



**Universitat de les
Illes Balears**

TESI DOCTORAL

2015

**Sequeres i circulació atmosfèrica a la Mediterrània
occidental.**

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet



**Universitat de les
Illes Balears**

TESI DOCTORAL

2015

**Sequeres i circulació atmosfèrica a la Mediterrània
occidental.**

Joan Caldentey Brunet

Programa de doctorat en Geografia.

Director: Dr Miquel Grimalt Gelabert

Director: Dr Jorge Lorenzo Lacruz

Tutor: Dr Miquel Grimalt Gelabert

Doctor per la Universitat de les Illes Balears

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet

A la meva filla Margalida.

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet

Per ses festes de Nadal
aigo en es pous no hi havia
tota Mallorca corria
un eixut molt general,
no n'havien vist de tal
del temps que gent que vivia

Tià de Sa Real (sequera 1744-1750)

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet

Agraïments

El present treball no hagués estat possible sense el suport de la meva dona Tina i dels meus pares, Joan i Margalida. Tampoc s'hauria convertit en realitat de no ser per la tasca dels seus directors, ja sia el Dr. Miquel Grimalt, qui fa molts d'anys em va descobrir que era vertaderament la Geografia com a ciència i em va introduir en el món de la investigació o el Dr. Jorge Lorenzo Lacruz, qui gràcies als seus elevats coneixements del fenomen de les sequeres m'ha ajudat a resoldre molts de dubtes que la investigació plantejava. Finalment, destacar el suport acadèmic que des de sempre hom ha rebut de geògrafs i membres del Departament de Ciències de la Terra de la UIB com el Dr. Antoni Ordinas Garau. A tots ells molt agraït.

Aquesta tesi s'ha realitzat dins el context de projecte: *Estructura diària y 10-minutal de la precipitación y su caracterización sinóptica en el Mar Balears (Balears)*. CGL2011-29263-C02-02.

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet

Presentació

La història d'aquesta tesi es remunta a dia 6 de setembre de l'any 1989, aquest dia, aquest any vaig viure una de les experiències que més han marcat la meva vida. A les nou i mitja del matí el meu domicili familiar va ser inundat pel desbordament del torrent manacorí de Sa Cabana producte dels intensos aiguats que per aquelles dates afectaren el Llevant de Mallorca. Deu anys després, la tardor del 1999, vaig començar els estudis de la Llicenciatura de Geografia a la Universitat de les Illes Balears. Esperava que la Geografia com a ciència, la qual havia descobert el meu darrer any de secundària, m'explicàs per què torrentada del 1989 havia ocorregut, si podria tornar a succeir i com es podien evitar els seus impactes. Qüestions que amb el temps hom va comprendre. Des d'estudiant ,marcat per l'experiència vital de la revinguda del 1989, sempre em va atreure el clima i el riscos geogràfics pensant que al món mediterrani els extrems venien marcats per les pluges torrencials. El que ignorava però, és que el principal risc de les nostres latituds, el que més impactes negatius genera sobre la societat no és precisament l'excedent pluviomètric sinó el seu dèficit. Encoratjat pel Dr. Miquel Grimalt Gelabert vaig decidir realitzar un gir copernicà a la meva línia d'investigació fins en aquell moment i iniciar la present investigació. El que no esperava, després de quasi 17 anys dedicat a aprendre, ensenyar i investigar dins l'àmbit científic de la Geografia era arribar a entendre les paraules del meu padrí quan m'explicava els motius pels quan decidí deixar l'avitgeria de la possessió de Conies den Ferrer cansat de males anyades. Vaig descobrir que tot era degut a la pertinaç sequera que afectà Mallorca durant els anys centrals de la dècada dels 60 que obligà a molta gent de la Part Forana a emigrar a Ciutat, a pobles grans amb certa tradició industrial o als incipients nuclis turístics.

Joan Caldentey Brunet

Índex

1. Consideracions generals	20
1.1. Justificació	22
1.2. Objectius i metodologia	25
1.2.1. Objectius i metodologia apartats 3 i 4	25
1.2.2. Objectius i metodologia apartat 5	25
1.2.3. Objectius i metodologia apartat 6	28
1.3. Concepte de sequera	31
1.4. Mètodes de quantificació de sequeres	43
1.5. Sequeres històriques a Balears fins al 1950	62
1.6. Síntesi de les principals aportacions	71
2. Hipòtesis preliminars	72
2.1. Hipòtesi preliminar apartat 5	74
2.2. Hipòtesi preliminar apartat 6	75
3. Marc geogràfic	76
3.1. Justificació de l'àrea d'estudi	78
3.2. Característiques generals de les precipitacions a les Illes Balears	80
3.3. Conclusions	104
4. Antecedents i estat de la qüestió	106
4.1. L'estudi de les sequeres a l'Estat Espanyol. Estat de la qüestió	108
4.2. L'estudi de les sequeres a l'àmbit geogràfic de les Illes Balears	113
4.3. Conclusions	115
5. L'estudi de les seqüències seques i el seu abast territorial.....	118
5.1. Els any secs	122
5.2. Seqüències seques superiors a 12 mesos	128
5.2.1. Seqüències seques superiors a 12 mesos a l'illa de Mallorca	129
5.2.2. Seqüències seques superiors a 12 mesos a l'illa de Menorca	168
5.2.3. Seqüències seques superiors a 12 mesos a les Pitiüses	78
5.2.4. Comparació entre IESP i el SPEI com a tècniques d'estudi de les seqüències seques a l'àrea balear	190

Joan Caldentey Brunet

5.2.5. Reflexions finals sobre les seqüències seques superiors a 12 mesos a nivell balear	203
5.3. L'afectació territorial de la sequera a l'àrea balear entre 1950 i 2010.....	209
5.3.1. Els anys secs i la seva distribució territorial	210
5.3.2. Les seqüències seques superiors a 12 mesos i la seva distribució territorial.....	217
5.3.2.1. Illa de Mallorca.....	228
5.3.2.2. Illa de Menorca.....	234
5.3.2.3. Illes d'Eivissa i Formentera.....	242
5.3.3 L'afectació territorial de la sequera a l'àrea balear entre 1950 i 2010.....	250
5.4. Conclusions.....	253
6. La relació entre la sequera i la circulació atmosfèrica a la mediterrània occidental 1950 a 2010	254
6.1. La circulació atmosfèrica i sequeres, consideracions generals.....	256
6.2. Correlació simple entre episodis de sequera i tipus de circulació atmosfèrica	258
6.3. Correlacions d'anomalies de precipitació amb valors mensuals dels tipus de temps	263
6.4. La possible relació entre els patrons de teleconnexió atmosfèrica i les sequeres de l'àrea balear.....	273
6.5. Conclusions.....	334
7. Síntesi i reflexions finals.....	340
8. Bibliografia i referències	343
9. Annexos.....	376
9.1. Annex 1 .Taules IESP per estacions	376
9.2. Annex 2. Gràfics IEP per estacions	393

Resum

Aquesta tesi doctoral estudia el fenomen de les sequeres meteorològiques a la Mediterrània occidental (Illes Balears), enteses com aquells períodes en els quals es produeix una disminució de les precipitacions en relació a la mitjana d'una zona al llarg d'un determinat període de temps, entre el 1950 i l'any 2010 en aquest cas.

Les sequeres són un risc geogràfic (amb un fort component climàtic i conseqüències hidrològiques) que històricament han afectat l'àrea balear donada la irregularitat interanual de les precipitacions pròpies del seu clima mediterrani. Per aquest fet, s'han seleccionat un total de 62 estacions situades a les Illes Balears. 3 a l'illa de Menorca, 53 a Mallorca, 4 a l'illa d'Eivissa i 2 a Formentera d'acord amb els criteris de disponibilitat de dades de precipitacions mensuals i diàries entre els seixanta anys del període d'estudi i el fet de garantir una cobertura mínima de tot l'arxipèlag. Per detectar els anys secs s'ha utilitzat en primer lloc el clàssic mètode dels quintils mentre que per detectar aquells episodis en què el dèficit de precipitacions es perllonga més enllà dels 12 mesos de durada l'índex estandarditzat de sequera pluviomètrica (IESP/ IES) que estudis similars dins el context del Llevant mediterrani espanyol, amb unes condicions climàtiques molt similars a les Illes Balears, han demostrat ser plenament eficient.

Una vegada detectats els grans eixuts que han afectat el territori insular (1950-2010) s'han cartografiat mitjançant un sistema d'informació geogràfica les anomalies respecte a valors mitjans de precipitació anual observant fins a set patrons de distribució de les sequeres balears. En aquest sentit s'observa una desigual afectació tant temporal com territorial de la sequera a les Illes Balears. Fet pel qual, també s'ha cartografiat l'evolució temporal i geogràfica d'aquests episodis utilitzant els resultats de l'índex esmentat.

Per acabar s'ha intentat trobar una possible correlació entre l'aparició cíclica d'aquestes sequeres amb la circulació atmosfèrica a la Mediterrània occidental. En primer lloc s'ha relacionat aquests eixuts tant amb dades mensuals com diàries amb la classificació sinòptica de tipus de temps de Jenkinson i Collinson mentre que amb posterioritat s'ha

Joan Caldentey Brunet

correlacionat amb patrons de teleconnexió que, d'acord amb els estudis anteriors poden influir de manera més o manco real en les precipitacions com per exemple l' Oscil·lació de Sud, l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord, l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental i l'Oscil·lació mediterrània. S'han observat correlacions tant reals com discutibles pel que fa a aquests patrons i als totals mensuals de precipitació.

Resumen

La presente tesis doctoral estudia el fenómeno de las sequías meteorológicas en el Mediterráneo occidental (Islas Baleares), entendidas como aquellos períodos en los que se produce una disminución de las precipitaciones en relación a la media de una zona a lo largo de un determinado periodo de tiempo, entre el 1950 y el año 2010 en este caso.

Las sequías son un riesgo geográfico (con un fuerte componente climático y consecuencias hidrológicas) que históricamente han afectado el área balear dada la irregularidad interanual de las precipitaciones propias de su clima mediterráneo. Por este hecho se han seleccionado un total de 62 estaciones situadas en las Islas Baleares. 3 en la isla de Menorca, 53 en Mallorca, 4 en la isla de Ibiza y 2 en Formentera de acuerdo con los criterios de disponibilidad de datos de precipitaciones mensuales y diarias entre los sesenta años del periodo de estudio y el hecho de garantizar una cobertura mínima de todo el archipiélago. Para detectar los años secos se ha utilizado en primer lugar el clásico método de los quintiles mientras que para detectar aquellos episodios en los que el déficit de precipitaciones se prolonga más allá de los 12 meses de duración índice estandarizado de sequía pluviométrica que estudios similares dentro del contexto del levante mediterráneo español ha demostrado ser plenamente eficiente.

Una vez detectados los grandes secos que han afectado el territorio insular (1950-2010) se han cartografiado mediante un sistema de información geográfica las anomalías respecto a valores medios de precipitación anual observando hasta siete patrones de distribución de las sequías baleares. En este sentido se observa una desigual afectación tanto temporal como territorial de la sequía en el archipiélago. Por lo que también se ha cartografiado la evolución temporal y geográfica de estos episodios utilizando los resultados del índice estandarizado anteriormente mencionado.

Por último se ha intentado encontrar una posible correlación entre la aparición cíclica de estas sequías con la circulación atmosférica en el Mediterráneo occidental. En primer lugar se ha relacionado estas secos tanto con datos mensuales como diarias con la

Joan Caldentey Brunet

clasificación sinóptica de tipo de tiempo de Jenkinson y Collinson mientras que con posterioridad se ha correlacionado con tres patrones de teleconexión que, de acuerdo con los estudios anteriores pueden influir de manera más o menos real en las precipitaciones tales como la de Sur, la Oscilación del Atlántico Norte, la Oscilación del Mediterráneo Occidental y la Oscilación mediterránea. Se han observado correlaciones tanto reales como discutibles en cuanto a estos patrones y los totales mensuales de precipitación.

Abstract

This thesis examines the phenomenon of drought in the western Mediterranean weather (Balearic islands), understood as those periods in which there is a decrease in rainfall compared to the average area over a certain period of time between 1950 and 2010 in this case.

Droughts are a risk geographical area that historically have affected the Balearic year given the irregularity of rainfall typical of the Mediterranean climate. For this reason we have selected a total of 62 stations located in the Balearic Islands. 3 on the island of Menorca, Mallorca 53, 4 to Ibiza and Formentera 2 according to the criteria of availability of monthly and daily rainfall data from the sixty years of the study period and made to ensure a minimum coverage of the entire archipelago. To detect dry years has been used in the first quintile while the classic method to detect those episodes where the rainfall deficit extends beyond 12 months standardized drought index that rainfall in the context of similar studies Spanish Levant with climatic conditions similar to the Balearic Islands have proved to be fully efficient.

Once detected major droughts that have affected the island territory (1950-2010) have been mapped using a geographic information system abnormalities compared to average values observed up to seven annual rainfall distribution patterns of droughts Islands. In this sense there is a mixed affect both temporal and spatial drought in the Balearic Islands. For which reason also mapped the geographic and temporal evolution of these episodes using the results of the index standarditzat anteriorment said.

Finally has tried to find a possible correlation between the appearance of these cyclical droughts with the atmospheric circulation in the western Mediterranean. Firstly these droughts has been linked with both daily and monthly data with synoptic classification of Jenkinson and type of time while Collinson was subsequently correlated with three teleconnection patterns that, according to previous studies may influenced more or less with actual rainfall are the Southern Oscillation, the North Atlantic Oscillation and of the

Joan Caldentey Brunet

Western Mediterranean. Correlations have been observed both real and questionable regarding these patterns and monthly totals of precipitation.

Joan Caldentey Brunet

1. Consideracions generals.

En aquest capítol s'explica com les Illes Balears amb un clima típicament mediterrani veuen la sequera com un fet que de manera periòdica afecta el seu territori. Considerant que aquest darrer fenomen ha estat molt poc analitzat fins al moment a l'àrea balear, es justifica la necessitat d'aquest estudi. D'igual manera es reflexiona entorn al concepte de sequera i les seves múltiples accepcions com també s'enumeren els diferents mètodes de quantificació d'aquests eixuts juntament amb els principals avantatges i inconvenients de cada un d'ells. Per acabar, s'estudien quins han estat els períodes d'indigència pluviomètrica que han afectat històricament l'àrea balear.

Joan Caldentey Brunet

1. Consideracions generals.

1.1 Justificació.

Al món mediterrani hi ha una llarga tradició en l'aprofitament del medi natural per part de les diferents cultures que han habitat d'àrea des de temps immemorials. Amb tot, també des de temps històrics la preocupació per la disponibilitat d'un d'aquests recursos com és l'aigua ha estat palès dins les societats humanes. En paral·lel el creixent desenvolupament econòmic, demogràfic i sobretot urbà de la Mediterrània ha augmentat la demanda de recursos hídrics.

La situació geogràfica d'aquesta regió i els patrons generals de circulació atmosfèrica, es combinen constituint un entorn climàtic particularment fràgil al Sud d'Europa i el Nord d'Àfrica que suposa una de les principals preocupacions de la societat, polítics i agents econòmics. Aquesta variabilitat climàtica és una limitació afegida per a moltes estratègies de planificació a la zona, apareixent la sequera com un fenomen periòdic que ha arribat a causar forts impactes en l'economia i el medi ambient de l'àrea del Mare Nostrum. D'aquí que resulti especialment interessant estudiar un fenomen com la sequera en aquest àmbit geogràfic concret en el qual la majoria dels estudis climatològics es centren precisament en tot el contrari, és a dir els períodes de revinguda que també són propis del clima de l'àrea estudiada. Igualment, donada la irregularitat del clima mediterrani també és necessari estudiar la distribució territorial -ja es tracta d'un treball de l'àmbit científic de la Geografia- de la sequera dins la mateixa àrea, ja que amb això podrem establir-ne patrons generals/locals i extreure'n diferències territorials únicament des de la perspectiva pluviomètrica. Sempre considerant però la dificultat que en ocasions suposa establir el límit entre les zones afectades per la sequera i les que no (PITA, 1991).

En aquest sentit, d'acord amb l'anterior es fa necessari en primer lloc determinar l'existència de períodes secs des de diferents perspectives establint metodologies globals, específiques i pràctiques que ho facin possible. Una vegada determinats aquests episodis la seva previsió es també clau per poder-la combinar amb polítiques de gestió de recursos

Joan Caldentey Brunet

hídrics. D'aquí que una part important del present treball es centri en relacionar l'absència de precipitacions – única font natural d'aigua a la Mediterrània- amb els paràmetres de vorticitat i circulació atmosfèrica. Elements aquests darrers amb el que es basen les prediccions meteorològiques a curt termini. Amb tot, al ser un estudi empíric ens ha sorgit la necessitat d'establir una limitació temporal. D'aquesta manera s'ha utilitzat una base de dades de pluviometria homogeneïtzada des del 1950 de diferents estacions del territori balear d'acord amb la metodologia la base pluviomètrica derivada del projecte PRECLIME desenvolupat pels departaments de Física i Ciències de la Terra de la UIB amb col·laboració de l'Institut Nacional de Meteorologia. L'estudi únicament dels períodes de sequera dels darrers seixanta anys ens permet evitar les possibles irregularitats els registres no havent de recórrer a dades de caràcter subjectiu, o almenys no tant objectius com serien fonts orals, reculls de premsa, rogatives pro pluviam o d'altres documents de caràcter històric. Tot i aquesta limitació temporal el fet d'estudiar les sequeres per un període de més de mig segle ens no ens limita alhora d'abstreure conclusions importants ja que n'és una mostra suficientment representativa.

Per altra banda, cal també, de cara a la predicció de sequeres a més llarg termini, s'han intentat relacionar aquest períodes amb absència notable de les precipitacions amb els diferents patrons de teleconnexió que presumiblement, d'acord amb estudis previs són significatius al món mediterrani.

La sequera és a més un risc geogràfic poc estudiat si ho comparem amb riscos purament geològics i d'altres on l'aigua també n'és protagonista com seria per exemple el cas de les inundacions. Un risc aquest darrer més mediàtic i que sense cap dubte té uns impactes més immediats. En canvi les sequeres son un fenomen més lent, de major durada i que poc tenir igualment efectes catastròfics (PITA, 1991). D'aquí que aquest treball contribueixi millorar el coneixement sobre els eixuts en un context geogràfic (el Mare Nostrum) amb un clima que, com ja hem dit, té la irregularitat pluviomètrica mensual i interanual com un element endèmic, i en un context científic on, com ja hem dit, ha estat un tema relativament poc tractat.

Joan Caldentey Brunet

Per concloure. aquest treball sorgeix de la necessitat de trobar causes purament climàtiques a les sequeres. Aspectes després s'haurien de complementar amb estudis referents a la pressió humana sobre els recursos hídrics. Factor important aquest darrer que contribueix a agreujar o atenuar qualsevol episodi de dèficit hídric. ja per sobre de tot la sequera és un risc geogràfic de primer ordre amb importants impactes sobre la societat (GRIMALT, 1991). També, sense menysprear les propostes ja existents s'intentarà oferir una metodologia pràctica per determinar objectivament els períodes secs. A més, sense la referència de cap estudi precedent s'intenta donar una visió holística al fenomen de la sequera relacionant-la amb la dinàmica atmosfèrica, la vorticitat i els règim de vents i els tipus de temps ja definits.

Joan Caldentey Brunet

1.2 Objectius i metodologia

L'objectiu principal d'aquesta tesi doctoral és el identificar els diferents períodes secs que han afectat les Illes Balears i relacionar-los amb la circulació atmosfèrica predominant a l'àrea d'estudi d'aquí se'n destrien una sèrie d'objectius lligats a aquest genèrics que es detallen continuació.

1.2.1 Objectius i metodologia apartats 2 i 3 .

En aquests dos apartats introductoris es pretén contextualitzar la tesi dins del seu àmbit geogràfic i relacionar-ho amb les seves característiques climàtiques, especialment les precipitacions les quals son un element clau per entendre el fenomen de les sequeres tant des del punt de vista temporal com des del punt de vista territorial. En l'apartat tercer l'objectiu seria fer un estat de la qüestió fent una enumeració i valoració crítica de totes les publicacions que fins al moment a l'àmbit balear que han tractat directament l'estudi de les sequeres. Igualment però de manera més sintètica s'enumeren els principals treballs i línies d'investigació del fenomen a nivell de l'estat espanyol. Lògicament tant un apartat com a una altre la recerca bibliogràfica i a d'altres fonts d'informació ha estat la tècnica utilitzada.

1.2.2 Objectius i metodologia apartat 5.

Els dos objectius principals d'aquest apartat són en primera instància determinar les seqüències seques que han afectat l'àrea balear en el període comprès entre 1950 i 2010 i en segon terme per mitjà d'un sistema d'Informació geogràfica cartografiar l'abast territorial, i també la seva evolució temporal, dels diferents episodis de sequera que han afectat l'àrea balear durant la segona meitat del segle XX.

Per a la determinació dels períodes secs s'ha utilitzat índex estandarditzat de sequera pluviomètrica. Es tracta d'un índex desenvolupat per (PITA 2001) per quantificar els

Joan Caldentey Brunet

dèficits de precipitació en diferents escales temporals. A més, experiències prèvies de GÓMEZ (2002) han evidenciat que els resultat d'aquest índex tenen representativitat al context insular. Per a la determinació dels anys secs en canvi s'utilitzarà el mètode de quintils.

L'Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica (IESP) es basa en el valor d'una mesura de tendència central com és la mediana (valor mitjà d'un conjunt de valors) per a cada un dels mesos de l'any. Una vegada calculada la mediana el seu valor es resta al valor de precipitació de cada un dels mesos de la sèrie, obtenint així el que anomenaríem anomalia pluviomètrica del mes. Per calcular les sequeres estrictament meteorològiques (és a dir períodes amb unes precipitacions inferiors a la mitjana de la sèrie) seguirem la metodologia proposada per l'abans esmentada autora consistent únicament en acumular les anomalies negatives fins que el valor de les acumulacions adopti signe positiu, data en què donaríem per finalitzada la sequera. Les anomalies tornarien acumular-se des del moment en el qual torna aparèixer un valor negatiu.

Tant en una cas com l'altre per tal de dotar als resultat de l'índex de caràcter comparatiu tipificarem aquesta distribució restant a cada valor la mitjana aritmètica (s'obté sumant els valors de totes les dades i dividint-lo pel nombre d'elements del conjunt.) de tots els valors i dividint-lo per la desviació típica (paràmetre estadístic que mostra quanta variació hi ha respecte la mitjana).

Nivell de Sequera	Valor IESP
Sense Sequera	$IESP > -0,4$
Sequera moderada	$-1 < IESP \leq -0,4$
Sequera severa	$-1,7 < IESP \leq -1$
Sequera extraordinària	$-2,3 < IESP \leq -1,7$
Sequera excepcional	$IESP \leq -2,3$

Fig 1: Quadre sintètic del grau de sequera segons els valors de l'IESP (Font:PITA 2001)

Joan Caldentey Brunet

Els valors que adquireix aquest índex es solen distribuir generalment entre + 2.0 (extremadament humit) i – 2.0 (extremadament sec), tot i que en un 5% donat que s'ajusten a una distribució normal poden presentar valors inferiors i superiors. (GÓMEZ (2001).

A nivell general podem dir que d'acord amb estudis previs els mesos en què el valor d'aquest índex és negatiu és considera sec (GÓMEZ, 2002). Per tal de caracteritzar i estandarditzar els models de sequera que afecten les Illes, tant pel que fa a la seva intensitat instrumental com pel que fa al repartiment territorial del dèficit es cartografiarà la incidència territorial com també la intensitat dels diferents eixuts detectats utilitzant el sistema d'informació geogràfica Arc Gis 10. S'utilitzarà el mètode d'interpolació Kernel amb barreres. Es tracta d'una tècnica d'interpolació determinística, variant de la Interpolació polinòmica local de primer ordre en la qual s'utilitza la distància més curta entre dos punts, de manera que els punts dels costats de la barrera especificada (línia de costa en el nostre cas) es connecten mitjançant una sèrie de línies rectes HOERL I KENNARD (1970), FAN, J. AND GIJBELS, I. (1996), YAN, XIN. (2009) . Es valorà la possibilitat d'utilitzar el mètode recomanat per POQUET, BEDA i GARCÍA HARO, 2008 per mapificar el fenomen de les sequeres com és el Kriging, entès com un procediment geoestadístic avançat que genera una superfície estimada a partir d'un conjunt de punts dispersats amb valors z (valors de l'índex de sequera en el nostre cas) però més adient per cartografiar territoris de dimensions molt més extenses que els territoris insulars pel que va ser rebutjat en el nostre cas. No obstant això, en el posterior capítol d'anàlisi general de les precipitacions a l'arxipèlag es presenta un mapa de precipitacions mitjanes d'acord amb les dades disponibles entre 1950-2010. Aquest darrer s'han elaborat mitjançant la tècnica d'interpolació Cokriging (precipitació combinat amb relleu).

Joan Caldentey Brunet

1.2.3 Objectius i metodologia apartat 6

Els objectius a treballar en aquest apartat serien els següents:

- Establir la relació causal entre la vorticitat de la conca mediterrània i els períodes de dèficit pluviomètric a les Illes Balears.
- Relacionar els episodis secs amb el tipus de temps establerts de manera objectiva mitjançant la classificació de Jenkinson i Collison.
- Establir relacions entre els resultats anteriors i patrons de circulació com l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental i l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord, entre d'altres amb la intenció d'intentar elaborar possibles models predictius pel que a les sequeres es refereix a l'àmbit geogràfic de les Illes Balears. La font d'aquestes dades han estat una sèrie de webs especialitzades amb dates actualitzades de cada patró de baixa freqüència.

La classificació sinòptica de Jenkinson i Collison, és un mètode automàtic que permet conèixer la tipologia de circulació atmosfèrica a partir de la pressió atmosfèrica reduïda al nivell del mar d'un mínim de 9 punts MARTÍN VIDE (2002) . Aquesta va ser elaborada per (LAITA, 1995) (fig 2) i utilitzada ja per estudis similars de (MARTÍN VIDE, GRIMALT I ALOMAR, 2010) i LLOP i ALOMAR 2011. D'aquesta classificació s'obtenen un total de 27 tipus de temps calculats a partir d'una sèrie de variables, com, la pressió mitjana reduïda a nivell del mar, el component zonal del vent geostrofic, el component meridiana del vent geostrofic (en el nostre cas aquestes dues últimes variables centrades en la malla 5 ° E 40 ° N, de 3x3 punts separats 10 ° en longitud i 5 ° en latitud elaborada per LAITA 1995) la direcció del vent, la velocitat del vent expressada en metres/segon, el component zonal de la vorticitat, el component meridiana de la vorticitat i la vorticitat total. S'han utilitzat els valors de la vorticitat calculada a partir del vent geostrofic en superfície, d'acord amb les aportacions de (LAITA, 1995) entre 1961-1990 i el càlcul dels mateixos entre 1950-1961 i 1990-2010. Posteriorment es promitjaren per mesos, i per a cada punt, les pressions diàries, de manera que es van obtenir les dades mitjanes per als 600 mesos compresos entre 1950 i 2010 es calcula alhora els components del vent geostrofic zonal per a la

Joan Caldentey Brunet

meitat nord i sud del àrea d'estudi, i meridanes en la meitat oest i en la meitat est. Aquests valors es promitjaren per obtenir els component zonal i meridiana mitjanes.

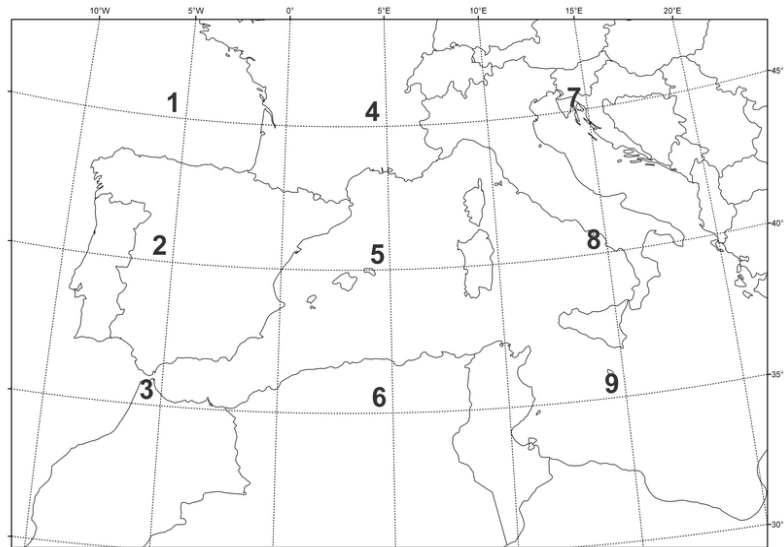


Fig 2: Esquema de la malla de la pressió atmosfèrica pel càlcul de la vorticitat. Font LAITA (1995).

Finalment, es va establir el caràcter ciclònic o anticiclònic del flux atmosfèric a l'àrea mitjançant la vorticitat total, que és la vorticitat geotròfica en haver partit del vent geotròfic (LAITA, 1995). Dels 27 tipus de temps que s'obtenen, els quals a més han estat reagrupats i simplificats en 5 categories: ciclònic, anticiclònic, advecció ciclònica, advecció anticiclònica i indeterminat d'acord amb la metodologia proposada per GRIMALT et al (2013) Aquesta anàlisi inicialment realitzarà una correlació simple (Pearson).

Joan Caldentey Brunet

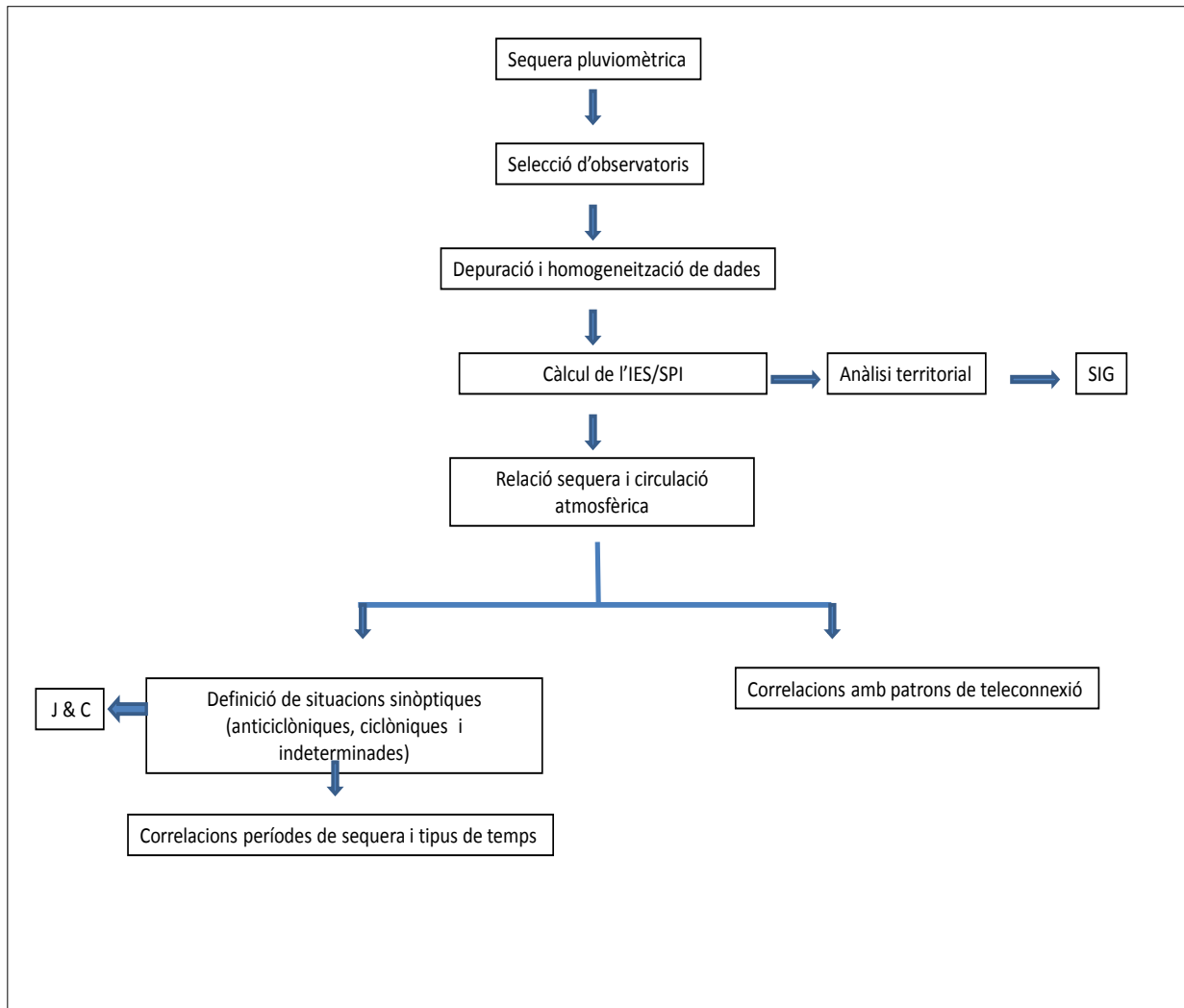


Fig 3: Esquema general de la metodologia.

Joan Caldentey Brunet

1.3 Concepte de sequera

Quelcom relaciona el terme sequera amb absència de precipitacions, amb falta d'aigua i els conseqüents efectes negatius. Per contrari, si analitzam les diferents definicions de sequera ens trobam que és un terme polisèmic, i no només això, sinó que existeixen multitud concepcions i perspectives diferents sobre els que és una sequera. PITA (1991), defineix sequera com dèficit de precipitacions suficientment intens i prolongat per generar impactes negatius sobre la societat que els pateix. Cada societat adequa les seves activitats a unes condicions habituals d'abastiment afegint l'element antròpic dins la definició dels fenòmens dels eixuts, element per altra banda reiterat en la pràctica totalitat de definicions que anirem citant. En tot cas, també és evident que la sequera té el qualificatiu de desastre natural persistent, extens i intens amb dificultats d'identificació i tractament. A més, el terme sequera sempre s'ha d'identificar a efectes econòmics negatius, sobretot respecte al sector primari, tot i que són els diferents sectors econòmics els que condicionen la intensitat d'una sequera. *“El Pla especial Especial d'actuació en situacions d'alerta i eventual sequera a les Illes Balears”* defineix sequera com un fenomen hidrològic extrem impredecible que suposa una disminució conjuntural significativa dels recursos hídrics durant un període temporal suficientment prolongat, que afecta una àrea extensa, pot impedir cobrir les demandes d'aigua al cent per cent i té conseqüències econòmiques adverses. El component social de la sequera es complimenta si el consideram com un dèficit hídric inusual, intens i perllongat, que genera impactes adversos en la societat que la pateix, alterant el normal desenvolupament de la seva vida col·lectiva. (CUADRAT I PITA 1997)

Sequera també podria ser definida atenent paràmetres estadístics. Considerant un període d'eixut quan es reproduïxen successivament períodes secs pròxims i dependents. (ABAURREA i CEBRIÁN, 2002). Aquesta concepció estadística de les sequera és especialment útil alhora de determinar l'existència de períodes secs tal i com ens ho demostren estudis previs de (GÓMEZ, 1997) i (GRIMALT, 1997). La quantificació de la deficiència i el temps expressats en la definició varia notablement segons l'espai geogràfic sobre el qual s'hagi d'aplicar. WILHITE D.A. Y GLANTZ, M.H., (1985) van

Joan Caldentey Brunet

detectar més de 150 definicions d'aquest tipus, categoritzant en quatre grups segons la disciplina científica des de la qual sigui analitzat el fenomen: sequera meteorològica, sequera hidrològica, sequera agrícola i sequera socioeconòmica.

El "*El Pla especial Especial d'actuació en situacions d'alerta i eventual sequera a les Illes Balears*" adverteix que no existeix una concepció única de sequera sinó que podríem parlar de diferents tipologies de sequeres:

Sequera meteorològica: Disminució de la precipitació respecte al valor mitjà en una regió i en temps determinats. Les precipitacions són l'origen de totes les aigües dolces, però estan irregularment repartides en el temps i en l'espai. L'acció de l'home ha permès aprofitar-les en el seu benefici sense regular i regulades a partir de més o menys costoses infraestructures hidràuliques. La sequera meteorològica és funció, per tant, de les característiques climàtiques de cada regió i per tant no pot ser extrapolada a altres regions. PALMER (1965) (citada per MARCOS, 2001) defineix sequera meteorològica com el «interval de temps, generalment amb una durada de l'ordre de mesos o anys, durant el qual l'aportació d'humitat en un determinat lloc cau consistentment per sota del que climatològicament esperat o l'aportació d'humitat climatològicament apropiat », mentre que RUSSEL et al (1970) (citada per MARCOS, 2001) són més concisos: «Falta perllongada de precipitació, inferior a la mitjana». En la majoria de casos, les definicions de sequera meteorològica presenten informació específica per a cada regió particular, que varia en funció de les característiques del clima regional (fig 5).

Sequera agrícola: Dèficit d'humitat en el sòl que impedeix satisfer les necessitats per al creixement d'un cultiu determinat. Depèn, per tant, de la planta i de la fase de creixement. El secà va lligada a la sequera meteorològica i el regadiu està més vinculada a l'evolució de les sèries hidrològiques i piezomètriques.

Joan Caldentey Brunet

CLIMA	CRITERI PER QUANTIFICAR SEQUERA METEOROLÒGICA
EQUATORIAL	SIS DIES SENSE PLUJA
TROPICAL MONSÓNIC	PRECIPITACIÓ INFERIOR ALS 80 DELS NIVELLS NORMALS
TROPICAL	TOTALS PLUVIOMÈTRICS MENSUALS DURANT EL PERÍODE PLUJÓS INFERIORS A 100 mm O INFERIORS AL 80% DE LA MITJANA AL LLARG DE 90 DIES, DURANT ELS QUALS ES PRODUEIXEN INTERVALS SUPERIORS A 10 DIES AMB VALORS INFERIORS A 10mm.
DESÈRTIC	PRECIPITACIONS ANUALS INFERIORS A 180 mm
MEDITERRANI LITORAL	40-50% D'ANOMALIA RESPECTE EL VALOR DE LA MITJANA
MEDITERRANI CONTINENTAL	20-25% D'ANOMALIA RESPECTE EL VALOR DE LA MITJANA
OCEÀNIC	PERÍODE D'ALMENYS QUINZE DIES CONSECUTIUS AMB PRECIPITACIÓ DIÀRIA INFERIORS A 0,25 mm
CONTINENTAL	PERÍODE DE 10 DIES AMB UNA PLUJA TOTAL QUE NO EXECEDEIX 5MM

Fig 5: Taula resum del criteris per delimitar una sequera meteorològica. Elaboració pròpia a partir de MARCOS 2001 que cita A HUDSON I HAZEN 1963, OLCINA 1994, GOUDIE 1985, DHAR 1979, SUDENA 1981 I KRINSHAN 1979.

MARCOS 200,1 citant a KULIK (1962) estableix una definició de sequera agrícola descrivint-la com aquell període durant el qual només hi ha 19 mm d'aigua disponible en els primers 20 cm de sòl. Aquest tipus de sequera, per dependre no només de les condicions meteorològiques, sinó també de les característiques biològiques del cultiu i les

Joan Caldentey Brunet

propietats del sòl, no és equivalent a la sequera meteorològica. Si els nivells d'humitat en el subsòl són suficients per proporcionar aigua a un determinat tipus de cultiu durant el període que duri la sequera meteorològica, no arribarà a produir-se una sequera agrícola. La sequera agrícola arriba després de la sequera meteorològica (quan disminueix la precipitació), però abans de la sequera hidrològica (quan baixen els nivell freàtics dels aqüífers). És important destacar que els efectes de la sequera no són iguals en els cultius de regadiu i els de secà. En els primers els impactes solen ser menys importants perquè poden seguir regant amb l'aigua dels embassaments encara que no plou. Els cultius de secà, en canvi, depenen totalment de les precipitacions i si no plou, no tenen aigua suficient per viure.

Sequera hidrològica: Disminució de les disponibilitats d'aigües superficials i subterrànies en un sistema de gestió durant un termini temporal donat respecte als valors mitjans, que pot impedir satisfer les demandes d'aigua al cent per cent. La sequera hidrològica pot demorar durant mesos i fins i tot anys respecte a la sequera meteorològica i fins i tot no manifestar si es disposa de reserves o les pluges tornen a produir-se en un termini breu. La capacitat de gestionar els recursos hídrics fa que la sequera hidrològica no depengui exclusivament dels cabals fluents en rius i deus, sinó també de l'aigua emmagatzemada en embassaments i aqüífers, és a dir, de la manera que es gestionin aquestes reserves. D'aquí la seva definició vinculada al sistema de gestió.

La capacitat de gestionar els recursos hídrics fa que la sequera hidrològica no depengui exclusivament del volum d'aigua existent en els dipòsits naturals o artificials, sinó que també és determinant la forma en què s'empra l'aigua embassada. (MARCOS, 2001)

Sequera socioeconòmica: Afecció de l'escassetat d'aigua a les persones i l'activitat econòmica. Molt amb relació amb aquesta sequera socioeconòmica trobaríem la definició de sequera de PITA (1985) citada per GRIMALT (1992) considerant-la com una insuficiència de precipitacions respecte de les necessitats de l'home i relaciona els aspectes naturals (manca de precipitació) i aspectes humans (tipus de conreus, tècniques...). Es produeix no només quan hi ha restriccions sinó sempre que qualche sector es vegi afectat per l'escassetat amb conseqüències econòmiques

Joan Caldentey Brunet

desfavorables. La creixent pressió antròpica sobre el recurs aigua fa que cada vegada sigui major la incidència de la sequera socioeconòmica, amb pèrdues econòmiques creixents, fins i tot en el cas d'una sequera meteorològica lleu (BANYES, 2005). En termes generals, la sequera socioeconòmica succeeix a l'agrícola, però en regions menys desenvolupades, on aquest sector té un major pes en l'economia, i la seva incidència és més directa i immediata que en regions desenvolupades, la sequera agrícola constitueix en si mateixa el inici de la sequera socioeconòmica (MARCOS, 2001). En el cas de la sequera socioeconòmica, són tan determinants la magnitud i la durada de l'esdeveniment sec com la manera com l'economia i la societat desenvolupen les seves activitats, ja que determinades accions incrementen la vulnerabilitat a l'escassetat de precipitacions. En funció d'aquesta vulnerabilitat, els efectes de la sequera sobre l'economia i la societat, mesurats en forma de pèrdues materials, població afectada o pèrdua de vides humanes, adquiriran més o menys rellevància, arribant a configurar situacions en què la sequera és considerada una catàstrofe. (MARCOS 2001)

SEQUERA	TIPOLOGIA	FACTOR DETERMINANT
DÈFICIT DE PRECIPITACIONS (CÀLCUL A PARTIR DE GENERA IMPACTES NEGATIUS DINS LA SOCIETAT)	METEREOLÒGICA	PRECIPITACIONS INFERIORS A LA MITJANA
	AGRÍCOLA	DÈFICIT D'HUMITAT AL SÒL
	HIDROLÒGICA	DISMINUCIÓ RECURSOS HÍDRICS DISPONIBLES
	SOCIOECONÒMICA	ESCASSETAT D'AIGUA PER A L'ECONOMIA I SOCIETAT

Fig 6: Quadre sintètic de les diferents tipologies de sequera.

Freqüent, dins el llenguatge col·loquial existeix la tendència a utilitzar indistintament els termes sequera i aridesa, quan en realitat no són precisament sinònims. D'aquesta manera relacionaríem aridesa amb condicions permanents d'escassetat d'aigua i sequera amb una conjuntura més o menys prolongada d'escassetat d'aigua (PITA, 1991). Si extrapolam això al món mediterrani caldria diferenciar clarament que el clima de l'àrea té una marcada aridesa estival amb la típica absència de precipitacions els mesos estivals. En canvi podríem afirmar que el Mare Nostrum és una àrea amb presència de períodes

Joan Caldentey Brunet

d'absència notable de precipitació que donen lloc a sequeres (objecte d'estudi d'aquesta tesi).

Segons (PITA, 1991) cal reflexionar sobre el fenomen de les sequera des de diferents perspectives que en síntesi serien les següents:

- Sequera sempre va associat a dèficit hídric perjudicial per l'àrea afectada i la seva societat des del moment que aquesta no veu satisfeta les seves necessitats d'abastiment.
- El punt crític de la sequera en moltes ocasions ve definit pels efectes perjudicials assenyalats.
- L'ús del sòl predominant a una àrea condiona l'existència de sequera. En ocasions es parla exclusivament de sequera agrària.
- L'estudi de les sequeres no només s'ha d'enfocar des de la perspectiva purament probabilística sinó que el component territorial i sobretot l'evolució de la societat són aspectes importants a considerar-se en el cas de fixar els moment d'inici de sequera.

En conclusió, podem relacionar amb un dèficit de precipitacions respecte al que en una determinada regió es considera com a valors mitjans. Aquest descens seria el llindar que podríem considerar com a sequera meteorològica ara bé d'acord amb el component humà aquest eixut podria esdevenir una sequera agrícola (a àrees per ex on predomina l'agricultura de secà), sequera hidrològica (quan el dèficit de precipitacions és el suficientment important com per esgotar els recursos hídrics superficials o subterrànies) o sequera socioeconòmica quan independentment de tot l'anterior la pluviometria i les reserves de recursos hídrics no són suficients per poder satisfer les demandes d'aigua d'una determinada societat en el nivell de desenvolupament socioeconòmic que es trobi. No obstant això, aquest darrer factor serà francament determinant per tal de determinar el punt en què una societat o un determinat territori pateix o no una sequera de caràcter socioeconòmic. També, en ocasions quan les precipitacions són anormalment escasses la presència d'instal·lacions de dessalació mitiguen la sequera meteorològica i poden ajudar a mantenir la demanda d'aigua per diversos usos i per tant tot el component

Joan Caldentey Brunet

socioeconòmic de l'eixut quedi mitigat. Aspectes com la capacitat que tingui una societat de planificar correctament el seu territori amb els recursos hídrics de què disposa, de gestionar eficientment els episodis de sequera o fins i tot de refer-se dels seus efectes pot fer que episodis de sequera molt similars des d'un punt de vista climàtic produeixin impactes molt diferents segons els territoris i grups socials afectats.

A més, si analitzam el vessant geogràfic de la sequera l'hem de qualificar com a un risc natural que afecta més població i que més danys econòmics causa a escala planetària. És un risc silenciós, que es manifesta progressivament però constant, i que pot provocar impactes diferents en funció de les característiques del territori afectat, especialment en termes de consum d'aigua. Moltes vegades són els factors humans els que tenen un major pes en la valoració dels efectes d'aquest risc des del moment en què els continus canvis socials i territorials, més exigents en el consum de recursos, han comportat un increment de la demanda d'aigua. (PITA, 1991)

L'aplicació de tots aquests raonaments a l'àmbit de les sequeres ens condueix a afirmar que aquestes només tenen lloc quan un dèficit hídric inusual, una anomalia pluviomètrica negativa, genera impactes severs sobre la societat, sent precisament aquests impactes els que situen punt crític que suposa l'inici d'una sequera a l'escala variable de les precipitacions. D'aquesta manera el impactes sorgiran quan el sistema d'ajust davant els dèficits hídrics sigui desbordat, és a dir, quan es produeixi un fort desajust entre les aportacions d'aigua que la societat rep i els consums que necessita per al seu normal desenvolupament. Però aquest desajust és d'estricta responsabilitat social; és el sistema socioeconòmic qual es fixa els consums d'aigua necessaris i és aquest mateix sistema el que determina, en gran manera, les aportacions de què disposa, gràcies al caràcter de fluid material que l'aigua té, el que permet l'emmagatzematge, el seu transvasament i, en conjunt, la seva regulació.

En conseqüència, un bon sistema d'ajusts, que estableixi una relació consums-aportacions favorable a aquests últims, i amb un marge de seguretat suficient com per fer front a dèficits hídrics prolongats, configurarà una societat poc vulnerable als dèficits de precipitació, és a dir, una societat amb un reduït risc de sequera.

Joan Caldentey Brunet

És obvi afirmar que qualsevol canvi socioeconòmic, donada la seva capacitat per alterar, tant els consums, com les aportacions d'aigua, conduirà a un canvi en aquesta vulnerabilitat, augmentant o reduint el risc de sequera segons els casos (PITA, 1991 citant a CHARRE, 1977).

Per això, per analitzar el risc de sequera experimentat per una comunitat, no sembla convenient limitar o mostrar la probabilitat d'ocurrència d'inici de la sequera vigent en un moment donat. El control del risc en situacions futures aconsella estudiar l'evolució experimentada per tots els elements implicats en el desastre, a fi de detectar les tendències registrades en cada un d'ells i corregir-les en cas necessari (PITA, 1991)

Les sequeres a diferència d'altres riscos geogràfics com per exemple els terratrèmols o les inundacions no són un fenomen immediat (GRIMALT, 1992) entre la situació seca i la no seca hi ha una suau gradació, tant en l'espai, com en el temps. D'altra banda, els impactes no són tan brutals com en els casos anteriors, el que propicia, a més, el que siguin molt més variables sectorialment no tota l'activitat econòmica s'enfonsa forçosament com a conseqüència d'una sequera, sent molt diferent la vulnerabilitat de enfront d'ella presenten els diferents sectors d'activitat (PITA,1991). Aquest fet és extrapolable al cas de la societat balear que ha experimentat un canvi econòmic important des dels anys 60 passant des d'un model agrari a un model turístic en el que per tant la percepció i el sector econòmic afecta per la sequera canvia com també ho fan els temors de la societat davant d'aquest que anirien des de la preocupació per les males collites als actuals de la restriccions d'aigua (GRIMALT, 1992; CALDENTHEY I GRIMALT, 2013). Des d'aquesta perspectiva, consideram que els alguns dels factors claus que condicionen la sequera i el seus impactes sobre la societat . de la sequera és l'aparició en la societat d'una quantitat d'aigua per al consum, inferior a l'habitual.

El temps que transcorre entre tots dos fenòmens (inici del dèficit pluviomètric i sensació de disposar d'escasses reserves hídriques) expressa la dependència que la societat presenta respecte als ritmes de la precipitació i situa el llindar de sequera en l'escala variable de les precipitacions. És, doncs, un element clau a l'hora d'avaluar el risc de sequera de la societat o, el que és el mateix, la seva vulnerabilitat davant els dèficits

Joan Caldentey Brunet

hídrics. Aquesta dependència està determinada per les relacions establertes entre l'oferta i la demanda d'aigua i, essencialment, pel grau de flexibilitat que caracteritza a ambdues.

Des del punt de vista antròpic, que és el que determina que un esdeveniment extrem de la naturalesa dels episodis d'escassetat pluviomètrica es converteixi en un risc natural, BURTON et al(1978) citat per (MARCOS, 2001) defineixen set paràmetres amb què caracteritzar les sequeres com a risc geogràfic,

- La magnitud és el dèficit mitjà de precipitació període de durada de l'esdeveniment sec.
- La durada és el temps (nombre total de dies, mesos o anys consecutius) durant el qual la precipitació o el cabal totals registrats són inferiors a la precipitació d'aquest mateix període.
- La freqüència és el nombre de casos que es produeixen durant un període determinat.
- La velocitat d'implantació és el temps transcorregut entre el moment d'inici del dèficit de precipitació , i el moment en que aquest dèficit arriba al valor màxim. En la majoria de casos aquest temps d'implantació és baix i és un de les característiques intrínseques de la sequera com a risc geogràfic (PITA, 1991).
- L'extensió és la superfície total on es registra dèficit hídric.Tal vegada sigui aquest paràmetre el més interessant per analitzar el fenomen de la sequera per part de la geografia com a ciència ja que relaciona un determinat període amb absència de precipitacions amb el territori on es produeix.

La flexibilitat en la demanda d'aigua suposa que les activitats de la societat puguin reduir conjunturalment seus consums sense patir greus col·lapses. La flexibilitat en l'oferta es relaciona amb la capacitat d'emmagatzemar, transportar i regular l'aigua disponible, podent ser aquesta utilitzada en els moments en què el subministrament pluviomètric és insuficient.

El segon factor es produeix quan l'escassetat d'aigua respecte a les dotacions habituals comença a generar impactes de tota mena en la societat i el territori (vertader objecte

Joan Caldentey Brunet

d'estudi de la geografia com a ciència) D'acord amb (PITA, 1991) els impactes d'aquests eixuts són nombrosos i complicats donades les ja esmentades característiques de les sequeres com a risc geogràfic. Els primers impactes negatius solen ser de caràcter econòmic. Són els més mediàtics i els que fan més evident la magnitud de la sequera donat que diferents sectors econòmics es veuen directament afectats per l'absència de precipitacions. Són especialment vulnerables davant dels risc de sequera sectors d'agricultura, indústria i turisme, però les interconnexions existents en el conjunt de l'estructura socioeconòmica determinen que l'impacte es propagui a través de tota ella, encara que amb diferent intensitat i caràcter. (PITA, 1991). Igualment serà la intensitat sobre els diferents sectors dependrà del ja esmentat component socioeconòmic lligat amb la dependència que pot tenir cada un d'aquests sectors. Directament a n'aquests factors socials i econòmics trobaríem els de tipus sociodemogràfic. Des d'aquesta òptica podem dir que els efectes econòmics negatius de la sequera inevitablement atendran conseqüències sobre les capes de població menys desfavorides que apart de patir la falta d'aigua dins la seva vida quotidiana també patirà els problemes derivats de la manca d'aigua dins els context de producció econòmica. En casos més extrems (estats en vies de desenvolupament) els dèficits pluviomètrics poden generar vertaders problemes de salut pública ja que poden augmentar la incidència de les epidèmies i en casos més extrems provocar episodis de mortalitat catastròfica. D'igual manera si relacionam aquestes sequeres amb teories clàssiques que expliquen les migracions (pe Zelinsky) veurem que ja apareixen com una de les primeres causes d'emigració.

La manca generalitzada i perllongada de precipitacions lògicament també ha de generar conseqüències negatives sobre el medi natural especialment en aquells indrets amb més demanda d'aigua per a l'activitat humana (PITA, 1991) Entre les seves manifestacions més freqüents i importants destaquen: l'augment de la contaminació de cursos fluvial, amb menor capacitat per arrossegar els abocaments contaminants degut a la pèrdua del cabal ecològic, l'erosió dels sòls degradats degut a la pèrdua de la protecció que suposa cobertura vegetal i la contaminació de l'aire propiciada per l'absència de precipitacions i el predomini de situacions d'estabilitat atmosfèrica. A tots els anteriors també se'ls hi pot afegir un increment dels incendis forestal degut a la disminució de les condicions d'humitat

Joan Caldentey Brunet

de la vegetals augmentant la seva capacitat com a combustible. També en les àrees humides la disminució dels aports fluvials pot tenir greus efectes sobre ells, tal és el cas de la greu crisi ambiental que patí els Parc Nacional de Tablas de Daimiel la tardor del 2009 .

ELEMENT AFECTAT	CAUSA	CONSEQÜÈNCIA
CURSOS FLUVIALS	PERDUA CABAL ECOLÒGIC	AUGMENTS CONTAMINACIÓ
SÒL	PÈRDUA COBERTURA VEGETAL	INCREMENT DE L'EROSIÓ
ATMOSFÈRA	PERSISTÈNCIA SITUACIONS D'ESTABILITAT	CONTAMINACIÓ DE L'AIRE
COBERTA VEGETAL	PERDUA HUMITAT	INCENDIS FORESTALS
ÀREES HUMIDIES	DIMUNUCIÓ APORTACIONS FLUVIALS	CRISIS AMBIENTAL

Fig 7: Impactes ambientals de la sequera (elaboració pròpia a partir de PITA 1991)

Tot i l'anterior la sequera tendria una darrera tipologia d'efectes relacionats amb el fet que la vida quotidiana es veu alterada de diverses formes, sent destacables les incomoditats derivades de les restriccions imposades en el consum d'aigua domèstic, que, en casos extrems i quan la minva en la quantitat es veu acompanyada d'una minva en la qualitat de l'aigua, poden conduir a problemes sanitaris de diversa índole.

D'acord amb l'anteriorment citada climatòloga aquestes incomoditats s'acompanyen de pèrdues de qualitat de vida associades a la degradació dels espais urbans (absència de reg als carrers, descuit dels jardins públics, etc.) i la reducció d'activitats usuals d'oci, com ara el gaudi de piscines i altres activitats esportives, o les conseqüències negatives que podria tenir la falta d'aigua dins la indústria turística balear.

Amb tot, però cal recordar que alhora, d'acord amb el components socioeconòmic dels eixuts el vertader impacte generat per la sequera, és a dir el seu impacte global i total, només pot conèixer i comprendre mitjançant l'anàlisi conjunta dels efectes negatius ocasionats i de la forma en què aquests han estat viscuts o percebuts pel col·lectiu que

Joan Caldentey Brunet

els ha patit. I no sempre hi ha una relació directa i fixa entre els impactes i la commoció global que generen. Aquest fenomen és especialment evident en sectors com l'abastament d'aigua per a consum domèstic, en el qual la commoció generada per la sequera no es pot mesurar a través del nombre d'hores en què aquest consum es veu sotmès a restriccions, és la sensació de malestar que aquestes restriccions provoquen la que reflecteix l'impacte real generat per la sequera, i aquesta sensació només en molt petita mesura està determinada per la severitat de les pròpies restriccions. D'aquesta manera una bona manera per estudiar aquest fet seria l'anàlisi del contingut de premsa i per tant en moltes ocasions s'hauria de recórrer a ella per analitzar els impactes generals d'aquesta (GRIMALT, 1992; GARCÍA, 2008). Dins el context del Llevant espanyol amb un model econòmic, especialitzat amb el sector turístic el component socioeconòmic de la sequera va i ha anat intrínsecament lligat a n' aquest darrer. Un sector que té una màxima demanda d'aigua durant el mesos d'aridesa estival i que manté puntes de demanda d'aigua en moments d'importants dèficit pluviomètric i hídric. Tal és el cas de la sequera que afecta les balears durant la segona meitat dels anys seixanta i que coincidí amb el primer estadi del desenvolupament turístic balear (GRIMALT, 1992) o (MARTÍNEZ, 2004) en el cas del municipi alacantí de Benidorm durant els darrers 70 i primers 80.

Resulta especialment interessant reflexionar sobre les causes, conegudes fins al moment, del fenomen de la sequera o més ben dits dels dèficits de precipitació, ja que com hem vist les sequeres també poden tenir un component antròpic, s'ha atribuït a causes estrictament meteorològiques. En aquest sentit CUADRAT I PITA (1997) diferencien un conjunt de causes conegudes del eixuts marcant importants diferències d'acord amb la franja latitudinal on es produeixin els dèficits pluviomètrics. A latituds mitjanes sembla que la major part dels períodes de dèficit de precipitació son atribuïbles a anomalies en la circulació general atmosfèrica en una franja latitudinal on aquesta ja és complicada de per si. En ocasions la major persistència d'altres pressions subtropicals dona lloc al bloqueig de l'arribada de baixes pressions procedents del front polar. En el cas de la Península Ibèrica que aquest es troba perllongadament sota la influència anticicló subtropical atlàntic dona lloc generalment a situacions de dèficit pluviomètric i canvis en la circulació atmosfèrica a latituds mitjanes. En aquest sentit els abans esmentats autors adverteixen

Joan Caldentey Brunet

que la sequera té un efecte feedback important donat que l'absència de precipitacions provoca un canvi en l'estat foliar de la vegetació i que a la vegada això té com a conseqüència un canvi en l'albedo i el balanç de radiació cosa que reforça la subsidència d'aire i per tant es reforça la sequera.

Altres autors com OLCINA (1991) i GARCÍA (2008) justifiquen els períodes secs d'acord amb el predomini de diverses situacions atmosfèriques ben definides i claus. De fet, això serà un dels eixos centrals de la hipòtesi preliminar que posteriorment tractarem.

Joan Caldentey Brunet

1.4 Mètodes de quantificació de sequeres

Molts han estat els índexos i mètodes quantitius proposats, per diferents autors de variada abstracció temporal, per caracteritzar la intensitat de les sequeres. Aquests indicadors i criteris són dependents del tipus de sequera, Des d'aquesta òptica anirien des dels més simples, com l'anomalia percentual respecte la precipitació normal, fins sofisticades combinacions d'indicadors utilitzant paràmetres més complexos. D'aquesta manera enumerarem els principals indicadors i els seus trets més característics. No obstant això, com a tret comú a tots aquests ells, cal tenir present que les sequeres són causats per situacions temporals amb menys disponibilitat d'aigua respecte als valors considerats normals en un clima determinat. Aquestes desviacions sobre la disponibilitat d'aigua generalment són l'element principal alhora de detectar quantitativament una sequera sobretot que es pretén detectar una sequera meteorològica. Ara bé, en quan s'intenta detectar i quantificar un eixut de tipus hidrològic i/o agrològic entre en joc altres variables com l'humitat del sòl, la precipitació, cabal dels cursos fluvials, disponibilitat d'aigües subterrànies, evapotranspiració, constants climàtiques predeterminades. Amb tot, els principals índexos ,extrets de la bibliografia científica consultada, i classificats per cada una de els tipologies de sequera serien els següents:

Sequera meteorològica

Índex Estandaritzat de precipitació (IEP o SPI)

L'IEP és un índex basat en la probabilitat de què es produeixi una quantitat determinada de precipitació. Fou desenvolupat per MCKEE et al (1993) Els valors de IEP es calculen comparant la precipitació acumulada total per a una estació o regió en particular durant un interval de temps específic amb la mitjana de la precipitació acumulada per aquest mateix interval tot al llarg del que duri el registre climàtic Els valor s'estandarditzen per tal el valor zero indiqui la quantitat de la precipitació mitjana de l'àrea d'estudi i per poder dotar-lo de caràcter comparatiu (GÒMEZ, 2002) L'índex ofereix valors negatius quan ens trobam en situació de sequera, i positiu quan trobam les condicions humides. Una característica clau del IEP és la flexibilitat de mesurament de la sequera en diferents escales temporals.

Joan Caldentey Brunet

Generalment es calcula per una escala de 3,6 ó 12 mesos. Per tant tot i que s'hagi utilitzat preferentment per a l'estudi de les sequeres meteorològiques també podria ser utilitzat per estudiar les sequeres hidrològiques si consideram per exemple una escala temporal superior al valor mensual.

Es defineix una sequera quan el valor de l'índex és contínuament negatiu i arriba a un valor de -1.00 o inferior, i continua fins que els valors adquireixen signe positiu. PITA publicà l'any 2001 una variant d'aquest índex especialment indicada pel context mediterrani que serà la tècnica de identificació de sequeres a utilitzar en aquest treball pel que posteriorment dins el capítol de metodologia serà explicat amb major detall.

Índex estandarditzat d'evapotranspiració- precipitació (SPEI)

Considerant que la principal crítica que es fa a l'IEP té a veure amb el fet que el seu càlcul es basa únicament en dades de precipitació ignorant, per tant, altres variables que poden influir en les condicions de sequera, Santiago Beguería i Sergio Vicente Serrano elaboren l'any 2010 l'índex estandarditzat d'evapotranspiració-precipitació (SPEI). Aquest darrer quantifica de forma numèrica la intensitat, magnitud i durada de la sequera, a més de la seva extensió superficial, moment d'inici i final.

Aquest índex utilitza la diferència mensual (o setmanal) entre la precipitació i l'evapotranspiració seguint el mètode clàssic Thornthwaite formulat durant la dècada dels anys 40. A l'igual que l'IEP/SPI també es presenta en forma de valors normalitzats. A més, l'SPEI no està limitat per la utilització d'un mètode específic per estimar la demanda d'aigua per part de l'atmosfera, sinó que es poden utilitzar les millors estimacions possibles, fent servir, per exemple, mètodes de base física com Penman-Monteith (VICENTE et al 2010; VICENTE, S.M; JUAN,I. LOPEZ-MORENO, BEGUERÍA,S; LORENZO.J-et al 2014).

Al poder-se calcular en diverses escales temporals (mesos) el nou índex permet adaptar-se als temps de resposta característics de diferents sistemes naturals i econòmics, permet determinar la resistència de cada un d'ells a la sequera (VICENTE et al 2010). Des

Joan Caldentey Brunet

d'aquest punt de vista l'índex també pot ser utilitzat pel càlcul de la sequera hidrològica. Un avantatge destacable del SPEI respecte a la resta d'índexs de sequera més utilitzats és el fet que té en compte l'efecte de l'evapotranspiració en la intensitat de la sequera

Percentatge de la precipitació mitjana

El percentatge de la precipitació normal es refereix a la relació que existeix entre la precipitació acumulada en un període de temps determinat i la precipitació mitjana anual per a una regió, i s'expressa de manera percentual. La precipitació mitjana anual històrica es coneix com precipitació normal i s'obté a partir del valor mitjà de les precipitacions anuals ocorregudes en un període no menor de 30 anys. Els valors percentuals estimats per a cada any indiquen el dèficit (valors negatius) i l'excedent (valors positius) Valors percentuals propers a zero corresponen a valors similars a la mitjana històrica. Dins l'àmbit geogràfic de les Illes Balears destaquen els treballs de GUIJARRO i GRIMALT (2001) en què determinen episodis de sequera pluviomètrica a l'àrea balear. La relació entre percentatges de precipitació deficitària i/o excedentària seria la següent:

CATEGORIA DE SEQUERA	VALOR ANOMALIA
LLEUGERA	-20% A -30%
MODERADA	-30,1% A -40%
FORTA	-40,1% A -49%
AGUDA	-49,1% A -59%
INTENSA	-59%

Fig 8: Valors i correspondència del percentatge precipitació mitjana. Font: GUIJARRO i GRIMALT (2001).

Mètode dels quintils.

Desenvolupat per GIBBS i MAHNER (1967) amb base a l'anàlisi estadística de les sèries dels acumulats de pluges mitjançant la distribució de percentils o mesures de posició no central. L'índex es calcula dividint la distribució d'ocurrències de registres de precipitació a llarg termini en dècims de la distribució. Cadascuna d'aquestes categories és un decil. El primer decil és la quantitat de pluja no excedida pel 10% més baix de les ocurrències de

Joan Caldentey Brunet

precipitació. El segon decil és la quantitat de precipitació no excedida pel 20% més baix de les ocurrencies. Generalment però per a la determinació de períodes secs s'utilitzen quintil enlloc de decils corresponent als 20% de cada distribució. La interpretació en aquest sentit seria molt simple :

- Període és molt sec quan el valor de precipitació total se situa entre el 20% dels valors més baixos.
- Sec quan es troba en el tram del segon 20% de valors.
- Normal quan se situa en el tram del 20% de valors intermedis, humit al següent tram del 20%.
- Molt humit en l'interval del 20% dels valors més elevats de la sèrie.

Aquest mètode l'utilitzarem per a la determinació dels anys secs ja que a escala mensual el mètode no ha estat molt utilitzat. Dins el context de l'estat espanyol destaquen els treballs d'ALMARZA i MATA (2000) i GALAN (2004).

Nombre de dies amb precipitació major de 30 mm

El número de dies amb precipitació més 30 mm és un indicador que sorgeix a partir de considerar que els valors de precipitació diària superior a 30 mm denoten possibles situacions de forta intensitat de la precipitació.

Es defineix com el quocient entre el nombre de dies amb precipitació superior a 30 mm registrat en el període considerat i el que es considera normal per a aquest període, multiplicat per cent. Quan el nombre de dies amb precipitació superior a 30 mm observat és superior al normal, l'indicador val més de 100, i quan és inferior, val menys de 100.

El valor de precipitació normal de dies amb precipitació superior a 30 mm del període es recomana utilitzar la mitjana aritmètica de la sèrie d'observacions corresponent a aquest període. L'índex està especialment concebut pel càlcul de a escala mensual, encara que després podria agregar-se a escala anual.

Joan Caldentey Brunet

Índex Normalitzat de precipitació (INP)

Creat per GARRIDO (1999). Pot ser aplicat a diverses escales temporals (mensual, estacional o anual), encara que l'autor la posa en pràctica mensualment per a la província de Múrcia i la conca del Segura (MARCOS, 2001). La intensitat dels períodes de sequera segons aquest índex vendria donat per la següent escala:

CATEGORIA DE SEQUERA	VALOR INP
SEQUERA SUAU	-1,00 a -1,99
SEQUERA MODERADA	-2,00 a -2,99
SEQUERA SEVERA	-3,00 a -3,99,
SEQUERA EXTREMA	Igual o inferior a -4,00

Fig 10:Valors i correspondència de l'Índex normalitzat de precipitació. Font: GARRIDO (1999).

Índex de Sequera (IS)

GUERRA I ALMARZA (1996), consideren determinants per quantificar les sequeres dos factors, dèficit hídric i la persistència, per la qual cosa el seu índex ve definit pel producte d'ambdós. La persistència és un factor de correcció que té en compte el nombre de mesos de dèficit hídric. L'índex ha estat aplicat pels autors citats a sèries climàtiques de Bilbao i Madrid.

Índex de Sequera Oferta-Demanda

Creat per Rind et al. (1990) es calcula d'acord amb la següent expressió :

$$\text{Índex de Sequera Oferta-Demanda} = P - E_p - (P - E_p) \cdot \text{Persistència}$$

Considerant

Joan Caldentey Brunet

- **P** la precipitació
- **Ep** l'evapotranspiració potencial
- **(P-Ep)** valor climatològic en cada lloc o àrea (predefinit)

A més aquest índex preveu un càlcul acumulatiu mensual per establir l'evolució del període sec o humit. Es distingeixen en aquest sentit tres intervals de sequera (ORTEGA-2012).

CATEGORIA DE SEQUERA	VALOR INP
SEQUERA MODERADA	-0,90 a -3,29
SEQUERA FORTA	-3,30 a -6,29
SEQUERA EXTREMA	Igual o inferior a -6,30

Fig 11:Valors i correspondència de l'Índex de Sequera. Font: GUERRA I ALMARZA (1996).

Índex Nacional de Pluja

Va ser creat per GOMMES i PETRASSI (1994). Es calcula obtenint la precipitació mitjana anual d'un territori determinat d'acord amb la importància dins el conjunt de la mostra de les mitjanes a llarg termini de cada estació d'una entitat territorial (generalment un estat) prèviament establert. Destaca com a un dels seus aspectes de positius el fet de no quedar afectat per anomalies pluviomètriques localitzades, la possibilitat de poder calcular l'índex fins i tot sense disposar de dades de totes les estacions. Des del punt negatiu, no permet una escala espacial de detall (MARCOS, 2001).

Índex de Severitat de Sequera de Palmer (PDSI).

Es tracta d'un dels índexs de sequera per excel·lència. Fou desenvolupat per PALMER l'any 1965. L'objectiu, és el proporcionar un valor objectiu sobre les condicions d'humitat estadísticament normalitzades, de manera que l'índex adquireix un caràcter comparatiu. Es calcula sobre la base de la precipitació i les dades de temperatura, així com el contingut local d'aigua disponible del sòl. No obstant això, els impactes humans que poden alterar l'equilibri de l'aigua, com el reg, no es consideren. (GARCÍA PRATS, 2006).

Joan Caldentey Brunet

Palmer va desenvolupar el aquest índex per incloure la durada d'una sequera . La seva motivació va ser la següent: un mes anormalment humit enmig d'una sequera a llarg termini no hauria de tenir un impacte important en l'índex, o una sèrie de mesos amb precipitacions gairebé normals després d'una sequera greu no vol dir que la sequera hagi desaparegut. Per tant, Palmer desenvolupat criteris per determinar quan una sequera o una temporada humida comença i acaba, que ajusten el PDSI en conseqüència. CALLEJÓN (1984) va identificar tres característiques positives d'aquest índex que contribueixen a la seva popularitat:

- Proporciona als responsables de decisions amb una mesura de l'alteració del clima recent d'una regió.
- Ofereix l'oportunitat de col·locar en les condicions actuals perspectiva històrica.
- Proporciona representacions espacials i temporals de les sequeres històriques.

Els valors de l'índex varien d'una escala que va de +6,00 a -6,00.

CATEGORIA DE SEQUERA	VALOR ÍNDEX DE PALMER
>4	HUMIT EXTREM
3 a 3,99	MOLT HUMIT
2 a 2,99	HUMIT MODERADA
1, a 1,99	HUMIT SUAU
0,5 a 0,99	HUMIT INCIPIENT
0,49 a -0,49	CONDICIONS NORMALS
-0,5 a -0,99	SEQUERA INCIPIENT
-1 a -1,99	SEQUERA SUAU
-2 a -2,99	SEQUERA MODERADA
-3 a -3,99	SEQUERA SEVERA
< 4	SEQUERA EXTREMA

Fig12:Valors i correspondència de l'Índex de Severitat de Sequera de Palmer. Font: PALMER 1965

Joan Caldentey Brunet

Sequera hidrològica

Índex Hidrològic de Sequera de Palmer

L'índex de sequera hidrològica de Palmer sorgeix d'introduir modificacions a l'índex de severitat del mateix autor, destinades a detectar les anomalies d'humitat que afecten les aigües superficials, la disponibilitat d'aigua al sòl i el nivell d'aigua en llacs o embassaments. Al tenir l'hidrosfera un temps de resposta superior als fenòmens meteorològics l'índex és especialment adient per estudiar la sequera hidrològica. En qualsevol cas, els valors d'ambdós índexs són gairebé equivalents, mantenint els mateixos valors de referència per definir les situacions de sequera (MARCOS ,2001).

Índex de Sequera - Demanda

Desenvolupat per WEGHORST (1996) citat per ORTEGA (2012) permet conèixer l'equilibri entre oferta i demanda hídrica. En el càlcul s'inclouen les variables precipitació, temperatura, gruix de neu a terra, cabal, i reserves emmagatzemades. Es tracta d'un índex poc contrastat i d'escassa aplicació. Es distingeixen en aquest sentit diferents graus d'humitat

GRAU D'HUMITAT	VALOR INP
>4.00	EXTREMADAMENT HUMIT
1,5 a 4.00	MODERADAMENT HUMIT
1 a 1,5	NORMAL HUMIT
0 a -1,5	NORMAL SEC
-1,5 a -4,0	SEQUERA MODERADA
<-4,00	SEQUERA EXTREMA

Fig 13:Valors i correspondència de l'Índex de Sequera-Demanda. Font: ORTEGA 2012

Joan Caldentey Brunet

Índex de Sequera Keetch-Byram

KEETCH i BYRAM (1968) citats per (GARCÍA, 2006) van dissenyar un índex de sequera amb per tal d'avaluar el risc potencial d'incendi forestal del potencial d'incendi. Es calcula tenien en compte la latitud on es situa l'estació meteorològica, la precipitació mitjana anual, temperatura màxima, i les últimes 24 hores de pluja. Els autors ofereixen una escala de sequeres que va des de valor 0 al 800 considerant-se el valors que oscil·len entre 600 i 800 com aquells de sequera severa i que per tant el risc d'incendi forestal seria bastant important.

.

Joan Caldentey Brunet

Sequera agrícola

Índex de Aportació d'Aigua Superficial

És un indicador predictiu de la disponibilitat total d'aigua superficial dins de la conca per a la primavera i l'estiu. L'índex es calcula mitjançant la combinació del volum d'aigua que presumiblement s'ha escolat amb els pronòstics de cabals de primavera i estiu que es basen en la capa de neu existent (és un índex creat per ser aplicat a la Serralada de les Rocalloses del Estants Units) i altres variables hidrològiques. Els seus valors estan graduats de 4,1 (disponibilitat d'aigua abundant) a -4.1 (molt sec o disponibilitat d'aigua escassa) amb un valor de zero (0) indica valors mitjans de disponibilitat d'aigua en comparació amb l'anàlisi històrica.

L'índex s'utilitza freqüentment com a una eina de gestió de l'aigua excel·lent per determinar sobretot el risc de sequera agrària pel que de manera primerenca es poden establir estratègies de gestió dels recursos hídrics.

Índex Sequedat Humitat

Creat per MESHCHERSKAVA I BLAZHEVICH (1997) dins el context geogràfic de l'antiga Unió Soviètica en concret per ser aplicat com a indicatiu de la producció cerealícola (MARCOS, 2001). es tracta d'un índex basat en dues fórmules, una per calcular les condicions de sequedat (Índex D) i un altre per l'excés d'humitat (Índex M). A més, parteix del principi que l'àrea productora de gra a l'antiga URSS es caracteritza per tenir una correlació negativa entre precipitació i temperatura, els autors estableixen els llindars a partir dels quals un determinat període és sec (precipitació inferior a un 80% de la mitjana i anomalia positiva de temperatura superior a 1 ° C) o humit (precipitació superior a un 120% de la mitjana i anomalia negativa de temperatura superior a 1 ° C).

Perquè el període considerat en una determinada estació sigui qualificat com sec o humit s'han de complir simultàniament les dues condicions, de manera que també cal la possibilitat d'una situació neutra. El llindar de precipitació va ser escollit pels autors després de detectar que, per al període 1891-1975, un terç dels valors era inferior al 80%

Joan Caldentey Brunet

de la mitjana, un altre terç era superior a un 120% de la mitjana, i el terç restant es situava entre el 80 i el 120% de la mitjana, els llistats de temperatura limiten un interval de normalitat ($\pm 1^\circ \text{C}$) on se situen un 40% dels valors, mentre que el 60% restant es reparteix entre els dos extrems superior i inferior. (MARCOS, 2001).

Finalment, l'índex s'obté per la diferència entre els dos índexs: si el valor és positiu, l'àrea pateix sequera, si és negatiu, predominen les condicions d'humitat. En funció de les característiques climàtiques de la regió a la qual s'apliqui, els autors proposen diferents límits de referència per classificar els períodes en tres intervals (sec, normal i humit), cadascun establint com a llistat un mètode similar als dels decils.

Índex de la Humitat del Cultiu

L'Índex de la Humitat del Cultiu (IHC) és el tercer índex de sequera creat per Palmer als anys 60 (1968) ORTEGA (2012). En aquest cas fou especialment dissenyat pel càlcul de la sequera agrícola. A l'igual que el seu segon índex de sequera es basa en el mètode de càlcul de l'índex de severitat de sequera del mateix autor per avaluar les condicions d'humitat a curt termini de les principals regions dedicades a la producció agrícola. Mentre el primer fa un seguiment meteorològic dels períodes humits i secs a llarg termini, aquest índex determina les condicions d'humitat a curt termini en les principals regions dedicades a la producció agrícola.

Es basa en les dades mitjanes setmanals de temperatura i pluviometria total, dins d'una zona climàtica, així com en el valor del l'índex de la setmana anterior. Un altre tret característic és que limita el seu ús, és que, normalment, comença i acaba cada durant cada cicle de cultiu amb valors pròxims a zero, per la qual cosa no es pot utilitzar per valorar les condicions d'humitat fora de l'època de cultiu. No obstant això, és un bon instrument per fer un seguiment de la sequera a llarg termini. (MARCOS, 2001).

Joan Caldentey Brunet

Índex d'aridesa de Palfai

És un indicador desenvolupat per PALFAI al 1984, principalment per al seu ús i a la planura panònica, per caracteritzar la intensitat de l'aridesa mitjançant un sol dígit, a partir d'un nombre reduït de paràmetres meteorològics i hidrològics. La fórmula bàsica pel seu càlcul és la temperatura mitjana de l'aire ($^{\circ}$ C), en el període entre abril i agost, es divideix entre la precipitació total (mm), obtinguda com a suma dels valors mensuals ponderats entre octubre i agost, i es multiplica per 100. Aquestes ponderacions mensuals dels valors de precipitació es basen en les condicions d'emmagatzematge d'humitat i en els canvis de la demanda general d'aigua pels cultius. Les estimacions dels factors de pes són les següents:

- 0,1 en octubre.
- 0,4 novembre.
- 0,5 de desembre a abril.
- 0,8 en maig.
- 1,2 al juny.
- 1,6 a juliol.
- 0,9 en agost.

Per expressar l'aridesa amb major exactitud s'ha de corregir el valor base mitjançant els següents factors (PALFAI, 1984):

- Factor de correcció de la temperatura "dies calorosos" (Kt): és la relació entre el nombre de dies calorosos (temperatura màx. = 30° C) durant el període de juny a agost, i la mitjana nacional multi anual d'aquest valor que, per Hongria, és de 16 dies.

Joan Caldentey Brunet

- Factor de correcció de la precipitació (K_p): és la relació entre el nombre de dies del període més llarg de pluviometria mínima (quan la suma de les precipitacions en dies successius no excedeix, com a màxim, de 5 o 6 mm), entre mitjans de juny i mitjans d'agost, i la mitjana nacional multi del mateix valor que, per Hongria, són 20 dies.
- Factor de correcció d'aigües subterrànies (K_s): és la relació entre la profunditat mitjana (m) del mantell freàtic durant els mesos de novembre a agost (m), i el valor plurianual d'aquesta profunditat, en una zona concreta. L'ús d'aquest factor de correcció és important per zones planes. A la pràctica, el millor és utilitzar les dades dels 2 o 3 pous d'observació més propers a l'estació meteorològica o al punt d'observació d'altres dades.

El valor final de s s'obté a partir del valor base s_0 , corregit la manera següent (PALFAI 1984):

$$s = K_t * K_p * K_s * \text{Valors de Base}$$

Segons experiències realitzades a Hongria, el moment de partida de l'índex hauria de ser 6.0. Els valors menors, per a un lloc concret, corresponen a anys humits, mentre que els superiors indicarien diferents graus de severitat de la sequedat, segons les següents categories

VALOR	TIPUS DE SEQUERA
6 a 8	SEQUERA MODERADA
8 a 10	SEQUERA MITJANA
10 a 12	SEQUERA SEVERA
Major que 12	SEQUERA EXTREMA

Fig 14: Valors i correspondència de l'índex de Palfai. Font: PALFAI (1984).

Joan Caldentey Brunet

L'indicador es pot utilitzar per fer comparacions entre situacions humides i / o seques de diferents períodes així com de diferents àrees, i també és vàlid per a fins de predicció, sempre que el càlcul dels valors es faci de manera continuada.

Índex de potencial agrohídrològic

L'Índex de potencial agrohídrològic és un indicador que relaciona la demanda d'aigua com la capacitat d'una zona determinada de satisfer les necessitats d'un cultiu concret, mitjançant el quocient entre l'aigua consumida i la requerida (ORTEGA, 2012) .

Els valors numèrics del estan compresos entre 0 i 1. D'acord amb les investigacions hongareses aquests valors són:

VALOR	TIPUS DE SEQUERA
1,0-0,8	ESCASSETAT D'AIGUA DEL CULTIU ÉS NOMÉS TEÒRICA, PERQUÈ A LES PLANTES SE'LS SUBMINISTRA AIGUA DE FORMA CONTÍNUA I IL·LIMITADA.
0,8-0,5	CAPACITAT PER SATISFER LA DEMANDA D'AIGUA DE LA ZONA SEGUEIX SENT CONTÍNUA, PERÒ ES VA RESTRINGINT PROGRESSIVAMENT.
0,5-0,3	ESCASSETAT D'AIGUA ALTA, EL SUBMINISTRAMENT D'AIGUA A LES PLANTES ÉS DIARI I RESTRICTIU, I, COM A CONSEQÜÈNCIA, APAREIXEN SÍMPTOMES D'ESTRÈS HÍDRIC.
<0,3	GRAN ESTRÈS HÍDRIC, QUE CAUSA CONSIDERABLES PÈRDUES DE BIOMASSA I, SI AQUESTA SITUACIÓ ES PERLLONGA, TAMBÉ CAUSA LA MORT DE LA PLANTA.

FIG 15 :Valors i correspondència de l'Índex de potencial agrohídrològic,

Per expressar la severitat (o intensitat) de la sequera va semblar bo determinar el nombre de dies amb estrès hídric, és a dir, el nombre de dies en què els valors de l'índex estaven per sota de 0,5 (el que significa que les plantes disposaven de menys de la meitat de l'aigua que necessitaven) (ORTEGA, 2012).

Joan Caldentey Brunet

Índex d'evapotranspiració mitjà.

Es defineix com el quocient entre l'índex d'evapotranspiració registrat en el període considerat i l'índex d'evapotranspiració que es considera normal per a aquest mateix període, multiplicat per cent. Quan el valor observat és superior al normal, l'indicador val més de 100, i quan és inferior, val menys de 100.

Com que l'índex d'evapotranspiració normal es recomana utilitzar la mitjana (percentil 50) de la sèrie d'observacions 1961-1990 corresponent al període considerat.

Es recomana l'elaboració a escala mensual i la seva posterior agregació a l'escala anual mitjançant la mitjana aritmètica dels índexs mensuals (MARCOS, 2001).

Nous Índexs de sequera combinats

L'última generació d'índexs de sequera desenvolupats durant la dècada de l'any 2000 tracta d'incorporar explotar un màxim d'informació que actualment és fàcilment disponible gràcies al fenomen de la neogeografia. La combinació de les dades meteorològiques de la superfície terrestre i la teledetecció (especialment relacionada amb la refractivitat de la coberta vegetal) esdevé una font d'informació per tal d'avaluar possibles situacions de sequera generalitzada. De fet, ja a la dècada dels anys 90 dins el context anglosaxó apareix en concepte de monitorització de la sequera que no és més que introduir la variable territorial i cartogràfica en l'avaluació dels períodes de dèficit hídric i la seva evolució temporal i geogràfica.

En aquest sentit Brown et al l'any 2008 (NIEMEYER, 2010) publiquen l'anomenat Índex de resposta de la vegetació (VegDRI) considerant-se com a un dels índexs de sequera més complets publicats fins ara. El VegDRI combina conjunts de dades obtingudes per mitjà de teledetecció amb dades estrictament climàtiques (precipitacions). Addicionalment també es té en compte la informació d'altres paràmetres com ara elevació, ús del sòl, la capacitat d'aigua del sòl, o el percentatge de l'agricultura de regui d'un territori. Per tant, seria un índex especialment útil per estudiar la sequera agrària. De totes les dades d'entrada recollides en una base de dades tres estacional (Primavera, estiu, tardor) els

Joan Caldentey Brunet

models de regressió lineal amb la qual es construeixen els mapes finals de VegDRI són produït. L'índex està actualment en procés d'avaluació (2015) i en els pròxims anys esdevindrà com una eina de vigilància de la sequera objectiva i operacional al Centre Nacional nord-americà de vigilància de la sequera. Es mostra per tant com una eina especialment útil per a la predicció primerenca de sequeres i seguiment espacial d'aquestes. No obstant això presenta el gran inconvenient com és que no és útil per a l'estudi de sequeres pretèrites sobretot en d'aquells moments o territoris dels quals no disposam imatges aèries o de satèl·lit.

Sequera Socioeconòmica

De totes les tipologies de sequeres existents la socioeconòmica és la més difícil de quantificar donat que no existeixen elements quantitius que objectivament puguin identificar el punt crític d'una sequera. A més, la influència dels factors relacionats amb el context socioeconòmic del territori que pateix la sequera juntament amb el seu nivell de desenvolupament tecnològic condicionen l'existència o no de sequeres d'aquest tipus. En tot cas hauríem de recórrer a criteris de caràcter subjectiu per tal de poder avaluar la existència, la incidència, i la intensitat d'una sequera d'aquest tipus. Ens referim per exemple a l'anàlisi del consum d'aigua (tant per part de la població com per part de tots els sectors econòmics), evolució de la població resident o flotant com també a dades de pluviometria o ja directament a episodis de sequeres meteorològiques o hidrològiques detectades per mitja d'índexs quantitius anteriorment esmentats. No obstant això la visió d'aquesta sequera socioeconòmica no deixa de ser ambigua pel que seguint el model de la tesi doctoral de GRIMALT (1992) una eina útil per detectar aquests tipus d'eixuts pot ser l'anàlisi del contingut de premsa. Els mitjans de comunicació, especialment la premsa escrita són una font on cal cercar notícies sobre la falta de recursos hídrics davant la demanda per part de la mateixa societat. Notícies o bans per part de les autoritats competents s'anuncien restriccions d'aigua o es fa una crida generalitzada a la moderació en el consum són un signe inequívoc de l'existència d'un eixut socioeconòmic tal i com ho demostren (CALDENTY i GRIMALT 2013) i (BALLE;RIBALS PALOM et al, 2003) en un estudi referit a les sequeres de la Comarca del Llevant de Mallorca en els cas d'episodis

Joan Caldentey Brunet

de sequera esdevinguts durant la dècada dels 80 i també a principis del nou mil·lenni. En ocasions però la premsa escrita però pot no reflectir, donada la subjectivitat que pot presentar com a font d'informació. Des d'aquesta òptica GRIMALT (1992) adverteix de l'existència de notícies que informaven de l'existència d'una pertinença sequera a les Illes Balears durant els anys 60 i 80 quan en realitat la situació hídrica insular no era tal. Així mateix l'atribució que en fa l'autor correspon a la contaminació informativa d'episodis de dèficit hídric dins el context peninsular.

Joan Caldentey Brunet

TIPUS DE SEQUERA	PRINCIPALS ÍNDEXOS
METEOROLÒGICA	<ul style="list-style-type: none"> • ÍNDEX ESTANDARDITZAT DE PRECIPITACIÓ • ÍNDEX ESTANDARDITZAT DE PRECIPITACIÓ-EVAPOTRANSPIRACIÓ • PERCENTATGE DE LA PRECIPITACIÓ MITJANA • MÈTODE DELS QUINTILS. • NOMBRE DE DIES AMB PRECIPITACIÓ MAJOR DE 30 MM • ÍNDEX DE RISC DE SEQUERA • ÍNDEX NORMALITZAT DE PRECIPITACIÓ • ÍNDEX DE SEQUERA OFERTA-DEMANDA • ÍNDEX NACIONAL DE PLUJA • ÍNDEX DE SEVERITAT DE SEQUERA DE PALMER
HÍDRICA	<ul style="list-style-type: none"> • ÍNDEX HIDROLÒGIC DE SEQUERA DE PALMER • ÍNDEX DE SEQUERA - DEMANDA • ÍNDEX DE SEQUERA KEETCH-BYRAM
AGROLÒGICA	<ul style="list-style-type: none"> • ÍNDEX DE APORTACIÓ D'AIGUA SUPERFICIAL • ÍNDEX SEQUEDAT HUMITAT • ÍNDEX DE LA HUMITAT DEL CULTIU • ÍNDEX D'ARIDESA DE PALFAI • ÍNDEX DE POTENCIAL AGROHIDROLÒGIC • ÍNDEX DE EVAPOTRANSPIRACIÓ MITJÀ. • NOUS ÍNDEXS DE SEQUERA COMBINATS
SOCIOECONÒMICA	<ul style="list-style-type: none"> • ANÀLISI DEL CONTINGUT DE PREMSA.

Fig 16: Quadre –resum dels principals índexs classificats per tipologies de sequeres.

Joan Caldentey Brunet

1.5 Sequeres històriques a les Illes Balears fins al 1950.

Les Illes Balears com a territori amb un clima típicament mediterrani han tengut la sequera com a un fet habitual. En major o menor mesura la presència de períodes amb precipitacions anormalment escasses ha condicionat la vida dels habitants que des dels inicis de la història han habitat les Illes Balears. En aquest sentit podem dir que fi al principis del segle XX la disponibilitat de dades meteorològiques a les Illes Balears és pràcticament inexistent, per tant per aquest estudis d'eixuts històrics els autors com (GRIMALT, 1992) han utilitzant freqüentment fonts indirectes la majoria d'elles de caràcter eclesiàstic relacionades amb les rogatives pro-pluviam que es realitzaven sobretot a partir de l'Edat Moderna per pregar davant la necessitat de pluges dins una societat de l'Antic Règim on la producció de cereals, cultius de secà però que necessiten recursos hídrics per néixer i germinar era el sustent per la població i de la producció abundant o no d'aquests en depenia l'equilibri econòmic, demogràfic i també polític de la societat. El treball amb aquest tipus de fonts indirectes des d'aquesta perspectiva no està exempt de nombrosos inconvenients pel que és una font en ocasions amb fort component subjectiu GRIMALT (1992) citant a FONTANA (1975), XAMENA (1964), GAYÀ (1997) I BARCELÓ (1991):

- El cicle anual d'aquestes rogatives en moltes ocasions coincideix amb períodes propers a l'aridesa estival característica del clima mediterrani pel que determinades notícies sobre rogatives poden no correspondre a vertaderes necessitats reals de pluges que puguin perjudicar greument les collites sinó a la impaciència de la societat davant aiguats primaverals o de tardor que es retarden moderadament.
- El component socioeconòmic de la sequera ja és plenament present durant l'Edat Moderna ja que en aquest període la demanda d'aigua creix espectacularment coincidint amb un període de forta urbanització de la societat insular. A més durant aquest període existí una important apropiació de recursos hídrics per una sèrie d'oligarques locals que dificultat encara més l'accés a l'aigua sobretot per part dels col·lectius desfavorits. A més amb l'arribada al SXVIII de les primeres idees il·lustrades provoca la substitució dels cereals per altres cultius no tant dependents

Joan Caldentey Brunet

de l'estrès hídric com ametlers, vinya i figuera i per tant la vulnerabilitat del camp mallorquí (sustent econòmic de l'illa) disminueix considerablement.

- Les lluites internes dins l'església balear del moment d'igual manera poden distorsionar les rogatives pro-pluviam que és realitzaren. Així són destacables les lluites durant el SXVIII entre partidaris i detractors del culte a Ramón Lull pel que en ocasions les rogatives eren una simple arma de reclam social per part de determinats ordres religiosos per defensar els Sants o figures de culte determinades.

De tot l'anterior podem arribar a la conclusió que sense cap tipus de dubte les rogatives i notes històriques sobre aquestes són una font molt útil per estudiar els eixuts en època preindustrial. Ara bé, com hem vist són una font no exempta de subjectivitat i per tant s'hauria de contrastar amb altres indicadors econòmics com la producció blatera (GRIMALT, 1992).

Des d'aquest punt de vista donada la irregularitat pluviomètrica del món mediterrani la sequera és un fenomen certament inevitable la presència de la qual, a diferència d'altres riscos geogràfics és més general i quasi sempre afecta amb major o menor mesura tot el territori insular. Sempre a partir de la recopilació a de fonts indirectes que fa l'abans citat autor a les que se n'afegeixen d'altres tals com monografies històriques de les Illes Balears:

Sequeres anteriors a l'Edat Moderna

Les notícies sobre sequeres que ens han arribat anteriors als segle XVI són francament escasses i no serà fins a n'aquesta data en què es popularitzarà l'ús de les rogatives pro-pluviam. No obstant això, es té constància que a finals del segle XV (1374) l'illa de Mallorca patí una pertinaç sequera que causà estralls, també foren anys de fort eixuts i per tant es practicaren nombroses rogatives durant diversos anys del segle XV ,1406, al 1425,1474,1484 GRIMALT 1992 que cita a CAMPANER (1881) i FUSTER (1966).

Joan Caldentey Brunet

Sequeres al segle XVI

Ja dins el segle XVI trobam documentats nous episodis de sequera tant per notícies de rogatives arribades des de Cronicons com per d'altres fonts de caràcter historiogràfic. En concret referida als anys 1500 i 1503 (FUSTER, 1966) afirma que *“fueron de gran esterilidad de granos, que se dio permiso para comer carne en cuaresma”* i sobretot de l'episodi de 1507 *“no llovió en ninguda parte de la isla”*. La següent referència data d'un segle més tard en què s'esmenta referint-se als capítols d'Abastecimientos i aguas *“Son escasas las noticias y todas ellas indican sequía mas o menos persistente”*. Altres referències a n'aquest eixut seria *“El 1507 fou el més estèril de tot aquest període, a causa de la secada. Molt de bestiar morí de set i s'eixugaren les fonts i els pous”*. Referit a aquest segle tant en el Cronicon Mayoricense de CAMPANER (1881) com en d'altres obres similars (LLOMPART, 1984 i BOVER, 1964) la notícia sobre rogatives per invocar pluges són citades fins a 16 ocasions tant els anys ja anteriorment citats en referència a d'altres autors com d'altres no esmentats (1579, 1587, 1591 i 1592). Per tant si generalitzam aquest episodis de sequera a escala secular ens trobam que, sempre d'acord amb les fonts consultades, el segle XVI tingué importants episodis de dèficit pluviomètric al seu inici com al seu final mentre que no ens han arribat notícies d'aquests durant la part central del mateix.

Sequeres al segle XVII

Si tal i com acabam de veure el segle XVI finalitza amb un important episodi de sequera el XVII comença amb aquesta mateix tendència . El setmanari petrer *Apostol y civilizador* de clara tendència juniperiana en el seu núm 184 cita *“En el año 1600 hubo una espantosa sequía en toda la isla, no recolectándose nada en ningún pueblo de ella”*. D'aquest mateix episodi dins la història local també en trobam nombroses referències com és el cas de XAMENA (1963) al cas de Felanitx o FUSTER (1966) al cas de Manacor. L'inici secular amb un pronunciat episodi de sequera fou vaticini d'un dels segles més secs de la història de les Illes Balears ja que les notícies de sequera es succeiran constantment com també les de males collites, pestes i emigració de gent procedent de l'arxipèlag cap a d'altres indrets del Llevant de la península ibèrica (ALZINA et 1982). Atenent a GRIMALT (1992)

Joan Caldentey Brunet

que cita a LLOMPART (1984), CAMPANER (1881) I XAMENA (1963) l'episodi més marcat s'iniciaria al 1609 i perduraria fins al 1630 amb un parèntesi durant la dècada dels anys 20. Per tant, amb tota probabilitat el primer terç del segle en qüestió fou especialment sec i no tant sols es tracta d'un període aïllat de manca de precipitacions sinó que es tracta de quasi tres dècades en que l'eixut empitjorà considerablement les condicions de vida de la població i provocà mínims històrics de collita de cereals. Tot i això l'abans esmentat autor reflexionant sobre les deficiències de les rogatives com a font d'estudi de les sequeres històriques argumenta que segons durant el aquest segle XVII, anomenat de "ferro" pels historiadors, hi hagué una vintena de collites que fossin deficientes i tant sols en el cas de cinc anys podrien ser considerades com a vertaderament deficientes pel que la producció cerealística es refereix.

Durant la part central del segle tornàrem a trobam referències notòries a la manca de precipitacions (anys 1644, 1647, 1678, 1679, 1651, 1652, 1657, 1659, 1661).

Especialment notori fou l'eixut del 1661 any en què la sequera es cita fins en 8 ocasions. A les darreries de segle a partir del 1673 de manera intermitent tornam a trobam cites sobre sequeres (1679, 1687, 1683,1682, 1687, 1689, 1690, 1691, 1692, 1693, 1695, 1697, 1699).

D'entre aquestes destaquen, sempre seguint el criteri de les referències a les diverses fonts històriques consultades, els episodis del 1674,1682 i 1679 (fig 17).

Joan Caldentey Brunet

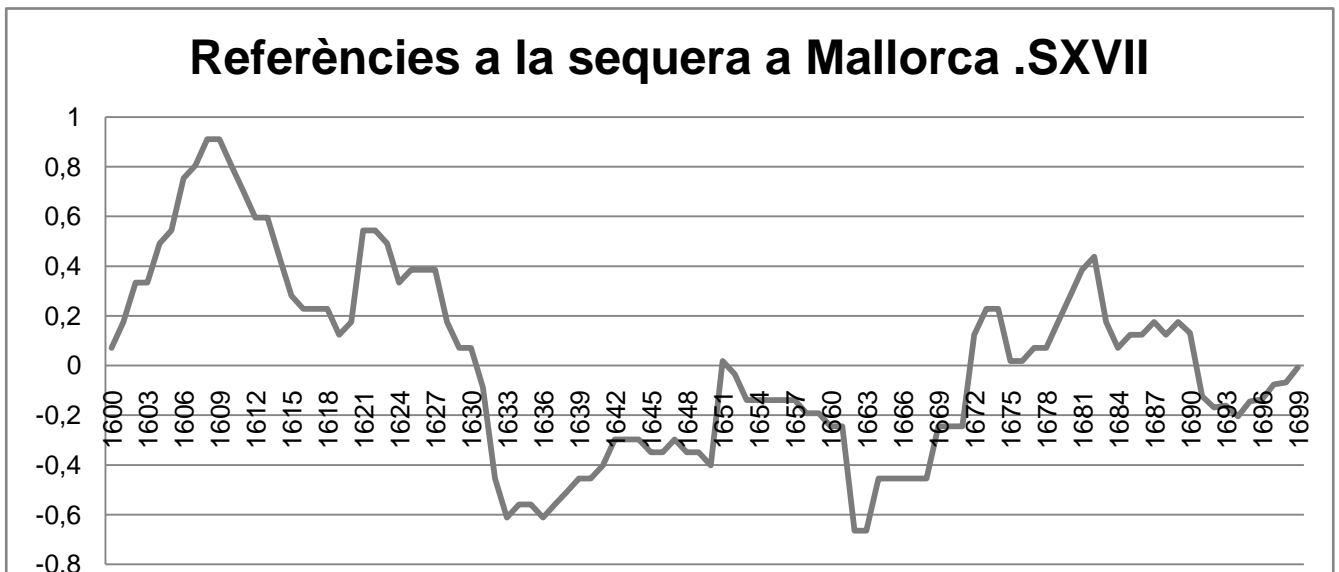


Fig 17: Referències a la sequera durant el sXVII valors homogeneïtzats i mitjanes mòbils a 11 mesos). Elaboració pròpia a partir de Grimalt Gelabert (1992) que cita a Llompart (1984), Campaner (1881) i Xamena (1963).

Sequeres al segle XVIII

A l'igual que els dos segles anteriors l'arribada del segle de llums vengué acompanyada d'un nou episodi de sequera del qual en tenim notícies tant a nivell local com a nivell insular. Referit al municipi de Felanitx XAMENA FIOIOL(1978) puntualitat "*Per la primavera de 1709 es celebrarem pregàries per aigua i manaren fer mestall fins a la pròxima collita*". També dins la historiografia local, en aquest cas referit al cas de Manacor FUSTER (1966) referit a l'eixut del 1739 puntualitza que "*el año es muy estéril en agua*". Deu anys després pareix que la sequera encara persistia i a més s'havia agreujat "*En febrero de 1749 no se encontraba agua en ningún pozo*". L'*Apostol y Civilizador* d'aquest episodi especifica que "*En la sequía y miseria de febrero y marzo de 1748, la población sufrió una de las mayores tragedias que se conocen*". Pel que fa a cronistes d'àmbit insular GRIMALT (1992) citant a LLOMPART (1984), CAMPANER (1881) I XAMENA el fenomen de la sequera, o de les rogatives que es realitzaven apareix com a notícia durant el segle fins a 77 ocasions (fig 18). A diferència del segle anterior no trobam episodis marcats i perllongats de sequera sinó que trobam més anys amb notícies de sequera però amb una

Joan Caldentey Brunet

intensitat menor, donat que presumiblement no es realitzaren tantes rogatives o les notícies de sequeres són més moderades i únicament repetides durant una o dues ocasions per any. No obstant això, a l'igual que ja advertia FUSTER (1966) al cas manacorí sembla que la part central del segle XVIII patí una episodi d'intensa sequera d'acord amb els cronistes consultats. Amb tot, com dada il·lustrativa d'aquest fet és que durant tres anys consecutius 1748,1749 i 1750 , quatre són les notícies referides a la sequera. Per tant suposadament ens trobam davant un episodi intens i perllongat de dèficit pluviomètric que afectà intensament la societat illenca.

