-971.
- Martín-Vide J, Olcina Cantos, J. 2001. *Climas y Tiempos en España*. Alianza Editorial, Madrid, 258 p.

- Martín-Vide J, Lopez-Bustins JA. 2004. The Western Mediterranean Oscillation (WeMO) and its influence in the Eastern Spanish rainfall. A methodological approach. *EMS Annual Meeting Abstracts 1*: 00308, Nice.
- Martín-Vide J, Lopez-Bustins JA. 2006. The Western Mediterranean Oscillation and rainfall in the Iberian Peninsula. *International Journal of Climatology* **26** (11): 1455-1475.
- Martín-Vide J, Barriendos M, Peña JC, Raso JM, Llasat M<sup>c</sup>C, Rodríguez R. 1999. Potencialidad del índice NAO en la previsión de episodios de alta pluviosidad en España. *Gerencia de riesgos XVII* (67): 19-31, Madrid.
- Olcina Cantos J. 2001. Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural. En: *Gil Olcina A, Morales Gil A. Causas y consecuencias de las sequías en España*, 49-110.
- Pastor F, Estrela MJ, Peñarrocha D, Millán M. 2001. Torrential Rains on the Spanish Mediterranean Coast: Modeling the Effects of the Sea Surface Temperature. *Journal of Applied Meteorology* **40**: 1180-1195.
- Raso Nadal JM. 1980. *El Clima de Baleares*. Tesis doctoral. Director: Luis M Albentosa Sánchez. Departaments de Geografia de la Universitat de Barcelona.
- Rodrigo FS. 2006. Influence on the North Atlantic oscillation on winter daily climate variables in Spain from 1951 to 2002. *Geophysical Research Abstracts* **8**: 01114. European Geosciences Union, Vienna.
- Saladié O. 2003. *Variaciones y tendencia secular de la precipitación en el sector nororiental de la Península Ibérica (1850-2000)*. Tesis doctoral. Director: Diego López Bonillo (URV). Tutora: Montserrat Jardí i Porqueras. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional de la Universitat de Barcelona.
- Saladié O, Brunet M, Aguilar E, Sigró J, López D. 2005. *Creación de la base de datos de precipitación mensual ajustada al sector Nororiental de la Península Ibérica, NESAP (1850-2000)*. Grupo de Investigación del Cambio Climático, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 171 p.
- Sánchez-Lorenzo A, Martín-Vide J. 2006. Distribución espacial de la concentración pluviométrica diaria en la Península Ibérica. *5ª Asamblea Hispano Portuguesa de Geodesia y Geofísica*, Sevilla.
- Sánchez-Lorenzo A, Martín-Vide J, Calbó J, Cernocky, T. 2005. Aproximación a la influencia de la NAO en la insolación en la España peninsular y Baleares. *I Congreso: Cambio Climático, Agricultura y Medio Ambiente*, Valladolid.
- Salat J, Pascual J. 2006. Principales tendencias climatológicas en el Mediterráneo noroccidental, a partir de más de 30 años de observaciones oceanográficas y meteorológicas en la costa catalana. *V Congreso de la Asociación Española de Climatología* **5**: 283-290, Zaragoza.
- Stepanek, P. 2005. *AnClim – Software for Time Series Analysis*. Dept of Geography, Faculty of Natural Sciences, MU, Brno. 1.47 MB.
- Vicente-Serrano SM, Beguería Portugués S. 2004. Analysis of the spatial patterns of drought magnitude in the Iberian Peninsula by means of the Standardized Precipitació Index (SPI) and the Generalized Pareto distribution. *EMS Annual Meeting of Abstracts 1*: 00180, Nice.

### ***Atles, informes i volums enciclopèdics***

- *Atlas Climàtic de la Comunitat Valenciana (1961-1990)*. 1994. Coordinador: AJ Pérez Cueva. Generalitat Valenciana, València, 205 p.
- *Atlas de Catalunya Nord*. 1977. Autor: J Becat. Terra Nostra, Prada de Conflent.
- *Atlas Nacional de España*. 1995. Instituto Geográfico Nacional, Ministerio de Fomento, España.
- *Atles Climàtic de Catalunya*. 1997. Autors: PL Clavero, J Martín-Vide, JM Raso. Barcelona, ICC i Departament de Medi Ambient, 42 maps a escala 1: 750.000.
- *Atles Climàtic de Catalunya*. 2003. Autors: X Pons, M Ninyerola, J Roure, J Martín-Vide, JM Raso i PL Clavero, Barcelona, Departament de Medi Ambient (en format CD-manual/digital).
- *Atles Climàtic de Catalunya*. Període 1961-1990. Termopluiometria. 2003. Autors: J Martín-Vide, JM Raso. Barcelona, ICC i Servei Meteorològic de Catalunya.
- *Atles dels Països Catalans*. 2000. Enciclopèdia Catalana SA, Barcelona, 83 p.
- *Geografia General dels Països Catalans*. Volum 1, El Clima i el Relleu. 1992. (Climatòlegs involucrats: Martín-Vide, Jansà, Pérez Cueva i Grimalt). Dir. C Carreras i Verdguer. Enciclopèdia Catalana SA, Barcelona.
- *Geografia General dels Països Catalans*. Volum 7, Concepte i Evolució. 1996. Dir. C Carreras i Verdguer. Enciclopèdia Catalana SA, Barcelona.
- *Gran Geografia Comarcal de Catalunya*. 1981-1985. Dir. M Cahner. Enciclopèdia Catalana SA, Barcelona.
- *Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. 2005. Edt. JE Llebot. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible, Generalitat de Catalunya. Institut d'Estudis Catalans.
- *Principales Conclusiones de la Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático*. 2005. Director/coordinador: JM Moreno Rodríguez. Projecte ECCE, Ministerio de Medio Ambiente, España.

### *Altres*

- Departament de Ciències de la Terra de la Universitat de les Illes Balears <http://www.uib.es/depart/dctweb/>
- *European Climate Assessment & Dataset (ECA&D) project*, Royal Netherlands Meteorological Institute <http://eca.knmi.nl/>
- Franja de Ponent <http://www.franjadeponent.cat/>
- Fundació CEAM (Centre d'Estudis Ambientals de la Mediterrània), Paterna, València. Dir. Millán Millán. <http://www.gva.es/ceam/>
- Govern d'Aragó <http://portal.aragob.es/>
- Grup de Recerca del Canvi Climàtic/ *Climate Change Research Group (CCRG)*. Universitat Rovira i Virgili (Tarragona). Directors: Dr. López Bonillo i Dra. Brunet India <http://wwwa.urv.net/centres/Departaments/geografia/clima/index.htm>
- IBAE. Institut Balear d'Estadística <http://www.caib.es/ibae/ibae.htm>
- Idescat. Institut d'Estadística de Catalunya <http://www.idescat.net/>
- Institut Nacional d'Estadística <http://www.ine.es/>
- Institut Nacional de Meteorologia (INM) <http://www.inm.es>
- Institut Valencià d'Estadística <http://ive.infocentre.gva.es/>
- Meteo France <http://www.meteofrance.com/FR/index.jsp>
- Portal del Govern d'Andorra <http://www.govern.ad/>
- Red Ibérica Mediterránea para el Análisis de Riesgos Climáticos (RIMARC), CGL2004-21663-E, 2003-2007. Dir. MJ Estrela. Ministerio de Educación y Ciencia <http://www.gva.es/rimarc/indexb.html>
- *Viquipèdia*. L'enciclopèdia lliure <http://ca.wikipedia.org>
- *Wetterzentrale: Reanalysis des NCEP* <http://www.wetterzentrale.de>