Des d'aquesta òptica d'acord amb GAYA (1977) i CAMPANER (1881) citat per GRIMALT 1992 que a principi del segle XVIII es practicarem rogatives degut a l'absència de pluges

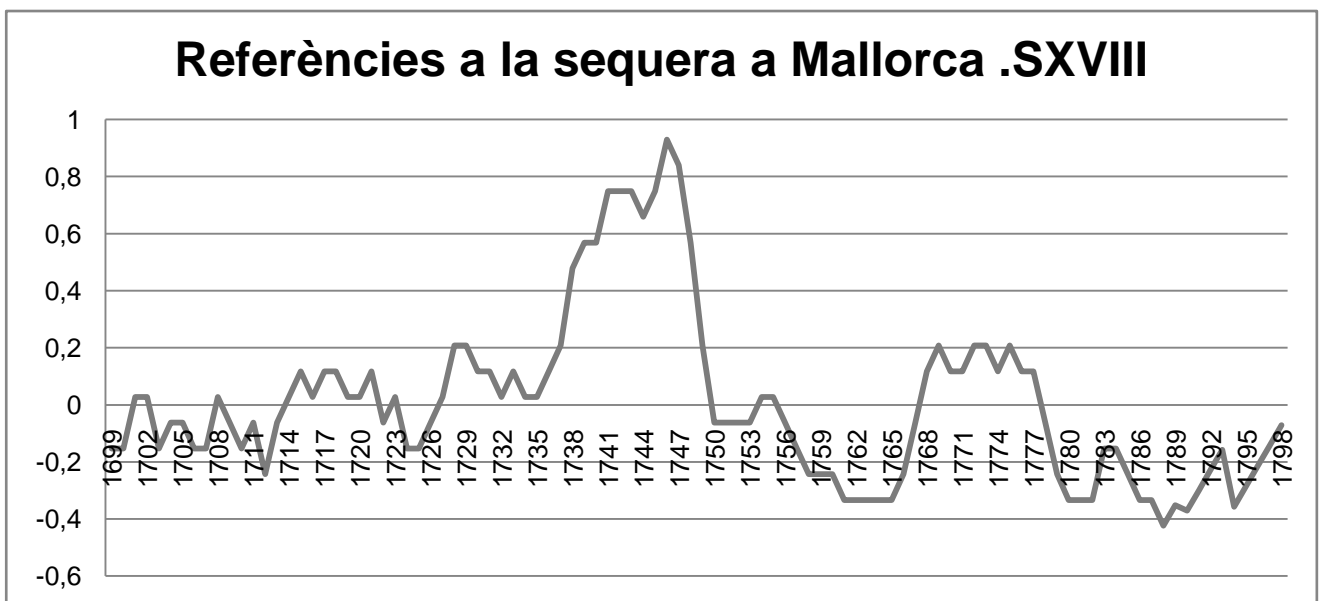


Fig 18: Referències a la sequera durant el sXVII. (valors homogeneïtzats i mitjanes mòbils a 11 mesos). Elaboració pròpia a partir de Grimalt (1992) citant a Llompart (1984), Campaner (1881) i Xamena (1963).

com també en els anys 1722, 1726,1734, 1736, 1737, 1738, 1744, 1747, sobretot durant els mesos equinoccials en què les pluges eren especialment necessàries pel naixement i posterior germinació dels cultius. Resulta especialment interessant l'anàlisi de les possibles causes climàtiques del eixuts d'aquests segles XVII i XVIII com també de les

Joan Caldentey Brunet

resta de desastres naturals (majoritàriament nevades i calabruixades) que assoliren l'illa de Mallorca de manera simultània als dèficit de precipitació. (GRIMALT, 1992). Si analitzem l'evolució de les fluctuacions climàtiques de l'holocè ens adonem que són els anys de màxima intensitat de la coneguda com a petita edat del gel. Per tant, són anys de refredament global a tot Europa. És lògic suposar des d'aquest punt de vista que un refredament del clima a les nostres latituds provoqui una major incidència d'anticiclons tèrmics hivernals o dinàmics d'origen subtropical, fet que lògicament pot repercutir sobre les precipitacions tant equinoccials com hivernals. A més, a l'augmentar les precipitacions en forma de neu i calabruix s'accentua la sequera agrícola ja que per si present degut a la manca de pluges en estat líquid. Si estudiem la cronologia d'aquests episodis secs amb la de la petita edat del gel veiem una coincidència quasi perfecta. Cronològicament la Petita Edat de Gel s'inicia a mitjans segle XV i perduraria fins a mitjans segle XIX. CUADRAT I PITA (1997) la sequencien entre el 1430 i el 1850 amb dos períodes especialment intensos a finals del segle XV i durant el segle XVII, segle en el qual tal i com hem comentat amb anterioritat és aquell en què trobem la majoria de sequeres històriques dins l'àmbit insular. A més, dins aquesta pulsació marcada per un refredament notori de les temperatures del segle XVII trobaríem precisament l'anomenat mínim de Maunder, (fig 19) degut a un mínim en l'activitat solar, que aniria del 1645 i el 1715 per tant podria ser la possible causa de què el darrer terç del segle XVII i primers anys del SXVIII la sequera fos un fet perenne dins el clima mallorquí. Històricament s'ha constatat que durant aquest mínim de Maunder a tot l'hemisferi nord el hivern foren especialment freds pel que reiterem es probable que d'una manera o una altra això generàs dèficits pluviomètrics (almenys en forma d'aigua) o intenses nevades o fenòmens meteorològics extrems que pogueren contribuir a males anyades i conseqüentment obligà a realitzar rogatives. De fet, a d'altres indrets del nostre hemisferi (sud-est asiàtic) també s'han documentat importants episodis de sequera catastròfica que tingueren conseqüències negatives per la població i la societat. Dins l'àmbit geogràfic ibèric també es té constància d'importants sequeres durant aquest segle XVII, ACASO et al(S.D) adverteixen cap allà el 1683 Aragó viurà uns dels episodis de sequera més severes de tota la seva història. De totes maneres és bastant lògic associar dèficits pluviomètric a fluctuacions climàtiques fredes com és el cas de la Petita Edat de Gel. Pareix almenys en aquest cas que no és

Joan Caldentey Brunet

l'única causa imputable i que per tant altres factors com la circulació atmosfèrica , o també el component socioeconòmica, podrien tenir una evident relació.

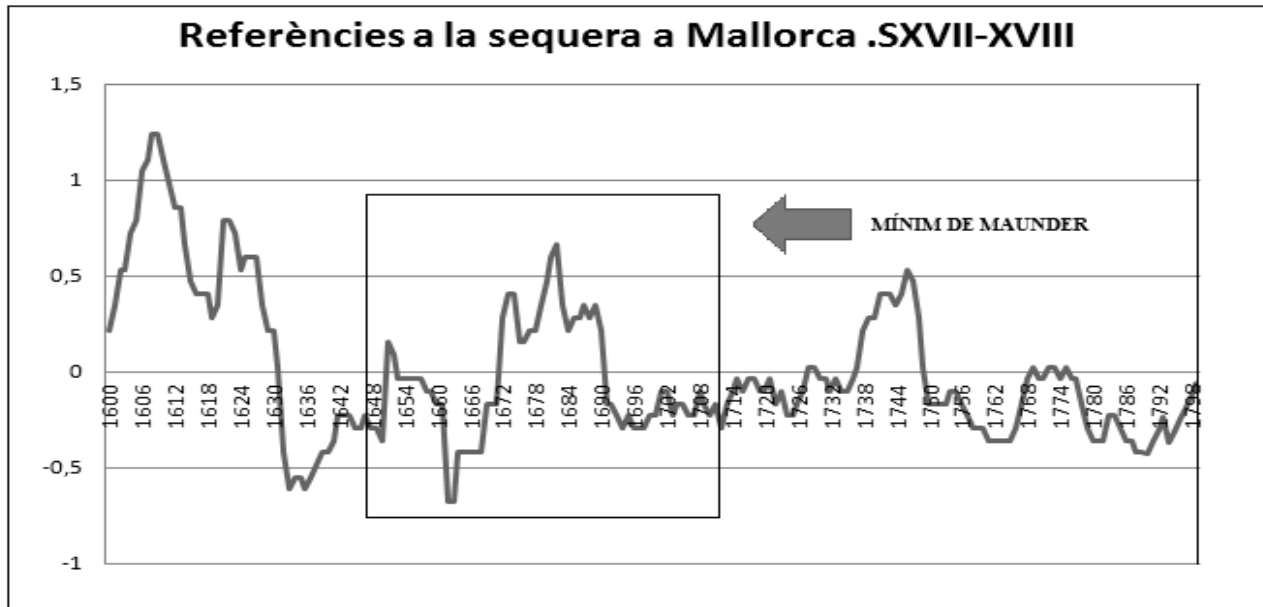


Fig 19: Referències a la sequera durant els sXVII i XVIII i la seva relació amb la petita edat de gel. (valors homogeneïtzats i mitjanes mòbils a 11 mesos). Elaboració pròpia a partir de Grimalt (1992) citant a Llompart (1984), Campaner (1881) i Xamena (1963).

Sequeres al segle XIX

Durant el segle XIX seguim trobant algunes episodis d'eixuts històrics dels quals a les Illes Balears n'hem trobat notícies. Pareix a ser que la primera sequera decimonònica data de l'any 1813 GRIMALT (2003) citant GRIMALT GALMÉS (1985). Set anys després tornam a trobar notícies sobre nous episodis de dèficit pluviomètric que “Durant el període 1820.29 hi tornà haver algunes secades i escassetesa d'aliment “ (XAMENA 1978). Pareix que aquest episodi de sequera fou també contemporani en els Llevant de la península ibèrica almenys en el cas de la costa central catalana d'acord amb registres històrics com també instrumentals (BARRIENDOS i DANNEKER 1995).

Ja a mitjans de segle tornam a trobar noves referències d'episodis perllongats amb absència de precipitacions.” *L'any 1846 plougué molt poc i les conseqüències de la secada*

Joan Caldentey Brunet

es deixaren sentit dins el 1847" XAMENA 1978. El darrer apunt històric que ens ofereix Fuster (1966) data de mitjans del segle XIX tot citant al Cronicó Manuscrit de Vicaria D. Salvador Martí informant que "*En 1846 Manacor sufrió gran miseria por falta de aguas. Des del 24 de Diciembre de 1846 al 25 de Marzo de 1849 no llovió*". (GRIMALT (2003) citant GRIMALT GALMÉS (1985). també es refereix a n'aquests anys de sequera considerant-la una de les causes de la primera emigració de mallorquins a ultramar. Dins aquest context, també destaca l'any 1879 com un any extremadament sec a la nostra illa.

Sequeres a la primera meitat del segle XX

Ja dins el segle XX hem pogut documentat de manera indirecte un llarg període de sequera entre entorn als 1910-1915. Sabem per la informació aportat per l'Apostol y Civilizador que l'any 1914 "*Se hicieron rogativas para pedir lluvia ante la pertinaz sequia*". Igualment a la revista manacorina *Perlas y Cuevas* núm. 580 un testimoni oral d'aquesta en comenta que fou una de les causes de l'emigració de la seva família a les Amèriques.

Paral·lelament a tot l'anterior durant la primera meitat del segle XX ja trobam a l'illa de Mallorca algunes estacions amb registres si més no complets. Per tant ja podem tenir referències objectives sobre el fenomen de la sequera a diferència de les fonts indirectes que com em vista anteriorment no estaven absentes d'un component subjectiu. Tot i això pareix a ser que amb l'arribada dels segle XX les rogatives pro-pluviam es seguiren practicant tal i com cita GRIMALT (1992) al cas de Manacor. A partir d'estudis de GÓMEZ (2002) durant la primera meitat del segle XX diferencia un darrer eixuts durant els anys 1945 i 1946.

Joan Caldentey Brunet

1.6. Síntesi de les principals aportacions.

D'aquest primer apartat introductori cal destacar una sèrie d'aspectes importants i rellevant que condicionaran la metodologia general d'aquesta tesi. En primera instància destacar que l'objecte d'estudi serà la sequera meteorològica entesa com a una període llarg i excepcional amb precipitacions per sota de valors mitjans. Reiterar que la tècnica per detectar aquest episodis serà el mètode de índex estandarditzat de precipitació de sequera pluviomètrica (d'ara endavant IESP o IES) que proposat per la Dra. M^aFernanda Pita López l'any 2001. Tot i que s'ha plantejat l'ús d'una altre índex de sequera s'ha optat per aquesta tècnica aquest darrera donada la contrastada eficiència dins els treball publicats dins el nostre àmbit geogràfic.

L'aparició de la sequera ha estat, és i serà un risc geogràfic present a l'àrea balear, amb un clima paradigmàticament mediterrani marcat per la irregularitat pluviomètrica. De tots els eixuts que històricament han afectat l'arxipèlag caldria destacar, per la seva intensitat els episodis que afectaren les Illes durant els segle XVII (a principis i durant el darrer terç), els de la meitat dels segles de XVIII i XIX i principis del segle XX tot i que hem de recordar que no comptam amb fonts directes pel seu estudi.

Joan Caldentey Brunet

2.Hipòtesis preliminars

En aquest apartat és formulen les hipòtesis de partida tant de la distribució temporal de les precipitacions com també respecte al seu abast territorial dins l'arxipèlag. Igualment és presenta la teoria de partida respecte a com la circulació atmosfèrica pot tenir relació amb l'aparició dels diversos eixuts dins el context insular.

Joan Caldentey Brunet

2.Hipòtesis preliminars

2.1.Hipotèsi preliminar apartat 5

La hipòtesi de partida ve determinada per la teoria que per mitjà de l'IESP (Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica) és detectaran un sèrie de períodes de sequera pluviomètrica durant la segon meitat del segle XX i la primera dècada del segle XXI, s'espera que aquestes sequeres presentin diferències pel que fa a al seva aparició entre els diferents observatoris com també mostrin diferències geogràfiques pel que fa al seu abast territorial.

En referència a aquest comportament espacial de la sequera a les Illes Balears es possible que existeixi una regionalització de l'illa de Mallorca ,donada la seva extensió, a partir de l'estudi previ realitzat per SUMNER et al 1993. On a partir de l'anàlisi logarítmica de les dades pluviomètriques de 96 observatoris durant els anys 80 detecten fins a set àrees d'afinitat de precipitació diària (fig 43) arribant a la conclusió que aquestes poden venir condicionades pel relleu de l'espai insular:

1. Pla de Campos i Marina de Lluçmajor.
2. Vessant marítim Serres de Llevant i marina de Llevant.
3. Pla de Palma.
4. Pla de Mallorca, Badies de Nord.
5. Vessant marítim Serra de Tramuntana.
6. Eix central Serra de Tramuntana.
7. Artà.

En el cas de les Illes menors (Menorca, Eivissa i Formentera) que pel contrari tenen una extensió més reduïda és probable que aquesta regionalització del comportament de les precipitacions i per extensió de les sequeres no sigui tan marcada.

Joan Caldentey Brunet

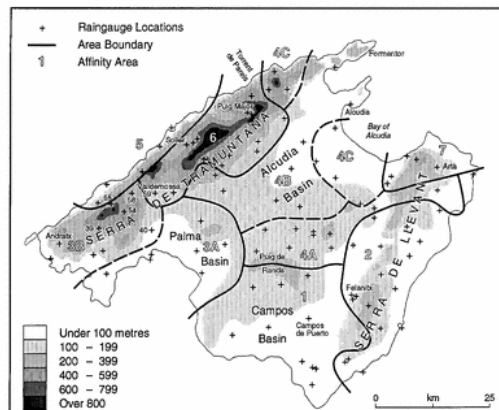


Fig 43: Àrees d'afinitat de precipitació diària. Font: SUMNER et (1993)

2.2.Hipotèsi preliminar apartat 6

És evident que d'acord amb estudis previs hi ha una clara relació entre el dèficits pluviomètrics a l'àrea balear i determinades situacions sinòptiques relacionades generalment amb la persistència de patrons marcadament anticiclònics o advectionals de caràcter subtropical. Partim també del supòsit que existeix una clara relació entre els patrons generals de circulació atmosfèrica en latituds mitjanes i la distribució temporal i territorial de les seqüències seques a les Illes Balears. Per tant, ens cal en primer lloc determinar mitjançant la metodologia proposada determinar vertaderament quines són aquestes seqüències seques per en posterioritat relacionar la seva distribució amb l'índex Jenkinson i Collinson. Analitzant en principi la relació entre els eixuts que han afectat l'àrea balear i períodes en els quals la circulació atmosfèrica a l'àrea d'estudi és preferentment anticiclònica.

Joan Caldentey Brunet

3. Marc geogràfic.

A n'aquest apartat s'expliquen les principals característiques físiques de l'arxipèlag balear fent especial incidència amb les característiques del seu règim a de precipitacions, donat que aquesta darrera variable, és la que en darrera instància condicionaria l'aparició d'episodis secs. Igualment s'explicaran quines situacions sinòptiques de manera tradicional s'ha descrit com a possibles causant de períodes d'absència de precipitacions a la Mediterrània occidental.

Joan Caldentey Brunet

3. Marc geogràfic.

3.1 Justificació de l'àrea d'estudi.

L'àrea d'estudi de la present tesi són les Illes Balears, arxipèlag situat a la Mediterrània occidental. La geografia de l'arxipèlag de les Illes Balears comprèn Mallorca i les adjacents ; es de Cabrera,; i les Pitiüses (Eivissa, Formentera) En total el territori fa 4.492 km² i va des del nivell del mar fins 1445 m d'altitud al Puig Major de la Serra de Tramuntana de Mallorca. Les coordenades geogràfiques estan entre els 40°5'48' i 38°40'30' de latitud N i entre 1°12'47' i 4°19' de longitud E.

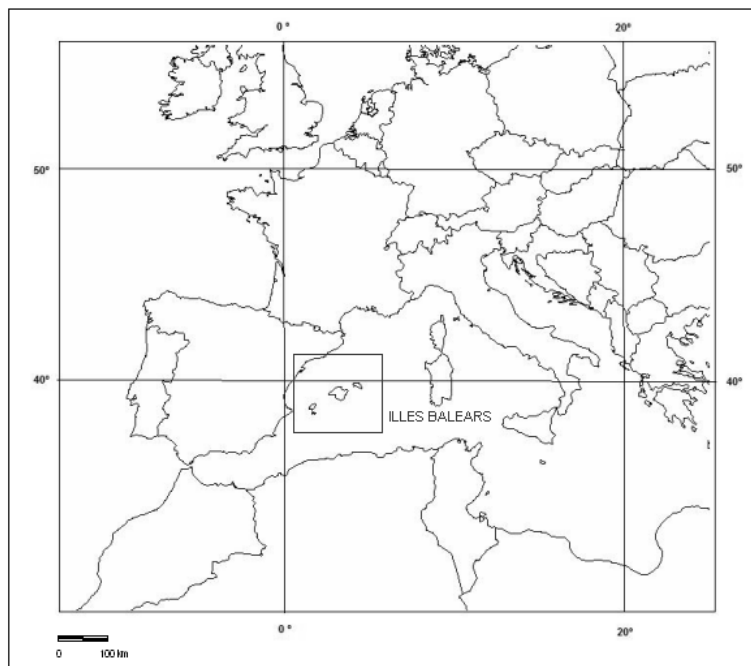


Fig 20: Les Illes Balears dins la Mediterrània occidental.

Mallorca està constituïda per dos sistemes muntanyosos, orientats de nord-est a sud-est i per una plana baixa, més o menys accidentada, situada entremig de les dues serralades. La Serra de Tramuntana està a la banda nord-oest de l'illa, té nombrosos cims de més de 1000 metres d'altitud. Les Serres de Llevant, paral·leles a la costa, al sud-est de Mallorca és més baixa i de morfologia més suau, l'altitud màxima és al Puig de sa Talaia Freda de

Joan Caldentey Brunet

561 m d'altitud. La plana central de Mallorca presenta pujols i relleus discrets destacant el Puig de Randa amb 548 m. Menorca és una illa baixa, la màxima altitud és a la Muntanya del Toro amb només 358 m. Eivissa és una illa calcària i muntanyosa els cims de la qual no són gaire elevats (Sa Talaiassa 475 m). Formentera també es calcària encara que més baixa (Sa Mola 192 m) (LLUCH, 1997).

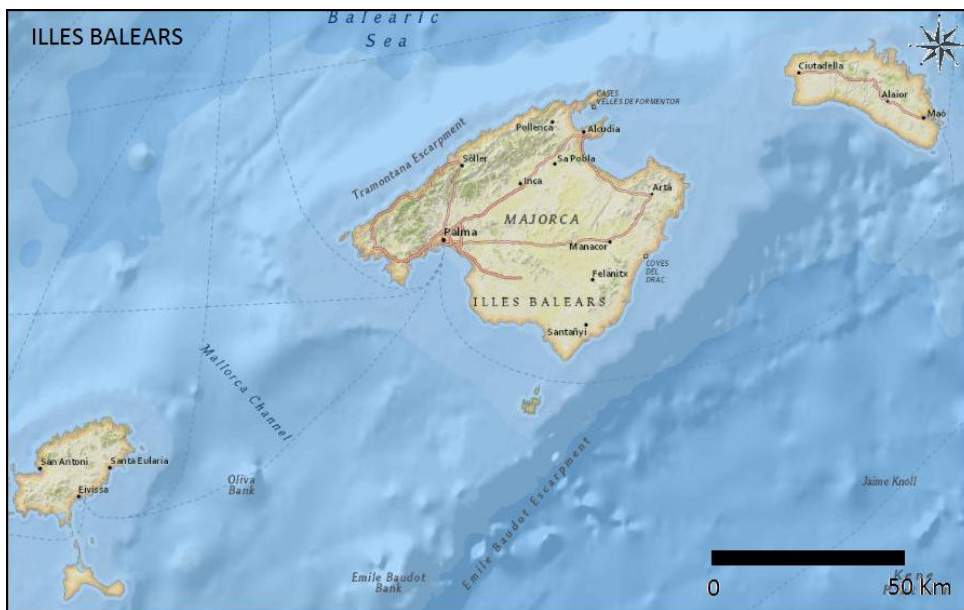


Fig 21: Les Illes Balears. Font: Elaboració pròpia.

De fet tota aquesta varietat orogràfica, juntament amb la localització de les Illes anteriorment descrita, és un dels motius pels qual s'ha escollit com a àrea d'estudi, apart l'estudi de les sequeres en format tesi és inèdit i per tant cal estudiar detingudament el fenomen de les sequeres illenques de cara a completr el coneixement sobre elles. Tal i com veurem amb posterioritat de manera detallada el fet que les Illes Balears abracen una franja latitudinal no menyspreable juntament amb les diferències de relleu, la desigual influència de vents dominants i la disponibilitat de dades meteorològiques resulta especialment interessant estudiar-ne les diferències climàtiques. Com també la diferent distribució temporal i territorial dels episodis de sequera que han afectat les Illes.

Joan Caldentey Brunet

3.2 Característiques generals de les precipitacions a les Illes Balears i la seva implicació en l'estudi de les sequeres.

Tipus climàtic i condicionats del clima

Tot i que el clima de les Illes Balears generalment s'ha inclòs dins el clima mediterrani litoral existent al llevant de la península ibèrica, la posició central dins la Mediterrània occidental de l'arxipèlag possibilita l'existència de certes peculiaritats climàtiques atribuïdes al diferent comportament de la circulació atmosfèrica en el conjunt de la conca mediterrània i a les meteorològiques específiques condicions específiques. D'aquesta manera és sabut que durant el mesos hivernals pateix un clar predomini dels vents de l'oest en alçada mentre que a l'estiu es troba sota la influència de l'anticicló subtropical atlàntic. Amb tot, FONT TULLOT (2000) insisteix en afirmar que aquest canvi estacional en el centres d'acció i conseqüentment en la pressió atmosfèrica és més acusat al territori insular que en el continental peninsular. Fet a la vegada atribueix a les peculiars condicions geogràfiques de l'àrea de la Mediterrània occidental. Es tracta doncs d'un espai envoltat de relleus (barreres orogràfiques en sentit pràctic) en el nord (Alps, Pirineus i Massís Central Francès) oest (Serralades Ibèriques, Massís Hespèric, Bètiques i Serralades costero-catalanes) i sud (Atles). El mateix autor destaca l'existència d'una sèrie de corredors existents entre aquestes unitats de relleu (depressions de l'Ebre, Segura i estret de Gibraltar) que faciliten l'arribada de borrasques atlàntiques provocades per l'ondulació del front polar que a la pràctica deixen poques precipitació a les Balears, el corredor Pirineus-Alps que facilita l'arribada de l'entra del flux aeri del nord i sobretot la depressió argelina que facilitat l'arribada de centres d'acció procedents del sud.

També la diferents extensió d'aquests possibiliten el desenvolupament o no de microclimes mediterrànies en tendència continental. El clima de les Illes Balears s'ha de relacionar amb les característiques climatològiques de la Mediterrània occidental dins la franja climàtica de les latitud mitjanes. Segons (JANSÀ, 1988) el dins del domini climàtic de les Balears té un ciclogènesi pròpia. A més tant les altes pressions subtropicals i les baixes del front polar afecten l'àrea de manera destacada durant els períodes

Joan Caldentey Brunet

equinoccials. El front polar experimenta oscil·lacions estacionals ascendint cap al nord durant l'estiu i descendència cap al sud durant l'hivern i és llavors quan les masses d'aire polars afecten el territori insular. No obstant això, durant l'estiu envaeixen l'àrea balear nombroses masses d'aire subtropical originant importants onades de calor.

La situació de les Illes al sud del continent europeu fa que es pugui veure afectades per diferents masses d'aire que condicionaran el règim tèrmic i la pluviometria (fig 22):

- Àrtic Marítim: No té massa influència a la Península. Podem destacar que és molt freda i amb escassa humitat, però en el seu recorregut cap a les Illes Balears es reescalfa per la base i es torna humida donant lloc a temperatures inferiors a les normals.
- Àrtic continental. Aquesta massa és pròpia del nord-oest d'Europa. És molt freda i seca. Dóna lloc a situacions anticiclòniques de gran estabilitat que provoquen, cels clars i gelades
- Polar marítima procedent de l'Atlàntic Nord donant lloc a un temps fresc i humit.
- Polar continental. Originària del continent europeu i sorgeix a partir de l'anticicló tèrmic que es forma durant l'hivern. Té com a característiques que és freda i seca. En el seu recorregut conserva aquestes característiques i produeix un temps fred, estable, assoliat i situacions d'inversió tèrmica.
- Tropical marítim. S'origina a l'Atlàntic subtropical. És càlida i humida. En el seu recorregut cap al nord es refreda per la base i s'estabilitza, donant lloc a temperatures altes a l'estiu i suaus durant tot l'any.
- Tropical continental. És originària del nord d'Àfrica. Es caracteritza per la temperatura elevada i extrema sequedat. Provoca onades de calor
- Les derivades de la pròpia ciclogènesi mediterrània producte de l'efecte orogràfic de la Mediterrània occidental, rodejada per importants relleus. (JANSÀ, 1955). Dóna lloc a una temperatura suau però a importants episodis de precipitacions concentrades en el temps.

Joan Caldentey Brunet

A més a més, la situació geogràfica de l'arxipèlag, relativament allunyada de la península juntament amb la disposició orogràfica dels principals relleus (Serra de Tramuntana) provoca que la influència atlàntica directe sigui pràcticament inexistent. En canvi la disposició orogràfica en el cas mallorquí de les Serres de Llevant afavoreix l'ascensió de vents humits de components est que en moltes ocasions desencadenen en pluges torrencials

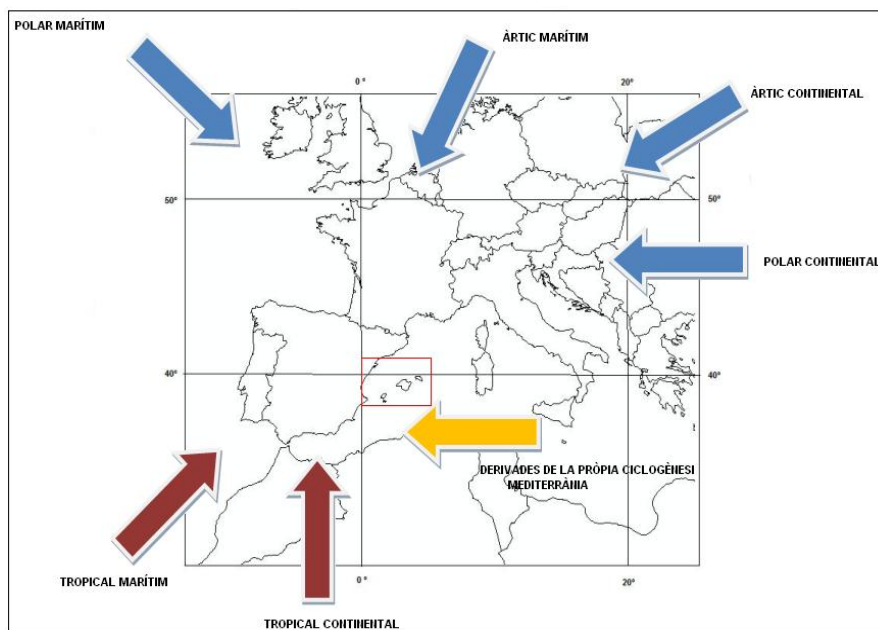


Fig 22: Masses d'aire condicionants del clima de les Illes Balears . Font: Elaboració pròpia a partir de Font Tullot (2000).

Considerant tot l'anterior cal ara assenyalar l'origen i la trajectòria de les principals masses d'aire que arriben a l'àrea d'estudi. D'acord am MIRÓ-GRANADA citat per FONT TULLOT (2000) són vuit les situacions sinòptiques en superfícies que es podria sintetitzar la circulació general sobre la conca mediterrània d'acord amb la direcció del vent dominant:

Joan Caldentey Brunet

1. Situació del Nord Oest: L'existència de masses anticiclòniques situades a l'oceà Atlàntic i una borrasca sobre la península italiana possibilita l'arriba de vent procedent d'aquesta direcció.
2. Situació del Nord: Generalment provocada per la presència d'una depressió en alçada i superfície sobre el Golf de Gènova.
3. Situacions del Nord Est: Un anticicló centrat sobre les Illes Britàniques que s'irradia fins a la península ibèrica i una borrasca situada sobre l'illa de Sicília provoca l'arribada del flux d'aire agregat. En ocasions, però aquestes situacions poden ser provocades per un quadre sinòptic en què trobam l'anticicló de les Açores sobre l'atlàntic i una baixa pressió sobre el centre de la Península Ibèrica.
4. Situació del Sud-est: Complexa i atípica situació que sol anar acompanyada d'importants aiguats a determinats indrets de les illes balears. Es caracteritza per la presència d'una baixa pressió sobre l'estret de Gibraltar i un anticicló sobre la península itàlica provocant un flux de vent de component sud amb recorregut marítim.
5. Situació del Sud-oest: Una borrasca atlàntica centrada davant les costes gallegues i un anticicló tèrmic sobre el continent africà són responsables d'aquest flux de llebeig.
6. Situació de l'Oest: Típica situació hivernal caracteritzada pel pas d'una família de borrasques atlàntiques que arriben força desgastades al món mediterrani en cas que no es reactivin. La causa dels descens en latitud, producte de les variacions estacionals de la circulació general atmosfèrica de l'anticicló subtropical atlàntic.
7. Situacions d'aire mediterrànies: Pantà baromètric sobre la Mediterrània occidental.

L'anterior s'hauria de relacionar i ampliar amb els diferents tipus de temps que d'acord amb FONT TULLOT (2000) s'han descrit pel context peninsular i balear que és en darrera instància, independent al règim de vents, condicions l'absència de les precipitacions (causa probable de sequeres) o la seva abundància:

Joan Caldentey Brunet

1. Altes pressions a l'Atlàntic subtropical: Situació sinòptica que no provoca pluja a les Illes Balears que es troben sota la influència de l'anticicló subtropical atlàntic (fig 23).

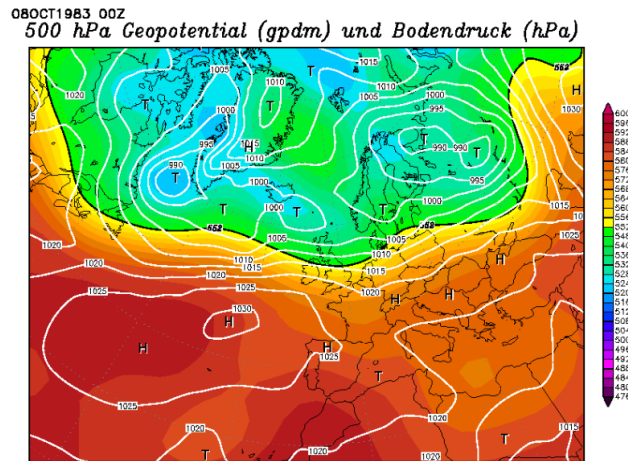


Fig 23: Situació sinòptica dia 05/10/2011. Les Illes Balears sota la influència de l'anticicló subtropical atlàntic. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

2. Anticicló subtropical atlàntic: La llunyania de la influència d'aquest centre d'acció respecte l'arxipèlag balear possibilita que exerceixi un bloqueig respecte a les baixes pressions ondulatòries que inusualment incideixen especialment l'àrea mediterrània. FONT TULLOT (2000) atribueix la persistència d'aquesta situació sinòptica a estius especialment plujosos com el del 1971, no obstant això, també cal afegir-hi el de l'any 2002 especialment plouguer a l'arxipèlag producte del pas d'una sèrie de borrasques ondulatòries.
3. Anticicló atlàntic mediterrani: Situació derivada d'un flux del NW producte de l'extensió de l'anticicló subtropical atlàntic dins l'àrea mediterrània. Normalment no produeix grans episodis de precipitacions exceptuant en aquells moments en què la influència anticiclònica es debilita i deriva en la situació anterior.
4. Anticicló peninsular: Anticicló centrat sobre la península ibèrica (influència de l'anticicló de les Açores) que normalment arriba fins a les Illes. Per tant precipitacions nul·les o molt excepcionals. (fig 24)

Joan Caldentey Brunet

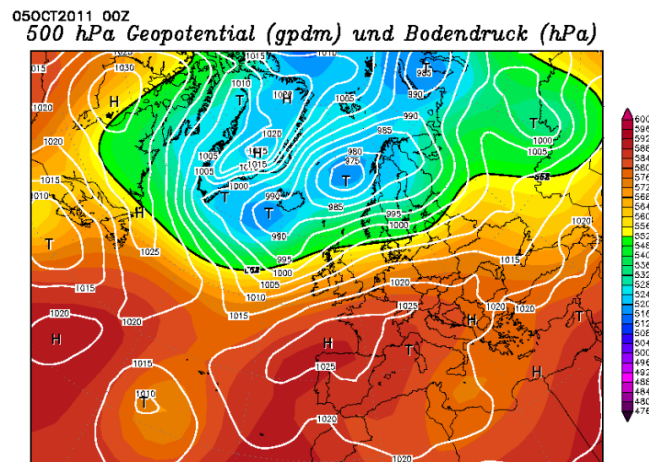


Fig 24: Situació sinòptica dia 05/10/2011. Les Illes Balears sota la influència de l'anticicló peninsular.

Font: <http://www.wetterzentrale.de>

5. Anticicló de les Açores i depressió tèrmica peninsular: Situació típica d'estiu és reproduïda a l'interior de l'illa de Mallorca podent donar ruixats producte de tempestes convectives.
6. Depressió del Golf de Biscaia: Baixa ondulatoria centrada sobre el vessant cantàbric ocasionant precipitacions importants a la meitat nord peninsular però moltes escasses a les Illes Balears.
7. Depressió Britànica: Situació pressuda a l'anterior però amb la baixa pressió centrada sobre les Illes britàniques. Tampoc provoca aiguats dins el context balear.
8. Anticicló Atlàntic i depressió tèrmica peninsular: Similar a la número també típica d'estiu.
9. Altes pressions sobre l'Atlàntic i Europa: Allunyament de l'anticicló subtropical atlàntic cap a l'oest que en alçada provoca la irrupció d'una massa càlida i anticiclònica procedent de l'Àfrica fet que es tradueix amb l'absència total de precipitacions dins el context mediterrani.

Joan Caldentey Brunet

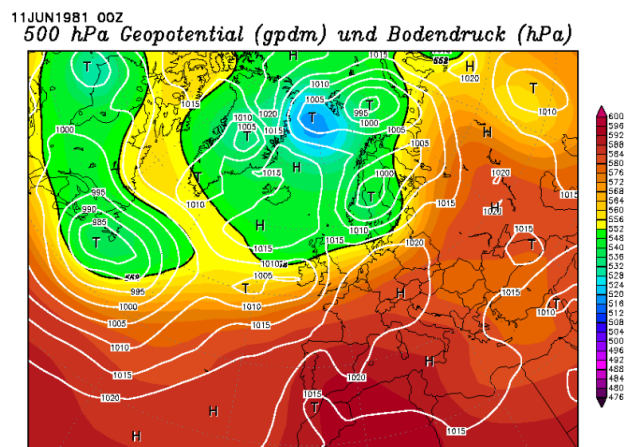


Fig 25. Situació sinòptica dia 11/06/1981. La península ibèrica i les Illes Balears sota la influència d'altres pressions. En copar-se massa d'aire càlid procedent del nord d'Àfrica Font: <http://www.wetterzentrale.de>

10. Depressió del Golf de Gènova: Producte de la ciclogènesi endògena dins l'àrea mediterrània envia vents de tramuntana generalment forts i amb recorregut marítim que donen lloc a intensos i perllongats episodis de precipitació.

11. Anticicló centreeuropeu: Les ondulacions de les ones de Rossby a latituds mitjanes durant la estació hivernal possibiliten que l'àrea peninsular i balear es trobin sota la influència d'un anticicló radicat a l'interior del continent europeu però que en alçada envia vents de migjorn donant lloc a períodes de bon temps, temperatures suaus i manca de precipitacions.

12. Depressió atlàntic-ibèrica: Típica situació de tardor que pot deixar precipitacions dèbils i moderades a l'àrea balear, producte de l'arribada d'un front atlàntic desgastat que ha deixat importants aiguats sobre la península ibèrica.

13. Depressió del Golf de Cadis: La presència d'una baixa pressió tant en superfície com en alçada (D.A.N.A) sobre aquesta àrea és la causant d'importants episodis de precipitació en ocasions torrencials durant la tardor a les Illes donat ja que es sol formar una sub-baixa pressió sobre Argel que incideix directament sobre l'àrea insular.

Joan Caldentey Brunet

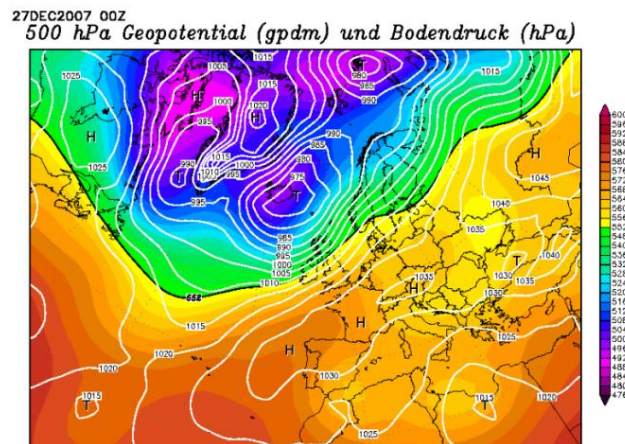


Fig 26.Situació sinòptica dia 27/12/2007. La península ibèrica i les Illes Balears sota la influència de l'anticicló centre europeu. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

14. Depressió balear: Profunda baixa pressió situada sobre el nostre arxipèlag que provoca condicions de gran inestabilitat i consegüentment episodis de grans pluges i tempestes. (ALONSO, 1976) atribueix aquestes precipitacions a la forta inestabilitat amb la topada d'aire fred en capes altes i aire càlid mediterrani en capes baixes

15. Anticicló rus: Temps fred i inestable sobre les Illes Balears, sinòpticament es caracteritza per una borrasca centrada sobre l'arxipèlag bloquejada per un potent anticicló que abraça la pràctica totalitat del continent europeu. A l'igual, que la situació anterior també és la responsable d'importants aiguats a l'àrea balear.

16. Anticicló britànic-escandinau: Flux de gregal amb recorregut marítim que pot ocasionar una certa inestabilitat dins el context de les Illes Balears. Sinòpticament es caracteritza per la presència d'un potent anticicló en superfície i alçada sobre el continent europeu i una baixa pressió sobre el sud de la península Itàlica

17. Anticicló atlàntic-europeu: Circulació meridiana potent producte del joc de vents i pressions derivades de la presència d'un anticicló sobre les Illes Britàniques i una baixa pressió (gota freda segons FONT TULLOT (2000) situada sobre l'àrea mediterrània. El recorregut marítim d'aquesta massa d'aire aponentada sol ser la causant d'importants

Joan Caldentey Brunet

episodis de precipitacions combinat amb el factor orogràfic a l'àrea balear i en general meitat sud peninsular.

18.Tàlveg íbero-africana:Situació sinòptica marcada per la presència d'un anticicló atlàntic-europeu amb circulació zona el alçada reforçada per l'ondulació d'una borrasca subtropical sobre l'atlàntic FONT TULLOT (2000) inusualment aquest tipus de situacions sinòptiques poden donar lloc a tempestes sobre l'àrea balear.

19.Depressió freda peninsular- d'hivern:Baixa pressió de caràcter ondulatori centrada sobre l'extrem sud peninsular. Envia un flux d'aire humit de component marítim que pot donar lloc a importants precipitacions al sud de l'arxipèlag balear.

20.Depressió freda peninsular- d'estiu:Situació típica de finals d'estiu en la que trobam una baixa pressió tèrmica i dinàmica sobre la península ibèrica que donada la seva llunyania no te per què provocar precipitacions importants a l'àrea balear.

21.Pantà baromètric:Absència de gradient baromètric en superfície, de produir-se aquesta situació sinòptica durant els mesos estivals pot ocasionar aiguats producte del règim local de brises.

22.Intensa circulació zonal a baixes latituds: Reforçament, generalment durant el mesos hivernals de la circulació de l'oest. El successiu pas de fronts pot deixar precipitacions a l'àrea balear,

23.Circulació ondulada a baixes latituds: Situació sinòptica marcada pel constant pas de famílies de borrasques ondulatòries sobre l'àrea ibèrica i balear. Situació generalment persistent donat que l'anticicló subtropical atlàntic exerceix bloqueig d'aquests centres d'acció depressionàries. Les precipitacions únicament són presents a les Illes Balears en el cas que aquestes borrasques adoptin una trajectòria més meridional.

OLCINA I RICO l'any 1994 analitzen les possibles situacions sinòptiques que poden generar importants episodis de sequera, en el SE peninsular, zona geogràficament propera a les Illes Balears. Ambdós autors destrien quatre grans situacions sinòptiques

Joan Caldentey Brunet

que quan es repeteixen sistemàticament en el temps es tradueixen en dèficit pluviomètriques:

1. Cresta sahariana centrada: Típica onada de calor estival en la qual l'àrea llevantina i balear, i per extensió la pràctica totalitat de la península ibèrica es troben sota la influència d'una massa d'aire càlid continental procedent de latitud subtropical. Si bé no provoca directament sequera, al tenir una major recurrència durant l'estació càlida i seca estival pot agreujar dèficits pluviomètrics, preexistents així com també contribuir a una major virulència de l'aridesa estival.

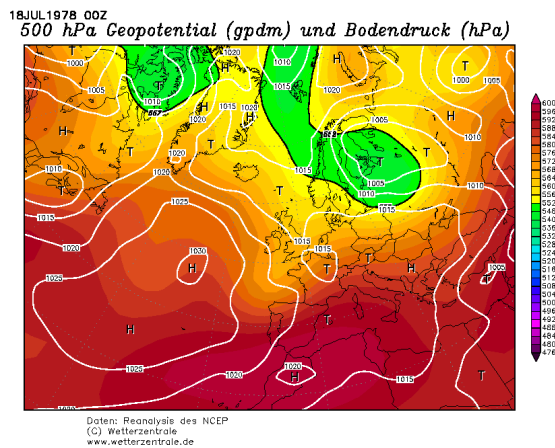


Fig 27: Situació sinòptica dia 18/07/1978. Les Illes Balears sota la influència d'una cresta sahariana centrada. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

2. Cresta sahariana mediterrània: L'espai balear i tota la meitat oriental de la península ibèrica es troba sota una advecció d'aire saharià que generalment provoca altes temperatures i absència de precipitacions.
3. Dorsal subtropical marítima: Tot el territori peninsular i l'espai balear es troben sota la influència de l'anticicló subtropical atlàntic donant lloc a bon temps i absència total de precipitacions. Situació típica de períodes equinoccials que en el cas de perllongar-se origina primaveres i tardors anormalment plujoses, situació que pot desencadenar o originar períodes de sequera.

Joan Caldentey Brunet

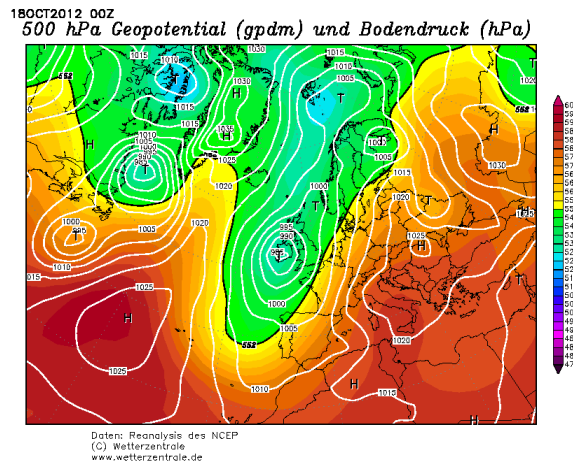


Fig 28: Situació sinòptica dia 18/10/2012. les Illes Balears sota la influència d'una cresta sahariana mediterrània. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

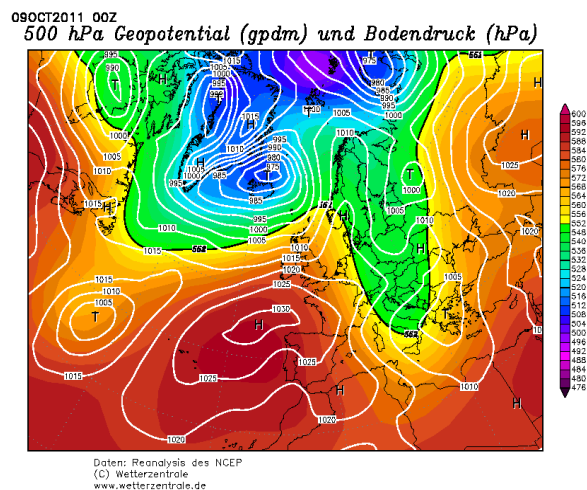


Fig 29: Situació sinòptica dia 09/10/2011. Les Illes Balears sota la influència d'una dorsal subtropical marítima. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

4. Circulacions zonals: Típica situació de l'oest en la qual l'àrea balear i tot el SE peninsular es veu mancada de precipitacions i amb temperatures anormalment elevada degut a la influència de vents de ponent secs procedents de l'interior de l'àrea peninsular.

Joan Caldentey Brunet

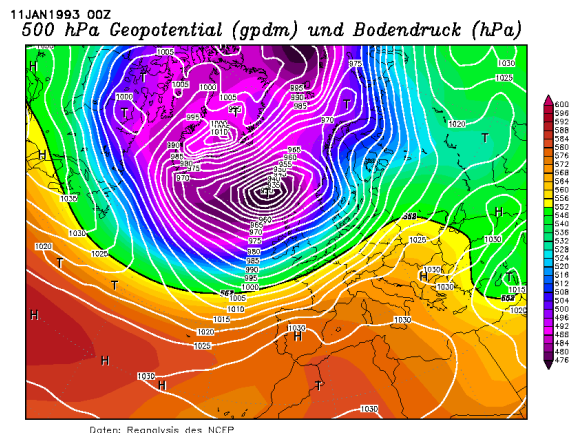


Fig 30 : Situació sinòptica dia 11/01/1993. Les Illes Balears sota la influència de la circulació zonal.
Font: <http://www.wetterzentrale.de>

LAITA (1994) realitza un estudi circumscribit a l'àrea balear on defineix les situacions atmosfèriques que provoquen la presència de mesos secs a partir de l'anàlisi del camp de pressió imperant sobre la Mediterrània occidental. En una primera aproximació s'associen als mesos secs situacions advectiones o a pantans baromètrics i a la baixa tèrmic típic d'estiu ara bé l'estudi també es presenta detallat d'acord amb l'estació en què es més recurrentment es presenten aquestes situacions

- Hivern (desembre, gener, febrer): Situacions associades a vents de components nord amb pressions superiors a 1020 Mb amb anticicló atlàntic i depressions a la mediterrània i central o oriental.
- Tardor(setembre, octubre i novembre): advecció de llevant en la Mediterrània occidental amb vents de xaloc. Excepcionalment la persistència de mesos secs durant la tardor pot anar associada a un advecció continental europea. Les tardors anormalment seques generalment s'associen a la persistència d'aquestes situacions i són la perllongació d'estius anormalment secs (LAITA, 1994).
- Primavera: Falta de gradient bàric, o pantà baromètric.

Joan Caldentey Brunet

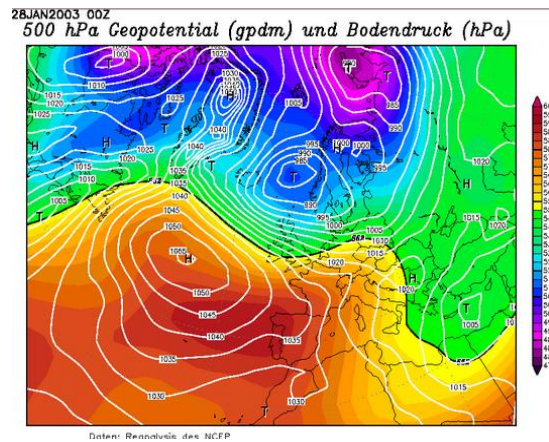


Fig 31: Situació sinòptica dia 28/01/2003. Les Illes Balears sota la influència de l'anticicló subtropical i vent de component nord. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

Un cop que s'ha estudiat la possible relació entre circulació atmosfèrica i les sequeres anem a fer, a mode introductori algunes consideracions al respecte. Si hem d'analitzar aquelles situacions que poden facilitar l'aparició d'una sequera podríem afirmar que qualsevol dels fluxos d'aire que ens arribin a les Illes Balears, poden ser els causants d'un episodi de precipitacions donades condicions d'intrínseca insularitat del nostre territori que fan que tota massa d'aire adquireix un cert grau d'humitat durant el recorregut marítim.

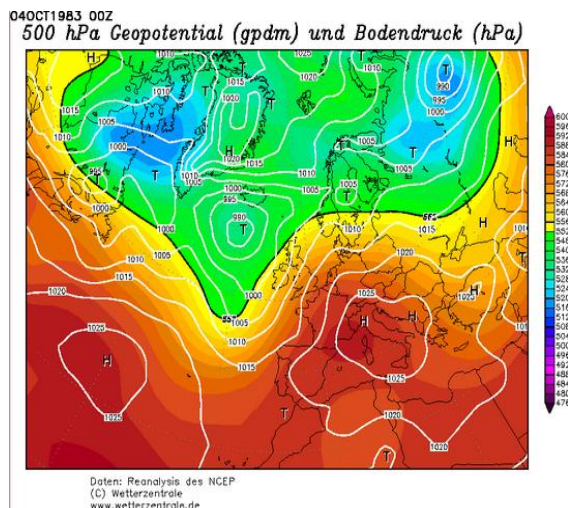


Fig 32: Situació sinòptica dia 4/10/1983. Les Illes Balears sota la influència d'una advecció càlida de llevant. Font: <http://www.wetterzentrale.de>

Joan Caldentey Brunet

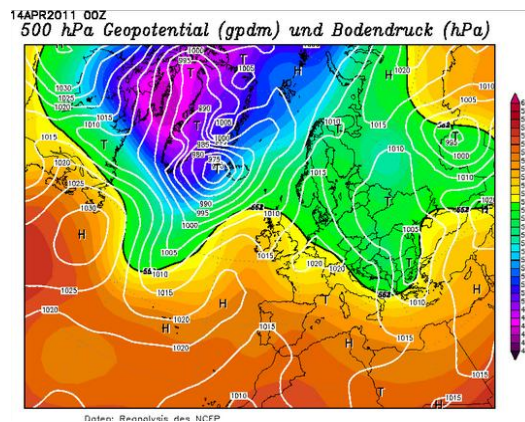


Fig 33: Situació sinòptica dia 14/0142011. Les Illes Balears sota la influència d'un pantà baromètric.
Font: <http://www.wetterzentrale.de>

Una vegada descrites les principals masses d'aire i situacions sinòptiques que segons FONT TULLOT (2000) i OLCINA I RICO (1994), afecten l'àrea balear cal realitzar algunes consideracions sobre quines d'aquestes poden afavorir, donada la seva persistència o absència l'aparició de períodes amb precipitacions anormalment escasses que poden donar lloc a una sequera. Si bé, la segona part d'aquesta tesi serà precisament analitzar la A més a més, les peculiars condicions orogràfiques de l'arxipèlag, sobretot de l'illa de Mallorca, no fan més que facilitar els episodis de precipitació. No obstant això, diríem que els fluxos de l'oest són els que en principi deixarien menor precipitació, donat el desgast que han experimentat durant el recorregut continental de la península ibèrica. En una primera aproximació diríem que la persistència d'aquestes situacions de l'oest podria ser una de les principals causes de sequeres a l'àrea balear. Si bé la pròpia definició de temps atmosfèric implica que són estats que no perduren d'una setmana. No obstant això, la recurrència d'algunes situacions a l'igual que en el cas anterior podrien ser factors que contribueixen a l'aparició de períodes amb pluviometria anormalment escassa o a episodis de pluja que precisament poden posar fi a una sequera. En tots cas, anem a categoritzar els diferents tipus de temps que diferencia FONT TULLOT (2000), OLCINA I RICO (1994) i LAITA (1994) ja enunciat amb anterioritat amb la implicació que poden tenir en l'estudi de les sequeres.

Joan Caldentey Brunet

Situacions sinòptiques que afavoreixen l'aparició el dèficit hídric/mesos secs- a les Illes Balears(FONT TULLOT 2000,OLCINA I RICO 1994 I LAITA 1994	Situacions indefinides que no atenuen el dèficit hídric però que tampoc contribueixen a l'excident a les Illes Balears(FONT TULLOT 2000)	Situacions sinòptiques que contribueixen a l'excident hídric a les Illes Balears(FONT TULLOT 2000)
<p>-ALTES PRESSIONS A L'ATLÀNTIC SUBTROPICAL</p> <p>-ANTICICLÓ PENINSULAR</p> <p>-ALTES PRESSIONS SOBRE L'ATLÀNTIC I EUROPA (FIG X)</p> <p>-ANTICICLÓ CENTREEUROPEU</p> <p>-CRESTA SAHARIANA CENTRADA</p> <p>-CRESTA SAHARIANA MEDITERRÀNIA</p> <p>-DORSAL SUBTROPICAL MARÍTIMA</p> <p>-CIRCULACIONS ZONALS</p> <p>-ANTICICLÓ ATLÀNTIC I DEPRESSIONS EN LA MEDITERRÀNIA I CENTRAL O ORIENTAL.</p> <p>-ADVECCIÓ DE LLEVANT EN EL MEDITERRÀNIA OCCIDENTALS AMB VENT DE XALOC PANTÀ BAROMÈTRIC.</p>	<p>-ANTICICLÓ DE LES AÇORES I DEPRESSIÓ TÈRMICA PENINSULAR</p> <p>-DEPRESSIÓ DEL GOLF DE BISCAIA</p> <p>-DEPRESSIÓ BRITÀNICA</p> <p>-ANTICICLÓ ATLÀNTIC I DEPRESSIÓ TÈRMICA PENINSULAR</p> <p>-ALTES PRESSIONS SOBRE L'ATLÀNTIC I EUROPA</p> <p>-PANTÀ BAROMÈTRIC</p> <p>-CIRCULACIÓ ONDULADA A BAIXES LATITUDS</p> <p>-ANTICICLÓ DE LES AÇORES I DEPRESSIÓ TÈRMICA PENINSULAR</p> <p>-DEPRESSIÓ DEL GOLF DE BISCAIA</p> <p>- DEPRESSIÓ BRITÀNICA</p> <p>- ANTICICLÓ ATLÀNTIC I DEPRESSIÓ TÈRMICA PENINSULAR</p> <p>- PANTÀ BAROMÈTRIC</p> <p>- CIRCULACIÓ ONDULADA A BAIXES LATITUDS</p>	<p>-ANTICICLÓ SUBTROPICAL ATLÀNTIC</p> <p>-ANTICICLÓ ATLÀNTIC MEDITERRANI</p> <p>-DEPRESSIÓ DEL GOLF DE GÈNOVA</p> <p>-DEPRESSIÓ ATLÀNTIC-IBÈRICA</p> <p>-DEPRESSIÓ DEL GOLF DE CADIS</p> <p>-DEPRESSIÓ BALEAR</p> <p>-ANTICICLÓ RUS</p> <p>-ANTICICLÓ BRITÀNIC-ESCANDINAU</p> <p>-ANTICICLÓ ATLÀNTIC-EUROPEU</p> <p>-TÀLVEG ÍBERO-AFRICANA</p> <p>-DEPRESSIÓ FREDA PENINSULAR- D'HIVERN</p> <p>-DEPRESSIÓ FREDA PENINSULAR- D'ESTIU</p> <p>-INTENSA CIRCULACIÓ ZONAL A BAIXES LATITUDS</p>

Fig 34. Taula-resum situacions sinòptiques que afecta l'àrea ibero—balear. Elaboració personal a partir de les obres de referència.

Joan Caldentey Brunet

No obstant això cal considerar que segons el manual de referència de CUADRAT i PITA publicat als 90 les situacions sinòptiques, que lògicament quan es produeixen, tendeixen a provocar sequeres serien aquelles de procedència d'aire subtropical.

Les precipitacions a les Illes Balears.

Estacions i sèries utilitzades.

La selecció d'estacions per a l'estudi d'aquesta evolució de les precipitacions mitjanes, la mateixa que s'aplicarà a l'estudi detallat dels diferents episodis de sequera, s'ha realitzat d'acord amb la disponibilitat de dades meteorològiques a l'arxipèlag sempre en el període estudiat (1950-2010). Les sèries pluviomètriques més antigues serien les de Palma (1862) i Maó (1865) No obstant això les metadates d'aquestes ens indiquen per exemple que l'estació de la capital balear ha canviat d'ubicació en diverses ocasions 1917, 1938 y 1978, com també la de Maó que ho feu en els anys 1885, 1932, 1939 y 1970 (GUIJARRO 2002). Tot i que sempre s'ha tractat de moviments horitzontals de menys de 4 km. A partir d'aquí trobam que la disponibilitat de sèries meteorològiques és relativament regular trobant algunes estacions a l'illa de Mallorca que des del segle XX ja presentaren registres relativament regulars, Lluç (1925), Gorg Blau (1930), Palma–Urània (1934), Esporles (1933), Son Pacs (1930), Santa Maria (és Cabàs) (1929), Xorrigo (1914), Campos (1915), Cap Salines (1923), Manacor (Son Crespí) (1931), Son Servera (1912), Felanitx (1918), Algaida (1934) a l'illa de Mallorca, Sant Lluís (1918) a Menorca mentre que les primeres sèries registrades a les Pitiüses datarien de la postguerra. Serà precisament durant aquestes dècada dels 40 i sobretot durant els 50 quan es produirà l'explosió de dades meteorològiques a tot l'arxipèlag sent el període amb major nombre d'estacions oferint dades. No obstant això moltes d'aquest observatoris es troben a àrees rurals i per tant amb la desagrarització a partir dels 60, 70 i fins i tot 80 el nombre de dades i estacions disponibles disminuirà considerablement. Per tant, a partir d'això i sempre considerant els valors de precipitació mensual disponibles s'han seleccionat 62 d'estacions a l'illa de Mallorca, 4 a Menorca 3 a Eivissa, 1 a Formentera (fig 35). En ocasions aquests sèries presentaven errors de lectura o curts períodes de temps sense dades registrades pel que en algunes ocasions s'han aplicat mètodes d'homogeneïtat

Joan Caldentey Brunet

relativa i en d'altres s'ha optat per completar-les amb valors d'estacions properes ara bé, sempre considerant l'elevada variabilitat espacial de la precipitació en el món mediterrani donat que gran part dels episodis de precipitació són de gènesi convectiva, i per tant mesos escalars (GUIJARRO, 2002; JANSÀ, 2014). Conseqüentment, utilitzar sèries molts allunyades geogràficament invalidaria els resultats obtinguts. També lògicament s'ha optat per utilitzar la totalitat de sèries plenament completes entre el 1950 i 2010.

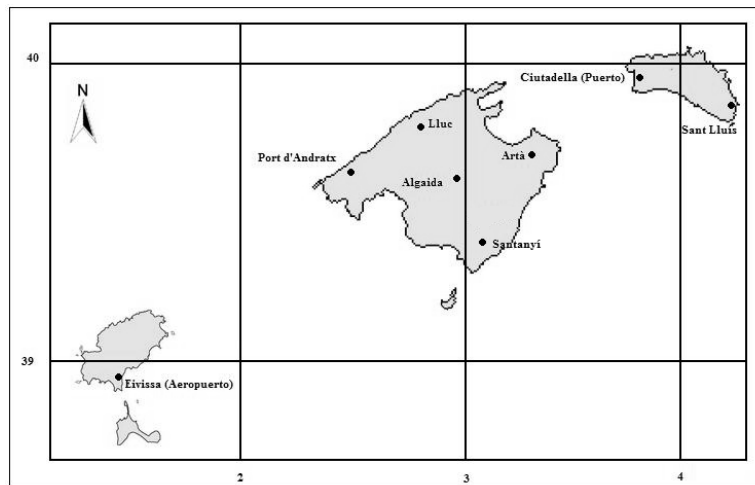


Fig 35: Localització de les estacions de referència per a l'anàlisi de les precipitacions.

PRECIPITACIONS MITJANES DISTRIBUCIÓ ESPACIAL.

La diferència de latitud entre les illes queda reflectit en la disminució de les precipitacions de nord a sud (fig 35). A partir dels valors mitjans anuals calculat, Mallorca presenta unes manifestacions orogràfiques molt importants fet que lògicament repercuteix en els registres pluviomètrics dins la mateixa illa. D'aquesta manera seria la Serra de Tramuntana on es registren els màxims pluviomètrics de tot l'arxipèlag amb totals anuals que oscil·len entre els 1400/1600 mm any (Lluç 1250 mm). La meitat nord de l'illa per la seva banda registra una mitjana propera als 600 mm any mentre a l'estivació muntanyosa de l'est insular (Serres de Llevant) els totals anuals variarien dels 700 als 800 mm anuals (Artà 702 mm). No obstant això, a mesura que disminuïm en latitud la precipitació mitjana anual baixa considerablement situant-se per sota dels 400 mm (Santanyi 407 mm) arribant fins a 250 a als extrems més meridionals de l'illa. El cas de Menorca, on

Joan Caldentey Brunet

l'orografia no es tan contrastada com el cas mallorquí les diferències pel que fa a la distribució anual de les precipitacions. D'aquesta manera a la part central de l'illa els totals anuals rondarien els 600 mm (Sant Lluís 601mm) mentre que a la resta són d'entorn a 500 mm exceptuant els espais litorals sobretot del migjorn de l'illa decreix fins als 400 mm o fins i tot valors relativament inferiors. Els cas d'Eivissa la zona muntanyosa centre registra unes precipitacions totals anuals d'entorn a 500 mm. La major part de la resta de l'illa recull precipitacions que ronden els 400 mm (417 Aeroport d'Eivissa) exceptuant les zones costaneres sobretot de la meitat sud que únicament reben entre 300 i 400 mm anuals. Formentera finalment seria la més àrida de les balears amb totals anuals d'entorn a 350 mm (369 La Savina) a la part central i oriental mentre que a la resta dels territoris insulars els valors serien sempre inferiors als 300 mm anuals.

Per tant, donat que les precipitacions dins tot el conjunt insular, fins i tot amb diferències substancials entre i dins les diferents illes les sequeres o els episodis de dèficit pluviomètric poden tenir amplitud territorial diferent i també tenir efectes (component socioeconòmic) diferent. A més cal considerar que a l'igual que a tota la Mediterrània occidental el component orogràfic és clau per explicar la distribució de les precipitacions sobre el territori .

Joan Caldentey Brunet

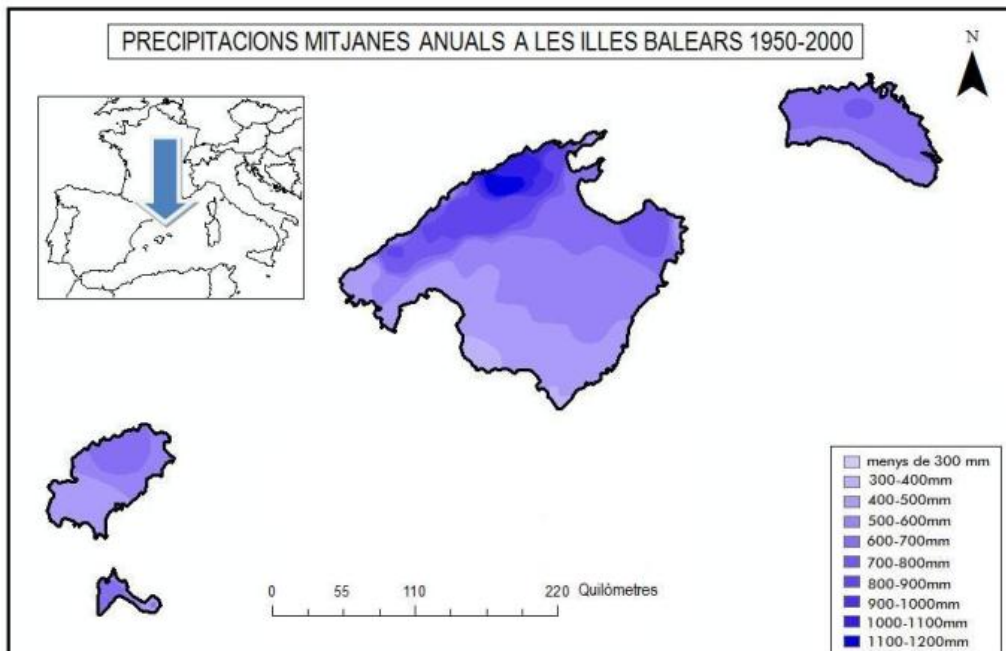


Fig 36: Distribució de les precipitacions totals anuals a les Illes Balears. Font: Elaboració pròpia a partir de dades Projecte PRECLIME).

DISTRIBUCIÓ MENSUAL I TENDÈNCIES DE PRECIPITACIÓ A LES ILLES BALEARS (1950-2010).

La pluja és irregular d'un any cap l'altre i també irregular per a un mes determinat. De tal manera que es poden produir periòdicament episodis amb dèficit important de precipitacions que poden si més no desencadenar amb importants episodis de sequera. Els gran episodis de pluja ocorren normalment quan hi arriba el vent de llebeig i el vent de llevant ja que ambdós estan carregats d'humitat en passar pel Mediterrani, també acostumen a ser molt intenses les precipitacions de tardor i ocasionar inundacions (LLUCH, 1997). Les pluges de tardor (octubre i novembre) (marquen el màxim anual (40% del total anual aproximadament), la pluja continua de manera més moderada als mesos d'hivern però a finals primavera s'inicia un descens, que fa que aquesta sigui força seca, continua el descens fins arribar al mínim de juliol que és extremadament. S'observa (fig 38), que aquest patró anteriorment descrit és comú a totes les Illes Balears (serveixi d'exemple observatoris de referència), no obstant això s'observen importants diferències

Joan Caldentey Brunet

pel que al volum pluviomètric anual i els màxims equinoccials molt major per ex l'estació muntanyenca de Lluc que no al territori semiàrid de Formentera (estació de La Savina).

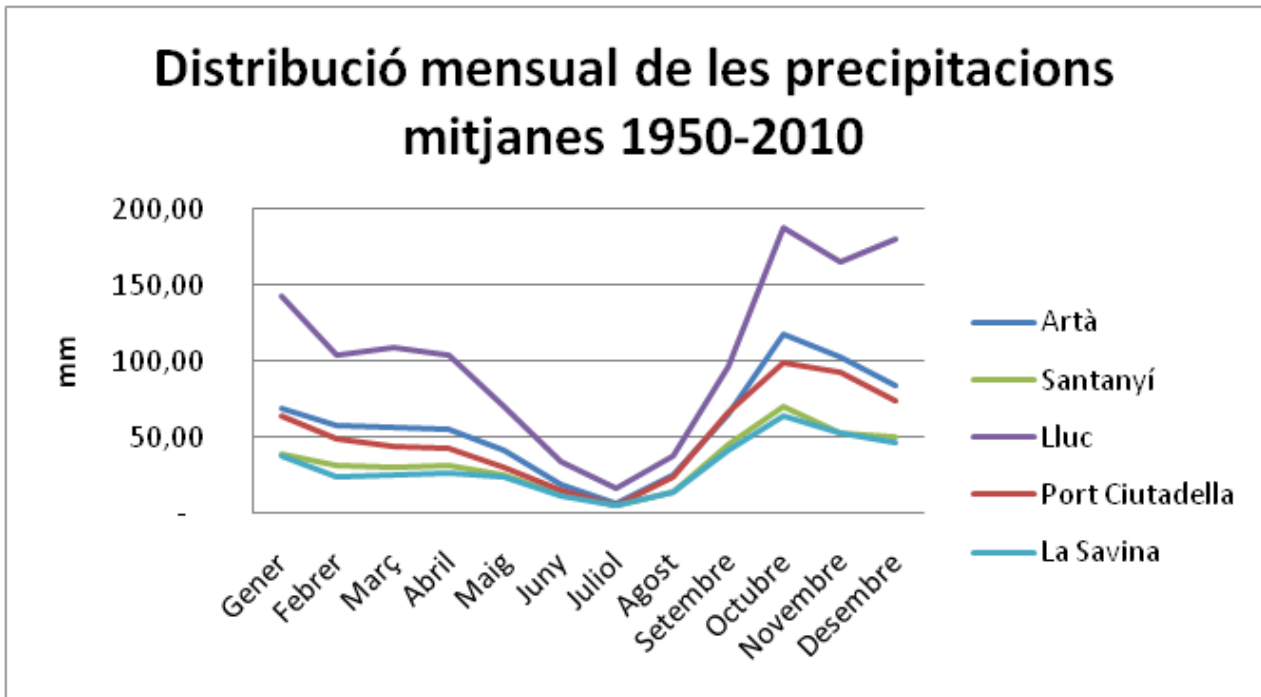


Fig 37: Precipitacions mitjanes mensuals 1950-2010 a diversos observatoris de les Illes Balears.Font:Elaboració pròpia a partir de dades Projecte PRECLIME).

Generalment la mitjana de dies de pluja es situa entre els 70 i 100 dies anuals (LLUCH ,1997), però és freqüent que la meitat o més de les precipitacions total es recullin en pocs dies. Això indica que les precipitacions més abundants són habituals sobretot durant la tardor arribant a registrar-se xifres superiors als 200 /300 mm en una dia (GRIMALT ,1992).

Les precipitacions més significatives són per tant, generalment intenses i de curta durada. De fet, en ocasions aquests episodis poden posar fi a períodes perllongats de dèficit pluviomètric i en els en pitjor dels casos, quan no es produeixen aquestes precipitacions de tardor, la tendència és a iniciar-se un període si més no de sequera meteorològica.

Joan Caldentey Brunet

	Gener	Febrer	Març	Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Setembre	Octubre	Novembre	Desembre	Total mm
Artà	69,38	57,84	56,79	55,91	41,14	18,68	6,59	25,14	65,24	118,17	103,16	84,72	702,74
Felanitx	45,90	38,80	39,73	43,90	34,71	16,69	10,89	22,43	56,31	80,00	65,03	59,68	514,08
Santanyí	39,36	30,75	30,30	31,55	24,81	12,70	4,75	13,94	44,76	70,57	53,30	50,78	407,57
Lluc	143,27	103,61	109,05	104,39	70,77	33,82	16,27	38,22	96,72	188,29	166,22	180,29	1.250,92
Port d'Andratx	39,86	31,34	29,68	30,30	23,38	12,09	4,04	18,03	46,18	67,22	52,74	58,56	413,43
Sant Lluís	62,62	49,48	47,36	45,01	29,17	14,09	4,80	22,68	62,43	102,71	90,03	71,57	601,95
Port Ciutadella	64,08	49,07	44,90	43,65	30,05	15,95	5,40	24,01	66,77	99,57	93,71	74,07	611,25
Eivissa (aeroport)	40,59	30,92	30,63	31,19	23,39	14,48	5,52	23,10	46,60	62,85	55,30	52,56	417,13
La Savina	36,90	24,23	24,81	26,31	23,40	10,87	4,97	14,21	41,44	63,50	52,74	46,18	369,57

Fig 38: Precipitacions mitjanes mensuals i totals anuals 1950-2010 a diversos observatoris de les Illes Balears (elaboració pròpia a partir de dades INM).

Per acabar, relacionat amb aquests aspectes pluviomètrics cal aportat una breu descripció del règim tèrmic a l'arxipèlag balear. En aquest sentit també s'aprecia la disminució de les temperatures mitjanes anuals de sud cap a nord: Formentera 18°C, Maó 17°C. La diferència entre el mes més càlid, juliol, i el mes més fred, gener, arriba a un valor de 15°C, aquest és un tret generalitzat a tot el Mare Nostrum i en part s'explica per la major variació anual de la temperatura de la Mediterrània respecte a la que té l'Atlàntic. Com és general a la Conca del Mediterrani la primavera resulta més freda que la tardor i l'estiu tèrmic dura quatre mesos (de Juny a Setembre). A l'estiu les Balears estan més exposades, que la resta dels Països Catalans, a algunes entrades d'aire càlid del nord d'Àfrica que fan elevar la temperatura de manera considerable. (LLUCH, 1997).

L'hivern a les Balears resulta relativament suau amb temperatures mitjanes mensuals per sobre dels 10°C, tenint en compte que les temperatures mensuals per sota de 10°C es consideren de tipus hivernal, en estar les Balears (just) per sobre d'aquest valor es podria dir que, de mitjana no existeix un veritable hivern tèrmic, tanmateix les Balears no queden lliures d'espòriques entrades d'aire fred que fan baixar les temperatures a nivells molt menors donada la seva situació latitudinal a mig camí entre les masses d'aire polar i subtropical.

Joan Caldentey Brunet

També com a passa prèvia a l'estudi dels diferents dèficits pluviomètrics és necessari estudiar la tendència de les precipitacions a les Illes Balears almenys durant r entre el 1950 i 2010. Fins a l'actualitat, els estudis sobre la tendència de les precipitacions a tota l'àrea mediterrània presenten resultat dispers. Així MORENO i MARTÍN VIDE (1986) confirmen la disminució de les precipitació a bona part de la Mediterrània occidental. Ara bé GUIJARRO (2002) en un estudi sobre sèries de major durada en el cas balear aprecia tendències diferenciades el conjunt de l'arxipèlag, així confirma el descens de les precipitacions a l'illa de Menorca però un augment el cas pitiús.

Analitzant a vista d'ocell aquestes tendències de precipitació a partir de dades pluviomètriques de diverses estacions de les Illes Balears Artà, Felanitx, Santanyi, Lluç , Port d'Andratx a (Mallorca), Sant Lluís i Port de Ciutadella (Menorca), Aeroport d'Eivissa i La Savina (Formentera). L'anàlisi simple d'aquestes precipitacions a nivell anual mostra resultats idèntics als publicats per GUIJARRO (2002). A nivell general de l'arxipèlag entre el 1950 i el 2010 s'evidencia un tímid increment de les precipitacions (fig 39). No obstant això, s'observen diferències entre les diferents Illes.

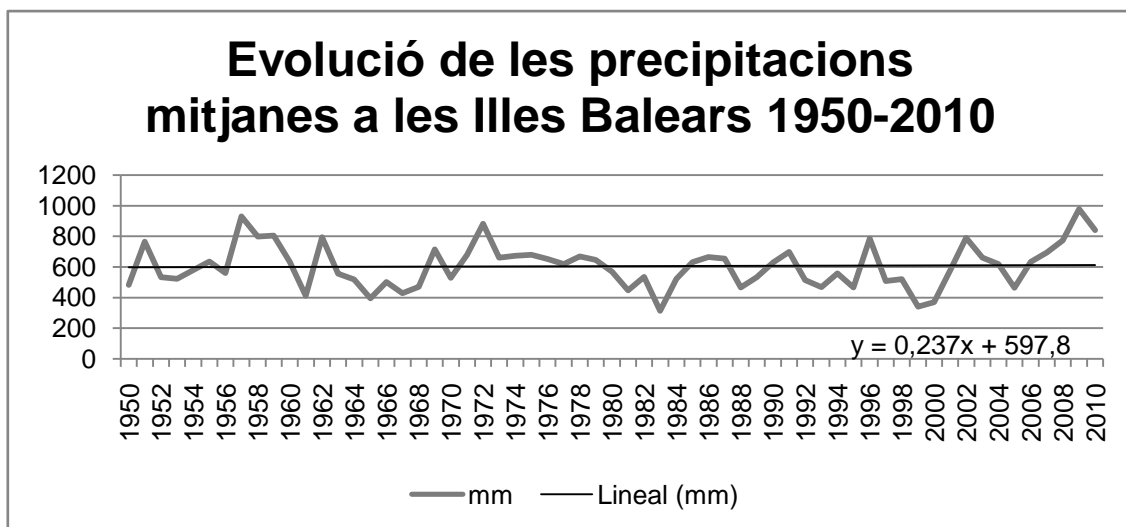


Fig 39: Distribució interanual i tendència les precipitacions a les Illes Balears (1950-2010).

Joan Caldentey Brunet

A l'illa de Mallorca (fig 40) a l'igual que a les Pitiüses (fig 42) s'observa una tendència a un tímid increment de les precipitacions durant els període estudiat. En canvi al cas menorquí la tendència és inversa per tant a una moderat descens.

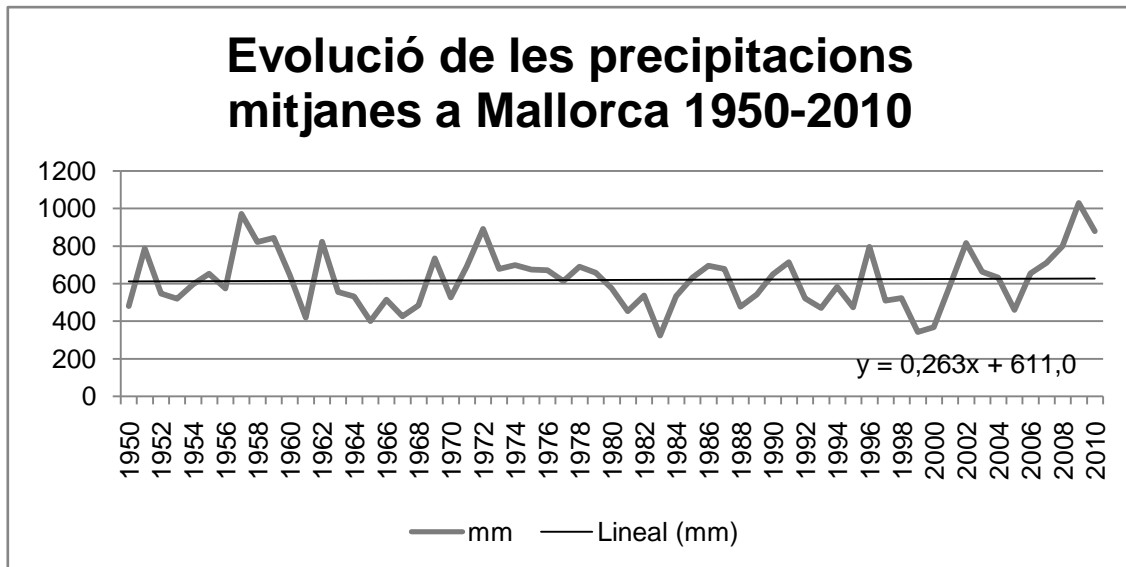


Fig 40: Distribució interanual i tendència les precipitacions a Mallorca (1950-2010).

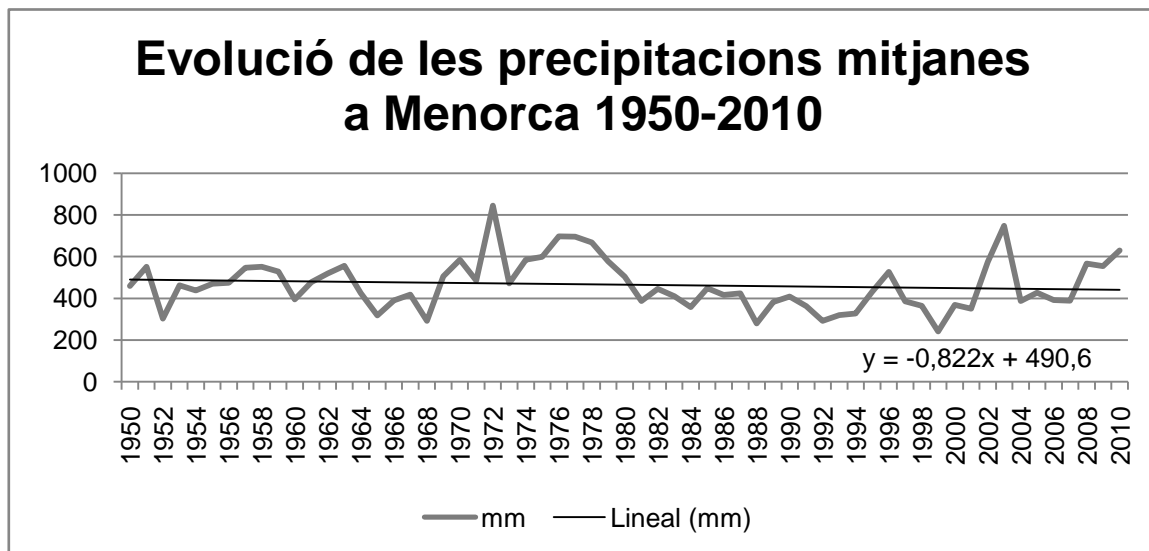


Fig 41: Distribució interanual i tendència les precipitacions a Menorca (1950-2010).

Joan Caldentey Brunet

Resulta especialment interessant aquesta anàlisi sobre la tendència pluviomètrica balear ja que en una primera aproximació, a falta d'un estudi més detallat (centrat en la causalitat) l'illa de Menorca pareix ser més vulnerable a patir dèficit pluviomètric que la resta d'espais insular.

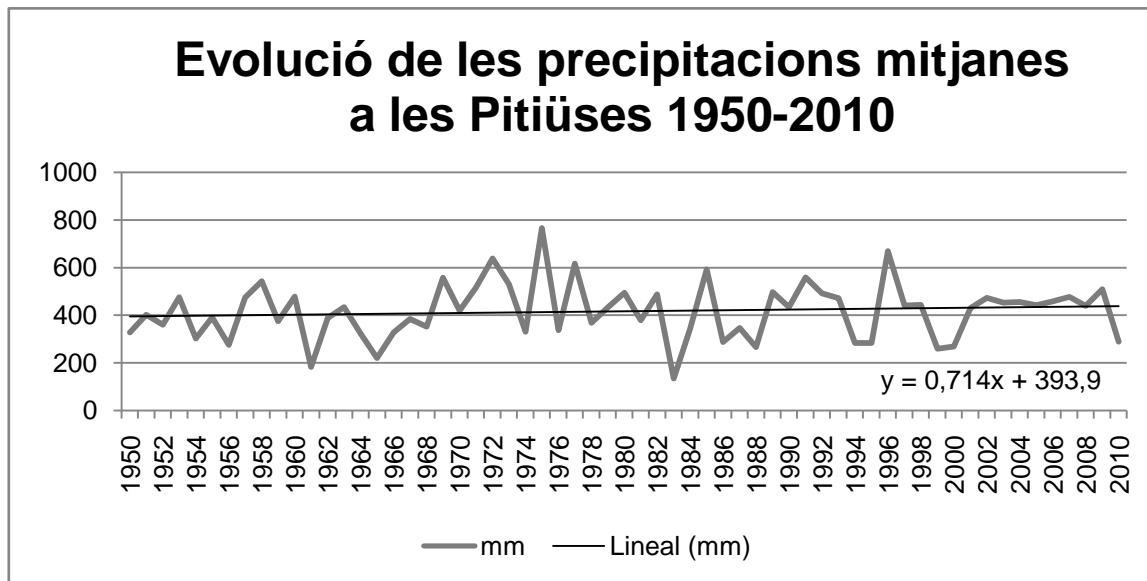


Fig 42: Distribució interanual i tendència les precipitacions a les Pitiüses (1950-2010).

En síntesi els risc de sequera pluviomètrica tendria a decreixer a aquells illes (totes exceptuant Menorca) en què el volum total de precipitacions tendeix a augmentar. No obstant això, seria una afirmació errònia pel moment donades les peculiars característiques del clima mediterrani insular enunciades anteriorment. No obstant això altres estudis recents a les Illes Balears farien extensiva aquest tendència a tot l'arxipèlag HOMAR, V., RAMIS, C., ROMERO, R., ALONSO, S., (2009). Recordem des d'aquesta òptica que un dels seus trets bàsics és precisament la irregularitat intermensual i interanual fet que en fa afirmar que els totals anuals (que sí efectivament tendeixen a augmentar) no són l'únic factor en contra alhora de considerar la incidència de la sequera. Reiteram en aquest sentit que els principals índexs de sequera pluviomètrica, com l'IESP es basen en dades mensuals i que una precipitació intensa i concentrada amb el temps pot no significar el final d'un dèficit de precipitacions perllongat. En el darrer apartat

Joan Caldentey Brunet

d'aquest treball abordarem la relació entre la prevalença d'aquests eixuts dins l'àrea balear i els mecanismes de circulació atmosfèrica dominants a l'àrea d'estudi.

3.3 Conclusions

L'arxipèlag balear compta amb un clima paradigmàticament mediterrani on les precipitacions es concentren durant les estacions equinoccials i una estació seca estival. Geogràficament existeix una gradació nord sud de les precipitacions disminuint amb la latitud ,per ex 602 mm any de mitjana 1950-2010 a Sant Lluís a l'illa de Menorca i 417 mm any de mitjana 1950-2010 a l'aeroport d'Eivissa). Igualment el component orogràfic condiona la distribució d'aquestes precipitacions especialment a l'illa de Mallorca que compta amb majors relleus, per exemple més de 1200 mm de mitjana anual entre 1950-2010 al cas de Lluc que ocupa un posició centre a la Serra de Tramuntana front al 407 mm any de mitjana entre 1950-2010 en el cas de Santanyi al sud de l'illa. Aquesta distribució tampoc no té per què condicionar la distribució geogràfica de les sequeres ja que fins al moment en la bibliografia consultada dins el món mediterrani no s'ha observat que les àrees de muntanya més plogueres siguin manco vulnerables o pateixin menys sequeres.

S'observa una tendència simple a l'increment de les precipitacions a les Illes Balears exceptuant Menorca que confirma el ja formular per GUIJARRO l'any 2002. Aquest fet no té necessitat de relacionar-se amb l'estudi del fenomen de les sequeres ja que aquestes no venen exclusivament marcades per la precipitació total si no més bé la seva distribució mensual, estacional i interanual. És a dir, que no es pot interpretar que un moderat augment de les precipitacions durant el períodes d'estudi hagi de tenir relació amb una hipotètica disminució de l'aparició del fenomen de les sequeres periòdiques. Finalment , cal considerar que fins al moment diversos autors com FONT TULLOT associat el fenomen de les sequeres a l'àrea balear i per extensió al Llevant Peninsular, a la persistència i recurrència de situacions anticiclòniques les quals han estat enumerades i descrites a mode introductori. Des d'aquesta òptica, recordar que cal un dels objectius d'aquesta tesi no és una compilació d'aquestes si no relacionar l'aparició de sequeres

Joan Caldentey Brunet

periòdiques a l'àrea balear amb els tipus sinòptics(d'acord amb el signe de la vorticitat) que proposen Jenkinson i Collinson als anys setanta.

Joan Caldentey Brunet

4. Antecedents i estat de la qüestió.

Aquest capítol és una recopilació d'algunes les principals publicacions relacionades amb l'estudi de les sequeres, no només a l'àrea balear, que tal i com veurem son molt poques, sinó també d'aquelles que analitzen el fenomen dins l'àmbit mediterrani espanyol. Posteriorment s'adjunta una valoració crítica de totes aquests publicacions destacant aquells aspectes més significatius.

Joan Caldentey Brunet

4. Antecedents i estat de la qüestió.

4.1. L'estudi analític de les sequeres a l'Estat Espanyol. Estat de la qüestió.

Antecedents i estudis genèrics.

La Península Ibèrica, a l'igual que les Illes Balears, ha patit tantes sequeres que es podria considerar que aquestes són característiques de la seva configuració climàtica. La implantació temporal tan prolongada d'aquestes seqüències, en aquestes terres semiàrides, fa de la sequera pluviomètrica un risc climàtic peculiar. Els seus efectes es fan sentir de forma gradual i, per tant, es complica la percepció de l'inici d'aquests episodis extrems per tant l'estat espanyol ha tengut una gran tradició pel que fa a l'estudi de sequeres o d'episodis amb una pluviometria anormalment escassa. Diferenciarem per tant quins han estat aquests estudis d'acord amb el factor cronològic però també des del vessant en què estudien aquests episodis. Si bé, podríem dir que els estudis de les sequeres a Espanya és anterior al segle XIX únicament enumerarem de manera el més exhaustiva possible aquest estudis sobre els eixuts d'origen pluviomètric des de la segona meitat del segle XX fins a l'actualitat. A més, cal puntualitzar que la pràctica totalitat d'aquests treballs es circumscriuen dins el món mediterrani o les Illes Canàries. Per tant, l'entorn atlàntic espanyol de moment ha quedat un tant marginat d'aquest estudis entre d'altres coses pel fet que és una àrea menys vulnerable a n'aquest fenomen climàtic. No és estrany trobar en arxius eclesiàstics i civils llargs episodis secs, de fins a quatre anys de durada, causants de situacions catastròfiques i crisi de subsistència. Gran part dels estudis citats parteixen d'un marc internacional de referència com són les propostes del Doctor D. Wilhite, del National Drought Mitigation Centre (University of Nebraska-Lincoln) o el número especial sobre l'estudi de les sequeres publicat al Bulletin of the American Meteorological Society l'any 2002.

Històricament, la sequera es pot considerar com un succés natural d'imponent transcendència, ja que per la seva causa s'han vist assolades les poblacions per famades

Joan Caldentey Brunet

i s'han estimulat moviments migratoris massius. Serà però al segle XVIII quan amb l'arribada de les idees il·lustrades sorgirà una vertadera preocupació científica per l'estudi d'aquest fenomen meteorològic. Dins tot el programa reformista en matèria agrària practicat per Carles III es destria una preocupació creixent per l'escassa productivitat agrària espanyola en part justificada per l'aparició periòdica de sequeres. A nivell general durant el segle XIX trobarem pocs estudis sobre les sequeres a l'estat Español No obstant això, a finals de la centúria i directament relacionades amb el moviment regeneracionista, sorgeixen diverses obres on es fa referència a l'escassa productivitat agrària, conseqüència en part de l'escassetat pluviomètrica i, sobretot, de les persistents sequeres que assolien l'àrea ibèrica.(GARCÍA ,2008).

Amb l'arribada del segle passat es produirà per una banda una intensificació dels estudis sobre el fenomen de la sequera com també una diversificació d'aquests en diverses branques de coneixent. Si analitzem el conjunt d'estudis d'aquest tipus veurem que aquest estudis , molts d'ells realitzats per geògrafs o gent amb formació propera a les ciències de la terra. Per tant, cal fer distinció d'aquest estudis d'acord si l'objectiu del treball és purament identificar els diferents períodes de dèficit hídric, analitzar la sequera com a risc geogràfic o estudiar per mitjans analítics aquests dèficits pluviomètrics. Sembla que la problemàtica de les sequeres a Espanya es farà especialment evident durant la segona República data en que, LORENZO (1933) publicarà el seu estudi sobre la gestió hídrica,(GARCÍA 2008). Ja durant la postguerra es publiquen estudis meteorològics que pretenen trobar explicació als perllongats episodis de dèficit pluviomètric, tal és el cas (JANSÀ ,1955).Nombrosos han estat des de la postguerra els estudis sobre les sequeres a Espanya durant la segona part del segle XX des de diferents perspectives. A continuació enumerarem de manera el més exhaustiva possible totes les publicacions en diferents formats que s'han publicat fins a data d'avui sobre el fenomen de la sequera a l'Estat espanyol. Tot i això, cal pensar que el fenomen ha estat estudiat des de multitud de perspectives i camps de coneixements i per tant prioritzarem aquells que puguin tenir una implicació geogràfica o climatològica.S'ha de dir que en aquest estudi inicial no es tendran en compte publicacions pròpies de l'àmbit balear ja que seran objecte d'estudi d'un apartat específic. Des d'aquesta òptica podríem afirmar que un dels temes més recurrents

Joan Caldentey Brunet

ha estat el de les sequeres històriques que han afectat l'estat espanyol utilitzant les tècniques qualitatives ja esmentades com serien les rogatives pro pluviam però també en els cas del segle XIX es podria fer ús ja d'alguns registres instrumentals d'aquesta manera destacaria el treball de BARRIENDOS i DANECKER (2006) sobre la sequera que patí Catalunya Central a inicis del segle XIX.

A partir dels anys 80 comencen a sortir publicacions sobre l'estudi de la sequera com a risc geogràfic i sobre tot per analitzar-ne el seu abast territorial (aspecte indispensable alhora d'analitzar-ne el seu risc). A principis del anys 80, SALES i JAMBRINO et al 1982 presenten un treball sobre l'anàlisi espacial i temporal de la sequera 1978-1981 a Espanya. Al mateix any BOIX I REL amplien l'estudi anterior al cas del país valencià. Serà però la tesi doctoral de la Dra M^a Fernanda Pita titulada "*La sequía como desastre natural y su incidencia en el ámbito español*" el primer treball detallat i teòric sobre el dèficit pluviomètric com a risc natural al territori espanyol. PÉREZ et al 1988 publiquen unes interessants reflexions sobre les el concepte i mètode d'estudi de les sequeres. Des d'aquest òptica ASCASO I CASAL publicaran un treball estudi sobre els eixuts a la depressió central del riu Duero.

Durant les dècades dels noranta i dos mil una sèrie d'autors treballaran la percepció de la sequera dins la societat i les conseqüents respostes antròpiques, en aquest sentit cal destacar l'aportació de MORALES; OLCINA I RICO 1999 "*Percepcions sobre la sequera a Espanya i la resposta adaptativa davant el risc*" Dins aquest context MARTÍNEZ (2004) va més enllà i relaciona els dèficits pluviomètrics amb la sequera socioeconòmica en aquest cas com afecta el sector turístic de la localitat de Benidorm.

Joan Caldentey Brunet

ESTUDI ANALÍTIC DE LES SEQUERES A ESPANYA

Amb l'arribada del nou mil·lenni l'estudi de les sequeres a Espanya canvia per complet de la seva perspectiva adoptant un marcat component analític sent una de les línies d'investigació en expansió dins del panorama de la Geografia física/climatologia espanyoles. D'aquesta manera, els estudis més genèrics sobre l'estudi dels diferents episodis de sequera són de cada cop menys nombrosos com també aquells que tracten la sequera com un risc natural, exceptuant es clar la tesi de GARCÍA (2008). Ara les sequeres comencen a tractar-se de manera més quantitativa, també deixant una mica de banda el component territorial, relacionant-la en moltes ocasions amb el suposat canvi climàtic. L'obra que inaugura aquesta nova tendència és la tesi doctoral de Lúdia Gómez Navarro publicada l'any 1996 on es proposa una classificació climàtica d'Espanya mitjançant la utilització de les cadenes de Markov. Ja durant els anys 2000 aquests estudis analítics tendran una continuïtat tots ells inspirats en l'anàlisi de les sequeres de la conca del Guadalquivir que publica PITA l'any 2001. Amb el temps l'estudi esdevindrà un hito metodològic ja que serà el primer publicat a l'estat espanyol que intentarà detectar les seqüències seques mitjançant una metodologia similar a l'índex estandarditzat de precipitació que MCKNEE et al proposaren l'any 1993. A més però, PITA adaptarà el càlcul d'aquest índex al món mediterrani obtenint resultats francament evidents. De fet, el referent metodològic de la present tesi parteix de l'aplicació d'aquest abans esmentat índex en dues propostes molt concretes com són els treballs de GÓMEZ (2002) i la tesi de la Dra. Limonens Rodríguez que l'aplica a l'àmbit mediterrani peninsular Español (2014). A partir d'aquí trobam altres treballs els qual es citen a la bibliografia que des de la perspectiva analítica tractarien el fenomen: MARTÍN-VIDE, J. y GÓMEZ, L.(1999), CUADRAT i VICENTE 2004, ALMARZA: CHARRAZA et al 2005, GARCÍA i CONESA 2006, GARRIDO i MORA (2006), BAYES (2005) CALDENTY i GRIMALT 2013, LANA, X.; MARTÍNEZ, M.D.; BURGUEÑO, A.; SERRA, C.; MARTÍN-VIDE, J. and GÓMEZ, L. (2008), LANA, X.; MARTÍNEZ, M.D.; BURGUEÑO, A.; SERRA, C.; MARTÍN-VIDE, J. and GÓMEZ, L. (2006) i molts d'altres publicats entorn a la nova proposta metodològica de l'índex SPEI (descriu en l'apartat introductor) aplicat a diversos àmbits territorials peninsulars sota la direcció del Drs. Serrano, Beguería i Cuadrat (vegeu bibliografia) de la

Joan Caldentey Brunet

Universitat de Saragossa i l'Institut Pirenaic d'Ecologia. Per a acabar, la Tesi Doctoral de Jorge Lorenzo Lacruz titulada "*Las sequías hidrológicas en la Península Ibérica : Análisis y caracterización espacio temporal, influencias climáticas y el efecto de la gestión hidrológica en un contexto de cambio global*", publicada l'any 2012 seria juntament amb el de la Dra Limones de 2014, ja citada, la propostes més contemporànies al respecte.

Joan Caldentey Brunet

4.2. L'estudi de les sequeres a l'àmbit geogràfic de les Illes Balears. Estat de la qüestió.

L'estudi de les sequeres i els dèficits pluviomètrics a l'àmbit geogràfic de les Illes Balears fins a dia d'avui (2015) ha estat un tema poc estudiat. De fet, no s'ha realitzat cap tesi doctoral específica que tracti l'estudi dels dèficits pluviomètrics. Fins a l'any trobam un conjunt de monografies que d'una manera o una altra han fet referència a diferents sequeres històriques a les Balears. En tot cas, són articles que utilitzen fonts qualitatives i que o ben fan un aplec dels diferents episodis de sequera que han afectat les Illes Balears. També cal destacar que són múltiples les aportacions i col·laboracions a la premsa local sobre diferents eixuts en època històrica que a la pràctica no considerarem com estudis científics si bé són una excel·lent font subjectiva de caràcter informatiu. Al butlletí de la Societat arqueològica Lul·liana (BSAL) núm. 108 de 1889 FAJARDÉS, publicà un monogràfic sobre la sequera que afectà les a Pitiüses l'any el mateix any. Ja dins el segle XX referit a l'àmbit geogràfic de l'illa de Menorca HERNÁNDEZ (1910) publica dues monografies *La sequía en Menorca* (1910) i *¿Por què no llueve en Menorca* (1914)? publicades a la revista de Menorca. Els estudis monogràfics sobre sequeres desaparèixer dins del panorama balear fins ben entrat el segle XX, serà en aquest sentit FONTANA al 1975 qui publicarà un primer estudi sobre el fenomen de les sequeres històriques a Mallorca. L'any 1994 GRIMALT, LAITA i RODRÍGUEZ publiquen a les actes del I Reunión del grupo de climatología de la AGE, l'article titulat "*Periodización de la sequías históricas en Mallorca S XIV- SXIX*" on diferencien utilitzant tècniques qualitatives com són les rogatives pro-pluviam les diferents sequeres històriques que ha afectat la major de les balears. El mateix 1994 la Dra Mercedes Laita publica la seva tesi de llicenciatura titulada "*Configuraciones típicas de presión atmosférica media en el Mediterráneo occidental asociadas a meses secos en las Islas Baleares*" estudi pioner ja que per primera vegada se relaciona la variable del camp de pressió atmosfèrica amb l'existència de mesos secs, considerats en aquest cas per sota per percentil 15%. En aquest sentit es determinant una sèrie de configuracions isobàriques dels mesos secs englobables dins les classificació de tipus de temps de Schüepp d'acord amb (CLAVERO I RASO 1979). D'igual manera

Joan Caldentey Brunet

GRIMALT i LAITA també al 1994 publiquen un estudi complementari a l'anterior titulat: *Análisis objetivo del campo de presión en el Mediterráneo Occidental y clasificación del mismo para meses secos en las Islas Baleares*.

A partir de l'any 2000 els estudis sobre sequeres incorporen el vessant analític. GÓMEZ (2002) publicà un estudi que anomena "*Aproximación metodológica al estudio de secuencias secas de larga duración: El caso de las Islas Baleares*" on utilitza l'Índex de estandaritzat de sequera pluviomètrica per detectar els episodis secs a cinc estacions de Mallorca i Menorca, identificant importants seqüències seques durant els anys 40, 60, 80 i finals dels 90. GRIMALT (2002) realitza un estudi sobre les sequeres en el terme municipal de Manacor i la seva comarca utilitzant una metodologia diferent (càlcul de l'anomalia respecte la mitjana) diferenciant també importants episodis de sequera durant els anys que l'estudi previ de GÓMEZ (2002) també havia identificat. A diferència d'aquest el treball de GRIMALT (2003) incorpora el vessant territorial oferint una visió cartogràfica de com els diferents eixuts han afectat l'illa de Mallorca. L'estudi en detall per, tant dels dèficits pluviomètrics que ha afectat les Balears és inèdit, a més fins al moment no s'ha publicat cap estudi sobre aquest risc natural a les illes menors (Menorca, Eivissa i Formentera). Les sequeres a les Illes Balears serien per tant un fenomen molt poc estudiat a més si bé es cert que s'han publicat alguns estudis sobre la relació entre la pluviometria i la circulació atmosfèrica tots ells sempre s'han centrat amb els excedents pluviomètrics però en cap cas amb els dèficits.

Joan Caldentey Brunet

4.3 Conclusions i valoració crítica de l'Estat de la qüestió.

Observant detingudament les diferents aportacions d'autors nacional i Il·lencs sobre l'estudi de les sequeres detectam que si bé a nivell estatal el tema ha estat relativament ben tractat no és així al cas de les Illes Balears. No obstant això, cal realitzar una sèrie de consideracions sobre el contingut de les publicacions anteriorment citades. En primer lloc cal reflexionar sobre les diferents metodologies a utilitzar en la present tesi, d'acord amb el resultat que han ofert en estudis previs. Per a la determinació d'anys secs sembla que la tècnica dels quintils està freqüentment acceptada oferint resultats il·lustratius d'acord amb estudis previs de GALÁN (2004) i GARCIA (2008). En qual a l'ús de l'IESP com a metodologia de detecció de seqüències seques superiors a un any els treball publicant seguint la metodologia de PITA (2001) són prou rellevants a les latituds mediterrànies pel que també la consideram una metodologia vàlida. Altrament treballs de GRIMALT (1992) i PITA (1991) confirmen que l'ús de la premsa com a font d'informació és un indicador si més no objectiu i coherent per intentar estudiar l'impacte dels dèficits de precipitació dins de la societat espanyola i balear respectivament.

Amb tot, a nivell estatal entre el períodes 1950-2010 s'han detectat importants dèficits pluviomètrics a la part central dels anys 60, finals dels 70, principis del 80, mitjans i finals 90 (GÓMEZ, 2002; GRIMALT, 2003). Al cas balear al contrari sembla que els pocs estudis que abracen el segle XX com a llindar temporal han evidenciat algunes ràfegues seques a mitjans dels anys 40 (GÓMEZ, 2002), els anys centrals de la dècada dels 60 i cap allà els primers 80 (GÓMEZ, 2002; GRIMALT, 2003; CALDENTHEY I GRIMALT 2013). Ara bé aquest estudis únicament tenien com a referència algunes estacions i en algun dels casos algun sector molt concret de l'illa de Mallorca. En tot cas estudis monogràfics sobre sequeres modernes de les illes de Menorca, Eivissa i Formentera són inèdits i per tant el present treball cobriria aquest buit dins els estudis pluviomètrics a escala insular.

Relacionar els diferents patrons de circulació atmosfèrica amb la pluviomètrica a l'àmbit balear o mediterrani espanyol únicament s'ha tractat des del punt de vista de l'estructura dels dies de precipitació o per tractar pluges extraordinàries tot i això, mai s'ha relacionat

Joan Caldentey Brunet

la circulació atmosfèrica (d'acord amb la classificació que en fan Jenkinson i Collison) amb els períodes anormalment secs existint pel que present treball inauguraria una nova línia metodològica al respecte. D'igual manera també hi ha hagut intents de correlacionar la distribució anual i interanual de les precipitacions d'acord amb diferents patrons de teleconnexió que estudis previs han evidenciat tenir una certa correlació respecte a les latituds mediterrànies.

Joan Caldentey Brunet

Joan Caldentey Brunet

5. L'estudi de les seqüències seques i el seu abast territorial

S'estudia quins han estat els períodes secs des del punt de vista pluviomètric al territori balear entre el 1950 i l'any 2010. D'igual manera i, considerant que aquest treball és realitzat des de la disciplina científica de la geografia com a ciència, és imprescindible estudiar l'afectació territorial d'aquests.

Joan Caldentey Brunet

5. L'estudi de les seqüències seques i el seu abast territorial

Una vegada finalitzats els aspectes introductoris i genèrics cal iniciar l'estudi de les seqüències seques a les estacions indicades i d'acord amb el mètodes proposats pel períodes 1950-2010. L'anàlisi el realitzarem des d'una doble perspectiva. En primer lloc, s'analitzarà la distribució d'anys secs, posteriorment analitzarem l'anàlisi de les seqüències seques superiors al 12 mesos. Per acabar, realitzarem una anàlisi territorial del fenomen de la sequera a l'àmbit balear a diferents escales.

Per a tal estudi, s'ha comptat amb les dades meteorològiques de 62 estacions situades a les Illes Balears. 3 a l'illa de Menorca, 53 a Mallorca, 4 a l'illa d'Eivissa i 2 a Formentera (fig 44). L'elecció d'aquests observatoris de referència s'ha fet, d'acord amb una sèrie de criteris:

- Disponibilitat de dades meteorològiques dins el període d'estudi, 1950-2010. En aquest sentit s'han descartat totes aquelles estacions de la xarxa meteorològica balear que o bé no trobaven dades completes dins aquest període o bé presentaven un nombre considerable d'anys o mesos sense dades. No obstant això, és important destacar que en els casos en què únicament les dades incompletes suposaven curs i breus laxes temporals i de manera puntual han estat completats mitjançant sèries de valors homogeneïtzats. Igualment també han estat descartades aquelles estacions amb metadates que indicaven canvis en la ubicació geogràfica de l'estació (ex Palma).
- Disparitat territorial. S'ha intentat en mesura del possible, d'acord amb la disponibilitat de dates existent, cobrir tot l'espai geogràfic balear. Ara bé, això ha estat així fins a un cert punt considerant una sèrie de factors diferenciables a nivell insular. En el cas de Mallorca s'ha aconseguit una cobertura certament regular ara bé per raons històriques la Serra de Tramunta compta amb un densitat

Joan Caldentey Brunet

d'observatoris tímidament superior a la resta del territori insular. Pel contrari, tant el litoral del Migjorn i Llevant de Mallorca, al ser una àrea de poblament relativament recent i en moltes ocasions estacional manca d'una xarxa d'observatoris aprofitables per aquest estudi. L'illa de Menorca compta, com ja hem dit únicament amb tres observatoris amb dades disponibles durant la segona meitat del segle XX i geogràficament allunyats un de l'altre. En aquest sentit, el centre de l'illa no disposa de cap observatori aprofitable comptant amb dos al llevant menorquí (Sant Lluís i Lluçmaçanes) i un al ponent (Port de Ciutadella). Tot i aquest escassa disponibilitat de dades meteorològiques les reduïdes dimensions de l'illa 700 km² fan que amb la cobertura utilitzada puguem presentar conclusions suficientment rellevants pel que l'estudi dels episodis secs es refereix. Eivissa presenta una cobertura francament regular fins i tot amb dades de l'àrea nord oriental (observatori de Sant Carles de Peralta) tradicionalment marcada per la falta de dades pluviomètriques. Per finalitzar, diríem que de l'illa de Formentera s'han pogut utilitzar les dades climàtiques de dos observatoris situats al port de La Savina i al Far Formentera a l'extrem oriental d l'illa.

- S'han descartat estacions amb posterioritat al càlcul de l'índex estandarditzat de precipitació en casos d'incoherències (per ex seqüències seques anormalment llargues i úniques durant el període d'estudi) respecte a observatoris propers en els resultats atribuïbles a errors de mesura o registre (per ex Son Pacs, Alaró Son Bergues, Alqueria d'Avall, Ermita de Betlem, Far de Cala Figuera, Montuiri i Port de Pollença –Mallorca-, Far de Favàritx –Menorca-).

Després de valorar els procediments més habituals de farciment de llacunes, es decidí fer servir el mètode de les proporcions que, malgrat la seva senzillesa, resulta ser el més robust que els basats en regressions lineals, molt sensibles a les dades anòmales, metodologia que proposa i utilitza GUIJARRO (2002). Per a la aplicació del mètode s'expressaren les dades de cada estació en forma de percentatge de la seva precipitació anual mitjana, per després omplir les dades mensuals absents mitjançant interpolació dels percentatges de les estacions veïnes.

Joan Caldentey Brunet

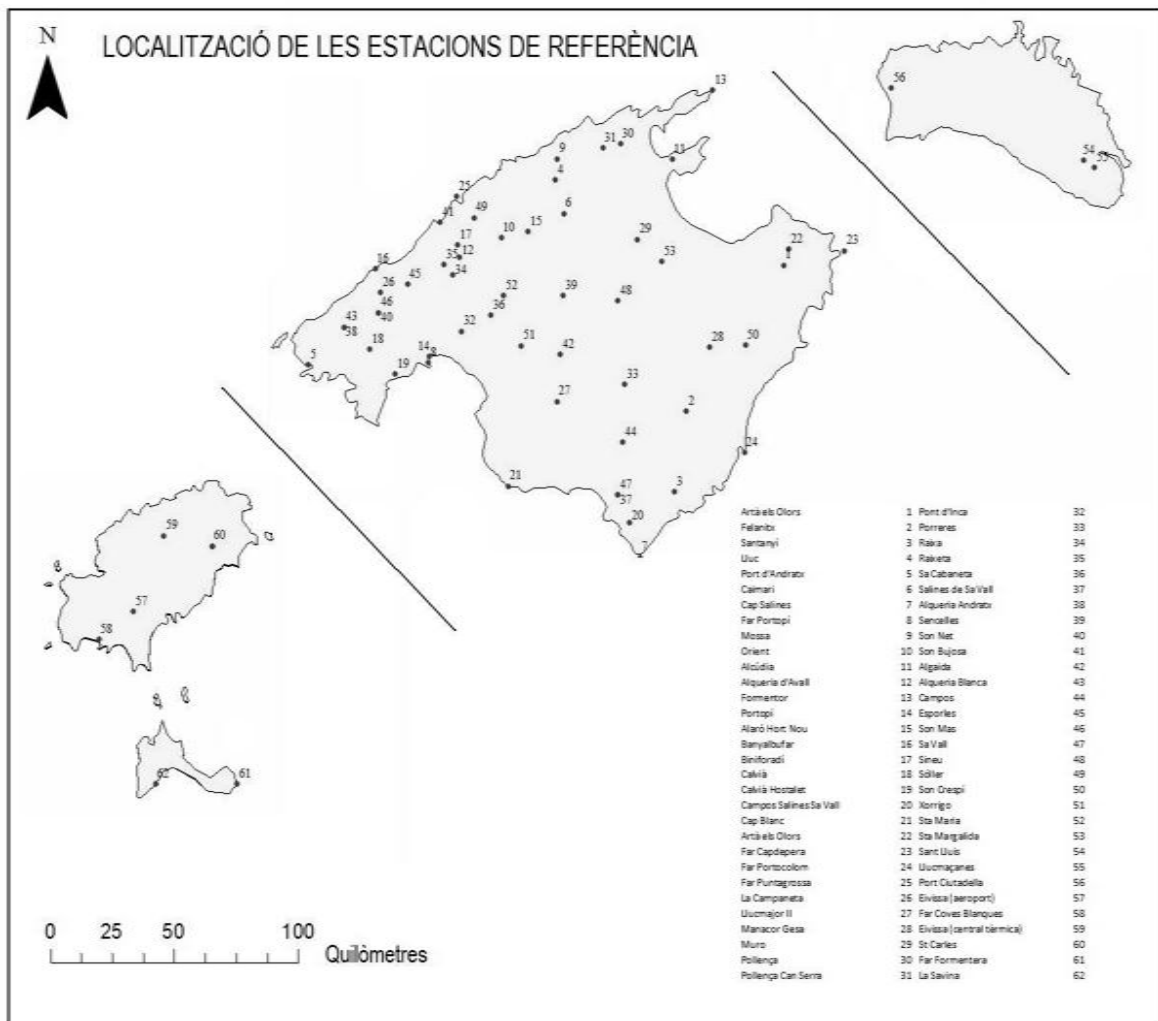


Fig 44: Localització dels observatoris de referència. Font: Elaboració pròpia.

5.1. Els anys secs

Per a la identificació dels anys secs s'ha aplicat el mètode de quintil ja que d'acord amb GIBBS i MAHER 1967 el primer i segon quintil pot ser utilitzat com a umbrals en la definició d'anys secs i molt secs respectivament. D'acord amb ALMARZA (2000) els anys secs es determinen a partir de les primer quintil. Considerant-se el primer i segon quintil com a determinadors dels anys secs i molt secs. Després de delimitar els anys deficitaris de cada un de les 62 estacions de referència s'estima el grau de la sequera adoptant com a criteri el següent:

Joan Caldentey Brunet

- Anys molt secs: aquells en què més del 60 % de les estacions meteorològiques estudiades registren dèficit pluviomètric.
- Anys secs: Quan el percentatge es situa entre el 60% i el 40 % de les estacions.
- Anys amb precipitacions normals: Aquells que almenys un 40% de les estacions es troben sense dèficit hídic fora complir les cap de les dues categories anteriors.

En ambdós casos donades les peculiaritats del territori insular aquests percentatges s'aplicaran a nivell insular, considerant les Pitiüses com una única unitat territorial, com també pel conjunt de els Illes Balears. Aplicant aquest mètode, els resultats serien els següents (fig 45)

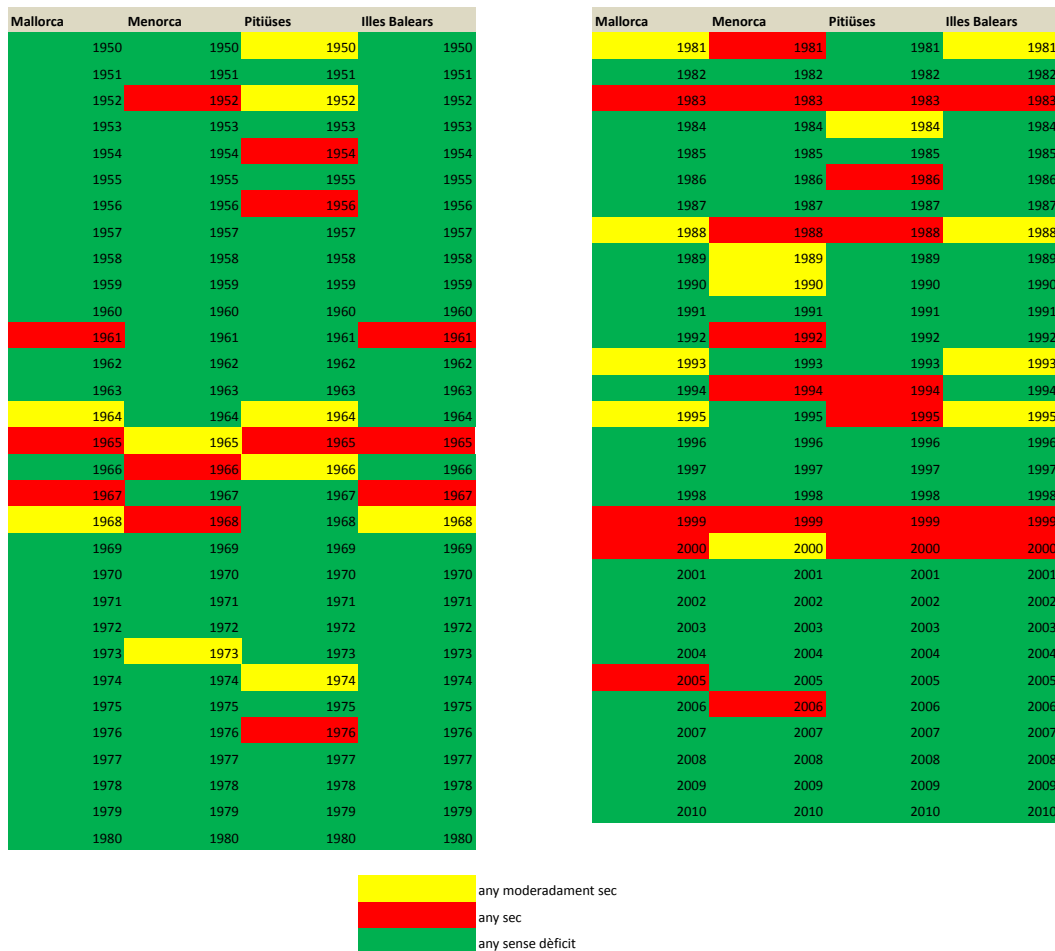


Fig 45: Distribució dels anys secs i moderadament secs a les Illes Balears (mètode dels quintils)(1950-2010).

Joan Caldentey Brunet

Al cas concret de les Illes Balears, trobaríem un total de sis anys considerats secs a nivell de tot l'arxipèlag (1961,1964,1967,1983,1999 i 2000), un total de 5 anys moderadament secs(1968,1981,1988,1993 i 1995). Pel que fa a l'illa de Mallorca el nombre d'anys molts secs seria de set (1961,1965,1967,1983,1999,2000 i 2005). En el cas dels anys secs el nombre d'anys és de sis(1964,1968,1981,1988,1993 i 1995). Al cas menorquí el nombre d'anys secs s'eleva a deu (1952,1966 i 1968,1981,1983,1988,1992,1994,1999 i 2006) i el de moderadament secs és de cinc (1965,1973,1989,1990 i 2000). Finalment a les Pitiüses trobaríem durant els cinquanta anys d'estudi un total d'onze anys considerats com a secs (1954,1956,1965,1976,1983,1986,1988,1994,1995 i 2000) i sis anys moderadament secs (1950,1952,1964,1966,1974 i 1984).

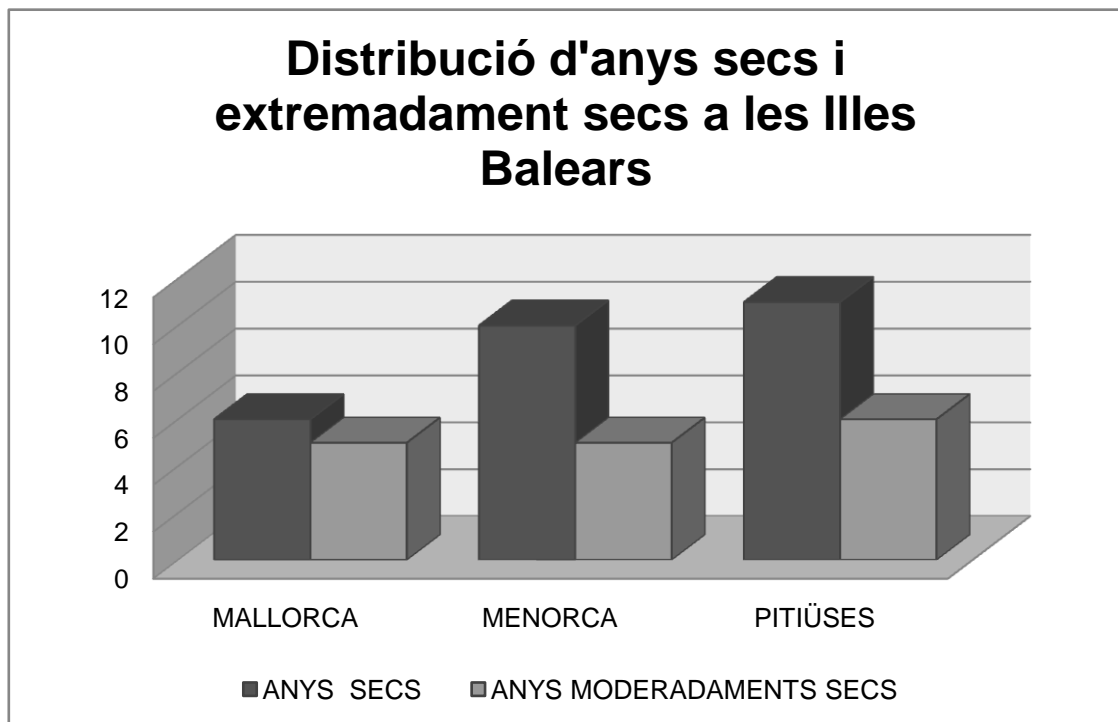


Fig 46: Distribució dels anys secs i moderadament secs a les Illes Balears (mètode dels quintils)(1950-2010).

Resulta interessant estudiar la desigual incidència d'anys extremadament secs a l'àrea d'estudi. En una primera aproximació queda palès que el nombre d'anys amb dèficit hídric generalitzat es correspon al cas de les Illes menors,precisament degut a les reduïdes dimensions dels espais insulars, fa que les sequeres siguin més generalitzades mentre

Joan Caldentey Brunet

que la superfície de Mallorca, tal i com veurem en posterioritat, ja ofereix diferències substancials en quan a la distribució d'eixuts, fets que condicionen que el nombre de sequeres generalitzades sigui menor cosa que no implica la seva inexistència. Per tant, sense fer generalitzacions podríem concloure afirmant que aquest mètode dels quintils és especialment útil per detectar i categoritzar aquells anys amb precipitacions anormalment escasses ara bé l'anàlisi territorial d'aquestes sequeres implicaria estudiar a nivell més local, sobretot al cas mallorquí la seva incidència.

En ocasions també estudiar únicament els anys secs (fig 47) no dona una visió completa de la distribució mensual d'aquests anys. Analitzant les dades a nivell balear durant la sèrie temporal que aniria del 1950 fins l'any 2000 observant que el nombre de mesos secs (per sota del tercer quintil) s'incrementa la dècada dels anys 60, interromput pronunciat al 1962. Uns anys 70 certament absents a nivell general de mesos secs. Un repuntament a inicis dels anys 80 i a partir d'aquest moment apareixen de manera relativament intermitent amb un episodi extrem que coincideix amb el fi de mil·lenni.

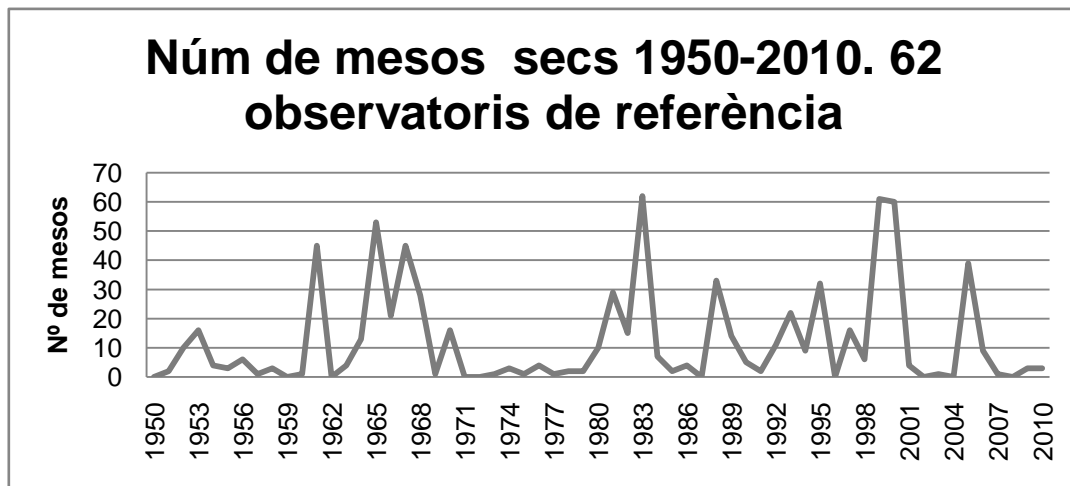


Fig 47: Distribució dels mesos secs a les Illes Balears (mètode dels quintils)(1950-2010).

En referència la mesos moderadament secs, és a dir entre el segon i tercer quintil, (fig 48) presenta una distribució en la que exceptuant els plujosos anys 70 en el quals la presència de mesos d'aquest tipus és pràcticament testimonial, mostra un patró irregular en què s'alternen puntes de mesos secs (especialment incidents a la part central dels

Joan Caldentey Brunet

anys 60 i anys 90 en general) amb períodes en què decau la seva incidència. Amb tot, podem afirmar que la distribució d'aquest mesos moderadament secs no és paral·lela a la dels mesos secs però sí complementària. En ocasions però la seva presència dins l'escala temporal correspon a dèficits pluviomètrics de caràcter moderat que no necessàriament han d'anar acompanyats en els mesos posteriors i anteriors d'un dèficit pluviomètric extrem.

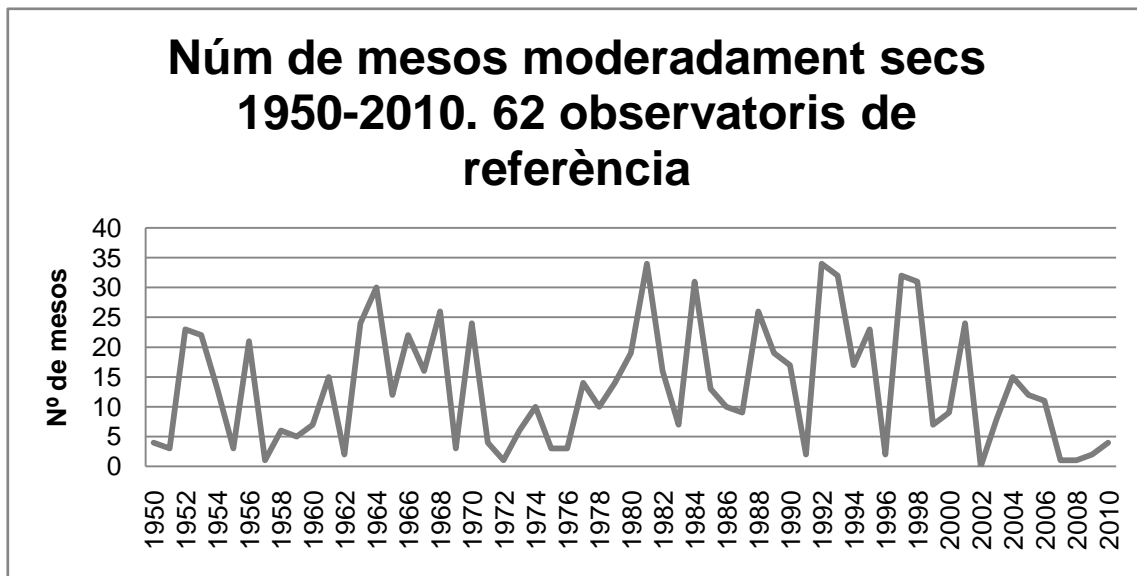


Fig 48: Distribució dels mesos moderadament secs a les Illes Balears (mètode dels quintils)(1950-2010).

Per acabar cal afirmar que com és lògic la distribució de mesos sense dèficit hídric és distribuïda de manera inversa respecte a les dues categories anteriors. Des d'aquesta perspectiva (fig 48) l'existència dins les sèries climàtiques de referència a l'àrea balear de mesos amb precipitacions estadísticament superiors a la mitjana és regular exceptuant els anys 60, en primers 80, intermitentment durant els 90 i primers 2000.

Joan Caldentey Brunet

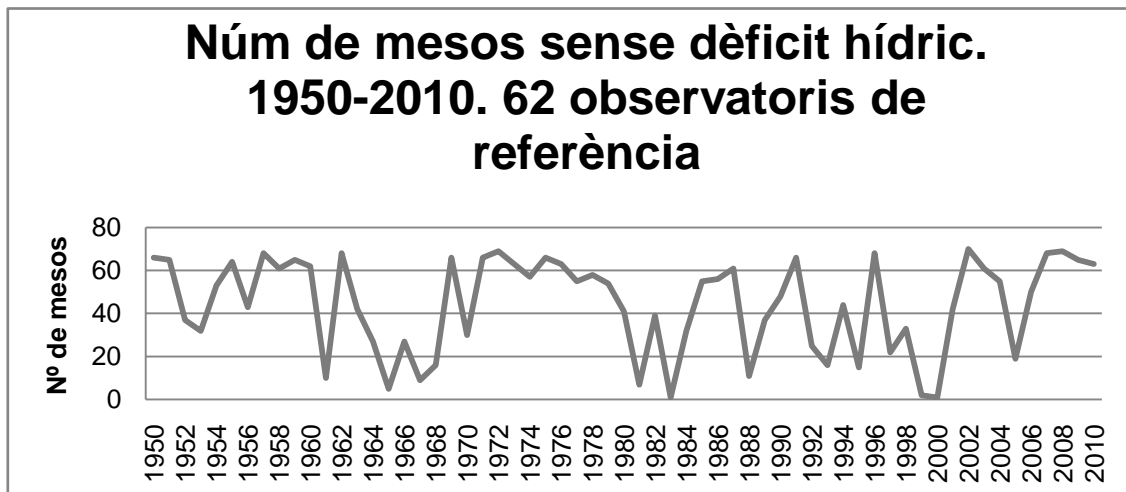


Fig 49: Distribució dels mesos amb precipitació normal a les Illes Balears (mètode dels quintils)(1950-2010).

Joan Caldentey Brunet

5.2. Seqüències seques superiors a 12 mesos.

L'anàlisi de les anomalies anuals de precipitació només és útil com a dada orientativa dels eixuts que ha viscut a l'àrea d'estudi. Ara, ens cal fer una anàlisi molt més detallada. Per això, enlloc de treballar amb dades de precipitació anuals ho farem amb dades mensuals de cada un dels mesos de tot el conjunt de la sèrie. La metodologia que hem utilitza com ja s'ha comentat és índex estandarditzat de sequera pluviomètrica, d'ara endavant (IESP/IES) mitjançant el sistema proposat per PITA (2001). Mitjançant l'aplicació d'aquest índex a les 62 estacions de referència ens determina una sèrie de seqüències seques des del punt de vista meteorològic. La qual cosa no implica que en tots els casos hagi repercutit directament amb manca d'aigua dedicada a l'abastiment urbà o agrari, sectors tradicionalment demandants d'aigua donat que l'índex utilitza no inclou el vessant socioeconòmic. L'anàlisi d'aquestes seqüències seques es realitzarà a nivell insular, donat que s'ha observat que no tots els períodes de sequera són coincidents dins les mateixes entitats insulars. No obstant això, en un apartat final reflexionarem sobre l'abast balear d'alguns eixuts.

L'anàlisi de la distribució de períodes secs de manera conjunta a l'arxipèlag balear implica l'establiment d'una sèrie de períodes comuns de sequeres a nivell de cada una de les entitats insulars. No es podem establir delimitacions temporals exactes ja que com veurem en posterioritat és difícil donada la desigual incidència del fenomen durant la segona part del segle XX a l'àrea d'estudi. No obstant això, el càlcul de l'IESP a cada un dels observatoris indicats i la seva posterior posada en comú fa que es puguin destriar una sèrie d'episodis de sequera relativament marcats i amb un mínim d'incidència al territori illenc. Hem de dir, també a l'igual que GOMEZ (2002) també s'ha considerat com a seqüències seques de 12 mesos o més aquelles que de manera molt excepcional presenten valors positius en períodes no superiors a dos mesos sempre o quan es contextualitzi dins una clara seqüència de valors negatius del IESP o IES. Des d'aquesta òptica, cal dir que dins cada un d'aquests episodis s'hi diferencien diferències en quan a durada i intensitat. La relació i durada d'aquestes seria la següent:

Joan Caldentey Brunet

5.2.1. Seqüències seques superiors a 12 mesos a l'illa de Mallorca

L'illa de Mallorca entre el 1950 i l'any 2010 s'ha vist afectada per un conjunt de sequeres de signe pluviomètric que afecten de manera més o menys regular l'espai illenc. D'acord amb experiències prèvies de PITA (2001) i GÒMEZ (2002) en l'ús de l'Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica, són aquelles seqüències seques que superen els 12 mesos les que poden tenir un significació major, i que per tant s'han d'estudiar i destacar, i les que en darrera instància poden traduir-se amb sequeres de signe hidrològic, agrari o socioeconòmic. A un primer cop d'ull, podríem dir que Mallorca durant cada dècada entre els anys cinquanta i els 2000, s'ha vista afectada, exceptuant els anys 70, per almenys un d'aquests eixuts que de manera general han incidit durant més d'un any a un nombre destacat d'observatoris.

Anys 50

Durant la dècada dels anys, que marquen la meitat del segle XX, es diferencien a l'illa de Mallorca dos grans episodis de sequera un entre el mateix anys 50 i que es perllongarà de manera més o menys intensa fins als 1954 i una altra tot passat de la dècada entre el 1955 i 1957. A diferència d'altres eixuts posteriors aquestes dues tendrien uns límits temporals relativament difusos en el cas d'algunes estacions cosa que resultaria relativament difícil contextualitzar-les dins una episodi o altra.

Sequera 1950-1954

Afectaria durant més d'un any únicament a 16 estacions de l'illa (fig 50), en la majoria d'aquestes durant la primavera del 1950 (mesos de març, abril i maig) ja presenten valors negatius de IESP o IES, en el cas de les estacions situada a les serra de Tramuntana, per ex Biniforani nou o Lluç els mesos corresponents als anys 1950, 1951 encara no es podrien considerar deficitaris pel que no apareix la sequera fins a la tardor del 1952 (cas de Mossa i Lluç) i fins i tot un any després (novembre de 1953), en el cas de Biniforani nou.

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Alaró s'Hort Nou	X1952-VII1955	32(17+15)	-1,96
Alqueria d'Andratx	II1950-X1952	33	-2,13
Artà	V 1950-III 1953	21	-2,63
Biniforani Nou	XI1953-V1955	24(12+12)	-1,06
Calvià	III1950-X1951	20	-1,53
Campos	V1950-II1952	22	-2,2
Campos (Salines de sa Vall)	V1950-I1952	21	-1,19
Lluc	X 1952- III 1954	18	-1,8
Llucmajor	V1950-II1952	21	-2,72
Mossa	X1952-X1957	60	-2,56
Portopí	XII1952-X1957	60(9+8+38)	-1,53
Sa Cabaneta	II1950-IX1951	20	-3,05
Sencelles	II1950-IX1951	20	-3,57
Sineu	II1950-I1951	20	-3,4
Sta Margalida	I1950-XII1951	24	-3,93
Sta Maria	III1950-VII1951	17	-2,81

Fig 50: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1950-1954 a Mallorca

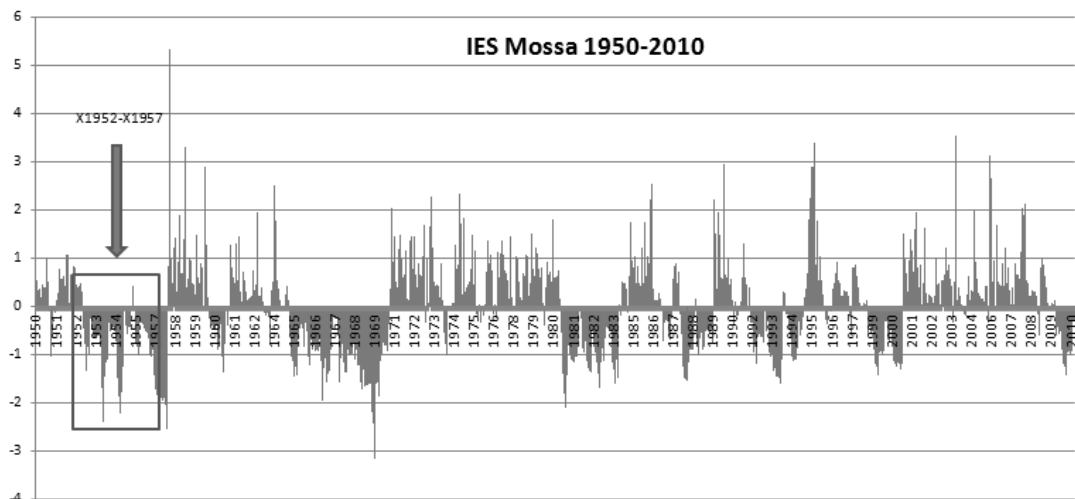


Fig 51: Gràfic IESP observatori de Mossa

Joan Caldentey Brunet

La tardana aparició de la sequera a n'aquesta àrea contrasta amb el fet que també és precisament o més s'allarga temporalment. En aquest sentit, mentre la majoria d'estacions afectades per aquest eixut entre la tardor-hivern del 1951(cas de Calvià i Sa Cabaneta respectivament) i la primavera del 1953 (cas d'Artà) l'IESP va adquirint valors positius. En el cas de Mossa (fig 51) però la sequera pluviomètrica es perllongarà fins a l'octubre de 1957.

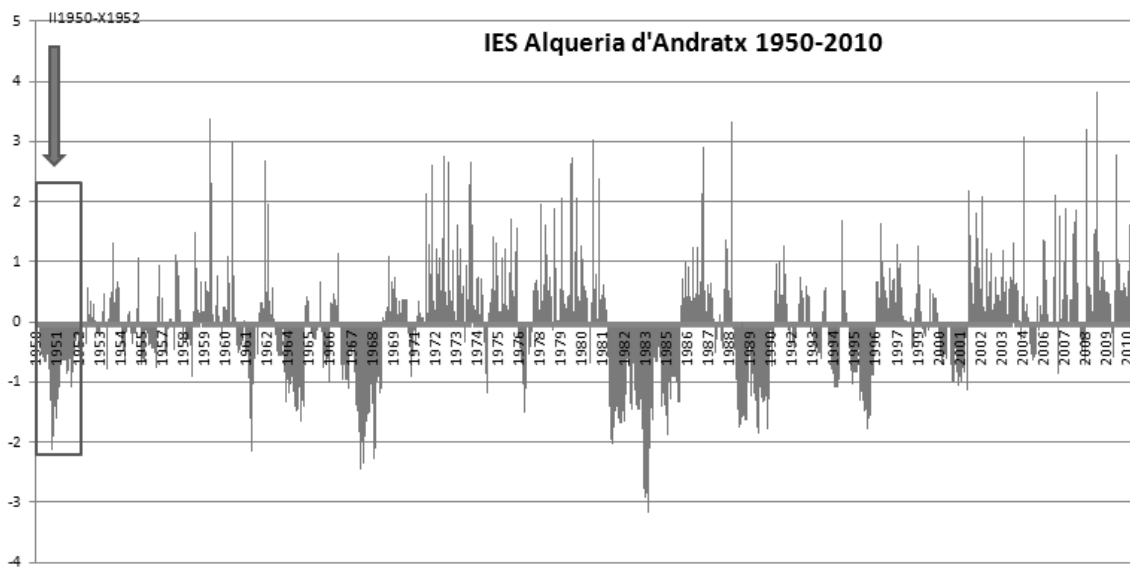


Fig 52:Gràfic IESP observatori de Alqueria d'Andratx.

A diferència de la part central de la Serra de Tramuntana o la sequera és més tardana i perllongada en el temps a la part meridional d'aquest, en concret a l'observatori de s'Alqueria d'Andratx (fig 52) l'eixut s'inicia seguint la tendència general a principis del 1950 i finalitza amb l'arribada de les pluges primaverals de 1953 assolint una valor mínim d'IESP de -2,13.

Joan Caldentey Brunet

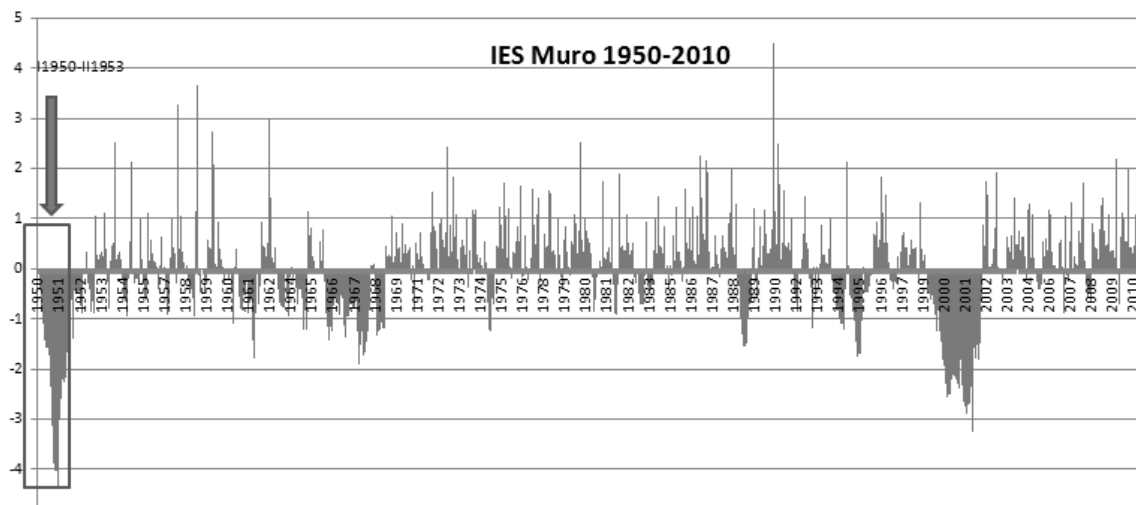


Fig 53 :Gràfic IESP observatori de Muro

Aquest fet, fa que sigui en aquest observatori on aquesta sequera tenguí major durada, 60 mesos en total (fig 53). Atenent el criteri de la intensitat, és a l'estació de Sta Margalida al centre nord de l'illa es registrarà un valor més inferior del IESP -3,96 tractant-se per tant, d'un valor extremadament sec.(fig 54). De fet, la severitat de la sequera a n'aquesta àrea és palesa igualment en el cas de l'observatori de Muro (fig 53), situat geogràficament molt proper a l'anterior,s'observa també un forta intensitat d'aquesta seqüència seca, en aquest cas de 33 mesos de durada i un valor mínim de l' IESP de -3,88.

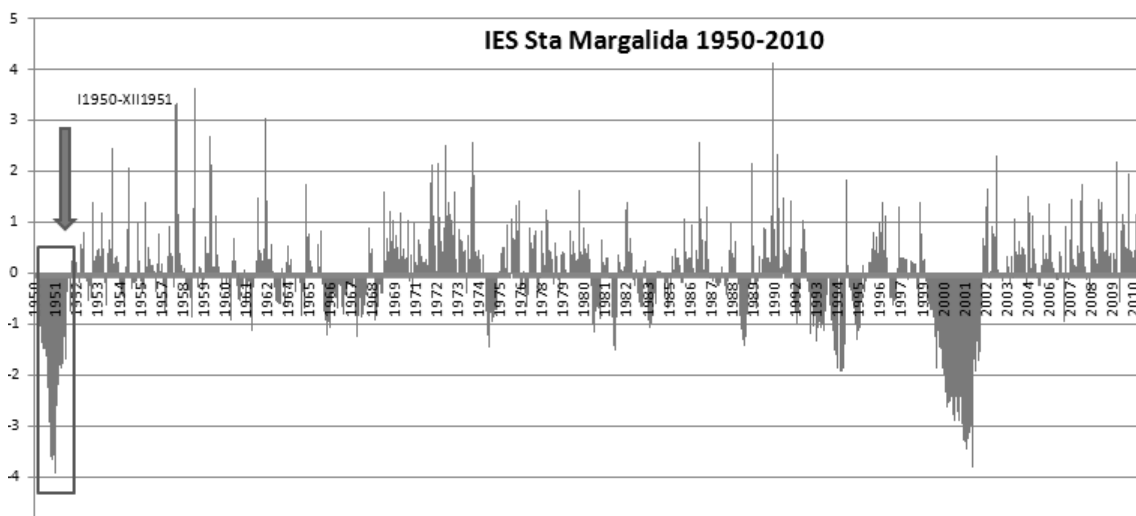


Fig 54: Gràfic IESP observatori de Sta Margalida.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1955-1957

Té una durada i incidència territorial menor que l'anterior, de fet a l'illa de Mallorca única i exclusivament és detectada durant més de 12 mesos a 10 observatoris (fig 55).

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Algaida	XI 1955- V 1957	20	-0,977
Bunyola (Raixeta)	XI1953-XI1957	48	-1,41
Campos	X1955-IX1957	24	-1,6
Far de Porto Pi	I1953-X1957	38	-1,57
Felanitx	XI1955-IX1957	23	-1,27
Llucmajor	X1955-IX1957	24	-1,77
Port d'Andratx	IX 1954-X 1955	36 (11+25)	-1,68
Son Crespí	X1955-IV 1957	18	-1,72
Xorrigo	V1955-X1956	17	-1,65

Fig 55: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1955-1957 a Mallorca.

Des del punt de vista cronològic la majoria d'estacions inicien la seqüència seca durant el més de novembre de 1955 davant l'absència de pluges típiques de la tardor. En d'altres com per exemple al cas de Far de Portopí (fig 55) la sequera no apareix fins a inicis del 1953.

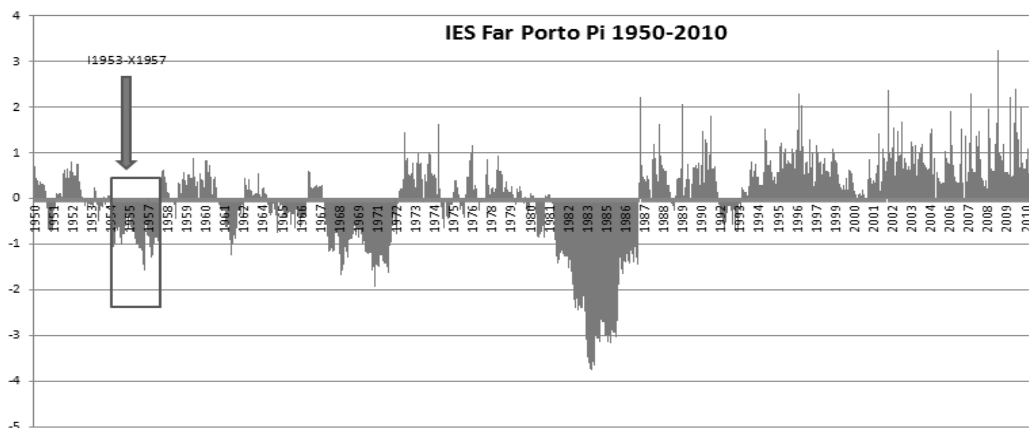


Fig 56: Gràfic IESP observatori de Far Portopí

Joan Caldentey Brunet

Pel contrari podríem dir que durant el 1957 la majoria d'estacions de referència ja presenten valors positius d'IESP com per exemple l'observatori d'Algaida (fig 57), on les precipitacions primaverals posen fi a la sequera. No obstant això, serà durant la tardor del mateix any en què la majoria d'observatoris deixaran d'enregistrar dèficit hídric.

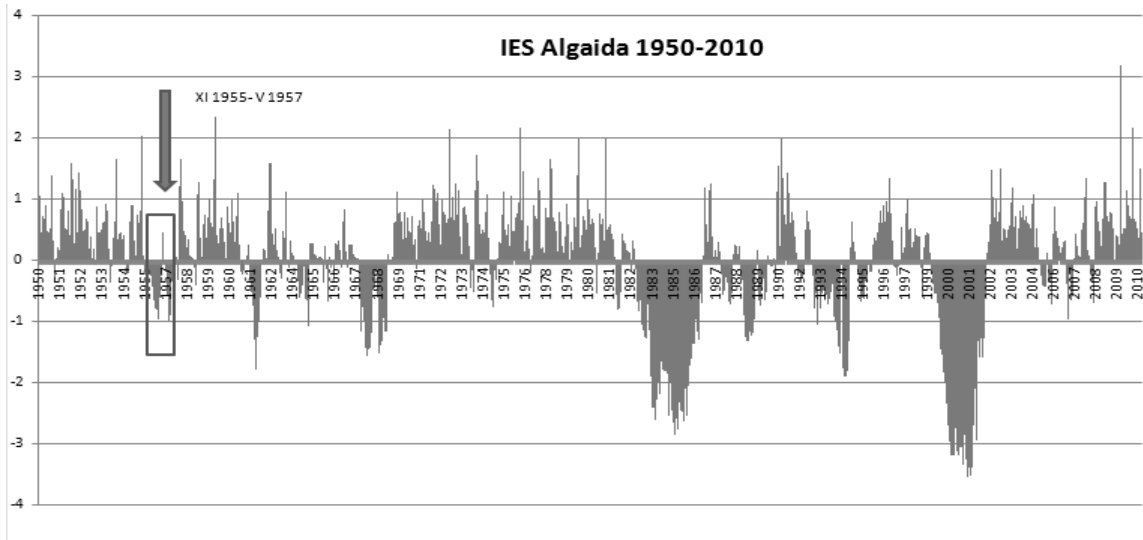


Fig 57: Gràfic IESP observatori d'Algaida

En referència la intensitat d'aquesta sequera cal destacar que a diferència de l'anterior fou un episodi relativament moderat no presentant valors mínims que superin el llindar de 2. És a l'estació de Lluçmajor, situada al migjorn de Mallorca on es registra el mes amb valors més negatiu de l'IESP, 1,77. Pel contrari presenta una durada especialment perllongada en el temps en el cas de l'estació bunyolina de Raixa (Serra de Tramuntana), en què s'enregistra una seqüència seca de fins a 48 mesos de durada entre els mesos de novembre de 1953 i 1958 respectivament. Durant aquest interval és produirà una de les principals nevades, febrer del 1956, que contemporàniament han afectat l'àrea insular.

Anys 60.

Des del punt de vista del nombre de sequeres la dècada dels seixanta tendria el mateix nombre que l'anterior, ara bé en quan a la durada i intensitat aquesta dècada es diferenciarà de l'anterior sobretot en els cas de l'eixut que s'inicia a la part central de la dècada i perdura pràcticament fins al final de la mateix, és a dir entre els anys 1965 i l'any

Joan Caldentey Brunet

1969. A part d'aquesta a principis de la dècada trobaríem dos anys secs 1961 i 1962 que a diversos indrets de l'illa de Mallorca, de manera molt localitzada oferirien seqüències seques de durada superior als dotze mesos. En tot cas ,la descripció detallada d'aquests episodis seria la següent:

Sequera 1961-1962

Únicament detectada com a seqüència seca superior a dotze mesos, a sis observatoris , dos dins el terme municipal de Campos (Campos i ses Salines de Savall (fig 59) al sud-est insular, dos a Ciutat de Mallorca ,cas de Xorrigo (fig 60) i Portopí, i rodalies i un a Caimari dins la comarca física de la Serra de Tramuntana. L'eixut en totes les estacions ve donat per l'absència de les precipitacions equinoccials de la primavera del 1961, data d'inici de l'eixut en tots els casos.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Caimari	III1961-IV1962	13	-1,13
Campos	III1961-IX1962	19	-2,1
Campos (Salines de sa Vall)	III1961-V1965	14	-1,03
Portopí	III1961-X1962	20	-1,24
Xorrigo	III1961-X1962	20	-3,38

Fig 58: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1961-1962 a Mallorca

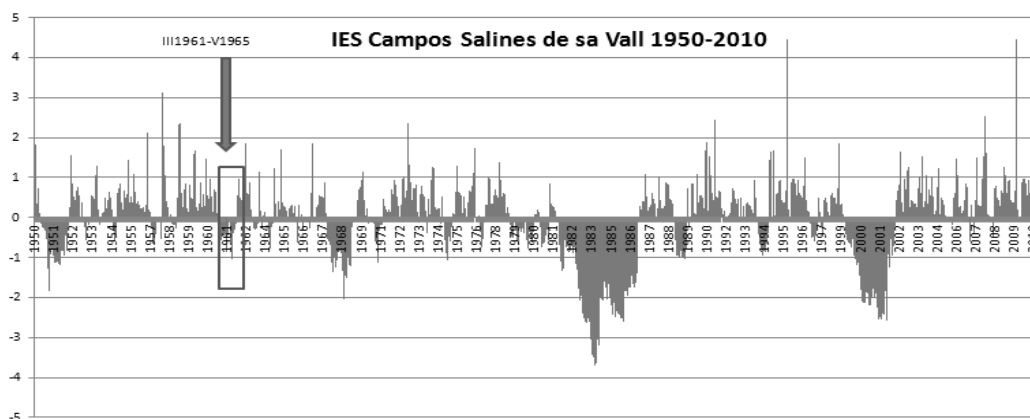


Fig 59 :Gràfic IESP observatori de Campos (Salines de sa Vall)

Joan Caldentey Brunet

Si bé l'eixut té una data comuna d'inici a tots els observatoris on és detectada presenta algunes diferències territorials pel que l'IESP presenta ja valors positius. En aquest sentit contrasten el escassos 13 mesos del cas de Caimari o els 14 en el cas de Ses Salines de sa Vall amb els 20 de les estacions de Portopí o Xorrigo (fig 60) 20 mesos. Aquests fet confirma que l'àrea metropolitana de la capital insular possiblement sigui l'espai visiblement més afectat de l'illa.

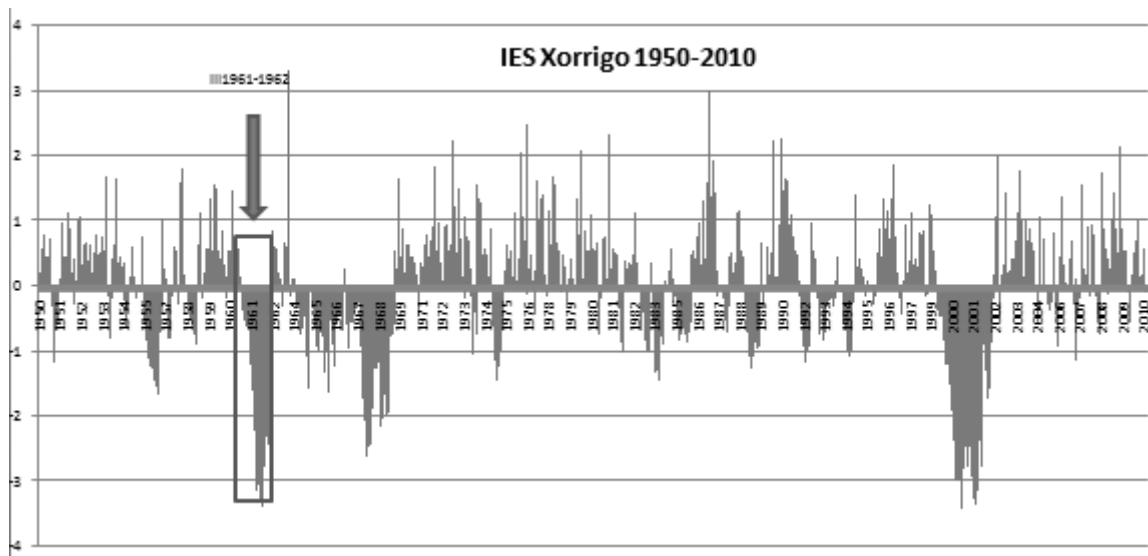


Fig 60: Gràfic IESP observatori de Xorrigo

Pel que fa a la intensitat aquesta sequera presenta nombroses diferències als diferents observatoris d'estudi sent el cas l'observatori de Xorrigo (fig 60) on trobam un valor d'IESP més accentuat -3,38 contrastant amb la quasi inapreciable sequera de Ses Salines de Sa Vall de Campos amb un valor de -1,03.

Sequera 1965-1969

Detectada en forma de seqüència seca superior als 12 mesos en un total de 46 estacions es tracta d'un dels eixuts més perllongats i intensos de tot el segle XX, seria la primera gran sequera vertaderament global i general dins el context de l'illa de Mallorca dins del període d'estudi, és a dir des del 1950. L'estació de Sta Margalida al centre nord de l'illa és la primera juntament amb Esporles en què ja al març del 1963 es detecta per primera

Joan Caldentey Brunet

vegada al dèficit hídrid. Si bé aquest a la majoria d'estacions perdurará fins a l'hivern del 1969 en algunes estacions de la Serra de Tramuntana es perllongará fins les tardors del 1970 i 1971.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Alaró s'Hort Nou	III1967-XII1968	22	-1,9
Alcúdia	XII1965-II1969	40	-1,44
Algaida	IX 1967-V1969	19	-1,52
Alqueria d'Andratx	IV1963-III1969	63(20+14+29)	-2,46
Artà	XII1965-VIII 1969	44	-1,86
Artà (Els Oloros)	II1965-VII1969	43	-2,2
Banyalbufar	XI1965-V1969	43	-1,88
Biniforani Nou	IX1965-VIII1970	59	-3,22
Bunyola (Raixa)	XII1965-VII1969	44	-1,93
Bunyola (Raixeta)	III1965-VIII1971	87	-4,03
Calvià	XI1964-III1969	52	-2,11
Calvià s'Hostalet	XII1966-XIII1969	36	-2,16
Campos	X1967-III1969	18	-2,63
Campos (Salines de sa Vall)	X1967-VII1969	21	-2,03
Cap Blanc	X1967-IV1969	19	-1,91
Esporles	III1963-VII1969	69	-2,25
Far de Capdepera	XII1963-VII1969	67	-3,04
Far de Porto Pi	IV1964-IX1971	89	-3,84
Far de Portocolom	X1965-VIII1971	68	-4,78
Felanitx	XI1965-XII1969	61	-3,26
La Campaneta	XII1965-VII1969	44	-1,67
Lluc	X 1965- XII 1969	51	-3,27
Llucmajor	IX1967-III1969	19	-2,55
Manacor (Gesa)	X1965-IV 1968	32	-1,45
Mossa	XI1964-IX1970	71	-3,18
Muro	XI1965-V1968	31	-1,89

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Orient	III1967-III1969	24	-1,6
Pollença	I1966-IV1969	43	-2,19
Pollença (Can Serra)	XII1965-III1969	39	-1,67
Pont d'Inca	IV1964-IX1971	89	-3,84
Porreres	XI1965-III1969	42	-1,45
Port d'Andratx	XII 1966-XI 1969	36	-3,64
Portopí	II1964-IX1966	33	-0,91
S'Alqueria Blanca	IX1967-VII1969	23	-2.42
Sa Cabaneta	V1967-III1969	23	-1,29
Sa Vall (ses Salines)	V1967-VII1969	27	-2,32
Salines de sa Vall (Santanyí)	V1967-VII1969	31	-3,05
Santanyí	X 1965-VIII 1969	46	-2,61
Sencelles	IV1967-III1969	19	-1,27
Sóller	IV1965-VII1969	52	-2,65
Son Bujosa	XI1965-V1969	42	-2,24
Son Crespí	IV 1964-V1967	24	-2,01
Son Mas	V1965-VII1969	50	-2,18
Son Net	XII1966-XII1968	24	-1,03
Sta Margalida	XI1965-V1968	30	-1,24
Sta Maria	III1963-VII1969	61(30+31)	-2,61

Fig 61: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1965-1969 a Mallorca

Joan Caldentey Brunet

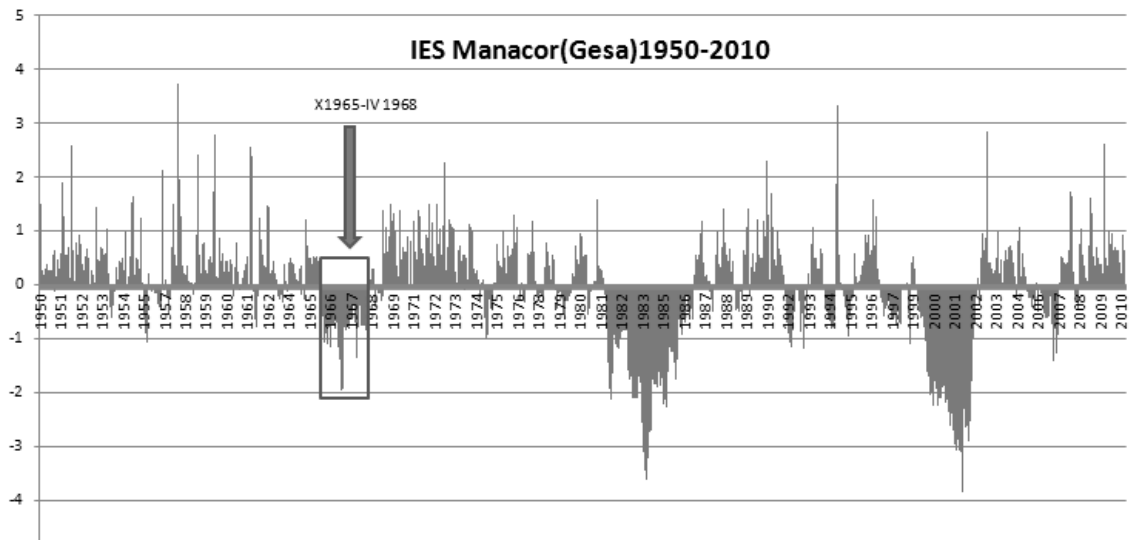


Fig 62: Gràfic IESP observatori de Manacor (Gesà).

El càlcul de l'IESP a l'estació de Manacor (GESÀ) (fig 62) evidencia que aquest eixut feu presència a la Comarca del Llevant de Mallorca entre la tardor del 1965 i la primavera del 1968 assolint un valor d'IES de menys 1,45 indicant que l'eixut fou remarcat però no necessàriament intens. Casualment durant l'any 1967 a Manacor és realitzaren les darreres rogatives pro pluviam documentades (GRIMALT ,2002).

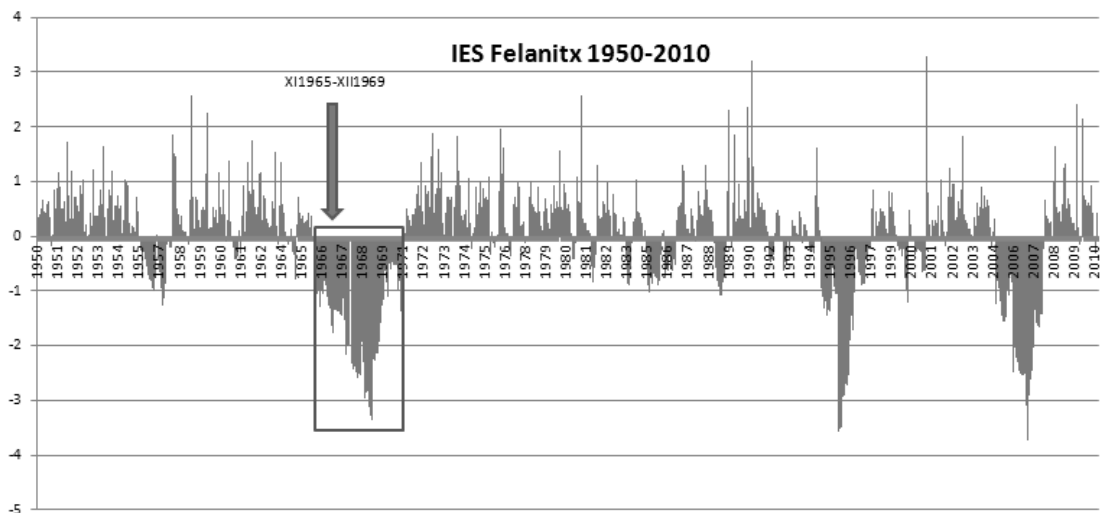


Fig 63: Gràfic IESP observatori de Felanitx

Joan Caldentey Brunet

Tot i la proximitat geogràfica respecte a l'observatori anterior a Felanitx la sequera és més perllongada en el temps (novembre 1965-desembre 1969) i accentuada registrant un valor d'IESP que supera el llindar del -3 pel que ja podríem considerar el dèficit pluviomètric de pronunciat i intens.

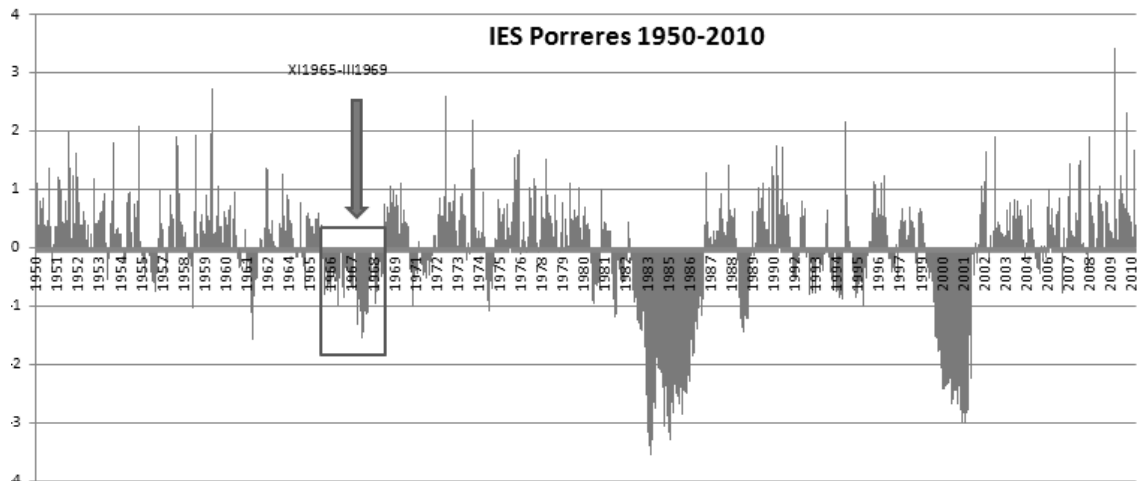


Fig 64: Gràfic IESP observatori de Porreres

En el cas d'estacions situades a la Serra de Tramuntana, l'eixut també es fa palès i evident. En el cas concret de l'estació de Biniforani Nou (fig 65) l'eixut apareix al més de setembre de 1965 davant l'absència de pluges típiques i característiques de la tardor. Es perllonga durant pràcticament cinc anys fins a finals d'estiu del 1970 enregistrant un valor màxim de -3,22 pel que la sequera si més no fou intensa.

Joan Caldentey Brunet

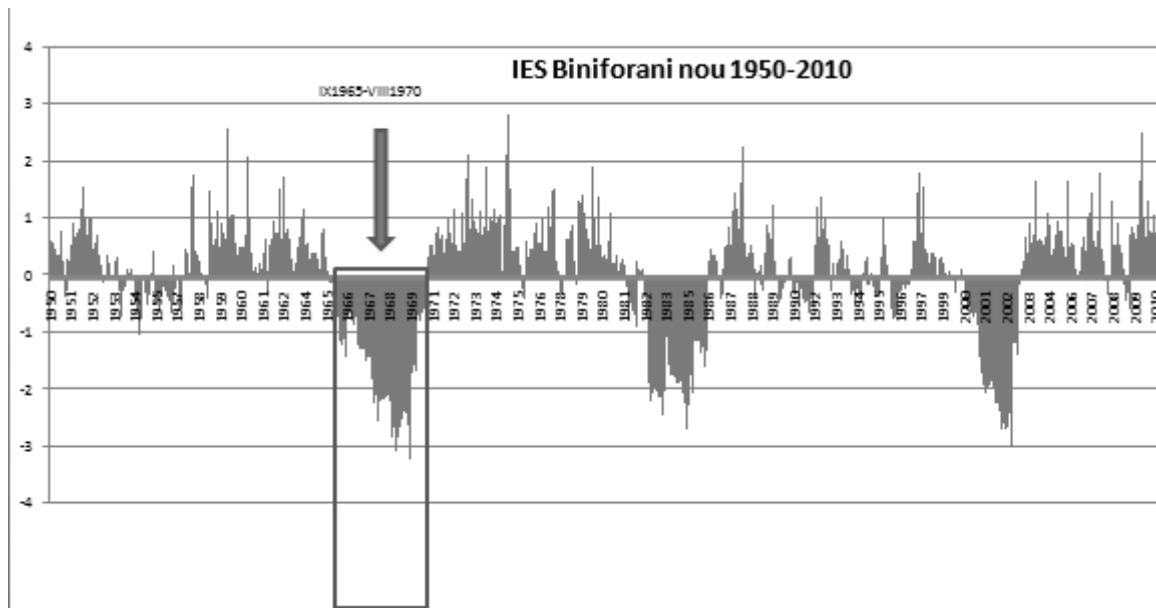


Fig 65: Gràfic IESP observatori de Biniforani nou

A l'estació de Port d'Andratx situada a l'extrem sud occidental de la mateixa unitat física la sequera pluviomètrica fou lleugerament més intensa amb un valor màxim d'IESP de -3,64 però menys perllongada en el temps que al cas anterior amb un total de 36 mesos entre desembre de 1966 (s'inicia més d'un any respecte al cas de Biniforani Nou) i ja al novembre del 1969 es pot donar el dèficit per finalitzat.

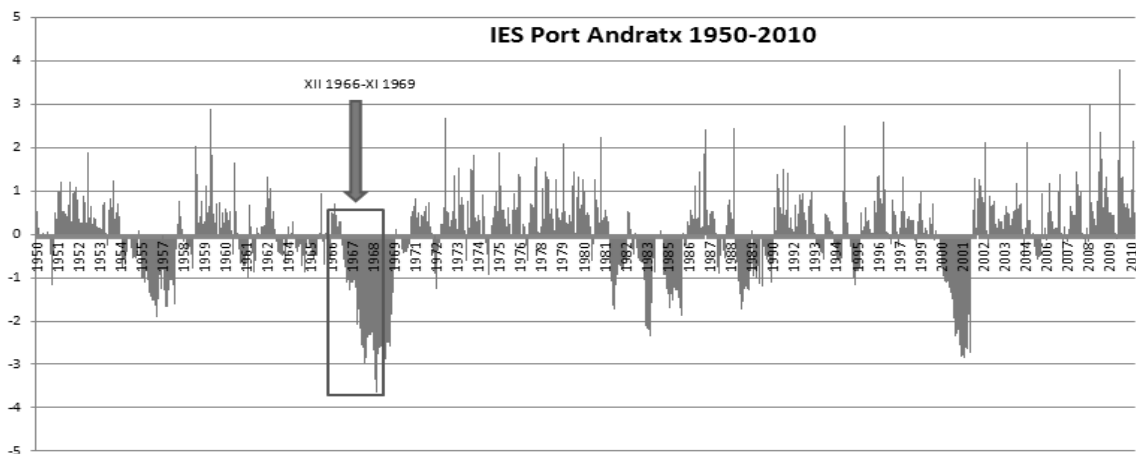


Fig 66: Gràfic IESP observatori de Port d'Andratx.

Joan Caldentey Brunet

A la part central de la Serra de Tramuntana, estació de Bunyola (Raixeta) aquest eixut assoleix la màxima expressió dins el context mallorquí presentant-se com a molt perllongada, fins a 87 mesos en dèficit pluviomètric entre març del 1965 i agost del 1971, únicament superada en quan a durada pel cas de Pont d'Inca- al periurbà de Ciutat- amb 89 (fig 68).

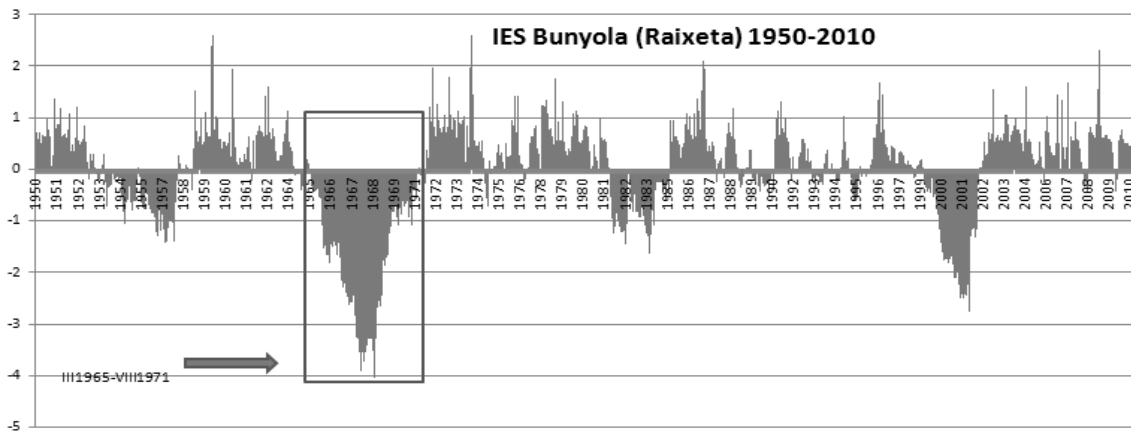


Fig 67: Gràfic IESP observatori de Bunyola (Raixeta).

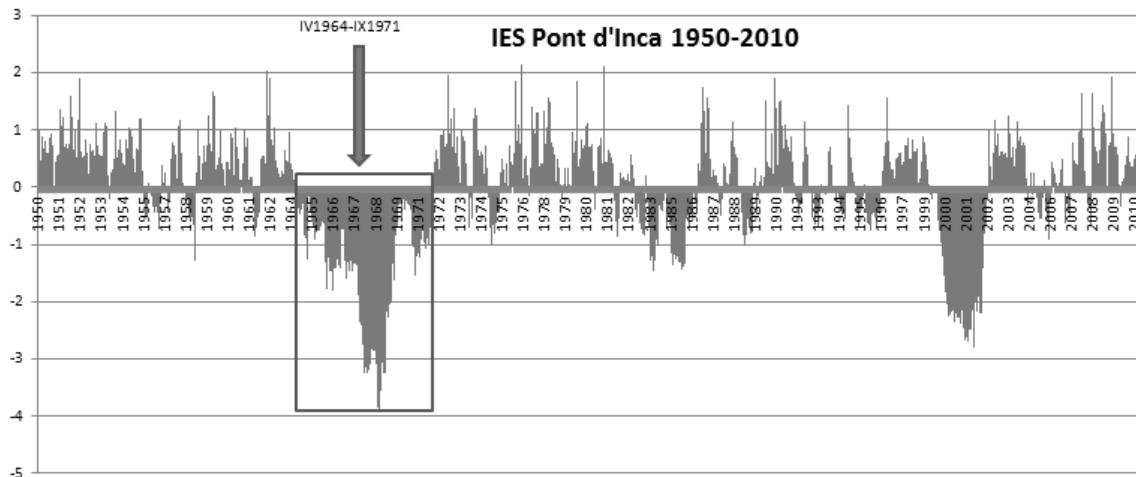


Fig 68: Gràfic IESP observatori de Pont d'Inca

En tot cas en referència a aquest eixut seria en aquest estació muntanyenca on s'enregistraria el valor màxim de IES de -4,03, fet que ens permet qualificar de la situació

Joan Caldentey Brunet

com a vertaderament crítica des del punt de vista pluviomètric.

Anys 80

Durant la dècada dels anys 80, dos són els episodis de sequera que trobam un al seu inici, a grans trets dins l'illa de Mallorca es contextualitza entre el 1981 i el 1986 i una segon a partir del 1988.

Sequera 1981-1986

Després d'un anys 70 relativament plujosos i sense una marcada presència de sequeres la dècada dels 80 s'inicia amb una nou eixut que podríem qualificar com generalitzat i perllongat. El càlcul de l'IESP a diferents observatoris de l'illa de Mallorca fa que detectem el dèficit de precipitacions en 44 de les estacions durant més d'un any.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Alaró s'Hort Nou	X1981-VIII1984	34	-2,69
Alcúdia	IV 1982-X1985	42 (6+36)	-1,42
Algaida	XII 1982-VIII 1986	45	-2,63
Alqueria d'Andratx	X1981-X1985	48	-2,82
Artà	XII 1980-II1985	51	-2,48
Artà (Els Olors)	X1981-IV1985	42	-2,05
Banyalbufar	X1981-XII1986	63	-3,44
Biniforani Nou	IX1982-II1986	41	-2,68
Bunyola (Raixa)	XI1981-I1987	62	-3,28
Bunyola (Raixeta)	XI1981-II1985	38	-1,63
Caimari	X1981-XII1986	62	-3,22
Calvià	X1981-VI1986	56	-3,04
Calvià s'Hostalet	XI1981-XII1986	61	-2,7
Campos	I1983-VIII1986	43	-2,67
Campos (Salines de sa Vall)	X1981-IX1986	59	-3,68
Cap Blanc	X1981-IX1985	47	-4,3
Esporles	X1981-VI1986	56	-3,47
Far de Capdepera	X1981-IX1990	107	-2,32
Far de Porto Pi	IX1981-XII1986	63	-3,75

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
La Campaneta	X1981-XII1985	51	-3,15
Lluc	X 1981- I 1985	40 (13 + 27)	-1,81
Llucmajor	VIII1981-III1986	53	-2,33
Manacor (Gesà)	IX1981-IX1986	60	-3,6
Mossa	X1981-II1984	41	-2,11
Orient	XI1981-VIII1986	57	-1,53
Pollença	XI1981-V1986	55	-2,78
Pollença (Can Serra)	X1981-VIII1986	59	-3,04
Pont d'Inca	I 1983-VI1986	43	-1,43
Porreres	XI1981-XII1986	61	-3,3
Port d'Andratx	X 1981- XI 1985	42 (12+16+14)	-2,3
Portopí	XI1981-XII1986	61	-3,6
S'Alqueria Blanca	I1983-IV1984	16	-1,67
Sa Cabaneta	X1981-IX1985	59	-2,86
Sa Vall (ses Salines)	I1983-IV1984	16	-1,56
Salines de sa Vall (Santanyí)	I1983-IV1984	16	-1,39
Santanyí	I 1983-X 1985	34	-2,75
Sencelles	I1983-VIII1986	43	-3,06
Sineu	X1981-XI1985	46(11+35)	-1,37
Sóller	IX1981-X1985	49	-2,63
Son Bujosa	X1981-VI1986	56	-3,36
Son Crespí	IX1981-IV1984	32	-2,65
Son Mas	XI1981-VI1986	55	-3,06
Son Net	X1981-XII1986	62	-3,46
Sta Maria	X1981-IX1986	59	-3,02

Fig 69: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1981-1986 a Mallorca

A l'igual que al cas anterior resulta interessant fer una anàlisi més concreta per tal de tenir-ne una visió més detallada de la mateixa fent una abstracció d'algunes de les estacions de referència procurant oferir una cobertura global de l'espai insular. A l'estació de Cap Blanc (fig 70) situada al migjorn de Mallorca l'eixut mostra un virulència màxima presentant el valor menor, -4,3 de IESP enregistrat a totes les estacions durant tot el

Joan Caldentey Brunet

període d'estudi (1950-2010). En aquest sentit, cal dir que les condicions de dèficit de precipitacions a l'àrea amb mitjanes pluviomètriques més baixes de l'illa degueren ser extremes desencadenat segurament amb una greu sequera socioeconòmica, hidrològica i agrària.

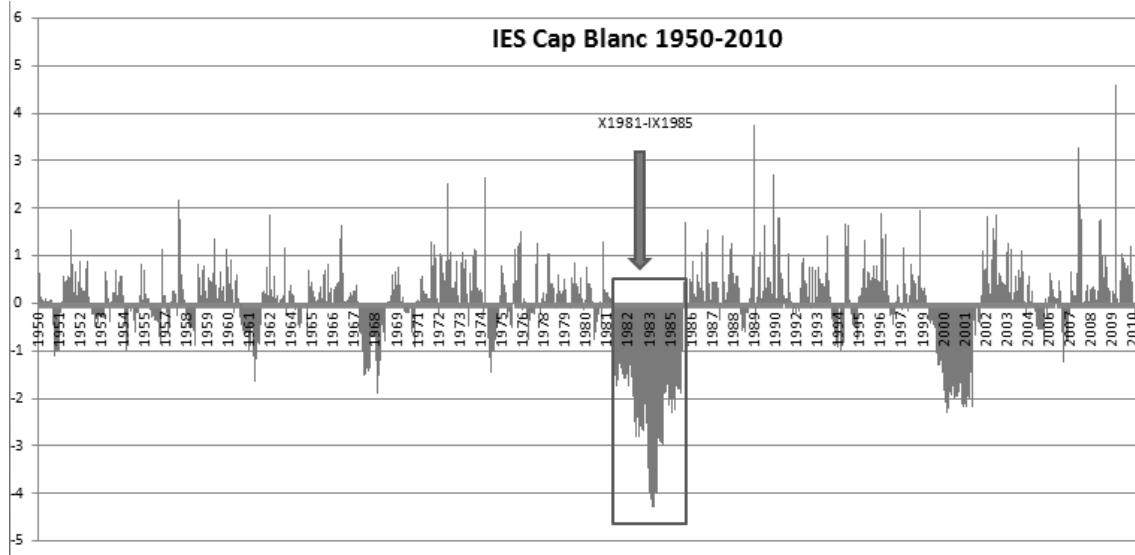


Fig 70: Gràfic IESP observatori de Cap Blanc.

No obstant això, l'eixut fou únicament mitjanament perllongat (37 mesos entre octubre de 1981 i setembre del 1985) comparat amb al altres indrets del territori insular. Si comparam en darrer cas amb de l'observatori de Santanyí (fig 69), situat geogràficament proper observar diferències substancials en quan a durada i intensitat. D'aquesta manera trobaríem que no serà fins al mes de gener del 1983 quan es comencin a enregistrar els primers valors negatius de l'IESP perllongant-se així mateix durant 34 mesos fins a les pluges de la tardor de 1983. D'igual manera en aquest estació també del sud de Mallorca el valor màxim serà de -2,75 el que li confereix un caràcter més moderat que l'anterior. El càlcul de l'IES a l'estació de Ses Salines de Sa Vall (fig 71) situada al mateix municipi que l'anterior confirma l'esmentat anteriorment. En aquest cas, l'eixut també s'inicia a principis del 1983 i finalitza amb les pluges primaverals del 1984 assolint un valor mínim moderat d'IESP de -1,69

Joan Caldentey Brunet

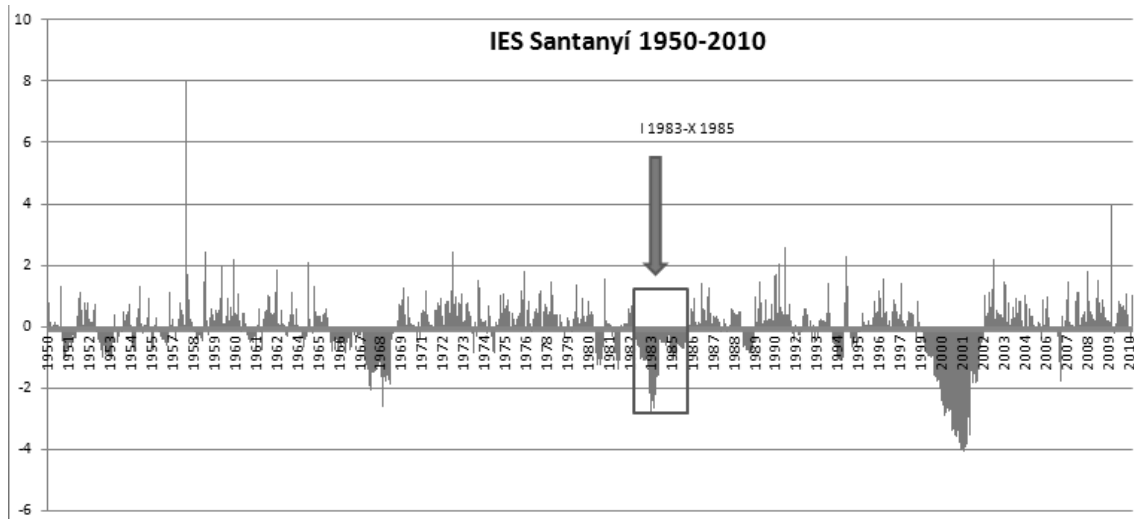


Fig 71: Gràfic IESP observatori de Santanyí

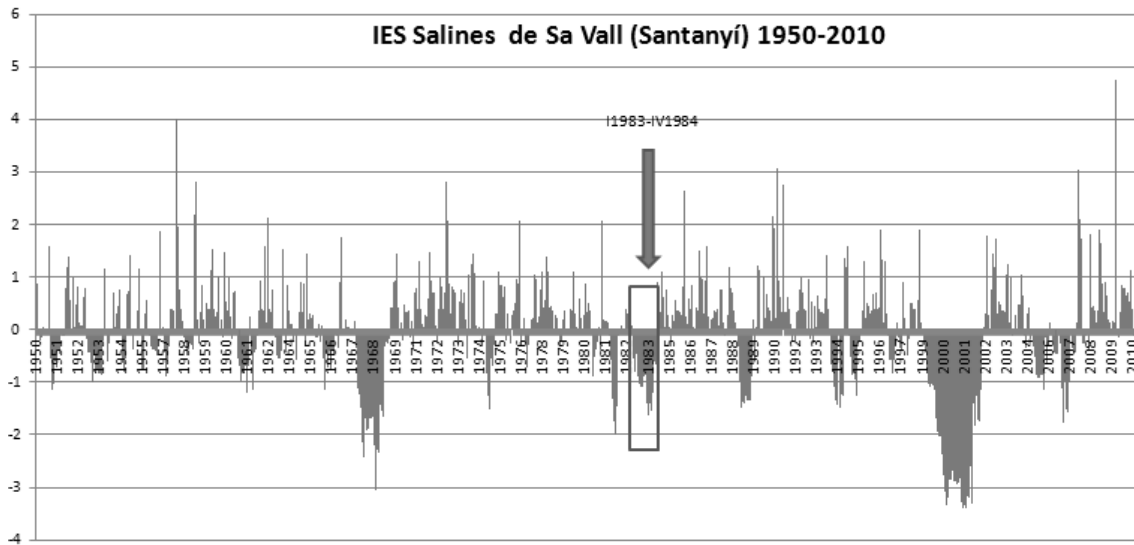


Fig 72: Gràfic IESP observatori de Salines de sa vall.

Joan Caldentey Brunet

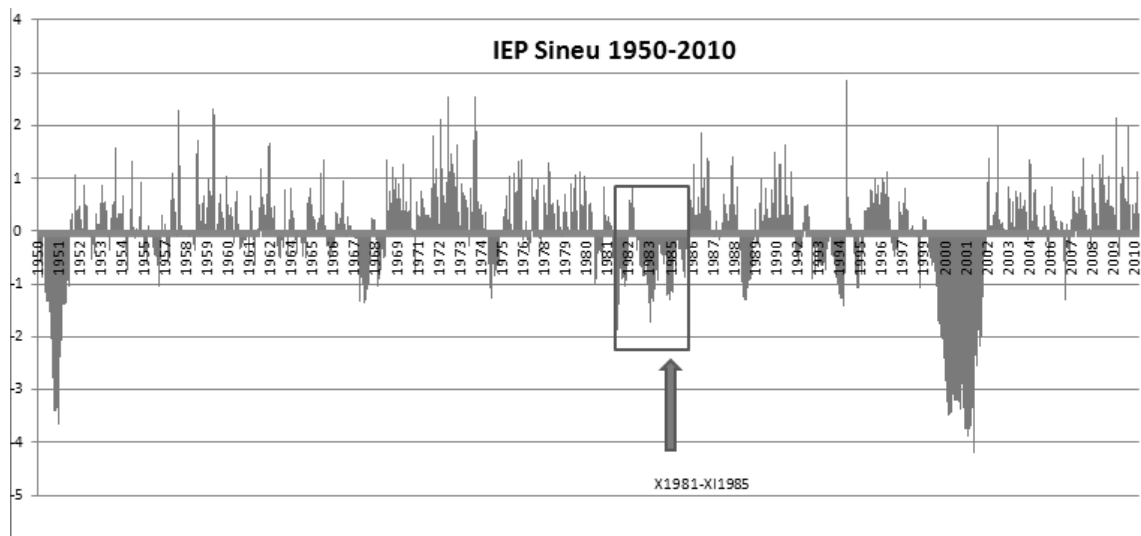


Fig 73: Gràfic IESP observatori de Sineu.

En el cas de l'observatori de Sineu, situat al centre de Mallorca, l'eixut s'iniciarà davant l'absència de precipitacions destacades a la tardor (octubre de 1981) registrant-se valors negatius, és a dir amb dèficit pluviomètric, intercalant-se un mes amb valor positiu, fins al novembre de 1985. En el cas sineuer la sequera pluviomètrica, tot i que relativament perllongada, presenta molt baixa intensitat amb un valor màxim d'IESP de menys 1,37.

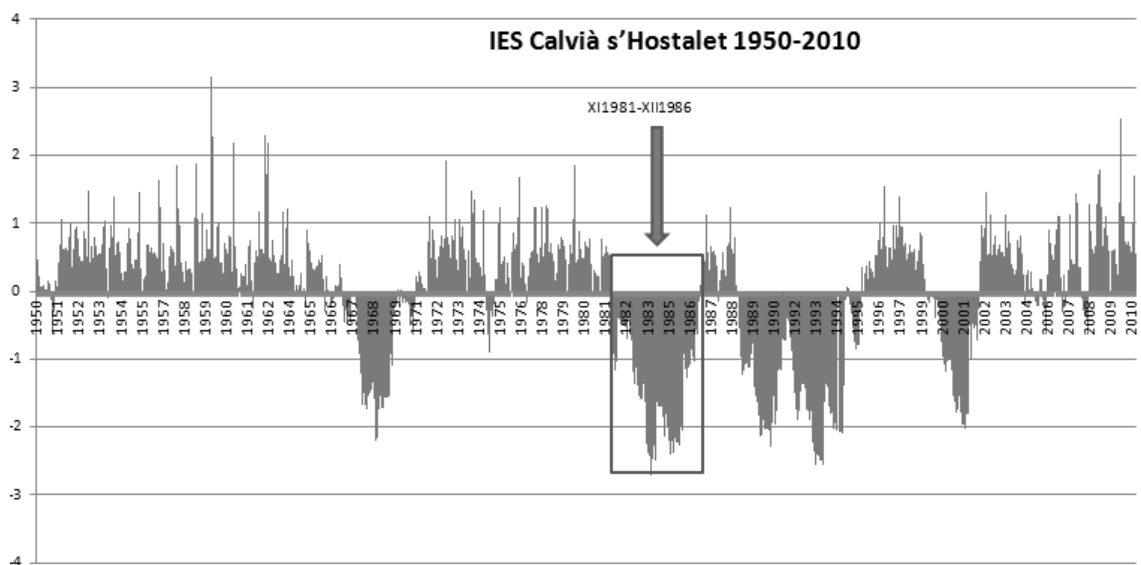


Fig 74 Gràfic IESP observatori de Calvià s'Hostalet.

Joan Caldentey Brunet

La incidència d'aquest eixut al ponent mallorquí fou relativament important, a mode il·lustratiu destacam el cas de l'estació calvianenca de s'Hostalet (fig 74) on el dèficit de precipitacions s'inicia al novembre del 1981 i es perllongà fins al desembre del 1986, per tant amb un total de 61 mesos. La intensitat d'aquesta sequera en el seu moment més àlgid a finals de 1983 assolí el valor de -2,7 (extremadament sec)

En el cas d'estacions situades a la Serra de Tramuntana aquesta sequera dels primers 80 és també evident. En el cas de Pollença (fig 75), situat al nord de l'illa l'eixut s'inicia a la tardor (novembre) del 1981 davant l'absència de pluges, no serà fins després de 55 mesos quan les precipitacions primaverals del 1986 farà que l'IESP adopti valors positius. Durant la segona part del 1983 s'enregistren el valor més baixa de l'índex -2,78 conferint-li un valor d' extremadament sec.

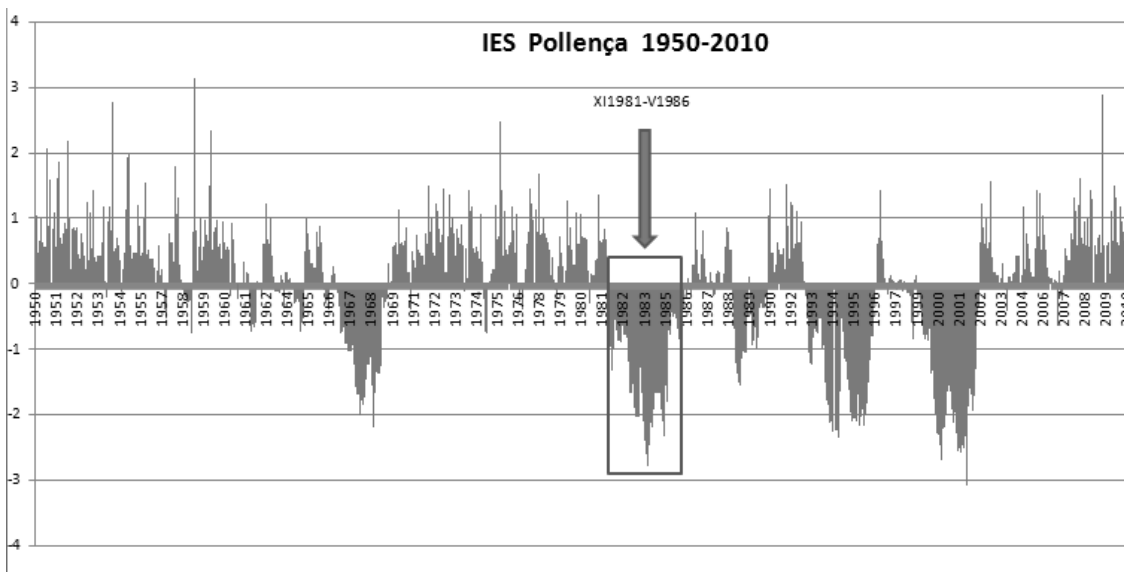


Fig 75: Gràfic IESP observatori de Pollença

La sequera pluviomètrica al cas d'Esporles (fig 76) presenta un valor similars al cas anterior de Pollença. De fet, en quan a durada seria pràcticament idèntica a l'anterior (56 mesos entre octubre del 1981 i juny de 1986 tot i que en aquest exemple l'eixut fou més intens registrant un valor màxim també a les darreries de 1983 de -3,47.

Joan Caldentey Brunet

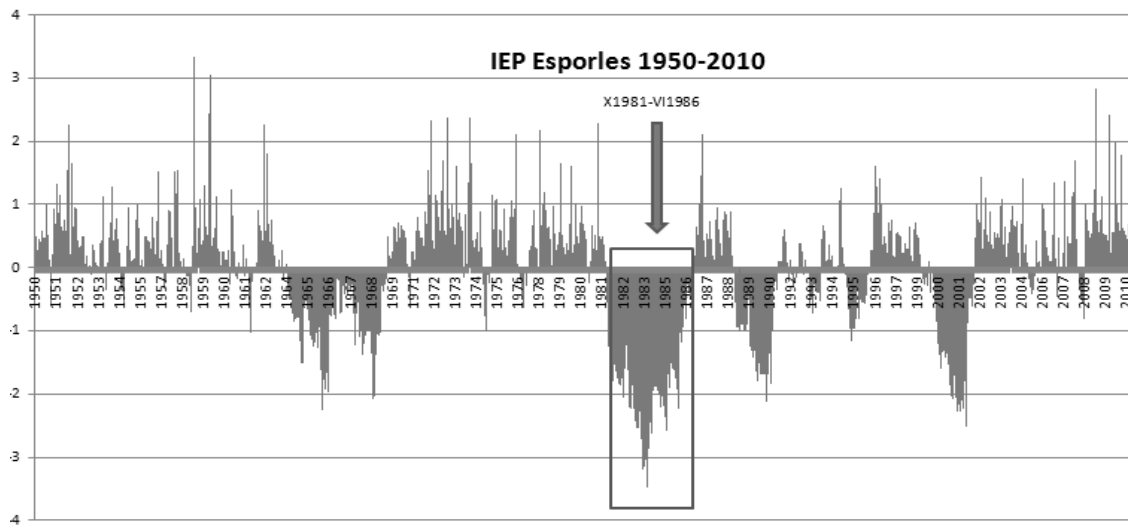


Fig 76 Gràfic IESP observatori d'Esporles.

Serà però a l'estació llevantina de Far de Capdepera on la seqüència seca serà més llarga (89 mesos) donat que s'inicia a l'octubre del 1981 i no finalitzarà fins al novembre de l'any 1990 pel que la podríem relacionar amb el proper episodi de sequera a estudiar (1988-1990). En tot cas, en aquest observatori tot i la seva durada no s'enregistren valors d'IESP superiors al -3 sobrepasant tot just el valor de -2 en aquells moments en la qual la sequera és més pronunciada.

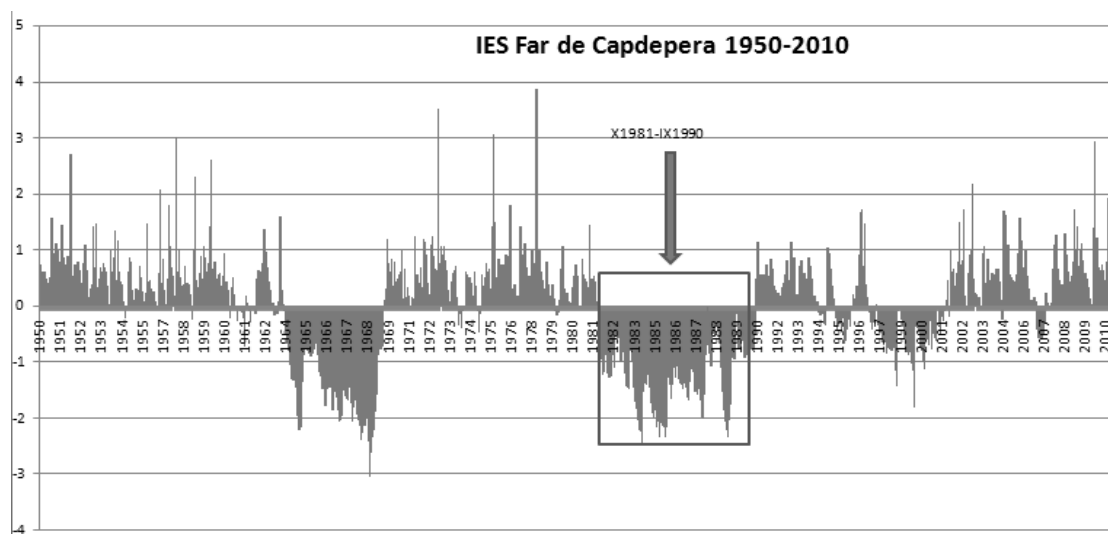


Fig 77: Gràfic IESP observatori de far Capdepera.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1988-1990

Durant els darrers 80 l'illa de Mallorca viurà un nou episodi de sequera pluviomètrica que durant més de 12 mesos afectarà a un total de 19 estacions.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Llucmajor	X1988-V1990	22	-2,11
Alqueria d'Andratx	X1988-I1991	28	-1,85
Banyalbufar	XII1988-III1991	28	-1,34
Bunyola (Raixa)	XII1988-IV1991	28	-1,34
Calvià	X1988-X1990	24	-1,25
Calvià s'Hostalet	XI1988-X1994	71	-2,55
Esporles	XI1988-IV1991	29	-2,12
La Campaneta	XI1988-IV1991	30	-2,19
Lluc	X1988-IX1990	24	-1,26
Mossa	X1987-IX1989	24	-1,53
Orient	I1989-IV1991	27	-1,34
Pollença	X1988-IX1990	24	-1,5
Pollença (Can Serra)	X1988-IX1990	24	-1,63
Port d'Andratx	IX 1988-IX 1990	24	-1,74
Sencelles	X1988-XII1990	27	-1,89
Sóller	XI1988-I1991	26	-1,51
Son Bujosa	XI1988-I1991	27	-1,4
Son Mas	X1988-IX1990	24	-1,61
Son Net	XI1988-II1991	28	-2,12

Fig 78: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1988-1991 a Mallorca

A nivell general l'eixut únicament donà seqüències seques amb una durada, que oscil·la entre els 22 i 30 mesos (taula). En el cas de l'observatori de Llucmajor (fig 79), l'eixut s'inicià a l'octubre del 1988 perdurant fins al maig del 1990 assolint un valor de -2,11 en el moment de màxima severitat de la sequera.

Joan Caldentey Brunet

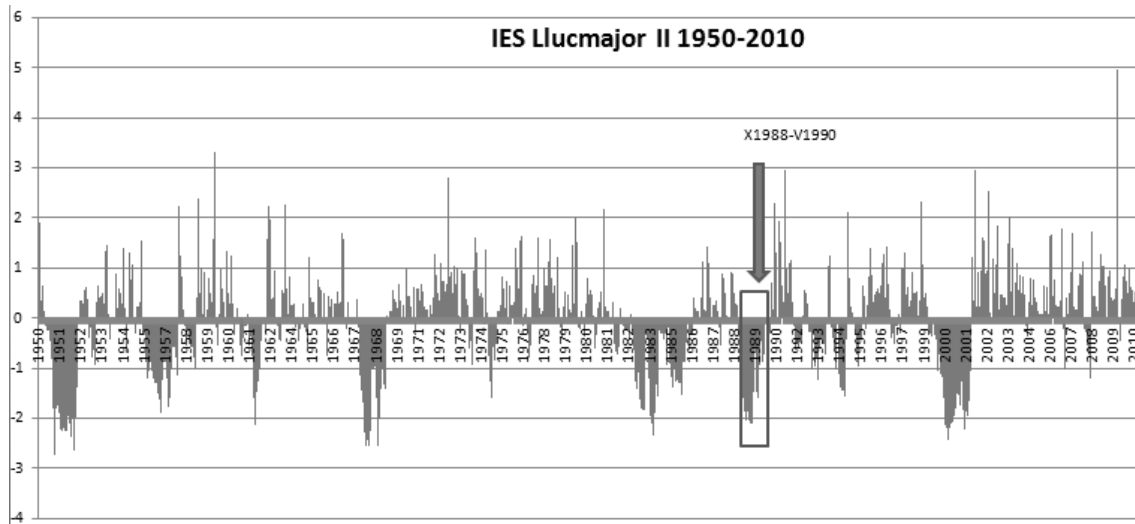


Fig 79: Gràfic IESP observatori de Lluçmajor II.

Al centre de l'illa, estació de Sencelles (fig 80) l'eixut també s'inicia a la tardor del 1988 i es perllongà fins a finals del 1990 (27 mesos). No obstant això, la severitat fou menor que en el cas anterior ja que en cap més es sobrepassa el valor mínim d'IESP de -2 pel que la situació hídrica podria considerar-se únicament com a molt seca dins l'escala proposa per l'autora de l'índex emprat.

A l'observatori de Mossa (fig 81) situat a la Serra de Tramuntana l'eixut s'inicià de manera primerenca ja a l'octubre del 1987, en canvi ja el podríem donar per finalitzat a la tardor del 1989. En tot cas la seva durada fou de 24 mesos i tengué d'acord amb, el moment de registrar el valors mínims de -1,59, una categoria de molt seca.

Joan Caldentey Brunet

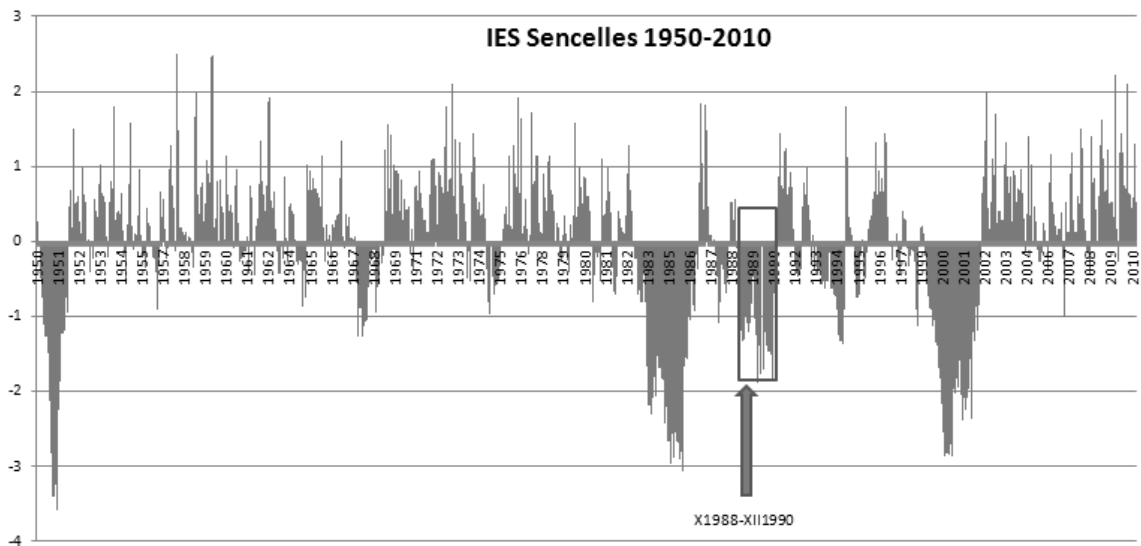


Fig 80: Gràfic IESP observatori de Sencelles.

L'eixut també adopta un signe moderat, seguint la tendència de les estacions anteriors amb un valor mínim d'IESP de -1,51. En aquest sentit, cal dir que serà en el cas de l'estació de Calvià s'Hostalet (fig 79) on s'enregistrarà el valor mínim d'IESP de -2,55 ja considerat com extremadament sec.

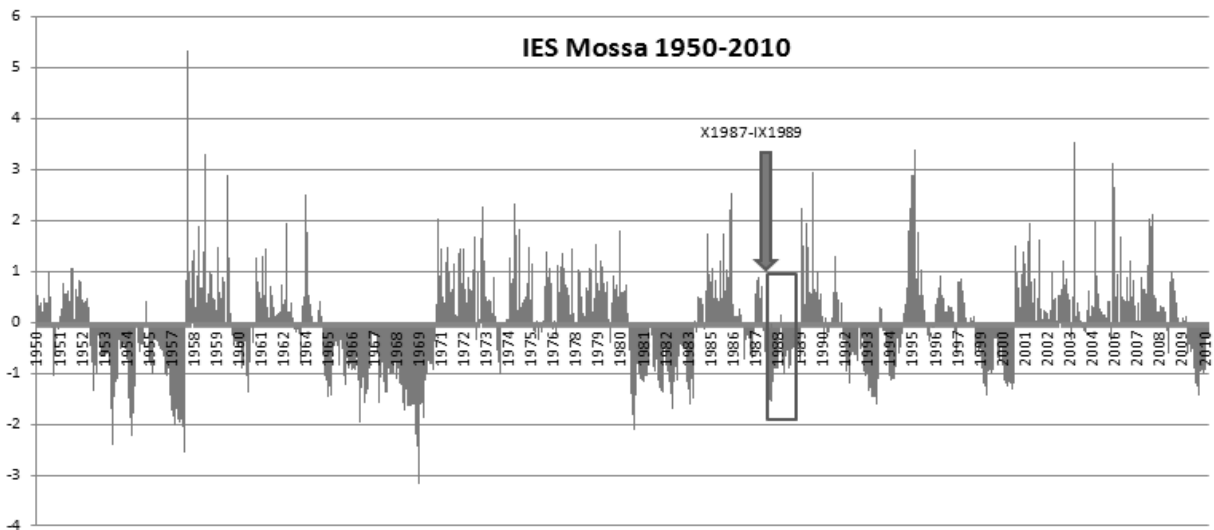


Fig 81: Gràfic IESP observatori de Mossa

Joan Caldentey Brunet

A l'observatori de Sóller (fig 82) l'eixut s'inicià al novembre del 1988 perllongant-se fins al més de gener del 1991 amb un interval de dos mesos amb valor positiu.

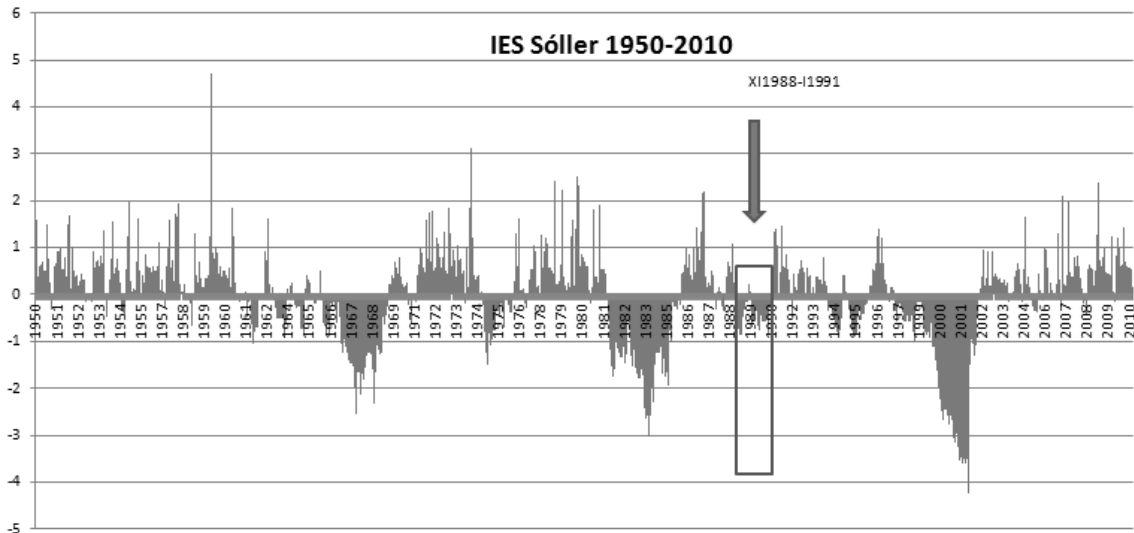


Fig 82: Gràfic IESP observatori de Sóller.

Si bé anteriorment hem comentat que la majoria d'observatoris que presenten seqüències seques en aquests anys, aquestes no es perllonguen més enllà del 28-30 trobam el cas excepcional de Calvià s'Hostalet, el mateix que presenta un valor de dèficit pluviomètric més intens, on l'eixut s'inicia al novembre del 1988 a l'igual que la majoria d'observatoris però que es perllongà fins a l'octubre del 1994 durant un total de 71 mesos. Es tractaria d'un cas francament peculiar similar al del Far de Capdepera durant la sequera anterior en què relacionaríem els darrers anys de sequera amb un nou episodi inicial l'any 1992 i que ara tractarem.

En tot cas es tracta d'un eixut generalitzat durant el qual es produïren importants inundacions com les dels anys 1988 i 1989 al ponent i llevant mallorquí respectivament. Aiguats però que hidrològicament tenen poca significació.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1992-1996

Entre els anys 1992 i 1996 diferenciam una nova sequera que es tradueix amb el fet que un total de 29 observatoris, entorn al 50% de l'illa de Mallorca presentin seqüències seques superiors als 12 mesos de durada. A l'igual, que la resta d'episodis s'observen diferències territorials en quan a durada i intensitat a les diferents estacions d'estudi

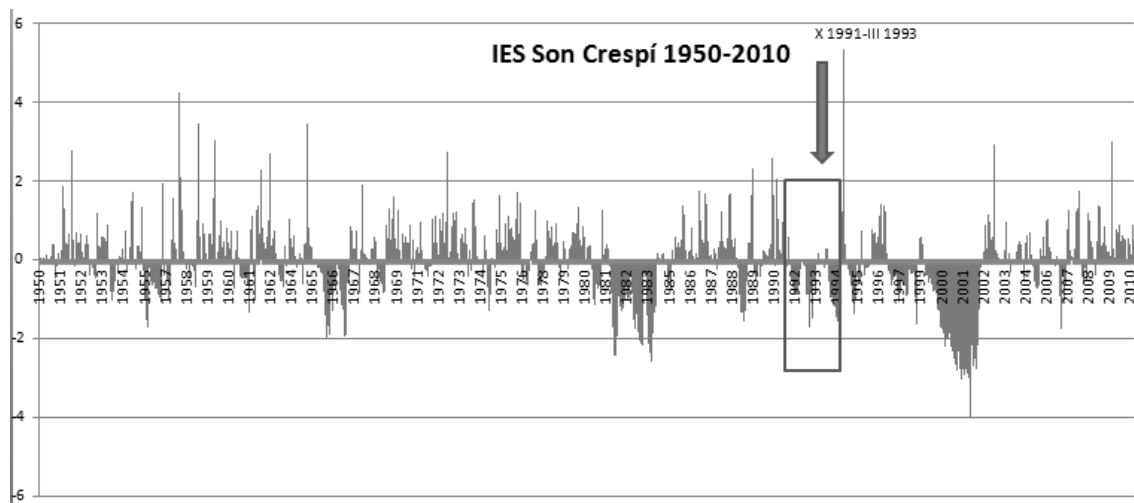


Fig 83: Gràfic IESP observatori de Son Crespí.

A l'estació de Son Crespí(fig 83) situada al Llevant de Mallorca l'eixut es presenta de manera intermitent entre l'octubre del 1991 i el març del 1993. Assolint un valor mínim de -1,73 pel que es traca d'una sequera sense una virulència extrema. En el cas de l'observatori de Portopí situat a Ciutat l'eixut també presentarà una relativa curta durada 17 mesos entre novembre del 1991 i març del 1993 i un valor mínim d'IESP de -0,85 tractant-se a l'igual que el cas anterior d'un eixut relativament discret.

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Alaró s'Hort Nou	XI1991-IX1994	35	-1,8
Alcúdia	XI1992-XI1996	49	-2,68
Algaida	IX 1992-IX 1994	24	-1,91
Alqueria d'Andratx	X1995-VIII1996	19	-1,77
Artà	II 1992-IX 1994	32	-1,78
Artà (Els Olors)	XII1994-III1996	16	-1,17
Banyalbufar	XI1991-VIII1996	57	-1,84
Bunyola (Raixa)	XI1991-IX1996	58	-1,87
Caimari	XI1991-XI1996	60	-1,6
Calvià	VII1992-IX1994	25(14+11)	-1,01
Esporles	I1995-V1996	17	-1,15
Felanitx	I1995-XI1997	35	-3,58
La Campaneta	XII1991-V1996	53(6+25+19)	-1,73
Lluc	XI 1992-III 1996	40	-2,26
Manacor (Gesà)	X1991- I1993	16	-1,18
Mossa	XI1991-XII1994	38	-1,61
Muro	XII1993-III1996	28	-1,45
Orient	XI1991-IX1996	58	-2,59
Pollença	XI1992-IX1996	47	-2,26
Pollença (Can Serra)	XI1992-VIII1996	46	-2,54
Portopí	XI1991-III1993	17	-0,85
Sa Cabaneta	XI1991-IX1996	58	-2,01
Sencelles	XII1992-IX1994	23	-1,37
Sineu	X1992-IX1994	24	-1,41
Son Bujosa	XII1992-V1996	42	-2,08
Son Crespí	X 1991-III 1993	19	-1,73
Son Mas	XII1994-III1996	16	-1,3
Son Net	XII1994-IX1996	22	-1,74
Sta Margalida	IX1992-XII1995	49	-1,87

Fig 84: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1991-1996 a Mallorca

Joan Caldentey Brunet

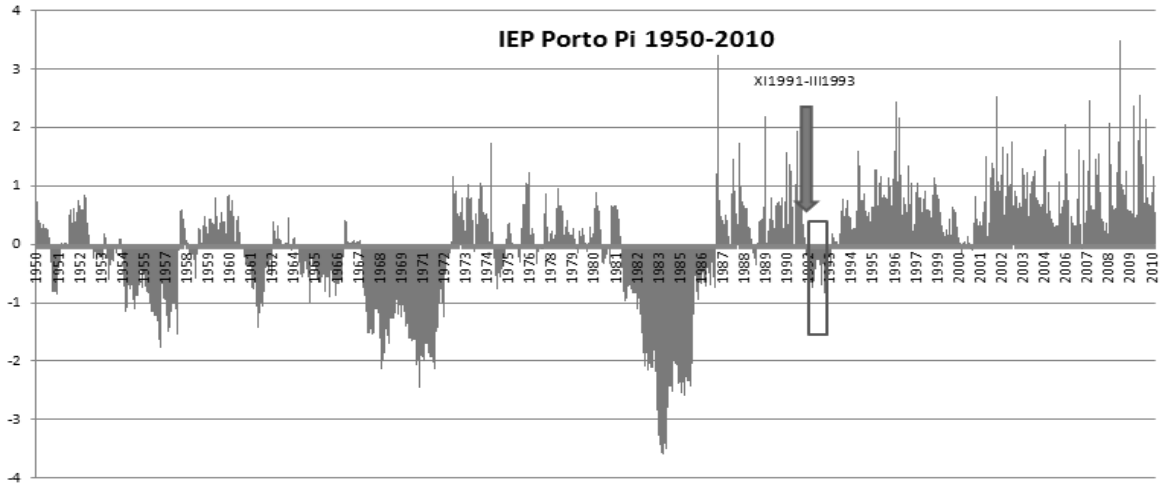


Fig 85: Gràfic IESP observatori de Portopí.

Si en els casos anteriors la seqüència seca fou més bé curta i relativament poc intensa en el cas de les estacions situades a ponent mallorquí (àrea altimètricament més elevada) la situació és totalment contrària. Des d'aquesta òptica el càlcul de l'IESP a l'estació de Banyalbufar (fig 85) enregistra una seqüència seca de 57 mesos entre novembre del 1991 i principis de tardor de 1996 amb un intensitat màxima de -1,84.

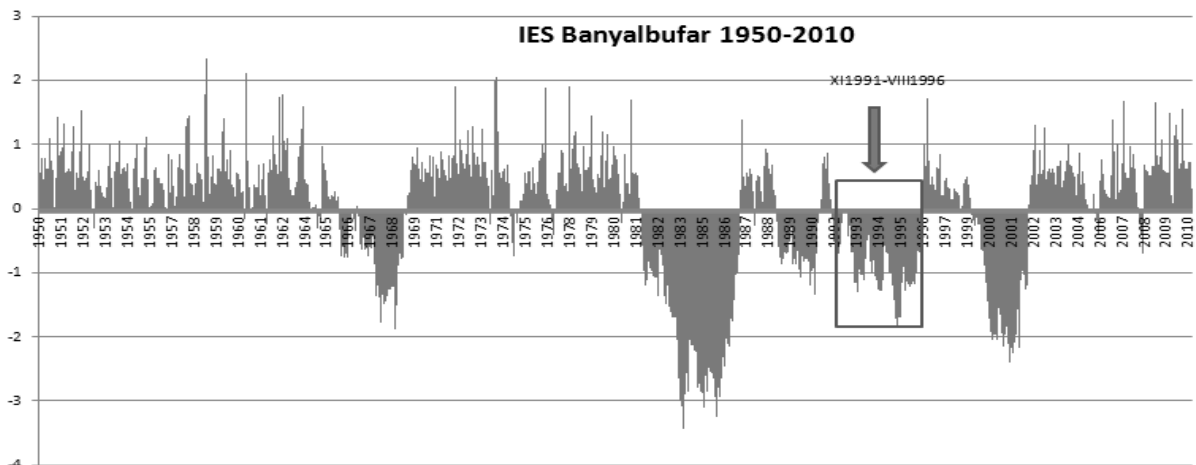


Fig 86: Gràfic IESP observatori de Banyalbufar.

Joan Caldentey Brunet

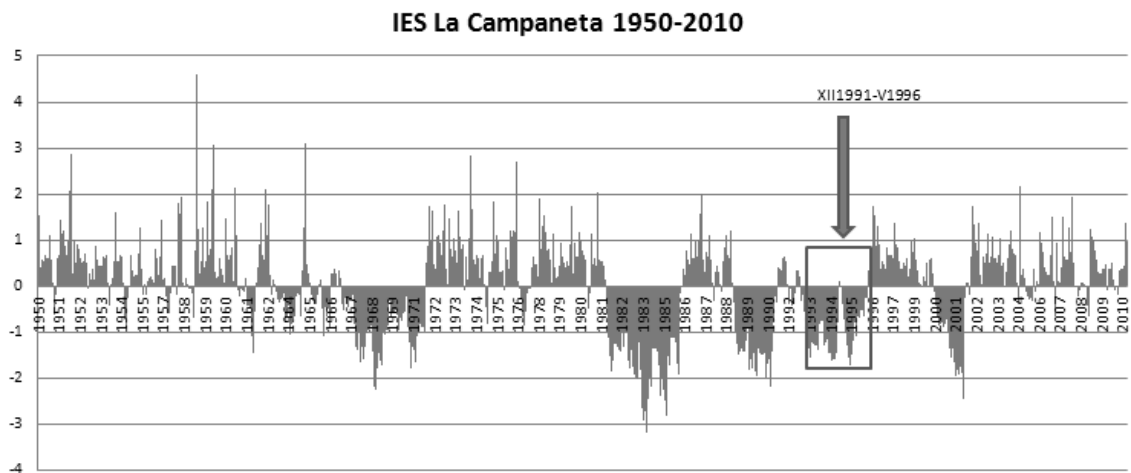


Fig 87: Gràfic IESP observatori de La Campaneta.

L'observatori de La Campaneta (fig 87) presenta un seqüència seca de 53 mesos amb parèntesi de dos valors positius intercalats. Tot i aquesta llargària temporal la intensitat de l'eixut continua sent moderada amb un valor mínim de -1,73.

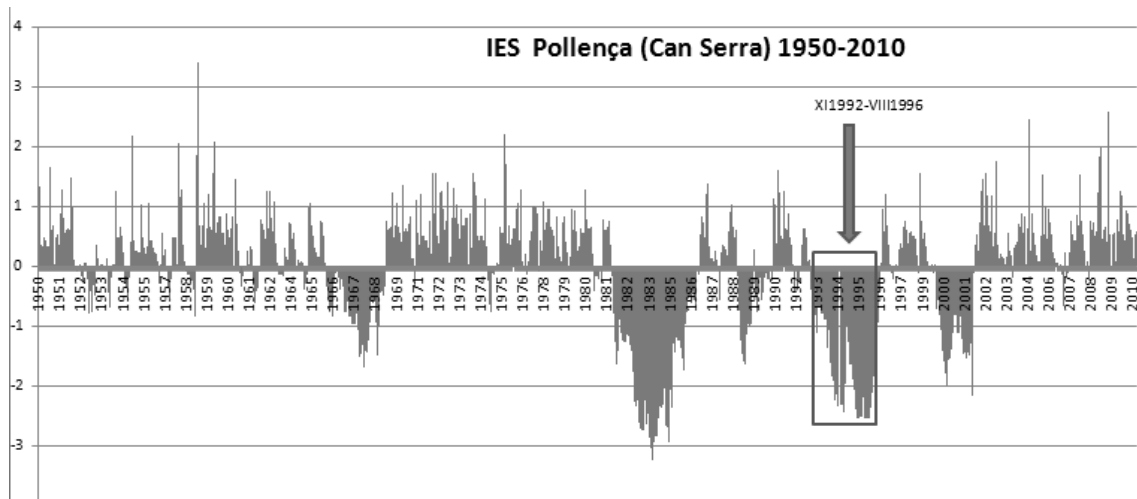


Fig 88: Gràfic IESP observatori de Pollença

Als observatoris de Can Serra de Pollença (fig 88) i Caimari (fig 89) el dèficit pluviomètric s'inicia als mesos de novembre de 1992 i 1991 respectivament. Perllongant-se fins al 1996 en el primer cas fins a finals d'estiu i tardor en el segon. En tot cas s'enregistren seqüències seques que de 46 i 60 mesos (la més llarga de totes les estacions amb dèficit

Joan Caldentey Brunet

pluviomètric superior a l'any) a una i altra. En quan a la intensitat el cas de Caimari seguiria la tendència de les estacions anteriors a valors indicatius d'un tímid dèficit hídric. No obstant això, en el cas de Pollença (Can Serra) a finals de 1995 s'enregistra un valor mínim d'IESP de -2,54 indicant que en aquest observatori la sequera pluviomètrica fou ja major.

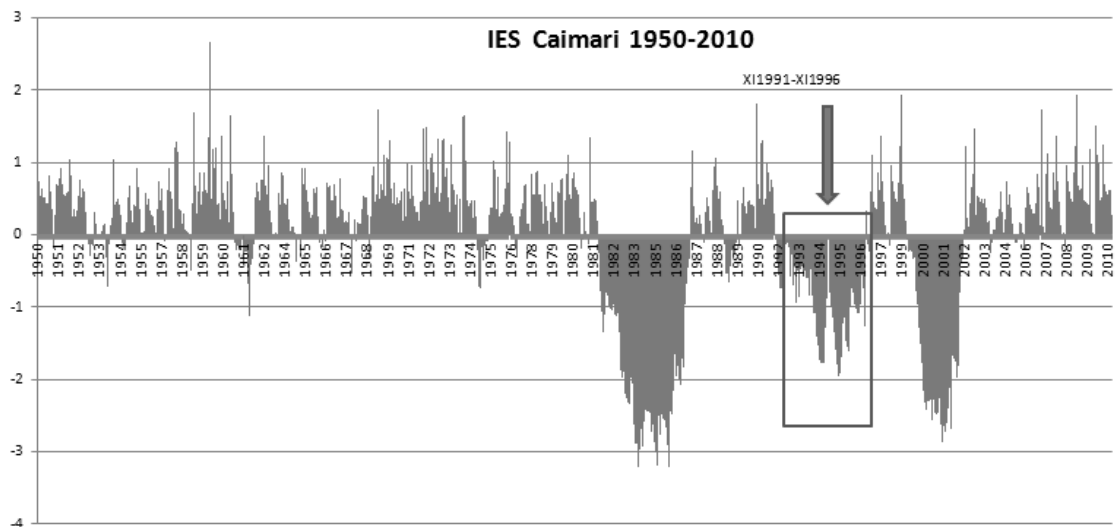


Fig 89: Gràfic IESP observatori de Caimari.

Sequera 1999-2002

El darrer gran eixut del segle XX el trobam a partir del 1999 i es perllongarà fins l'arribada del nou mil·lenni.

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Alaró s'Hort Nou	IV1999-IV2002	36	-3,7
Alcúdia	II1997-VI2002	64	-3,66
Algaida	IV 1999-IV 2002	36	-3,52
Alqueria d'Andratx	III2000-X2001	20	-1,13
Artà	III 2000-III 2002	24	-1,98
Artà (Els Oloros)	III1997-I2003	70	-4
Banyalbufar	IV1999-III2002	35	-2,39
Biniforani Nou	VI1999-IV2003	45 (7+38)	-3,01
Bunyola (Raixa)	IV1999-IV2002	36	-2,38
Bunyola (Raixeta)	IV1999-IV2002	36	-2,76
Caimari	IV1999-VI2002	38	-2,87
Calvià	X1999-IV2002	31	-2,92
Calvià s'Hostalet	IV1999-III2002	35	-2,03
Campos	IV1999-II2002	34	-3,04
Campos (Salines de sa Vall)	III1999-IV2002	37	-2,68
Cap Blanc	IV1999-III2002	35	-2,32
Esporles	IV1999-II2002	35	-2,52
Far de Capdepera	III1997-VII2001	52	-1,8
Far de Portocolom	III1999-X2001	32	-1,65
Felanitx	I2005-X2007	34	-3,73
La Campaneta	II2000-XI2001	22	-1,83
Lluc	V 1999-XI 2001	29	-2,59
Llucmajor	IV1999-VIII2001	29	-2,42
Manacor (Gesa)	III1999-VIII2002	49	-3,85
Mossa	X1998-X2000	25	-1,44
Muro	III1999-IV2002	38	-3,26
Orient	II1998-VII2007	53	-3,72
Pollença	I1999-V2002	43	-3,09
Pollença (Can Serra)	V1999-XI2001	28	-1,98
Pont d'Inca	V1995-VII2002	38	-2,71

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Porreres	III1999-II2002	35	-3,01
Port d'Andratx	XII 1999-XII 2001	24	-2,86
S'Alqueria Blanca	II1999-VI2002	41	-3,41
Sa Cabaneta	IV1999-III2002	35	-2,43
Sa Vall (ses Salines)	I1999-VI2002	42	-3,25
Salines de sa Vall (Santanyí)	I1999-V2002	40	-3.39
Santanyí	I 1999 – VII 2002	43	-4,01
Sencelles	III1999-V2002	38	-2,87
Sineu	III1999-VI2002	48	-4,19
Sóller	IX1997-V2002	56	-4,22
Son Bujosa	IV1999-X2001	31	-2,06
Son Crespí	III1999-VIII2002	49	-3,85
Son Mas	IV1999-X2001	31	-2.50
Son Net	III2000-III2002	24	-2,12
Sta Margalida	III1999-IV2002	37	-3,82
Sta Maria	IV1999-VII2002	39	-3,87
Xorrigo	IV1999-V2005	37	-3,4

Fig 90. Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1999-2002 a Mallorca

Es tracta d'un episodi de sequera general amb una incidència similar a l'eixut iniciat a partir els primers 80. En aquest cas en un total de 47 observatoris de l'illa de Mallorca (la pràctica totalitat) l'episodi es perllonga més enllà dels 12 mesos presentat com és lògic diferències pel que fa a la durada i intensitat entre ells. En el cas d'Artà (fig 91), observatori, situat al nord-est mallorquí, no serà fins al març del 2000 en què el dèficit pluviomètric es farà evident perllongant-se exactament fins a dos anys (març 2002). En aquest cas l'eixut present un component moderant donat que els valors mínims d'IESP en cap cas sobrepassen el valor de -2 (valor mínim -1,98).

Joan Caldentey Brunet

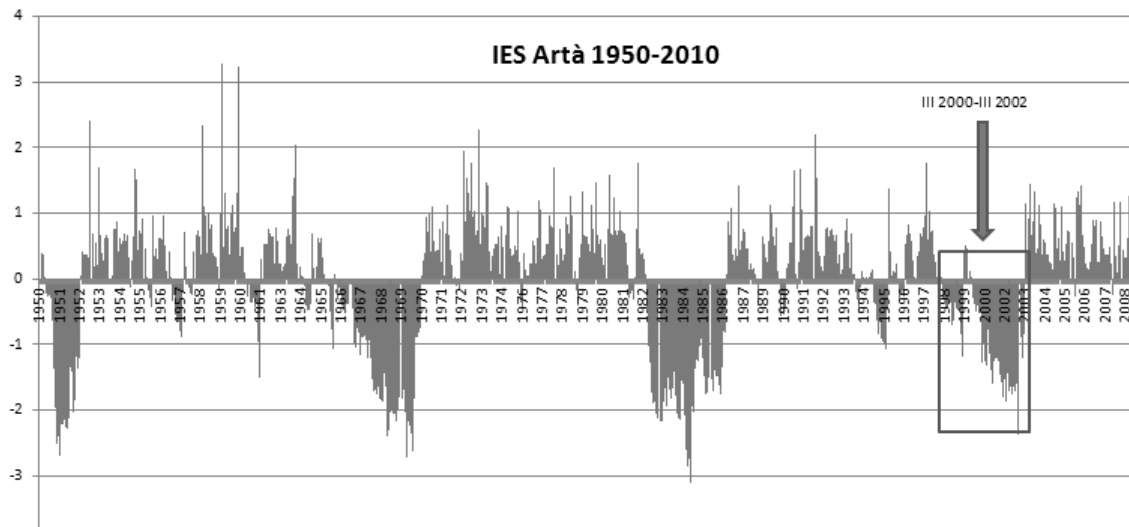


Fig 91: Gràfic IESP observatori d'Artà

La durada relativament curta d'aquesta sequera en aquest observatori contrasta amb el cas del dels Olors situat al mateix municipi d'Artà que registra dèficit pluviomètric durant 70 mesos, sent l'observatori mallorquí on aquest episodi presenta una major durada i on també presentà un intensitat molt major que en el primer dels casos.

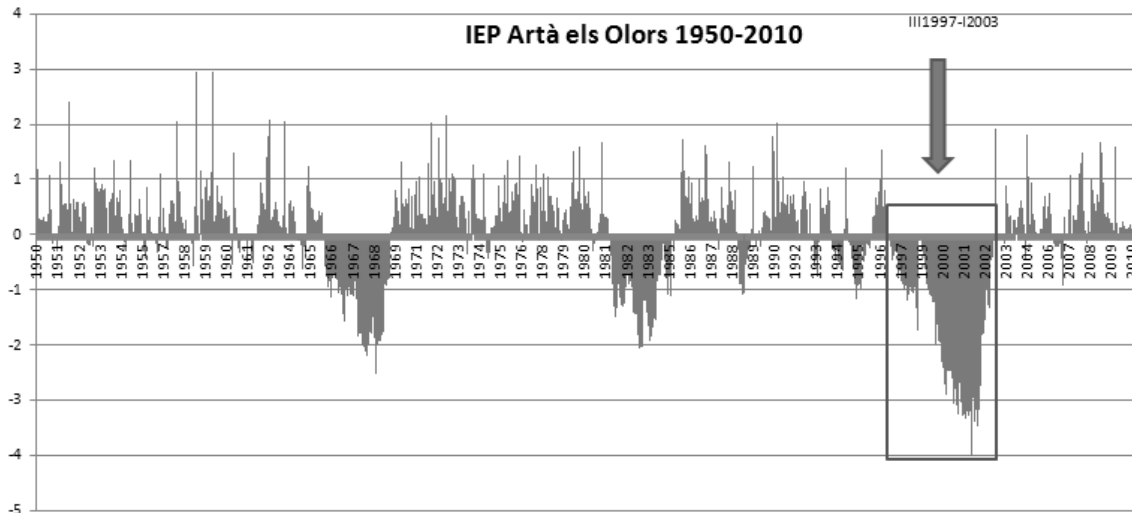


Fig 92: Gràfic IESP observatori d'Artà (els Olors)

Joan Caldentey Brunet

En concret el moment de major dèficit de precipitacions coincident amb els inicis del 2002 aquesta segona estació artanenca presentava un valor mínim d'IESP de -4 francament major que en el primer dels casos. L'observatori de Campos (fig 93), situat al sud de l'illa l'eixut s'inicia de manera més primerenca que l'exemple artanenc, és ja a l'abril del 1999 quan el dèficit pluviomètric es fa evident amb l'aparició del primers mesos amb valors negatius. No serà fins al mes ploguer mes de març de 2002 (34 mesos) en què l'eixut es pot donar per superat des del punt de vista pluviomètric. A n'aquesta estació la intensitat d'aquest període d'indigència pluviomètrica supera en el moment més crític a finals de 2001 el valor d'IESP de -3 (-3,04), fet que ens permet qualificar el moment com de crític des del punt de vista pluviomètric.

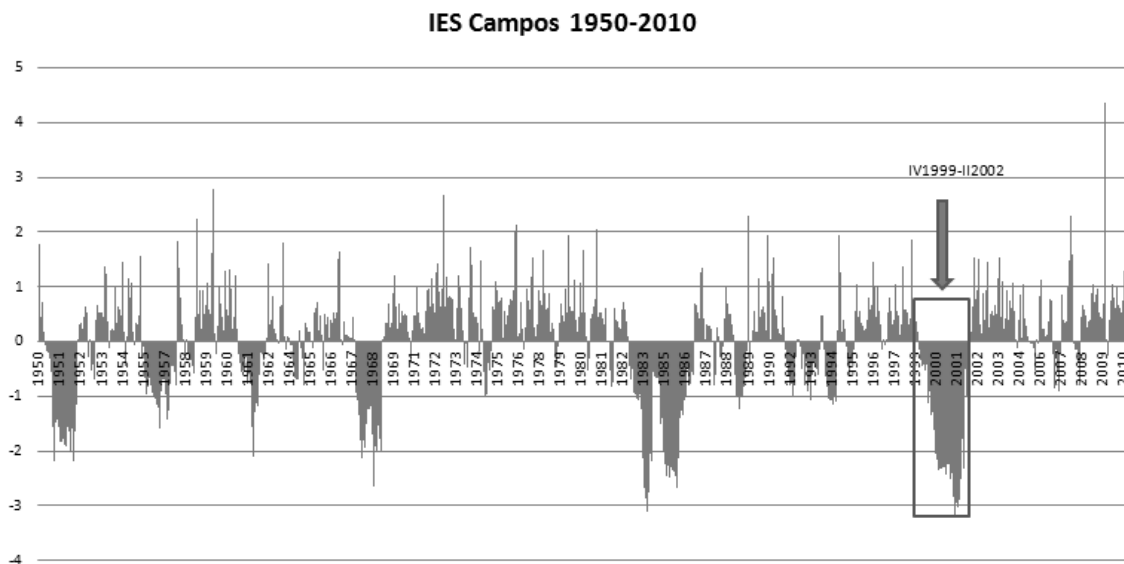


Fig 93: Gràfic IESP observatori de Campos.

L'observatori de sa Cabaneta, dins l'àrea metropolitana de Palma, presenta una durada idèntica a l'anterior, és a dir 34 mesos entre abril de 1999 i març de 2002. No obstant això, la virulència de l'eixut adopta la dimensió de l'exemple campaner. En concret el moment crític d'aquesta sequera pluviomètrica apareix a finals de l'any 2000 presentant un valor mínim d'IESP de -2,43.

Joan Caldentey Brunet

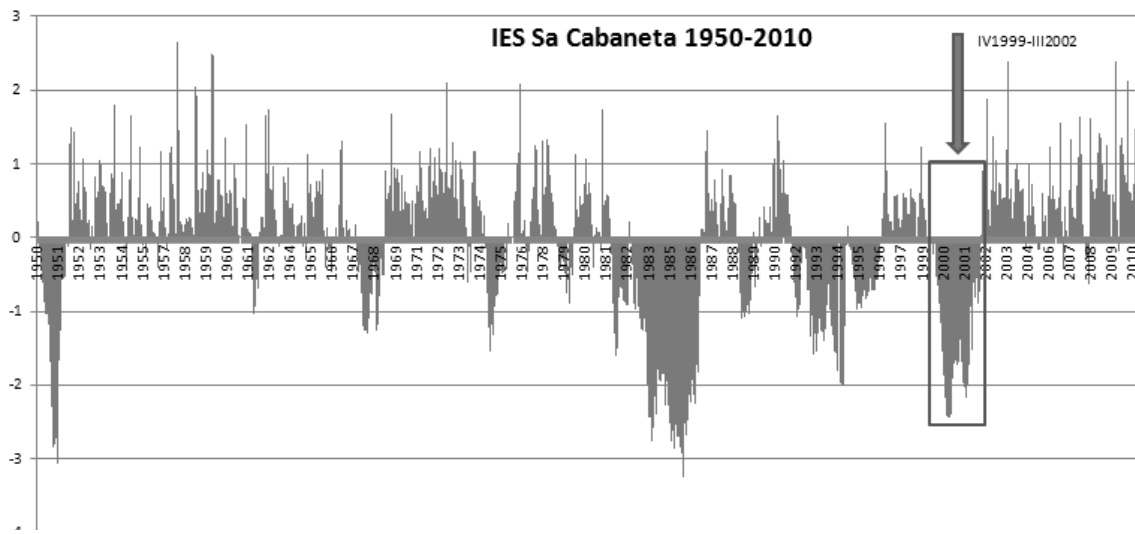


Fig 94: Gràfic IESP observatori de sa Cabaneta.

En el cas d'Algaida, observatori situat a la part central de l'illa el dèficit pluviomètric es presenta entre els mesos d'abril de 1999 a 2002 (36 mesos) amb un valor mínim d'IESP de signe extremadament(-3,52) sec registrat a finals de 2001.

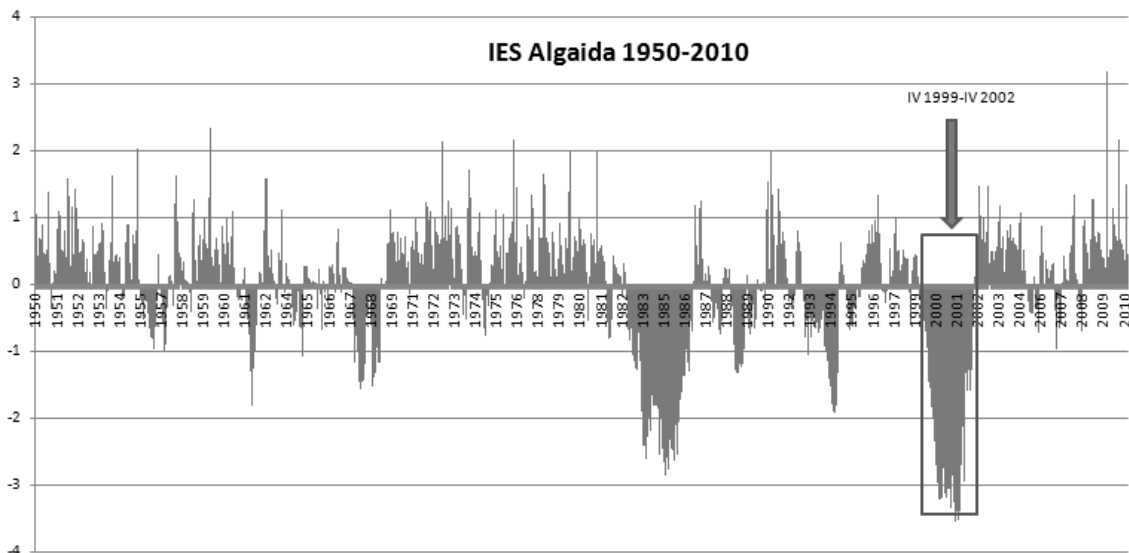


Fig 95: Gràfic IESP observatori d'Algaida.

Joan Caldentey Brunet

Finalment, pareix que aquesta sequera fou present també a la Serra de Tramuntana, indret de majors màxims anuals de l'Illa de Mallorca. Tot i això podem afirmar que en aquesta comarca muntanyenca mallorquina l'absència de precipitacions fou més bé moderada, comparat a nivell general amb els exemples anteriors i també d'una durada menor. Present com a exemple el cas de Lluç (fig 94) s'observa que l'eixut s'inicia al maig del 1999 però ja finalitza amb les pluges de la tardor de 2001 (durada total de 29) amb un valor mínim d'IESP de -2,59 registra a les darreries de l'any 2000.

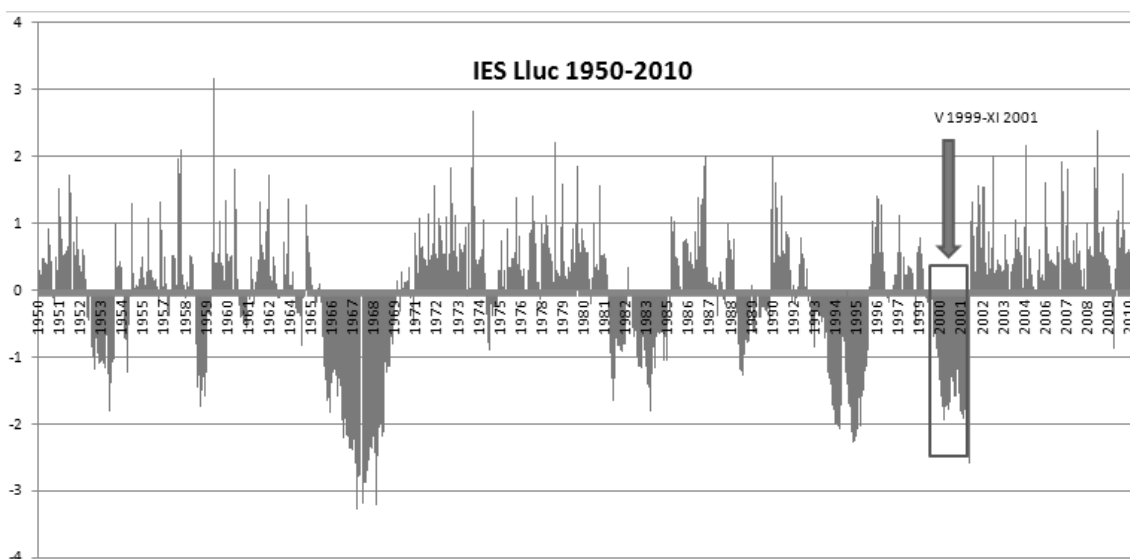


Fig 96: Gràfic IESP observatori de Lluç

En algunes estacions de la Serra de Tramuntana l'eixut acaba de manera primerenca la tardor del 2000 producte d'una sèrie d'intenses tempestes que de manera local afectarem aquesta comarca.

Sequeres Locals

Anteriorment hem analitzat diferents seqüències seques de durada superior a 12 mesos que, de manera general han afectat l'illa de Mallorca. Des d'aquesta òptica, cal incidir en el fet que en ocasions un eixut no es perllongui més enllà de l'any, això no significa que un determinat observatori no hagi registrat en moments puntuals i comuns dèficit de precipitacions. Pel contrari trobam d'altres exemples d'episodis de sequera pluviomètrica

Joan Caldentey Brunet

superiors a 12 mesos que només han afectat determinades àrea de l'illa de Mallorca donada l'extensió de l'illa (més de 3600 km²) i la irregularitat geogràfica del fenomen de la sequera. Des d'aquest punt de vista s'han detectat dues sequeres pluviomètriques que únicament tenen incidència a la comarca del Llevant i una altra a la del Migjorn. Cal d'estacar que són eixuts exclusius d'observatoris situats a d'aquests punts de l'illa ja que en d'altre observatori mallorquí el dèficit es detecta o no és en cap cas superior als 12 mesos de durada. Com a tret comú a aquests dos exemples cal dir que són episodis que presenten intensitats màximes de signe moderat.

Sequera del Llevant de Mallorca (1997-1998)

Entre els mesos de març de 1997 i octubre de 1998 els dos observatoris situats al municipi de Manacor (FIG x), possessió de Son Crespí (fig 97) i estació de l'empresa elèctrica de GESA registren dèficit de precipitacions traduint-me amb valors d'IESP lleugerament inferiors al -1.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Manacor (Gesa)	III1997-X1998	20	-1,15
Son Crespí	III 1997-X1998	20	-1,07

Fig 97: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1997-1998. Llevant de Mallorca

Joan Caldentey Brunet

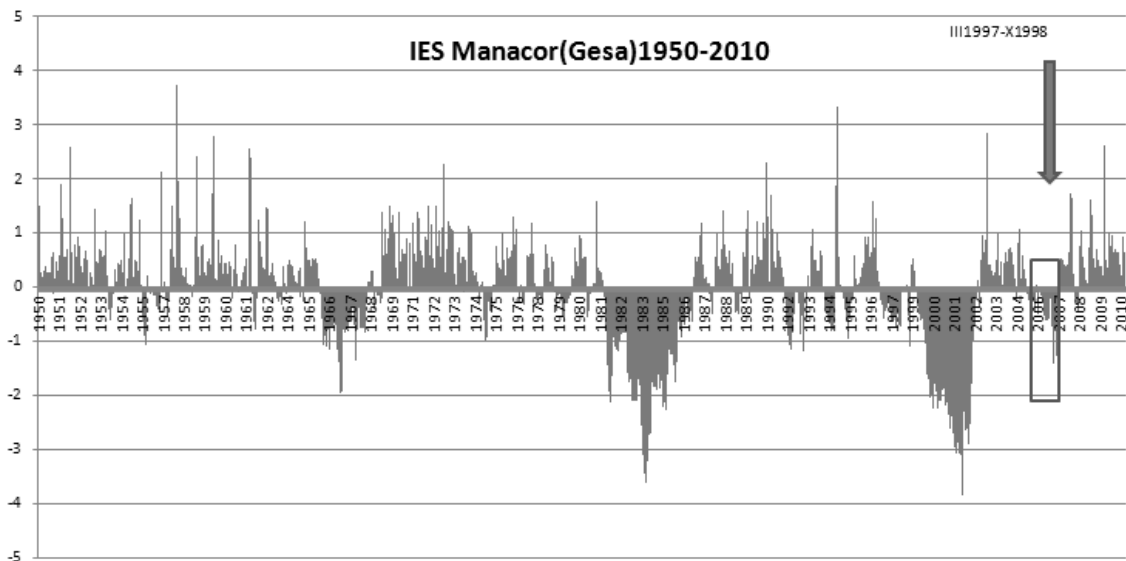


Fig 98: Gràfic IESP observatori de Manacor (Gesa).

Sequera del Migjorn de Mallorca (2005-2007)

Des de la tardor-hivern del 2005 fins a finals d'estimulador de 2007 el sud-est insular presenten dèficit de precipitacions respecte als valors mitjans que el cas de s'Alqueria Blanca (fig 99) presenta un valor màxim de -1,59 i en el cap d'exemples de l'observatori situat al far de Porto Colom(fig 99) arriba fins a -2,06.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
S'Alqueria Blanca	II2005-VII2007	28 (17+11)	-1,59
Far de Portocolom	V2005-IX2007	29	-2,06

Fig 99: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 2005-2007 al migjorn de Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

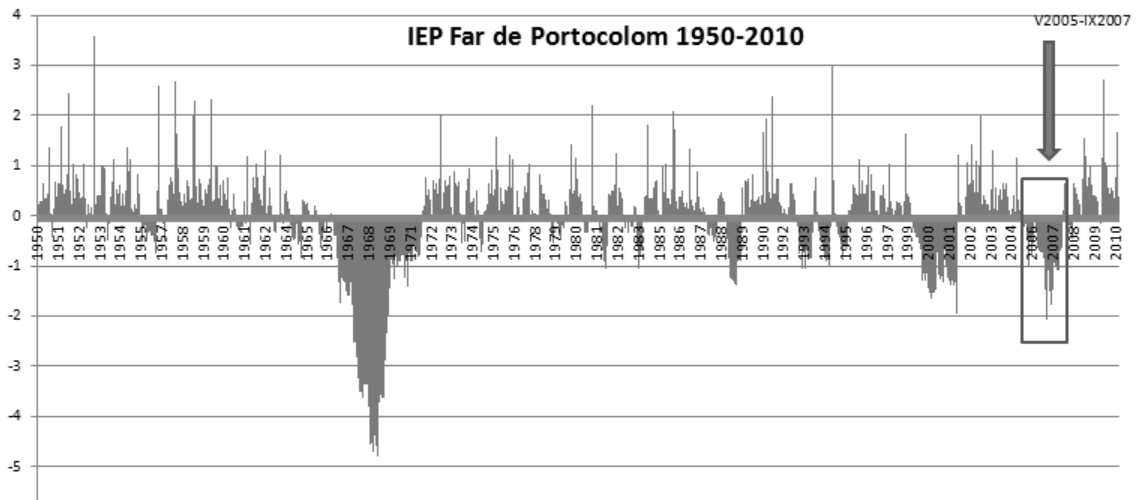


FIG 100. Gràfic IESP observatori de Portocolom.

5.2.2 . Seqüències seques superiors a 12 mesos a l'illa de Menorca

Tot i la seva proximitat geogràfica amb la veïna Mallorca, Menorca presenta una sèrie de seqüències seques que de manera relativament generalitzada han afecta l'illa. Un espai d'unes dimensions molt més reduïdes (uns 700 km²) recordem i de la qual exclusivament comptam amb tres observatoris de referència pel que seran excepcionals les sequeres que no tanquin un abast global a tota l'àrea insular. També destacar que en aquest cas durant totes les dècades que integren el període d'estudi (1950-2010) s'han enregistrat episodis de sequera exceptuant, a diferencia dels cas veí, la dècada dels 50 però a l'igual que aquesta també la dels 70.

Anys 60

Sequera 1966-1971

Des de la part central dels anys 60 fins a principis de la dècada dels 70 l'illa menorquina presenta un primer episodi de sequera enregistrat durant més de 12 mesos als tres observatoris de referència.

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Llucmaçanes	X1966-XI1970	50	-2,47
Port Ciutadella	II 1968-XII1970	35	-2,01
Sant Lluís	IX 1966- XI 1971	70	-2,87

Fig 101: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1966-1970 a Menorca.

A l'estació maonesa de Llucmaçanes(fig 101), l'eixut registra una durada de 50 mesos entre l'octubre de 1966 i el novembre de 1970 presenta una intensitat màxima de -2,47 (extremadament sec).

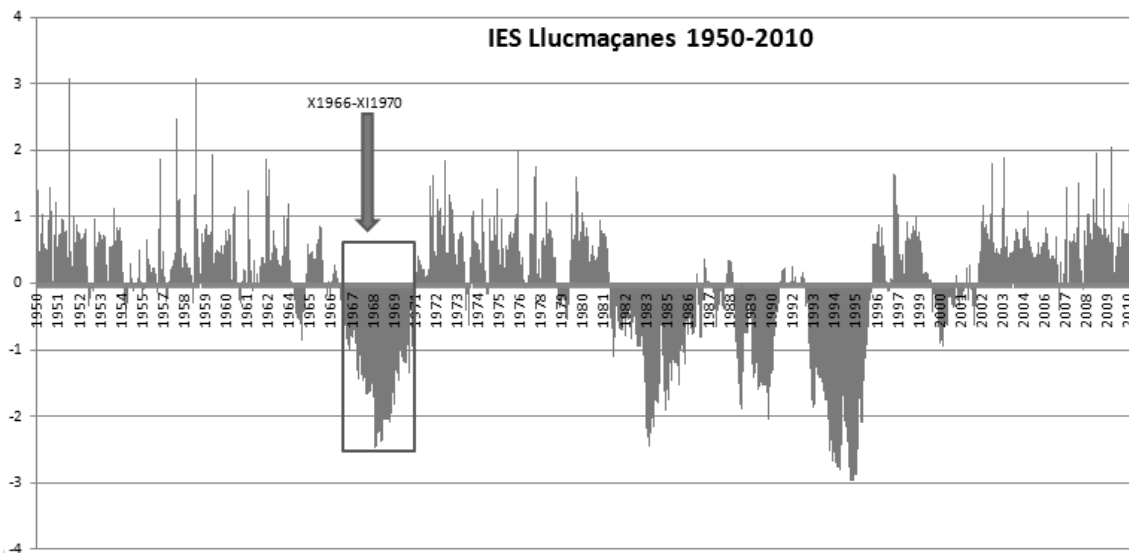


Fig 102: Gràfic IESP observatori de Llucmaçanes

Per altra banda a l'observatori de Sant Lluís situat també al llevant de l'illa fou on la sequera serà més llarga i intensa iniciant-se a l'igual que l'exemple anterior durant la tardor del 1966 perdurant 70 mesos fins que les precipitacions equinoccionals de la tardor dels 1971 li posen fi. La situació hídrica durant el moment més accentuat d'aquesta sequera a finals del 1968 i principi del 1969 pot ser qualificada com a crítica donat que s'assoleix un valor mínim d'IESP de -2,87.

Joan Caldentey Brunet

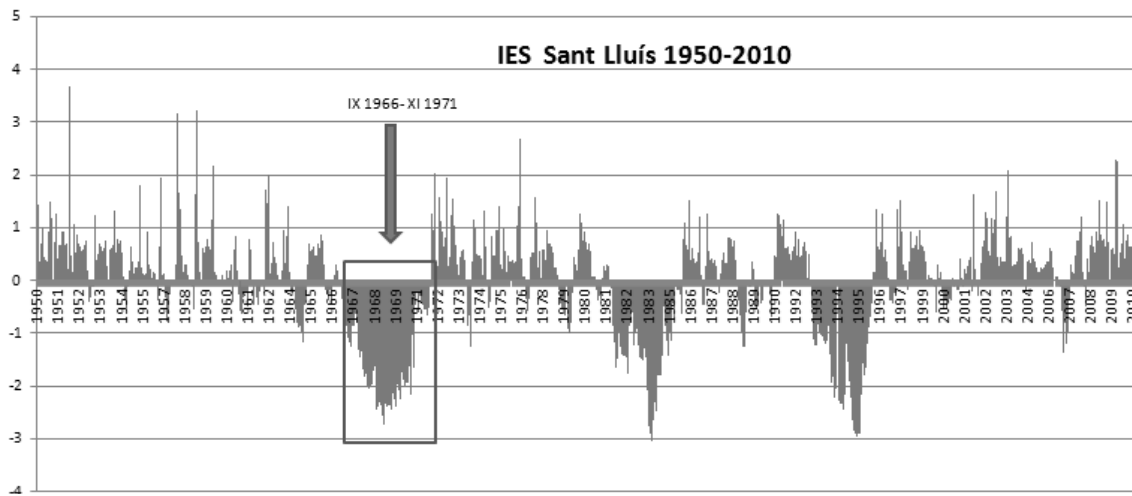


Fig 103: Gràfic IESP observatori de Sant Lluís

Anys 80

Sequera 1981-1985

Coincidint amb la sequera que viu la veïna Mallorca, l'illa viu també un episodi de dèficit pluviomètric que a totes les estacions menorquines és també superior a 12 mesos. No obstant això s'observa una dicotomia pel que fa a la durada entre el ponent i el llevant insular. Des d'aquesta òptica a l'estació de Port Ciutadella (fig 104) (ponent) el dèficit pluviomètric únicament s'enregistrarà durant 16 mesos entre maig del 1982 i estiu del 1984. En canvi als observatoris de llevant (Llucmaçanes i Sant Lluís) (fig 104) l'eixut es perllongà mes enllà dels 40 mesos sient l'exemple santlluiser l'observatori on la sequera fou més persistent i intensa (62).

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Llucmaçanes	XI1981-I1987	62	-2,46
Port Ciutadella	V1982-VII1984	16	-2,21
Sant Lluís	IX 1981- X 1985	46	-3,01

Fig 104: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1981-1987 a Menorca.

Joan Caldentey Brunet

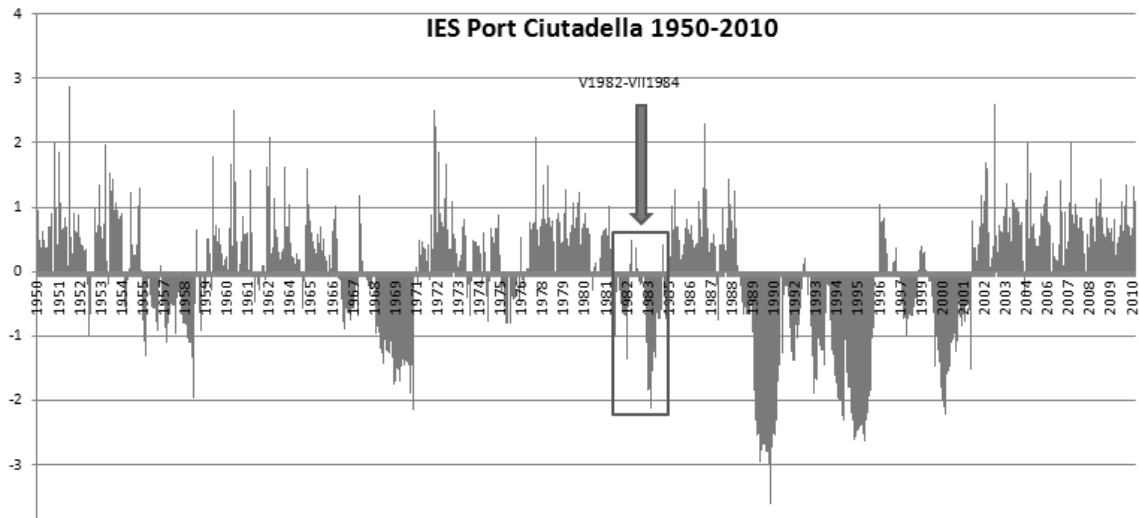


Fig 105: Gràfic IESP observatori de Ciutadella

Si bé és cert, que existeixen diferències pel que fa la durada entre els diferents observatoris de l'illa pel que fa a la durada no és el cas mateix cas si atenem a la intensitat donat que en tots els observatoris els valors mínim de l'ESP sobrepassen el llindar del -2, fins i tot -3 al cas de Sant Lluís. Aquest fet és indicatiu que la sequera fou important a a n'aquesta àrea.

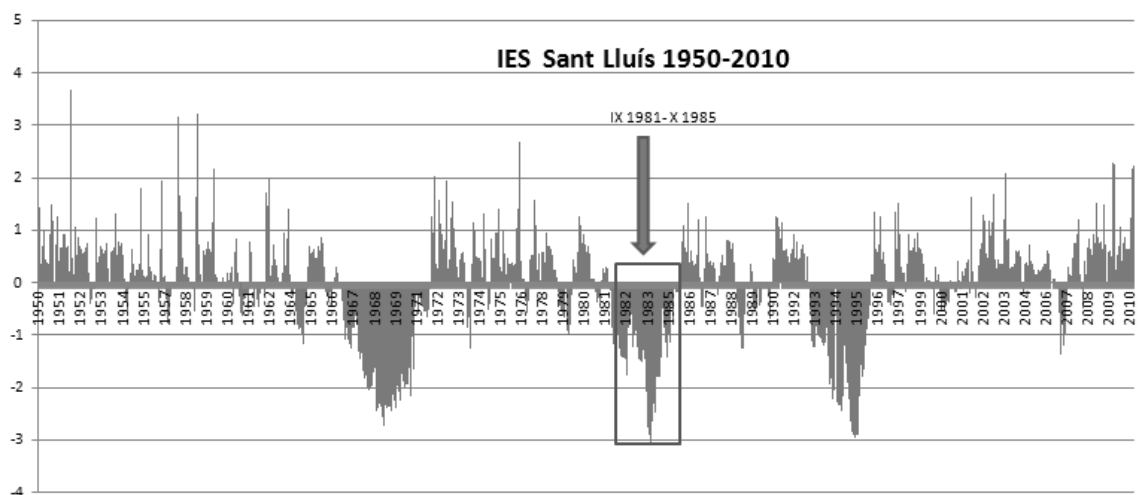


Fig 106: Gràfic IESP observatori de Sant Lluís.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1988-1991

Si la seqüència seca anterior finalitza a la totalitat dels observatoris menorquins entre el 1984 i el 1987, a finals del 1988 s'iniciarà un nou episodi que en el cas de Lluçmaçanes (fig 107) i Port Ciutadella (fig 107) sobrepassa els 12 mesos durada.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Lluçmaçanes	X1988-IV1991	31	-2,04
Port Ciutadella	XII 1988- V1992	41	-2,97

Fig 107: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1988-1991 a Menorca.

A la part occidental de l'illa (observatori de Ciutadella –fig 108), la seqüència presenta una durada de 41 mesos distribuïts entre desembre de 1988 i maig de 1992 present un valor mínim de -2,97.

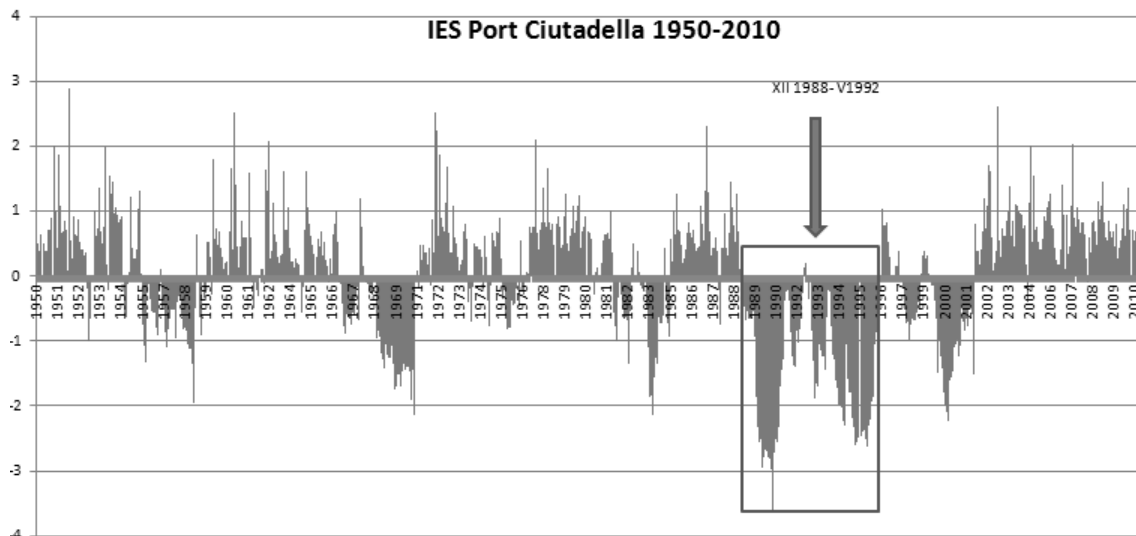


Fig 108: Gràfic IESP observatori de Port Ciutadella

L'observatori de Lluçmaçanes l'eixut es tradueix en una seqüència seca de 31 mesos de durada i una intensitat màxim de -2,04 lleugerament inferior a l'exemple ciutadallenc.

Joan Caldentey Brunet

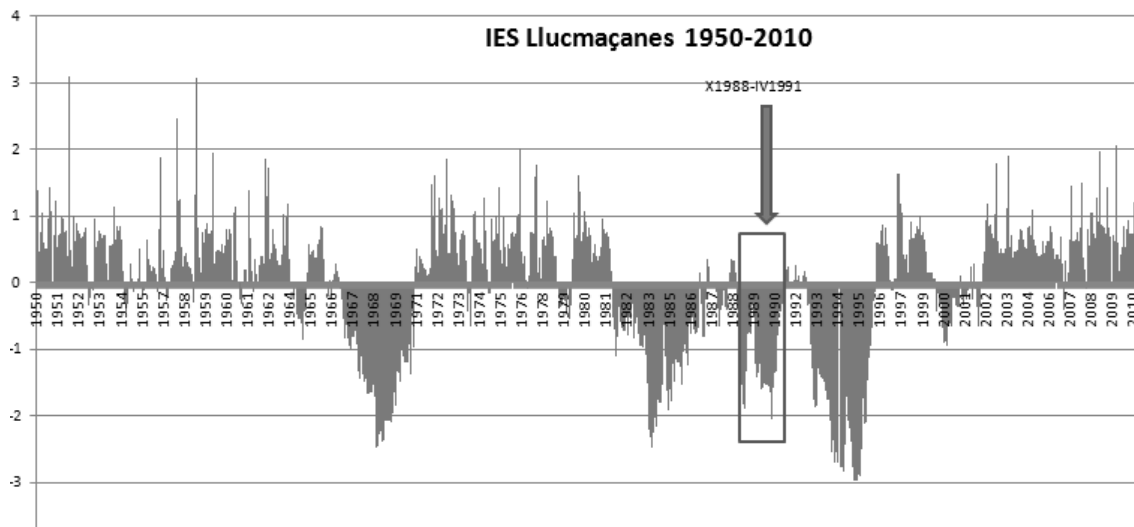


Fig 109: Gràfic IESP observatori de Lluçmaçanes

Anys 90

Sequera 1992-1996

A partir de l'any 1992 Menorca viurà una nova seqüència seca que a tots els observatoris de referència atindrà una durada superior als 38 mesos presentant lleugeres diferències locals en quan a intensitat i durada es refereix.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Lluçmaçanes	IX1992-V1996	45	-2,97
Port Ciutadella	VIII 1992-VIII 1996	49	-2,62
Sant Lluís	XI 1992- IV 1996	39	-2,95

Fig 110: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1992-1996 a Menorca.

A l'observatori de Lluçmaçanes la seqüència perdura durant 45 mesos seguits entre novembre de 1992 i maig de 1996. És també l'observatori menorquí que presenta un valor màxim d'IESP, - 2,97.

Joan Caldentey Brunet

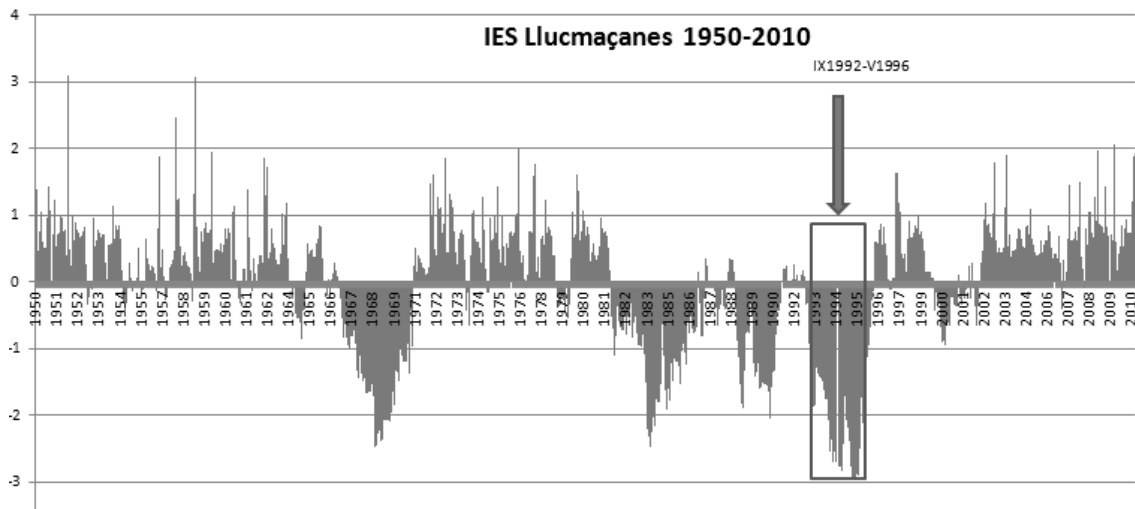


Fig 111: Gràfic IESP observatori de Lluçmaçanes

A l'observatori de Sant Lluís la seqüència persisteix des del novembre del 1992 fins a les pluges primaverals d'abril de 1996 amb una valor mínim d'IESP similar al de l'exemple anterior -2,95, fet que confirma la forta virulència d'aquest eixut al territori menorquí.

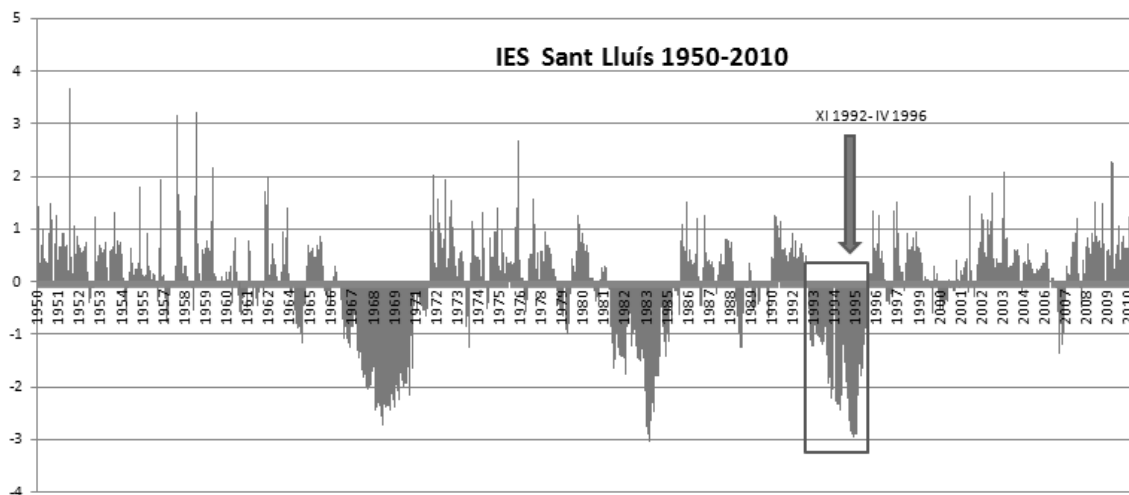


Fig 112: Gràfic IESP observatori de Sant Lluís.

Per acabar, sense presentar diferències significatives respecte a les estacions llewantines l'observatori de Port Ciutadella (fig 113) registra una seqüència seca de 49 mesos (la més llarga de Menorca) entre els finals els estius de 1992 i 1996 amb una intensitat màxima de

Joan Caldentey Brunet

-2,62. Fet indicatiu que es tractà d'una sequera pluviomètrica general i d'una intensitat considerable a tot el territori insular.

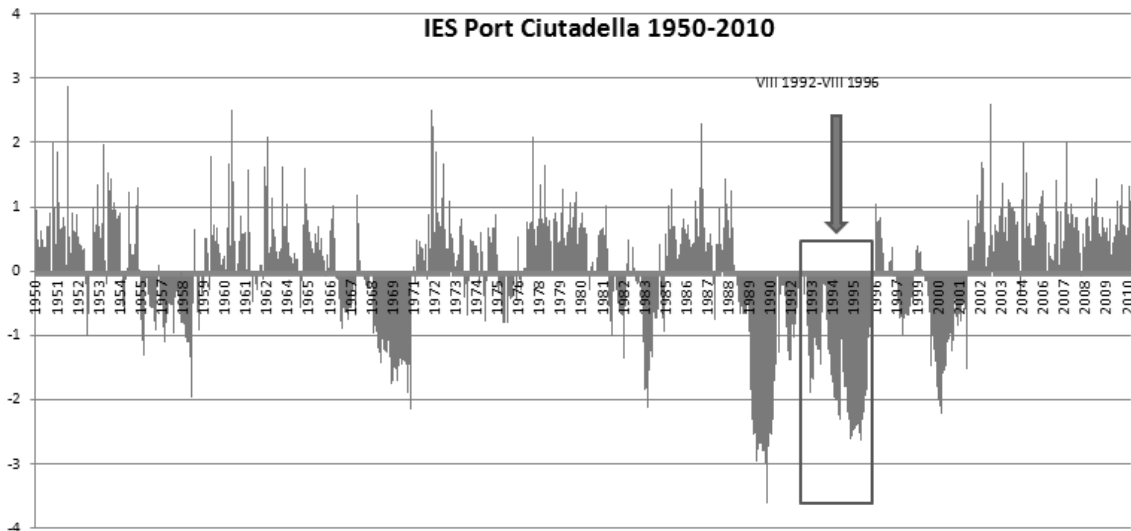


Fig 113: Gràfic IESP observatori de Port Ciutadella

Sequera 1999-2001

A l'igual que l'illa de Mallorca a les darreries de sXX s'inicia a Menorca un nou eixut que sobretot s'intensifica a la part occidental de l'illa

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Llucmaçanes	X1999-IV2002	31	-0,94
Port Ciutadella	V1999- XI 2001	30	-2,23

Fig 114: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1999-2002 a Menorca.

De fet, únicament es tradueix en seqüències seques superiors als 12 mesos en el cas dels observatoris de Llucmaçanes (fig 111) i Port Ciutadella (fig 114).

Joan Caldentey Brunet

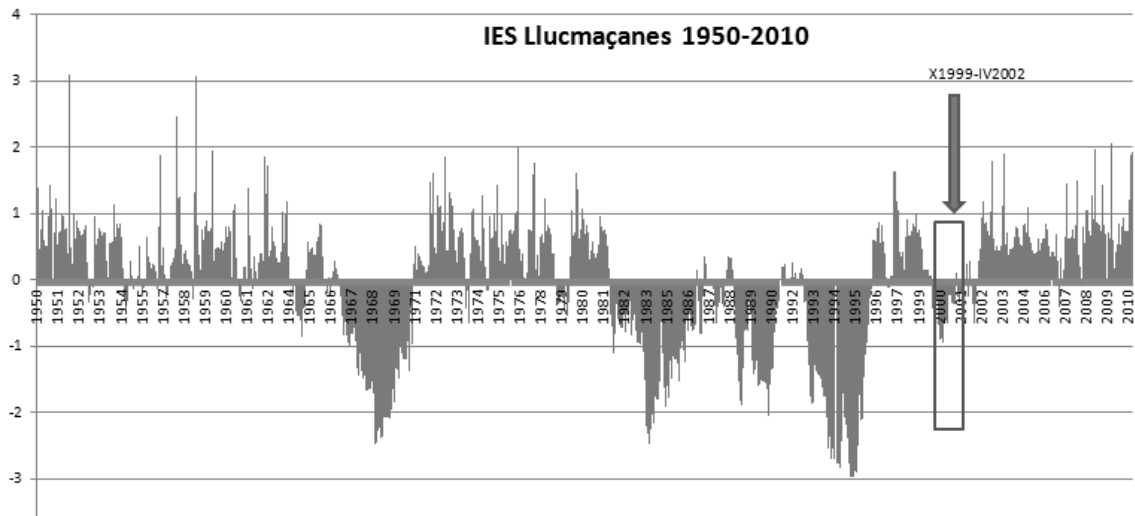


Fig 115: Gràfic IESP observatori de Lluçmaçanes

En el primer dels casos (fig 115) la sequera es manifesta durant 31 mesos entre octubre de 1999 i abril de 2002. Tot i la seva relativa durada presentarà una baixa intensitat ja que en cap moment es sobrepassa la barrera del -1 en l'escala de l'IESP.

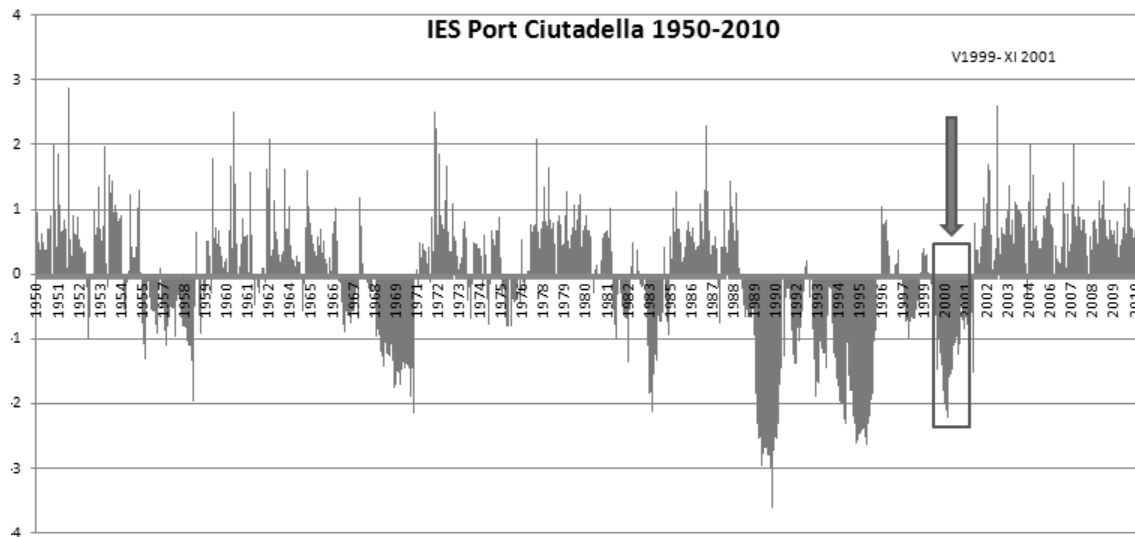


Fig 116: Gràfic IESP observatori de Port Ciutadella

En canvi en el cas de l'estació de Port Ciutadella (fig 116) situada geogràficament propera a Mallorca – on si recordam la sequera fou intensa i general-, l'eixut serà molt més virulent

Joan Caldentey Brunet

que el cas de Lluçmaçanes presentant un valor mínim d'IESP de -2,23. Tot i aquesta substancial diferència quan a intensitat d'aquestes dues estacions menorquines la durada serà molt similar presentant en aquest cas una durada de 30 mesos entre maig de 1999 i novembre de 2001.

5.2.3 . Seqüències seques superiors a 12 mesos a les Pitiüses

L'arxipèlag pitiús durant la segona meitat del segle passat va viure una sèrie d'episodis de sequera que en alguns casos serien cronològicament similar al cas de Mallorca i Menorca i en d'altres no existiria aquesta correspondència. A excepció feta que els plogueres 70 cada una de les dècades del períodes d'estudi registra almenys seqüències seques superiors als 12 mesos registrades a la majoria d'estacions d'Eivissa i Formentera.

Anys 50

Sequera 1954-1957

Entre els 1950 i els 1957 l'illa d'Eivissa viurà una sèrie de seqüències seques que els casos dels observatoris de Far de Coves Blanques situat a St Antoni de Portmany – ponent- (fig 117) i Sant Carles (fig 117) –llevant- dona lloc a episodis de més d'un any de durada.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Far Coves Blanques (Portmany)	XII1951-III1954	28	-2,14
Sant Carles	IX1954-X1957	37	-2

Fig 117: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1954-1957 a les Pitiüses.

Joan Caldentey Brunet

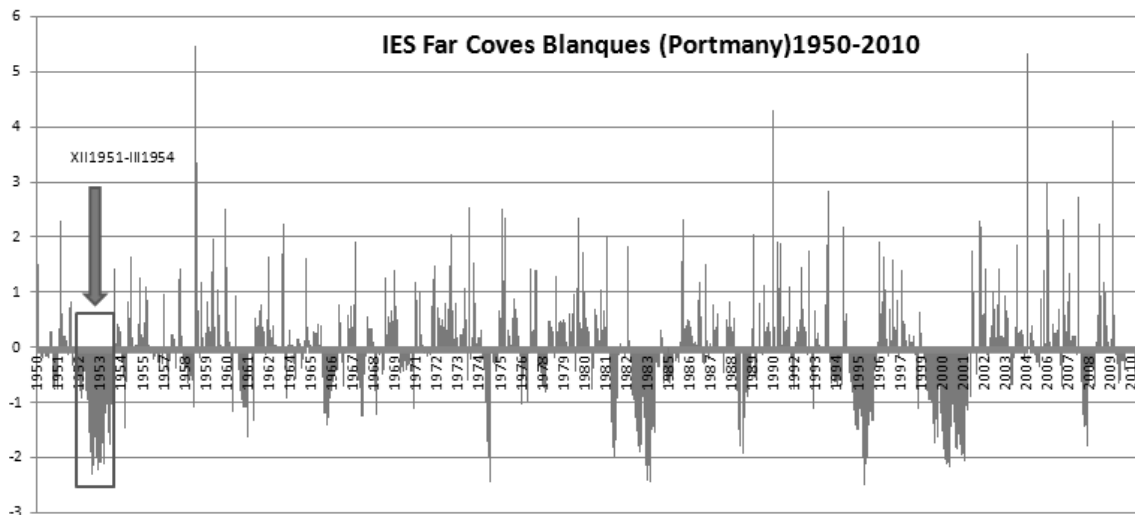


Fig 118: Gràfic IESP observatori de far Coves Blanques.

Cronològicament els dos eixuts no tendrien res més en comú que alguns mesos del 1954, ja que en el primer dels casos l'eixut s'inicià a finals (desembre) del 1951 i és perllongà durant 28 mesos – març del 1954-, registrant un valor mínim d'IESP de -2,14.

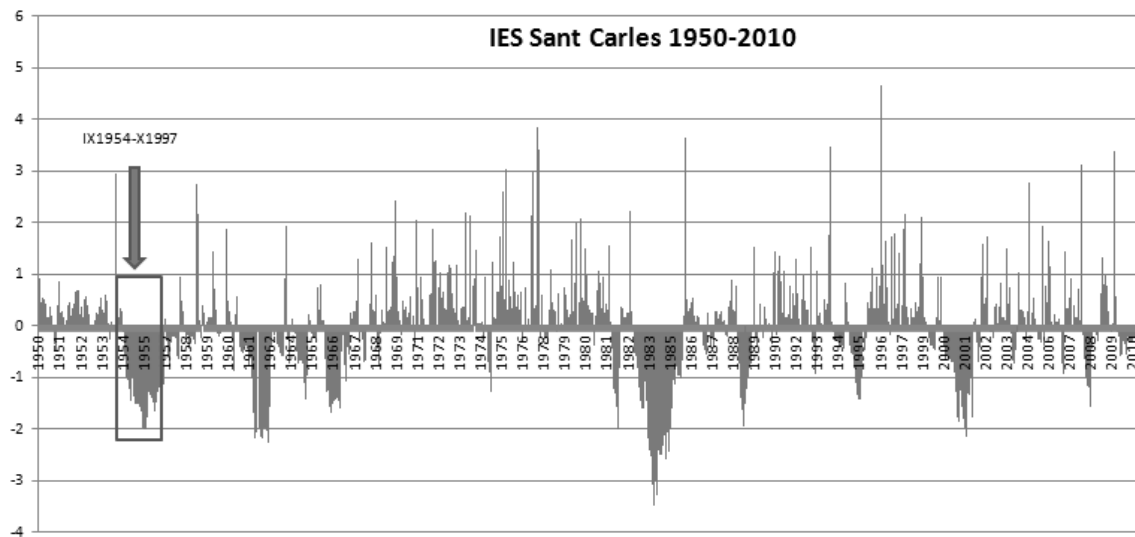


Fig 119: Gràfic IESP observatori de Sant Carles.

Des de novembre del 1954 fins a l'octubre del 1957 l'observatori de Sant Carles presentarà una seqüència seca que assolirà a finals del 1955 una intensitat màxima de -2.

Joan Caldentey Brunet

Anys 60Sequera 1961-1963

A principis de la dècada dels seixanta les Pitiüses viuran la seva primera sequera general donat que serà registrada en forma de seqüències seques de durada superior als 12 a la totalitat dels observatoris de referència presentant així mateix algunes diferències en quan a la seva durada i intensitat. A finals del 1960 el primer observatori comença a presentar els primers valors negatius d'IESP perdurant aquests en la majora d'estacions fins a final de 1962 i mitjans 1963.

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Aeroport d'Eivissa	II 1961- XII 1962	22	-2,31
Eivissa (Central Tèrmica)	II1961-X1962	20	-2,21
Far de Formentera	III1961-X1962	19	-2,07
La Savina Formentera	X 1960- VII1963	34	-3,16
Sant Carles	II1961-VII1963	29	-2,25

Fig 120: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1961-1962 a les Pitiüses.

Es tracta també a nivell general d'una episodis intens i pronunciat donat que a la totalitat dels observatoris illencs es registren valors mínims que superen el -2.

En el cas de la central tèrmica d'Eivissa (fig 120) l'episodi té el seu inici al més de febrer del 1961 i es perllonga fins l'octubre de 1962 (20 mesos en total) presentant una intensitat màxima a la primavera del 1961 de -2,21.

Joan Caldentey Brunet

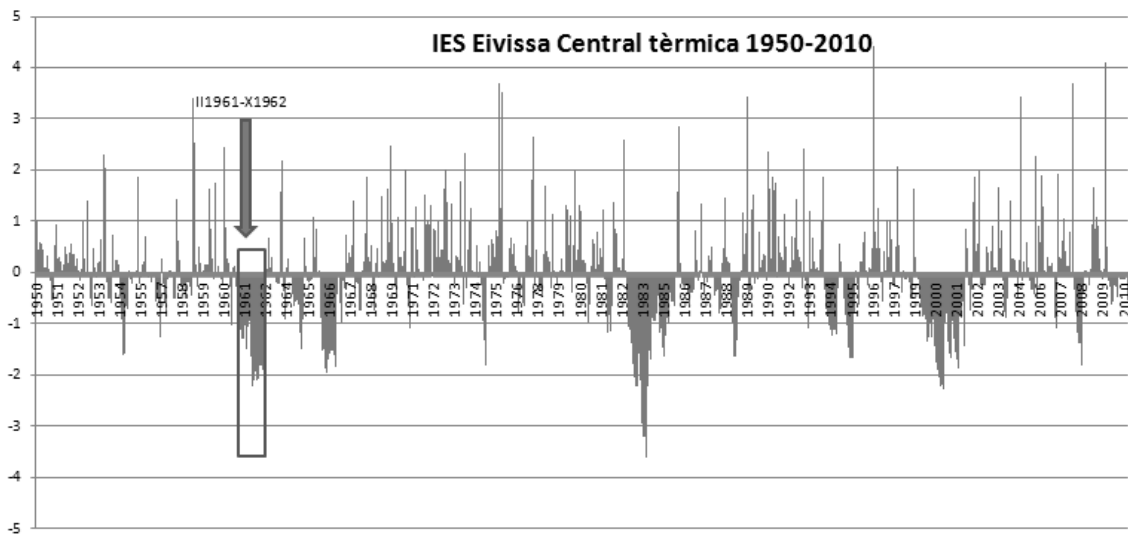


Fig 121: Gràfic IESP observatori d'Eivissa (central tèrmica).

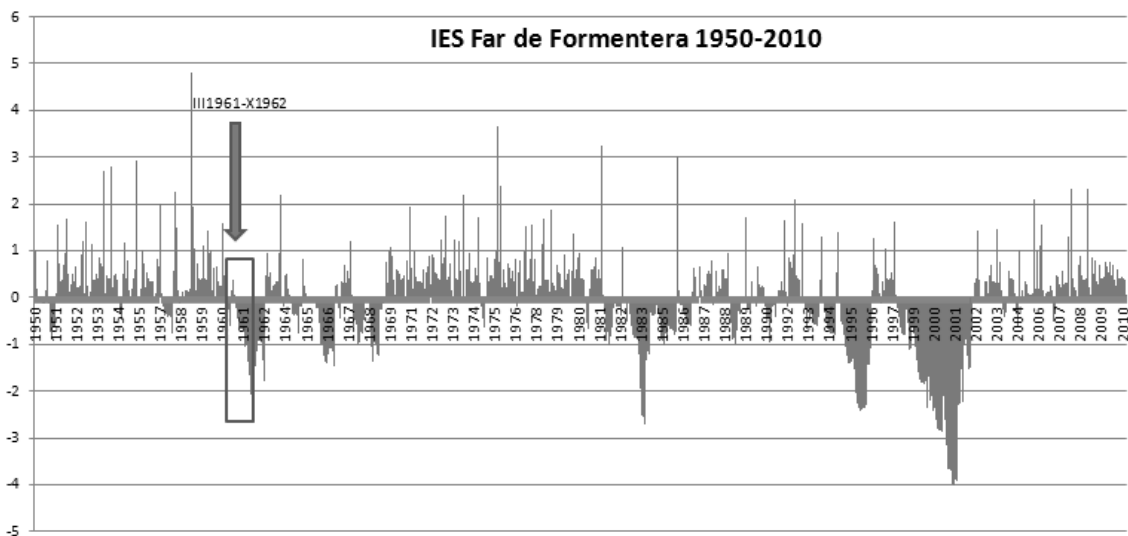


Fig 122: Gràfic IESP observatori de far Formentera.

A l'illa de Formentera pareix que l'eixut fou més perllongant i intensa. D'acord amb dades de l'observatori del seu Far la sequera presenta una durada i intensitat molt similar al cas eivissenc anterior (fig 122). No obstant això, l'observatori del port de La Savina registrarà una seqüència de fins a 34 mesos de durada entre octubre de 1960 i juliol del 1963 que en el seu moment més àlgid registrarà un valor de -3,16

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1964-1967

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Eivissa (Central Tèrmica)	II1965-X1967	17	-1,96
Far de Formentera	IV1964-IX1966	27(8+19)	-1,46
La Savina Formentera	IV1964-IV1968	48	-2,05

Fig 123: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1964-1967 a les Pitiüses.

A l'igual que al cas mallorquí i menorquí les Pitiüses viuran un episodi sec durant la part central i final d'aquest mateixa dècada dels 60. Tot i això, és presenta com una sequera pluviomètrica d'escassa o mitjana intensitat i què només es registrada a tres del observatoris de referència.

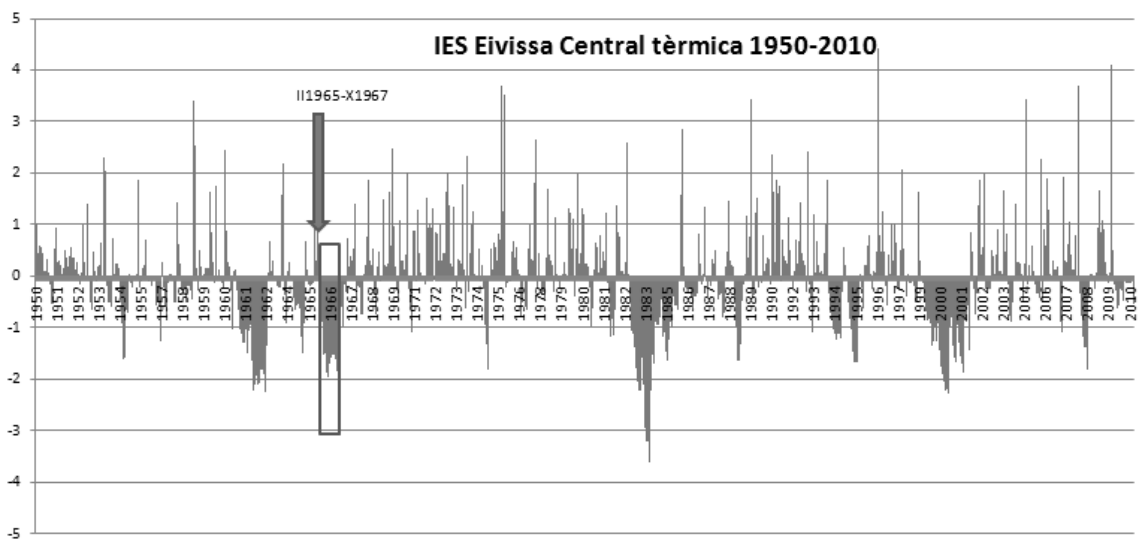


Fig 124: Gràfic IESP observatori d'Eivissa (central tèrmica).

A l'únic observatori de l'illa d'Eivissa (central tèrmica) (fig 124) que l'eixut es presenta amb un durada superior a l'any presenta un valor mínim de -1,96 i una durada relativament curta de 17 mesos contats des de març de 1965 a octubre de 1967. Aquest fet, contrasta amb les dades dels dos observatoris formenterencs o a l'igual que ja passà en el cas de la seqüència anterior l'eixut té més incidència. Així cal destacar en una altra ocasió l'exemple de l'observatori de La Savina (fig 125) on ja des d'abril del 1964 és fa evident la

Joan Caldentey Brunet

sequera que persistirà durant 38 mesos fins a les pluges primaverals d'abril de 1968. A més aquesta darrera serà l'única estació pitiüsa que presentarà un valor màxim l'IESP durant l'eixut superior a -2.

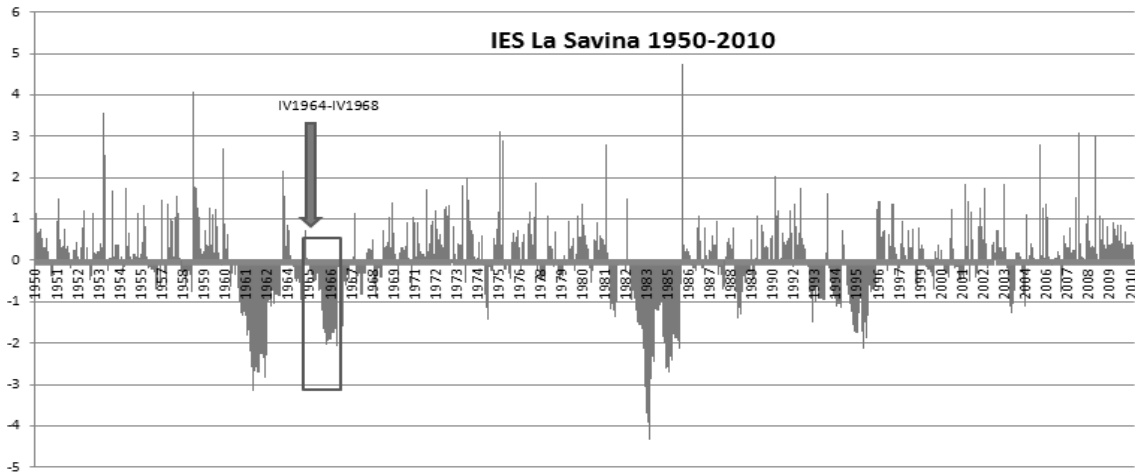


Fig 125: Gràfic IESP observatori de la Savina.

Anys 80

Sequera 1982-1986

Coincidint amb la sequera generalitzada que viurà la resta de les Illes Balears i a nivell general tot l'espai ibèric (GOMÈZ 2002) Eivissa i Formentera viuran una nou episodis de precipitacions anormalment reduïdes que a tots els observatoris es traduirà amb seqüències seques superiors a l'any de durada.

Cronològicament, i exceptuant diferències locals, el podem situar des de fins del 1981 fins a la tardor del 1985, seguint amb la tendència dels eixuts anteriors la pitiüsa serà el territori on la seqüència serà més llarga i acusada. En els dos observatoris formenterencs la sequera es presenta amb una durada exacte de 48 mesos entre els mesos d'octubre de 1981 i 1985. No obstant això, serà a l'observatori de La Savina on la virulència serà en principi major oferint un valor de -4,32 en el moment més crític durant el 1983.

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Aeroport d'Eivissa	XI 1982- X 1985	34	-2,85
Eivissa (Central Tèrmica)	XII1982-IX1985	34	-3,62
Far Coves Blanques (Portmany)	IX1981-VII1984	45	-2,43
Far de Formentera	X1981-X1985	48	-2,72
La Savina Formentera	X1981-X1985	48	-4,32
Sant Carles	XII1982-IX1985	33	-3,48

Fig 126: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1982-1985 a les Pitiüses.

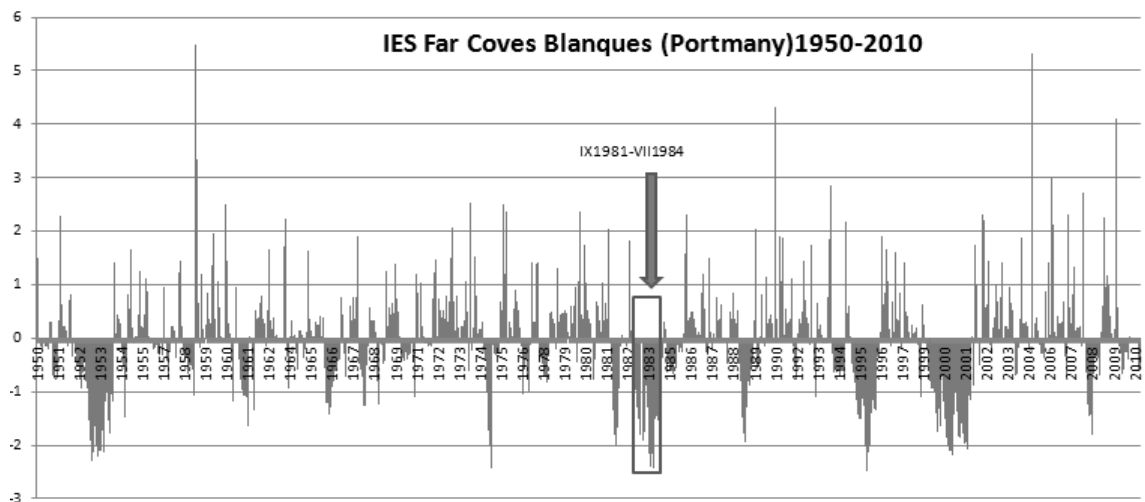


Fig 127: Gràfic IESP observatori de far Coves Blanques.

A l'illa d'Eivissa, agafant com a referència els observatori portmanyí de Far de ses Coves Blanques (fig 127) i el de Sant Carles (fig 128), trobam seqüències seques que s'inicien en el primer exemple a principis de tardor de 1981 i més tardament el segon a finals del 1982. Serà a l'estiu del 1984 i al setembre del 1985 quan l'episodi es podrà donar per finalitzat amb durades de 45 i 33 mesos respectivament. Entre aquests dos observatoris existiran d'igual manera, pel que a la intensitat màxima serà molt més pronunciada en el cas de Sant Carles (-3,48) que en el de Far Coves Blanques (-2,43)

Joan Caldentey Brunet

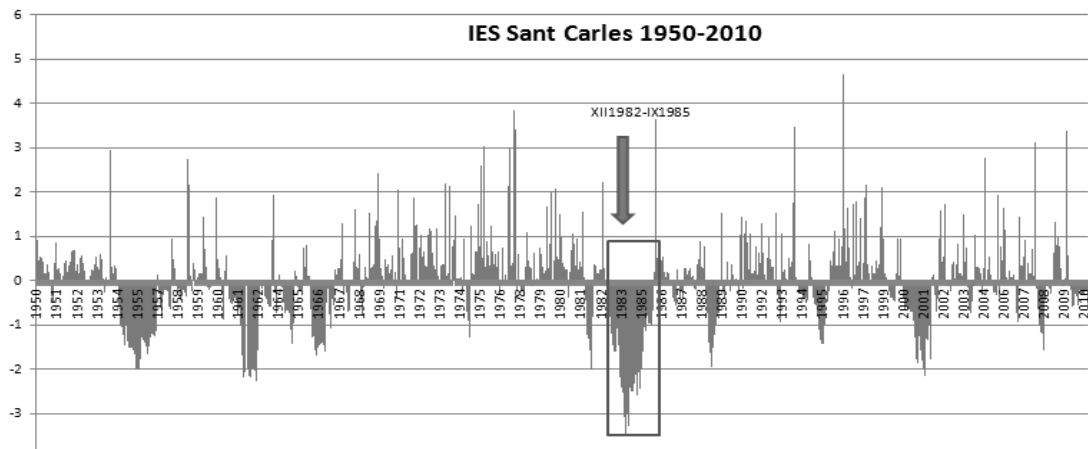


Fig 128: Gràfic IESP observatori de Sant Carles.

Anys 90

Sequera 1992-1996

Des de la tardor del 1992 fins a l'estiu del 1996 alguns observatoris pitiüsos presentaren seqüències seques llargues d'intensitat relativament destacada observant-se però diferències locals que cal puntualitzar.

L'observatori formenterenc de La Savina (fig 129) presentarà la seqüència seca més llarga de l'eixut. 43 mesos (amb tres valors d'un mes positiu intercalats) entre setembre de 1992 i juliol de 1996. A la tardor del 1995 aquest observatori registra la seva intensitat màxima amb un valor de -2.13.

Joan Caldentey Brunet

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Aeroport d'Eivissa	XII 1993-VIII 1996	32	-3,03
Far Coves Blanques (Portmany)	XII1993-VII1996	28 (9+19)	-2,49
Far de Formentera	XII1994-VIII1996	21	-2,42
La Savina Formentera	IX1992-VII1996	43(13+9+21)	-2,13

Fig 129: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1993-1996 a les Pitiüses.

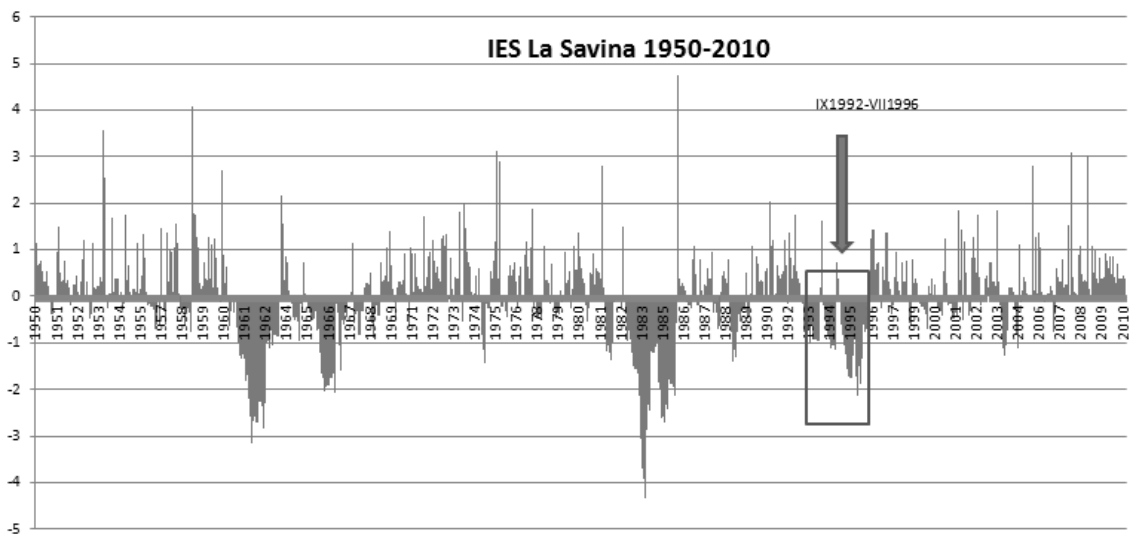


Fig 130: Gràfic IESP observatori de La Savina

Serà però l'observatori situat a les immediacions de l'Aeroport des Codolar (fig 131) el que presentarà un valor extrem durant l'episodi (-3,03) també durant els mesos finals del 1995. A més en aquest observatori serà on la seqüència tindrà una major durada de tota l'illa de Eivissa comptant un total de 32 mesos entre desembre del 1993 i agost del 1996

Joan Caldentey Brunet

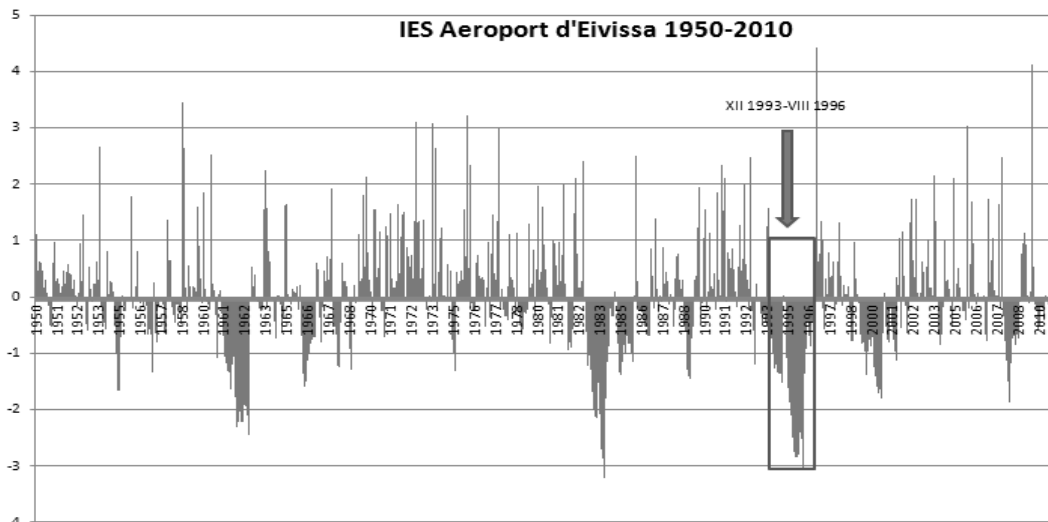


Fig 131: Gràfic IESP observatori de l'Aeroport d'Eivissa.

Sequera 1999-2002

A l'igual que amb la resta de sequeres pluviomètriques generalitzades que han afectat l'àrea balear (1965-1969 i 1981-1985) Eivissa i Formentera viuran a finals del mil·lenni una nova sequera presentada a la majoria d'observatoris en forma de seqüència seca superior a 12 mesos que a grans trets s'inicia als primers mesos de l'any 1999 i es perllonga fins a la primavera de 2002

	DURADA	TOTAL MESOS	INTENSITAT MÀXIMA
Aeroport d'Eivissa	III 1999-VI 2001	29	-2,23
Eivissa (Central Tèrmica)	II1999-III2002	38	-2,21
Far Coves Blanques (Portmany)	II1999-III2002	38	-2,11
Far de Formentera	II1998-V2002	51	-3,98
Sant Carles	IV1999-X2001	(27)6+21	-2,14

Fig 132: Taula sintètica de durada i intensitat sequera 1999-2001 a les Pitiüses.

Joan Caldentey Brunet

De nou l'àrea formenterenga serà el territori on l'eixut serà més llarg i intens. Des d'aquesta òptica referint-nos a l'exemple de l'observatori de Far de Formentera (fig 133) la seqüència es va estendre durant 51 mesos seguits des de febrer del 1998 fins al mes de maig de 2002 presentant durant la tardor del 2000 valors d'IESP que rondaven el valor extrem de -4 (-3,98).

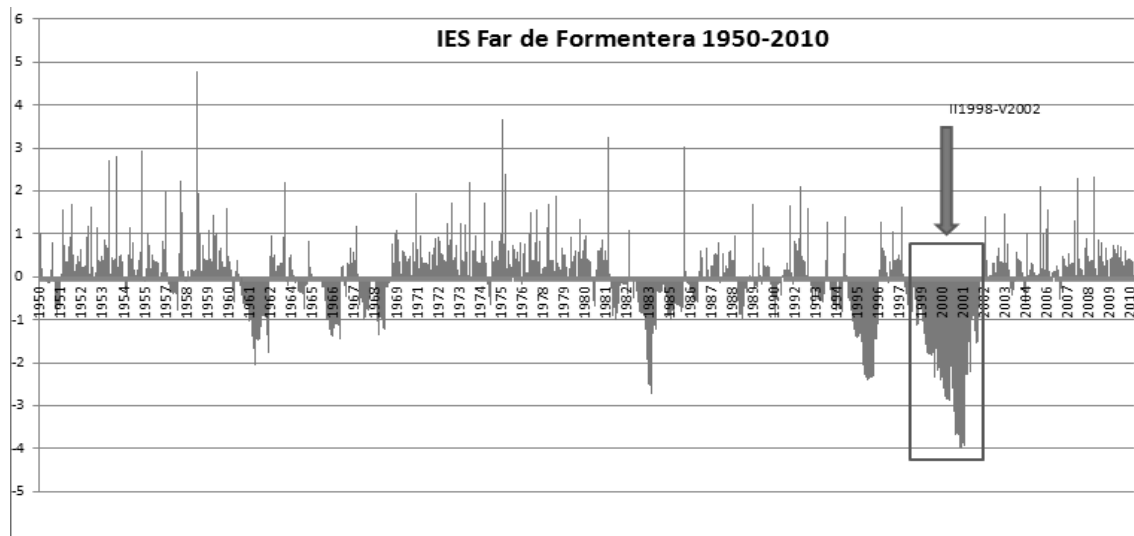


Fig 133: Gràfic IESP observatori de far Formentera,

Si bé l'illa d'Eivissa també és va veure afectada per aquest eixut no presenta seqüències tan llargues i perllongades que el cas anterior. Seguint l'exemple de l'estació del seu Aeroport podem afirmar que l'eixut si bé s'inicia al març del 1999 – data molt similar al de la resta d'observatoris- conclourà de manera primerenca a mitjans del 2001, havent registrat un seqüència de 29 mesos amb valors negatius. La intensitat màxima tampoc fou tant pronunciada com el cas anterior, -2,23 a finals de l'any 2000.

Joan Caldentey Brunet

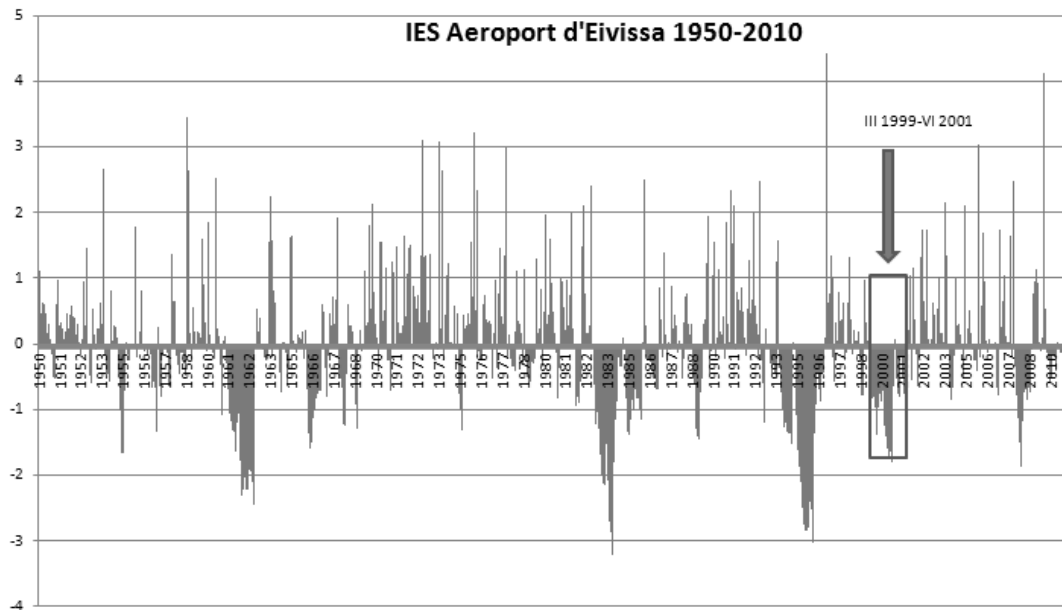


Fig 134: Gràfic IESP observatori de l'Aeroport d'Eivissa.

Joan Caldentey Brunet

5.2.4. Comparació entre l'IESP i el SPEI com a tècniques d'estudi de les seqüències seques a l'àrea balear.

La tècnica utilitzada per detectar els diferents episodis de sequera pluviomètrica l'Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica proposat Maria Fernanda Pita López a principis de la dècada dels anys 2000 inspirant-se amb la clàssica tècnica del SPI (standardized precipitation index) que Mcknee publica l'any 1993. És tracta d'un mètode, que tal i com hem vist en aquest apartat introductori ha mostrat una solvència contrastada pel que la detecció d'episodis d'indigència pluviomètrica es refereix. En aquest sentit, recordam que ha estat usat des del moment de la seva publicació en nombrosíssims estudis sobretot de l'àrea mediterrània de l'estat espanyol i l'àrea mediterrània continental de la península ibèrica. No obstant això, Vicente Maria Serrano et al (2010) presenten una nova proposta metodològica amb la intenció de considerar el factor de l'evapotranspiració en la detecció de sequeres donant lloc a un nou índex conegut com a SPEI (standardized precipitation evapotranspiration index) el qual ja hem citat i explicat la metodologia de càlcul quan s'han enumerat i descrit els principals mètodes que s'utilitzen a dia d'avui per tal de detectar eixuts. Aquesta nova proposta a més va acompanyada d'una base de dades global on a diferents escales temporals (valors acumular de 1 a 48 mesos) l'usuari (maig 2015) pot obtenir els valors d'aquest índex de qualsevol estació introduint les seves coordenades geogràfiques).

Des d'aquesta perspectiva resulta interessant fer un exercici comparatiu (tots dos ofereixen els seus valors normalitzats) entre ambdós índexs de sequera per tal d'analitzar si es poden presentar diferències substancials entre la delimitació temporal, durada i intensitat màxima d'aquestes sequeres pluviomètriques. Així s'han seleccionat una sèrie d'observatoris representatius (d'acord amb la regionalització de la precipitació diària feta per SUMNER) de les Illes Balears dels quals s'han obtingut els valors entre el 1950 i l'any 2010 del SPEI proposat pels autors esmentats i els valors d'aquestes mateixes estacions durant la mateixa seqüència temporal de l'IESP que prèviament s'havien calculat. Els observatoris seleccionats serien el d'Algaida, Lluc, Muro, Artà, Porto Pi i Xorrigo. L'anàlisi comparatiu ha consistit en la simple comparació entre ambdós índexs a diferents escales

Joan Caldentey Brunet

temporals del SPEI que poden ser representatives és a dir amb els valors dels mes en curs, 3,6,9,12,18,25,36 i 48 mesos considerant que a partir d'aquest darrer llindar la comparació no era factible ni significativa. Fet aquest exercici s'observa que existeixen diferències entre la durada, la data d'aparició i intensitat entre ambdós índexs tot i que a nivell general els períodes de sequera pluviomètrica de durada relativament llarga apareixen dins uns llindars temporals relativament aproximats a un i altra índex. Per tal de detectar a quin d'aquests llindars temporals podia existir una major correspondència entre ambdós índexs s'han calculat els coeficients de correlació (Pearson) entre l'IESP i el SPEI a diferents escales temporals. En la practica totalitat de casos els majors valors de correlació positiva, superiors a 0,5 s'adonen als valors de SPEI amb els valor de 18 mesos acumulats.

A nivell més detallat, i per a cada una de les estacions seleccionades la comparació entre IES i SPEI a diverses escales serien les següent.

En el cas de l'observatori d'Algaida la correlació de signe més fort es coincideix amb l'escala temporal de 18 mesos en el cas del SPEI (fig 142) ,presentant no obstant això uns valors similars, és a dir correlacions positives superiors al 0,5, a partir de l'escala temporal dels 9 mesos sient inferior per davall d'aquest llindar i per sobre dels 48

SPEI	0,27
SPEI 3	0,38
SPEI 6	0,45
SPEI 9	0,50
SPEI 12	0,53
SPEI 18	0,57
SPEI 24	0,56
SPEI 36	0,53
SPEI 48	0,47

Fig 142 Coeficients de correlació IESP i SPEI (1,3,6,9,12,18,24,36,48 períodes) Algaida.1950-2010

Joan Caldentey Brunet

SEQÜENCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS IESP (ALGAIDA)			SEQÜENCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS SPEI (18 PERÍODES). (ALGAIDA)		
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI 1955- V 1957	20	-0,977	I1950-V1951	16	-1,52
IX 1967-V1969	19	-1,52	III1953-IV1954	13	-1,23
XII 1982-VIII 1986	45	-2,63	VIII1961-IX1963	15	-1,26
IX 1992-IX 1994	24	-1,91	VI1964-IV1969	58	-2,07
IV 1999-IV 2002	36	-3,52	XI1981-V1985	42	-2,06
			XI1988-XI1990	23	-1,72
			IX1992-XI1996	50	-1,58
			III1998-VII2002	52	-2,25

Fig 143: Comparativa durada i intensitat seqüències seques superiors a 12 mesos IESP i SPEI (18 períodes) Algaida.1950-2010.

Si consideram les seqüències seques de més de 12 mesos de duració resultants de l'aplicació del SPEI és detecten a nivell general les mateixes seqüències seques que és detecten al cas de l'IESP, no obstant això a nivell general els valors normalitzats (i per tant la intensitat d'aquestes sequeres) no és tan acusada en el cas d'aquest primer. D'igual manera en el cas del SPEI es detecten també episodis secs a principis de les dècades dels 50 i 60 i finals dels anys 80 i 90. També a nivell general la durada mitjana d'aquests episodis d'indigència pluviomètrica és major al cas del SPEI.

Joan Caldentey Brunet

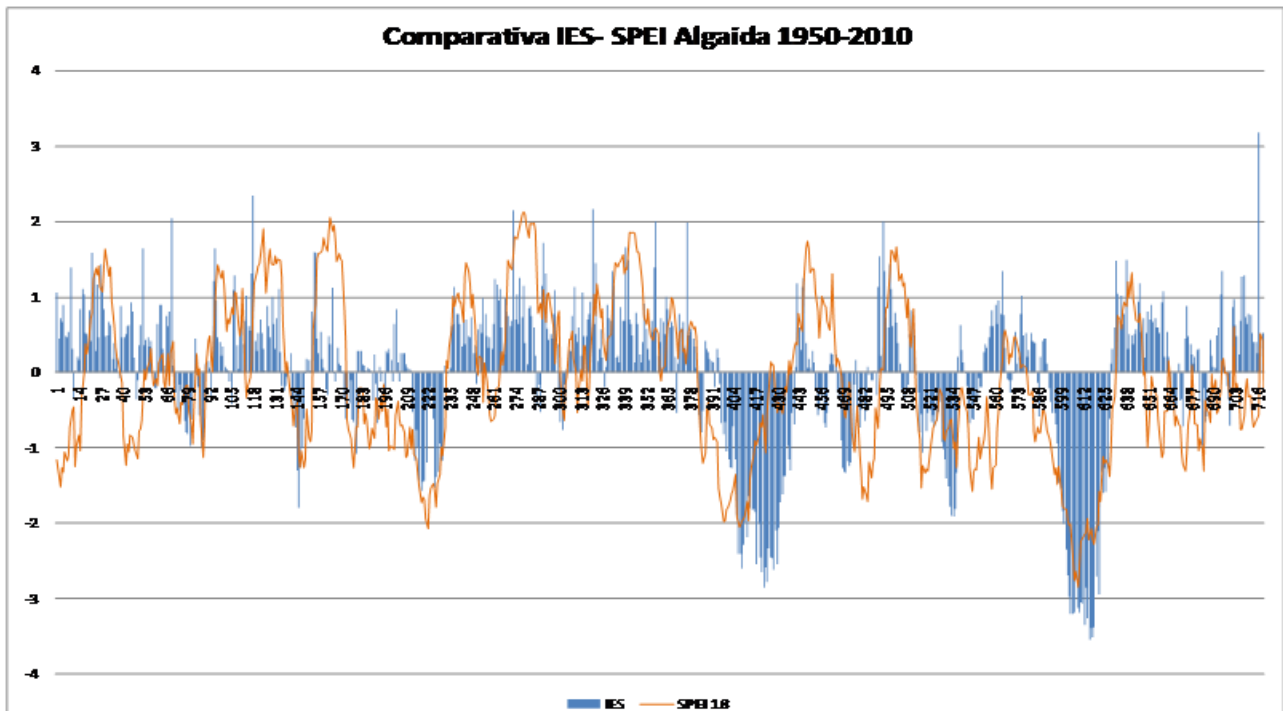


Fig 144: Comparativa valors IESP i SPEI (18 períodes) Algaida.1950-2010.

En el cas de l'observatori d'Artà (fig 144), situat al nord-est de l'illa de Mallorca les màximes correlacions entre ambdós índexs es detecten quan retrasam l'escala temporal del SPEI als 12 mesos. En aquest llindar temporal la correlació positiva és de 0,56, no arribant als 0,50 en cap altra delimitació temporal.

Joan Caldentey Brunet

SPEI	0,16
SPEI 3	0,22
SPEI 6	0,27
SPEI 9	0,37
SPEI 12	0,56
SPEI 18	0,43
SPEI 24	0,37
SPEI 36	0,26
SPEI 48	0,20

Fig 145 Coeficients de correlació IESP i SPEI (1,3,6,9,12,18,24,36,48 períodes) Artà 1950-2010

SEQÜENCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS IESP ARTÀ)			SEQÜENCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS SPEI (18 PERÍODES). (ARTÀ)		
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V 1950-III 1953	21	-2,63	I1950-IV1952	15	-1,15
XII 1965- VIII 1969	44	-1,86	V1965-IV1969	47	-1,27
XII 1980-II1985	51	-2,48	XI1981-X1986	58	-1,87
II 1992-IX 1994	32	-1,78	IX1988-IV1991	31	-2,11
III 2000-III 2002	24	-1,98	VIII1992-X1996	52	-2,21
			XI 1997-VIII2002	57	-2,58

Fig 146: Comparativa durada i intensitat seqüències seques superiors a 12 mesos IESP i SPEI (18 períodes) Artà 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

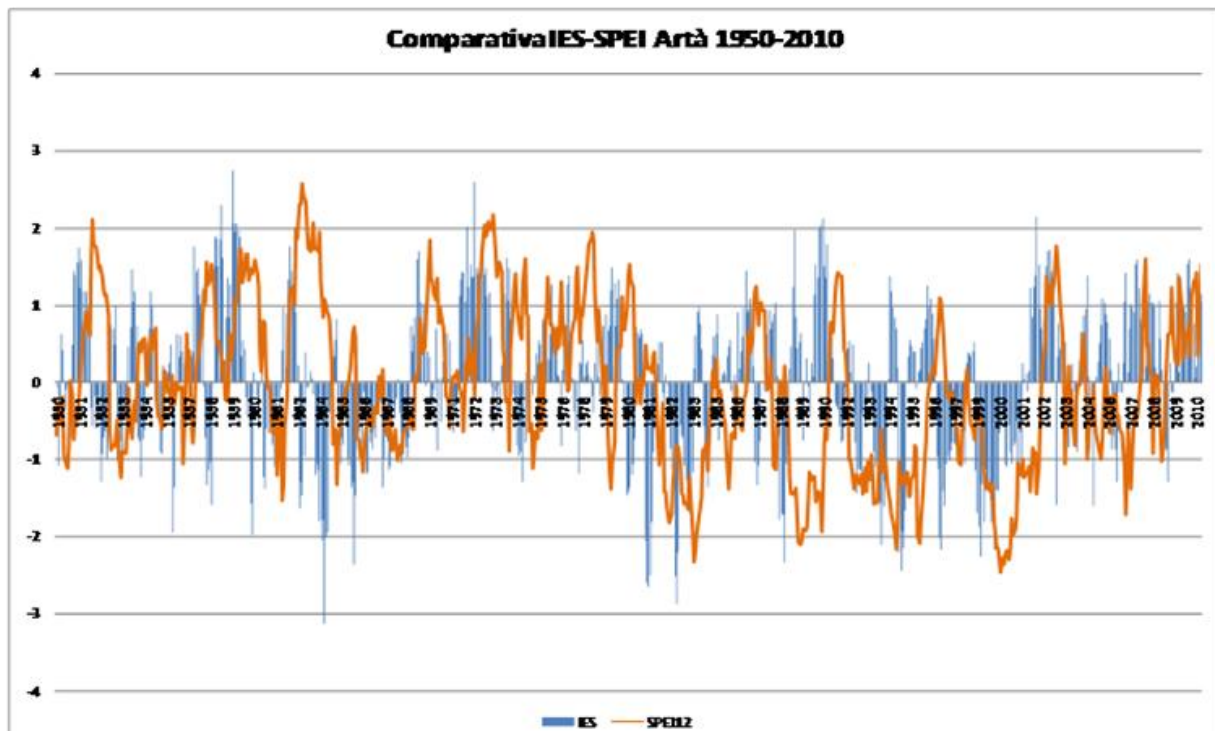


Fig 147 Comparativa valors IESP i SPEI (18 períodes) Artà 1950-2010.

En el cas d'aquest observatori artanenc existeix una coincidència quasi perfecte entre ambdós índexs detectant els mateixos eixuts amb uns períodes d'inici i final certament parells. És a dir, un primer episodi a inicis de la dècada dels anys 50, un segon durant la part central de la dècada del 60, un tercer a inicis dels anys 80 i un altra a inicis dels 90. Ara bé, l'IESP detectat la sequera generalitzada que visqué l'àrea balear i la tardor de l'any 1999 mentre que en el cas del SPEI la detecció és molt més precoç cosa que fa l'any 1997. D'igual mode amb l'SPEI també s'observa un períodes sec a cavall entre les dècades dels 80 i principis dels anys 90.

Si comparam ambdós índexos en el cas de l'observatori de Lluc (fig 148) observam que el major grau de correlació (0,48) a l'igual que el cas anterior el trobam en els 12 mesos de durada, si bé el valor és idèntic en el cas de l'escada temporal 18 (SPEI).

Joan Caldentey Brunet

SPEI	0,23
SPEI 3	0,34
SPEI 6	0,42
SPEI 9	0,46
SPEI 12	0,48
SPEI 18	0,48
SPEI 24	0,46
SPEI 36	0,40
SPEI 48	0,30

Fig 148: Coeficients de correlació IESP i SPEI (1,3,6,9,12,18,24,36,48 períodes) Lluc 1950-2010

SEQÜÈNCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS IESP (LLUC)			SEQÜÈNCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS SPEI (18 PERÍODES). (LLUC)		
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X 1952- III 1954	18	-1,80	I1950-IV1951	16	-1,52
X 1965- XII 1969	51	-3,27	III1953-IV1954	13	-1,23
X 1981- I 1985	40 (13 + 27)	-1,81	VII1961-IX1962	14	-1,26
X1988-IX1990	24	-1,26	VI1964-IV1969	59	-2,07
XI 1992-III 1996	40	-2,26	XI1981-V1985	42	-2,06
			XII1988-XI1990	23	-1,72
			IX1992-XI1996	50	-1,58
			III1998-VII2002	52	-2,85

Fig 150: Comparativa durada i intensitat seqüències seques superiors a 12 mesos IESP i SPEI (18 períodes) Lluc 1950-2010.

En aquest observatori també l'índex proposat per Beguería i Serrano torna a detectar un nombre superiors d'episodis que el mètode de Pita. En aquest cas, ens torna a aparèixer la seqüència seca entre 1988 i principis dels 90 igualment detectada en els casos d'Artà i

Joan Caldentey Brunet

Lluc així com també dues sequeres pluviomètriques a principis dels anys 50 i un entre el 1992 i 1996, seqüències que també l'IESP detecta en alguns dels observatoris de Mallorca i que en el cas de Lluc no arriben als 12 mesos de durada.

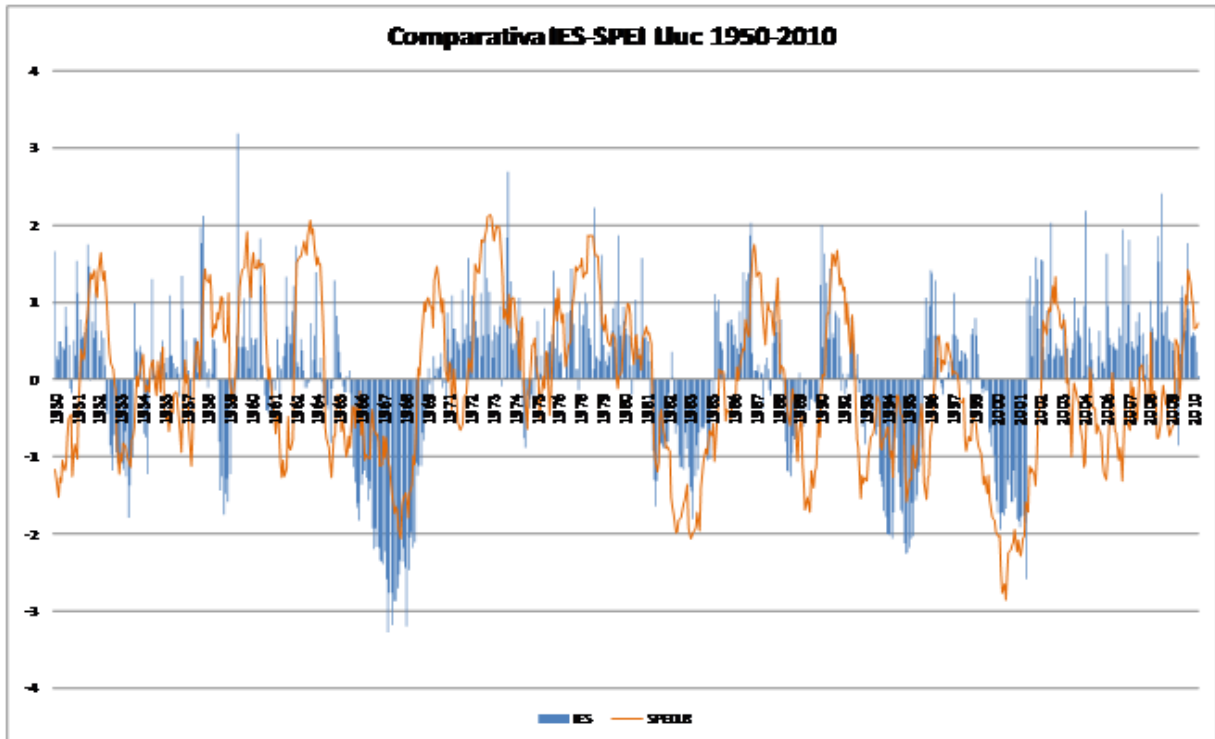


Fig 151: Comparativa valors IESP i SPEI (18 períodes) Lluc 1950-2010.

La comparació d'ambdós índexs en el cas de l'estació manacorina de Son Crespí (fig 151) mostra majors correlacions en l'escala temporal dels 18 mesos (SPEI). Tot i això aquesta no seria excessivament forta donat que tot just no supera el llindar del valor positiu dels 0,40. De totes les estacions estudiades és on el valor de la correlació positiva ha estat major.

Joan Caldentey Brunet

SPEI	0,30
SPEI 3	0,37
SPEI 6	0,41
SPEI 9	0,40
SPEI 12	0,40
SPEI 18	0,43
SPEI 24	0,32
SPEI 36	0,31
SPEI 48	0,26

Fig 151: Coeficients de correlació IESP i SPEI (1,3,6,9,12,18,24,36,48 períodes) Son Crespí (1950-2010).

SEQÜENCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS IESP (SON CRESPI)			SEQÜENCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS SPEI (18 PERÍODES). (SON CRESPI)		
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1955-IV 1957	18	-1,72	I1950-IV1951	15	-1,15
IV 1964-V1967	24	-2,01	V1965-IV1969	47	-1,27
IX1981-IV1984	32	-2,65	XI1981-I1987	62	-2,06
X 1991-III 1993	19	-1,73	IX1988-IV1991	31	-2,11
III 1997-X 1998	10	-1,07	VIII1992-X1996	50	-2,10
III 1999-VI 2002	40	-3,01	XI1997-VIII2002	57	-2,62

Fig 152: Comparativa durada i intensitat seqüències seques superiors a 18 mesos IESP i SPEI (18 períodes) Son Crespí 1950-2010.

Tot i l'anterior és en l'únic cas dels estudiants en què tant un índex com un altra identifiquen els mateixes episodis secs d'una durada superior als 12 mesos de durada (fig 152). En aquest sentit es tots dos índexs detecten sequeres pluviomètriques durant la segona meitats dels anys 50 i 60, 0 de la dècada dels anys 80, principis, mitjans i finals dels 90. No obstant això, en el cas l'IESP aquestes seqüències tendeixen a ser menys llargues però més intenses. Per exemple la sequera generalitzada a l'àrea balear de finals

Joan Caldentey Brunet

de la dècada dels 90 l'IESP presenta una durada no superior als 40 mesos mentre que amb el SPEI es perllonga fins als 57 mesos. En el cas del primer índex el valor normalitzat assoleix el de -3,01 mentre que en el segon cas únicament del -2,62 pel que la intensitat seria sensiblement major.

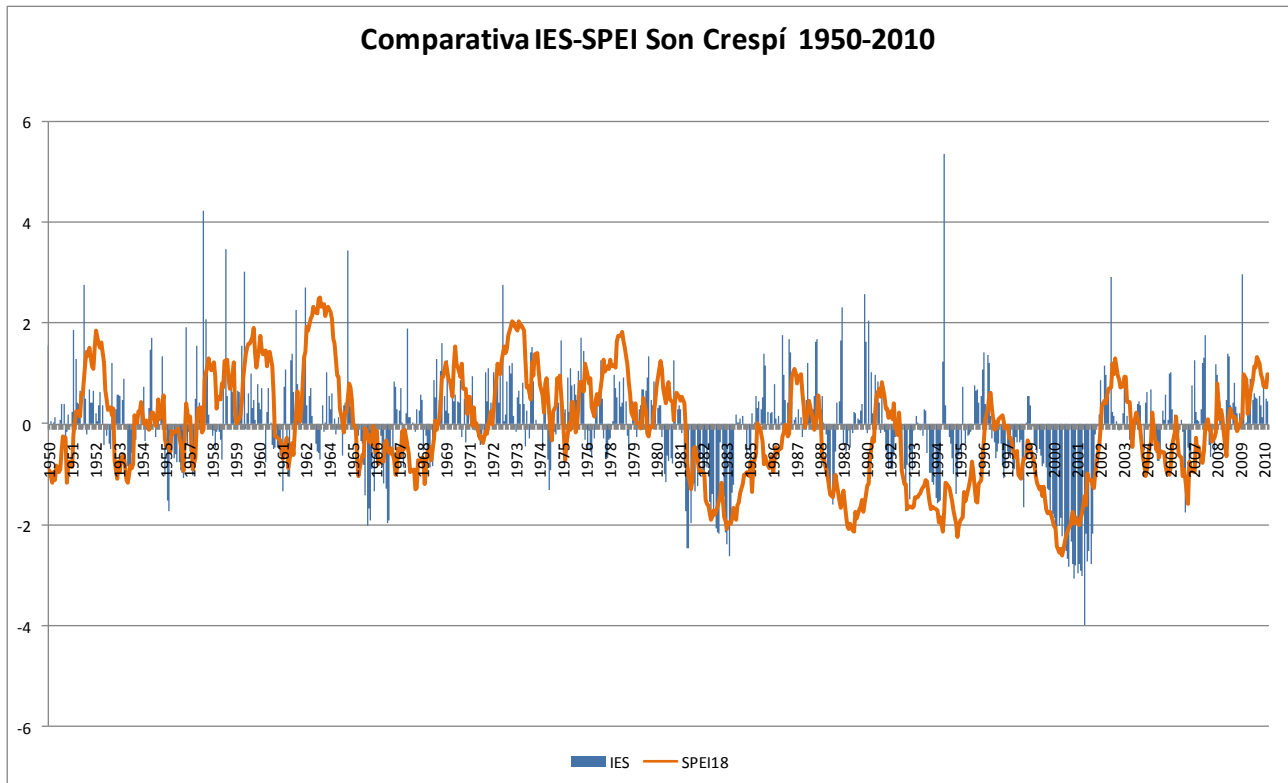


Fig 153: Comparativa valors IESP i SPEI (18 períodes) Son Crespí 1950-2010.

Per acabar, amb aquesta anàlisi s'han realitzat un darrer exercici de comparació entre un i altre índex a l'observatori de Xorrigo (àrea periurbana de Palma). El resultat de les correlacions han estat molt similars als casos anteriors (fig 155) oferint les màximes correlacions 0,52 en l'escala temporal dels 18 de SPEI.

Joan Caldentey Brunet

SPEI	0,01
SPEI 3	0,37
SPEI 6	0,46
SPEI 9	0,51
SPEI 12	0,52
SPEI 18	0,52
SPEI 24	0,51
SPEI 36	0,41
SPEI 48	0,33

Fig 154 Coeficients de correlació IESP i SPEI (1,3,6,9,12,18,24,36,48 períodes) Xorrigo (1950-2010).

SEQÜÈNCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS IESP (XORRIGO)			SEQÜÈNCIES SEQUES SUPERIORS A 12 MESOS SPEI (18 PERÍODES). (XORRIGO)		
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1955-X1956	17	-1,65	V1961-VII1963	14	-1,26
III1961-X1962	20	-3,38	IV1964-II1969	58	-2,07
III1963-VII1969	61(30+31)	-2,61	IX1981-III1985	42	-2,06
IV1999-V2002	37	-3,40	X1988-IX1990	23	-1,72
			VII1992-IX1996	50	-1,55
			I1998-V2002	52	-2,85

Fig 155: Comparativa durada i intensitat seqüències seques superiors a 18 mesos IESP i SPEI (18 períodes) Xorrigo 1950-2010.

En aquest exemple el nombre d'eixuts de relativa llarga durada que detecta l'IESP és sensiblement menor al cas del SPEI. L'IESP detecta un primer episodi de dèficit pluviomètric entre els anys 1955 i 1956, sequera ignorada en el cas del SPEI, en segona instància les sequeres detectades per l'índex de l'esmentada climatòloga entre el 1961-1962 i 1963 i 1969 apareixen com una sola en el cas de l'índex de Serrano i Beguería. Igualment aquest darrer índex detecta altres episodis deficitaris pel que fa a la seva

Joan Caldentey Brunet

pluviometria també detectats en el cas d'alguns dels observatoris citats amb anterioritat (1988-1990) i (1992-1996). Per contra, existeix plena coincidència en la detecció de l'episodi de finals dels anys 90 i principis dels 2000 del qual ja se n'ha fet referència de manera reiterada.

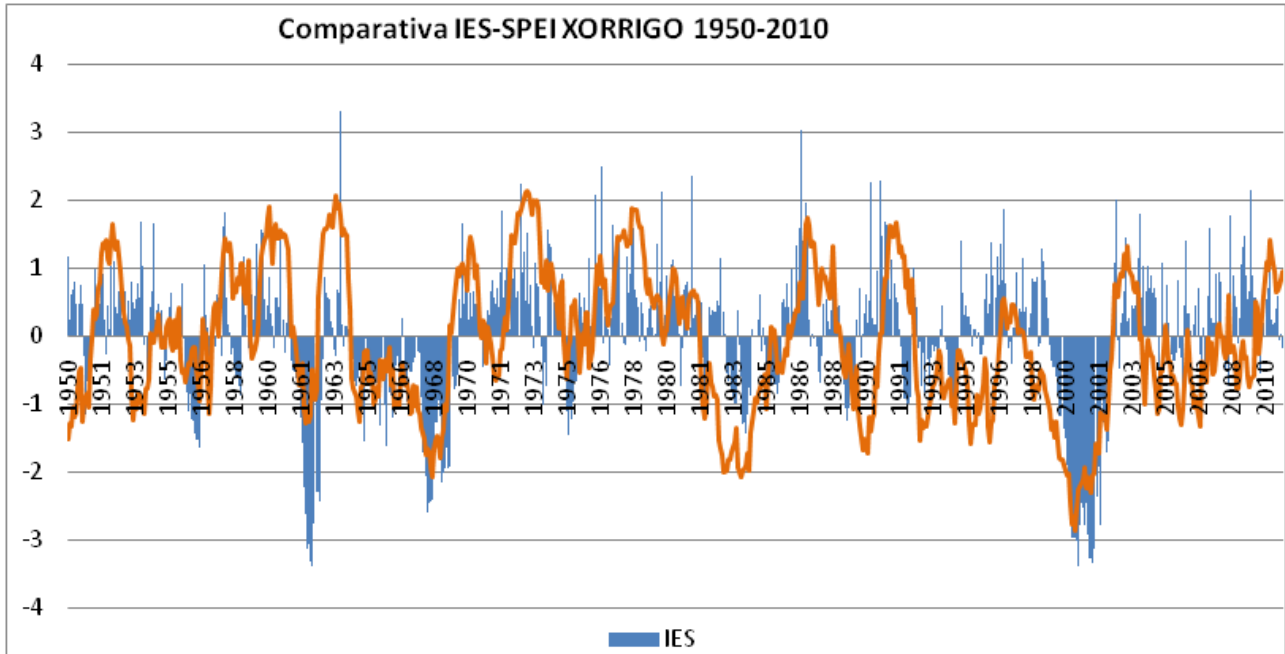


Fig 156: Comparativa valors IESP i SPEI (18 períodes) Xorrigo 1950-2010.

Conclusions

La comparació entre l'Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica i l'índex estandarditzat d'evapotranspiració precipitació evidencia que tant un com l'altre són eines perfectament vàlides i útils per a la detecció de sequeres pluviomètriques de llarga durada donat que aquells episodis més intensos i dilatats temporalment són detectats tant per un índex com un altra. Ara bé, considerant que els elements del sistema climàtic a cada una d'ells i el procediment de càlcul (tot i que ambdós es presenten de manera tipificada) no són idèntics cal fer algunes consideracions sobre cada un d'ells i la seva utilitat a partir dels aspectes detectats en els casos observatoris anteriors estudiats:

Joan Caldentey Brunet

- A nivell general el SPEI detecta més seqüències seques de llarga durada que l'IESP ara bé en la majoria de casos es tracta d'episodis que es distingeixen a la totalitat d'estacions utilitzades. Això s'explicaria pel simple fet que el SPEI, a diferència de l'IESP també té en compte el factor de l'evapotranspiració, per tant un període considerat pluviomètricament no deficitari pot ser interpretat com una sequera. Si observem amb el SPEI apareixen noves seqüències a inicis de la dècada dels 50, finals dels 80 i principis dels 90, rarament detectades amb l'IESP sobretot en els dos primers casos. Aquest fet s'explica per ser moments especialment càlids i de màxima activitat solar, cosa que inevitablement fa augmentar el factor evapotranspiració que es sobreposa al de precipitació (LOPEZ BUSTINS, 2006). Ara bé reiterar que els trets grans eixuts que han afectat el territori balear durant la segona meitat del segle XX (part central dels anys seixanta, principis de la dècada dels 80 i els inicis del segle XXI) sí que es presenten com a seqüències intenses i amb més de 12 mesos de durada amb un i altra índex.
- El càlcul de l'IESP i els del SPEI a una sola escala temporal és infructuós donat que l'IESP planteja ja l'acumulació de valors negatius fins a que es produeix un canvi de signe fins a l'aparició d'anomalies positives mentre que el SPEI es presenta calculat considerant diverses escales temporals (de 1 a 48 mesos). Per tant, a priori la simple comparació no té sentit. L'alternativa seria comparar el SPEI amb el clàssic SPI de Mcknee, que es presentaria també a diverses escales temporals enlloc d'establir comparacions amb la variant que presenta Maria Fernanda Pita. Mateixa conclusió a la qual arriben VICENTE i BEGUERÍA (2015). Tot i això hem vist que si les majors correlacions entre un i altre índex s'adonen quan els comparem amb valors d'SPEI acumulats entre els 12 i 18 mesos.
- Existeix una tendència general amb el SPEI a que les sequeres siguin més llargues mentre que amb l'IESP apareixen més intenses d'acord amb els valors de la distribució normal de -1 a 1. Aquest fet s'explicaria pel component acumulatiu de les anomalies negatives a l'IESP mentre en cas del SPEI tornaria a tenir relació amb l'efecte de l'evapotranspiració.

Joan Caldentey Brunet

5.2.5. Reflexions finals sobre les seqüències seques superiors a 12 mesos a nivell balear (1950-2010)

Consideracions generals sobre les seqüències seques superiors a 12 mesos a l'illa de Mallorca (1950-2010)

La major de les Balears ha viscut fins a vuit períodes secs que en almenys en un percentatge important d'estacions han donat seqüències seques de més d'un any de durada. En aquest sentit, cal destacar que han estat els episodis secs de 1965-1969, 1981-1986 i 1999-2002 els més generalitzats (en registres de seqüències seques superiors a 12 mesos a la majoria d'estacions.) i amb intensitats màximes que oscil·len entre el -2,5 i el -4 (fins i tot en alguns casos inferior) a la majoria d'observatoris. No obstant això, l'exemple de les sequeres pluviomètriques del 1950-1954, 1955-1957, 1961-1962, 1988-1990, 1992-1996 mostra una distribució manco generalitzada donat que en totes elles percentatges inferiors al 50% dels observatoris registren l'eixut més enllà dels 12 mesos. A nivell global també es tractaria d'eixuts d'intensitat més moderada i menys perllongats que als anteriors tot i que a observatoris concrets i en moments concrets es poden assolir valors màxims de -3 o inferior. Per acabar, caldria recordar la presència d'alguns episodis de sequera localitzats a àrees concretes de l'illa i que en ocasions han deixat períodes d'indignència pluviomètrica llarc i localment intensos.

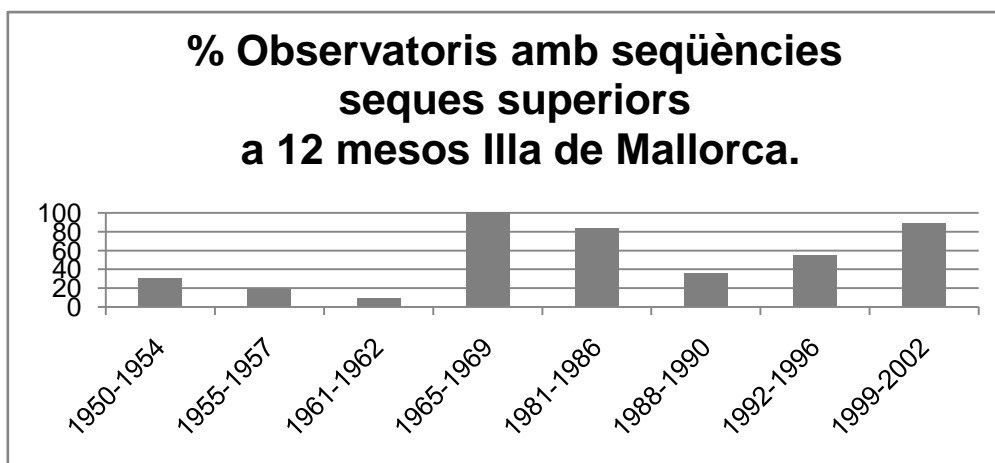


Fig 135: Gràfic dels percentatge d'observatori que detecten seqüències seques superiors a 12 mesos a Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

Per acabar, si fem una comparativa entre les intensitats i durades mitjanes de les diferents seqüències seques superiors a 12 mesos que han afectat l'arxipèlag (fig 135) ens trobam que l'episodi de 1999 a 2002 seria aquell amb un valor mitja d'IESP major (-2,9) mentre que l'eixut de 1981 a 1986 seria aquell amb una durada mitjana major (50 mesos).

Consideracions generals sobre les seqüències seques superiors a 12 mesos a l'illa de Menorca (1950-2010)

Les reduïdes dimensions de l'espai insular fan que a diferència de l'exemple anterior les diferències en quan a durada i intensitat de les diferents sequeres detectades més enllà dels 12 mesos de durada siguin mínimes. Des d'aquesta òptica, els eixuts estudiats tots (1966-1971, 1981-1985) podrien ser qualificats com d'intensos i generalitzats. Pel que fa als dèficits pluviomètrics registrats entre el 1988-1991, 1992-1996, 1999-2001 serien més bé moderats i selectius dins la bipolaritat llevant/ ponent que presenta l'illa.

Mallorca	Observatoris amb seqüències seques superiors a 12 mesos	Valor mitjà	Durada Mitjana
1950-1954	16	-2,4	27
1955-1957	10	-1,5	27
1961-1962	5	-1,8	17
1965-1969	53	-2,3	43
1981-1986	44	-2,7	50
1988-1990	19	-1,7	28
1992-1996	29	-1,8	35
1999-2002	47	-2,9	38

Fig 136: Taula comparativa diferents seqüències seques detectades a Mallorca 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

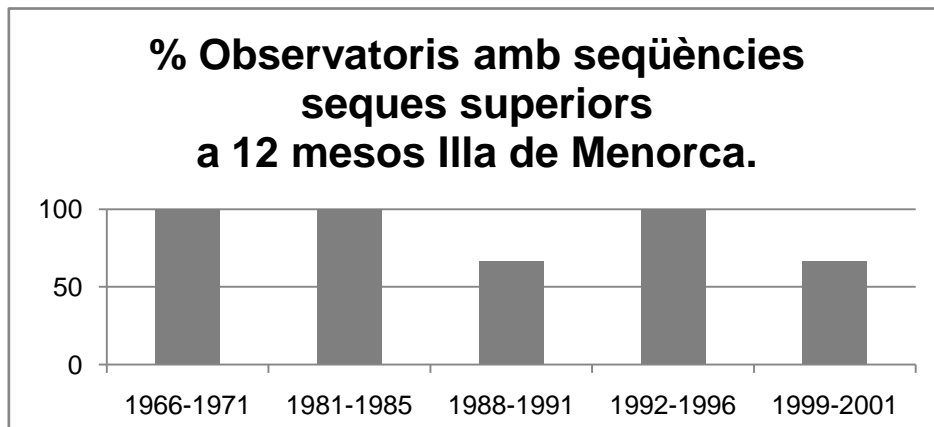


Fig 137: Gràfic del percentatge d'observatori que detecten seqüències seques superiors a 12 mesos a Menorca.

Analitzant valors mitjans (fig 136 observam que la seqüència del 1992-1996 apart de com ja hem dit fou general a l'illa també és la que presenta una intensitat mitjana d'IESP major(2,8) i una durada mitjana major 44 mesos a diferència del cas mallorquí on aquest eixut no és tan intens ni llarg de mitjana.

	Observatoris amb seqüències seques superiors a 12 mesos	Valor mitjà	Durada Mitjana
Menorca			
1966-1971	3	-2,5	52
1981-1985	3	-2,6	41
1988-1991	2	-2,5	36
1992-1996	3	-2,8	44
1999-2001	2	-1,9	29

Fig 138: Taula comparativa diferents seqüències seques detectades a Menorca 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

Consideracions generals sobre les seqüències seques superiors a 12 mesos a les Pitiüses (1950-2010)

L'arxipèlag pitiús a l'igual que Menorca ha estat un espai afectat per sis episodis secs de rellevància tot i que a diferència d'aquestes s'observen més diferències quan a intensitat i abast territorial d'aquests. Així les sequeres pluviomètriques del 1954-1957, 1961-1963, 1982-1986 i 1999-2000 serien generalitzades i intenses d'acord amb l'escala de valors de l'IESP àmpliament citada. Per contra, la resta d'eixuts és a dir 1964-1967 i 1992-1996 tendrien un signe més moderat. Per acabar, cal reiterar que la incidència en quan a durada i intensitat d'aquests eixuts és sempre major a Formentera que no a l'illa d'Eivissa

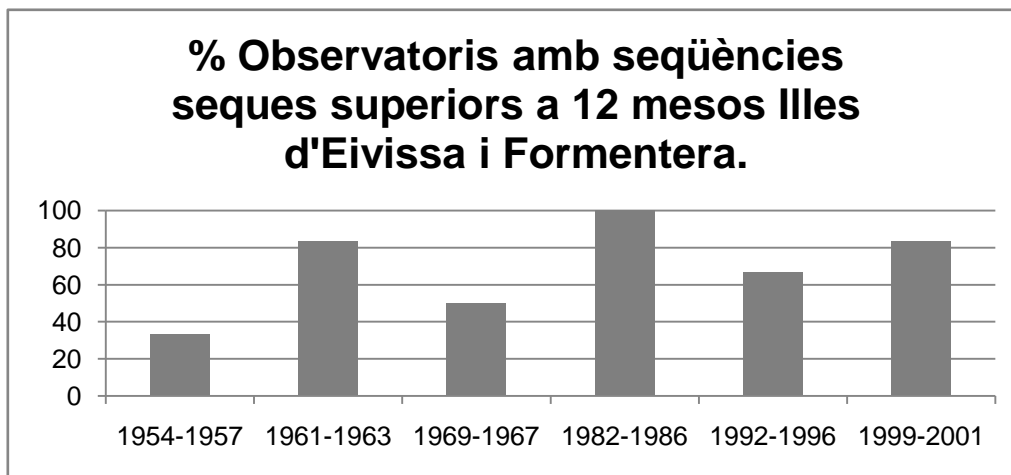


Fig 139 Gràfic dels percentatge d'observatori que detecten seqüències seques superiors a 12 mesos a Eivissa i Formentera.

Comparant la durada i la intensitat mitjana d'aquestes sequeres superiors a l'any al cas pitiús (fig 139) observam que és l'eixut dels primers 80 (1981-1986) fou el més generalitzat (100 % dels observatoris en sequera pluviomètrica durant més de 12 mesos), intens (valor mínim mitjà de -3,2) i llarg, 34 de durada mitjana juntament amb el cas de la sequera de 1999-2001.

Joan Caldentey Brunet

	Observatoris amb seqüències seques superiors a 12 mesos	Valor mitjà	Durada Mitjana
Pitiüses			
1954-1957	2	-2,1	33
1961-1963	5	-2,3	21
1969-1967	3	-1,7	22
1982-1986	6	-3,2	34
1992-1996	4	-2,8	32
1999-2001	5	-2,2	34

Fig 140: Taula comparativa diferents seqüències seques detectades a les Pitiüses 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

Han existit sequeres comunes a tota l'àrea balear entre 1950-2010?

Si comparem els diferents eixuts entre ells els diferents eixuts que han afectat cada una de les Illes Balears (fig 141) observam que efectivament hi ha hagut, tot i que amb diferències temporals mínimes quatre grans episodis que coetàniament han donat lloc a seqüències seques de més de 12 mesos de durada a tot l'arxipèlag. Són per una banda el que trobaríem durant la segona meitat de la dècada dels seixantes, en segon lloc els dels primers vuitanta, un tercer entre 1992- 1996 i per acabar aquell que s'iniciaria al 1999 i finalitzaria l'any 2001-2002.

	MALLORCA	MENORCA	PITIÜSES
SEQÜÈNCIES SUPERIORS A 12 MESOS	1950-1954		
	1955-1957		1954-1957
	1961-1962		1961-1963
	1965-1969	1966-1971	1967-1969
	1981-1986	1981-1985	1982-1986
	1988-1990	1988-1991	
	1992-1996	1992-1996	1992-1996
	1999-2002	1999-2001	1999-2001

Fig 141: Taula resum seqüències seques superiors a 12 mesos a Balears.

En tot cas, no incidirem espacialment amb les diferències geogràfiques d'aquests eixuts, com tampoc d'aquells que només afecten a una illa o a dues illes donat que tot seguit analitzarem l'abast territorial de les sequeres a l'àrea balear aportant cartografia temàtica que en tot aquest cas serà molt més aclaratòria que simples dades d'anys amb valors negatius de l'IESP coincident o no al conjunt balear.

Joan Caldentey Brunet

5.3. L'abast territorial de les sequeres a l'àrea balear.

Fins ara hem estudiat les sequeres de l'àrea balear de manera estrictament analítica caracteritzant-les en quan a durada i intensitat deixant de banda el seu abast territorial. Hem vist a l'apartat introductori que els eixuts tenen conseqüències greus sobre el territori i sobre el qui l'habita. Per tant, cal estudiar-ne la seva incidència per tal de traduir els aspectes quantitius analitzats anteriorment. En primer lloc, estudiarem la incidència dels anys secs sobre el territori balear d'acord amb les anomalies de precipitacions respecte al valors mitjans. Des d'aquesta òptica s'ha de puntualitzar que s'han cartografiat els dèficits respecte a aquests valors mitjans d'aquells anys ja -enumerat amb anterioritat- que d'acord amb el mètode dels quintils han estat considerats secs a alguna de les illes de l'arxipèlag o en els conjunt d'aquestes. Posteriorment s'ha estudiat la incidència geogràfica de totes aquelles seqüències seques superiors a 12 mesos juntament amb la seva evolució temporal. L'únic precedent bibliogràfic fins al moment sobre la incidència territorial de les sequeres a les Illes Balears és el de Miquel Grimalt Gelabert publicat l'any 2002 on s'analitza l'impacte sobre l'illa de Mallorca d'alguns anys secs durant el segle XX, especialment aquells que han afectat l'àrea del Llevant de Mallorca.

No obstant això, en primer lloc, considerant els anys secs a nivell balear (almenys a alguna de les Illes) quantificats anteriorment segons el mètode dels quintils s'han calculat les anomalies respecte a la precipitació mitjana i mitjançant un sistema d'informació geogràfica han estat cartografiades. En segon lloc, de cada una de les seqüències seques superiors a 12 mesos detectades a tot el territori balear s'ha igualment cartografiat, d'acord amb els valors de l'índex estandarditzat de precipitació, la seva evolució temporal mostrant la situació de dèficit pluviomètric a cada una de les illes de l'arxipèlag durant els moments més intensos dels eixuts. Com també durant els moments en els quals s'inicia o es donen per acabats cada un d'aquests períodes d'indigència pluviomètrica.

Joan Caldentey Brunet

5.3.1. Els anys secs.

L'estudi de la incidència territorial i la distribució de les anomalies respecte la mitjana dels anys considerats secs a l'àrea balear ens dona com a resultat la observació de diferents patrons de sequera que han afectat les illes durant la segona meitat del segle XX. Els criteris que hem adoptat per classificar aquests eixuts dins una o altra categoria serien els següents:

- Àrea o àrees més afectades, generalment – no sempre- en el cas de les illes menors (Menorca i Pitiüses) es sol considerar l'espai insular com un territori homogeni en quan a la incidència de les sequeres es refereix. En el cas de l'illa de Mallorca, donada la seva extensió es solen diferenciar àrees que en un mateix any sec poden o no registrar percentatges de precipitació per sota de la mitjana.
- Valor de les anomalies. Des d'aquesta òptica hem elaborat un doble classificació qualificant com d'**importants** tots aquells episodis on es registren a la major part de l'àrea balear anomalies negatives significatives (superiors al 30-40%) i considerant com a **menors** aquelles sequeres que si bé presenten de manera més o menys extensa i general dèficits de precipitació no presenten valors negatius respecte a la mitjana per sota del 20-30% a la major part dels territoris afectats per l'eixut.

En conjunt diferenciam una classificació feta a partir de clusters per semblances, un total de set patrons de sequera. Un primer en el qual tot l'arxipèlag presenta anomalies negatives durant l'any en qüestió mentre que la resta es tracta d'episodis més o menys contrast a una o dues illes o a diferents àrees de Mallorca amb almenys una altra entitat insular.

Joan Caldentey Brunet

1.CENTRADES A MALLORCA I MENORCA.

La primera d'aquestes tipologies es correspon amb tota una sèrie d'anys secs en els quals el gruix de les anomalies negatives es concentra a les illes de Mallorca i Menorca mentre que el món pitiús registraria percentatges anuals no inferiors al valor mitjà. Dins d'aquest primer patró trobam exclusivament anys en el qual les anomalies són més acusades és a dir qualificats com d'importants. En aquest sentit, per ordre cronològic es correspondria als anys 1966 ,1993 i 2006 (fig 157).

Durant l'any 1966 la meitat nord de l'illa de Mallorca i tota l'illa de Menorca presenten percentatges negatius respecte a la precipitació mitjana entre el 30 i 40%. Existeix en aquest sentit una gradació registrant anomalies manco significatives a mesures que descendim en latitud registrant la meitat sud de Mallorca dèficits menors al 30% arribam en alguns indrets del Migjorn insular a presentar valors de signe positius i negatius. A les Pitiüses el dèficit hídric és inferior al 20%.

Les anomalies màximes de precipitació respecte a la precipitació mitjana, valor que oscil·len entre el 30 i el 40% registrades l'any 1993 es concentra a la pràctica totalitat de l'illa de Menorca i l'extrem nord occidental de l'illa de Mallorca. No obstant això, la resta d'aquesta darrera illa mostra valors d'anomalies negatives de precipitació que superen el 10% i en gran part el 20%. Per contra, en aquest cas les Pitiüses no registrarien a nivell general anomalies negatives respecte la precipitació mitjana.

L'exemple més paradigmàtic d'aquest patró correspondria a l'any 2006, moment en el qual la meitat oriental de les illes Balears (Menorca i meitat est de Mallorca) presentarien dèficits moderats entre 10 i 20% que és van intensificant fins arribar al 30% a mesura que avançam cap al Llevant. Per contra, la meitat occidental de l'illa de Mallorca i les Pitiüses no presenten dèficits de precipitacions respecte valor mitjàns.

Tot i que es tracta de tres episodis en els quals les anomalies negatives deixen de banda (o són molts menys pronunciades) a l'àrea pitiüsa presenten intensitat i incidències

Joan Caldentey Brunet

territorials desiguals dins el context de les Illes de Menorca i Mallorca. En tot cas, és l'any sec del 1966 en què el dèficit de precipitacions seria més general i intens.

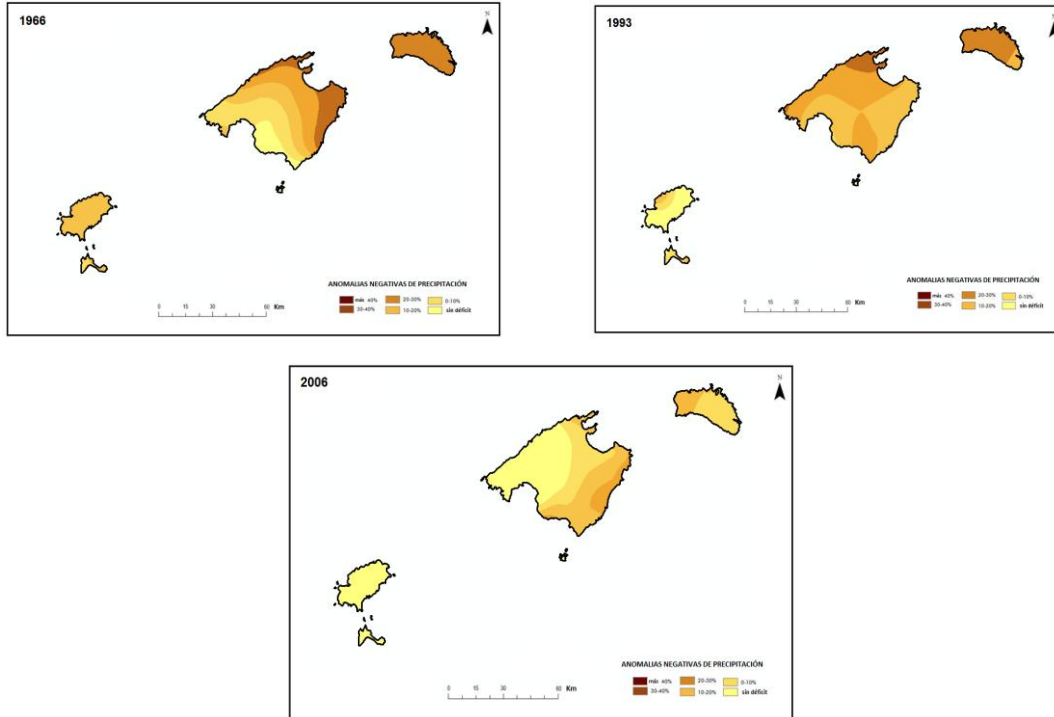


Fig 157 Distribució de la anomalies de precipitació 1966,1993 i 2006.

2.CENTRADES A EIVISSA, FORMENTERA I PUNTS DE MALLORCA

Un segon patró d'anys secs detectats són aquells que es concentren, presentant per tant valors màxims d'anomalies, principalment a les Illes d'Eivissa i Formentera. Tot i això, com a tret cal assenyalar que també l'eixut pluviomètric es manifesta sempre a determinats indrets de l'illa de Mallorca. Altrament l'illa de Menorca en tots els casos sembla que queda marginada de les anomalies negatives o almenys en el cas d'existir es desvien respecte a la mitjana d'una manera molt menys pronunciada que la resta de territoris insulars. Aquest tipus de patró, sí que diferencia entre alguns anys secs en el quals el valor de la anomalies es prou significatiu d'aquells altres en què les anomalies serien més discretes i moderades.

De la primera categoria destacam l'existència d'un total de quatre anys secs, és a dir el 1950,1961,1965 i l'any 1995(fig 158).

Joan Caldentey Brunet

La distribució de les anomalies anuals de precipitació de l'any 1950 evidencia una concentració de la anomalies negatives a les meitat sud de l'illa de Mallorca i a les Pitiüses indret on a la major part del territori el valor de la anomalies oscil·la entre el 30 i el 40%. S'observa per altra banda un decreixement de la anomalies negatives des de la meitat nord de Mallorca fins a Menorca, illa aquesta darrera que no presentaria dèficit hídric.

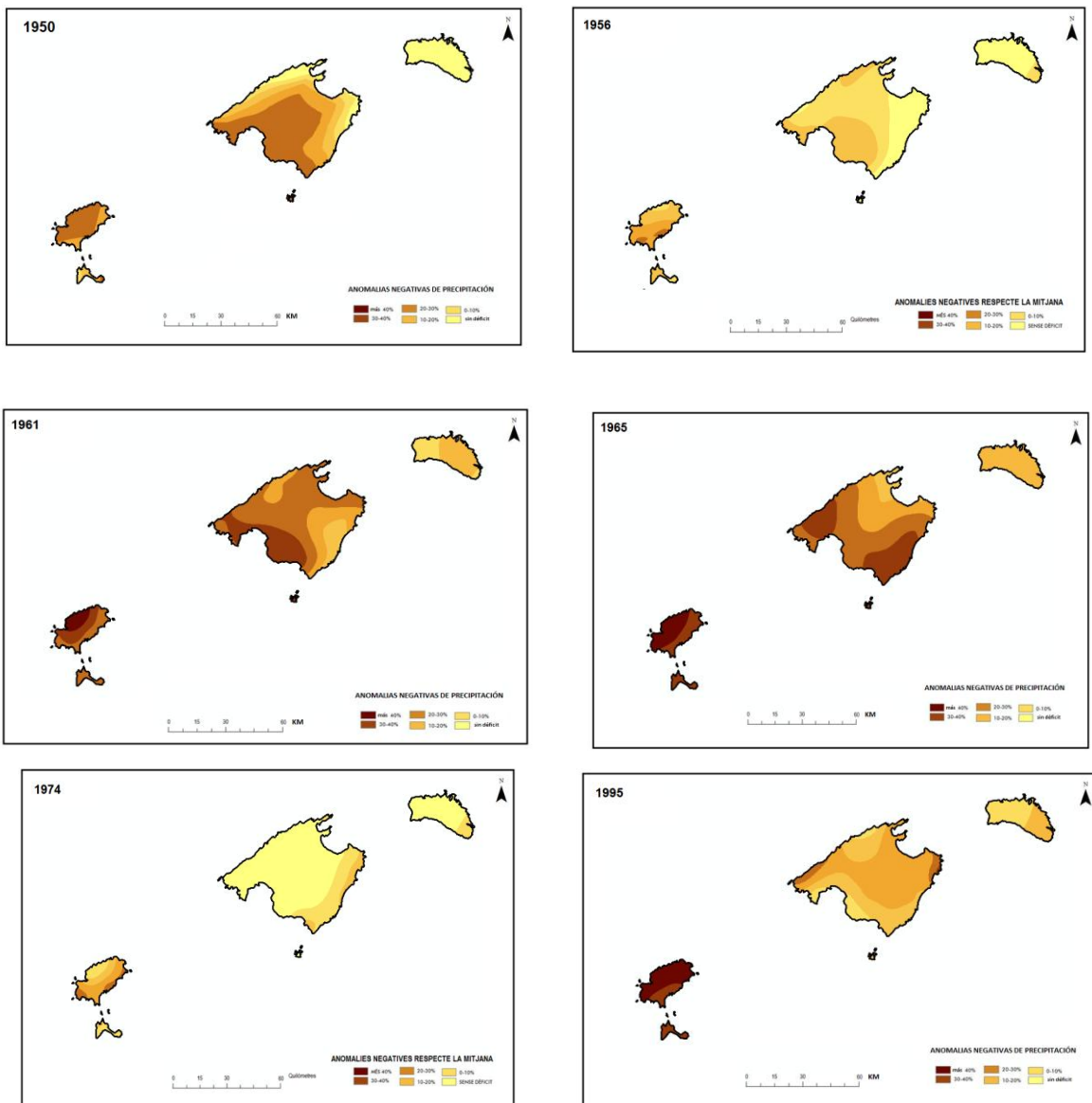


Fig 158: Distribució de les anomalies anuals de precipitació 1950,1956,1961,1965,1974 i 1995.

Joan Caldentey Brunet

En el cas de l'any 1961 el dèficit pluviomètric més accentuat amb valors que superen sempre el llindar negatiu del -30% i que en els cas del ponent eivissenc superen el 40%, trobaríem totes les Pitiüses i tota l'illa de Mallorca exceptuant el seu sector més oriental. En aquesta darrera àrea, juntament amb la totalitat de l'illa de Menorca, el dèficit anual de precipitacions seria més bé testimonial amb valors sempre inferiors al 20%. Fet atribuïble a les precipitacions torrencials que afectaren l'àrea a la matinada del 31 d'octubre al 1 de novembre (GRIMALT, 1992). Situació força similar a l'anterior de l'any 1965, en aquest cas però, el menors valors de dèficit pluviomètric es registrarien a la meitat nord de l'illa de Mallorca i a l'igual que el cas anterior a l'illa de Mallorca. També a l'igual que l'exemple del 1961 és l'extrem occidental de l'illa d'Eivissa l'àrea de tot el territori balear que presentarà anomalies negatives superiors al 40%, indret per tant on l'absència de precipitacions fou especialment intensa.

L'exemple del 1995 mostra un illa de Menorca afectada per dèficits pluviomètrics que no arriben al 20 %, una illa de Mallorca totalment afectada per la sequera però que en conjunt a la major part del seu territori presenta valors similars al del cas menorquí i un arxipèlag pitiús totalment afecta per l'eixut pluviomètric però amb anomalies que sen se excepcions descendeixen dels -30% i que a la major part del territori superen fins i tot el llindar del 40%.

Una vegada analitzats els quatre grans episodis en que aquest patró mostra valors d'anomalies negatives respecte als valors mitjans de precipitació anual prou significatius passa a analitzar aquells casos en què es pot diferenciar una distribució geogràfica del les anomalies idèntica a l'anterior però amb un gradient ments accentuat. En total distingim tres anys secs que s'ajusten als trets tot just comentats, per una banda l'any 1956 per altra l'any 1974 i finalment l'any 1976 Cal destacar que els dos casos anteriors es corresponen a anys secs dins una dècada la dels any 74 en el qual les seqüències seques superiors 12 són realment excepcionals dins el conjunt del territori balear exceptuant Eivissa i Formentera, d'aquí que ens aquests casos les anomalies siguin de signe més bé moderat i afectin especialment aquesta darrera àrea.

Joan Caldentey Brunet

Durant l'eixut del 1956 les anomalies negatives es concentren a l'illa d'Eivissa amb valors que varien entre el 20 i el 30%. D'igual manera tota l'illa de Mallorca exceptuant la comarca del Llevant presenta anomalies que si bé a l'extrem sud de l'illa són similar a les Pitiüses a la major part de l'àrea afecta ni tan sols superen el 10%. L'orient mallorquí i tota Menorca no presentarien dèficit pluviomètric durant aquest any.

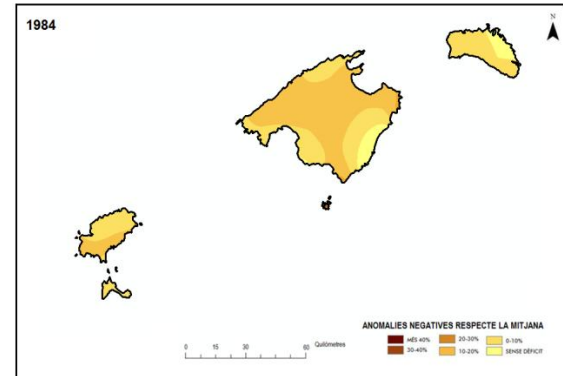
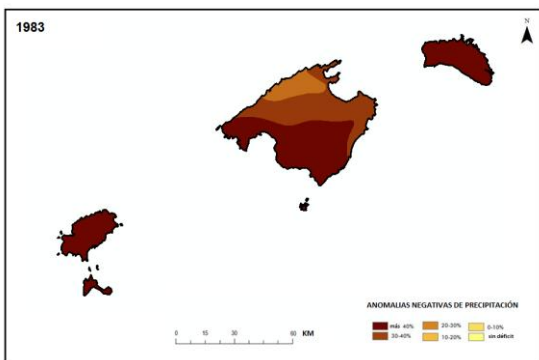
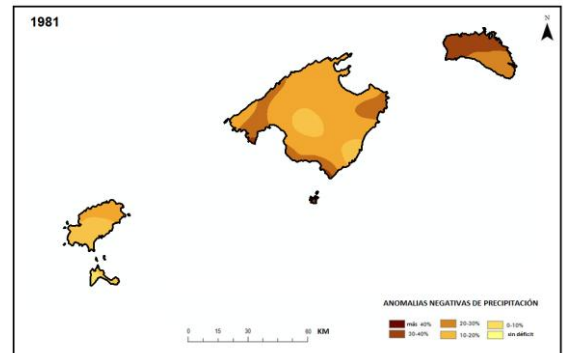
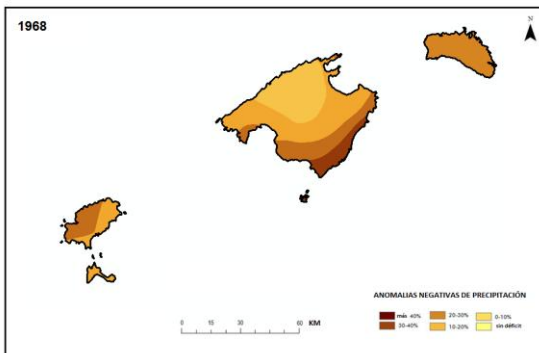
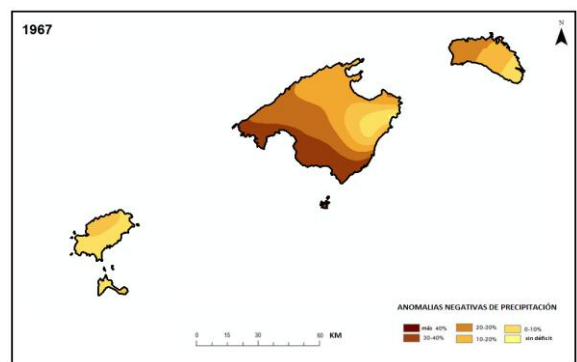
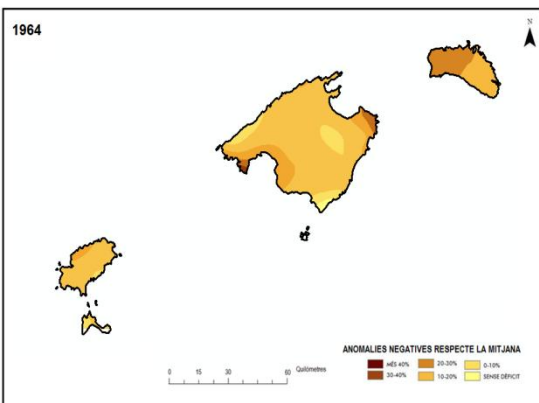
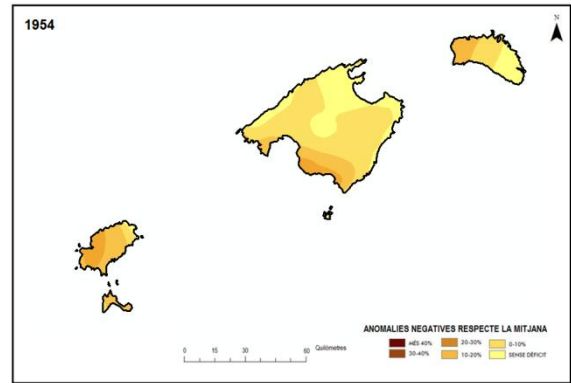
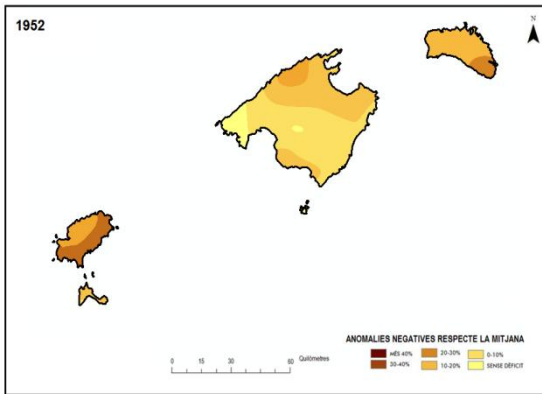
El cas del 1974 és francament peculiar, a l'igual que tots els exemples d'anys secs que es correspondrien a aquest patró el gruix d'anomalies negatives es concentren a l'òrbita pitiüsa (a l'igual que l'exemple anterior amb valors d'anomalia modestos) mentre que gran part de Mallorca i Menorca estan excloses de l'àrea afectada pel dèficit hídric. No obstant això tant una com altra illa presentaran anomalies negatives que tímides (0-10%) als seus vessant orientals.

L'exemple del 1976 mostrat, com a tret reiterat en aquest patró, una Eivissa i una Formentera amb un dèficit moderat i unes Mallorca i Menorca que presenten totals anuals de precipitació inferiors a la mitjana.

3.GENERALS SENSE EXCEPCIONS

El tercer patró de sequera correspondria a aquells anys en què l'eixut presenta un abast general dins el conjunt de l'àrea balear. És a dir que sense excepcions tot l'arxipèlag presentaria anomalies de precipitació negatives. En referència a aquells episodis en els quals el valor de les anomalies és més acusat podem destacar un total de set anys secs, dos durant la dècada dels anys seixanta, 1967 i 1968 tres durant la dècada dels vuitanta, 1981 ,1983, 1988 l'any 1999 i l'any 2000 (fig 159).

Joan Caldentey Brunet



Joan Caldentey Brunet

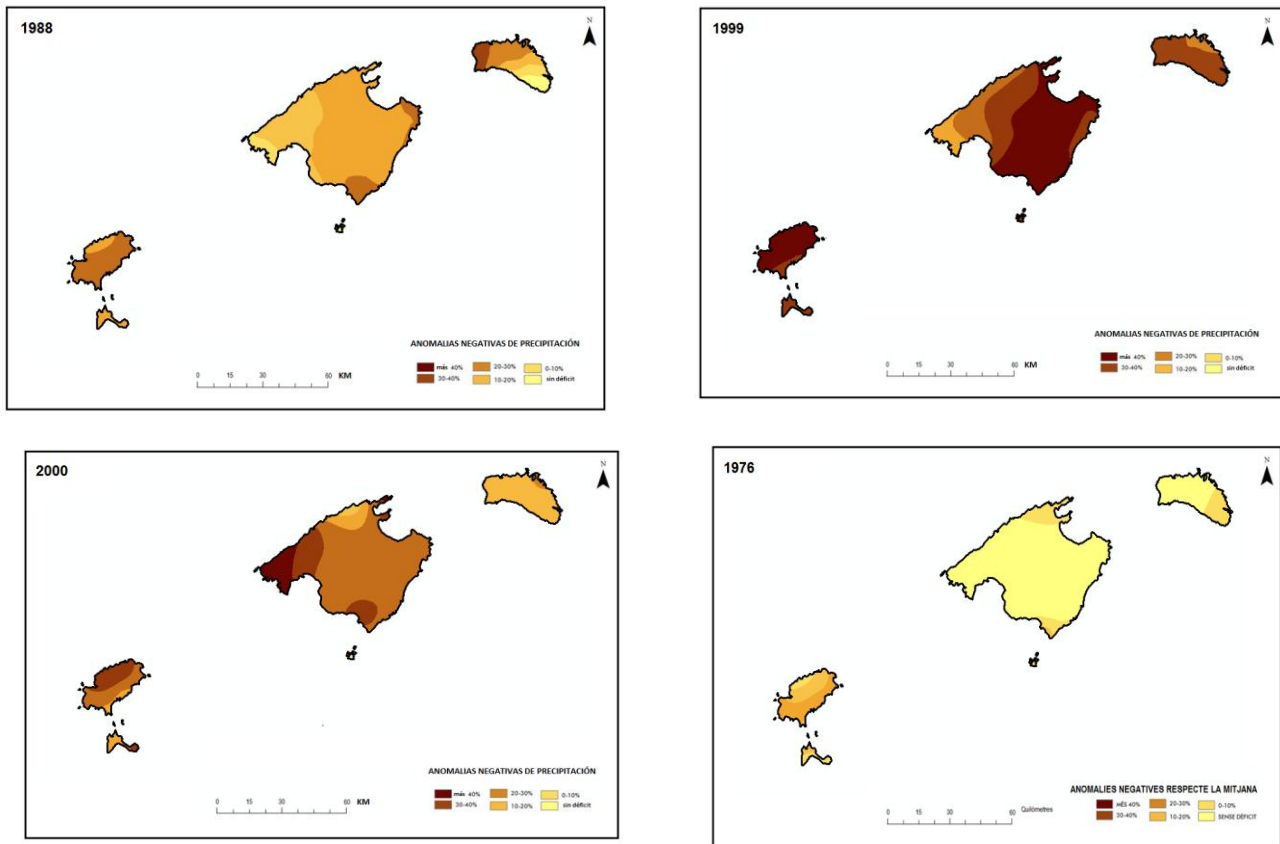


Fig 159. Distribució de les anomalies anuals de precipitació 1952,1954,1962, 1967,1968,1976,1981,1983,1984,1988,1999 i 2000

L'any 1967 presenta anomalies negatives superiors al 20% a tot l'arxipèlag amb algunes significatives diferències a nivell insular. Sembla que les Illes menors sobretot Eivissa foren l'àrea amb manco dèficit pluviomètric. És precisament la meitat sud de Mallorca que presenta anomalies superiors del 30 al 40%.

L'any 1968 mostra una sequera generalitzada especialment concentrada al Llevant de Mallorca i Eivissa amb anomalies negatives. que oscil·len entre els 20 i els 40 %. Seria l'àrea muntanyosa de Mallorca (Serra de Tramuntana) el territori que es veuria menys afectat per l'eixut amb valors negatius del 10 al 20%. L'any 1981 mostra un patró dispers en què, si bé no hi ha cap àrea concreta del territori balear que presenti valors de precipitació superiors a la mitjana tampoc, n'hi ha cap que presenti anomalies molt

Joan Caldentey Brunet

intenses, és a dir superiors al 40%. No obstant això serà el ponent menorquí on aquest eixut tendrà màxima repercussió amb valors de -30/-40%.

En canvi a la pràctica totalitat de les Illes de Mallorca, Eivissa i Formentera les anomalies no variaran del -20/-30%. Únicament, producte de pluges locals determinats sectors (al voltant d'un o varis observatoris) els dèficits presentats seran del -10/-20%. Parlam de la meitat sud d'Eivissa i l'illa de Formentera i indret del Pla i Migjorn de Mallorca.

L'any 1983 seria de tots els anys secs quantificats el que presentaria una eixut més globalment intens seguit a poca distància pel 1999. Amb l'excepció del nord-oest mallorquí, tota l'àrea balear presenta anomalies superiors al -30%, fins i tot superiors al -40%. Cal recordar en aquest sentit que anteriorment quan s'estudiaven les seqüències seques superiors a 12 mesos de durada molts de moments crítics el trobarem durant la tardor d'aquest any i que aquest eixut dona seqüències superiors a l'any de durada a la pràctica totalitat d'observatoris de referència.

En conclusió és tracta de l'any més crític pel que fa a la intensitat i incidència territorial de la sequera dels seixanta estudiats entre el 1950 i l'any 2010. L'any 1988 presentaria una distribució de la anomalies similars a la de l'any 1981 pel que l'illa de Mallorca es refereix, és a dir una eixut present a tota l'illa amb valors d'anomalies negatives respecte a valors mitjans que varien del 10 al 20%. A diferència d'aquest serà Eivissa i no Menorca l'illa amb dèficit pluviomètric més acusat ja que gran part del territori pitiús presentarà anomalies negatives que variarà del 20 al 30%. Al cas menorquí s'observa un important gradient d'anomalies decreixents oest-est presentant al cas de l'observatori de Ciutadella un dèficit pluviomètric del 30 al 40% mentre que als observatoris situats al llevant insular el total anuals i percentual de pluges fou similar a la mitjana.

L'any 1999 presenta una situació idèntica a la del 1983 tot i que a nivell general les anomalies negatives superiors al 40 % únicament són presents a les Pitiüses i la meitat est de Mallorca. La Serra nord de Mallorca seria, de nou, l'àrea balear menys afectada per l'eixut amb anomalies que decreixen est cap a oest i que arriben a ser inferiors al 10% al

Joan Caldentey Brunet

cas de l'extrem sud-oest de l'illa. La pràctica totalitat de l'illa de Menorca presentaria valors d'anomalies del -30 al -40%.

La situació durant l'any 2000 mostra una sequera generalitzada on el sud-oest de Mallorca i Pitiüses presenten un major dèficit de precipitacions amb algunes àrees amb anomalies superiors al -40%, la resta de Mallorca dividida en una Serra de Tramunta que en el seu sector altimètricament més elevat presenta anomalies negatives inferiors al 20% i una àrea extensa amb valors d'anomalies dels -30/-40%. A l'igual que el cas del 1988 l'illa de Menorca, la més septentrional de l'àrea balear presenta un dèficit pluviomètric menor (inferiors al -10%).

En referència a aquells anys secs que presenten dèficit pluviomètrics més modestos però que compleixen aquest patró destacaríem dos anys de la primera meitat dels cinquanta, 1952 i 1954, l'any 1964 i l'any 1984.

L'any 1952 la sequera és especialment detectable sobretot a les illes d'Eivissa i Menorca. Mentre que Mallorca estaria dividida entre un nord modestament afectat per l'eixut i un sud on el dèficit és inexistent o inferior al 10%. Curiosament l'àrea mallorquina que presentaria anomalies més moderades seria l'àrea centreoccidental de la l'illa (Serra de Tramuntana), una àrea que si recordam ens els anys, classificats dins aquest patró, amb dèficits més acusats i extensos, pareixia tenir una certa resistència a l'aparició d'anomalies de precipitació importants.

L'any 1954, presenta una dualitat marcada per aquelles àrees que no presenten dèficit de precipitacions (nord de Mallorca i llevant de Menorca) d'aquelles que presenten totals pluviomètrics anuals tímidament inferiors a la mitjana. És a dir, meitat sud de Mallorca, Pitiüses i ponent de Menorca. Donat que la major part del territori balear presentaria anomalies negatives hem considerats la situació d'aquest any com de sequera generalitzada. L'any 1964 presenta una sequera general a tota l'àrea balear però de signe molt modest, a excepció feta de la meitat és de Menorca on s'observen anomalies que superen el -20% tot l'espai balearic presenta dèficits del -10/-20%.

Joan Caldentey Brunet

El 1984 es mostra com un any en el qual el gran dèficit de precipitacions heretat de l'any anterior persisteix, tot i que, amb una incidència general amb valors d'anomalies que a la major part del territori estudiat varien del -10 % al -20%.

4.CENTRADES A MENORCA

Una quarta categoria de sequeres serien aquells que primordialment afecte l'illa de Menorca. En tots els casos existeix un denominador comú. Tot el territori menorquí afectat per un intens eixut i la resta d'illes amb un dèficit hídric nul o molt discret. D'entre els casos que es correspondria a d'aquest patró, amb un valor destacat de les anomalies negatives trobaríem als anys 1989 i 1992 (fig 160).L'any 1989 ens mostra un eixut que tendria com a epicentre el Llevant menorquí que presentaria unes anomalies negatives que superarien el 40%. No obstant això, si bé el valor de les desviacions respecte la mitjana decreix cap al ponent tota l'illa presenta dèficit hídric presentant variacions negatives respecte la mitjana lleugerament inferiors al 20% en el cas de l'àrea propera a Ciutadella (extrem occidental de l'illa). El dèficit hídric seria completament absent al cas pitiús i si bé la meitat oest de Mallorca estaria afectada per una modesta manca de precipitacions cal destacar igualment la meitat oriental de l'illa presentaria aquest any precipitacions que superarien la mitjana. En part degut a les precipitacions torrencials que afectaren l'àrea els dies 31 d'agost i 6 de setembre del mateix any.

La distribució geogràfica de les anomalies corresponents a l'any 1992(fig 160) mostren d'igual manera total anuals de precipitacions superiors a la mitjana a Eivissa i Formentera, una desviació negativa molt feble que de manera global i conjunta afectaria a tota l'illa de Mallorca i anomalies negatives importants entre el 30 i el 40% al ponent menorquí. L'eixut tendeix des d'aquesta òptica a suavitzar-se a mesura que ens desplaçam cap al ponent de l'illa. Cal puntualitzar que l'àrea de l'illa de Mallorca més afectada per aquest eixut seria el seu Llevant sector més proper a l'oest menorquí, que com ja hem dit seria el territori on les precipitacions s'allunyaren més del valor mitjà anual. Tot i tractar-se de diferents espais insulars, la seva proximitat geogràfica fa pensar que pot existir una certa correlació entre aquestes dues àrees.

Joan Caldentey Brunet

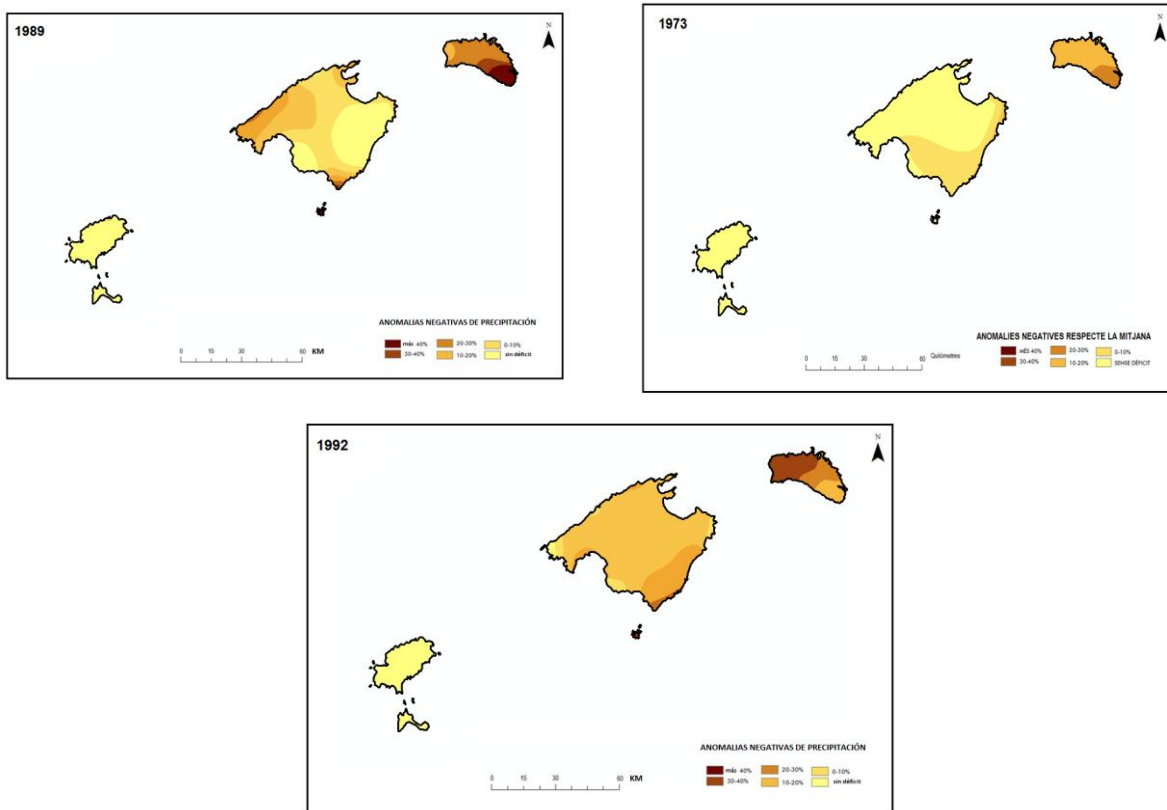


Fig 160: Distribució de les anomalies anuals de precipitació 1973,1989 i 1992.

Finalment destacaríem l'any 1973 pel fet de presentar un eixut centrat sobre el territori menorquí però sen se presentar àrees amb anomalies negatives superiors al 30%. Des d'aquest punt de vista l'eixut es més acusat sobre l'àrea Maonesa (est de l'illa) però en tot cas general a tot el territori. A l'igual que al cas anterior el Llevant de Mallorca seria la zona de Mallorca on es presenta de manera exclusiva el dèficit hídric.

5. CENTRADES A MALLORCA

Considerant la posició central de Mallorca dins l'àrea balear i les dimensions de l'illa que superen els 3500 Km² fa difícil que una sequera pugui centrar-se únicament sobre el territori mallorquí sense afectar parcialment alguna de les illes menors. De fet, durant el període d'estudi trobarem només un any sec en què les anomalies negatives respecte la mitjana es concentrin únicament a Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

És el cas de l'any 2005 (fig 161). Any en el qual tot el tota l'illa estaria en dèficit pluviomètric en una escala creixent nord –sud. És a dir si bé la franja nord de l'illa – Menorca no presenta dèficit hídric- anomalies negatives de baix percentatge, fins i tot inferior al 10%) l'extrem sud en presenta que superen el 30%. De fet, dos terços de l'illa presenten desviacions percentuals respecte la mitjana superiors al 20%.

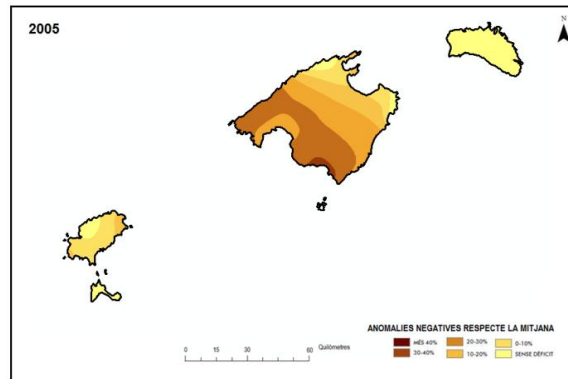


Fig 161: Distribució geogràfica de les anomalies negatives respecte precipitació mitjana.2005

En el cas Eivissenc i Formenterer únicament el seu sector oriental més proper a Mallorca presentaria totals anuals lleugerament inferiors als valors mitjans.

6. MENORCA I EIVISSA, PARCIALMENT A MALLORCA

El darrer patró de sequera detecta seria aquell en què les illes menors (Pitiüses i Menorca) es veurien afectades globalment per una sequera pluviomètrica. Per contra la major de les Balears, és a dir Mallorca únicament es veuria afectada per l'eixut de manera local. Tot i tractar-se d'un patró en què els eixuts es centren a dos punts extremes de l'espai balear és recurrent presentant-se fins en tres ocasions, el 1986, 1990 i 1994 (fig 162).

La distribució de les anomalies respecte a la precipitació mitjana de l'any 1994 presenten valors positius a tot el territori balear exceptuant la major part de l'illa de Mallorca, al seu extrem sud-oest i la totalitat de l'illa de Mallorca que presenta anomalies entre el - 20 i el - 30% .

Joan Caldentey Brunet

En el cas de l'any 1994 (fig 162) s'observa un patró de sequera dispersa per tot l'arxipèlag que és especialment intens al cas de l'illa de Menorca on en el cas de les estacions situades al sector oriental presenten totals anuals que percentuals són inferiors al 30% dels valors mitjans. Amb tot el quadrant nord de l'illa de Mallorca també es veuria afectat per l'eixut a l'igual que tot el territori pitiús. En aquest cas la meitat sud mallorquina presentaria valors positius fet indicatiu de què en aquest sector les precipitacions anuals foren iguals o superiors a les seves mitjanes anuals.

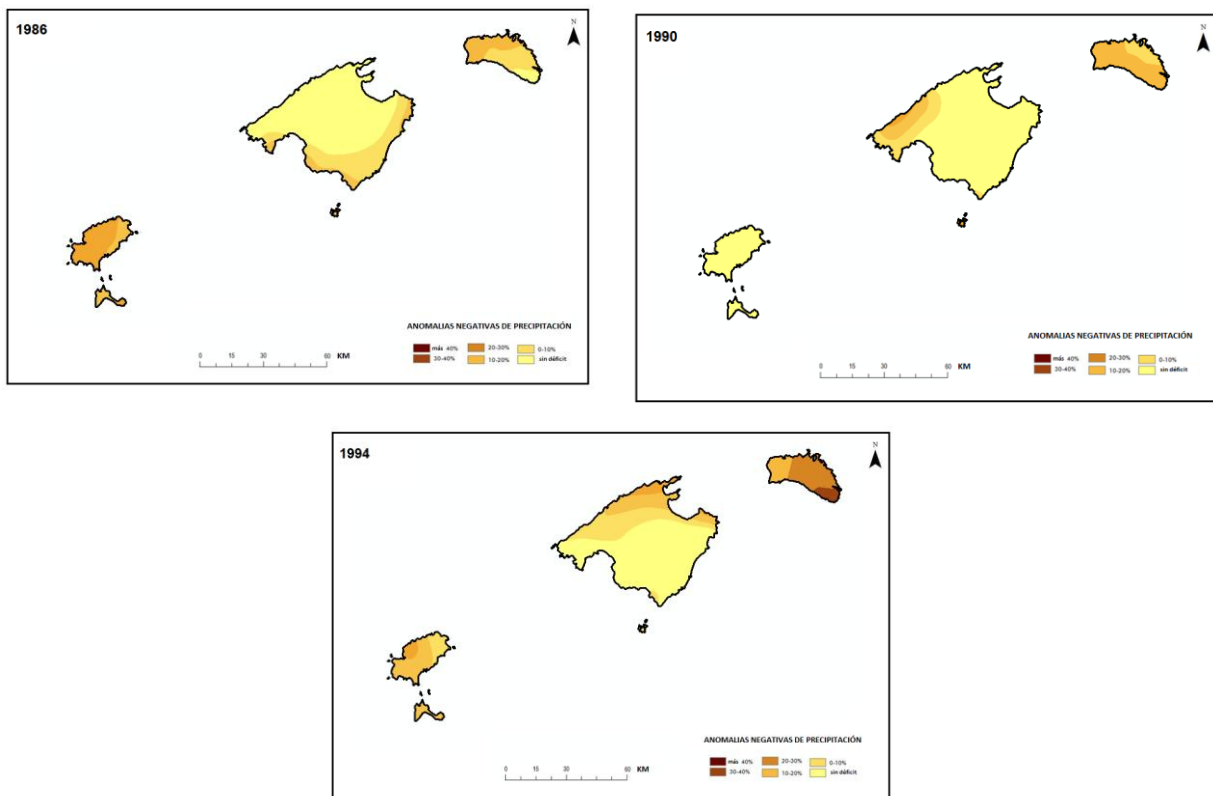


Fig 162:Distribució geogràfica de les anomalies negatives respecte precipitació mitjana.1986,1990 i 1994.

Joan Caldentey Brunet

	GENERALS	MALLORCA I MENORCA	MENORCA, EIVISSA I PARCIALMENT MALLORCA	MALLORCA	EIVISSA, FORMENTERA I ÀREES DE MALLORCA	MENORCA
1950						
1951						
1952						
1953						
1954						
1955						
1956						
1957						
1958						
1959						
1960						
1961						
1962						
1963						
1964						
1965						
1966						
1967						
1968						
1969						
1970						
1971						
1972						
1973						
1974						
1975						
1976						
1977						
1978						
1979						
1980						
1981						
1982						
1983						
1984						
1985						
1986						
1987						
1988						
1989						
1990						
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						
2010						
TOTAL	10	3	3	1	7	3

ANY AMB SEQUERA
 ANYS SENSE SEQUERA

Fig 163: Taula resum de la recurrència dels anys secs i el patró de sequera que li correspon.

Joan Caldentey Brunet

.ASPECTES SIGNIFICATIUS SOBRE LA DISTRIBUCIÓ TERRITORIAL DE LES ANOMALIES ANUALS DURANT ELS ANYS SECS.

L'observació dels diferents patrons de sequera fa que es puguin detectar una sèrie d'aspectes significatius i rellevants de cara considerar com els dèficits pluviomètrics han afectat l'àrea balear. Des d'aquesta òptica anam a reiterar i destacar alguns d'aquests aspectes a completar però amb les possibles relacions que això té amb la circulació atmosfèrica:

- La recurrència dels diferents patrons és variable, hem vist que per exemple en el cas de sequeres centrades a l'illa de Mallorca és un patró força excepcional i que només es reproduïx durant un dels anys secs estudiats. D'altra banda, el patró més recurrent seria aquell corresponent al episodis de sequera generalitzada que es reproduïx fins en un total de 10 ocasions (d'aquests 7 episodis destacats) durant el cinquanta anys estudiats. El segon pel que fa a la seva freqüència d'aparició seria aquells que presenta eixuts centrats a Eivissa i Formentera i determinats indrets de Mallorca. Destacant-ne d'aquest darrer fins a 4 episodis amb anomalies prou significatives. Mentrestant, la resta de patrons únicament es reproduïrien fins a tres ocasions.
- En el cas de l'illa Menorca s'observa una dualitat entre el Llevant i el Ponent de l'illa. Si bé en els cas de sequeres generalitzades tot el territori insular presenta desviacions percentuals respecte la mitjana similars en la majoria d'ocasions sol existir una diferència en quan a la incidència de la sequera considerable existint per tant un certa polaritat entre els dos extrems de l'illa. Cal recordar però, que la part central de l'illa no té observatoris meteorològics dels qual n' haguem pogut utilitzar les dades durant el període d'estudi.
- Tot i que coherentment era el més factible diferenciar patrons que afectessin àrees geogràficament properes o illes senceres en el cas de Menorca i les Pitiüses o àrees relativament extenses de Mallorca. S'ha observat, des d'aquesta perspectiva l'existència d'un patró difús on l'anteriorment esmentat no sempre es compleix.

Joan Caldentey Brunet

PATRO	NOMBRE D'EPISODIS SIGNIFICATIUS	NOMBRE D'EPISODIS MENORS	TOTAL
CENTRADES A MALLORCA I MENORCA	3		3
CENTRADES A EIVISSA, FORMENTERA I PUNTS DE MALLORCA	4	3	7
GENERALS SENSE EXCEPCIONS	7	3	10
CENTRADES A MENORCA	2	1	3
CENTRADES A MALLORCA	1		1
MENORCA I EIVISSA, PARCIALMENT A MALLORCA	3		3

Fig 164: Taula resum de la recurrència dels diferents patrons de sequera a l'àrea balear.

- En una primera aproximació, a confirmar en d'acords amb els patrons de circulació atmosfèrica podria existir una cert correlació entre el Llevant de Mallorca i l'àrea ciutadellenca situada al ponent menorquí.

La Serra de Tramuntana, i en concret el seu sector més nord occidental, pareix ser el sector manco vulnerable a les diferents sequeres sobretot d'un patró sent a la vegada d'indret de l'arxipèlag recordem amb màxim totals anuals de precipitació. A mode preliminar aquest fet seria atribuïble a l'existència de pluges orogràfiques ja que també és un territori que supera el 1000 metres d'alçada. Tot i això aquest sector muntanyenc tampoc està absent de patir dèficits pluviomètrics pronunciats i intensos. A més Mallorca degut a la seva extensió presenta mecanismes que intensifiquen pluges com són el relleu i convergència de brisa.(JANSÀ, 2014).

Joan Caldentey Brunet

5.3.2. Les seqüències seques superiors a 12 mesos i la seva distribució territorial.

Anteriorment hem estudiat els diferents patrons d'anys secs observats a les Illes Balears. Ara ens cal estudiar la incidència territorial de les diferents seqüències seques superiors a 12 mesos, que d'acord amb el ja hem exposat, han afectat el territori illenc. En el cas anterior oferirem una cartografia adjunta corresponent a les anomalies respecte a la mitjana del període comprés entre el 1950 i el 2010. No obstant això, manca una anàlisi més a detallada i a nivell mensual d'aquests eixuts. Per això, s'ha elaborat una cartografia temàtica que il·lustra l'evolució temporal de la incidència de cada una de les sequeres pluviomètriques que a cada una de les illes de l'arxipèlag han tingut més d'un any de durada. Generalment, aquesta cartografia és un intent de retratar el grau d'incidència d'aquests eixuts en diferents moments significatius d'aquests. És a dir, en els primers estadis de dèficit, en els seu moment més àlgids i en el moment en què l'absència de precipitacions deixat d'afectat total o parcialment el territori insular. A diferència de l'estudi dels anys secs, en què s'ha utilitzat anomalies percentuals respecte la mitjana, per analitzar els eixuts de durada superior a l'any s'han utilitzat valors de l'índex estandarditzat de sequera d'acord amb l'escala següent adaptada a partir de l'original de l'autora de l'índex:

- Normal (sense sequera)
- Molt sec (sequera moderada)
- Moderadament sec (moderadament severa)
- Extremadament sec (sequera excepcional/extraordinària)

D'altra banda, donat que els valors de referència són els resultats del càlcul d'aquest per cada un dels observatoris, l'anàlisi d'aquesta incidència s'ha fet a nivell insular. És a dir per cada un de les Illes de l'arxipèlag considerant que l'estudi a Eivissa i Formentera ha estat conjunt i també d'acord amb la cronologia de les diferents seqüències delimitades a l'espai anterior.

Joan Caldentey Brunet

5.3.2.1 Illa de Mallorca.

L'estudi dels diferents eixuts en el cas de Mallorca seria el següent:

Sequera 1961-1963

L'eixut que afectà l'illa entre el 1961 -1963 (fig 165) viu el seu moment més crític precisament durant el seu inici coincidint amb l'inici de la primavera del primer any de la dècada dels seixanta. En aquest moment gran part de l'illa, en concret el llevant de Mallorca i tota la meitat sud es troba afectada per valors de l'IESP extremadament secs, la resta de territori mallorquí presenta valors considerats com a molt secs mentre que únicament una àrea situada al centre nord de l'illa oferiria un dèficit pluviomètric qualificable de moderadament sec.

Mesos després en concret a principi del 1962, les pluges de tardor i hivern han suavitzat el dèficit pluviomètric i han homogeneïtzat la seva incidència dins l'illa. A tota aquesta presentaria si més un valor d'IESP qualificable de moderadament sec.

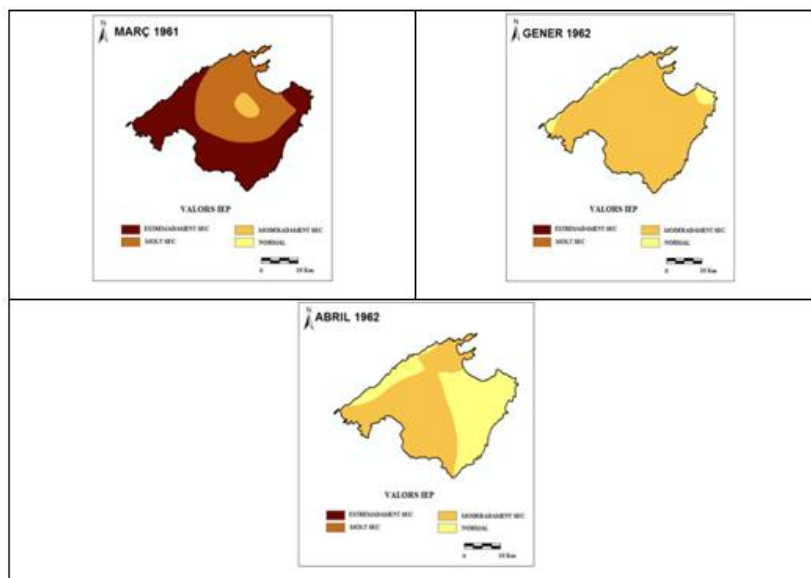


Fig 165: Evolució territorial i temporal de la sequera 1961-1963 a Mallorca

Joan Caldentey Brunet

No obstant això, les pluges primaverals, característiques del clima mallorquí, feren que ja a l'abril del mateix any l'eixut s'anés dissipant i ja la meitat est de l'illa i una part de la Serra de Tramuntana presentàs valors normals d'IESP.

Sequera 1965-1969

La sequera que afecta Mallorca durant quatre any entre el 1965 i 1969 (fig 166) ja es detecta a la totalitat de l'illa al mes de febrer del 1965 presentant valors extrems en el seu quadrant sud-oest. Si bé la resta de l'illa també es veuria afectada per l'eixut ofereixen valors d'IESP molt sec o moderadament sec. Curiosament les pluges equinoccials de la primavera del mateix any faran que l'eixut doni una treva traduïda amb el fet que la part central de l'illa temporalment no viurà en una situació de precipitacions per sota de valors estadísticament normals. D'altra banda l'anormalment ploquera tardor del 1965 farà que al Desembre d'aquest any tota l'illa es trobi castigada per valor moderadament secs. Aquesta situació d'eixut d'intensitat moderada però general a nivell insular persistirà fora canvis fins a l'octubre del 1967. Moment en el qual l'eixut s'aguditzarà donat que exceptuant l'extrem sud de l'illa presentarà ja valors d'IESP qualificables com de molt secs. Al gener del 1968 únicament un reducte situat al llevant de l'illa que ofereix valors moderadament secs tota Mallorca presentarà un eixut accentuat (molt sec). Precisament un any després l'epicentre de l'eixut es trasllada a n'aquesta darrera àrea observant valors que van des de secs fins a molt secs. Pel contrari, la resta del territori insular presentaria valors quantificables com de moderadament secs.

Entre la primavera i estiu del 1969 la sequera tendeix a remetre i ja una gran part de l'illa presenta valors normals d'IESP indicatius de la inexistència de dèficit pluviomètric.

Joan Caldentey Brunet

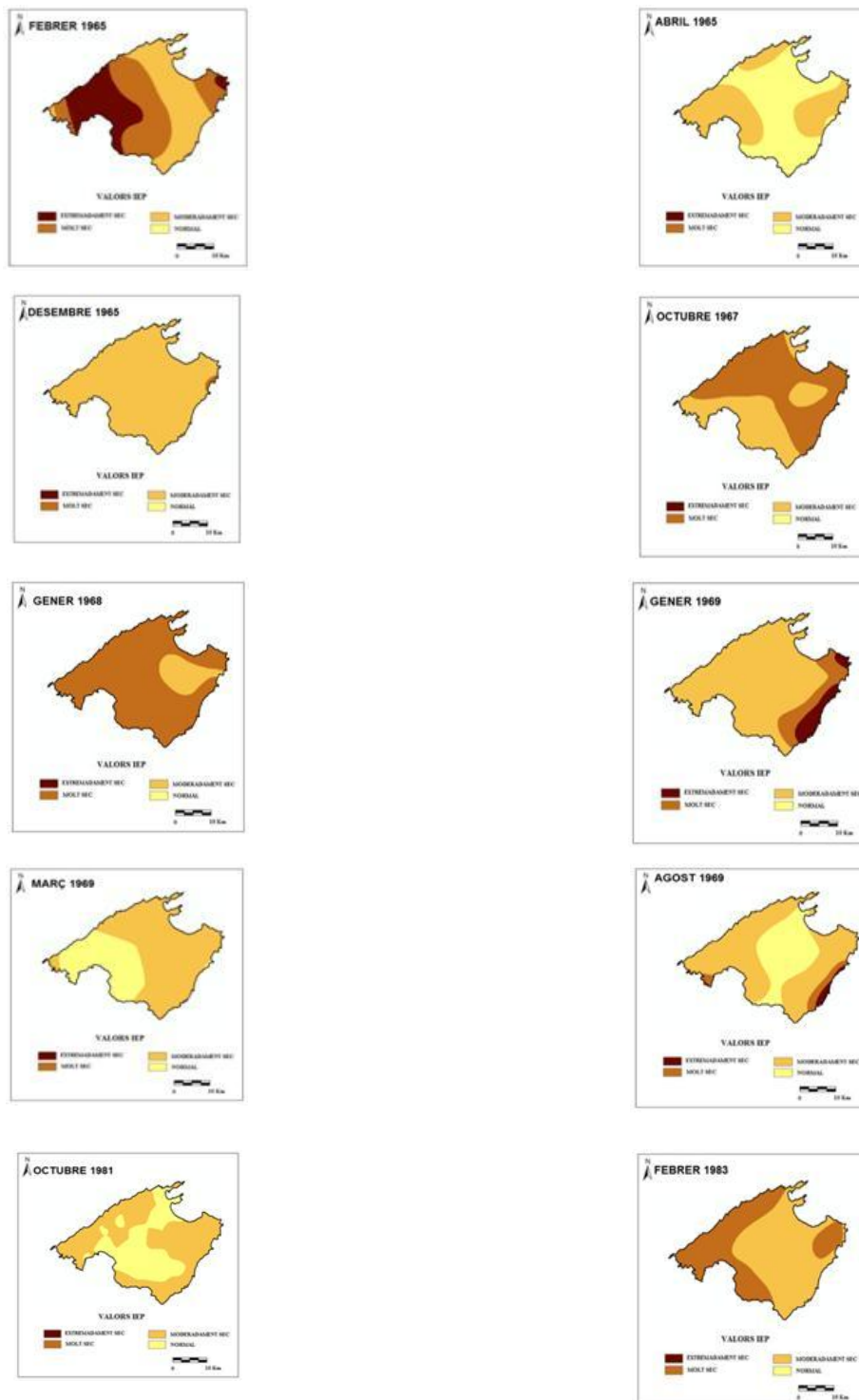


FIG 166 :Evolució territorial i temporal de la sequera 1965-1969 a Mallorca

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1981-1986

L'eixut que durant pràcticament cinc anys afectà la major part de l'illa de Mallorca entre 1981 i 1986 (fig 167) es comença a manifestar a la tardor del 1981 quan gran part de l'illa exceptuant la part central es trobava sota valors d'IESP moderadament secs. Aquest eixut moderat i si més no generalitzat es manté fins a l'hivern del 1983 en què la situació s'aguditza. En aquest moment tota l'illa es troba en situació de dèficit hídric. Mentre que la Serra de Tramuntana presenta un eixut qualificable de molt sec el dèficit pluviomètric seria de signe moderat. Onze mesos després és a dir al mes de gener del 1984 la meitat occidental de l'illa ja presenta valors d'IESP extremadament secs mentre que la meitat oriental la situació seria de molt sec i localment moderadament seca. Durant l'estiu del 1985 el quadrant sud-oest de l'illa segueix sent l'àrea més afectada per l'eixut tot i que ha presentant valor de dèficit pluviomètric més suaus (molts sec). La sequera també tendeix a remetre a la resta de l'illa tot i això a l'estiu del 1986 la situació pareix no haver-se normalitzat i la major part de l'illa de Mallorca encara presenta un dèficit hídric de signe moderat.

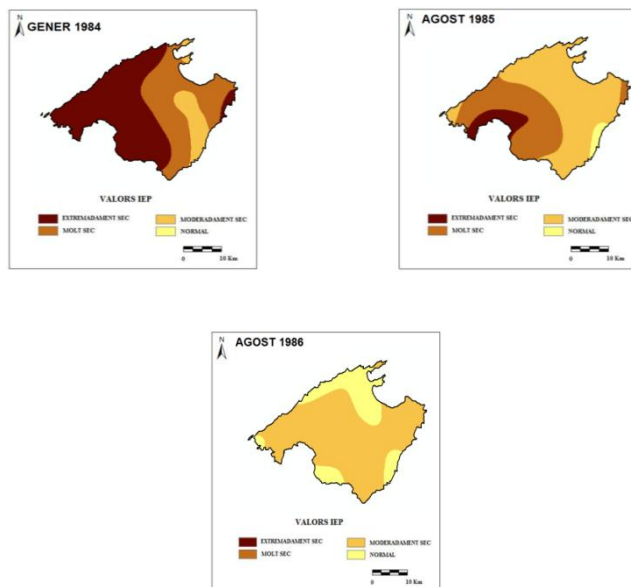


Fig 167: Evolució territorial i temporal de la sequera 1981-1986 a Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1988-1990

L'absència de pluges durant la tardor del 1988 és manifesta amb l'aparició d'un eixut que afecta especialment el vessant nord de la Serra de Tramuntana, àrea que presenta valors d'IESP extremadament sec. No obstant això, a la resta d'illa la situació seria qualificable de molt seca. Durant la primavera del 1989 el dèficit hídric és pràcticament idèntic a tot el territori mallorquí que presenta valors moderadament secs. Ja durant la tardor del 1990 (setembre) únicament es manté en la meitat occidental de l'illa però ja amb valors de dèficit hídric testimonial.

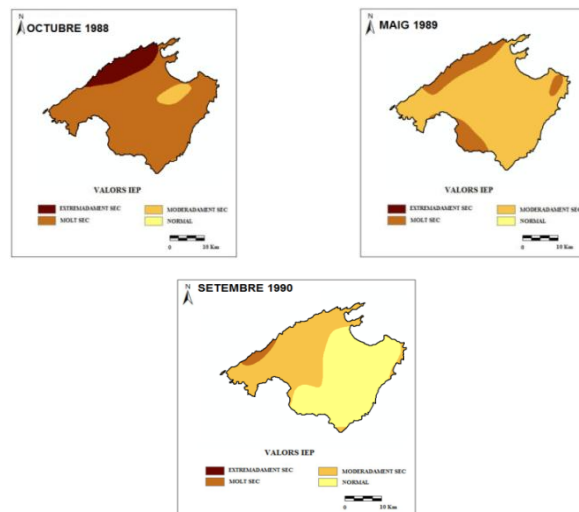


Fig 168: Evolució territorial i temporal de la sequera 1988-1990 a Mallorca.

Sequera 1992-1996

Si bé durant l'any 1992 alguns observatoris mallorquins ja registren dèficit hídric no serà fins a la primavera del 1994 quan l'eixut es generalitza mostrant-se especialment incident a l'àrea centre nord de la Serra Nord oferint valors molt secs mentre que la resta del territori insular presenta una sequera pluviomètrica més moderada (moderadament secs). Curiosament un any després la situació pluviomètrica és pràcticament idèntica sense que s'hagi agreujat o suavitzat.

Al juny del 1996 gran part del territori insular ja presenta valors d'IESP positius quedant com a únic reducte de sequera l'extrem nord occidental de l'illa.

Joan Caldentey Brunet

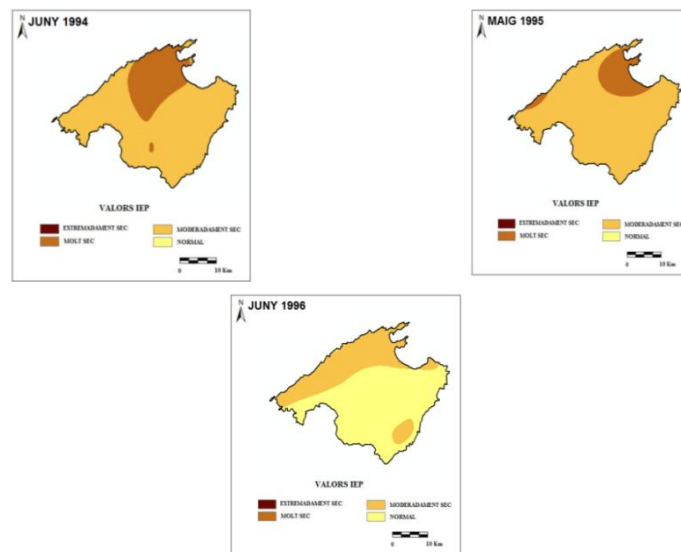


Fig 169: Evolució territorial i temporal de la sequera 1992-1996 a Mallorca

Sequera 1999-2002

Durant la tardor del 1999 s'inicia un nou eixut detectable a la pràctica totalitat dels observatoris de l'illa. No obstant això, la situació tendirà a agreujar-se durant la primavera de l'any 2000, on es succeeix la segona estació plujosa amb dèficits de precipitació. En aquest moment (fig 169) l'àrea central de l'illa de Mallorca era en principi més afectada. Des d'aquest moment i fins a finals de 2001 l'eixut s'anirà intensificant i agreujant per tot l'espai illenc considerant-me la situació com de seca, situació que no s'havia produït des de l'any 1983.

Les copioses precipitacions de la primavera de l'any 2002 possibilitaren que l'IESP vagi adoptant valors positius i que per tant l'eixut anàs remetent. En aquest moment (abril 2002) (fig 169), tota l'illa ja presentava valors d'IESP no deficitaris.

Joan Caldentey Brunet

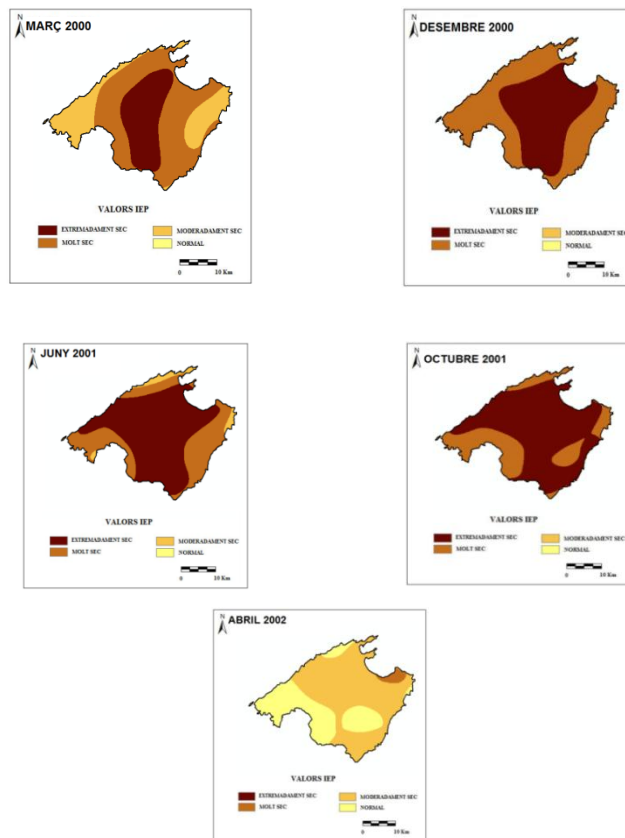


Fig 170 Evolució territorial i temporal de la sequera 1999-2002 a Mallorca.

5.3.2.2 Illa de Menorca.

Tal i com hem vist en apartat anteriors, l'illa de Menorca s'ha vist igualment afectada per una sèrie de seqüències seques superiors a l'any de durada entre 1950 i 2010. A l'igual que al cas mallorquí aquestes han afectat de manera desigual el territori menorquí pel que passam a il·lustrar com durant cada un d'aquests episodis han anat evolucionant aquests eixuts.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1966-1971

Durant el mes d'octubre del 1966 (fig 171), a diferència el cas veí de Mallorca, encara no presenta dèficit pluviomètric a cap indret de l'illa. Aquest es començarà a fer especialment durant la primavera del 1968. Moment en què la part oriental del territori menorquí presentarà ja valors d'IESP qualificables de molt secs. A l'octubre del mateix any la situació serà pràcticament idèntica tot i que el sector de Llevant ja es veu afectat per un dèficit pluviomètric moderat. Entre l'octubre del 1968 i març del 1969 l'eixut s'aguditzarà a l'àrea ciutadallena presentant valors d'IESP extremadament secs. Des d'aquesta perspectiva a nivell general l'eixut tendeix a suavitzar-se durant a partir de la tardor d'aquest mateix any, moment en què tot el territori presentarà valors molts secs. Ja a l'hivern del 1971 l'eixut es pot donar per acabat donat que tota l'illa ja no presenta dèficit pluviomètric.

Sequera 1981-1985

Si bé durant a tardor del 1981 l'absència de precipitacions encara no ha donat lloc a l'aparició d'un dèficit hídric generalitzat si què a principis del 1982 ja és un fet palès (fig 172). És presenta com un eixut inicialment moderat i generalitzat però que ja des del setembre del 1982 afecta primordialment la meitat est de l'illa on la situació hídrica ja es pot qualificar com de molt seca. Durant la tardor del 1983 tot el conjunt insular ja presenta valors d'aquest signe mentre que al gener del 1984 tota l'illa es troba sota una sequera pluviomètrica amb valors d'IESP quantificables com a molt secs. Seria per tant el moment més crític de l'eixut. No obstant això, les pluges equinoccials d'aquest mateix any farien que ja al setembre d'aquest mateix any la situació es donàs per regularitzada tornant aparèixer el dèficit pluviomètric de manera moderada a l'extrem occidental de l'illa durant gran part del 1985.

Joan Caldentey Brunet

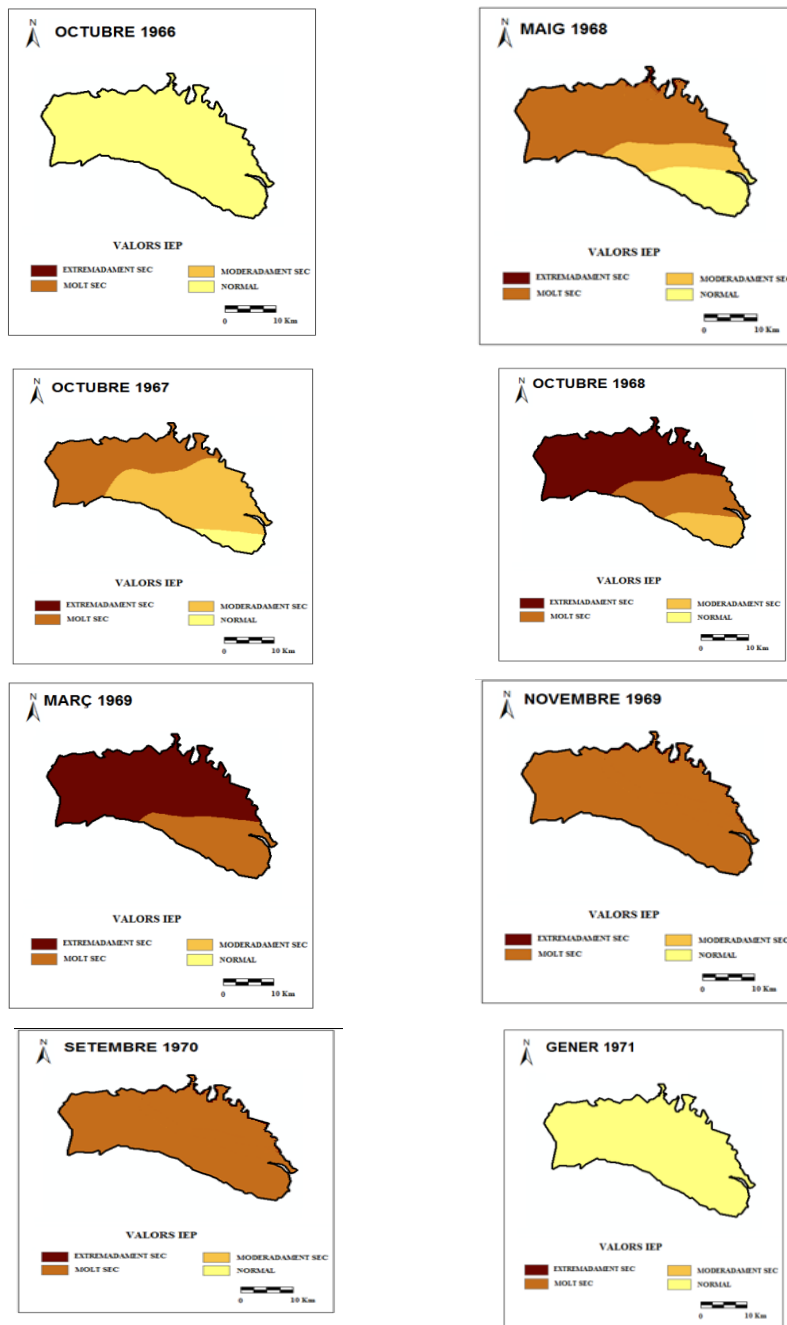


Fig 171: evolució territorial i temporal de la sequera 1966-1971 a Menorca

Joan Caldentey Brunet

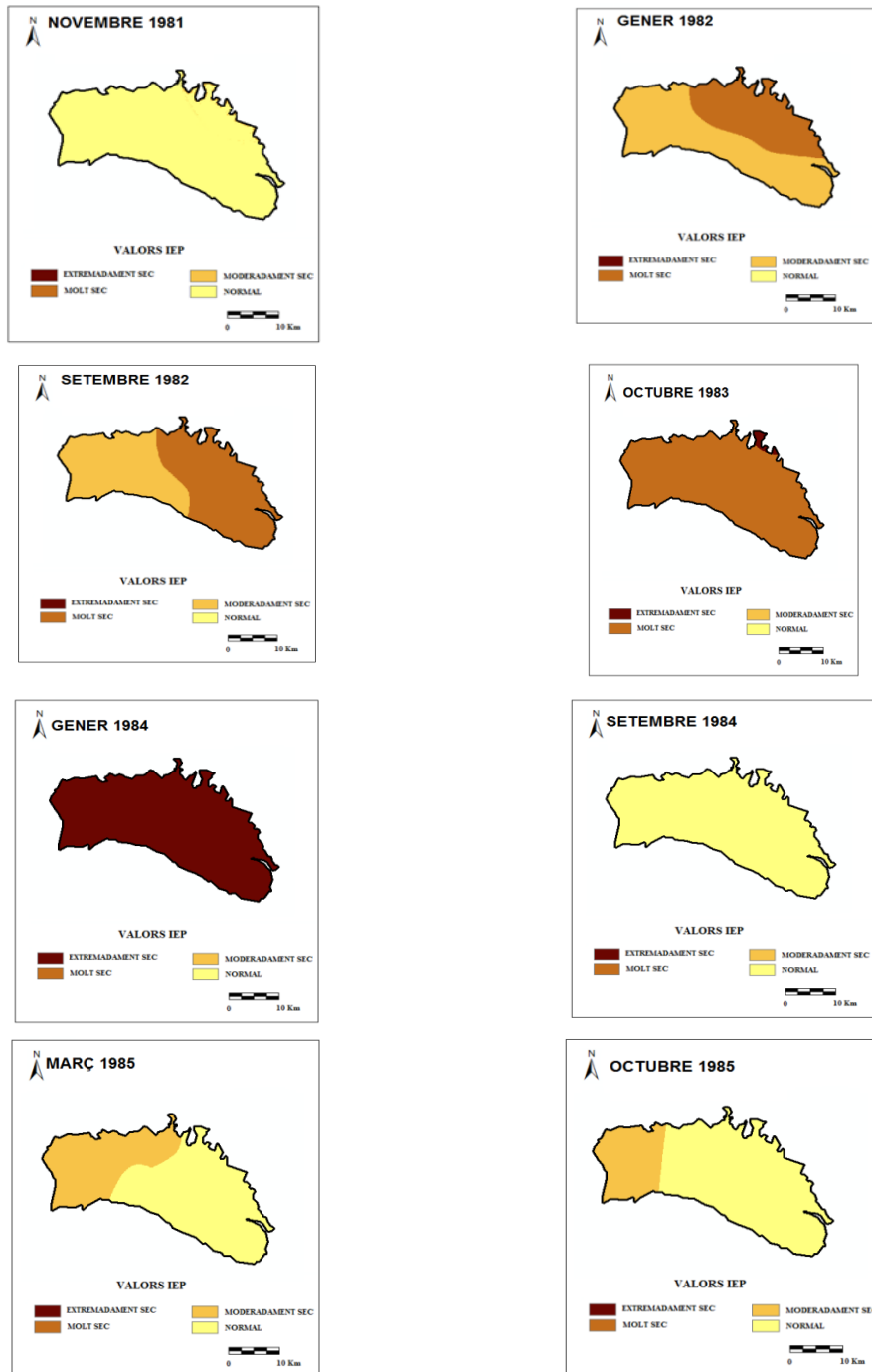


Fig 172: evolució territorial i temporal de la sequera 1981-1985 a Menorca

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1988-1991

L'eixut que afectà l'illa entre el 1988 i 1991 (fig 173) afecta primerament l'àrea de ponent que ja al mes de novembre del mateix any presentaria un dèficit pluviomètric moderat mentre que la resta d'illa si més no encara no es veuria afectada per la sequera. Durant la primavera del 1989 la sequera ja afecta de manera global tot el territori menorquí si bé la incidència és encara major al sector ciutadallenc. Al febrer del 1990 la situació s'ha invertit de tal manera que la sequera tendeix a suavitzar-se a la meitat occidental de l'illa mentre que s'agreuja a la meitat oriental que en aquests moments estaria vivint un situació hídrica extremadament seca.

Amb les pluges de primavera i principi d'estiu del 1991 el dèficit pluviomètric desapareixeria per complet.

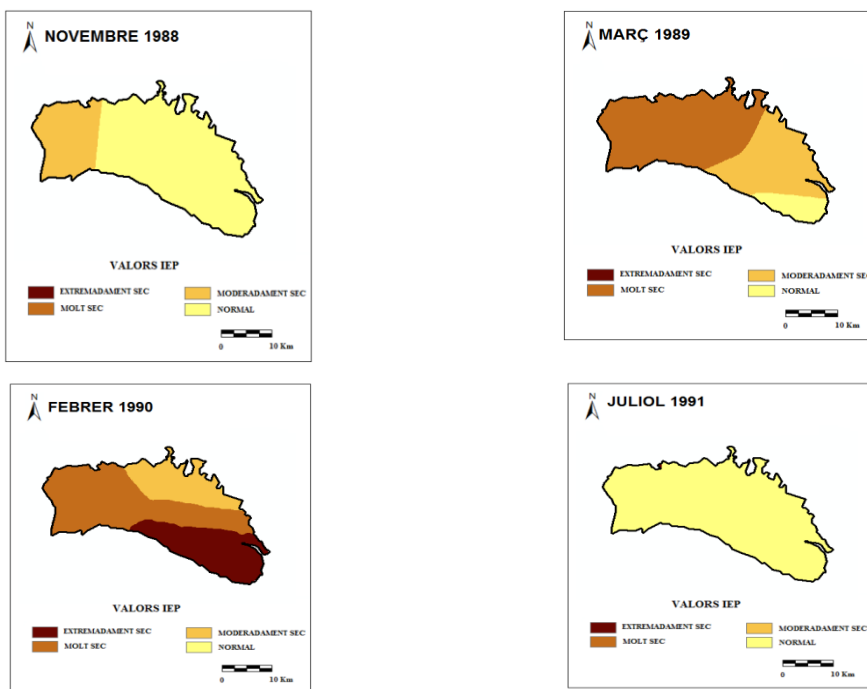


Fig 173: Evolució territorial i temporal de la sequera 1988-1991 a Menorca.

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1992-1996

Al desembre del 1992 (fig 174) l'illa viuria l'inici d'un nou episodi de sequera que es presentaria desigualment repartit. D'aquesta manera es presentaria amb valors d'IESP molt secs al sector ciutadallenc i amb valors moderadament secs a la resta de l'illa. Aquesta situació seria perenne durant l'any 1993 mentre que des de principis del 1994 l'absència de precipitacions faria que l'illa quedàs dividida en dues àrees una a l'oest on la situació seria considerada com a molt seca i l'est amb un dèficit de precipitacions acumulades extrem. Des de l'estiu d'aquest mateix any (1994) fins la primavera del 1996 tota l'illa de Menorca viurà un eixut, intens (valors extremadament secs) i perllongat del qual se'n sortirà amb la plujosa primavera del 1996.

Joan Caldentey Brunet

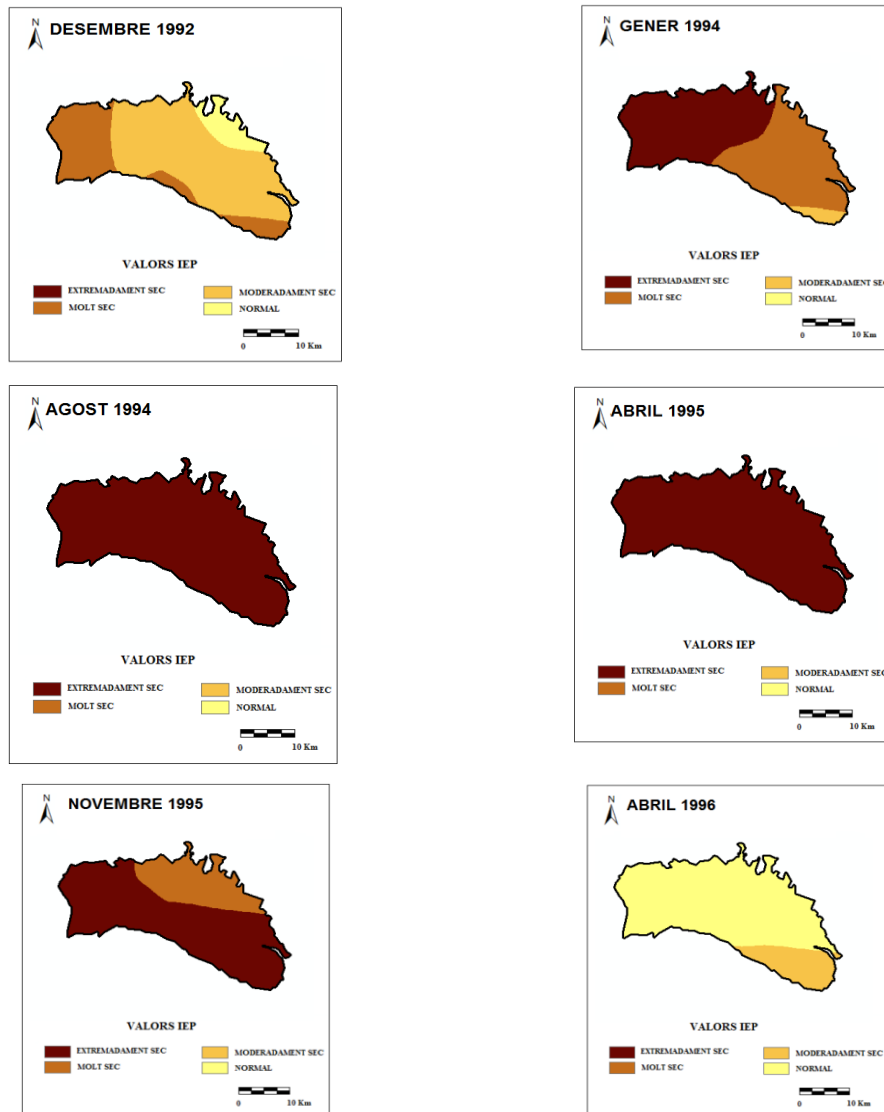


Fig 174: Evolució territorial i temporal de la sequera 1992-1996 a Menorca

Sequera 1999-2001

La darrera gran seqüència seca que afecta Menorca (fig 175) s'inicia durant la tardor del 1999 afectant principalment el sector mahonés que ja presenta valors molt secs. Per altra banda durant la primavera de 2000 si bé aquesta darrera àrea continua sent la més afectada de l'illa l'eixut ja és general a tota l'àrea menorquina. Des de finals d'aquest any 2000 la sequera tendeix a remetre a tot el territori persistent però fins més enllà de la tardor del 2001 als observatori de Sant Lluís i Lluçmaçanes (llevant de l'illa).

Joan Caldentey Brunet

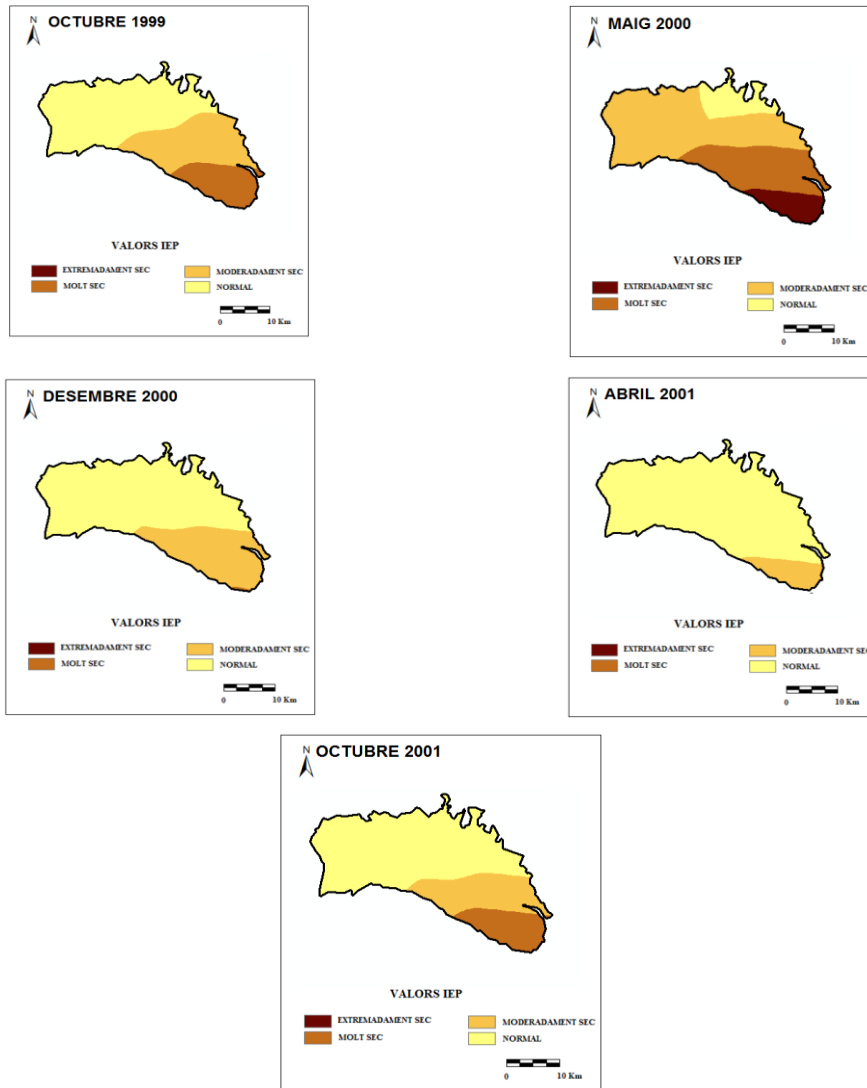


Fig 175: Evolució territorial i temporal de la sequera 1999-2001 a Menorca.

Joan Caldentey Brunet

5.3.2.3 Illes d'Eivissa i Formentera.

L'arxipèlag pitiús s'ha vist afectat per un total de set sequeres amb una durada superior a l'any presentant cada un d'aquest una evolució temporal diferenciada.

Sequera 1954-1957

La primera seqüència seca que afecta el territori pitiús durant el període (fig 176) es comença a manifestar al novembre del 1954 amb significatives diferències territorials pel que fa a la seva incidència. Així el dèficit pluviomètric seria inexistent a Formentera mentre la major part de l'illa veïna d'Eivissa viuria una situació que es caracteritzaria per la presència de valors d'IESP molt secs. L'extrem nord-est de l'illa (St Carles de Peralta) seria en aquest moment l'indret manco afectat per l'eixut. Per contra seria aquell que durant la primavera del 1955 estaria més afectat mentre que la resta de territori pitiús no es veuria ja afectada per precipitacions excepcionalment reduïdes. En aquest sector seria l'únic que concentraria valors negatius d'IESP fins al març del 1957 moment en què la seqüència es podria considerar com a totalment finalitzada.

Joan Caldentey Brunet

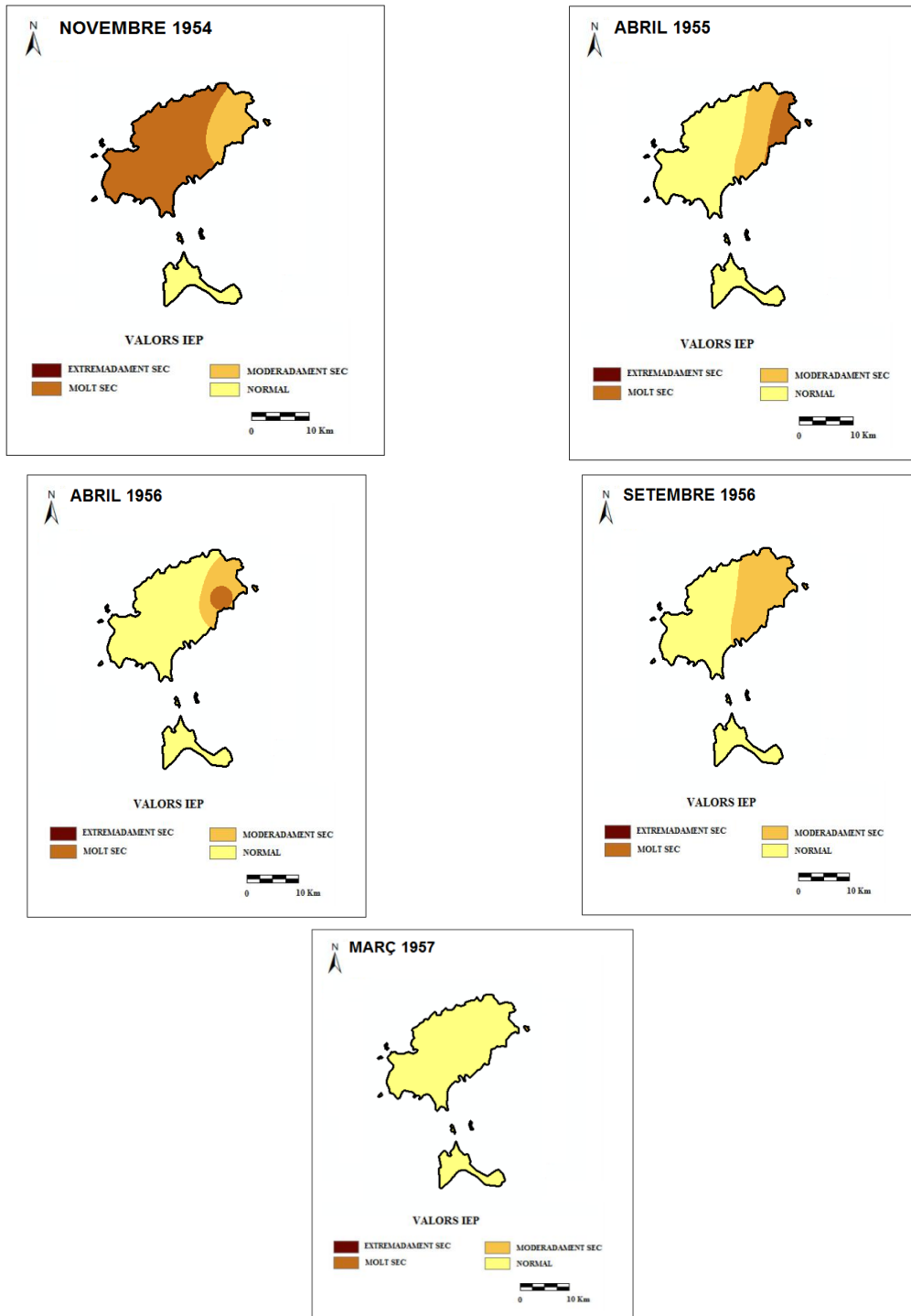


Fig 176: Evolució territorial a Eivissa i Formentera 1954-1957

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1961-1963

Des de la segona part del 1961 (fig 177) les Pitiüses viuran una nova seqüència seca. Durant la primavera del 1961 la situació general és encara normal si bé l'anormalment poc plujós tardor d'aquest mateix any farà que el 1962 s'inicia en forma d'una sequera intensa i generalitzada en la qual la totalitat de l'illa de Formentera i la major part de la d'Eivissa presenten valors d'IESP extremadament secs. Valors que tendeixen a moderar-se durant la tardor d'aquest mateix (octubre) convertint-se ja en molt secs i moderadament secs.

Durant la primavera (maig) del 1963 exceptuant un dels observatoris de l'illa de Formentera ja presentarien valors positius d'IESP i per tant la precipitació intermensual acumulada ja s'ajustaria a valors normals.

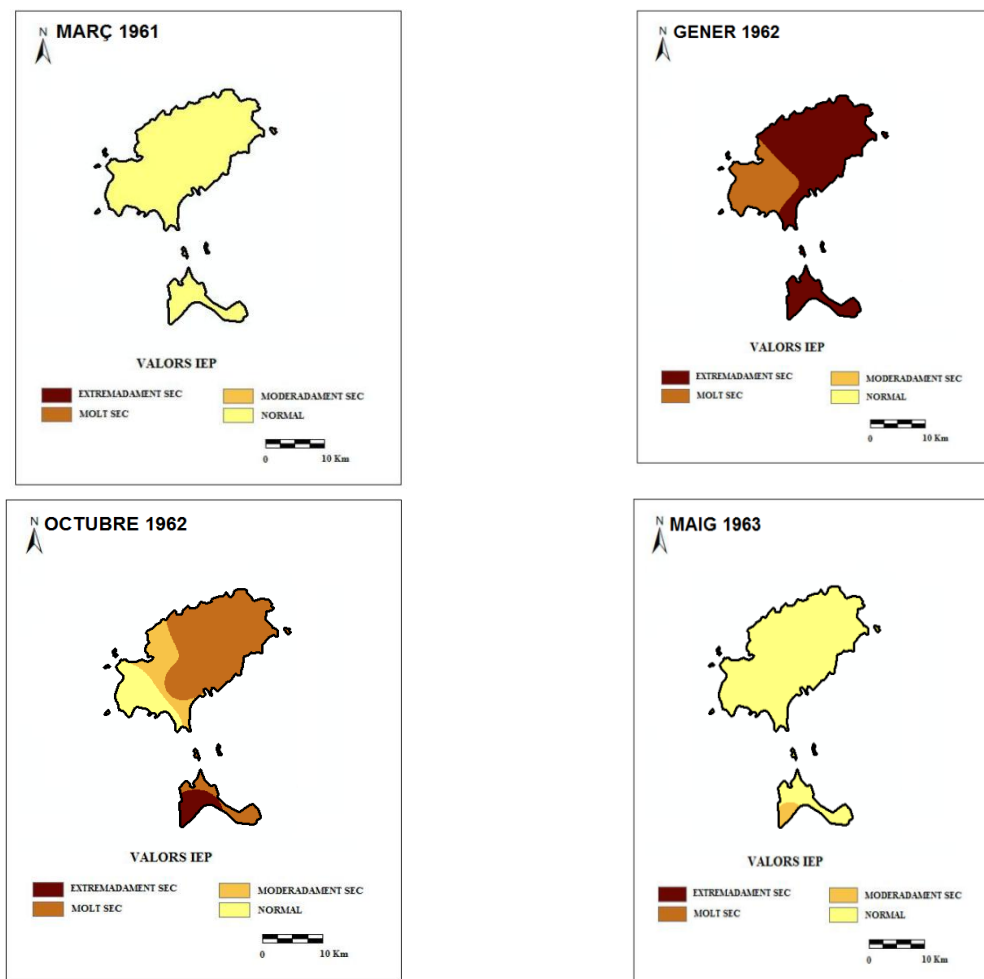


Fig 177: Evolució territorial i temporal a Eivissa i Formentera 1961-1963

Joan Caldentey Brunet

Sequera 1964-1967

Durant la segona part del 1964 (fig 178) s'iniciarà un eixut a l'àrea pitiusa que viurà el seu moment més àlgid durant el març del 1966 quant tot l'arxipèlag es trobarà afectat per un sequera que adopta la categoria de molt seca segons l'escala de l'IESP. Paral·lelament durant la tardor d'aquest mateix el dèficit pluviomètric es podria donar per finalitzat.

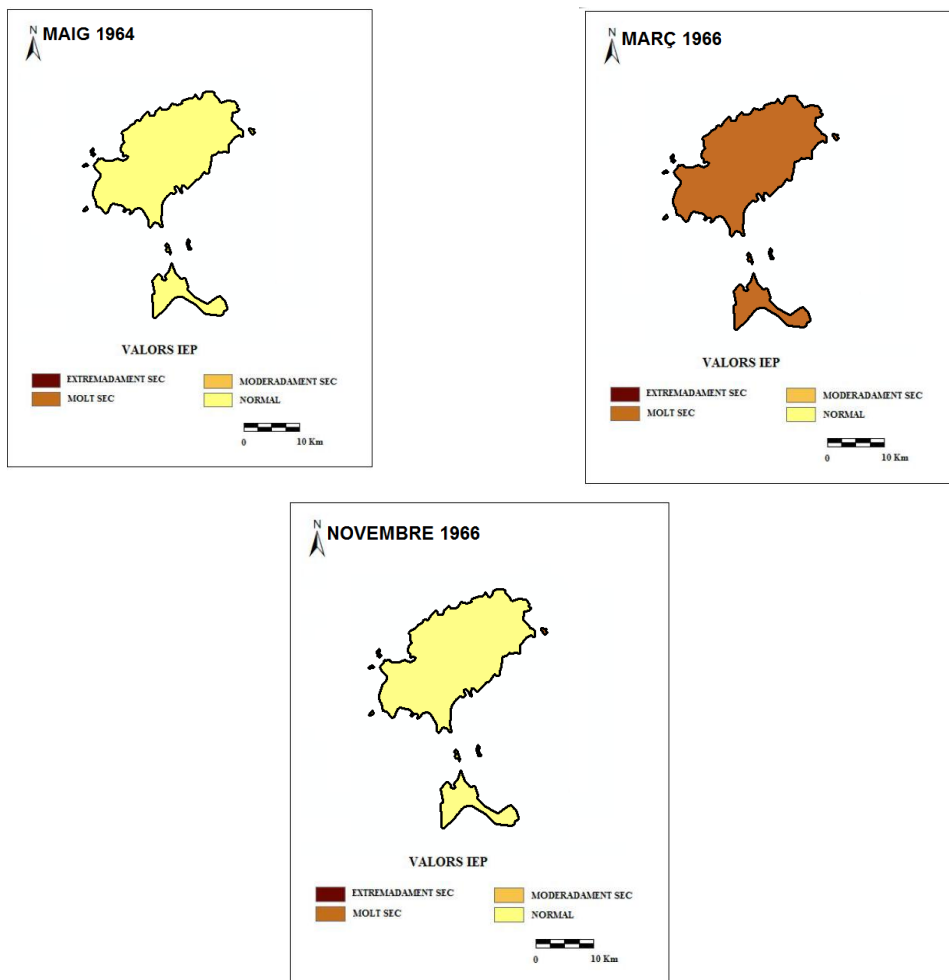


Fig 178: Evolució territorial i temporal de la sequera a Eivissa i Formentera 1964-1967

Sequera 1982-1986

A partir del mes de desembre del 1984 el territori l'eixut es presentarà de manera desigual per tot el territori pitius, de tal manera que l'extrem nord oriental de l'illa d'Eivissa i la meitat occidental de la de Formentera presentarien es trobarien en una situació

Joan Caldentey Brunet

pluviomètrica qualificable de seca. Per altra banda, la resta de territori pitiús viuria una situació hídrica molt seca o moderadament seca (sud d'Eivissa). Durant la tardor del 1985 la majoria d'observatoris eivissencs ja presenten valors normals d'IESP i únicament a Formentera persistiria un dèficit pluviomètric de signe moderat. Ja durant la tardor del 1986 a tot el territori pitiús l'eixut es podria donar per finalitzat.

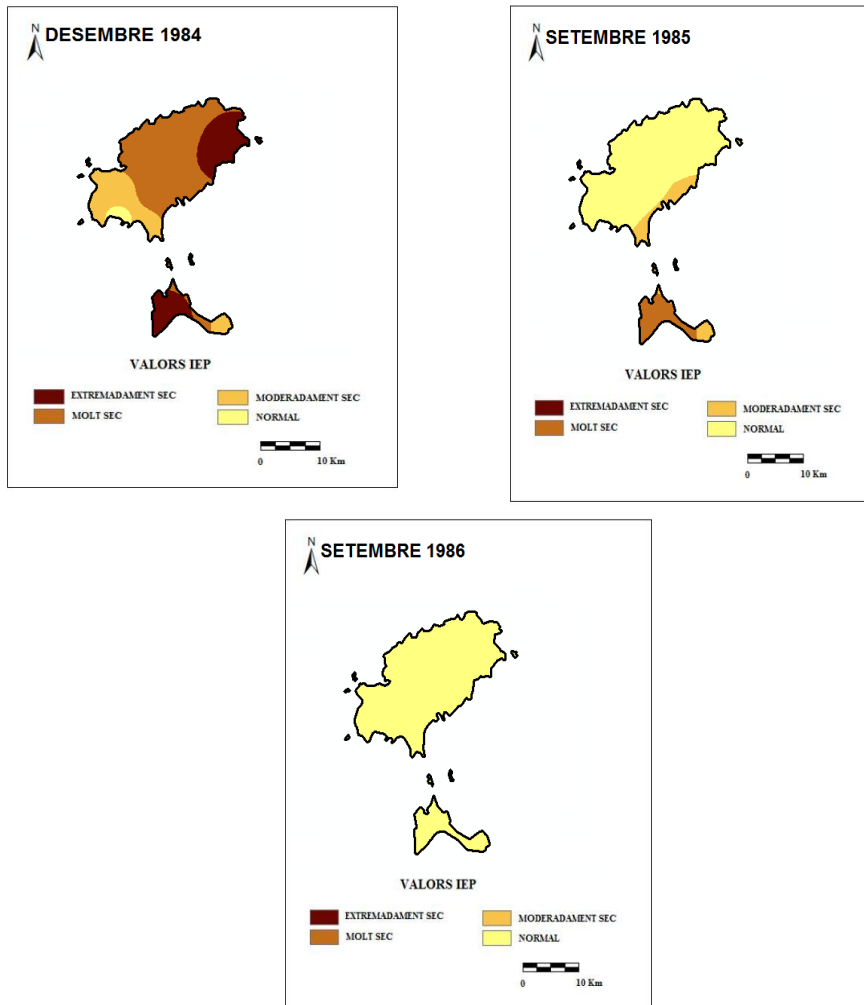


Fig 179: Evolució territorial i temporal de la sequera 1982-1986 a Eivissa i Formentera

Sequera 1992-1996

Al gener del 1994 únicament la Badia de St Antoni de Portmany (centre oest de l'illa) registraria un moderat eixut que seria per contra inexistent a la resta de territori. Eixut que ja és general al març del 1995 adoptant valors negatius d'IESP moderats (moderadament

Joan Caldentey Brunet

sec). En aquest moment l'àrea metropolitana de la Vila d'Eivissa seria la més afectada pel dèficit pluviomètric (valors molt secs). A l'igual que passava amb el casos de Mallorca i Menorca les precipitacions de la primavera del 1996 posarien fi a l'àrea pitiusa a n'aquesta pertinença sequera pel que a principis d'estiu la situació ja es pot donar per normalitzada.

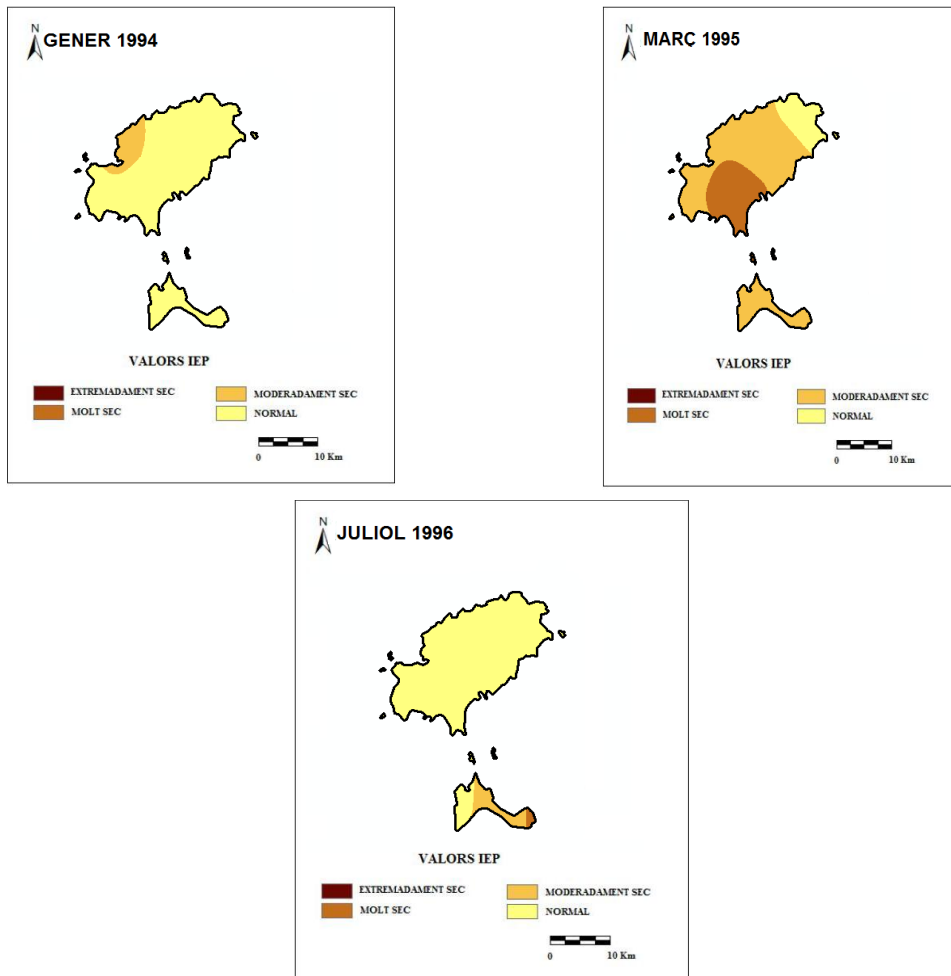


Fig 180: Evolució territorial i temporal de la sequera a Eivissa i Formentera 1992-1996.

Sequera 1999-2002

A l'abril de 1999 aquest eixut únicament és detectat a la Mola de Formentera, tot i això la sequera deixat de ser local i passa a ser general durant la tardor d'aquest mateix any. La situació al mes d'octubre es presenta especialment intensa a l'oest de l'illa d'Eivissa moderant-se cap al vessant oriental de l'illa. Per contra a l'illa de Formentera

Joan Caldentey Brunet

paradògicament la situació seria totalment inversa, és a dir tendeix a agreujar-se d'oest a est. L'eixut tot i que amb valors més extrems tendeix a mantenir-se a finals d'estiu de l'any 2000, moment en el qual l'aridesa estival típica del clima eivissenc faci que una part de l'illa es trobi sota valors d'IESP extremadament secs. Aquest valor a finals de primavera de 2001 es traslladen al nord d'Eivissa i el a l'est formenterer mentre a la resta de territori persisteix l'eixut en forma de valors qualificables com a molt secs.

Finalment serà durant les pluges de la primavera de l'any 2002 les que posaran fins a n'aquesta sequera pluviomètrica. Anecdòticament aquesta encara seguirà persistent a la Mola de Formentera, indret lloc on a l'abril del 1999 havia aparegut la sequera de manera més primerenca.

Joan Caldentey Brunet

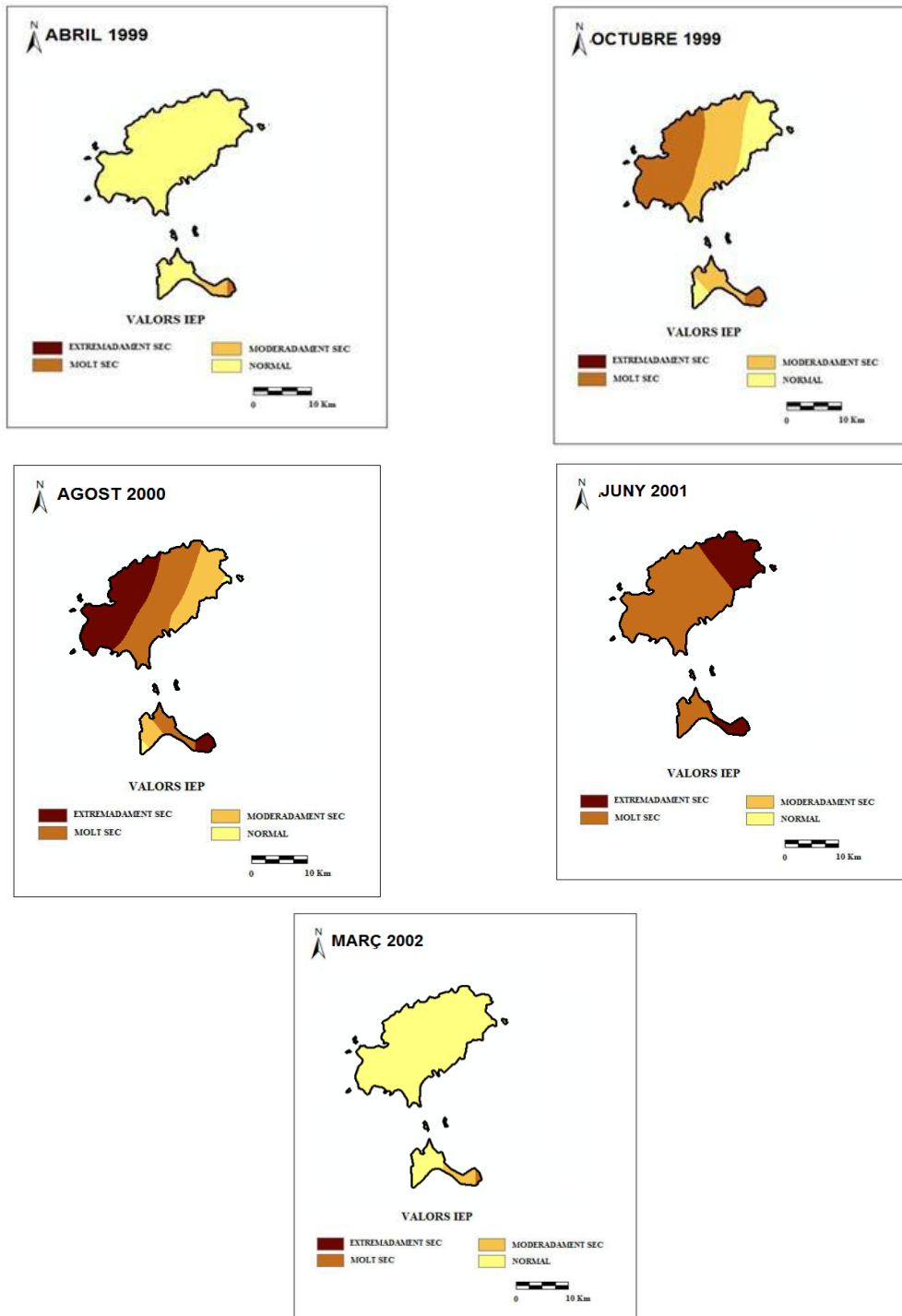


Fig 181: Evolució territorial i temporal de la sequera a Eivissa i Formentera 1999-2002.

Joan Caldentey Brunet

5.3.3 L'afectació territorial de la sequera a l'àrea balear entre 1950 i 2010.

Anteriorment s'han diferenciat els principals eixuts que han afectat a l'àrea balear durant la segona meitat dels segle XX i la primera dècada del segle XXI, s'ha cartografiat l'abast territorial de cada un d'aquests episodis i la seva evolució temporal. Tot i això cal estudiar com durant aquests seixanta anys el territori insular s'ha vist afectat pel dèficit pluviomètric de manera global i detectar en darrer terme si existeixen àrees dins l'espai balear més vulnerables i més proclius a veurer-se afectades per episodis relativament llargs d'indigència pluviomètrica. En aquest sentit, s'ha elaborat un índex matemàtic que pretén precisament detectar l'afectació territorial global de manera objectiva i mitjançant un valor numèric. Després de valorar diverses possibilitats i analitzar quins eren els criteris més adients per poder oferir resultats significatius i coherents, l'índex s'ha calculat d'acord amb la mitjana aritmètica de la durada mitjana (en mesos) dels tres eixuts més llargs detectats i l'IESP mitjà dels tres mesos més crítics (amb valors més baixos) de cada un dels episodis secs de més de 12 mesos de durada. El resultat han estat expressat en base deu. És a dir com més proper a deu sigui el valor de cada observatori més incidència i intensitat ha tengut la sequera pluviomètrica. Pel contrari com més baix és el valor menor afectació de la sequera de l'àrea presentant eixuts de menor durada i intensitat. Hem de dir que pel càlcul de l'índex i per tal de dotar-lo de fiabilitat es va descartar utilitzar criteris com el número de seqüències que afectaren a cada observatori ja que es marginava observatoris que també havien patit aquest eixut però els valors negatius d'IESP no arribaren a l'any. Igualment també es va rebutjar utilitzar només el valor més alt de cada episodi ja que a la pràctica pot no ser un valor al cent per cent representatiu. El fet seleccionar únicament les dades dels tres eixuts més llargs fa que a la totalitat dels observatoris s'hagi treballat amb dades d'aquells períodes secs que han afectat l'àrea balear durant els seixanta anys d'estudi (part central dels anys seixanta, primers vuitanta i finals dels 90 i principis dels 2000). A la pràctica, per tant s'han marginat aquell eixut que només han tengut un àmbit molt localitzat i aquelles anomalies producte de l'homogeneïtzació de les sèries.

Els valors de l'índex de sequera juntament amb la durada mitjana dels tres eixuts més importants i l'IESP mitjà dels tres mesos més crítics de cada sequera s'expressen en la següent taula:

Joan Caldentey Brunet

Observatori	Durada mitjana 3 eixuts més importants	IES mitjà dels 3 mesos més crítics de cada sequera	Valor índex sequera
Artà	42	-3,57	6,30
Alaró Hort Nou	35	-3,21	6,05
Alcúdia	51	-3,42	6,40
Algaida	35	-2,76	5,99
Alqueria Andratx	48	-3,36	6,24
Alqueria Blanca	30	-2,79	5,89
Artà els Olors	51	-3,46	7,17
Banyalbufar	59	-3,14	7,35
Biniforadí	48	-2,96	6,43
Caimari	53	-3,09	6,89
Calvià	46	-2,86	6,18
Calvià Hostalet	55	-2,55	6,45
Campos	33	-3,01	5,47
Campos Salines Sa Vall	39	-3,42	6,32
Cap Blanc	33	-4,12	6,69
Eivissa (aeroport)	31	-2,94	5,26
Eivissa (central tèrmica)	31	-2,92	5,24
Esporles	53	-3,08	6,89
Far Capdepera	75	-2,54	7,76
Far Coves Blanques	37	-2,39	5,06
Far Formentera	42	-3,87	7,01
Far Portocolom	43	-4,59	7,87
Far Portopí	52	-3,65	7,44
Far Puntagrossa	65	-3,28	7,90
Felanitx	43	-3,49	6,67
La Campaneta	53	-2,79	6,58
La Savina	46	-3,51	6,89
Lluc	43	-3,04	6,17
Llucmaçanes	52	-2,92	6,65
Llucmajor II	35	-2,57	5,14
Manacor Gesa	49	-2,72	6,23
Mossa	57	-2,51	6,53
Muro	36	-3,79	6,52
Orient	52	-3,70	7,50
Pollença	48	-2,72	6,16
Pollença Can Serra	48	-2,97	6,44
Pont Inca	56	-3,51	7,56
Porreres	46	-3,32	6,69
Port Ciutadella	44	-2,99	6,19
Port d'Andratx	38	-3,10	5,90
Portopí	59	-3,47	7,71
Raixà	54	-3,07	6,94
Raixeta	57	-3,72	7,85
Sa Cabaneta	50	-2,96	6,56
Sa Vall	28	-3,20	5,35
Salines de Sa Vall	29	-3,34	5,57
Sant Lluís	51	-2,94	6,60
Santanyi	41	-3,95	7,03
Sencelles	36	-3,28	5,97
Sineu	39	-3,83	6,77
Sòller	52	-3,66	7,45
Son Bujosa	43	-3,13	6,28
Son Crespí	32	-3,11	5,53
Son Mas	45	-2,72	5,97
Son Net	37	-3,63	6,42
St Carles	33	-2,89	5,35
Sta Margalida	41	-3,68	6,74
Sta Maria	38	-3,62	6,48
Xorriego	39	-3,34	6,23

Fig 182: Valors d'afectació total de la sequera a l'àrea balear 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

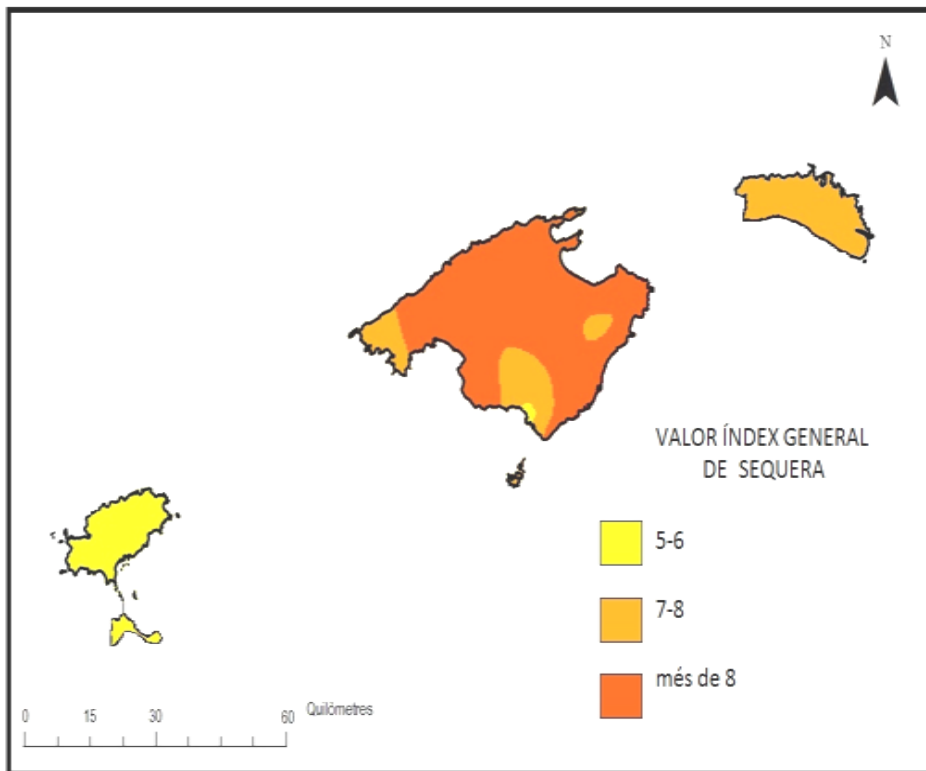


Fig 183: Mapa afectació total de la sequera a l'àrea balear 1950-2010.

Els valors de l'Índex calculat mostren una clara gradació nord-sud dins el context insular. És a dir aquelles àrees que han patit eixuts més intensos i perllongats dins el seu context climàtic serien aquelles amb major pluviometria, és a dir la meitat nord de Mallorca i gran part de l'illa de Menorca. Espais que davant una anòmala reducció de les precipitacions pateixen més intensament els efectes. La Serra de Tramuntana (fig 183) amb totals anuals de precipitació que superen els 800 mm a la seva àrea central seria l'àrea més vulnerable davant l'aparició d'aquest tipus d'events. Per contra, l'extrem meridional de Mallorca i les Pitiüses (fig 183) amb precipitacions anuals que poden arribar a ser inferiors als 350 mm en condicions normals, més àrid i més adaptat a les precipitacions reduïdes és l'àrea del territori insular menys vulnerable al dèficit pluviomètric on davant una mínima recuperació de valors normals de precipitació la sequera s'atenua.

5.4. Conclusions

L'àrea balear s'ha vist afectada per nombrosos episodis de sequera meteorològica entre el 1950 i l'any 2010. Tot i tractar-se l'àrea d'estudi d'un arxipèlag de reduïdes dimensions s'observen importants diferències temporals i territorials pel que fa a l'aparició d'aquest fenomen. No obstant això es detecten una sèrie d'episodis generals de sequera a tota l'àrea illenca durant la segona meitat de la dècada dels seixanta, primers vuitanta, mitjans anys 90 i a finals de la mateixa dècada. Aquest fet, no implica que s'hagin registrat altres episodis que han afectat de manera més local diverses àrees del territori insular. Pel que fa a la desigual afectació territorial d'aquestes ratxes seques s'ha detectat, descrit i cartografiat aquest patrons partíem d'una hipòtesi inicial que podria existir una certa correspondència entre les àrees d'afinitat de precipitació diària descrites per Sumner et all'any 1993. No obstant això i considerant que és un estudi (l'únic fins al moment) que utilitza dades meteorològiques de la dècada dels anys 80, només cobria l'àrea de Mallorca i té present una variable com és la precipitació diària no s'observa una correspondència directe entre l'abans esmentada regionalització i els patrons de distribució de les sequeres a l'àrea balear ja que pensam que l'afinitat de precipitació diària no és l'únic factor condicionant ni dels totals mensuals ni anuals que són els que en darrera instància condicionen l'aparició de sequeres periòdiques. En els anys de sequera que es corresponen a un episodi global dins l'àrea balear s'observa com a pauta general una menor incidència d'aquest eixuts a l'àrea 6 (Serra de Tramuntana) descrita per Sumner l'any 1993. A més a més, en el cas del patró de sequera centrat a Menorca i Mallorca s'observa en alguns anys que l'àrea 2 (corresponent a la comarca del Llevant de Mallorca) presenta un comportament diferenciat (valors d'IESP) diferenciat respecte al territori illenc. Per tant aquest fet corrobora les conclusions arribades l'any 2006 per (GRIMALT, LAITA, ROSSELLÓ, CALDENTEY i ARROM sobre el peculiar comportament de les precipitacions a les Illes Balears, especialment Mallorca on el total de la precipitació anual pot dependre d'un o dos episodis tempestuosos amb una distribució espacial de la pluja marcadament contrastada.

Joan Caldentey Brunet

6. La relació entre la sequera i la circulació atmosfèrica a la Mediterrània occidental 1950-2010

En aquest apartat s'intenta trobar causa explicativa a l'aparició cíclica de les seqüències seques de llarga durada a l'arxipèlag balear relacionant-les amb la circulació atmosfèrica com també amb diferents patrons de teleconexió que presumiblement poden repercutir sobre la disminució de les precipitacions a l'àrea balear.

Joan Caldentey Brunet

6. La relació entre la sequera i la circulació atmosfèrica a la Mediterrània occidental 1950-2010

6.1 La circulació atmosfèrica i sequeres, consideracions generals

És sabuda, tal i com hem exposat a l'apartat introductori la relació existent entre determinats patrons de circulació atmosfèrica i l'aparició d'episodis de sequera pluviomètrica. En síntesi, recordam que sota la influència de fortes àrees d'alta pressió esteses i persistents és inevitable l'aparició de dèficits pluviomètrics persistents i pronunciats. La subsidència d'aire dins d'una cèl·lula d'alta pressió causa la disminució de núvols i precipitacions, i com l'aire continua enfonsant-se, la condensació és mínima. Els sistemes d'alta pressió poden quedar detinguts per llargs períodes de temps sobre una zona, durant els mesos d'estiu, mentre el corrent en jet es retira en direcció nord, cap als pols. Ara bé recordem que a l'àrea balear i en general a tot el Llevant peninsular l'absència de valors normals de precipitació pot ser igualment provocada per la presència per la recurrència de situacions advectives o de falta de gradient bàric (FONT TULLOT 2000, OLCINA I RICO 1994 I LAITA, 1994).

Si bé estudis anteriors mostren la relació existent entre la circulació atmosfèrica i l'aparició periòdica d'episodis anormalment pot plujosos cal fer-ne un estudi més detallat analitzant la variable de la vorticitat i (classificació sinòptica de Jenkinson i Collinson). Des d'aquesta perspectiva relacionarem els resultats obtinguts del càlcul de l'índex estandarditzat de sequera pluviomètrica amb la classificació de tipus de temps abans esmentada amb la intenció de detectar quina patrons atmosfèrics es reproduïxen sistemàticament sobre l'àrea balear. En una primera aproximació analitzarem la correlació simple (Pearson) entre els episodis de sequera i els tipus de temps determinats com anticiclònics i ciclònics, donat que és el més lògic pensar que els períodes de dèficit pluviomètric perllongat han d'anar associats a la predominança d'episodis anticiclònics mentre que en aquells períodes que es caracteritzen per l'absència d'episodis de dèficit pluviomètric. Anàlisi

Joan Caldentey Brunet

comparatiu aquest darrer que es realitzarà a escala mensual. Per fer aquesta, s'han seleccionat una sèrie d'observatoris que garanteixin una cobertura mínima de tot el territori balear com son el de Sant Lluís al ponent menorquí, Porto Pi situat dins l'àrea metropolitana de Ciutat de Mallorca, Sa Vall de Santanyí situat al sud de l'illa de Mallorca, Artà al nord est, Son Crespí al Llevant de Mallorca i Banyalbufar a la Serra de Tramuntana. En primer lloc, mostrarem els coeficients de correlació entre els valors de l'IESP i aquells corresponents al mateix període temporal la classificació sinòptica de Jenkinson i Collinson (anticiclònic). Es parteix d'una primera hipòtesi preliminar que la correlació hauria de ser negativa és a dir que aquells episodis amb major presència anticiclònica, s'haurien de correspondre a aquells a períodes de marcada sequera pluviomètrica

Joan Caldentey Brunet

6.1 Correlació simple entre episodis de sequera i tipus de circulació atmosfèrica

Una de les hipòtesis inicials d'aquest treball parteix de presuposar que els períodes d'indigència pluviomètrica es correlacionen respecte a la classificació de tipus de temps de Jenkinson i Collinson (de la qual ja hem explicat com s'han calculat a l'apartat 1.2.3), en principi aquesta relació hauria de ser simple i dicotòmica. És a dir els eixuts detectats s'haurien de correspondre a períodes amb fort component anticiclònic i vicersa (el que es traduiria amb valors Pearson negatius). Aquesta correlació simple entre els valors de l'IESP de diferents observatoris representatius de les Illes Balears (d'acord amb la regionalització de Sumner ja descrita) i valors anticiclònics de la classificació abans citada és negativa (fig 184) és a dir, es confirmaria la hipòtesi inicial que existeix una tendència marcada per una certa correspondència entre aquells mesos de la sèrie pluviomètrica d'estudi amb fort component anticiclònic i aquells mesos que presenten valors negatius de l'IESP. No obstant això, els valors de correlació negativa de les diferents estacions seleccionades (fig 184), presenten valors baixos que en cap cas arriben a aquell llindar (-0,3) que ens permetria qualificar la correlació com a vertaderament significativa. Tot i que existeixen diferències no massa significatives entre els valors pel que fa al valor d'aquestes correlacions entre les diferents estacions distribuïdes a l'àrea balear.

OBSERVATORI	COEFICIENT DE CORRELACIÓ
Portopí	-0,1874
Sant Lluís	-0,0993
Sa Vall de Santanyí	-0,1308
Artà	-0,0138
Banyalbufar	-0,0773
Son Crespí	-0,1673
Xorrigo	-0,1486
Sineu	-0,1076

Fig 184: Coeficients de correlació entre valors d'IESP i vorticitat anticiclònica). Classificació sinòptica Jenkinson i Collinson. 1950-2010 a diferents observatoris de les Illes Balears.

Joan Caldentey Brunet

És a l'observatori palmès de Portopí on la correlació entre les dues variables anteriorment esmentades és més forta amb un valor de $-0,187$ mentrestant a l'observatori mallorquí de Banyalbufar mostra la correlació més feble de tots els observatoris escollits presentant valors proper al zero ($-0,0773$).

Si bé és cert que aquesta correlació simple almenys pel que fa al component anticiclònic no és prou significativa és primordialment indicativa de la estricta relació existent entre períodes amb persistència de situacions de caràcter anticiclònic i episodis de sequera meteorològica degudament detectats mitjançant l'índex estandarditzat de sequera pluviomètrica. Ara bé, cal estudiar si existeix o no una correspondència entre els eixuts detectats, sobretot aquelles seqüències de llarga durada amb els períodes de presència més contínua de gradient anticiclònic definits pel mètode Jenkinson i Collinson.

En el cas de l'observatori de Portopí (fig 184), que si recordam és aquell que presenta una correlació més forta entre amb dues variables la comparació entre aquestes és dispar i desigual sense detectar cap patró clarament definit. En aquest sentit pel que fa a aquell episodi de sequera que intermitentment el trobam en 1952 i 1957 s'observa únicament una correspondència entre ambdues variables durant els anys inicials de l'episodi mentre que en la segona part no. En el cas de l'observatori d'Artà, situat al nord-est de l'illa de Mallorca, a l'igual que al de Xorrigo i Sineu, no s'observa cap correlació entre el gradient anticiclònic i els episodis de sequera pluviomètrica detectats durant la dècada dels 50 cosa que sí que és detecta en el cas de l'estació del terme municipi de Manacor de Son Crespí.

Les correlacions respecte als valors de l'IESP durant la dècada dels 60 és també força variable. Així en el cas de la majoria d'estacions no s'observa relació alguna durant els eixuts 1960-61.

Durant els episodis de sequera de la segona meitat de la dècada dels anys seixanta sí que s'observaria una correspondència quasi perfecte entre valors negatius (sequera) del IES i el gradient anticiclònic als observatoris situats a la meitat sud i est de l'illa de Mallorca (fig 185) Son Crespí, Sa Vall de Santanyí i Xorrigo. S'observa una correlació parcial durant la primera etapa de l'eixut en els casos de les estació menorquina de

Joan Caldentey Brunet

Sant Lluís i la d'Artà situada al nord de l'illa de Mallorca. Per altra banda, no es detecta cap tipus de correlació (estació de Banyalbufar)

Durant la intensa sequera que afectà l'àrea balear durant els primer 80 s'observa únicament una correspondència entre ambdues variables durant els anys inicials de l'episodi mentre que en la segona part no a les estacions menorquines Sant Lluís i la mallorquina d'Artà,geogràficament propera a l'anterior. Tot i això, gràficament la correlació és totalment inexistent en els casos dels observatoris de Sa Vall de Santanyí, Banyalbufar (on també la correlació es presenta inexistent en l'episodi local de 1988-1991), Sineu, Son Crespí i Porto Pi).Durant els episodis de i 1991-1993 sí que s'observaria una correspondència quasi perfecte entre valors negatius (sequera) del IES i el gradient anticiclònic en els casos dels observatoris de Porto Pi i Son Crespí, Tot el contrari que en la resta d'observatoris (Sineu i Artà). En aquest sentit la correlació tampoc es fa evident en el cs de la sequera endèmica del Llevant de Mallorca de 1997-1998 (observatori de Son Crespí).

Durant el darrer gran eixut que afectà l'àrea balear entre el 1999 i l'any 2000 les correspondències respecte el gradient de circulació anticiclònica tornen a ser força irregulars, d'aquesta manera no s'observa cap tipus de coincidència en el cas dels observatoris d'Artà, Banyalbufar, Son Crespí, Xorrigo i Sineu, únicament es detectaria una certa correlació a l'estació meteorològica de Sa Vall de Santanyí situada al sud de l'illa de Mallorca

Joan Caldentey Brunet



Fig 185: Comparativa valors IESP i circulació anticyclònica J & C.

Joan Caldentey Brunet

Per altra banda, la correlació amb valors ciclònics hauria de ser en principi positiva, És a dir valors més baixos de circulació ciclònica haurien d'implicar manco precipitacions i per tant, més sequera. A gran part dels observatoris significatius utilitzats per exemplificar aquesta correlació (fig 186) es compliria aquesta hipòtesi, però a l'igual que passava en el cas anticiclònic tampoc són valors al 100% significatius. En aquesta ocasió les diferències regionals són menors que en el cas anterior.

OBSERVATORI	COEFICIENT DE CORRELACIÓ
Aeroport Eivissa	0,025
S'Alqueria Blanca	-0.046
La Savina	0,13
Lluc	0,15
Port d'Andratx	0,17
Port Ciutadella	0,19
Sòller	0,15
Son Crespí	0,11

Fig 186: Coeficients de correlació entre valors d'IESP i vorticitat ciclònica). Classificació sinòptica Jenkinson i Collinson. 1950-2010 a diferents observatoris de les Illes Balears.

A l'observatori de l'aeroport Eivissa (fig 187) existiria una correspondència entre un i altra variable en el cas dels eixuts del 1982-1985 i 1993-1996 però només ho seria parcialment en el cas de les sequeres de principis dels 60 i darrers 90. D'altra banda a la veïna estació formentarenca de La Savina l'única coincidència perfecte seria aquest darrer. L'exemple de l'estació mallorquina de S'Alqueria Blanca només mostraria una coincidència quasi perfecte durant l'eixut dels primers 80, mentre a aquesta seria més bé irregular en la resta d'eixuts. Per contra, serien els dos observatoris de la Serra de Tramuntana de Mallorca (Lluc i Sòller) juntament amb el menorquí del Port de Ciutadella els quals presenten correlacions majors properes a 0,20, les que majors coincidències ofereixen. Per acabar en el cas de l'estació manacorina de Son Crespí només s'observa una correspondència clara durant els eixuts que l'afectaren durant els anys 90.

Joan Caldentey Brunet

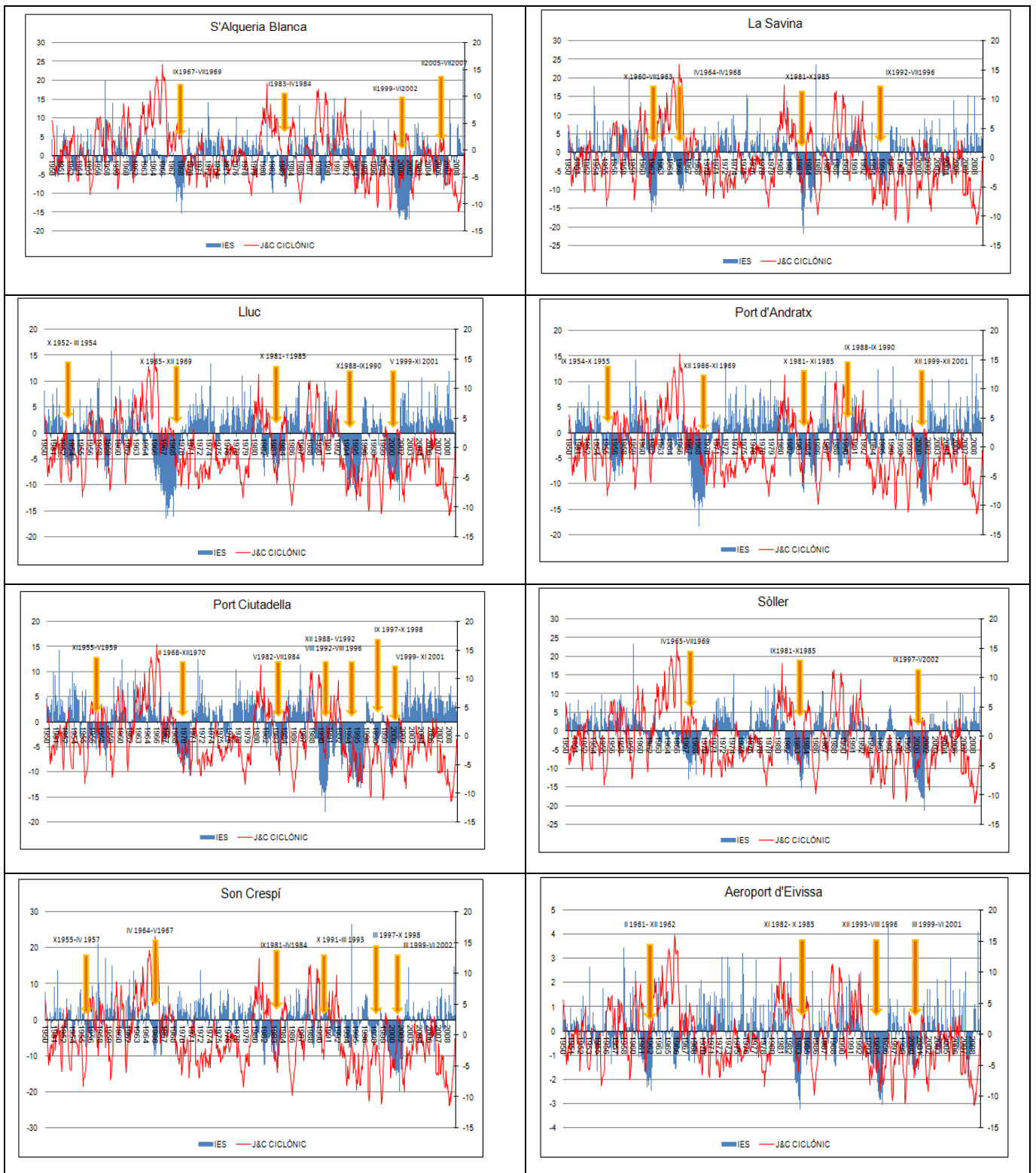


Fig 187: Comparativa valors IESP i circulació ciclònica J & C.

Joan Caldentey Brunet

A partir de l'anterior podríem concloure que no es confirmaria la hipòtesi inicial explicada ja que si bé, hi ha evidències parcials que durant períodes de circulació preeminent anticiclònica existeix una certa tendència a l'aparició d'eixuts (pe anys 90) aquesta relació no ve recolzada per coeficients de correlació que ho confirmin. Pel que fa a les diferències regionals entre un i altra observatori no tenen per què ser significatives.

6.3. Correlacions d'anomalies de precipitació amb valors mensuals dels tipus de temps.

Els resultats de correlacionar els valors de l'Índex estandarditzat de sequera (IESP) amb els valors dels dos grans tipus de temps (cyclònics i anticiclònics) de la classificació de Jenkinson i Collinson, que en principi poden afavorir l'aparició o superació d'un període d'indigència pluviomètrica no són del tot clarificadors. Per tant, s'han plantejat dues possibilitats:

- Cercar la possible relació amb altres tipus de temps. En aquest sentit la cerca s'ha ampliat incloent situacions advectiones tant de signe cyclònic com de signe anticiclònic a l'igual que situacions de caràcter indefinit.
- Correlacionar no, els valors de índex estandarditzat de sequera si no les anomalies simples de precipitació a nivell mensual amb cada un dels tipus de temps citats amb anterioritat.

Si realitzam aquesta segona anàlisi veurem que els resultats dels coeficients de correlació són significatius confirmant-se la relació entre presència i/o absència de precipitació i els tipus de temps que presumiblement contribueixen a generar o no volums normals d'aquesta. En el cas de les situacions de caràcter anticiclònic trobam correlacions negatives de caràcter significatiu en la majoria d'observatoris durant d'octubre a febrer, precipitacions de tardor i hivern i també durant el mes de maig (precipitacions de finals de primavera), no obstant això mesos com el març, el qual presenta un percentatge no menyspreable del total de precipitacions anual la correlació no existeix. Per tant almenys durant la tardor, hivern i alguns mesos de primavera (mesos que concentren gran part de les precipitacions totals anual) l'absència de precipitacions va directament

Joan Caldentey Brunet

associada a la persistència de situacions anticiclòniques . Aquesta relació pareix no existir durant l'estació seca estival ,exceptuant l mes de setembre moment en el qual comença a fer-se evident ja que més de la meitat dels observatoris tornen a oferir correlacions negatives significatives.

Per altra banda la correlació de les anomalies simples respecte valors mitjans i el tipus de temps ciclònic és encara més aclaridor. En aquest sentit, de manera molt generalitzada les correlacions són molt significatives a tot l'arxipèlag amb valors significatius que rares vegades baixen del 0,3. L'excepció serien els mesos estivals de juny, juliol i agost. Data molt poc rellevant ja que el percentatge respecte el total anual que representen aquestes tres mesos és molt baix. Per tant, queda palesa que els mesos amb precipitacions inferiors a la mitjana coincideixen amb l'absència de situacions ciclòniques , mentre que la reiteració en l'espai i el temps d'aquestes donaria lloc a mesos excedentaris de precipitació

La comparació d'anomalies amb situacions advectiones ofereix una doble interpretació:

- Si ho relacionam amb adveccions de tipus anticiclònic (fig 188) s'observa una mínima correlació negativa significativa de gener a abril fet que s'explicaria per la mateixa raó que les purament anticiclòniques. Ara bé aquest coeficient Pearson adopta un signe invers durant el final de primavera i principi d'estiu, sobretot el juny moment en el qual situacions d'aquest tipus tendeixen a favorir les precipitacions. Aquest fet, pot tenir a veure amb situacions de baixa tèrmica amb anticiclons dinàmics en alçada o bé que aquest tipus d'adveccions afavoreixen sobre l'arxipèlag balear fluxos d'aire humit d'origen marítim que fàcilment provoquen petites línies d'inestabilitat.
- Si calculam el coeficient de Pearson amb adveccions de component ciclònic (fig 189) únicament trobaríem correlacions mitjanament generalitzades, significatives i de signe positiu durant la tardor, especialment setembre i desembre, i anecdòticament el mesos més secs de l'any com són el juliol i agost amb poca significació damunt el total de precipitacions anuals.

Joan Caldentey Brunet

En el cas de les situacions indefinides no s'aprecien correlacions detectables en els mesos on es produeixen totals mensuals mínimament destacables de precipitació. Cal incidir per tant que la confirmació de la hipòtesi inicial que els períodes de sequera pluviomètrica per la predominança de situacions sinòptiques de caràcter anticiclònic de la classificació de tipus de temps de Jenkinson i Collinson mentre que aquells períodes excedentaris vendrien condicionats per una correlació positiva amb els valors superiors a la mitjana. Ara bé, numèricament aquestes correlacions no vendrien donades per una correlació simple entre una i altres variables comparació que no confirma del tot aquesta relació que necessita ser reforçada amb els coeficient de Pearson entre les anomalies mensuals respecte la mitjana i els valors mensuals dels tipus de temps simplificats que hem comentat a continuació.

Joan Caldentey Brunet

6.4 La possible relació entre el patrons de teleconnexió atmosfèrica i les sequeres de l'àrea balear.

Fins a la segona Guerra Mundial es considerava que el clima exclusivament tenia relació amb el comportament atmosfèric. No obstant això, a dia d'avui saben que els restants components del medi natural tenen una participació decisiva en les característiques definidores dels climes i en la dinàmica atmosfèrica o en el propi temps meteorològic. El meteoròleg noruec Jacob Bjerknes a finals del anys 60 fou el primer en associar un fenomen meteorològic local com "El Niño" a com a fenomen oceanogràfic de caràcter més global com és la cèl·lula de Walker ja teoritzada als anys 20.

Dins aquest context sorgeix un altre dels termes clau, el de teleconnexió, altrament anomenat patró de variabilitat de baixa freqüència, que concreta les estretes relacions existents entre els diferents elements del sistema climàtic d'àrees geogràficament llunyanes. La recerca correlacions entre els diferents índexs d'aquest patrons de baixa freqüència i el règim pluviomètric interanual constitueix actualment una de les línies de recerca més recurrents en la climatologia mundial (MARTÍN VIDE, 2001). De fet, l'aparició i gravetat de períodes secs a la vessant mediterrània espanyol, i concretament en el cas de les Illes Balears i el principat de Catalunya, semblen estar relacionades, d'acord amb estudis previs de GUIRRAJO(1999), GARCÍA (2006) i MARTÍN VIDE I LOPEZ (2006) amb major i menor grau amb tres d'aquesta patrons:

- Oscil·lació del Sud o "El Niño" (ENSO)
- Oscil·lació de l'Atlàntic Nord (NAO)
- Oscil·lació mediterrània (WeMO)

Altres possibles influències vendrien donades pel patró el "Niño Modoki", variant de l'ENSO, el dipol de l'Oceà Índic, l'Oscil·lació decanal del Pacífic i l'Oscil·lació de la Mediterrània, patrons aquests darrers molt poc estudiats, fins al moment, pel que es refereix a la seva influència en l'aparició de les sequeres pluviomètriques a la Mediterrània occidental.

Joan Caldentey Brunet

Les dades de tots aquests patrons de teleconnexió s'han obtingudes de la web <http://www.cpc.ncep.noaa.gov> en el cas de l'ENSO, Oscil·lació artica i Oscil·lació decanal del Pacífic, de la web <http://www.ub.edu/gc/English/wemo.htm> per a l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental, de la web <http://www.jamstec.go.jp> per patrons Niño Modoki i dipol de l'Oceà Índic i de la web <http://www.cru.uea.ac.uk> en el cas de l'Oscil·lació mediterrània.

En aquest apartant intentarem analitzar la possible relació entre els resultats obtinguts de l'IESP (Índex Estandarditzat de Sequera Pluviomètrica), emprat per determinar l'inici, fi i intensitat dels episodis secs a l'àrea d'estudi, amb els índexs que defineixen els patrons de teleconnexió. Aquests quatre índexs, a l'igual que l'IESP han estat estandarditzats per tal de dotar-los de caràcter comparatiu, Als valors obtinguts se'ls ha aplicat una la seva mitjana mòbil mensual a escala d'onze mesos per tal de visualitzar la seva evolució temporal i reconèixer possibles canvis de tendència. Tot partint de la possible relació existent entre aquests patrons de teleconnexió i la pluviometria, i consegüentment respecte als períodes de sequera a la península ibèrica i el Llevant mediterrani d'acord amb treballs previs de LAITA (1995), que estudia la possible relació entre l'Oscil·lació del sud i els eixuts a l'àrea balear RODÓ, BAERT I COMIN 1997, ROCHA (1998 i 1999), GUIJARRO (1999) correlacionen la precipitació del Llevant mediterrani espanyol i les Illes Balears amb la NAO i l'ENSO detectant un possible correlació (numèricament amb un fort comportament aleatori), MARTÍN VIDE I FERNÁNDEZ (2001) tornen a correlacionar la distribució, en aquest cas mensual, d'acord amb el cicle de fases de la NAO, l'any 2002 MARTÍN VIDE presenta un primer assaig sobre l'actualment anomenada Oscil·lació de la Mediterrània occidental i la seva influència en la precipitació de l'est espanyol, MÚÑOZ I RODRIGO(2004) estudien la relació entre l'abundància o absència de precipitació hivernal a la península ibèrica, els estudis més recents són els de MARTÍN VIDE i LÓPEZ (2006) I LÓPEZ, (2007) sobre la influència de la WEMO a la península ibèrica i de l'àrea catalano balear en el segon cas. Tots aquest treballs sense arribar a resultats 100% concloents a hores d'ara s'han detectat possibles relacions, en alguns casos, més que evident entre aquests patrons de teleconnexió i la precipitació a la totalitat del territori peninsular, l'àrea llewantina, mentre que alguns estudis utilitzen dades d'alguns observatoris de l'àrea

Joan Caldentey Brunet

balear. No existeix però cap estudi específic i per a l'àrea balear sobre la relació directa entre la pluviometria ja sigui anual, mensual o estacional i aquests patrons de. Fet pel qual les conclusions arribades en els estudis anteriors podríem no ser al cent per cent extrapolables al nostre context geogràfic. Des d'aquesta perspectiva anam a estudiar si pot o no existir relació entre aquests patrons de baixa freqüència i l'aparició de sequeres cícliques detectades mitjançant l'IESP calculat anteriorment. Per això, s'han utilitzat de nou dades d'un conjunt d'observatoris representatius de tot el territori insular.

S'ha de dir que de manera totalment infructuosa s'ha intentat correlacionar numèricament (coeficients de correlació de Pearson) tots els patrons de teleconnexió citats amb anterioritat amb els diferents indicadors de sequera emprant diferents perspectives que en principi haurien d'haver estat vàlides:

- Correlació simple. Es va calcular fer una correlació simple entre els valors mitjans mensuals (estandarditzats) de cada un dels patrons de teleconnexió, amb els valors de l'índex estandarditzat de sequera de cada una de les més de seixanta estacions de referència.
- Correlació simple amb valors diferenciats per estacions (hivern, primavera, estiu i tardor). Donat que les precipitacions dels períodes equinoccials són un element clau alhora d'aparèixer un període d'indigència pluviomètrica i considerants que estudis anteriors mencionats anteriorment correlacionen la precipitació estacional amb determinants la influència de determinants patrons de teleconnexió era lògic pensar que aquesta relació també podria ser existent en el cas de l'IESP.
- Correlació simple amb valors acumulats per 3, 6, 9 i 12 mesos. Es calculà la correlació entre els valors mitjans mensuals (estandarditzats) de cada un dels patrons de teleconnexió entre el 1950 i 2010, amb els valors de l'índex estandarditzat de sequera pluviomètrica de cada una de les més de seixanta estacions de referència amb els valors calculats a diferents escales temporals.
- Correlació de l'IESP considerant 3,6, 9 i 12 mesos de retard. Partint que la majoria d'estudis previs dins el nostre àmbit geogràfic consideren que la possible influència de patrons de teleconnexió amb l'aparició cíclica de sequeres es produeix amb un

Joan Caldentey Brunet

cert retràs temporals s'intentà la correlació considerant aquest retràs a quatre escales temporals (3,6,9 i 12 mesos). Tot i que tal i com confirmarem en posterioritat aquest retard és efectivament real no s'associa sempre a l'aparició de sequeres, d'aquí que els resultats d'aquest coeficient de correlació no és significatiu.

- Correlació de l'IESP diferenciat per estacions (hivern,primavera,estiu i tardor) del més corrent, 3,6, 9 i 12 mesos de retard. S'aplicà el procediment anterior diferenciant els valors per estacions tampoc sense oferir resultats concloents i significatius.

No obstant això, també es calculà el coeficient de correlació de Pearson dels valors mensuals de cada un dels patrons de teleconnexió amb les anomalies simples de precipitació (sense acumular en forma d'índex de sequera). Aquest intent partia de la hipòtesi que fos l'excessiu component acumulatiu de l'IESP distorsionàs la seva relació amb la correlació amb patrons de teleconnexió. En aquest cas, sempre utilitzant diverses escales temporal, mes corrents, amb 3 i 6 mesos de retard els resultats han estat aclaratoris, significatius i rellevants (amb correlacions que en alguns casos superen el valor de 0,6) que sobretot explicarien l'absència de precipitacions durant aquells mesos típicament plouers dins el món mediterrani.

El Niño / L'Oscil·lació del Sud (ENSO) i la seva Influència en l'aparició de seqüències seques de llarga durada a les Illes Balears.

És sabut des de temps de la colonització espanyola d'Amèrica del Sud l'existència del Niño i La Niña, i dels seus efectes sobre el clima mundial i local. Aquest fenomen afecta sobretot als territoris banyats per l'Oceà Pacífic i encara son molt pocs els estudis que avaluen la seva influència en les condicions climàtiques de les Illes Balears.

Segons la fase de la Oscil·lació del Sud, les condicions climàtiques, i en particular la distribució mitjana de temperatura i precipitació, variaran no només al Pacífic Tropical sinó també en regions llunyanes del món, incloent les latituds del nord (LAITA, 1995). Aquestes variacions també poden induir episodis extraordinaris de sequeres i

Joan Caldentey Brunet

inundacions. Durant els episodis del Niño, les temperatures l'àrea pacífica d'Amèrica de sud augmenten, així com l'evaporació i la precipitació, mentre registren uns valors més baixos del normal en les costes occidentals de l'oceà (Costes d'Austràlia i Indonèsia). La Niña per contra crea la situació contrària. Per saber si ens trobam davant El Niño o La Niña o una fase neutral, així com la seva magnitud, s'utilitzen generalment, i l'Índex de Oscil·lació del Sud, que indica les diferències de pressió atmosfèrica entre les costes de l'est i de l'oest d'est d'Amèrica del sud i Oceania. Aquest índex és utilitzat per realitzar prediccions climàtiques en general.

El Niño segons LAITA (1995) es defineix com un irrupció ocasional d'aigües càlides en el Pacífic entorn a les costes del Perú i L'Equador degut a inestabilitats de pressió atmosfèrica entre el Pacífic Oriental i Occidental propers a l'equador. Aquest escalfament anòmal de la superfície oceànica està associat a una important fluctuació de la pressió atmosfèrica (Oscil·lació del Sud) entre ambdues vessants de l'oceà pacífica generalment la diferència de pressió entre Tahití i Darwin (al nord d'Austràlia). Es tracta per tant d'un fenomen periòdic i recurrent però del qual, fins a hores d'ara se n'han pogut establir un cert component cíclic.

En aquest sentit diferents són les propostes que han intentat determinar la freqüència d'aparició del fenomen que en una primera aproximació no es correspondria a l'aparició de sequeres cícliques a l'àrea balear.

Autor	Freqüència de Duració
CHÀVEZ 1987	Entre 3 i 8 anys
LAGOS 1997	Entre 3 i 16 anys
ROSSEL et al1997	Entre 2 i 12 anys
NASCH1998	Entre 2 i 7 anys
GLANTZ 1997	Entre 4 i 7 anys

Fig 193:Taula freqüència de duració del Niño.Font: Elaboració Pròpia a partir de GARCÍA 2006

Encara que existeix una gran incertesa sobre les causes i origen del Niño, un cop que el fenomen oceànic-atmosfèric es manifesta, els seus impactes es produeixen en diversos i

Joan Caldentey Brunet

molt diferents escenaris del planeta. Fins a començaments de la dècada dels vuitanta del segle anterior es creia que el seu impacte era regional, però l'ocurrència de l'episodi 1982/83 va posar de manifest l'existència de connexions a escala mundial (LAITA 1998). Els estudis previs dins l'àmbit a les Illes Balears i Llevant peninsular tot i no ser excessivament nombrosos mostren una certa contradicció pel que fa a la possible relació entre l'abundància o absència de pluviometria. En aquest sentit alguns autors QUERADA i MUNT (1994) citats per GARCÍA (2006) relacionen els episodis intensos del "Niño" amb pluges intenses a València amb aquest fenomen, mentre que LAITA (1998), en l'únic estudi contextualitzat a les Illes Balears determina que els anys de extrem càlid (El Niño) van ser més plujosos que la mitjana i els anys següents a extrem fred (La Niña) van ser anys especialment secs. RODÓ et al. (1997) i ROCHA (1999) estableixen una relació entre episodis de sequera a Espanya i El Niño, mentre que les pluges es relacionen amb La Niña. A més, s'ha indicat que la correlació màxima ocorre amb un desfasament de 3 a 6 mesos des de l'aparició del fenomen fins a l'aparició de les anomalies negatives de precipitació. Aquests autors indiquen que la disminució de precipitació pot ser que el SOI afavoreix la propagació d'ones de Rossby cap al nord-est europeu, en resposta a l'escalfament de l'oceà Índic. (RODÓ 1997 I ROCHA 1999 citats per GARCÍA 2006).

Joan Caldentey Brunet

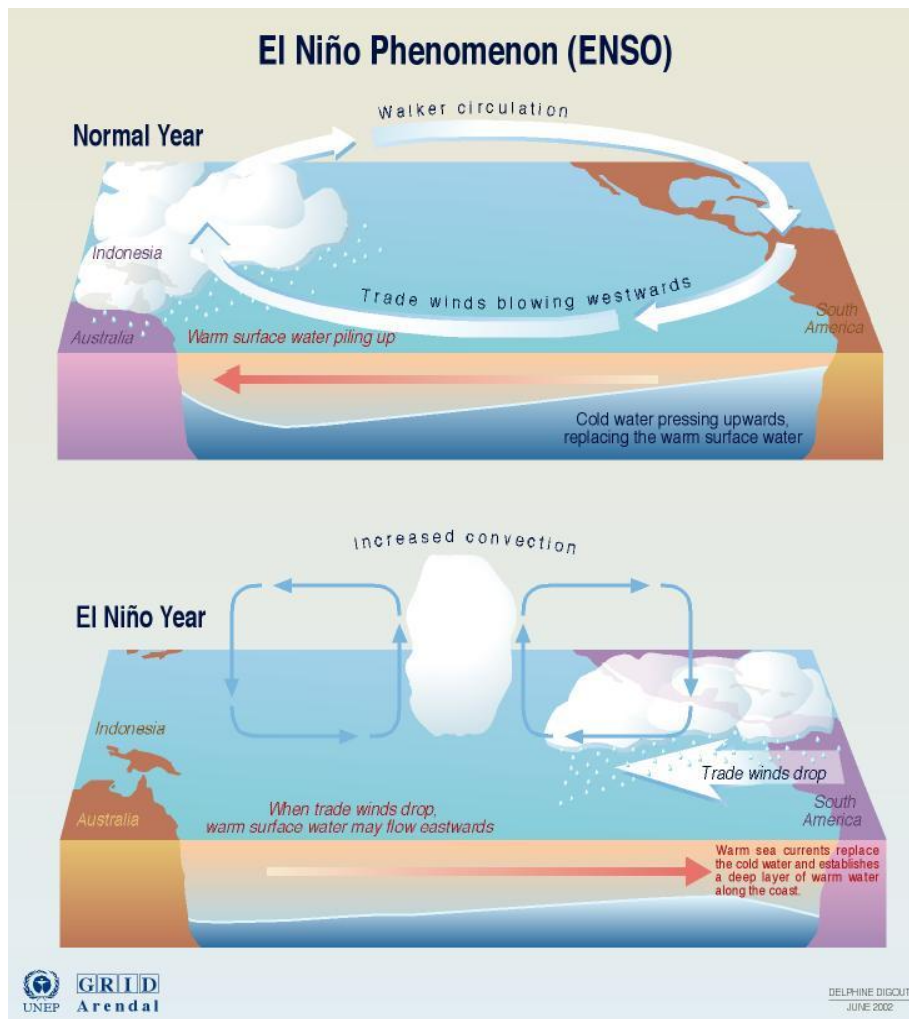


Fig 194. Esquema fenomen del Niño. Font: NOAA

Davant la incertesa dels resultats anteriors però partint de la hipòtesi de la Dra Laita (1996) que relaciona les sequeres amb La Niña farem un comparació entre l'índex SOI i l'IESP d'algunes estacions de les Illes Balears. En una primera aproximació si estudiem la distribució d'anys secs i moderadament secs que han afectat l'àrea balear i la seva correspondència amb aquest patró de teleconnexió observarem que hi ha una coincidència quasi perfecte entre els episodis més forts de la "Niña" i aquells anys considerats secs i/o moderadament secs (1964-1965, 1988-1989, 1995-1996, 1998-2002) mentre que només un episodi del "Niño" (1982-1983) coincidiria amb un d'aquests anys. A nivell mensual els resultats poden ser lleugerament variables. En el cas de l'observatori

Joan Caldentey Brunet

eivissenc de Far Coves Blanques (fig 196) dels quatre episodis llargs de sequera pluviomètrica (majors de 12 mesos) tres coincideix amb fases positives de l'índex de la oscil·lació del sud que donen lloc "La Niña".

MESOS	FASE SOI	EL NIÑO	LA NIÑA
XII1951-III1954	POSITIVA		X
IX1981-VII1984	NEGATIVA	X	
XII1993-VII1996	POSITIVA		X
II1999-III2002	POSITIVA		X

Fig 195: Comparativa valors IESP i fase de SOI 1950-2010. Far Coves Blanques.

En el cas de l'intens Niño de principis dels anys 80 coincidiria amb l'aparició d'un important eixut.

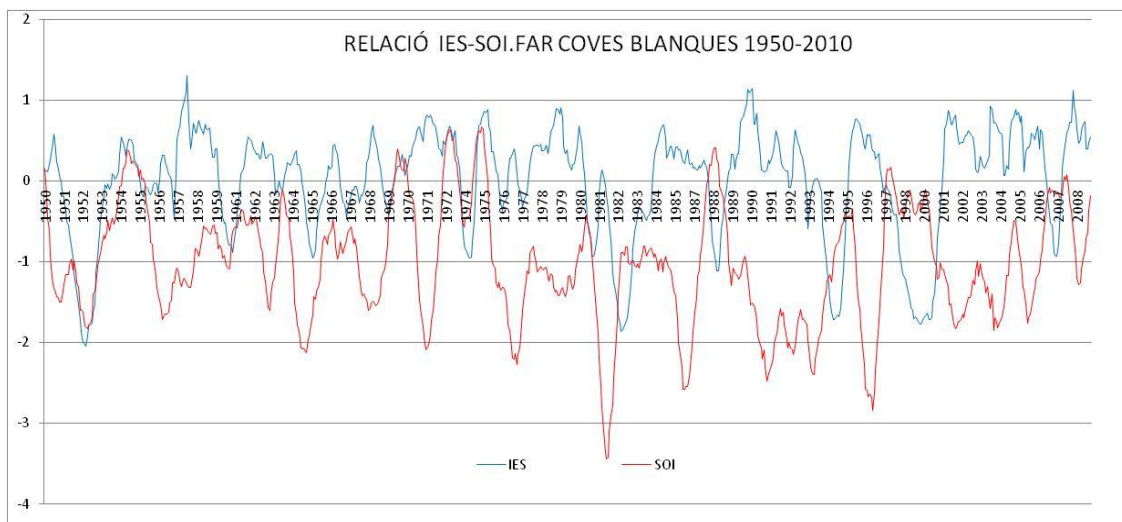


Fig 196 Comparativa valors IESP i SOI Far Coves Blanques (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

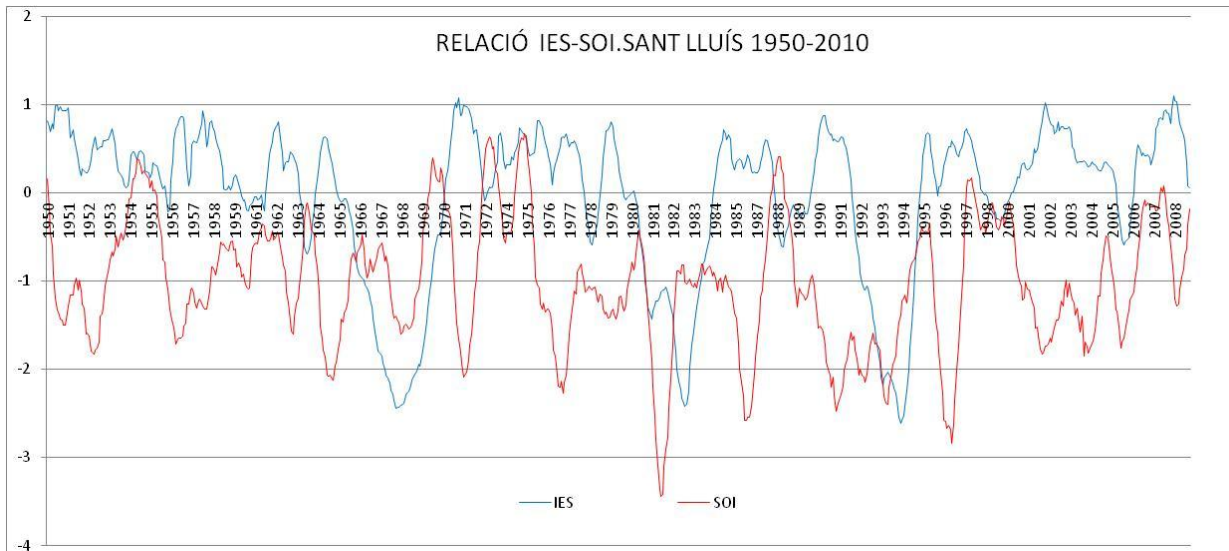


Fig 197: Comparativa valors IESP i SOI Sant Lluís (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

MESOS	FASE SOI	EL NIÑO	LA NIÑA
IX 1966- XI 1971	NEGATIVA	X	
IX 1981- X 1985	NEGATIVA	X	
XI 1992- IV 1996	NEGATIVA	X	

Fig 198: Comparativa valors IESP i fase de SOI 1950-2010. Sant Lluís.

A l'observatori menorquí de Sant Lluís a diferència del cas anterior sí existeix una correspondència entre episodis negatius del l'índex SOI i per tant episodis del Niño. Cal destacar especialment el cas de l'eixut de principis dels anys 80 per la seva durada i intensitat que contrasta amb un dels Niños més importants dels segle XX.

Joan Caldentey Brunet

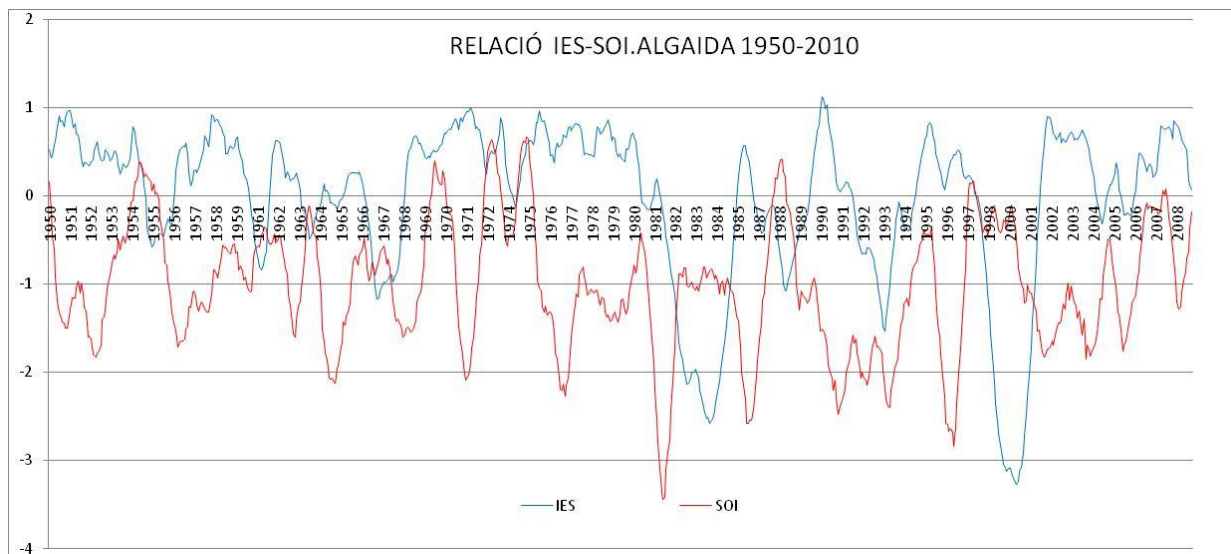


Fig 199: Comparativa valors IESP i SOI Algaida (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

MESOS	FASE SOI	EL NIÑO	LA NIÑA
XI 1955- V 1957	POSITIVA		x
IX 1967-V1969	POSITIVA		
XII 1982-VIII 1986	NEGATIVA	x	
IX 1992-IX 1994	NEGATIVA	x	
IV 1999-IV 2002	POSITIVA		

Fig 200: Comparativa valors IESP i fase de SOI 1950-2010. Algaida.

Tanmateix, per als tres episodis secs més prolongats i intensos dins del període d'anàlisi (1950-2010), és a dir, sequeres de la segona meitats dels seixanta, primers 80 i principis del segle XX aquest retard va ser superior als 12 mesos. Com a dada il·lustrativa al respecte podem dir que durant els primers dels tres episodis anomenats anteriorment aquest desfasament temporal va ser de 9 mesos a l'observatori menorquí de Sant Lluís (fig 197) i de 5 a l'estació d'Algaida situada a l'àrea central de l'illa de Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

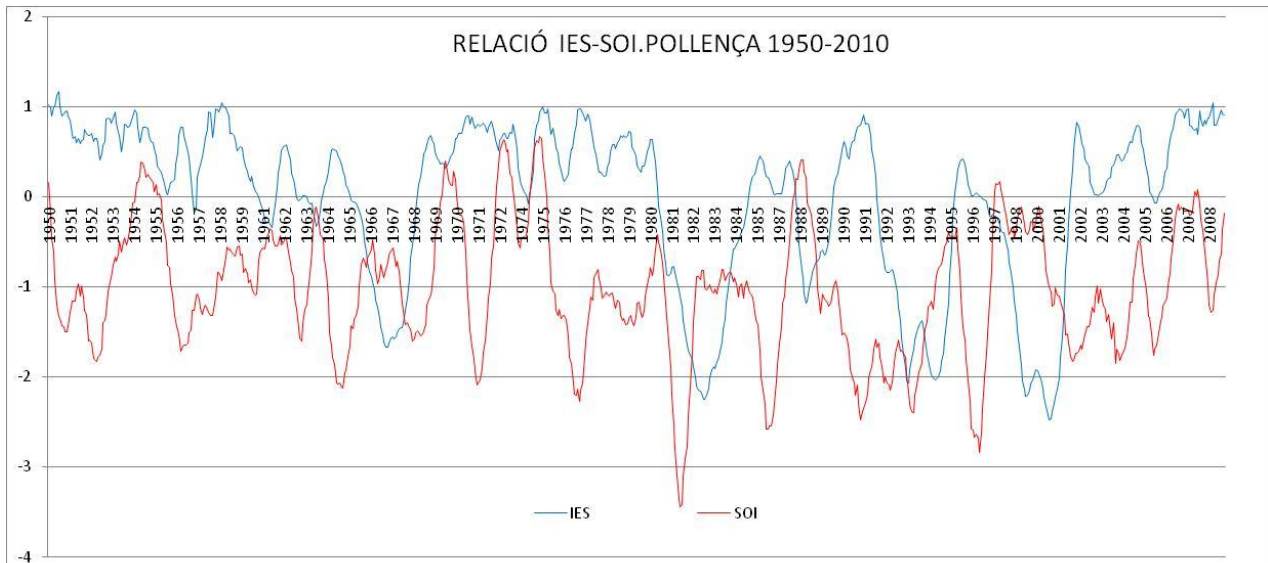


Fig 201: Comparativa valors IESP i SOI Pollença (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

MESOS	FASE SOI	EL NIÑO	LA NIÑA
I1966-IV1969	POSITIVA		X
XI1981-V1986	NEGATIVA	X	
X1988-IX1990	POSITIVA		X
XI1992-IX1996	NEGATIVA	X	
I1999-V2002	POSITIVA		X

Fig 202: Comparativa valors IESP i fase de SOI 1950-2010. Pollença.

En el cas de la sequera que afectà el territori insular durant els primers 80 l'aparició del dèficit pluviomètric es retardi en 6 mesos en el cas de l'observatori d'Algaida i 8 mesos en el cas de Sant Lluís.

Joan Caldentey Brunet

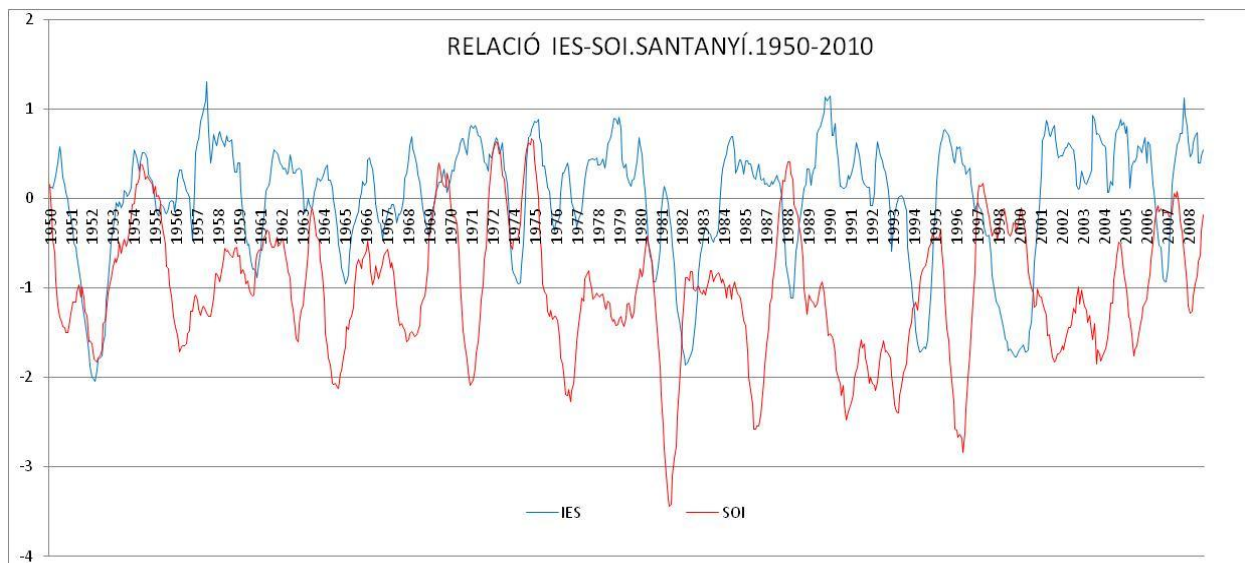


Fig 203: Comparativa valors IESP i SOI Santanyí (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Finalment aquesta discordança temporal es torna a fer evident durant l'episodi del 1999 i 2002 amb 3 mesos a Sant Lluís i 4 mesos a Algaida

MESOS	FASE SOI	EL NIÑO	LA NIÑA
X 1965-VIII 1969	POSITIVA		X
I 1983-X 1985	NEGATIVA	X	
I 1999 – VII 2002	POSITIVA		X

Fig 204 Comparativa valors IESP i fase de SOI 1950-2010. Santanyí.

En síntesi podríem concloure que la hipòtesi formulada per la Dra Laita a mitjans dels anys 90 es confirmaria, és a dir que els principals episodis de sequera a l'àrea balear vendrien a coincidir amb episodis de fase negativa de l'índex d'oscil·lació del sud, és a dir episodis de "La Niña". No obstant això, cal recordar que tots aquests episodis de sequera (tres importants a finals del segle XX) vendrien precedits per episodis del Niño, que a la pràctica es tradueix en anys plouers a les Illes Balears. Un vegada finalitzada aquest episodis, a una escala variable al cas de l'arxipèlag d'entre 6 i 12 mesos recordem tendria a aparèixer la sequera. En la majoria dels casos però l'eixut s'iniciaria durant la primavera

Joan Caldentey Brunet

excepció podria ser explicada d'acord amb els estudis de LÓPEZ I RODRÍGUEZ (2012) que associen la variabilitat de la influència del fenomen del Niño sobre la precipitació a Europa amb les variacions de la temperatura superficial del mar d'unes dècades a unes altres. Aquest autors han detectat que la influència del Niño a Europa ha estat més gran en aquelles dècades en què els oceans extratropicals de l'hemisferi nord estaven més freds. Això va passar en el anys en el quals l'escalfaments del Pacífic equatorial (fenomen del Niño) van estar associats a una disminució de les precipitacions en la regió mediterrània durant la primavera.

També important incidir en què no tots els episodis de la Niña donen lloc a sequeres. Sembla per tant que, i així ens ho demostrà l'intent de correlacionar un i altre fenomen, que la causa de les sequeres a l'àrea balear no s'explica per aquest fenomen que ocorre en el Pacífic equatorial. És cert que l'aparició un període perllongat amb valors positius el SOI, que generalment desemboca amb l'aparició del fenomen de La Niña contribueix a agreujar una situació de sequera pluviomètrica la qual ja és presenta a l'àrea balear. Un cas especialment interessant és el de l'observatori menorquí de Sant Lluís, on la influència del Niño respecte a la precipitació sembla tenir un component idèntic en el cas del observatoris peninsular on és la fase negativa del SOI la que té un efecte potenciador del eixuts mostrant un comportament més indiferent respecte la Niña. En tots cas a nivell mensual les majors correlacions entre l'ENSO i les anomalies pluviomètriques vendrien en el moment que correlacionam aquestes amb un retard de 3 mesos (fig 205 respectes als valors del patró i únicament a nivell insular poden considerar-se relativament significatives durant les precipitacions del mes de març (valors que puntualment sobrepassen el $-0,25$) sients majors a Mallorca i Menorca que no a les Pitiüses on són sensiblement menors.

Joan Caldentey Brunet

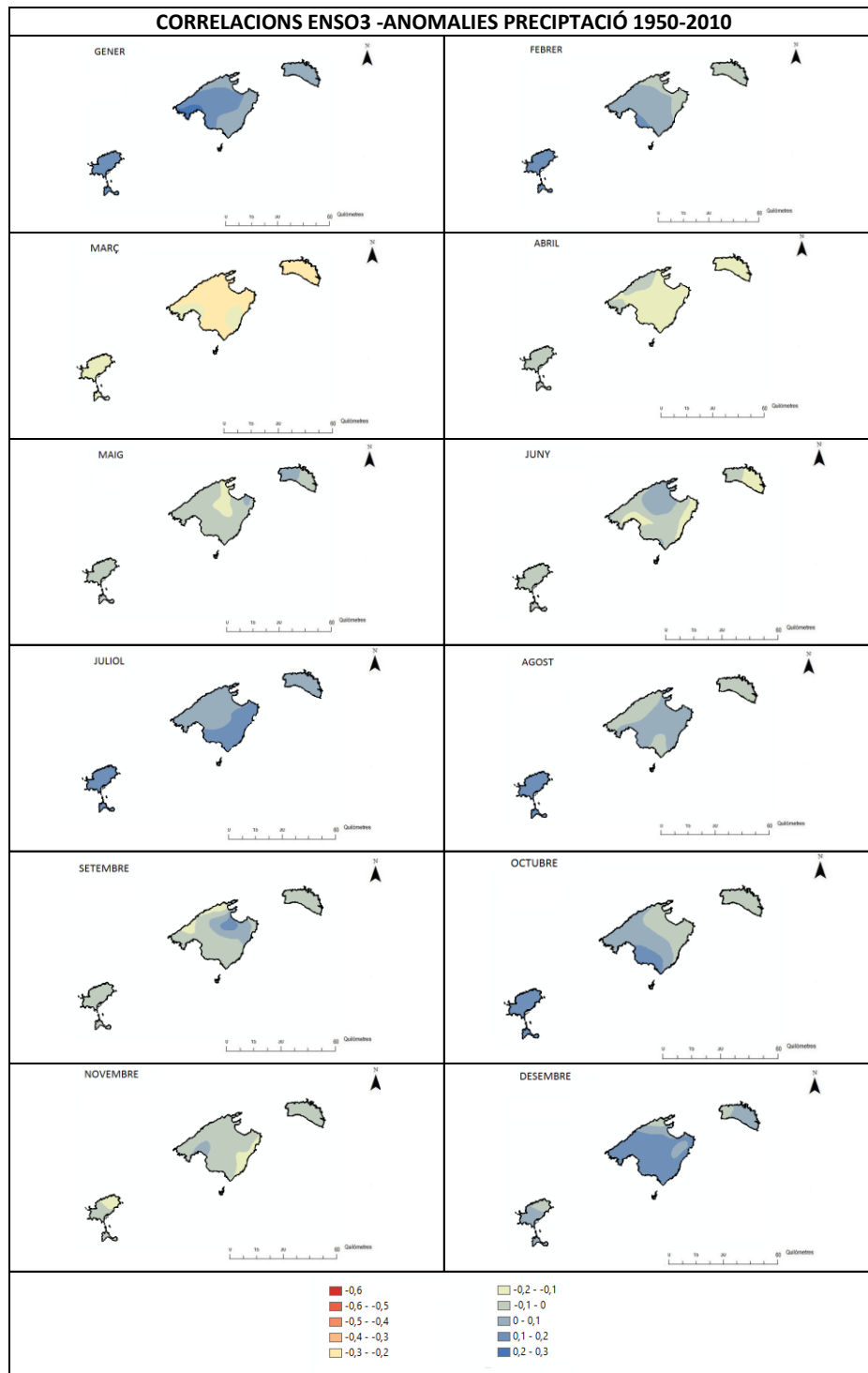


Fig 206: Mapes de correlació d' anomalies mensuals de precipitació amb valors ENSO.

Joan Caldentey Brunet

L'índex NAO (Oscil·lació de l'Atlàntic Nord) Influència en la manifestació d'episodis secs en la Mediterrània occidental.

Lligats als moviments estacionals dels westerlies que trobam a l'hemisferi nord en latituds mitjanes (Front Polar i el Anticicló subtropical atlàntic, trobam la NAO (Oscil·lació de l'Atlàntic Nord) .És l'únic patró de baixa freqüència present en tots els mesos de l'any, encara que la seva amplitud i radi d'acció són majors durant l'hivern (desembre, gener i febrer), Els valors positius del NAO indiquen una anomalia de pressió negativa sobre la Baixa d'Islàndia i una positiva a la zona del Anticicló de les Açores, mentre que els índexs negatius reflecteixen un patró d'anomalies oposat. (fig 207). Ambdues fases de la NAO estan associades a canvis en la intensitat i localització del corrent en doll donat que condicionen, com ja em esmentat, els moviments estacionals dels diversos centres d'acció situats entorn a les latituds mitjanes de l'oceà Atlàntic a l'hemisferi nord. Des d'aquesta perspectiva per establir aquesta correlació s'han utilitzat valors de l'Índex corresponent a les diferències de pressió entre Lisboa i Reikiavik.

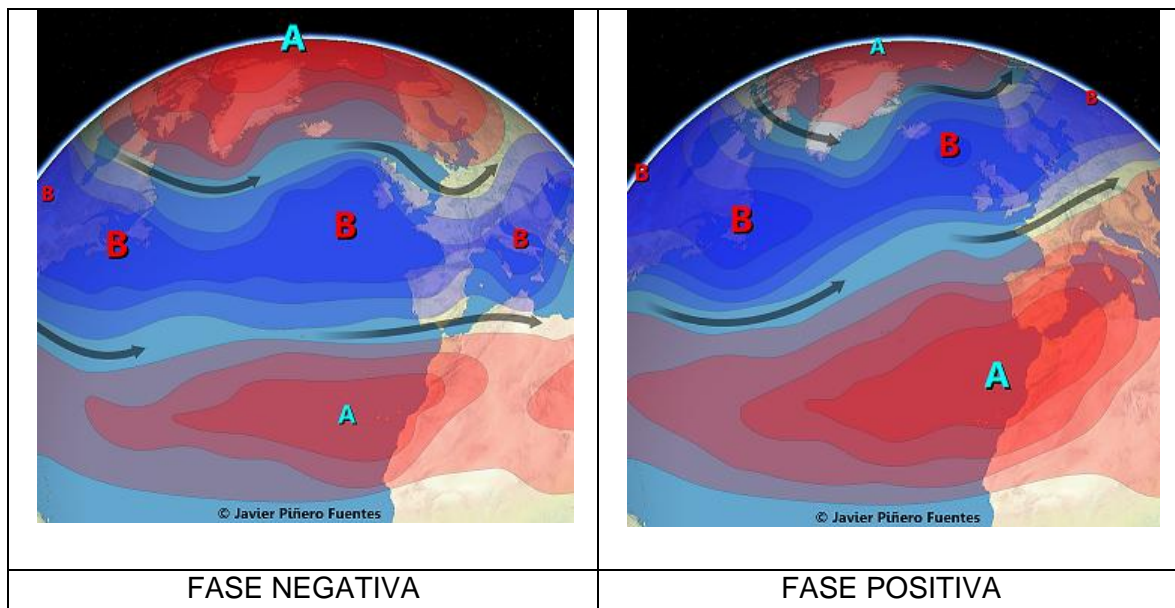


Fig 207: Esquema fases oscil·lació de l'Atlàntic Nord. Font: Javier Piñero Fuentes

La NAO experimenta canvis anualment, encara que també sol estar en la mateixa fase durant intervals de diversos anys. D'aquí que és fàcilment correlacionables amb el comportament de les precipitacions de gran part del continent europeu. Durant la fase

Joan Caldentey Brunet

positiva de la NAO, un anticicló s'estableix sobre l'Atlàntic Nord donant lloc a llargs períodes d'estabilitat atmosfèrica que en principi es traduirien amb seqüències seques de llarga durada a latituds mediterrànies

Per altra banda, en la situació contrària (és a dir fase negativa de la NAO, la diferència de pressió entre els dos observatoris de referència situats a les Açores i Islàndia i les condicions no serien tan estables, ja que els vents de component ciclònic arribarien a la Mediterrània davant l'absència d'un vertader anticicló de bloqueig.

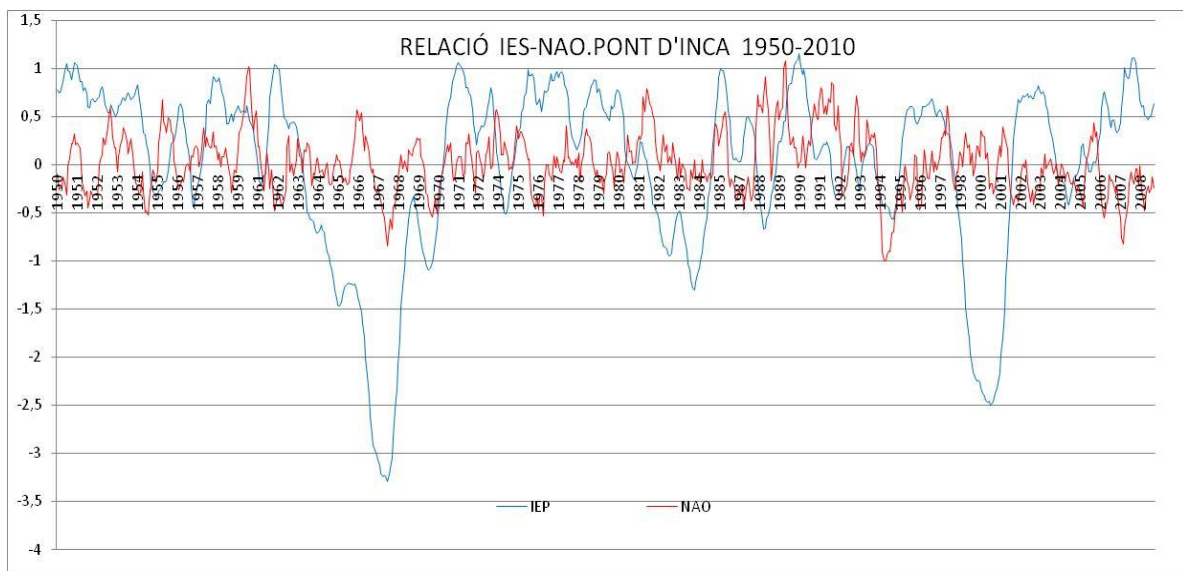


Fig 208: Comparativa valors IESP i NAO Pont d'Inca (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

En l'evolució anual de la NAO destaca el predomini dels valors positius enfront dels negatius, a causa del predomini habitual de les altes pressions al sud de l'Atlàntic Nord (Anticicló Subtropical Atlàntic) i de les baixes pressions a la zona nord del mateix (Baixa d'Islàndia)

Els resultats indiquen com la fase negativa de la NAO està relacionada amb episodis plujosos en major grau que la fase positiva ho fa amb les seqüències pluviomètriques seques a l'àrea mediterrània espanyola MARTÍN VIDE I FERNÁNDEZ, D. (2001) MÚÑOZ , D. y RODRIGO, F.S. (2004) GÓMEZ, MARTÍN VIDE I WANNER (S D), (GARCÍA

Joan Caldentey Brunet

2006).D'aquesta manera relacionarem els períodes secs ja definits a l'àrea d'estudi amb valors elevats o positius de l'índex NAO, situant els resultats en el context de les teleconnexions més comunes de la Mediterrània sud occidental.

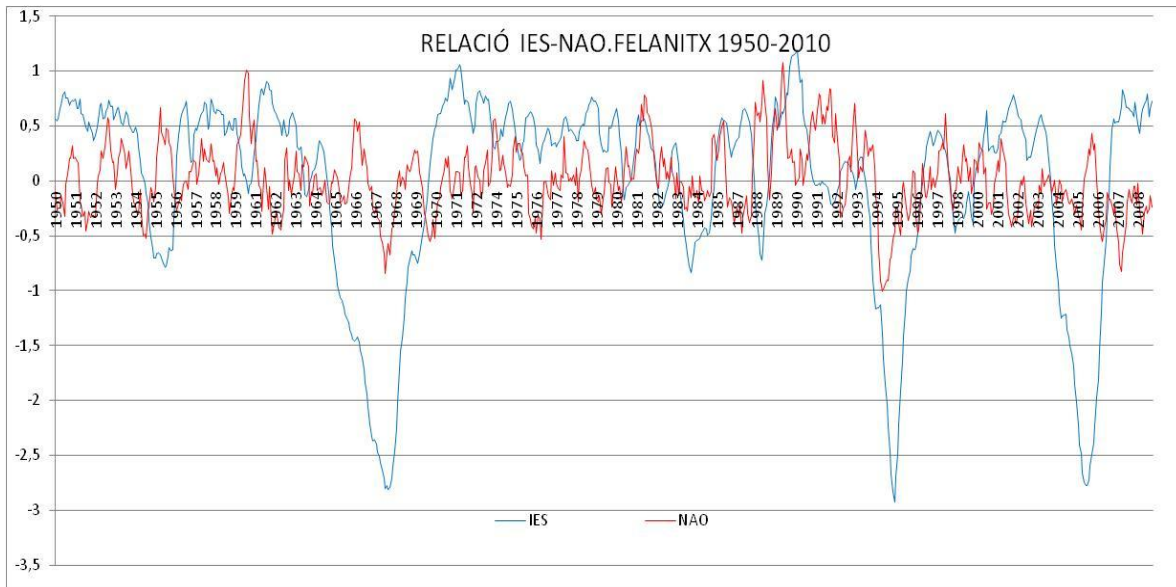


Fig 209 Comparativa valors IESP i NAO Felanitx (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

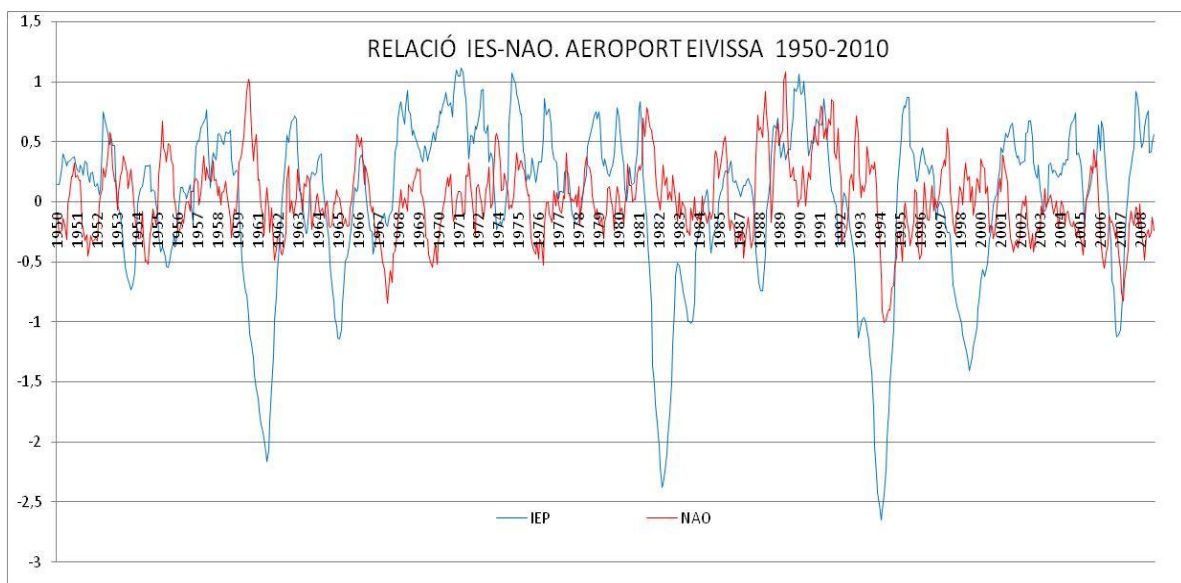


Fig 210: Comparativa valors IESP i NAO Aeroport Eivissa (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

A partir de l'observació d'aquesta relació després d'una successió de diversos mesos de NAO positiu (entre 2 i 6 mesos a les estacions d'estudi) (fig 210), sorgeix un període d'absència de precipitacions (casos de les estacions d'Eivissa i Lluç). De la mateixa manera desapareix l'episodi sec quan es passa un nombre similar de mesos amb NAO negativa. Tal i com ja havia detectat estudis anteriors la coincidència d'una fase NAO positiva amb els mesos equinoccials tendeix a es prolongar períodes de dèficit pluviomètric, sobretot quan durant els anys en què les precipitacions de la tardor (estació més plujosa en el món mediterrani) són especialment febles. L'exemple més representatiu seria el de l'observatori mallorquí de Lluçmajor en el qual tot els episodis secs de durada superior a l'any van acompanyats d'una fase positiva del patró.

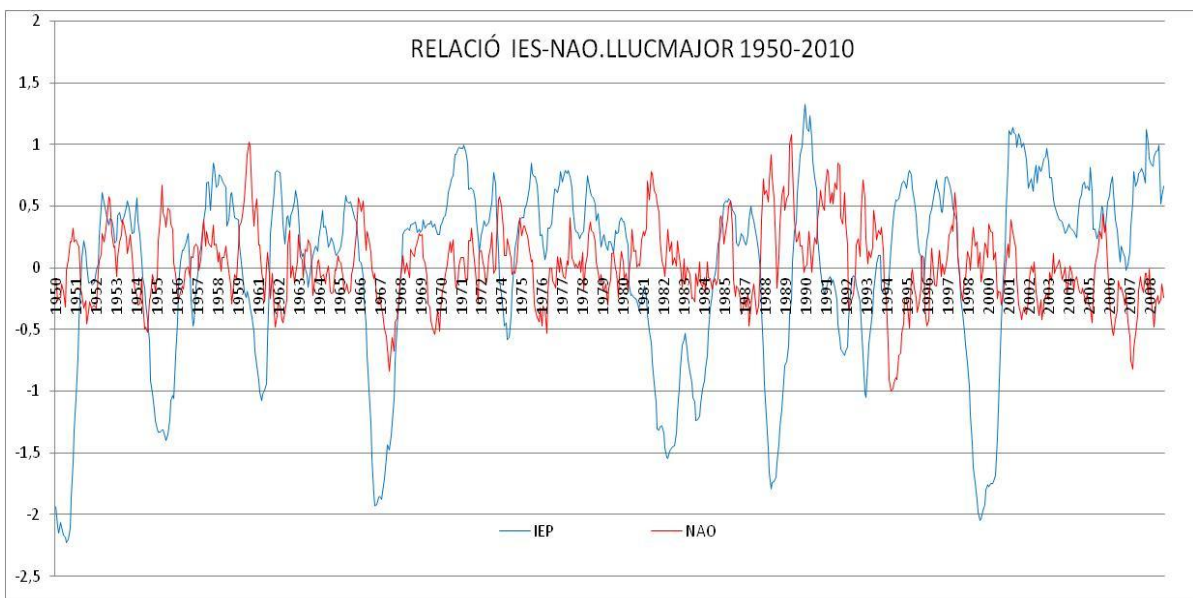


Fig 211: Comparativa valors IESP i NAO Lluçmajor (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Aparentment però, aquesta regla general anteriorment esmentada no és del tot perfecte, en aquest sentit a l'observatori de Lluç s'inicia una llarga seqüència de NAO positiva des de principis dels anys 90 cosa que va acompanyada per un marcat període d'excedent pluviomètric. Per altra banda la intensa sequera que afectà l'àrea balear entre el 1999 i l'any 2002 no va acompanyar d'un prolongat període de NAO positiva si no que més bé és coincident amb un episodi de ràpides oscil·lacions dels valors de la oscil·lació de l'Atlàntic

Joan Caldentey Brunet

nord. Situació que igualment es reproduïx a l'estació situada a l'aeroport d'Eivissa. On a diferència del cas anterior l'eixut de principis dels anys 90 apareix de manera immediata a l'inici de l'episodi de NAO positiva.

Des d'aquest punt de vista per tant a l'igual que ja detectarem en el cas anterior no existeix un regla perfecte i general que pugui relacionar un i altre pel fenomen. Davant aquest fet es podria estudiar algun altre tipus de patró de variabilitat de baixa freqüència que pogués explicar millor aquestes situacions de no correlació.

Podríem concloure per tant, que la NAO, almenys pel que es refereix als mesos de tardor i hivern no sembla explicar suficientment la variabilitat pluviomètrica estacional a la Mediterrània occidental (MARTÍN VIDE, 2002). Així reiteraríem per tant, que es tracta únicament d'un atenuant de seqüències seques ja de per sí intenses i temporalment perllongades. Igualment insistir en el fet que aquest efecte potenciador és especialment important en el moment de la coincidència de períodes equinoccials (especialment la tardor) amb una seqüència relativament llarga de fase positiva de l'índex. Aquest seria sobretot el cas dels episodis secs que afectaren l'àrea balear, especialment Mallorca a durant la part central dels anys 60, principis de la dècada dels anys 80 i mitjans dels anys 90. Per altra banda no s'observaria una relació tan clara entre una fase de NAO positiva i perllongada i l'eixut de finals de mil·lenni. D'altra banda, quan es produeix un canvi de signe de l'índex i comença a adoptar valors negatius aquest fet contribueix a mitigar l'excedent pluviomètric. Tal és el cas de les sequeres de mitjans dels seixanta i noranta. Finalment, cal destacar que no tots els períodes llargs en els quals aquesta oscil·lació de l'Atlàntic Nord adopta un component anormalment positiu desemboquen en un eixut a les balears pel qual no es pot atribuir com a única causa dels dèficits pluviomètrics que periòdicament pateix l'arxipèlag. No obstant això, durant els eixuts de més d'un any de durada detectats s'observa una tendència al manteniment del valors positius durant almenys un terç de la seqüència i fins a un màxim d'11 mesos (fig 211). Per tant és innegable des d'aquest punt de vista que les fa positives de la NAO llargues i perllongades tendeixen a intensificar i potenciar els períodes de dèficit pluviomètric a

Joan Caldentey Brunet

l'àrea balear efecte especialment observable en els tres episodis llargs, intensos i generalitzats que visqué l'arxipèlag durant la segona meitat del segle XX..

FELANITX				
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS FASE POSITIVA PREVIS L'EPISODI	MESOS FASE POSITIVA PREVIS L'EPISODI (12 mesos anteriors)
XI1955-IX1957	23	-1,27	2	6
XI1965-XII1979	61	-3,26	2	5
I1995-XI1997	35	-3,58	4	9
VII1999-XII2000	18 (8+10)	-1,12	2	7
I2005-X2007	34	-3,73	2	6
LLUCMAJOR II				
V1950-II1952	21	-2,72	4	8
X1955-IX1957	24	-1,77	2	8
IX1967-III1969	19	-2,55	3	8
VIII1981-III1986	53	-2,33	3	7
X1988-V1990	22	-2,11	4	6
IV1999-VIII2001	29	-2,42	5	6
PONT D'INCA				
IV1964-IX1971	89	-3,84	2	5
I 1983-VI1986	43	-1,43	6	9
V1995-VII2002	38	-2,71	5	5
AEROPORT D'EIVISSA				
II 1961- XII 1962	22	-2,31	4	8
XI 1982- X 1985	34	-2,85	4	11
XII 1993-VIII 1996	32	-3,03	5	9
III 1999-VI 2001	29	-2,23	5	7
LLUC				
X 1952- III 1954	18	-1,80	0	5
X 1965- XII 1969	51	-3,27	2	8
X 1981- I 1985	40 (13 + 27)	-1,81	3	8
X1988-IX1990	24	-1,26	3	5
XI 1992-III 1996	40	-2,26	1	10

Fig 212 Relació entre la fase positiva de la NAO i l'aparició de seqüències seques de llarga durada a l'àrea balear entre 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

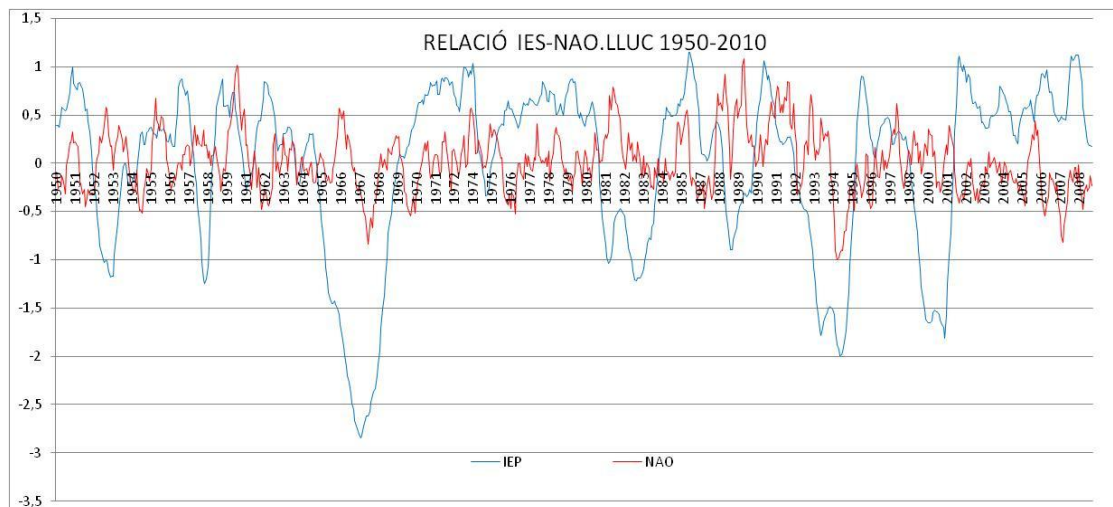


Fig 213. Comparativa valors IESP i NAO Lluc (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Per altra banda els valors de correlació entre les anomalies de precipitació i els valors contemporanis de la NAO confirmen la hipòtesi anterior, l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord mostraria correlacions significatives (valors de $-0,3$ a gran part de l'arxipèlag balear durant la tardor, l'hivern i principis de primavera). Correlació que es converteixen en no significatives durant la segona meitat de la primavera i tot l'estiu quan l'anticicló subtropical atlàntic descendeix en latitud. Geogràficament aquesta influència de la NAO durant aquests mesos amb correlacions significatives (sobretot el hivernals) és sensiblement major al nord de l'arxipèlag (Menorca) que al sud d'aquestes (Eivissa i Formentera) la major exposició, a través de corredor Pirineus – Alps de la Gimnèsia menor a les masses d'aire d'origen atlàntic podria explicar aquest fet. En tots cas aquest patró es confirma com un dels que major influència té i pot tenir dins el règim pluviomètric de les Illes Balears.

Sequeres i circulació atmosfèrica a la Mediterrània occidental.

Joan Caldentey Brunet

NAO	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE	DESEMBRE
Eivissa (aeroport)	-0,21	-0,10	-0,27	-0,24	0,15	-0,07	0,05	-0,03	-0,07	-0,02	-0,28	-0,24
La Savina	-0,11	-0,16	-0,33	-0,16	0,12	0,02	0,00	-0,13	-0,21	0,02	-0,19	-0,30
Eivissa (central tèrmica)	-0,19	-0,09	-0,28	-0,11	0,13	0,01	0,11	-0,03	-0,07	0,00	-0,23	-0,17
St Carles	-0,22	-0,18	-0,31	-0,21	0,06	-0,01	0,14	-0,09	-0,08	-0,09	-0,30	-0,16
Sant Lluís	-0,32	-0,37	-0,21	-0,25	-0,05	0,22	-0,15	-0,02	-0,22	-0,01	-0,18	-0,20
Port Ciutadella	-0,34	-0,29	-0,26	-0,18	0,05	0,03	-0,23	-0,12	-0,26	-0,03	-0,15	-0,04
Artà	-0,20	-0,27	-0,23	-0,15	-0,40	0,00	-0,09	0,06	0,07	-0,06	0,04	0,07
Felanitx	-0,21	-0,10	-0,27	-0,24	0,15	-0,07	0,05	-0,03	-0,07	-0,02	-0,28	-0,24
Santanyi	-0,32	-0,17	-0,25	-0,10	0,00	0,01	-0,05	-0,06	-0,25	0,02	-0,24	-0,28
Lluc	-0,32	-0,26	-0,35	-0,12	0,11	0,05	-0,10	-0,04	-0,13	0,03	-0,33	-0,17
Port d'Andratx	-0,16	-0,28	-0,19	-0,23	0,05	0,01	0,01	-0,10	-0,29	-0,02	-0,26	-0,34
Caimari	-0,33	-0,29	-0,17	-0,05	0,11	0,05	0,05	-0,01	-0,32	0,07	-0,35	-0,18
Far Coves Blanques	-0,20	-0,16	-0,30	-0,09	0,17	-0,06	-0,04	0,04	-0,15	0,04	-0,19	-0,11
Far Portopí	-0,26	-0,21	-0,17	0,02	0,06	-0,03	0,01	-0,25	-0,34	-0,14	-0,42	-0,32
Mossa	-0,01	-0,09	-0,18	-0,02	0,19	0,12	-0,09	0,03	-0,06	0,14	-0,11	0,02
Orient	-0,34	-0,26	-0,29	0,06	0,17	0,01	0,03	-0,08	-0,19	0,13	-0,37	-0,27
Alcúdia	-0,29	-0,32	-0,27	-0,11	0,20	-0,01	-0,02	-0,01	-0,19	0,09	-0,32	-0,41
Alqueria d'Avall	-0,33	-0,26	-0,22	-0,16	0,06	0,16	0,10	-0,11	-0,23	-0,13	-0,31	-0,09
Portopí	-0,26	-0,20	-0,17	0,02	0,05	-0,01	0,01	-0,25	-0,34	-0,14	-0,42	-0,32
Alaró Hort Nou	-0,30	-0,27	-0,23	-0,04	0,14	0,03	0,00	-0,07	-0,27	0,04	-0,40	-0,20
Banyalbufar	-0,31	-0,27	-0,27	-0,02	0,10	0,09	0,00	-0,09	-0,25	0,01	-0,31	-0,26
Biniforadí	-0,04	-0,16	-0,08	-0,23	-0,12	-0,13	-0,07	0,14	-0,15	-0,03	-0,17	-0,15
Calvià	-0,34	-0,32	-0,18	-0,11	0,04	0,10	0,02	-0,12	-0,27	-0,03	-0,46	-0,35
Calvià Hostalet	-0,33	-0,32	-0,14	-0,09	0,03	0,03	0,01	-0,19	-0,33	-0,02	-0,38	-0,44
Campos Salines Sa Vall	-0,21	-0,22	-0,18	-0,03	-0,04	0,04	0,01	-0,27	-0,28	-0,04	-0,30	-0,30
Cap Blanc	-0,27	-0,19	-0,21	-0,13	0,01	0,04	0,00	-0,09	-0,27	-0,08	-0,30	-0,38
Artà els Olors	-0,24	-0,30	-0,25	-0,12	0,14	0,13	-0,01	-0,05	-0,18	0,01	-0,24	-0,18
Far Formentera	-0,18	-0,15	-0,30	-0,13	-0,04	0,08	-0,01	-0,06	-0,16	-0,05	-0,18	-0,25
Far Capdepera	-0,20	-0,36	-0,25	-0,03	0,30	0,01	-0,12	0,01	-0,26	-0,04	-0,10	-0,40
Far Portocolom	-0,26	-0,18	-0,08	-0,16	-0,11	-0,04	-0,03	0,08	-0,24	0,01	-0,25	-0,41
Far Puntagrossa	-0,31	-0,22	-0,30	-0,19	0,06	0,02	0,04	-0,13	-0,15	0,01	-0,31	-0,26
La Campaneta	-0,26	-0,31	-0,26	-0,08	0,00	0,08	0,01	-0,05	-0,32	0,00	-0,25	-0,07
Llucmajor II	-0,32	-0,26	-0,17	-0,11	0,08	0,17	-0,01	0,08	-0,21	-0,14	-0,33	-0,33
Manacor Gesa	0,04	-0,06	-0,12	-0,09	0,00	0,13	0,20	-0,13	-0,26	0,19	-0,21	-0,24
Muro	-0,29	-0,37	-0,22	-0,13	0,11	-0,05	0,00	0,02	-0,27	0,00	-0,27	-0,26
Pollença	-0,28	-0,31	-0,33	-0,11	-0,13	0,09	0,04	0,11	-0,26	0,03	-0,22	-0,33
Pollença Can Serra	-0,30	-0,37	-0,36	-0,13	-0,16	0,14	0,08	0,06	-0,19	0,09	-0,22	-0,28
Pont Inca	-0,28	-0,31	-0,15	-0,09	0,04	0,12	0,17	0,04	-0,21	0,04	-0,31	-0,32
Porreres	-0,26	-0,24	-0,27	-0,10	0,11	0,15	0,11	0,06	-0,19	-0,11	-0,35	-0,27
Raixa	-0,30	-0,29	-0,26	0,00	0,02	0,12	-0,02	-0,08	-0,27	-0,01	-0,31	-0,25
Raixeta	-0,23	-0,23	-0,24	-0,04	0,01	0,17	-0,03	-0,06	-0,18	0,00	-0,28	-0,13
Sa Cabaneta	-0,27	-0,37	-0,32	-0,10	0,25	0,05	-0,03	0,01	-0,28	0,06	-0,41	-0,34
Salines de Sa Vall	-0,21	-0,18	-0,22	-0,13	-0,03	-0,01	-0,06	-0,13	-0,25	0,01	-0,29	-0,40
Alqueria Andratx	-0,33	-0,26	-0,22	-0,16	0,06	0,16	0,10	-0,11	-0,23	-0,13	-0,31	-0,09
Sencelles	-0,28	-0,36	-0,29	-0,11	0,21	0,02	0,06	-0,01	-0,14	0,08	-0,32	-0,27
Son Net	-0,28	-0,27	-0,27	-0,07	0,12	0,08	0,01	-0,20	-0,28	-0,02	-0,38	-0,28
Son Bujosa	-0,24	-0,25	-0,27	-0,17	-0,05	-0,01	0,03	0,01	-0,21	-0,02	-0,26	-0,09
Algaida	-0,27	-0,22	-0,20	-0,12	0,13	0,08	0,11	0,02	-0,06	-0,04	-0,37	-0,33
Alqueria Blanca	-0,21	-0,18	-0,22	-0,13	-0,04	-0,01	-0,06	-0,13	-0,25	0,01	-0,29	-0,40
Campos	-0,30	-0,25	-0,16	-0,15	0,11	0,09	-0,06	-0,07	-0,24	-0,09	-0,32	-0,26
Esporles	-0,28	-0,27	-0,27	-0,12	0,16	0,08	0,01	-0,01	-0,32	-0,06	-0,28	-0,19
Son Mas	-0,24	-0,24	-0,26	-0,13	0,02	-0,07	0,07	0,05	-0,24	0,08	-0,21	-0,04
Sa Vall	-0,21	-0,18	-0,22	-0,13	-0,04	-0,01	-0,06	-0,13	-0,25	0,01	-0,29	-0,40
Sineu	-0,26	-0,34	-0,30	-0,19	0,12	0,00	0,01	0,14	-0,23	0,01	-0,28	-0,26
Sòller	-0,27	-0,28	-0,28	-0,06	0,07	0,02	0,09	0,02	-0,16	0,04	-0,32	-0,05
Son Crespi	-0,26	-0,19	-0,21	-0,03	0,07	0,01	-0,08	-0,01	-0,25	0,03	-0,23	-0,26
Xorrigo	-0,28	-0,25	-0,08	-0,12	0,01	0,09	0,17	-0,01	-0,03	0,00	-0,26	-0,28
Sta Maria	-0,26	-0,33	-0,25	-0,11	0,16	0,05	-0,02	-0,02	-0,25	0,08	-0,35	-0,36
Sta Margalida	-0,24	-0,33	-0,27	-0,21	0,11	0,08	0,09	0,08	-0,27	0,03	-0,22	-0,26

Correlació positiva significativa

Fig 205: Taula de correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors NAO.

Joan Caldentey Brunet

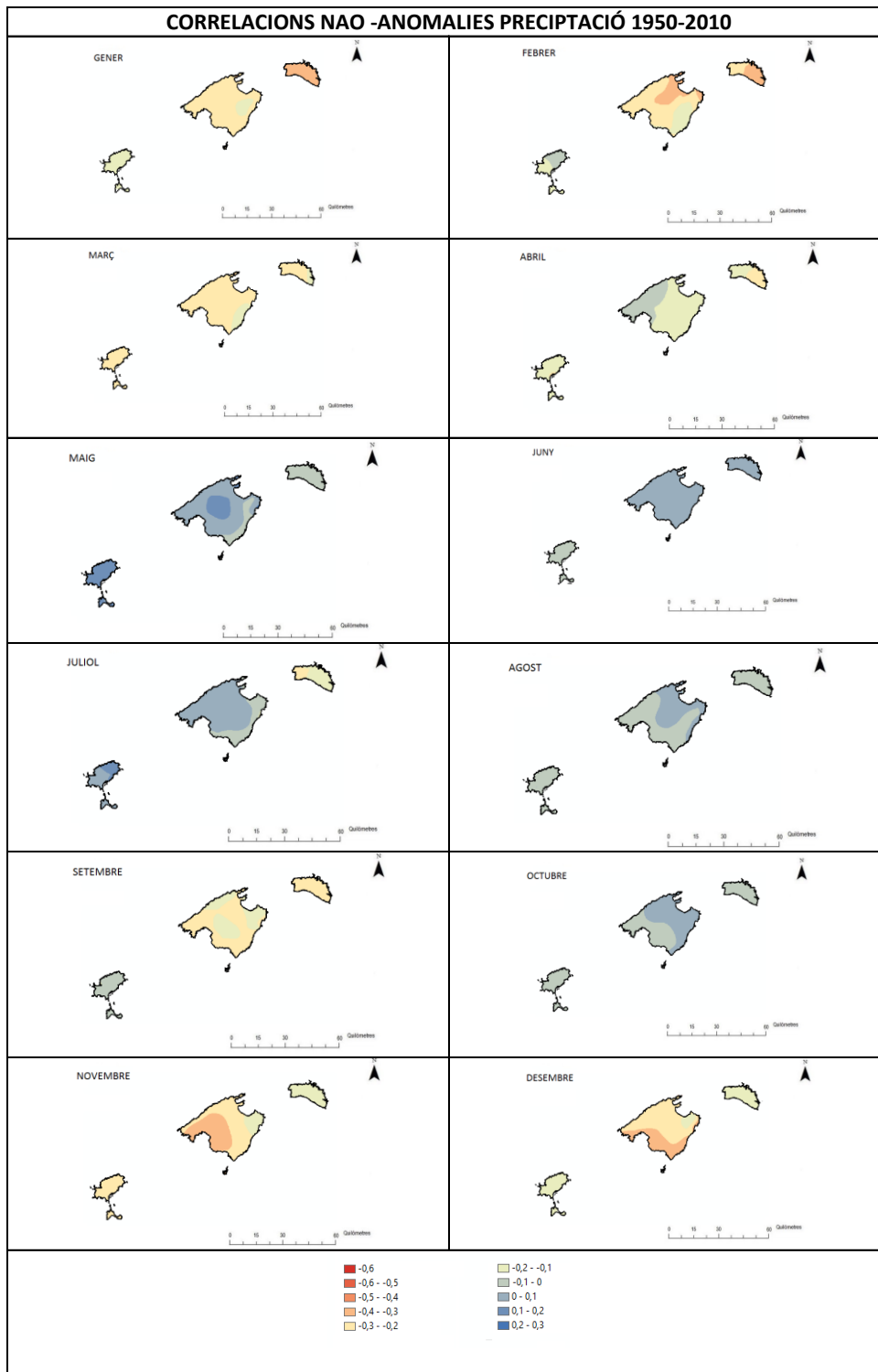


Fig 206: Mapes de correlacions d' anomalies mensuals de precipitació amb valors NAO.

Joan Caldentey Brunet

L'índex WeMO (Oscil·lació de la Mediterrània occidental) i la influència en la manifestació d'episodis secs en l'àrea d'estudi.

Donades les limitacions que ofereixen els anteriors patrons de teleconnexió respecte als episodis de sequera de les Illes Balears cal estudiar la possible correlació respecte a un darrer d'aquests patrons de baixa freqüència. Ens referim a l'oscil·lació de la Mediterrània occidental (WeMO). Corresponent a la diferència entre els valors estandarditzats de pressió superficial atmosfèrica a Cadis-San Fernando (Espanya) i Pàdua (Itàlia) (MARTÍN VIDE i LÓPEZ, 2006). La fase positiva es configura a partir d'un anticicló cap a l'oest de la Península Ibèrica generalment com a perllongació de l'Anticicló Subtropical Atlàntic, juntament amb una depressió al nord d'Itàlia. Aquesta situació advectiona es tradueix en fluxos de component nord cap al interior de la conca de la Mediterrània occidental. La fase negativa es correspon, per contra, amb una baixa en el golf de Cadis o a l'àrea delimitada per Açores-Madeira, Canàries i el sud-oest ibèric, juntament amb altes pressions al centre de la península itàlica (LÓPEZ, 2006, (fig 207). Aquesta configuració comportaria fluxos de component est a bona part de la conca mediterrània. Aquest patró de teleconnexió mostra correlació negativa amb la precipitació hivernal, sobretot durant els mesos de gener al Llevant peninsular (MARTÍN VIDE, 2004).

Durant les fases positives de WeMO predominen situacions de flux atlàntic, el que determina, en gran mesura, una escassetat pluviomètrica a tot el Llevant mediterrani espanyol i per extensió a les Illes Balears, a causa de la degradació d'aquell en el seu recorregut per la Península Ibèrica (LÓPEZ i AZORÍN, 2008). Pel contrari, durant els cicles negatius de WeMO predominen les situacions dominades per vents de components est que a l'àrea d'estudi es solen traduir amb importants episodis de precipitació especialment intenses a l'àrea balear donat que aquests vents de Llevant tenen un important recorregut marítim, factor agreujat per la complicada orografia de l'illa de Mallorca (típica llevantada).

Joan Caldentey Brunet

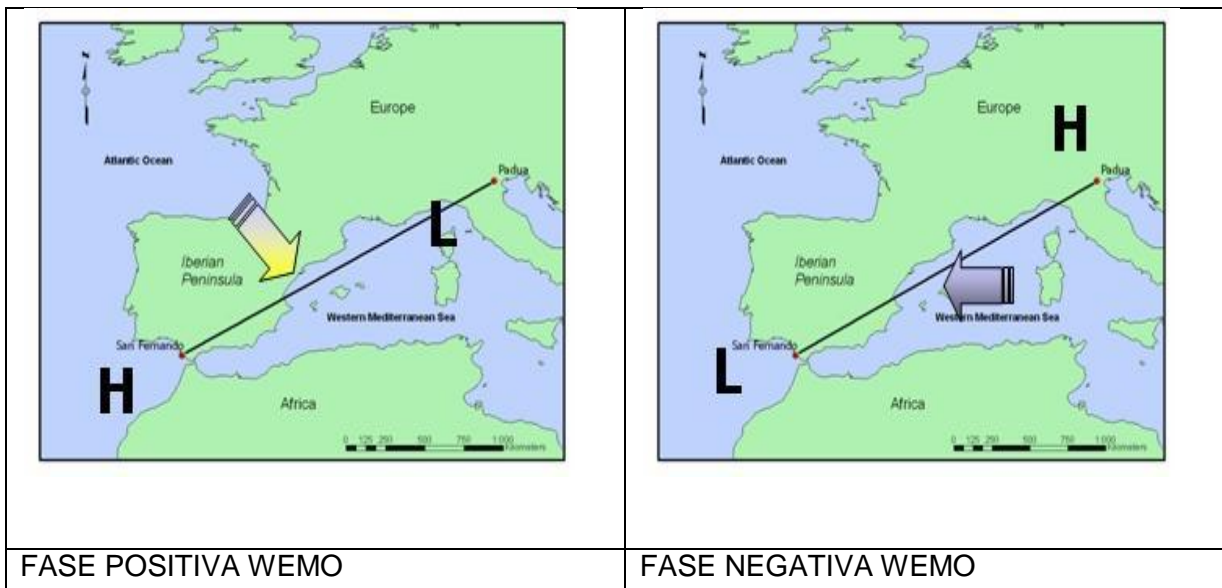


Fig 207: Esquema fases oscil·lació de la Mediterrània occidental. Font: López Bustins 2006.

Els canvis més radicals entre una fase positiva i una altra negativa de la WeMO es produeixen en els mesos de tardor relacionats amb el moviment estacional dels centres d'acció que afecten les latituds mitjanes. Per tant, es partiria de la hipòtesi inicial que els episodis secs prolongats en principi tendrien correspondència amb fases positives d'aquest índex que tenen el seu inici a la tardor, sobretot quan en aquesta època de l'any, teòricament la més plujosa, la precipitació és escassa que de fet és el moment de l'any en el qual es solen iniciar la majoria de sequeres de llarga durada a l'àrea d'estudi.

L'índex WeMO presentaria a trets molt generals d'acord amb les conclusions de la tesi Doctoral d'Alberto López Bustins una certa relació alhora d'explicar la reducció de les precipitacions a la meitat septentrional de les Illes Balears donat que la influència d'aquest patró donada la posició central de l'arxipèlag dins la Mediterrània occidental seria diferent en el cas de Menorca i nord de Mallorca que en el cas del sud d'aquest i el món pitiús. En la meitat nord de l'arxipèlag es troba directament influenciada per les baixes pressions de l'àrea liguírica i per tant seria la fase positiva de l'event la que deixaria importants pluges mentre que la intensitat d'aquestes disminuiria a mesura que descendim en latitud. Per contra la fases negatives de l'event deixen important pluges a Eivissa Formentera i sud de Mallorca. (LÓPEZ , 2006).

Joan Caldentey Brunet

D'altra banda, a l'igual que també passava en el cas dels dos patrons de baixa freqüència anteriors no sempre es compliria aquesta situació anterior a més en aquest sentit no la fase positiva no és la desencadenant de per sí d'un d'aquest períodes de dèficit pluviomètric simplement n'és un factor intensificador. En aquest sentit agafant de referència cinc observatoris significatius, i distribuïts territorialment de nord a sud dins l'arxipèlag anam a analitzar la seva relació directa entre els valors de índex estandarditzat de sequera pluviomètrica i els valors de l'índex d'oscil·lació de la Mediterrània occidental.

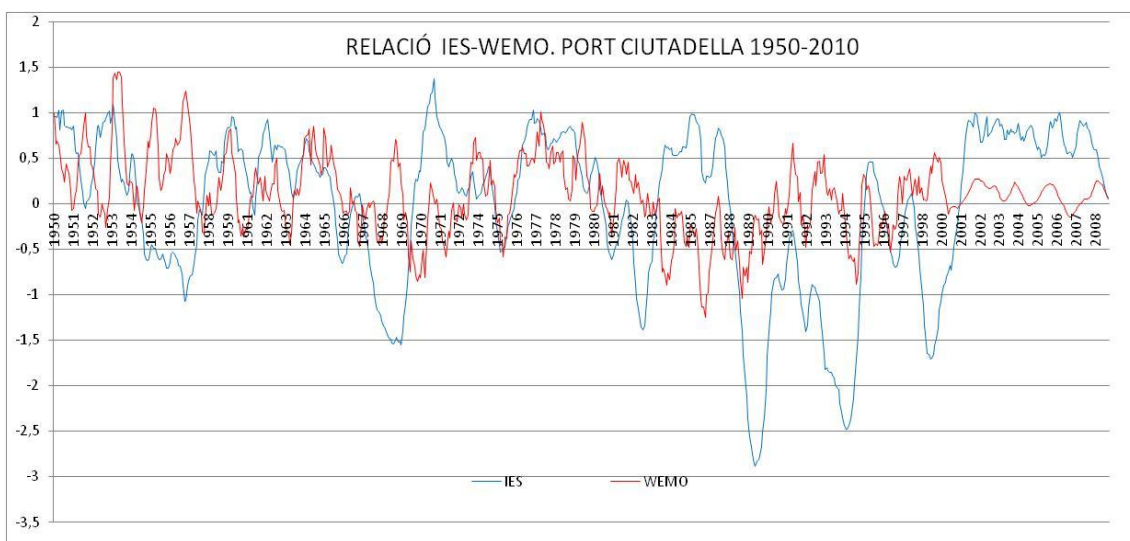


Fig 208: Comparativa valors IESP i WEMO Port de Ciutadella (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010

Joan Caldentey Brunet

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA	MESOS FASE POSITIVA PREVIS L'EPISODI	MESOS FASE POSITIVA PREVIS L'EPISODI (12 mesos anteriors)
ARTÀ				
V 1950-III 1953	21	-2,63	2	6
XII 1965- VIII 1969	44	-1,86	3	11
XII 1981-II1985	51	-2,48	2	7
IX 1992-IX 1994	32	-1,78	2	5
III 2000-III 2002	24	-1,98	2	7
PORT DE CIUTADELLA				
XI1955-V1959	43	-1,95	0	8
II 1968-XII1970	35	-2,01	2	7
V1982-VII1984	16	-2,21	2	4
XII 1988- V1992	41	-2,97	3	6
VIII 1992-VIII 1996	49	-2,62	4	8
IX 1997-X 1998	15	-0,98	3	7
V1999- XI 2001	30	-2,23	2	7
LA SAVINA				
X 1960-VII1963	34	-3,16	4	7
IV1964-IV1968	48	-2,05	1	8
X1981-X1985	48	-4,32	2	8
IX1992-VII1996	43(13+9+21)	-2,13	1	6
SENCELLES				
II1950-IX1951	20	-3,57	1	5
IX1967-III1969	19	-1,27	0	6
I1983-VIII1986	43	-3,06	2	5
X1988-XII1990	27	-1,89	3	7
XII1992-IX1994	23	-1,37	4	7
III1999-V2002	38	-2,87	1	6
RAIXA				
XII1965-VII1969	44	-1,93	1	8
XI1981-I1987	62	-3,28	2	8
XII1988-IV1991	28	-1,34	1	7
XI1991-IX1996	58	-1,87	1	5
IV1999-IV2002	36	-2,38	1	6

Fig 209 Relació entre la fase positiva de la WEMO i l'aparició de seqüències seques de llarga durada a l'àrea balear entre 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

L'exemple de l'estació formenterensa de La Savina (fig 209) mostra un dèficit pluviomètric durant gran part de la dècada dels anys 60 en la qual a l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental predominà la fase positiva de la WEMO fet que contribuir a intensificar sen se cap tipus de dubte l'eixut. Situació que també es reproduiria durant els altres dos principals dèficits pluviomètric que afectaren l'espai píties a principis de les dècades del 80 i 90 respectivament. Ara bé el patrò igualment mostra un component majoritàriament positiu durant les dècades dels 50 i 70 moments que si més no foren d'excedent pluviomètric. En el cas de l'estació menorquina del Port de Ciutadella (fig 210) existiria correspondència perfecte entre una fase positiva i tots els eixuts detectats durant la part central de la dècada dels 50, segona meitat dels 60, primers 80 mentre que durant el perllongat, tot i que intermitent període sec que afectà Menorca des de finals dels 80 fins als primers 2000 també s'observa una predomini del component positiu de la WEMO. Aquest correspondència en el cas d'aquest observatori ciutadellenc contradiu la hipòtesi inicial que relacionam la septentrionalitat de l'illa dins el context balear, fet pel qual es podria veure més beneficiada per les precipitacions provocades per les baixes pressions a l'àrea ligúrica que acompanyen la fase negativa de la WEMO i igualment on pot influir (o més bé intensificar sequeres) la persistència de situacions anticiclòniques al centre de la península italiana que acompanyen la fase positiva.

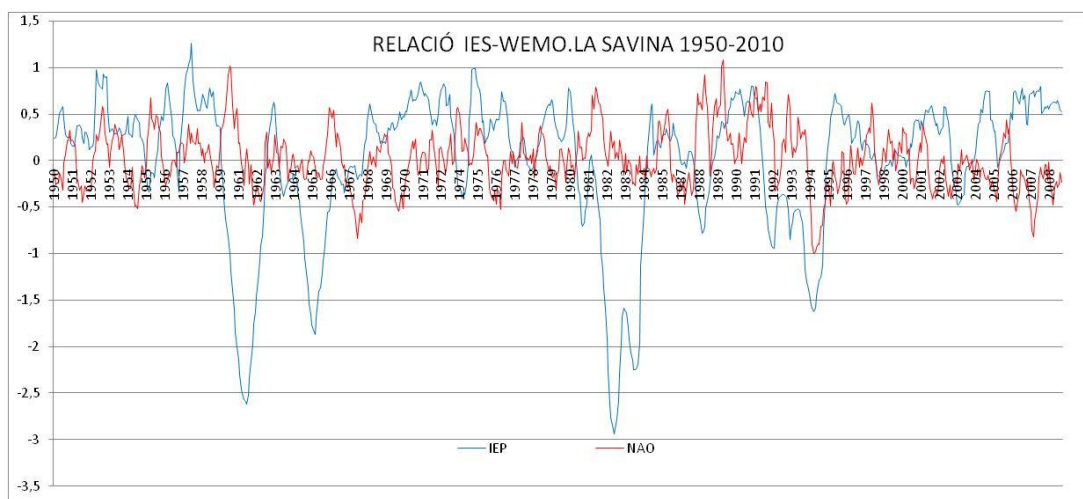


Fig 210 Comparativa valors IESP i WEMO La Savina (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos), 1950-2010.

Joan Caldentey Brunet

Ara bé considerar també que longitudinalment Ciutadella es troba a l'extrem més occidental de Menorca o l'efecte de les borrasques formades al nord de la Mediterrània influenciarien les precipitacions a l'àrea

Per contra la relació entre l'IESPi la WEMO mostra un patró més regular en el cas de l'observatori formenter de La Savina on tots els events de sequeres es corresponen amb fases positives.

En el cas de l'estació mallorquina de Sencelles (centre de l'illa) no s'observa coincidència entre les fases positives de la WEMO i l'aparició de seqüències d'indigència pluviomètrica exceptuant la sequera 1999-2001, cosa que si ocorre a partir dels diferents episodis de sequera que afectaren l'àrea central de Mallorca anterior als anys noranta.

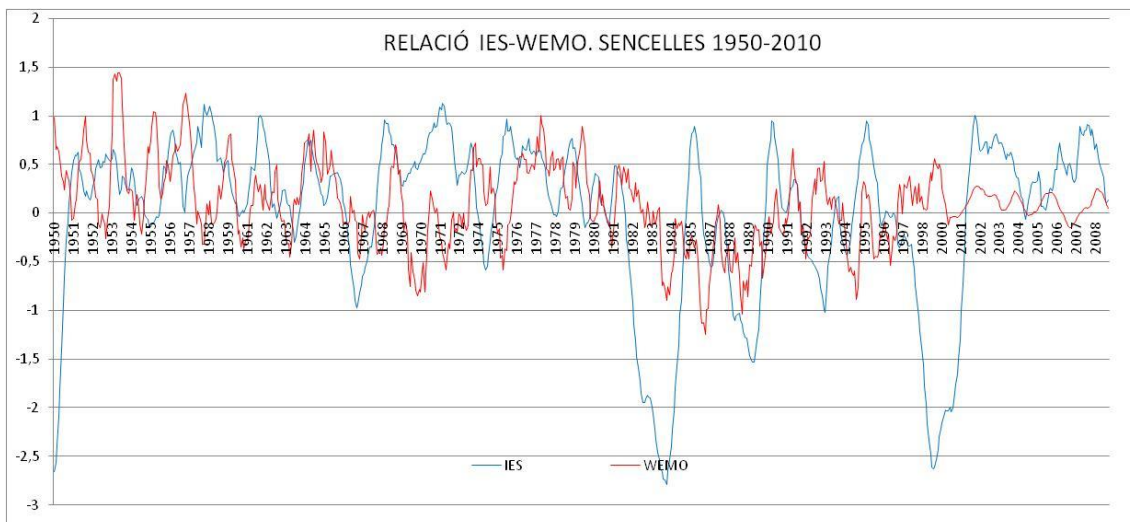


Fig 211: Comparativa valors IESP i WEMO Sencelles (valors estandaritzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Aquest fet podria corroborar la hipòtesi inicial. Si analitzam la possible relació en el cas de l'estació de Raixa, situada a la Serra de Tramuntana de Mallorca (fig 209), observam que una certa correspondència entre l'aparició de fases positives de la WEMO i els principals eixuts detectats, almenys en els inicis d'aquestes. També és cert que a mesura que la WEMO adopta signes negatius coincideix amb el moment en què les sequeres pluviomètriques comencen a remetre, fet perfectament observable a mitjans dels seixanta

Joan Caldentey Brunet

i vuitanta com també a partir 2002 que serien els moments finals des principals eixut que afectaren l'illa de Mallorca. On sí que la relació és més clara i evident seria a l'observatori situat al nucli urbà d'Artà al NE de Mallorca (fig 209). En aquest exemple les tres grans seqüències seques que acabam de citar, juntament amb una altra apareguda a principis dels anys 90 mostren plena coincidència amb fases positives de la WEMO presentant un comportament molt similar menorquí del Port Ciutadella del que tot i situar-se a entitats insulars diferents és situen geogràficament properes i amb una exposició respectes a les baixes pressions de l'àrea ligúrica idèntic.

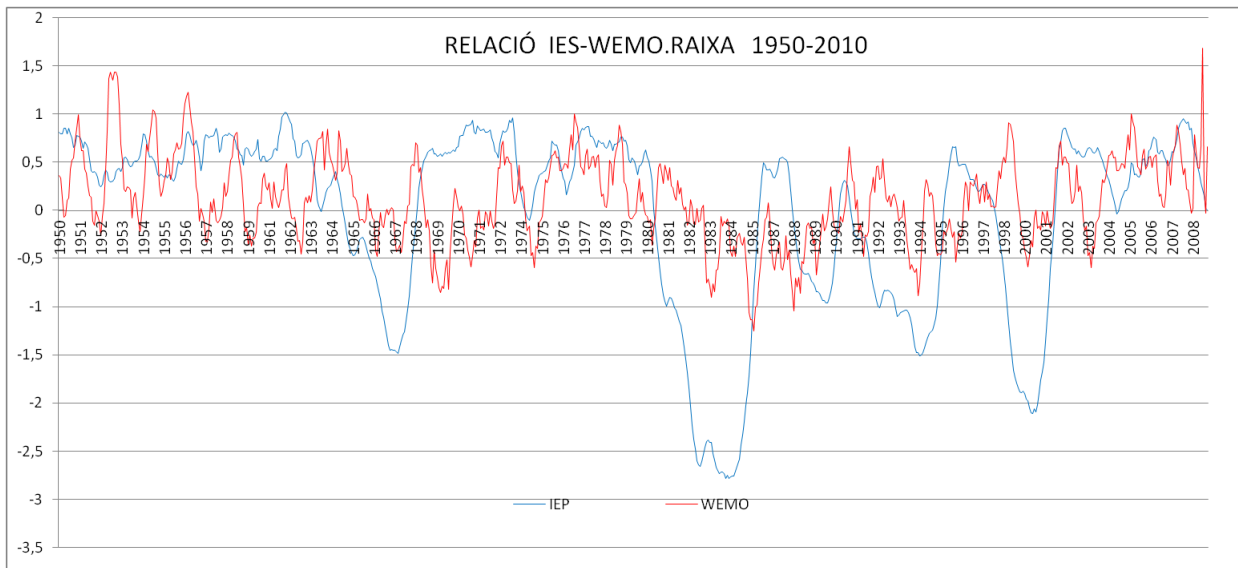


Fig 212 Comparativa valors IESP i WEMO Raixa (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

En conseqüència, entrel'IESPi aquest patró vendria a ser similar que el cas de la NAO i l'ENSO. En aquest cas fases positives del WEMO contribuirien a agreujar episodis de sequera pluviomètrica ja de per sí intensos. No existiria conseqüentment una relació conclouent, i així ens ho demostren els baixos índexos de correlació entre l'aparició de sequeres a l'arxipèlag balear. A les diferents fases de l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental sense menysprear de nou la contribució al dèficit hídric que pot tenir una fase positiva perllongada en el temps. Des d'aquesta òptica cal recordar també, que no tota fase positiva té per què venir acompanyada d'un període d'indigència pluviomètrica, fins i

Joan Caldentey Brunet

L'absència d'aquestes situacions, és a dir fases negatives de la WEMO contribuirien a l'aparició i agreujament de situacions pluviomètricament deficitàries. Situacions que de per sí poden donar lloc a precipitacions a l'àrea balear, sobretot al sud i centre però que en moltes ocasions acompanyades de fang.

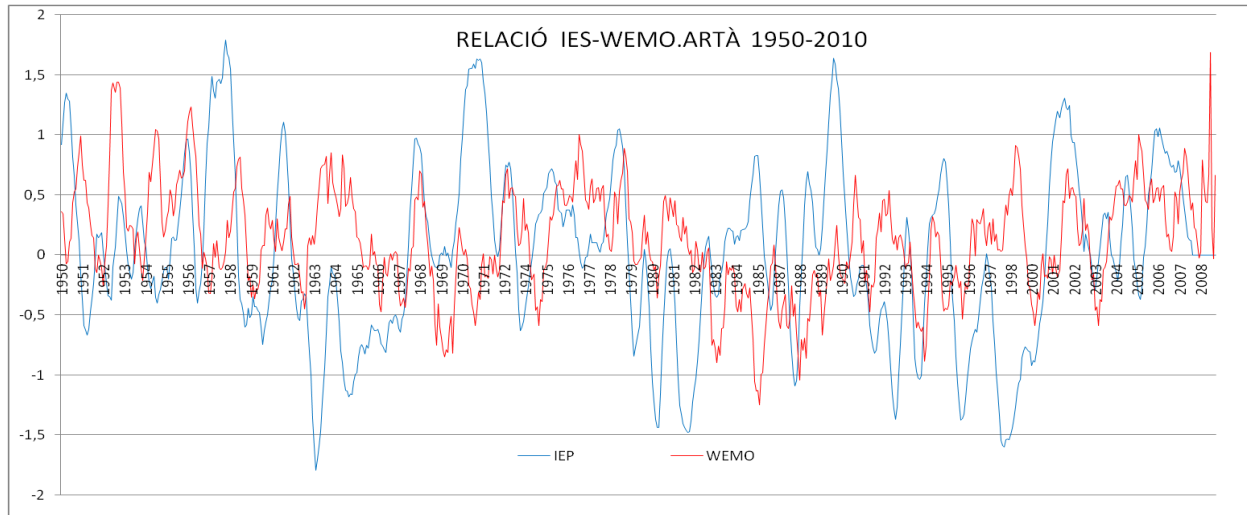


Fig 214: Comparativa valors IESP i WEMO Artà valors estandaritzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010.

Els resultats anteriors fan reflexionar sobre si és realment factible comparar un índex com l'IESP amb la WEMO donat que independentment de les fases d'un o altre es poden produir precipitacions a les Illes Balears. El resultat especialment de l'estació de Sencelles confirmarien parcialment la hipòtesi de Lòpez Bustins que les fases on les fases negatives les que poden influenciar en l'aparició de seqüències seques de llarga durada a la meitat nord balear. Mentre que els resultats no serien el esperats en els casos de les estació d'Artà i Port de Ciutadella. Atenent a les correlacions de les anomalies de precipitació amb els valors de la WEMO només s'observen correlacions significatives negatives durant el mes de desembre amb un gradient sud-nord, més significatives a Eivissa que a Mallorca (exceptuant el sud) i Menorca. Això confirmaria l'anteriorment exposat, és a dir que la posició central de les balears dins la conca mediterrània faria que únicament els seus extrems es mostressin sensibles als centres d'acció que condicione aquest patró de baixa freqüència. Dit d'altra manera la baixa de Gènova deixa sobretot

Joan Caldentey Brunet

dies de precipitació hivernal a Menorca i l'absència de precipitacions a Eivissa està en part condicionat per la presència de situacions anticiclòniques al sud-est peninsular.

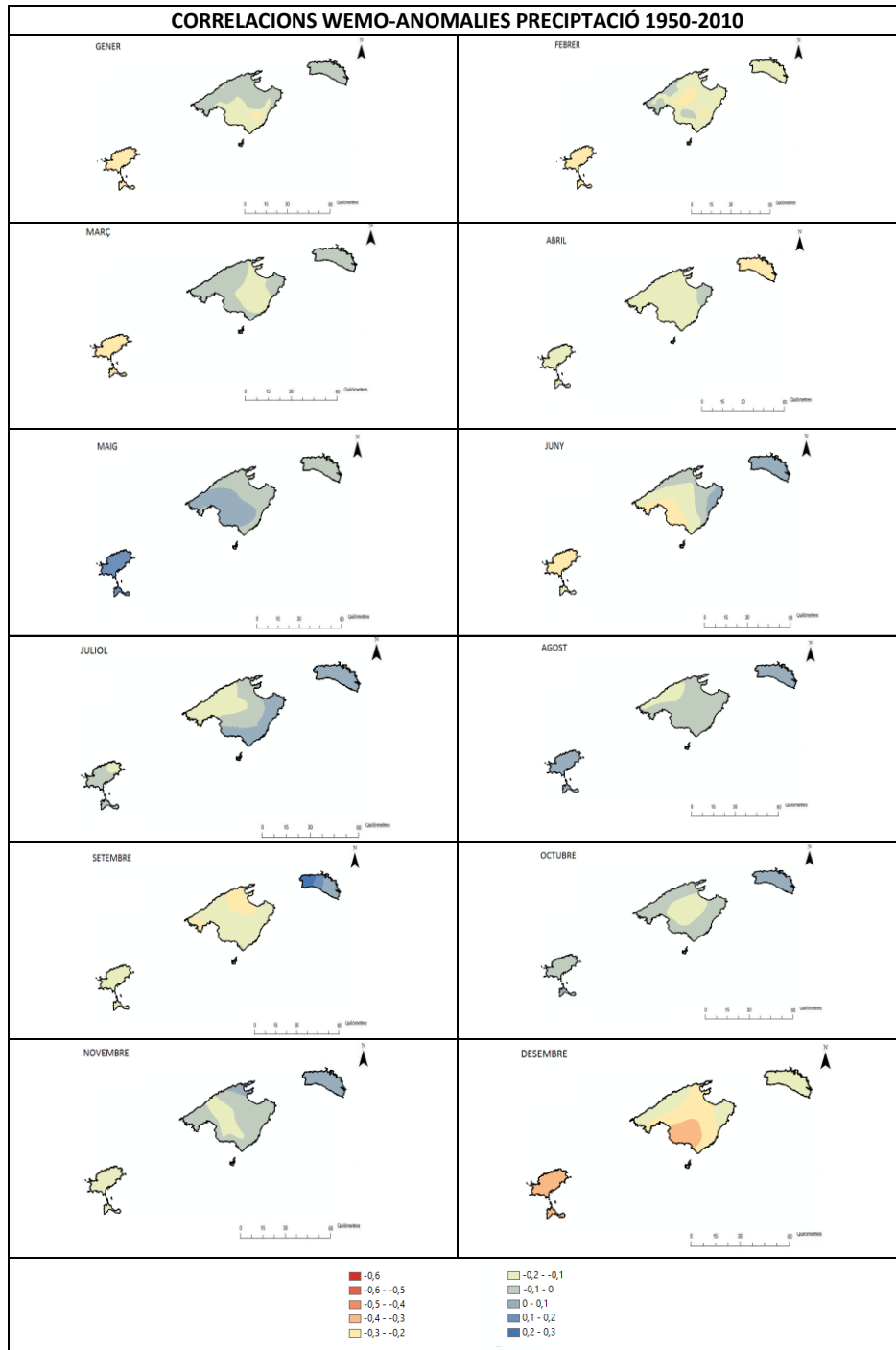


Fig 215: Mapes correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors WEMO

Joan Caldentey Brunet

El Niño Modoki i la seva Influència en la manifestació d'episodis secs en la Mediterrània occidental.

En la darrera dècada dins la literatura científica internacional han aparegut diferents variants del fenomen del “Niño” clàssic o canònic. Com és sabut aquest darrer sempre va acompanyat d'un encalfament anòmal de les aigües superficials a les costes del Pacífic equatorial d'Amèrica del sud. En aquest sentit (ASHOK et al 2007;. WENG et al2007;. ASHOK i YAMAGATA 2009) identifiquen una variant d'aquest fenomen caracteritzada pel fet que increment tèrmicament la massa oceànica es produeix a la part central de l'oceà Pacífic equatorial (fig 216) .

El Niño Modoki ha estat recentment identificat com un patró oceà-atmosfera de l'Oceà Pacífic a latitud intertropicals el qual s'ha demostrat que és molt diferent respecte al clàssic binomi El Niño i Oscil·lació del sud pel que fa les seves característiques espacials i temporals (ASHOK et al 2007;. WENG et al2007;. ASHOK i YAMAGATA 2009). Aquesta variant ha estat batejada amb el nom del “Niño” Modoki (terme japonès que significa “semblant però diferent”). Quan es produeix aquest fenomen l'anomalia de la temperatura superficial del mar) en el Pacífic oriental no es veu afectada, per contra una anomalia càlida sorgeix al Pacífic central flanquejada per anomalies fredes tant a les costes d'Austràlia com a les costes equatorials del continent americà. Quan es produeix aquesta situació parlaríem per tant d'una fase positiva del fenomen que propiciaria un augment de l'activitat convectiva al Pacífic Central i anomalies negatives de precipitació als extrems de la conca oceànica. D'altra banda en aquest cas la fase negativa (comparable amb La Niña): vendria donada pel refredament de les aigües superficials al Pacífic central fet que es traduirien en sequeres a aquest àrea enlloc que aquestes es produeixin a les costes americanes. Des d'aquesta òptica diversos estudis han demostrat que aquest patró de teleconnexió ha anat adquirint importància pel que la seva influència es refereix del clima mundial en comparació amb el “Niño” clàssic mostra un tendència des del anys 2000 en què augmenten el nombre d'episodis del “Niño Modoki” front al clàssic pel que aquest podria estar evolucionant. (ASHOK et al 2007;. WENG et al2007;. ASHOK i YAMAGATA

Joan Caldentey Brunet

2009). Causa atribuïble en principi a una tendència progressiva a l'enfortiment dels vents alisis. (BEHERA I YAMAGATA 2009).

EL NIÑO MODOKI

C11007

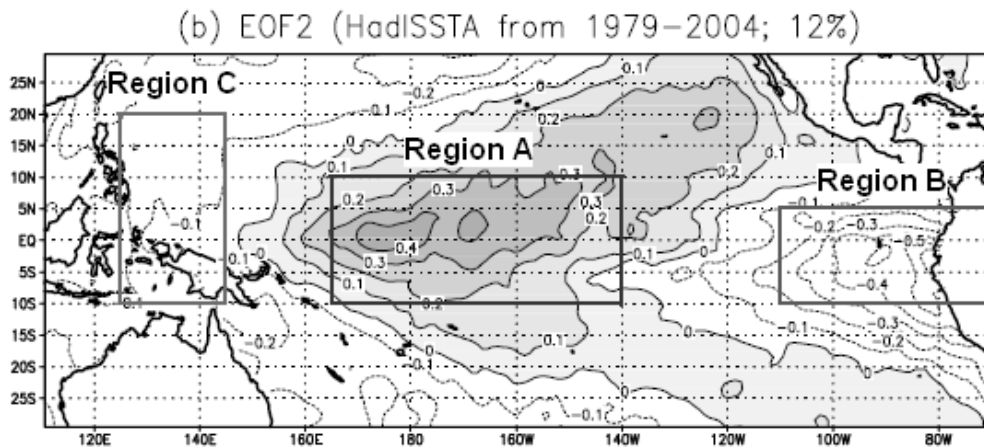


Fig 216: Esquema àrea d' encalement del Pacífic Equatorial..El Niño Modoki, ASHOK i YAMAGATA 2009).

Si bé ja s'ha demostrat la influència d'aquest patró de baixa freqüència als arxipèlags del pacífic central, costa oest americana i regions de l'Oceà Índic (ASHOK et al 2007;. WENG et al 2007;. ASHOK i YAMAGATA 2009) la seva repercussió sobre les precipitacions a la Mediterrània occidental no ha estat mai estudiada. A partir d'aquest fet i partint que el Niño i la Niña clàssic exerceix un cert efectes en l'aparició d'eixut a l'àrea balear cal analitzar la possible influència d'aquest patró de baixa freqüència. En principi la hipòtesi de partida seria la mateixa que el cas del Niño clàssic, donat que aquest patró n'és un variant, tot i això pel que fet l' encalement de les aigües del Pacífic equatorial és produeix més a l'oest no té per què incidir de la mateixa manera, si és que ho fa, damunt el comportament de les precipitacions a l'àrea balear. En una primer aproximació cal advertir que si bé es va descartar la correlació directe (Pearson) entre aquests patrons i l'índex de sequera utilitzat. És precisament aquest patró el que mostrava una correlació més alta (entorn a 0,3 de mitjana dins els conjunt de tots els observatoris de referència).

Joan Caldentey Brunet

Agafam com a referència els observatoris mallorquins d'Algaida i Felanitx, els pitiusos de la central tèrmica d'Eivissa i Far Formentera i el menorquí de Lluçmaçanes anam a fer una anàlisi més detallada de com aquest patró de teleconnexió pot o no incidir en l'aparició de freqüències seques de llarga durada a l'àrea balear.

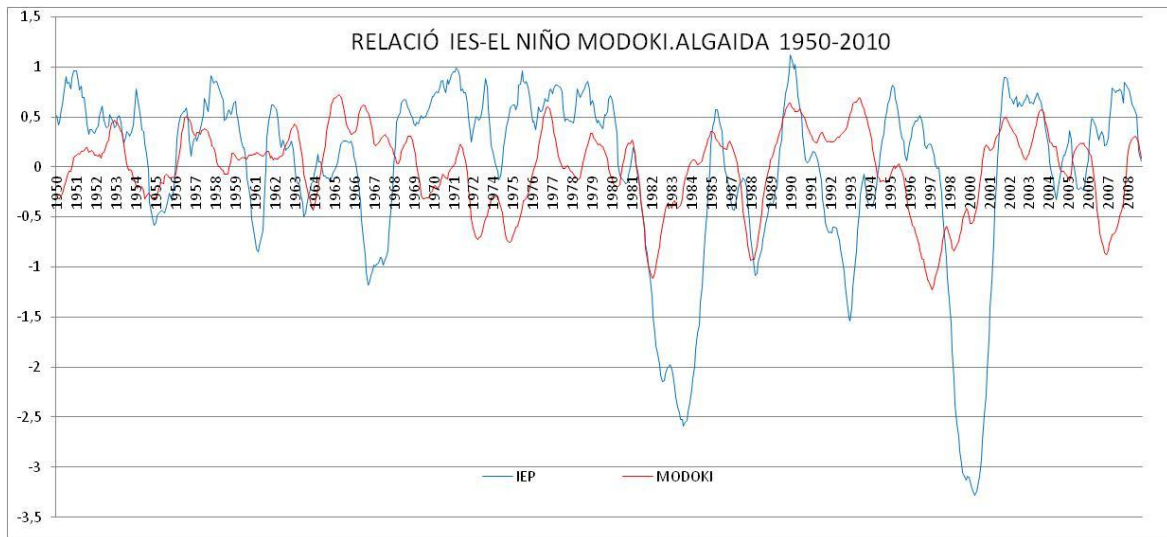


Fig 217: Comparativa valors IESP i El Niño Modoki Algaida (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010

En l'exemple de l'observatori d'Algaida (fig 217) no s'observa una patró clar i ben definit coincidint els diferents episodis secs tant en fases positives com negatives del patró. No obstant això en la majoria del casos els eixuts coincidien amb fases negatives (i per tant el Niño Modoki), tal és així ens els casos de l'episodis del 1954-1960, 1981-1985, 1987-1989 també s'observa una fase negativa de llarga durada des de mitjans dels anys 90 fins a finals de dècada coincident amb la sequera que afectà el territori insular a partir del 1999. A diferència del fenomen del Niño sembla que els temps de resposta davant l'inici d'una fase negativa i l'inici d'un període pluviomètricament secs seria més immediat. Per contra durant les sequeres de la segona meitats dels seixanta i principis dels 90 coincidirien amb fases positives del fenomen (Niña Modoki).

Joan Caldentey Brunet

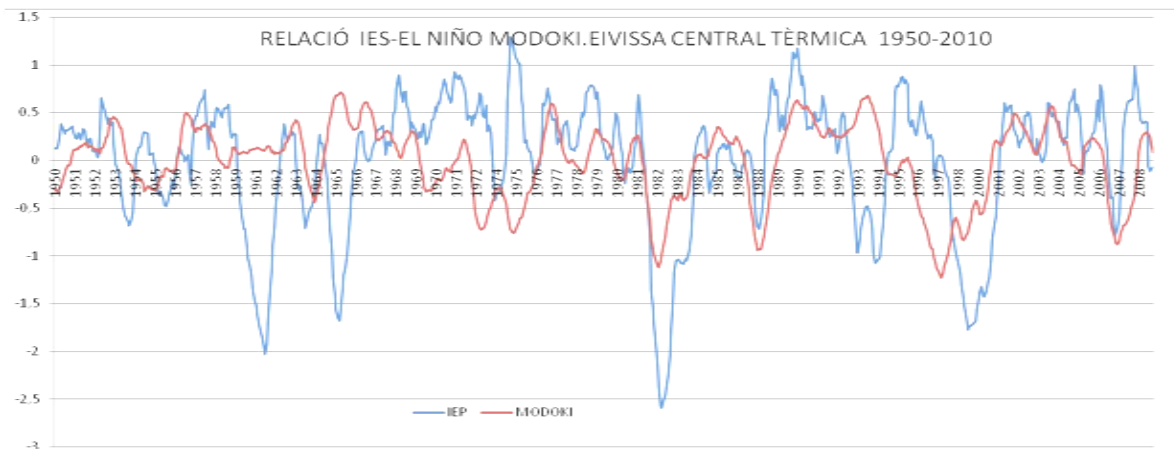


Fig 218: Comparativa valors IESP i El Niño Modoki Eivissa Central Tèrmica .(valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010

El comportament entre ambdues variables seria similar en el cas de l'observatori situats a la central tèrmica d'Eivissa (fig 218) i Far Formentera (fig 219) mostrant coincidència quasi perfecte amb la fase negativa del Niño Modoki i les seqüències seques de llarga durada dels anys 80 i finals dels 90. Igualment la coincidència seria amb fases positives durant els anys 60 i mitjans dels 90. A l'igual que al cas anterior la sequera de finals de segle vendria antecedida per una període de més d'un any de fase negativa de l'event.

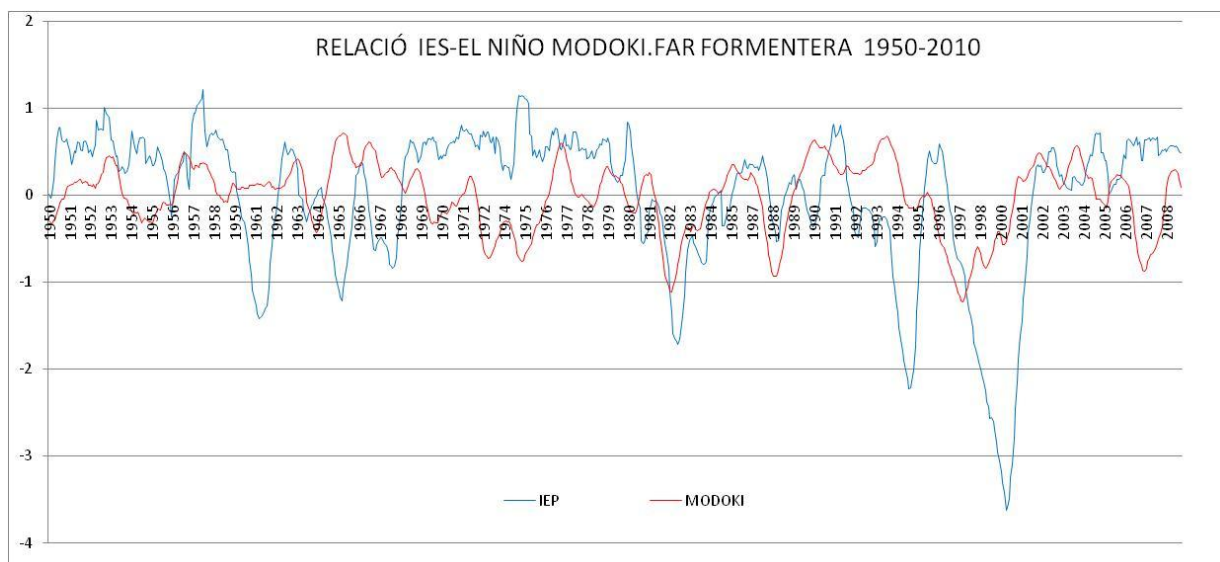


Fig 219: Comparativa valors IESP i El Niño Modoki Far Formentera (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-201

Joan Caldentey Brunet

La relació entra un i altre fenomen és tímidament diferent el cas de l'observatori menorquí de Lluçmaçanes (fig 220). En aquest exemple la fase purament positiva (Niña Modoki) coincidiria en gran mesura amb la sequera que s'inicia a mitjans dels anys 60 perllongant-se fins al final d'aquesta. Per contra, únicament una part dels l'eixuts de principis dels 80 i la seca dècada dels 90 coincidirien amb un event negatiu (Niño Modoki) pel que a n'aquest cas la relació seria francament més ambigua.

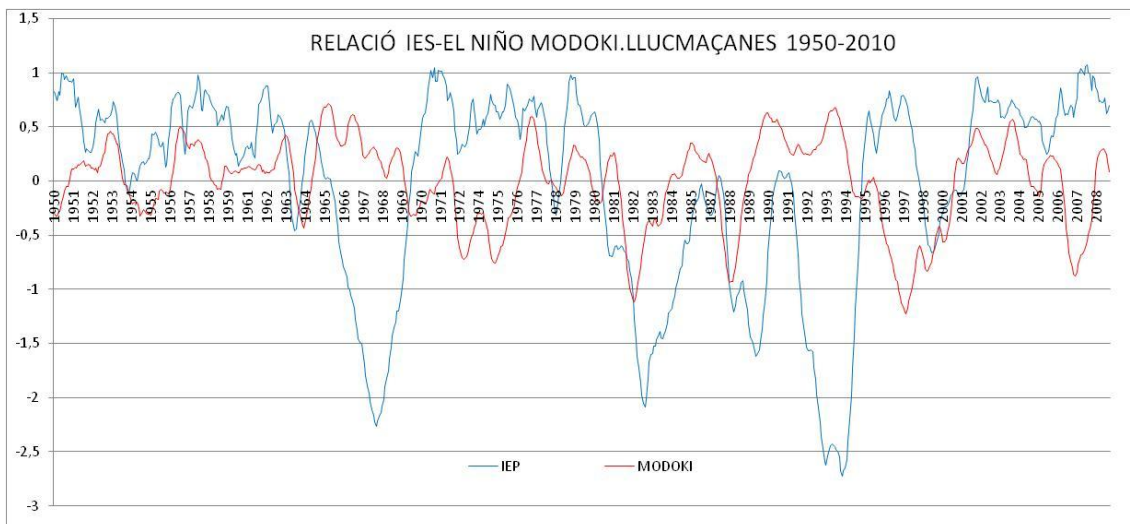


Fig 220: Comparativa valors IESP i El Niño Modoki Lluçmaçanes (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes a 9 mesos). 1950-2010

Igualment, de manera no tan clara, seria la relació entre ambdós fenòmens si consideram les dades de l'IESP al cas de l'estació de Felanitx situada al sud de Mallorca on en principi events del Niño Modoki (o almenys episodis llargs de fase negativa no coincidirien amb cap episodi de dèficit pluviomètric exceptuant l'eixut de finals dels 80 i 90. Mentre que la Niña Modoki sí que coincidiria amb la sequera 1965-1969. Amb tot, les sequeres detectades a n'aquest observatori s'allunyen dels valors mitjans de les Illes Balears pel que no seria al cent per cent representatiu.

Joan Caldentey Brunet

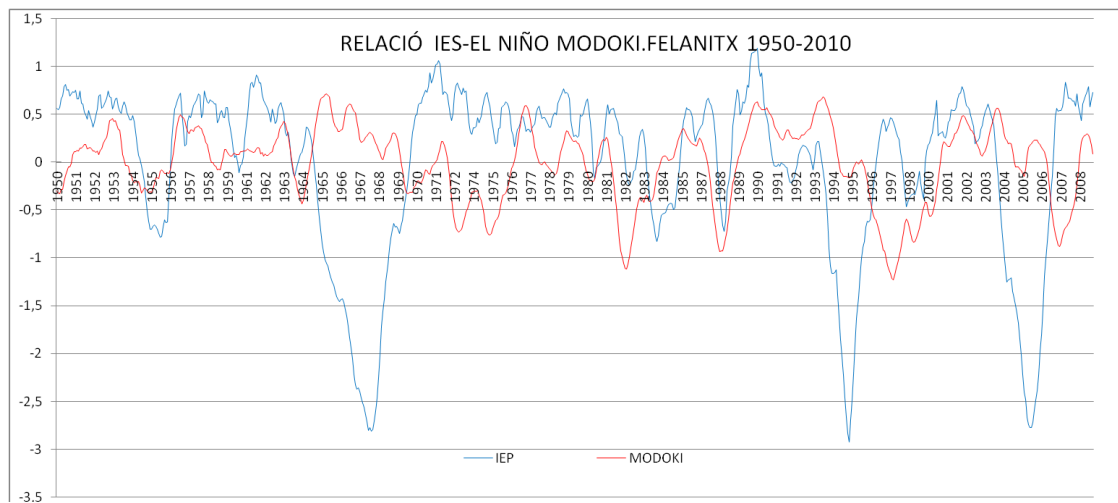


Fig 221: Comparativa valors IESP i El Niño Modoki Felanitx (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

Les grans sequeres de l'àrea balear sobretot a partir dels anys 80 es corresponen amb fases negatives del Niño Modoki. La relació d'aquest patró de teleconnexió amb l'aparició de les seqüències seques de llarga durada, és similar a l'àrea balear però més accentuat, Episodis de la Niño Modoki tendeixen a intensificar episodis eixuts si consideram l'exemple dels eixuts que apareixen a l'àrea balear des dels anys 80. Igualment, es torna a complir la mateixa constant que en tot els patrons de baixa freqüència, és a dir que no tota fase que en principi hauria de provocar una disminució de les precipitacions a la Mediterrània occidental(en aquest cas la positiva recordem), és produeix una sequera. Si bé en el cas d'aquest patró des dels anys 80 pareix que pot tenir un cert efecte desencadenant de la sequera i que la influència del patró en general és major que el Niño clàssic. Des d'aquesta perspectiva i en principi el comportament entre el Niño tradicional i aquest nou patró seria diferent, no confirmant-se la hipòtesi inicial. Des d'aquest punt de vista serien les fases negatives d'aquest patró (per tant Niño Modoki) les que tendrien un efecte intensificador de les sequeres a l'arxipèlag balear, mateix comportament per tant que el Niño clàssic sobre les precipitacions a l'àrea mediterrània ibèrica sen se que fins al moment es pugui trobar una possible causa exacte explicativa. Des d'aquest punt de vista no obstant això cal pensar que els events del Niño Modoki provoquen com ja em vist un encalement anòmal del Pacífic equatorial central i un relatiu refredament del pacífic

Joan Caldentey Brunet

equatorial davant les costes americanes, fet que acabaria desencadenant un fenomen similar a la Niña clàssica que com ja s'ha explicat està directament relacionat amb l'aparició i/o intensificació de sequeres a l'espai balear.

Ara bé el fet que la influència d'aquest patró, poc estudiat encara a nivell general, vagui adquirint importància en les darreres dècades confirmaria la teoria d' ASHOK et al 2007; WENG et al 2007; ASHOK i YAMAGATA 2009 que les aigües superficial en el Pacífic equatorial va adoptant un component més central i allunyat de les costes americanes. També cal destacar que si bé aquest patró de baixa freqüència és el que mostra més correlació amb l'IESP a l'àrea balear, aquesta no és especialment significativa. Des d'aquest punt de vista si bé hem vist que generalment són les fases negatives d'aquest patró les que tenen major influència en l'aparició o intensificació d'eixuts a l'àrea balear no sempre que es produeix un event d'aquest signe coincideix temporalment amb una període d'indigència pluviomètrica a l'àrea Mediterrània occidental, tal és així en els casos dels Niños Modoki de finals de la dècada dels 70, molt excedentària des del punt de vista pluviomètric i a finals de la dècada dels anys 2000.

Per altra banda si comparem la correlació entre les anomalies mensuals de precipitació i els valors mensuals d'aquesta patró les majors correlacions, a l'igual que ja passava en el cas del Niño les majors correlacions entre les anomalies i els valors del índex amb tres mesos de retard. El Niño-Modoki sembla determinant en explicar el dèficit de precipitacions durant el final de la primavera (mes de maig) , moment en el qual a la pràctica totalitat de l'arxipèlag s'observen correlacions negatives bastant significatives amb valors que poden arribar a $-0,40$.

Joan Caldentey Brunet

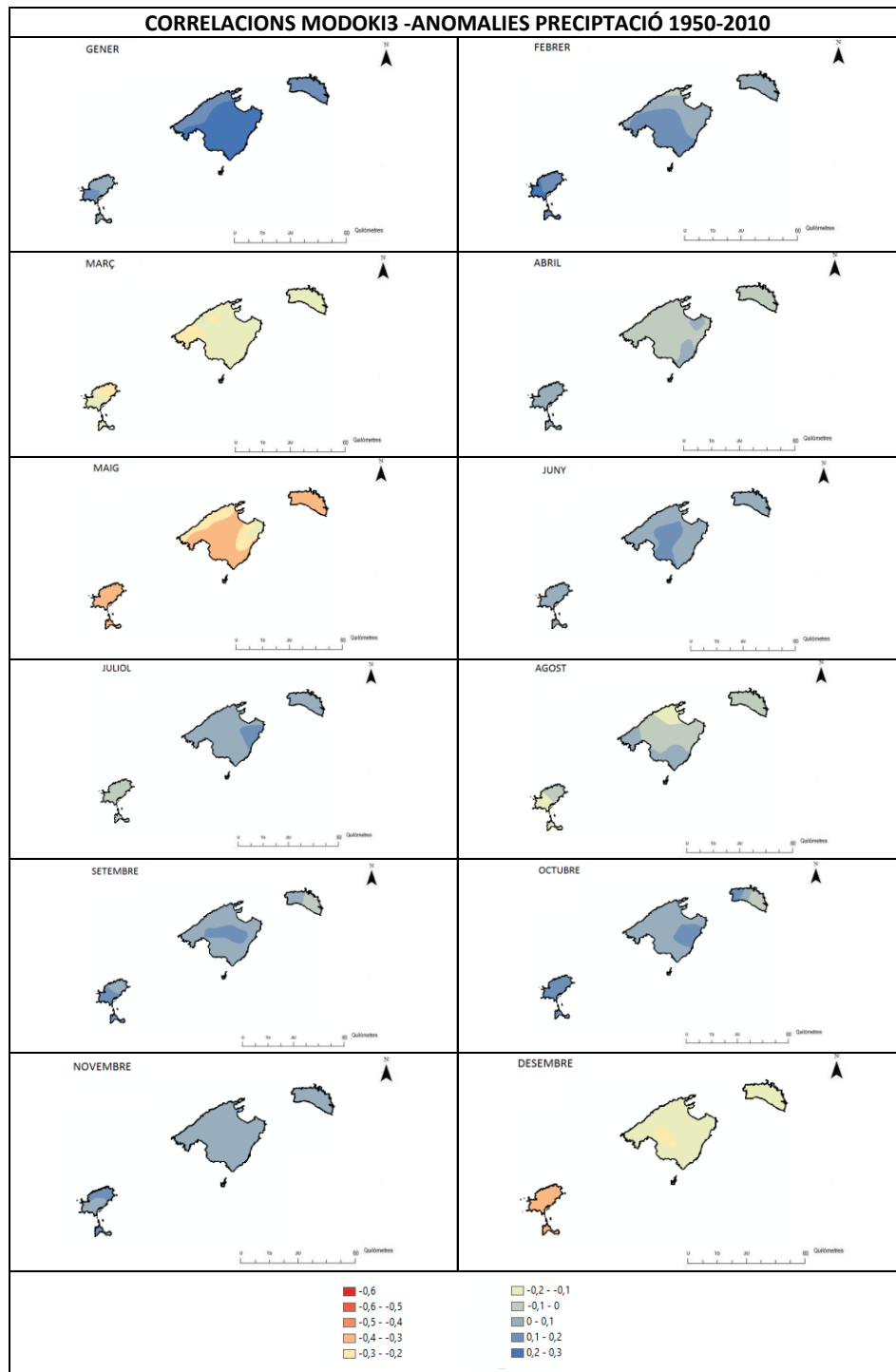


Fig 223: Mapes correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors Niño Modoki.

Joan Caldentey Brunet

La Oscil·lació mediterrània i la seva Influència en la manifestació d'episodis secs en la Mediterrània occidental.

El següent patró de teleconnexió a considerar és la Oscil·lació mediterrània (MO o OM). La MO es defineix com la diferència de pressió normalitzada entre Alger i El Cairo o bé entre Gibraltar i la ciutat Israeliana de Lod. Aquest patró, del qual mai se n'ha estudiat la possible influència a les Illes Balears, fou proposat per primera vegada per CONTE et all'any 1989 i revisat per PALUTIKOF et all'any 1996. En el positiva, la ciclogènesi és anormalment intensa en l'àrea de la Mediterrània occidental, condicionada per la baixa del Golf de Gènova i feble en l'àrea oriental, mentre que en la fase negativa la situació és inversa és a dir situacions depressionàries a l'oest mediterrània i persistència de situacions anticiclòniques a l'est de la mediterrània SUSELJ I BERGANT 2006 i MAHERAS,P et all'any 1999 publiquen un estudi en el qual relacionen les precipitacions a tota l'àrea mediterrània amb aquest patró i la circulació meridiana que desencadena. Des d'aquesta perspectiva la hipòtesi més coherent és que les fases negatives d'aquest patró poden coincidir en períodes d'indigència pluviomètrica a l'arxipèlag balear. Tot i això cal recordar que la correlació simple entre índex estandarditzat de sequera pluviomètrica i els valors d'aquest patró no oferia resultats significatius. No obstant això, passam a analitzar la possible relació d'aquest patró amb els valors d'IESP d'alguns dels observatori més representatius de l'espai insular. Cal també comentar que les dades històriques disponibles d'aquest patró només estan disponibles des de l'any 1958 fins l'any 2000, per tant només hem pogut comparar ambdues variables durant aquest període de temporal.

En el cas de l'observatori mallorquí d'Alcúdia (fig 224) la correspondència entre fases negatives de la Oscil·lació mediterrània és quasi perfecte coincidint períodes d'aquest signe prou dilatats amb episodis d'indigència pluviomètrica. Tal són els casos dels eixuts que afectaren el nord de l'illa a mitjans dels anys 60, principis dels 80, 1988-1989 (amb una sorprenent coincidència). En el cas de la sequera de mitjans dels anys noranta s'observa com l'eixut s'inicia amb un període amb component positiu de l'OM que a partir del 1994 canvia de signe moment en el qual l'eixut s'intensifica. La relació entre les dades de l'IESP de l'observatori de Banyalbufar (fig 226) situat a la Serra de Tramuntana. En

Joan Caldentey Brunet

aquest cas el principal eixut registrat es correspondria amb aquell que s'inicià amb la dècada dels 80, si bé s'observa una clara tendència als valors negatius de l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental no són especialment intensos en correspondència amb la intensitat de la sequera.

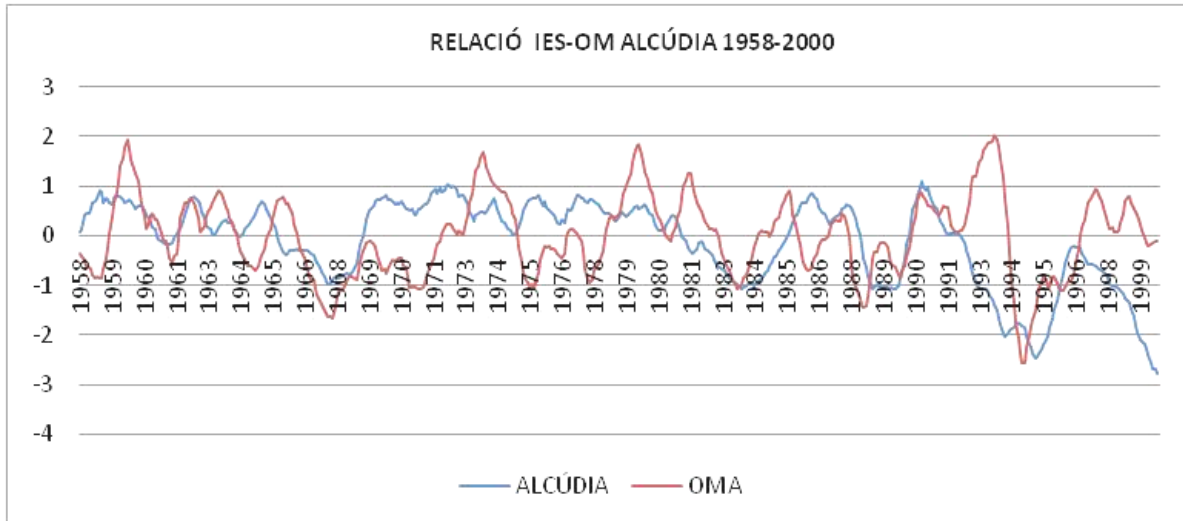


Fig 224: Comparativa valors IESP i OM Alcúdia (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

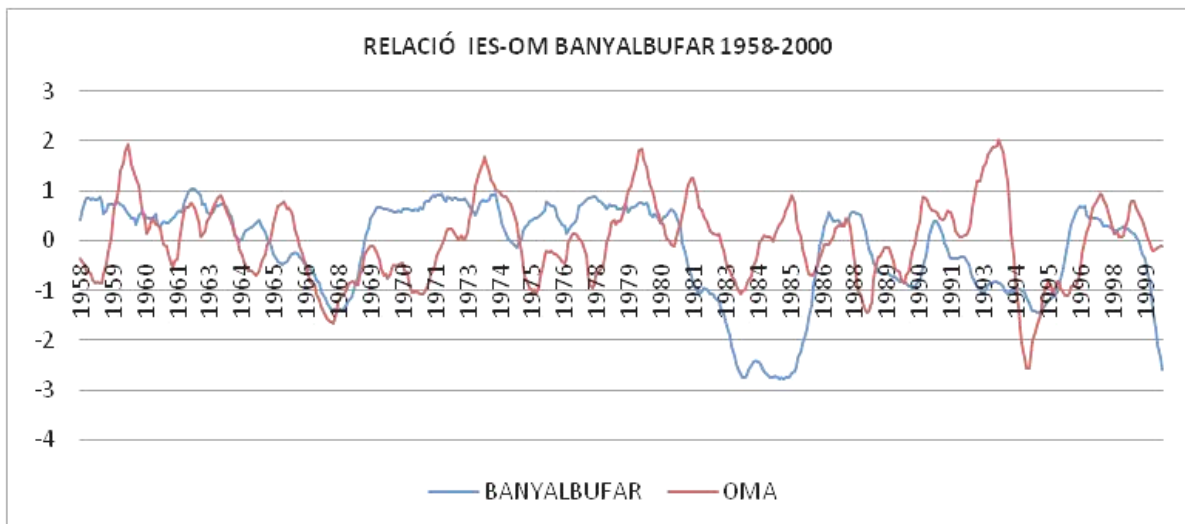


Fig 225: Comparativa valors IESP i OM Banyalbufar (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

Joan Caldentey Brunet

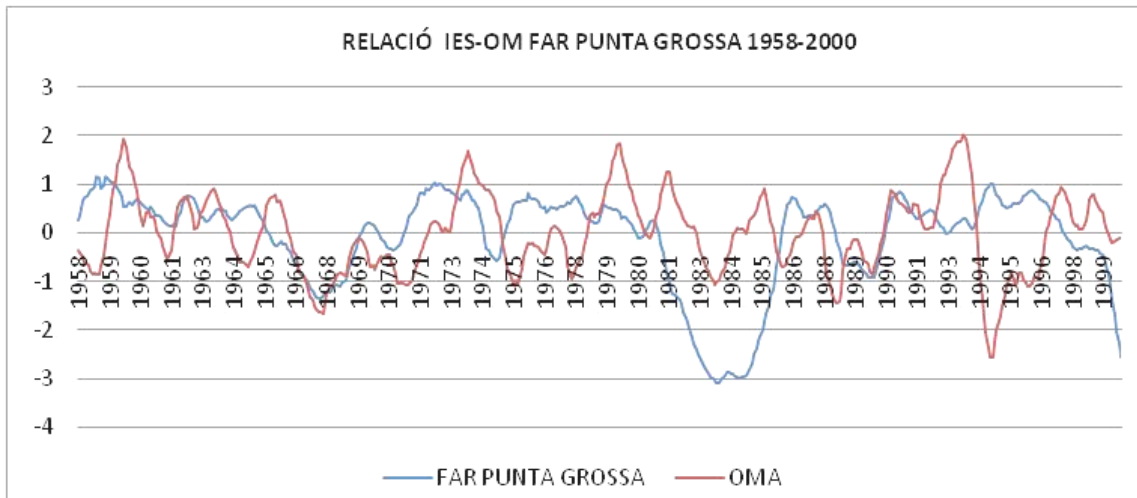


Fig 226: Comparativa valors IESP i OM Punta Grossa (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

En el cas de l'observatori eivissenc de Far Puntagrossa (fig 226), la correspondència entre fases negatives de l'Oscil·lació mediterrània és perfecte en el cas de l'eixut de mitjans del anys 60 i durant les dues seqüències seques de llarga durada de la dècada dels anys 80. Cal destacar que durant la plujosa dècada dels anys 70 són escasses i poc intenses fases negatives de l'OM a excepció de la part central d'aquesta dècada. Si recordem els únics anys secs detectats a les balears durant aquesta dècada serien el 1974 i 1976 sense que però mitjançant l'IESP es detectin seqüències seques de llarga durada. Per tant, això faria pensar que inversament al cas de les sequeres les fases positives de l'OM es correspondrien amb períodes d'excedent pluviomètric coincidint amb la major activitat ciclogènica entorn a la Mediterrània occidental.

Resultats molt similars també s'observarien en el cas de l'estació de menorquina de Sant Lluís on s'observa una correspondència entre fases negatives i de certa entitat, fet detectable durant la segona meitat dels seixanta primers vuitanta i durant la seqüència seca del 1988-1989. D'igual manera, en l'exemple d'aquest observatori del Llevant menorquí tot i coincidir amb una important fase positiva tampoc es detecta seqüència seca de certa entitat a diferència de la majoria d'observatoris mallorquins.

Joan Caldentey Brunet

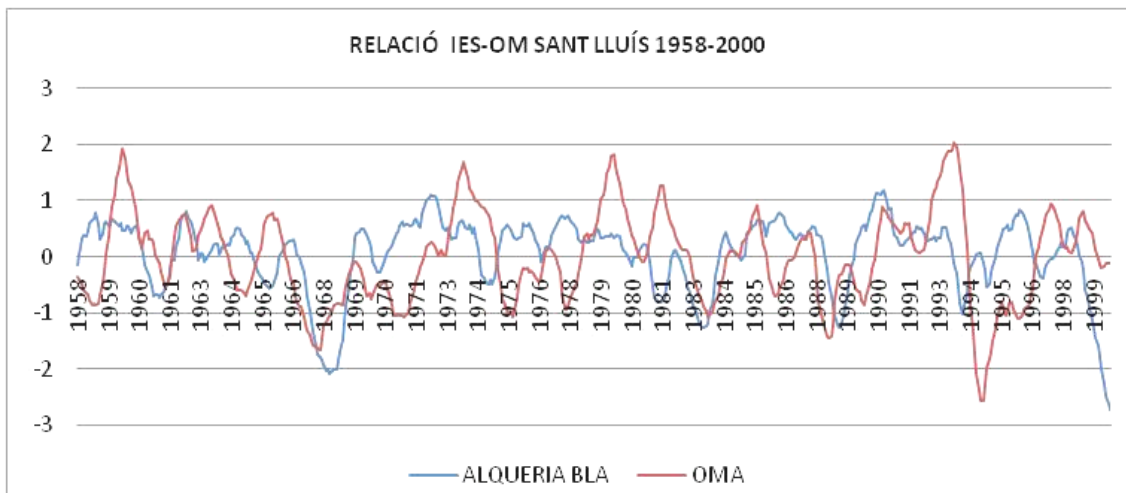


Fig 227: Comparativa valors IESP i OM Alqueria Blanca (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

Si analitzam la possible relació entre aquest patró i l'aparició periòdica de seqüències seques a l'àrea balear observarem que tot els patrons, tot i que numèricament les correlacions no acaben de ser significatives, pareix que és aquest el que més incidència pot tenir sobre l'aparició d'eixuts periòdics a l'àrea balear. També pareix que les fluctuacions en aquest índex podrien explicar el component cíclic que s'observa en l'aparició del eixuts. D'aquest manera recordam que la pràctica totalitat de seqüències d'indigència pluviomètrica es corresponen en fases negatives de l'OM, és a dir aquelles en què la ciclogènesi a l'àrea mediterrània predomina al vessant oriental. Reiterar que, precisament l'absència d'eixuts importants durant la dècada dels 70 coincideix amb una anys d'absència de fases negatives de signe pronunciat i durada significativa. La possible explicació vendria donada pel comportament de les ones de Rossby durant la tardor i primavera (estacions més plujoses a l'àrea)sobre la conca del Mare Nostrum fet que en part explicaria l'existència d'un patró similar com és la WEMO (LÒPEZ,2006). Generalment les dimensions de les vaguades que en superfície coincideixen amb baixes pressions abracen o bé la Mediterrània oriental o bé l'occidental. Presumiblement a n'aquest primera àrea la situació seria inversa és a dir que mentre a un extrem de la conca trobam sequeres, a l'altre extrem s'enregistren bé valors normals de precipitació o excepcionalment plujosos. Si contrastem aquesta hipòtesi amb treballs que han estudiat la

Joan Caldentey Brunet

incidència de períodes secs a la Mediterrània oriental tal ens trobam que la distribució temporal de les principals sequeres seria la següent:

- Grècia: Es detecten importants eixuts durant el 1958-1959, 1965-1979, 1988-1989, 1992-1994, 1997-1998 i 1999-2001 (KARAVITIS, A i STRAVROS, A et 2011; LIVADA, I i ASSIMAKOPOULOS V.D 2007; TIGRKAS .D 2008).
- Turquia: Seqüències seques més destacades durant la segona meitat de la dècada dels 50, 1972-1977, 1988-19 i 1999-2001 (KEMAL, F i ÜMRAN K et al 2005).
- Israel: Important episodi durant el 1988-1989 tot i que hiverns especialment plouers amb abundants precipitacions amb forma de neu durant els anys 1982-1983 i durant el 1997-1998 (COLIN.P, STONE L et al 1998).

A partir de la distribució temporal anterior observam que algunes de les sequeres detectades a l'altre extrem de la conca mediterrània coincidiren temporalment amb algunes que hem detectat per a l'àrea balear tal com les de mitjans dels anys 50 i 60 les del 1988-1989, mitjans anys 90 i l'event 1999-2001. Per tant serien episodis globals a tota la Conca mediterrània que podria estar relacionada amb fases de l'oscil·lació de l'Atlàntic Nord especialment perllongades cas dels tres primers eixuts o la perllongada fase negativa del Niño Modoki des de mitjans dels 90 que es relacionaria amb l'event global a tota la Mediterrània a finals de segle. No obstant això, la hipòtesi d'aquesta polaritat est-oest plantejada sí que s'adonaria en el cas de l'eixut 1982-83, quan si recordam l'àrea balear i ibèrica viu una pertinaç sequera mentre que la Mediterrània oriental (Israel) viu moment d'excedent pluviomètric (COLIN.P, STONE L et al 1998). Situació similar es viuria durant els anys 70 moment en que indrets com Turquia pateixen una intensa sequera (KEMAL, F i ÜMRAN K et al 2005) mentre que les Illes Balears viuen una dècada d'important excedent pluviomètric. La correlació d'aquest patró amb les anomalies de precipitació a l'arxipèlag balear confirma que ens trobam davant un índex molt determinant per tal d'explicar l'aparició dels eixuts a l'àrea balear (fig 228). Els valors de correlació (fins i tot els mesos estivals) superen el -0,3 a la pràctica totalitat dels observatoris il·lustra aquesta importància. A més, aquesta correlació és quasi perfecta durant els períodes equinoccials (pe mes de març) moment en el qual pot arribar a ser major de -0,6 a alguns observatoris. En síntesi la comparació entre aquestes dues darreres variables confirma la hipòtesi

Joan Caldentey Brunet

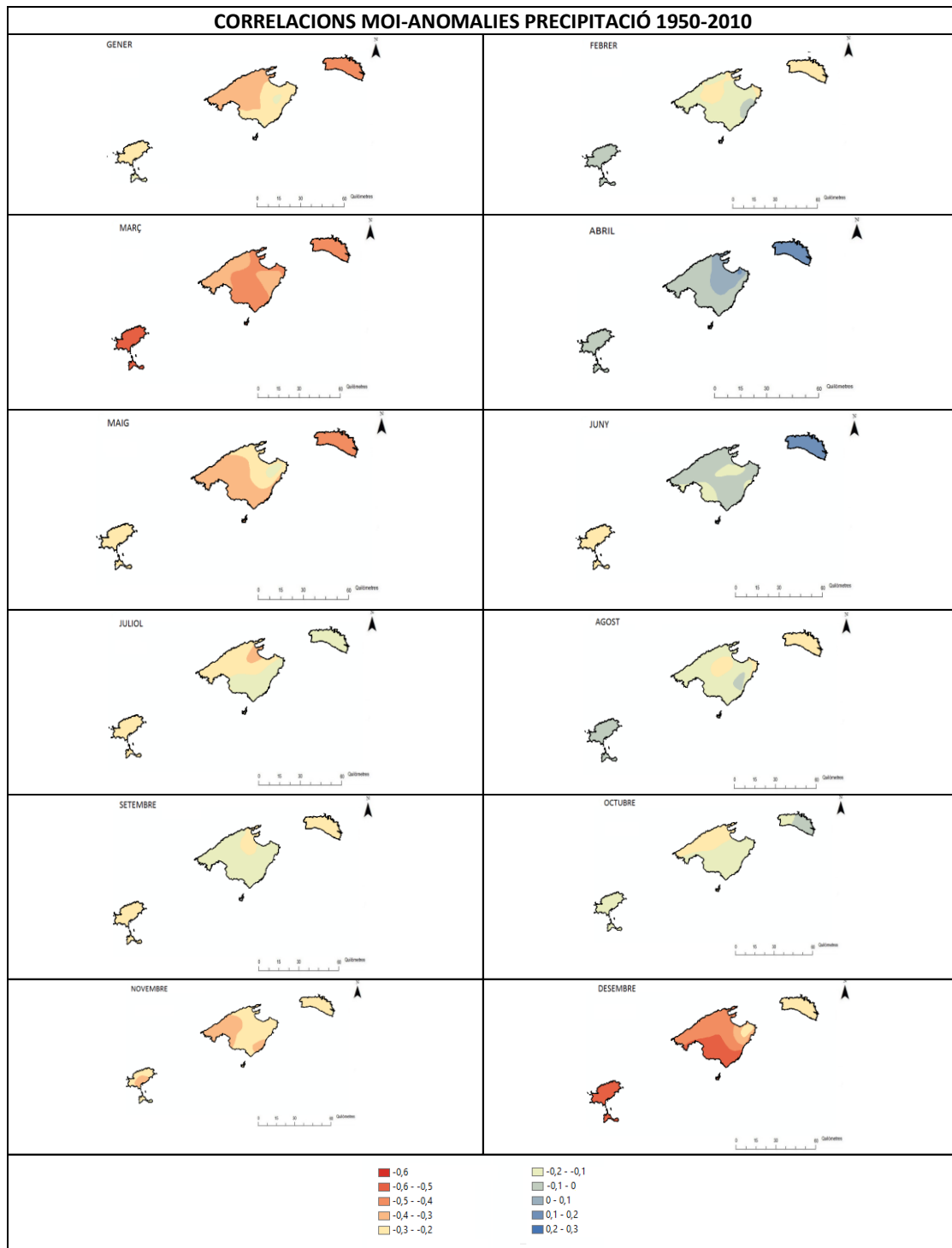


Fig 229: Mapes correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors de l'Oscil.lació mediterrània

Joan Caldentey Brunet

Poden influir altres patrons de teleconnexió en l'aparició i/o intensificació de seqüències seques a l'àrea balear?

Anteriorment s'ha analitzat la relació entre l'aparició de seqüències seques de llarga durada i els patrons de baixa freqüència que s'ha demostrat fins al moment dins la literatura científica poden tenir repercussió dins una variable climàtica com és la precipitació a l'àrea insular. És a dir l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental, l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord, i l'Oscil·lació del Sud. A n'aquest s'hi ha d'afegir l'impacte d'una variant de la fase negativa d'aquest darrer com és el Niño Modoki. En tot cas els avenços recents en l'estudi del sistema climàtic impliquen altres possibles teleconnexions que poden tenir influència respecte les precipitacions del sud d'Europa i a nivell general. Aquest patrons serien el dipol de l'Oceà Índic, l'Oscil·lació decanal del Pacífic i l'Oscil·lació Àrtica.

El dipol de l'Oceà Índic i la seva possible Influència en la manifestació d'episodis secs en la Mediterrània occidental.

El dipol de l'Oceà Índic (IOD) es defineix per la diferència en la temperatura superficial del mar entre Mar Àrabic (Oceà Índic occidental) i un el sud d'Indonèsia (Índic oriental sud d'Indonèsia). (SAJI, N H 1999). En principi l'IOD afecta el clima d'Austràlia i altres països que envolten la conca de l'Oceà Índic, i és un important contribuent a la variabilitat de les precipitacions en aquesta regió no havent-se estudiat tampoc la seva possible repercussió en la precipitació a l'àrea balear.

En termes científics, el IOD és un fenomen oceà i l'atmosfera al costat, similar al ENSO, però en l'Oceà Índic equatorial de fet freqüentment el patró també s'anomena el Niño de l'Oceà Índic. De fet es creu que el IOD té un vincle amb esdeveniments les fases negatives i positives de l'oscil·lació del Sud través d'una extensió de la circulació de la cèl·lula Walker (SAJI, N H, 1999). Per tant, els esdeveniments IOD positives van sovint associats amb El Niño i els esdeveniments negatius amb La Niña.

Joan Caldentey Brunet

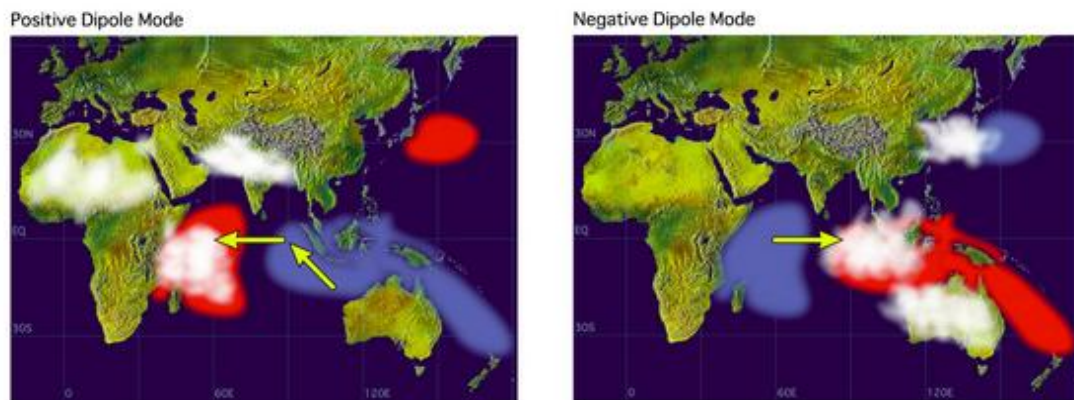


Fig 229: Esquema fases del dipol de l'oceà Índic. Font: (SAJI, N H 1999).

De fet, durant tot el registre històric del patró aquesta coincidència no es va rompre al 1913-1914 (moment recordem en el qual es produí una intensa sequera a l'àrea balear) quan es succeïren dos esdeveniments positius consecutius de l'IOD (ABRAM N.J 2007) i la coincidència d'un IOD positiu el juntament amb La Niña és un fenomen molt estrany que només s'ha produït dos anys des de mitjans del segle XX (1967 i 2007). (ABRAM N.J 2007). En una primera aproximació el més lògic seria suposar que la possible influència d'aquest patró passaria per associar les fases negatives de l'event amb la Niña canònica, que com ja hem vist té un cert efecte intensificador de les sequeres a l'àrea balear. Si comparam valors mitjans de l'IESP de l'arxipèlag balear amb els registres de l'IOD entre el 1950 i l'any 2010 (fig 229) observam en la totalitat dels eixuts de llarga durada detectats (1965-1970, 1981-1985, 1988-1989, 1994-1995, 1999-2002) van precedits d'events de signe positiu de l'IOD i per tant corresponent amb el Niño. Ara bé, també s'observa que quan l'IOD entra dins la fase negativa (és de dir coincidint amb la Niña) els eixuts comencen a remetre. Aquest comportament és especialment detectable en el cas dels períodes d'indigència pluviomètrica de principis dels 80 i mitjans 90. En el primer exemple l'IOD passa de fase positiva a negativa coincidint amb el final del moment àlgid de la sequera a les darreries del 1983. Fet que es reproduïx a la tardor del 1984.

Joan Caldentey Brunet

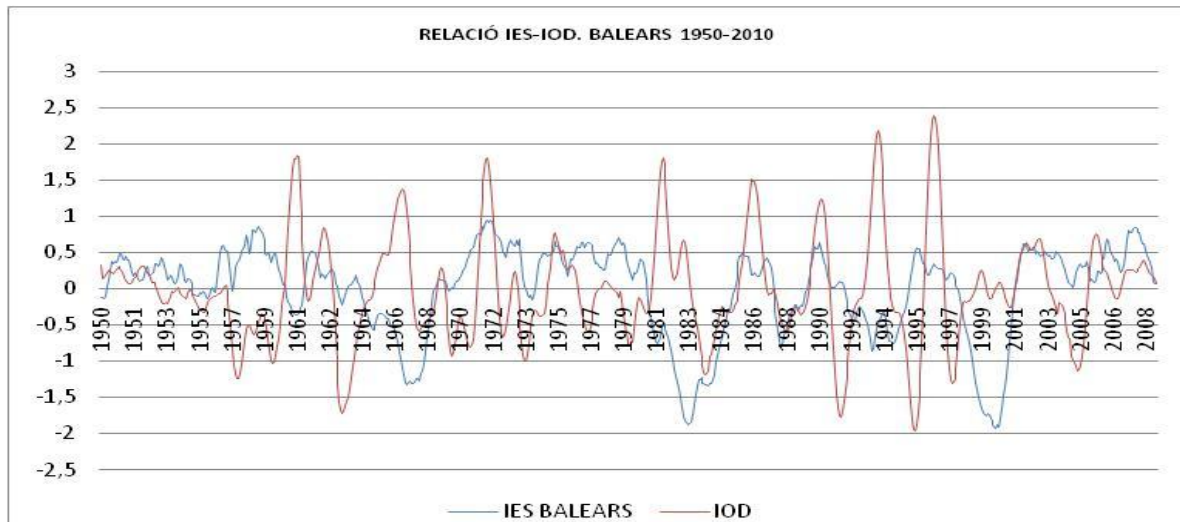


Fig 230: Comparativa valors IESP i IOD Balears (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

A partir de l'anterior podríem suposar que La Niña perd influència respecte a l'aparició i intensificació de sequeres a l'àrea balear i en va adquirint el Niño, relacionades com ja hem vist amb les fases positives de l'event. Fet que ja s'havia detectat en el moment d'analitzar la influència del Niño Modoki sobre les seqüències seques a la Mediterrània oriental. De fet la correlació dels valors d'aquest patró respecte les anomalies simples de precipitació ofereix correlacions positives majors de 0,25 a gran part de les Illes durant el mesos de febrer (estiu austral) i en menor mesura durant el maig. Això confirma la influència d'aquest patró respecte al règim pluviomètric de les Balears però sense ser l'única causa explicativa de l'aparició d'eixuts al territori insular, no obstant això hem vist que a nivell general la fases positiva contribueix a agreujar les situacions pluviomètricament excedentàries mentre que quan una fase negativa s'inicia coincidint amb una sequera a l'àrea balear contribueix a recuperar valors mitjans i normals de precipitació. L'explicació podia trobar-se en les ondulacions de jet stream euroasiàtic que (a l'igual que l'Oscil·lació mediterrània) poden generar situacions anticiclòniques molt estables i persistents, que amb un tàlveg afectant al Llevant de la conca del Mare Nostrum, afectarien l'àrea més occidental d'aquesta i l'Orient mitjà, fet que pot afavorir en latituds més baixes pot contribuir a la generació de fases positives de l'event gràcies al paper de la cèl·lula de Hadley.

Joan Caldentey Brunet

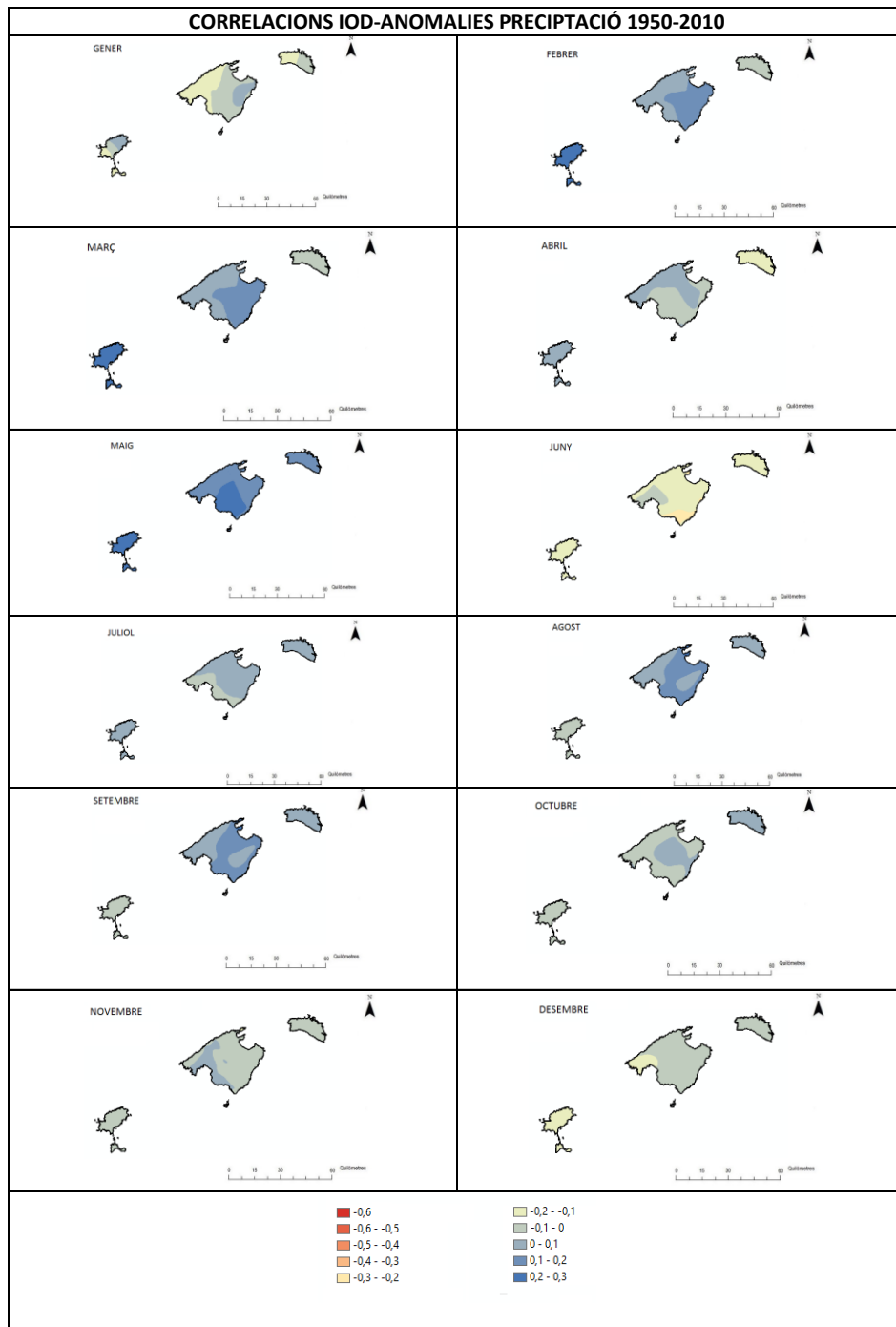


Fig 232: Mapes correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors dipol de l'oceà Índic.

Joan Caldentey Brunet

L'Oscil·lació decanal del Pacífic i la seva possible Influència en la manifestació d'episodis secs en la Mediterrània occidental.

L'Oscil·lació Decadal del Pacífic (PDO) és un patró de teleconnexió detectat per Hare l'any 1997 (MANTUA 2002), que resulta del càlcul de les anomalies estandarditzades de la temperatura superficial del mar (valors mensuals) sobre el Pacífic Nord (a 20 ° de latituds N). Durant una fase "calenta" o "positiu", l'oest del Pacífic es refreda i part que s'escalfa l'oceà de l'est; durant una fase "freda" o "negativa", del patró la massa d'aigua oceànica del Pacífic est es refreda i l'oest presenta un escalfament anòmal (fig 233).

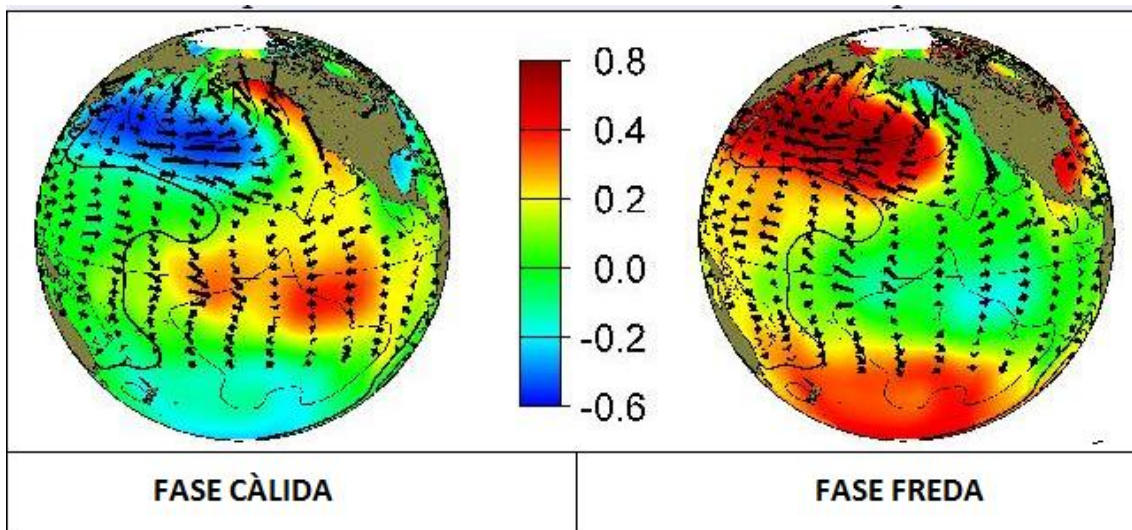


Fig 233: Esquema fases de l'Oscil·lació decanal del Pacífic. Font: (HARE. S 1997).

A diferència de la resta de patrons el canvi fases es produeix a una escala de temps interdecenal, en general al voltant de 20 a 30 anys (MANTUA, 2002).

La possible influència de l'Oscil·lació decanal del Pacífic en l'aparició i/o intensificació d'episodis secs a l'àrea balear (fig 233) passaria per relacionar-ho amb l'Oscil·lació del sud ja que en que aquest patró de baixa freqüència i de lenta variació contribueix a la intensificació dels episodis del Niño quan coincideix amb una fase positiva d'aquest patró (MANTUA, 2002).

Joan Caldentey Brunet

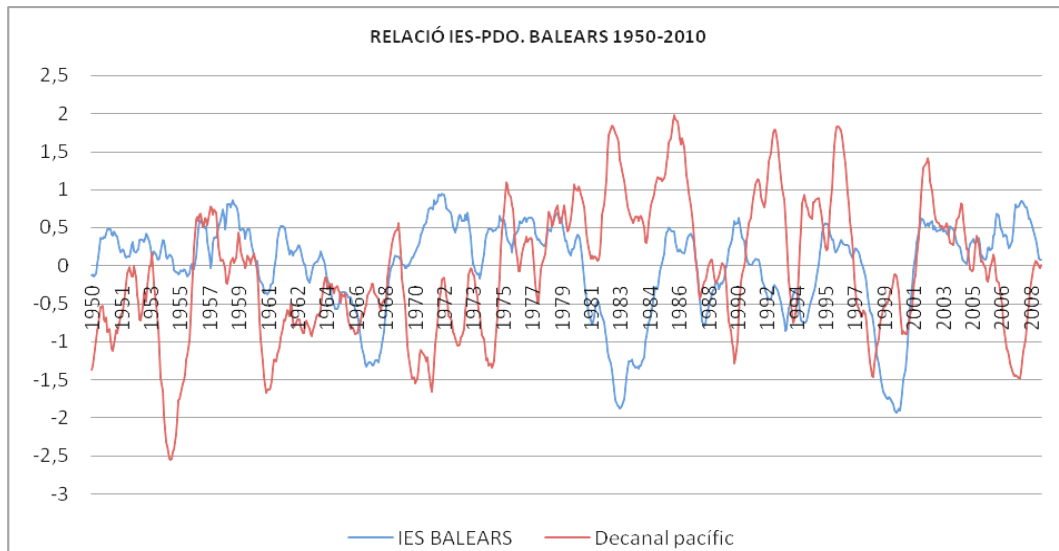


Fig 234: Comparativa valors IESP i PDO Balears (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

Tal es així durant la intensa sequera de principis dels 80, que com ja hem vist aniria precedit a amb un dels episodis del fenomen de “Niño” més importants del segle XX i que va acompanyat d’una fase positiva d’aquest (ODP) que abraça gran part de la dècada dels 80. En la resta d’eixuts pluviomètrics registrats a l’àrea balear durant el període d’estudi no s’observaria cap possible relació respecte a les variacions interdecanals d’aquest patró. Per tant no tendria sentit relacionar aquesta ODP amb les sequeres a l’àrea balear si no es relaciona amb l’Oscil·lació del sud. Donada l’escala temporal d’aquest patró amb canvis de signe a molt llarg termini no ofereix correlacions significatives respecte les anomalies mensuals de precipitació.

Joan Caldentey Brunet

L'Oscil·lació Àrtica la seva possible Influència en la manifestació d'episodis secs en la Mediterrània occidental.

L'Oscil·lació Àrtica (AO) és un patró de teleconnexió detectat a finals de la dècada dels anys 90 per THOMPSON I WALLACE resultat de càlcul de les anomalies de pressió atmosfèrica de l'Oceà Atlàntic a 45 ° i els 20° de latitud nord. Les variacions de pressió provocades per aquest patró de variabilitat estan relacionades amb la intensitat i la posició mitjana de les altes i baixes pressions entre l'Àrtic i les latituds 37-45°N. En la fase positiva ve marcada per un predomini de les baixes pressions entorn al cercle polar Àrtic i situacions clarament anticiclòniques a latituds mediterrànies, fet que en principi origina absència de precipitacions a n'aquesta àrea. Aquest fet, contribueix a què el corrent en jet a latituds mitjanes sigui més intens i amb una component més zonal (d'oest a est). La fase negativa suposaria precisament tot el contrari originant la successió de borrasques al sud del continent europeu.

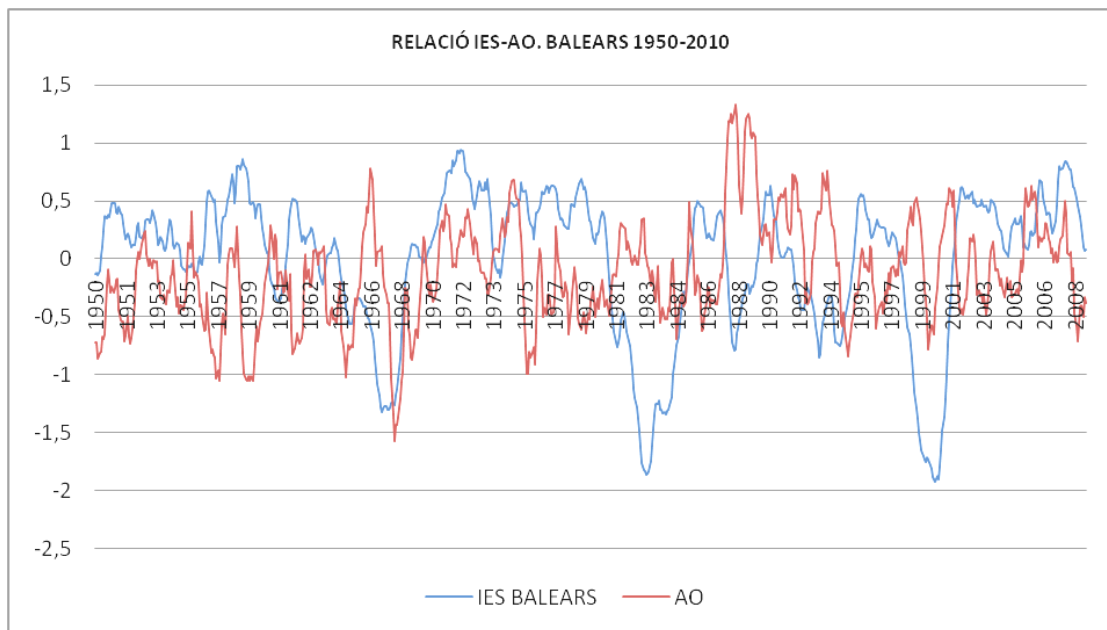


Fig 235: Comparativa valors IESP i AO (valors estandarditzats i mitjanes mòbils 9 períodes).

Joan Caldentey Brunet

La possible relació entre aquest patró de teleconnexió i la recurrència en l'aparició de períodes amb pluviometria escassa seria molt similar a l'efecte que exerceix l'Oscil·lació de l'Atlàntic nord, fet bastant lògic si consideram la similitud entre un i altre patró. És dir fases positives de l'AO contribueixen

AO	GENER	FEBRER	MARÇ	ABRIL	MAIG	JUNY	JULIOL	AGOST	SETEMBRE	OCTUBRE	NOVEMBRE
Erivissa (aeroport)	-0,11	0,14	0,02	-0,21	0,31	0,00	-0,05	-0,03	0,13	0,01	-0,08
La Savina	0,00	0,02	-0,01	-0,19	0,23	-0,02	-0,01	-0,13	0,14	0,09	-0,09
Erivissa (central tèrmica)	-0,11	0,14	0,04	-0,24	0,31	0,03	0,00	-0,03	0,16	0,05	0,03
St Carles	-0,13	0,07	0,00	-0,26	0,21	0,01	0,01	-0,09	0,03	-0,03	0,03
Sant Lluís	-0,14	-0,21	0,04	-0,22	0,19	0,13	0,03	-0,02	0,08	-0,15	0,03
Port Ciutadella	-0,17	-0,20	-0,03	-0,12	0,32	0,04	-0,01	-0,12	0,05	-0,11	0,13
Artà	-0,11	-0,03	0,00	0,09	-0,03	-0,10	-0,07	0,06	-0,12	-0,11	-0,10
Felanitx	-0,11	0,14	0,02	-0,21	0,31	0,00	-0,05	-0,03	0,13	0,01	-0,08
Santanyi	-0,19	0,01	-0,01	-0,17	0,32	-0,05	-0,01	-0,06	0,02	-0,26	-0,03
Iluç	-0,15	-0,10	-0,12	-0,18	0,35	-0,06	0,09	-0,04	0,07	-0,18	-0,07
Port d'Andratx	-0,04	-0,11	-0,10	-0,16	0,26	-0,04	0,17	-0,10	0,06	-0,11	-0,04
Caïmani	-0,20	-0,12	0,02	-0,14	0,25	0,01	0,14	-0,01	0,10	-0,20	-0,10
Far Coves Blanques	-0,05	0,12	0,04	-0,15	0,29	-0,02	-0,09	0,04	0,13	0,02	0,14
Far Portopí	-0,13	-0,03	0,03	0,01	0,32	0,00	0,17	-0,25	0,19	-0,33	-0,13
Mossa	-0,07	-0,06	-0,24	-0,16	0,15	-0,11	-0,14	0,03	0,22	-0,13	-0,14
Orient	-0,21	-0,16	-0,07	-0,03	0,29	0,00	0,20	-0,08	0,02	-0,29	-0,15
Alcúdia	-0,16	-0,16	-0,02	-0,18	0,43	0,02	0,20	-0,01	-0,04	-0,25	-0,05
Alqueria d'Avall	-0,13	-0,15	-0,05	-0,11	0,26	0,09	0,12	-0,11	0,14	-0,16	-0,02
Portopí	-0,13	-0,03	0,03	0,01	0,32	0,04	0,17	-0,25	0,19	-0,33	-0,13
Alaró Hort Nou	-0,18	-0,12	-0,01	-0,09	0,28	0,03	0,14	-0,07	0,22	-0,25	-0,15
Banyalbufar	-0,16	-0,17	-0,10	-0,06	0,28	0,08	0,14	-0,09	0,13	-0,27	-0,09
Biniforadi	0,13	-0,19	0,07	0,05	0,10	-0,22	0,00	0,14	0,09	-0,02	-0,12
Calvià	-0,19	-0,18	0,01	-0,08	0,24	0,04	0,14	-0,12	0,10	-0,21	-0,19
Calvià Hostalet	-0,21	-0,13	0,08	-0,15	0,22	0,07	0,16	-0,19	0,07	-0,18	-0,21
Campos Salines Sa Vall	-0,17	0,04	0,03	-0,19	0,23	0,00	0,08	-0,27	0,18	-0,23	-0,10
Cap Blanc	-0,17	0,03	0,02	-0,15	0,14	0,04	0,11	-0,09	0,18	-0,32	-0,09
Artà els Ollors	-0,12	-0,12	-0,02	-0,18	0,36	0,07	0,10	-0,05	0,11	-0,28	-0,03
Far Formentera	-0,03	0,04	-0,04	-0,19	0,16	0,05	0,07	-0,06	0,12	-0,02	-0,13
Far Capdepera	0,10	-0,08	-0,01	-0,04	0,30	0,05	0,00	0,01	-0,01	-0,16	0,09
Far Portocolom	-0,18	0,03	0,09	-0,25	0,19	-0,17	0,01	0,08	0,05	-0,17	-0,02
Far Puntagrossa	-0,14	-0,01	-0,04	-0,27	0,31	-0,06	0,09	-0,13	0,09	-0,27	-0,09
La Campaneta	-0,15	-0,15	-0,05	-0,12	0,19	0,00	0,00	-0,05	0,20	-0,29	-0,06
Lluomajor II	-0,20	-0,11	0,06	-0,21	0,28	0,07	0,07	0,08	0,11	-0,20	-0,18
Manacor Gesa	0,12	-0,01	0,07	0,01	-0,08	-0,04	-0,03	-0,13	-0,07	-0,20	-0,23
Muro	-0,20	-0,16	0,01	-0,17	0,37	0,02	0,18	0,02	0,15	-0,27	0,01
Pollença	-0,17	-0,08	-0,07	-0,15	0,00	0,03	0,08	0,11	0,11	-0,08	-0,10
Pollença Can Serra	-0,19	-0,16	-0,06	-0,16	0,06	0,04	0,15	0,06	0,11	-0,15	-0,06
Pont Inca	-0,17	-0,08	0,03	-0,19	0,19	0,06	0,17	0,04	0,02	-0,27	-0,10
Porreres	-0,18	-0,05	-0,04	-0,17	0,31	-0,01	0,19	0,06	0,07	-0,18	-0,11
Raixà	-0,15	-0,05	-0,09	-0,05	0,18	0,08	0,04	-0,08	0,13	-0,24	-0,10
Raixeta	-0,11	-0,13	-0,06	-0,05	0,20	0,08	0,07	-0,06	0,14	-0,24	-0,04
Sa Cabaneta	-0,19	-0,10	-0,11	-0,13	0,38	-0,01	0,26	0,01	0,05	-0,26	-0,12
Salines de Sa Vall	-0,15	0,05	0,06	-0,19	0,26	-0,03	0,03	-0,13	0,07	-0,33	-0,06
Alqueria Andratx	-0,13	-0,15	-0,05	-0,11	0,26	0,09	0,12	-0,11	0,14	-0,16	-0,02
Sencelles	-0,15	-0,14	-0,03	-0,17	0,35	-0,03	0,26	-0,01	0,01	-0,18	-0,10
Son Net	-0,15	-0,16	-0,06	-0,09	0,34	0,01	0,12	-0,20	0,07	-0,24	-0,10
Son Bujosa	-0,09	-0,05	-0,06	-0,20	0,23	-0,06	-0,01	0,01	0,09	-0,25	-0,05
Algaidà	-0,19	-0,01	0,01	-0,16	0,34	0,00	0,12	0,02	-0,01	-0,20	-0,11
Alqueria Blanca	-0,15	0,05	0,06	-0,19	0,17	-0,03	0,03	-0,13	0,07	-0,33	-0,06
Campos	-0,28	-0,08	0,03	-0,16	0,16	-0,01	0,01	-0,07	0,10	-0,22	-0,14
Esportles	-0,15	-0,14	-0,11	-0,19	0,33	-0,03	0,06	-0,01	0,12	-0,23	-0,03
Son Mas	-0,13	-0,06	-0,05	-0,21	0,22	-0,04	-0,01	0,05	0,16	-0,23	-0,06
Sa Vall	-0,15	0,05	0,06	-0,19	0,17	-0,03	0,03	-0,13	0,07	-0,33	-0,06
Sineu	-0,15	-0,11	-0,08	-0,17	0,35	0,03	0,24	0,14	0,07	-0,21	0,00
Sóller	-0,12	-0,13	-0,10	-0,09	0,37	-0,02	0,16	0,02	0,09	-0,24	-0,09
Son Crespí	-0,15	-0,02	-0,01	-0,24	0,29	-0,14	0,12	-0,01	0,16	-0,15	-0,06
Xorrigo	-0,17	-0,04	0,11	-0,16	0,13	0,01	0,17	-0,01	-0,05	-0,30	-0,15
Sta Maria	-0,19	-0,10	-0,01	-0,13	0,30	0,07	0,25	-0,02	0,12	-0,22	-0,13
Sta Margalida	-0,18	-0,13	-0,03	-0,21	0,38	0,07	0,24	0,08	0,07	-0,27	-0,03

Correlació positiva significativa
Correlació negativa significativa

Fig 236: Taula correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors del dipol de l'Oscil·lació Àrtica.

Joan Caldentey Brunet

clarament a la intensificació de períodes d'indigència pluviomètrica a l'àrea balear. Tal és així durant les quatre sequeres més importants que ha viscut l'espai insular entre el 1950 i l'any 2010. Aquestes fases solen coincidir amb fases negatives de la WEMO (LÓPEZ 2006) fet que com em vist pot condicionar l'agreujament de sequeres pluviomètriques al territori balear. També s'observa que el canvi de signe d'aquest patró durant els eixuts, contribueix a normalitzar la situació pluviomètrica (és a dir l'IESP comença a augmentar els seus valors). A l'igual que el cas de la NAO aquest patró també experimenta fluctuacions a escala estacional, per tant no sempre s'observa coincidència entre cada event negatiu i els eixuts balears. En relació a n'aquest fet, i donada la possible relació d'aquest patró amb la NAO era d'esperar que es confirmàs com a determinant a l'hora d'explicar l'absència de precipitacions a nivell intranual. Cosa que només ocorre, si atenem als resultats dels coeficients de correlació de Pearson durant el mes d'octubre (fig 236) quan a gran part del territori insular es detecta una correlació negativa un tant significativa a alguns observatoris del Migjorn de Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

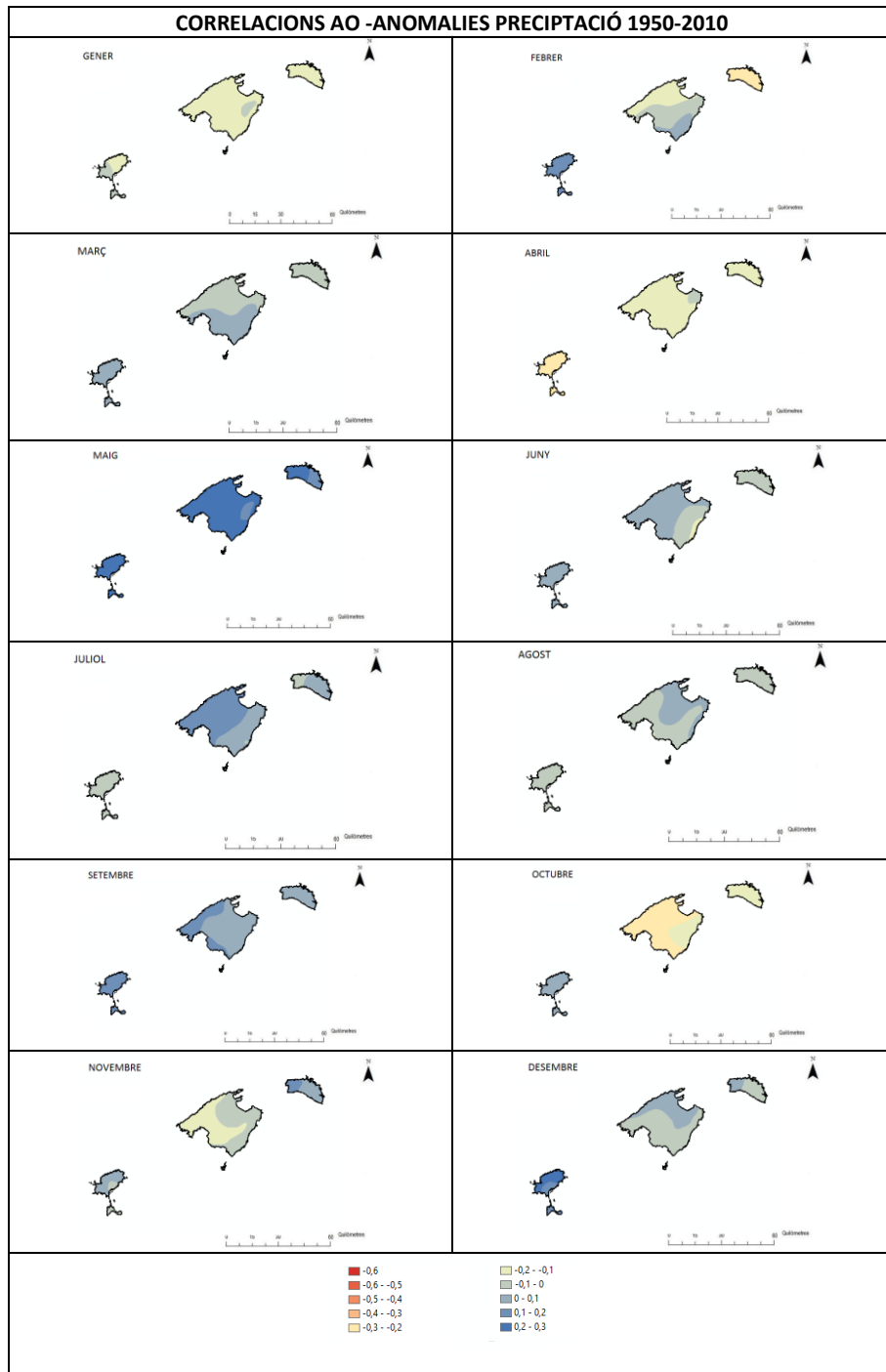


Fig 237: Mapes correlació anomalies mensuals de precipitació amb valors de l'Oscil·lació Àrtica.

Joan Caldentey Brunet

6.5 Conclusions

És indubtable que existeix un certa relació entre els diferents patrons de teleconnexió i els períodes d'indigència pluviomètrica a l'arxipèlag balear. Ara bé a l'igual que estudis anteriors específics per a l'àrea balear (GUIJARRO, 1999) la relació no passa per obtenir coeficients de correlació simple significativa. Per tant aquesta podria ser considerada com a complexa però real. És a dir, per sí mateix les fases dels diferents patrons que teòricament poden provocar episodis secs no sempre les desencadenen pel que no existiria una regla general que sempre es compliria. Des d'aquesta òptica ada eixut de llarga durada detectat s'explicaria per un combinació de factors i fases d'aquests patrons. El que sí s'ha corroborat, a l'igual que GARCIA (2006) ja feu en el cas dels episodis secs a l'àrea del SE peninsular, és que la coincidència de fases d'un i altre patró pot intensificar, i també atenuar sequeres ja preexistent a l'àrea balear. Sobretot quan l'efecte d'aquests patrons repercuteix les precipitacions equinoccials, determinants en el cas de l'aparició de dèficits pluviomètrics. En síntesi aquest paper intensificador d'events d'indigència pluviomètrica aniria lligat teòricament a:

- Fases positives de la NAO i l'Oscil·lació Àrtica, moment en els qual la ciclogènesi al continent europeu es centra latituds altres, dominant les situacions anticiclòniques al món mediterrani. D'aquí que les prediccions de la NAO podrien ser claus per predir futures sequeres balears. La NAO i l'OA pareix que serien un dels patrons claus per explicar la intensificació de les sequeres meteorològiques a l'àrea balear ja que hem vist que condiona les precipitacions mensuals durant gran part de l'any.
- Fases negatives de l'Oscil·lació mediterrània en la quals teòricament la ciclogènesi i les baixes pressions es concentren a la Mediterrània oriental, mentre que les situacions anticiclòniques dominen l'occidental. Aquest patró seria clau per explicar les sequeres a la Mediterrània occidental que coincideixen en períodes freds i humits al vessant oriental de la conca.
- La influència de l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental en principi no hauria de ser homogènia sobre el territori balear. Tot i això si comparam els valors mensuals d'aquest patró amb el valors de l'IESP observam que la persistència de fases

Joan Caldentey Brunet

- positives tendeix a intensificar les sequeres a l'àrea d'estudi. No obstant això la posició central de l'àrea balear, i equidistant respecte els centres d'acció que donen sentit a n'aquest patró sembla que treballar amb valors mensuals no s'obtenen resultats concloents. A nivell mensual les màximes correlacions s'adonen recordem als extrems de l'arxipèlag més propers als centres d'acció que donen sentit al patró
- El paper del Niño és discutit, incert i difícil d'encaixar, tot i que la seva influència és bastant òbvia. Inicialment es partia de la possibilitat que era la Niña la que contribuïa a reduir les precipitacions a l'arxipèlag balear mentre que hem vist que aquest hipòtesi es confirmaria si relacionam aquest fenomen amb les fases negatives del Niño Modoki que a l'igual que la Niña clàssica suposarien una disminució de les precipitacions a les costes pacífiques equatorials i també a l'arxipèlag balear justificaria sobretot la disminució de les precipitacions primaverals (3 mesos de retard). Hem vist que aquest patró es compliria en el cas de tots els eixuts exceptuant l'episodi dels primers 80. Sequera que és contemporània a un dels episodis del Niño més importants del segle XX reforçat (cosa que en la resta d'episodis no passa) per una fase intensa, llarga de signa positiu de l'Oscil·lació decanal del Pacífic. El fet que el Niño i la Niña indistintament donen lloc a anomalies de precipitació a les Illes Balears es podria explicar per la interacció amb altres patrons com l'Oscil·lació decanal del Pacífic i la tendència detectada cap a un progressiu encalement més central de l'àrea Pacífica.
 - Fase positives del dipol de l'Oceà Índic coincidint amb events del Niño poden contribuir a la intensificació dels eixuts a l'àrea balear ja que es clau per explicar les precipitacions a mesos hivernals com el febrer.

Des d'aquest punt de vista també recordar que l'efecte d'aquests patrons, no és de per sí la causa desencadenant d'una sequera a l'àrea mediterrània balear si no que exclusivament tendrien un efecte intensificador i potenciador en el cas d'eixuts ja preexistents a l'àrea balear amb diferent retard a escala mensual. Tot i això, sembla que la resposta més immediata és en el cas del l'Oscil·lació de l'Atlàntica Nord i els dos patrons exclusius del món mediterrània (MOI i WEMO). També reflexionar sobre la importància del comportament del sistema oceà-atmòsfera dels Oceans Pacífic i Índic,

Joan Caldentey Brunet

hem vist, d'aquesta manera que tot i la llunyania geogràfica respecte a l'àrea balear, els diferents patrons que afecten l'àrea indopacífica, és a dir l'Oscil·lacions del Sud, decanal del pacífic i el dipol de l'Oceà Índic i les anomalies que es generen en el sistema climàtic de l'àrea repercuteixen, en l'agregament de situacions deficitàries des del punt de vista pluviomètric.

Amb tot, no existeix una fórmula universal per descriure la influència d'aquests patrons en les sequeres a l'àrea tot i que anteriorment hem descrit les fases d'aquest patrons que predisposen a la intensificació de les seqüències d'indigència pluviomètrica al territori insular. Per tant, s'hauria fer una anàlisi sintètic de com aquests patrons han pogut influir en la disminució de les precipitacions a l'àrea d'estudi sobretot d'aquells períodes més significatius (fig 238).

	ENSO	WEMO	NAO	MOI	MODOKI	IOP	ODP	AO	PATRONS NO COINCIDENTS
III 1961-IV1962	NEG	POS	POS	POS	POS	POS	NEG	NEG	MOI/ODP/AO
IV 1965-V1969	POS	POS	POS	NEG	POS	POS	NEG	POS	ODP
X1981-VIII 1986	POS	POS	POS	NEG	POS	POS	POS	POS	ENSO
X1988-IX1990	NEG	NEG	POS	NEG	POS	NEG	POS	POS	WEMO/IOP
IX1992-V1996	POS	POS	POS	NEG	POS	POS	POS	POS	ENSO
III1999-IV2002	POS	POS	POS		POS	POS	NEG	POS	ENSO/ODP
FASE QUE EN PRINCIPI INTENSIFICA SEQUERES	NEG	POS	POS	NEG	POS	POS	POS	POS	

	NO CORRESPONDENCIA
	CORRESPONDENCIA

POS	FASE PREDOMINANT POSITIVA
NEG	FASE PREDOMINANT NEGATIVA

nota: les fases neutres es contabilitzen dins una context component predominantment positiu i o negatiu

Fig 238: Taula correspondència eixuts importants a l'àrea balear amb diverses fases dels patrons de teleconnexió influents.

A nivell general cap de les set seqüències de durada superior a 12 mesos que a nivell general s'han detectat a tota l'àrea balear cap es correspondria amb una coincidència perfecte de tots els patrons, ara bé en la majoria de casos i sobretot en els tres casos de sequeres més intenses i dilatades des del punt de vista temporal la no coincidència vendria marcada per un màxim de dos patrons. En el cas de l'eixut entre 1961-1962 els

Joan Caldentey Brunet

tres patrons de teleconnexió principals (ENSO, NAO i WEMO) juntament amb el Niño Modoki i el dipol de l'Oceà Índic presentarien fases on el component majoritari d'aquestes seria procliu a l'aparició d'una seqüència seca al territori insular, tot el contrari en el cas de l'Oscil·lació mediterrània, l'Oscil·lació decanal del Pacífic i l'Oscil·lació Àrtica. Si recordam és un eixut curt i de poca intensitat fet que podria explicar la no coincidència amb les fases (que intensificarien les sequeres l'espai insular. Per contra, la llarga i intensa sequera pluviomètrica que afectà el món balear durant el segon llustre dels anys 60 (1965-1969) presenta una elevada correspondència, tot els patrons presenten valors que nivell global corresponen a fases que contribuirien a la intensificació de períodes secs. L'única excepció seria l'Oscil·lació decanal del Pacífic del qual ja em explicat que deslligat de l'Oscil·lació del sud no té cap significació respecte a la disminució de precipitacions a l'àrea balear. En aquest sentit, els dels primers 80 (1981-1986) i mitjans del anys 90 (1994-1996) complirien tots els requisits pel que els patrons de teleconnexió es refereix acompanyat d'un fort episodi de la Niña. L'eixut dels anys 1988-1989 coincideix amb fases intensificadores del dèficit pluviomètric exceptuant dos patrons. La singularitat d'aquest event ja fou detectada per CAPEL (1989) i FONT TULLOT (1988). Curiosament aquest eixut finalitza, com ja hem dit en apartats anteriors, amb els intensos aiguats de finals d'estiu del 1989 que provocaren greu inundacions al Llevant de l'illa de Mallorca i el País Valencià dins un context sinòptic d'un profunda depressió aïllada a nivells alts (gota freda) sobre l'estret de Gibraltar (típica configuració de WEMO negativa). Aquesta sequera "excepcional" des d'aquest punt de punta, podria suggerir una certa relació entre la persistència a situacions anticiclòniques al corn d'Àfrica que per influència del jet stream asiàtic es podrien tenir una certa extensió cap a la Mediterrània més oriental.

Finalment en el cas del darrer episodi de sequera que afecta l'espai balear durant el període d'estudi, és a dir 1999-2002 es produiria una coincidència entre totes les fases dels patrons que podrien intensificar sequeres a excepte l'Oscil·lació del sud que presenta un fases negativa (Niño) acompanyada d'una fase d'aquest signe de l'Oscil·lació decanal del Pacífic.

Joan Caldentey Brunet

Tot i que la relació tot d'aquests patrons amb l'aparició de seqüències seques a l'àrea balear és ambigua. És evident que les masses d'aire de conca mediterrània no són una excepció dins el sistema climàtic i pot patir les conseqüències de qualsevol anomalia a nivell global. Amb tot, els patrons no són l'única causa que expliqui l'aparició de sequeres periòdiques a l'àrea balear però tampoc se'n pot negar la seva interacció. Els futurs coneixements del sistema climàtic aclariran el paper de patrons fins ara poc estudiats a l'àrea mediterrània.

La casualitat ha fet que estudiant la influència de l'ENSO, la NAO, la WEMO i l'Oscil·lació mediterrània els episodis de sequera més importants que s'han detectat a l'arxipèlag balear coincideixen en gran mesura amb els detectats a indrets de l'est de la Península Ibèrica especialment el sud-est peninsular, almenys en aquells casos que els eixuts han estat perllongats i intensos. La relació entre ambdues àrees és especialment destacada en el cas d'Eivissa i Formentera fet que ho evidencia l'eixut que viu el món pitiús l'any 2014 coincidint amb una intensíssima sequera al sud-est peninsular mentre que a Mallorca i Menorca, tot i que presenten dèficits de precipitació respecte valors mitjans no presenten un eixut d'aquestes dimensions (situació que es correspondria al patró núm. 6 dels descrit). D'aquesta manera la sequera que afectà el territori balear entre el 1965 és contemporània a Catalunya (BAYES, 2003), a Grècia (KARAVITIS, A i STRAVROS, A et 2011; LIVADA, I i ASSIMAKOPOULOS V.D 2007; TIGRKAS .D 2008). Per altra banda la seqüència d'indigència pluviomètrica del 1988-1989 també ha estat detectada al Llevant mediterrani espanyol CAPEL (2001); FONT TULLOT (2000); BAYES (2003); LLAMAS, M. R SORIANO, F.J. (1999) i CUADRAT J.M I VICENTE S.M (2004) (2000); GARCIA (2006).

Més generalitzat encara fou la sequera de principis dels 80, que com ja hem vist tendria el seu punt àlgid durant la tardor del 1983. Aquest eixut també ha estat detectat i mencionat en multitud d'estudis dins l'àmbit ibèric (PÈREZ, 1988); FONT TULLOT (2000) MORALES et al 1999) GARCIA (2006). Període que coincideix amb una fase excepcionalment positiva de l'Oscil·lació de l'Atlàntic Nord acompanyat d'un gran episodi del Niño seguit d'un important episodi de La Niña. No obstant això, pareix que aquest eixut no fou general a tota la Mediterrània ja Israel i Turquia (COLIN.P, STONE L et al 1998). Fet que

Joan Caldentey Brunet

també tendria relació amb les diferents fases de l'Oscil·lació mediterrània i el comportament i estacionalitat de les ones de Rossby sobre la conca del Mare Nostrum

Més general encara seria l'episodi 1999-2001 comú a tota la conca mediterrània (KARAVITIS, A i STRAVROS, A et 2011; LIVADA,I i ASSIMAKOPOULOS V.D 2007; TIGRKAS .D, 2008). (BAYES L, 2003) CUADRAT J.M y VICENTE O S.M (2004) .

7.Síntesi i reflexions finals.

Si bé durant cada un dels apartats s'ha fet una síntesi dels aspectes mes significatius i rellevants cal concloure reflexionant de manera global sobre els fets, processos, fenòmens i circumstàncies que possibiliten i afavoreixen l'aparició de sequeres pluviomètriques a l'àrea balear durant la segona meitat del segle XX. Des d'aquest punt de vista podem dir:

1. La mediterraneïtat climàtica del territori insular inclou la sequera com a risc geogràfic, el qual ha estat present dins la història de l'arxipèlag balear, delectant-se a través de fonts indirectes notables eixuts des de l'Edat Moderna destacant sobretot el segle XVI i importants períodes d'indigència pluviomètrica a mitjans dels segles XVIII, XIX i principis del XX.
2. Entre el 1950 i l'any 2010 podem diferenciar un total de quatre períodes de sequera pluviomètrica generalitzada a tot el territori insular, el primer durant la segona meitat de la dècada dels 60, un segon durant el primers 80 i un tercer als mitjans 90 i un darrer a cavall entre els segles XX i XXI. Aquestes eixuts, que no solen tenir una durada major a tres o quatre anys presenten petites diferències geogràfiques en el moment d'aparició i final tot i que en essència la correspondència entre episodis es notable, Apart d'aquests tres grans moments deficitaris des del punt de vista hídric se'n poden diferenciar d'altres de secundaris, més intermitents i no tan generalitzats a finals dels 80 i primers 90. Com a tret general és necessari destacar que la dècada dels 70 està completament exempta de sequeres.
3. La tècnica utilitzada per detectar els períodes secs ha estat, si recordam l'Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica (IESP) proposat per M^a Fernandan Pita l'any 2001. Aquest índex s'ha mostrat més efectiu que molts d'índexs clàssics i especialment útil a les nostres latituds. D'igual manera comparant-lo amb l'índex SPEI de Serrano i Beguería s'ha demostrat que un i altre ofereixen resultats molt parecuts si aquest darrer adopta un component acumulatiu de 12 a 18 períodes mensuals.

Joan Caldentey Brunet

Tot i que hi ha hagut quatre grans episodis de sequera generalitzada al territori balear aquesta presenta una incidència desigual al territori insular. Des d'aquesta perspectiva reiterar l'existència d'una sèrie de patrons de distribució territorial d'aquests períodes d'indigència pluviomètrica a l'espai balear. Sient el de sequera global el que més incidència en l'espai i els temps ha tingut. Sembla també, que d'acord amb l'índex global proposat que la major aridesa del clima mediterrani litoral d'Eivissa i Formentera les fa menys vulnerables davant possibles sequeres pluviomètriques. Les diferències s'explicarien pel fet que al ambients insulars i amb diferències de relleu i exposició tan notables com les presents a les Illes Balears i en especial a Mallorca. Igualment el diferent comportament de la pluviometria en distàncies molt reduïdes és un fenomen constant. Més encara quan el total de la precipitació anual pot dependre d'un o dos episodis tempestuosos amb una distribució espacial de la pluja marcadament contrastada. (GRIMALT, LAITA, ROSSELLÓ, CALDENTY, ARROM I 2006).

4. La clau a l'hora de relacionar els eixuts que s'han presentat a la Mediterrània occidental des de mitjans dels segle XX amb la circulació atmosfèrica es basen en dos aspectes:

- Les correlacions entre els tipus de temps (Jenkinson i Collinson) com respecte als diferents patrons de baixa freqüència es troben únicament en els mesos equinoccials que aporten una gran part de les precipitacions anuals de les Illes Balears. Aquestes correlacions en determinants casos també poden ser presents de manera més dèbil durant alguns mesos hivernals i pràcticament nul·les durant l'estació seca estival.
- La correlacions Pearson entre les dues anteriors variables no són rellevants si les comparam amb els valors de l'Índex estandarditzat de sequera pluviomètrica donat el seu component acumulatiu tot el contrari de si les relacionam amb les anomalies simples de precipitació (valors normals i anòmals respecte la precipitació mitjana).

Joan Caldentey Brunet

Les diferències territorials en les correlacions respecte els patrons de teleconnexió pot ser explicada pels següents factors:

- La influència de patrons extra europeus com El Niño és lleugerament major al món pitiús donada la seva posició més occidental dins l'arxipèlag on el règim de precipitacions és relaciona amb majors grau amb la circulació zonal.
- Menorca, i part del nord de Mallorca són els territoris on l'Oscil·lació de la Mediterrània occidental té més influència dins els règim pluviomètric.
- El patró estrella i que més condiciona l'aparició d'una eixut recordem que és l'Oscil·lació mediterrània.

El que també pareix evident és que el motor de les sequeres a l'àrea de la Mediterrània occidental són les anomalies dels sistema oceà atmosfera al Pacífic. Aquestes anomalies es connecten amb la circulació a latituds mitjanes mitjançant la cèl·lula de Walker i provoquen anomalies climàtiques (precipitacions per sota de valors mitjans en el nostre cas). Tot i que aquesta relació queda pendent de confirmar amb estudis posteriors.

5. Tot i que aquest treball ha detectat i explicat mitjançant casos concrets l'existència d'eixuts al territori balears deixa alguns aspectes per a futures investigacions a mesura que els coneixements del sistema climàtic s'incrementin amb el pas de temps. S'hauria d'aclarir com les situacions advectives poden condicionar la presència o absència de precipitacions, i per tant de sequeres. L'explicació podria trobar-se treballant a dades a nivell diari. També, s'hauria d'estudiar el possible paper d'altres factors com els mínims i màxims de taques solars en l'aparició d'episodis humits i extremadament secs al territori insular.

8. Bibliografia i referències.

A

A.A.V.V: Plan especial Especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en las Islas Baleares [en línia] Disponible a internet

<http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?idsite=259icont=23087>

ABAURREA J y CEBRIÁN A.C (2002): Distribución de la sequía en un intervalo de tiempo dado *in: El agua i el clima* Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 3.Palma , pp 125-135.

ABRAM, J (2007). Seasonal characteristics of the Indian Ocean dipole during the Holocene epoch *in Nature*, vol. 445 nº,7125 pàg. 299-302.

ASHOK, K (2001). [Impact of the Indian Ocean Dipole on the Relationship between the Indian Monsoon Rainfall and ENSO](#) *in Geophysical Research Letters*, vol. 28, pàg. 4499–4502.

ALMARZA MATA, C. (2000): Sequías: indicadores de alerta, intensidad y Seguimiento. Análisis espacio temporal. *Revista de la Real. Academia. Ciencias. Exactas. Físicas. Naturales*. Vol 94, nº 2, pp. 265- 273.

ALMARZA MATA ,C/ CHAZARRA, A et al(1999): Adaptación del S.P.I para el análisis de la variabilidad intraanual de los períodos secos *in: La Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 1.Barcelona , 1999. 25-31.

Joan Caldentey Brunet

ALMARZA MATA, C., CHAZARRA, A. y PEDRAZA, B. (1999): Adaptación del S.P.I. para el análisis de la variabilidad intra-anual de periodos secos. in: Raso Nadal, J. M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº1, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 25-31.

ALMARZA, C., CHAZARRA, A., PEDRAZA, B. (2000): "Adaptación del SPI para el análisis de la precipitación media en las grandes cuencas". *Calendario Meteorológico del año 2000*. INM.

ALONSO OZORA, S. (1975): *Algunos aspectos meteorológicos de los temporales de Levante*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

Joan Caldentey Brunet

B.

BARRIENDOS VALLVÉ, M. y DANNECKER. (1999): La sequía de 1812-1814 en la costa central catalana. Consideraciones climáticas e impacto social del evento. in: RasoNadal, J.M. y Martín Vide, J. (Eds.): *La Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 1, Oikos-Tau, Barcelona, pp. 53-61.

BARRIENDOS VALLVÉ, M. y MARTÍN VIDE, J. (1996): El tema recurrente de las sequías. La gran sequía de 1566-67. in: *XXV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española (AME): Desertificación y degradación de los suelos en España*. Generalitat de Catalunya, Barcelona, pp. 41-44.

BAYÉS BRUÑOL.C; RIBAS PALOM.A i SAURÍ PUJOL D (2003): Sequías y prensa regional en la Conca del Río Muga (Girona) in: *Geographicalia*, nº 44. pp 123-144.

BAYÉS BRUÑOL.C (2005): Caracterització geogràfica de les sequeres a la Conca del Riu Muga (1950-2001) in: *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, nº 58 pp 7-13.

BEJARANO, E. (2007): Las revueltas campesinas de Ibiza en el ocaso del Antiguo Régimen. in: *Butlletí de la Societat arqueològica Lul.liana*, nº 63, pp 121-134.

BEGUERÍA, S., VICENTE-SERRANO, S.M. i ANGULO, M., (2010): A multi-scalar global drought data set: the SPEIbase: A new gridded product for the analysis of drought variability and impacts in *Bulletin of the American Meteorological Society* nº 91 pp 1351-1354.

BOIX FERRERO, M^a; REL ROIG, A.; DE JÓDAR BONILLA, D (1982). La sequía de 1978-1979 in: *tierras valencianas in Cuadernos de Geografía 30*. Ed Departament de Geografia Universitat de Valencia. pp 25-40.

Joan Caldentey Brunet

BRUNETTI,M; MAURIZIO M i NANNI T (2002): Atmospheric circulation and precipitations in Italy for the last 50 years.*in: International Journal of Climatology, vol 22 .pp 1455-1471.*

Joan Caldentey Brunet

C.

CAPEL MOLINA, J. J. (1989): La sequía del invierno 1988-1989 en España (una anomalía climática singular). *Papeles de Geografía*, nº 5. Universidad de Murcia, pp. 9-20.

CEBALLOS BARBANCHO, A., LUENGO UGIDOS M.A et al(2002): Rachas secas y gradiente pluviométrico en la Cuenca del Duero *in: El agua i el clima* .Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 3.Palma , 2002 pp 149-159.

CHARRE, J. (1977): A propos de la sécheresse. *Revue Géographique de Lyon*, nº 52,pp. 215-226.

CLAVERO, P.; RASO, J. (1979): Catálogo de tipos sinópticos para un estudio climático del Este de la Península Ibérica y Baleares *in: Aportacions en homenatge del geògraf Salvador Llobet*. Universitat de Barcelona. Barcelona. pp. 63-85.

COLIN P; STONE, L; HAPPERT A et al(1998): A possible link between El Niño and precipitation in Israel *in: Geophysical Reserch Letters* ,nº 25, pp.3963-3966.

CONTE, M; GIUFFRIDA, A i TEDESCO,S (1989) The Mediterranean Oscillation. Impact on precipitation and hydrology in Italy Climate Water *in: Publications of the Academy of Finland*. Helsinki.

CUADRAT J.Mª; PITA Mª F(1997) : *Climatología*. Ed Càtedra. Madrid.

CUADRAT PRATS J.M y VICENTE SERRANO S.M (2004) : Comportamiento de las sequías en la Península Ibérica: Análisis mediante el standarized precipitation index *in: El Clima entre el mar y la montaña*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 4. Santander, pp 245-254.

Joan Caldentey Brunet

D.

DOMÍNGUEZ CASTRO, F/SANTISISTEBAN, J et al(2007):Evolución de eventos climáticos extremos (inundaciones y sequías) para la zona central de la Península Ibérica desde el siglo XVI a partir del registro de rogativas e inundaciones históricas in: *II Semana de jóvenes investigadores del IGME* .Instituto Geológico y Minero de España, Madrid .pp 57-63.

Joan Caldentey Brunet

E.

ESCAGÜES DE JAVIER.R, I (1984): Rogativas contra la en el reinado de Abderraman III
in El Campo: boletín de informació agraria (40). S.L. 96.1984

Joan Caldentey Brunet

F.

FAJARNÉS TUR, E (1889): Sequía en Ibiza en 1846 in: *Bolletí de la Societat Arqueològica Lul·liana*. Palma. pp 121-122.

FAN, J. AND GIJBELS, I. (1996): *Local Polynomial Modelling and Its Applications*, Chapman & Hall (Ed). London.

FONT TULLOT, I. (2000): *Climatología de España y Portugal*. Ediciones Universidad de Salamanca, Salamanca.

FONT TULLOT, I. (1988b): La singular persistencia de situaciones anticiclónicas sobre la Península Ibérica durante el cuatrimestre noviembre 1988-febrero 1989 in: *Paralelo 37º. Revista de Estudios Geográficos*, nº 11-12. Universidad de Almería, pp. 75-84.

Joan Caldentey Brunet

G.

GALÁN GALLEGO, E. (2004): *Sequías climáticas en la Meseta Meridional. Historia, clima y paisaje in: Estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez*. Universidad de Valencia, Valencia, pp. 337-352.

GARCÍA MARÍN, R. (2008): *Riesgo de Sequía i vulnerabilidad socioeconómica en la cuenca del Guadalentín*. Departamento de Geografía. Universidad de Murcia. Murcia. *Tesi Doctoral inèdita*.

GARCÍA MARÍN, R. y CONESA GARCÍA, C. (2006): Secuencias pluviométricas secas de larga duración en la cuenca del Guadalentín (Murcia-Almería) in: Cuadrat Prats *et al.* (Eds.): *Clima, Sociedad y Medio Ambiente*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) Serie A, nº 5. Zaragoza, pp. 371-382.

GARRIDO, A. *et al.* (2000): El impacto económico de las sequías en la agricultura *in: Jornadas sobre las aguas subterráneas en la gestión de las sequías en España*. CSIC y Fundación Marcelino Botín. Madrid. pp 48-61.

GIL OLCINA, A. y MORALES GIL, A. (Eds.) (2001): *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Alicante, 574 pp.

GIBBS, W.J. i MAYER, J.V. (1967): Rainfall deciles as drought indicators. *Bureau of Meteorology Bulletin*, nº 48, Commonwealth of Australia, Melbourne.

GOMMES, R (1994): *Rainfall variability and drought in Sub-Saharan Africa since 1960*. Ed FAO. ROMA.

Joan Caldentey Brunet

GÓMEZ NAVARRO.L(2002):Aproximación metodològica al estudio de secuencias secas de larga duración: el caso de las Islas Baleares *in: El Agua i el Clima. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Palma de Mallorca. pp 437-449.*

GÓMEZ NAVARRO. L; MARTÍN-VIDE J i WANNER H (1999): Influencia de la nao en la precipitación y en la probabilidad de días lluviosos de diciembre en la España peninsular (1941-1994).in: *La Climatología española en los albores del siglo XXI. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 1.Barcelona , pp 217-225.*

GRIMALT GALMÉS,G (1980): Aplec de notícies sobre sa possessió de Son Fortesa. Inèdit. 3 vols.sense paginar.

GRIMALT GELABERT,M (1992): *Geografia del risc a Mallorca: les inundacions.* Ed Institut d'Estudis Baleàrics. Palma.

GRIMALT GELABERT, M (2002): Sequera a Manacor i al Llevant de Mallorca (1941-2001) *in El segle XX a Manacor .Manacor. Ed Ajuntament de Manacor. pp 131-147.*

GRIMALT GELABERT, M., LAITA RUÍZ DE ASUA, M. y RODRÍGUEZ GOMILA, R. (1994): Periodización de las sequías históricas en Mallorca (ss. XIV-XIX). in: Pita López, M^a. F. y Aguilar Alba, M. (Eds.): *Cambios y variaciones climáticas en España.* Actas de la Reunión del Grupo de Climatología de la AGE, Universidad de Sevilla y Fundación El Monte. Sevilla, pp. 129-146

GRIMALT M;LAITA; M;ROSSELLÓ, J;CALDENTHEY ,J y ARROM J.M (2006): Distribución espacial y temporal de las precipitaciones intensas en Mallorca in: Cuadrat Prats *et al.* (Eds.): *Clima, Sociedad y Medio Ambiente.* Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC) Serie A, nº 5. Zaragoza, pp. 411-420.

Joan Caldentey Brunet

GRIMALT, M.; MARTÍN VIDE, J. y ALOMAR, G (2010): Vorticidad y precipitación en el litoral mediterráneo de la Península Ibérica e Islas Baleares (1961-1990) *in: Clima, ciudad y ecosistemas*, Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Série A, 7.pp 129-138.

GRIMALT GELABERT M; TOMÀS MIR, M; ALOMAR GARAU, G; MARTIN VIDE, J i MORENO GARCÍA, M (2013): Determination of the Jenkinson and Collison's weather types for the western Mediterranean basin over the 1948-2009 period in *Atmósfera*, nº26 pp 75-94

GÓMEZ NAVARRO, L. (1997): *Regionalización climática de la España Peninsular mediante el análisis Markoviano de las sequías*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona (inédita).

GÓMEZ NAVARRO, L. (2003): Aproximación metodológica al estudio de secuencias secas de larga duración: el caso de las Islas Baleares. *in: El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº 3, pp. 427-436.

GUERRA SIERRA, J. y ALMARZA MATA, C. (1996): 'Análisis del último período seco en Madrid por medio de un nuevo índice estadístico'. in MARZOL, M.V., DORTA, P. y VALLADARES, P. (Eds.): *Clima y agua: la gestión de un recurso climático*. Actas de la III Reunión Nacional de Climatología. Universidad de La Laguna – Asociación de Geógrafos Españoles. Santa Cruz de Tenerife. pp. 291-298.

GUIJARRO, J. A. (2002): Tendencias de la precipitación en el litoral mediterráneo español. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds). *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº3, pp. 427-436.

GONZALEZ HIDALGO, J.C; LOPEZ-BUSTINS, J.A; PETR STEPEANEK,C ; JAVIER MARTIN-VIDE J et al(2009): Monthly precipitation trends on the Mediterranean fringe of the Iberian Peninsula during the second-half of the twentieth century (1951–2000) *in: International Journal of Climatology*, nº 29, pp.1415-1429.

Joan Caldentey Brunet

GUIJARRO, J. A. (2002): Tendencias de la precipitación en el litoral mediterráneo español. En: Guijarro, J. A., Grimalt, M., Laita, M. y Alonso, S. (Eds). *El Agua y El Clima*, AEC. Serie A, nº3, pp. 427-436.

Joan Caldentey Brunet

H.

HOERL, A.E. AND KENNARD, R.W: (1970): Ridge regression: biased estimation for nonorthogonal problems *in Technometrics*, n° 12, pp 55-67.

HOMAR, V., RAMIS, C., ROMERO, R., ALONSO, S., (2009): Recent trends in temperature and precipitation over the Balearic Islands (Spain) *in Climatic Change*, n° 98, pp 199-211.

Joan Caldentey Brunet

J.

JANSÀ CLAR,A (1988): El clima de las Baleares : Mediterraneidad i insularidad *in: Treballs en Geografia* .Palma. num 49 pp 39-43

JANSÀ GUARDIOLA, J.M^a. (1966): *Meteorología del Mediterráneo Occidental*. Servicio Meteorológico Nacional. Serie A (Memorias), 43. Madrid. II, pp. 1-34.

JANSÀ CLAR, AGUSTÍ (2014):*El clima de les Illes Balears*. Ed Lleonard Muntaner. Palma de Mallorca.

Joan Caldentey Brunet

K.

KARAVITIS C.A; ALEXANDRIS,S; D ;TSESMELIS I ATHANASOPOULOS G (2011): Application of the Standardized Precipitation Index (SPI) in Greece *in: Water*, nº 3, pp 787-805.

KEETCH, J J; BYRAN, Ge. 1968. "A drought index for forest fire control." Res. Paper SE-38. Asheville, NC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station.

KEMAL SÖNMEZ. F; A ÜMRAN KÖMÜSCÜ A; ERKAN. A i ERTAN TURGU (2005): An Analysis of Spatial and Temporal Dimension of Drought Vulnerability in Turkey Using the Standardized Precipitation Index. *Natural Hazards*,35. pp 243-264.

Joan Caldentey Brunet

L.

LAITA RUIZ DE ASÚA, M (1994): *Configuraciones típicas de presión atmosfèrica media en el Mediterráneo occidental asociadas a meses secos en las Islas Baleares*. Tesi de Llicenciatura.: Universitat de les Illes Balears, Departament de Ciències de la Terra. Palma de Mallorca

LAITA, M. (1995). *El fenómeno de El Niño y su influencia en el Mediterráneo occidental*. Tesis Doctoral, Departament de Ciències de la Terra. Universitat de les Illes Balears. II vols.

LAITA RUÍZ DE ASUA, M. (1998): El Niño y su influencia en el régimen de lluvias en Baleares. *Territoris: Revista del Departament de Ciències de la Terra*, Universitat de les Illes Balears, nº 1 pp. 187-202.

LAITA RUÍZ DE ASUA, M. y GRIMALT GELABERT, M. (1994): Análisis objetivo del campo de presión en el Mediterráneo Occidental y clasificación del mismo para meses secos en las Islas Baleares. *VI Coloquio de Geografía Cuantitativa. Perfiles actuales de la Geografía Cuantitativa en España*. Universidad de Málaga, pp. 117-128.

LAITA, M. y GRIMALT, M. (1995): ¿Podrían estar apareciendo indicios de cambioclimático en variables dinámicas del Mediterráneo Occidental?. *Revista de Meteorología, Boletín de la AME*, Madrid, nº 18-19, pp. 23-24.

LAITA, M. y GRIMALT, M. (1997): Vorticity and pressure anomalies in the WesternMediterranean during El Niño/Southern oscillations extremes. *International Journal of Climatology*, 17, pp. 475-482.

LANA, X.; MARTÍNEZ M.D et al(2006). [Distributions of long dry spells in the Iberian Peninsula, years 1951-1990](#).in: *International Journal of Climatology*, vol 26 nº14. 2006.1999-2021

Joan Caldentey Brunet

LANA, X.; MARTÍNEZ, M.D.; BURGUEÑO, A. et al(2008): [Spatial and temporal patterns of dry spell lengths in the Iberian Peninsula for the second half of the twentieth century](#) in *Theoretical and Applied Climatology*, n^o 99, pp 99-116

LLAMAS MADURGA, M. R. (1997): Consideraciones sobre la sequía de 1991 a 1995 en España. *Ingeniería del Agua*, vol. 4, n^o 1. Universidad Politécnica de Valencia, Dpto.de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Valencia, pp. 39-50.

LI, T (2003).A Theory for the Indian Ocean Dipole–Zonal Mode in *Journal of the Atmospheric Sciences*, vol. 60, n^o 17, pàg. 2119–2135.

LIMONES RODRÍGUEZ. N (2013):. *El estudio de la Sequía Hidrológica en el Mediterráneo Español. Propuesta de aplicación del índice estandarizado de Sequía Pluviométrica a las aportaciones Hídricas*.Departamento de Geografía Física y Análisi Geográfico Regional. *Universidad de Sevilla. Sevilla. Tesis Doctoral*

LLOP GARAU, J/ALOMAR GARAU,G (2011): Clasificación sinóptica de Jenkinson y Collison para los días de precipitación mayor o igual a 200 mm en la isla de Mallorca. in: *Territoris: Revista del Departament de Ciències de la Terra*, Universitat de les Illes Balears. Palma 2011. Vol 8. num 1. pp 449-458

LLUCH i DUBON,F(1997): *Geografia de les Illes Balears* . Ed Lleonard Muntaner.Palma, 337pp.

LOPEZ BUSTINS, J.A (2006): *L'Oscil.lació de la Mediterrània occidental i la Precipitació als Països Catalans*. Tesis Doctoral. Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional, Universitat de Barcelona.

LÓPEZ-MORENO, J.I. Y VICENTE-SERRANO, S.M., (2008) Extreme phases of the wintertime North Atlantic Oscillation and drought occurrence over Europe: a multi-temporal-scale approach in *Journal of Climate* n^o21 pp 1220-1243.

Joan Caldentey Brunet

LORENZO-LACRUZ, J., VICENTE-SERRANO, S.M., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., LÓPEZ-MORENO, J.I., CORTESI, N. (2013) Hydrological drought response to meteorological drought at various time scales *in the Iberian Peninsula in Climate Research* nº 58 pp 117-131.

LÓPEZ-MORENO, J.I., S.M., VICENTE-SERRANO, J. ZABALZA, S. BEGUERÍA, J. LORENZO-LACRUZ, C. AZORIN-MOLINA, E. MORÁN-TEJEDA. (2013): Hydrological response to climate variability at different time scales: a study *in the Ebro basin in Journal of Hydrology* nº 477 pp 175-188

LORENZO LACRUZ, J (2012): *Las sequías hidrológicas en la Península Ibérica: Análisis y caracterización espacio temporal, influencias climáticas y el efecto de la gestión hidrológica en un contexto de cambio global*. Tesis Doctoral, Departamento de Geografía y Ordenación del territorio. Universidad de Zaragoza. 278 pp

Joan Caldentey Brunet

M.

MARCOS VALIENTE, O (2001); Sequía definiciones, tipología y métodos de cuantificación *in: investigaciones geográficas* 26. Alacant. Ed Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante).pp 59-80.

MANTUA, N, J (2002); Pacific-Decadal Oscillation (PDO) *in: The Earth system: physical and chemical dimensions of global environmental change*. nº 1, pp 592-594.

MAHERAS, P., XOPLAKI, E., DAVIES, T., MARTÍN-VIDE, J., BARRIENDOS, M. et al(1999): Warm and cold monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with circulation; 1860-1990 *in: International Journal of Climatology* nº 19, pp.1697-1715

MARTÍN VIDE, J. (1997): Sequías y precipitaciones torrenciales en la España Mediterránea. *in: IV Simposio sobre el agua en Andalucía*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid, vol. III, pp. 121-132

MARTÍN VIDE, J. (2002): Ensayo sobre la Oscilación del Mediterráneo Occidental y su influencia en la pluviometría del este de España. *in: Guijarro, Grimalt, Laita y Alonso (Eds): El Agua y el Clima*, publicaciones de la AEC, serie A, nº 3, Mallorca, pp. 35-42.

MARTÍN VIDE, J. (2002): Aplicación de la clasificación sinóptica automática de Jenkinson y Collison a días de precipitación torrencial en el este de España. *in: Cuadrat, Vicente y Saz (Eds): La información climática como herramienta de gestión ambiental*. Universidad de Zaragoza y Asociación de Geógrafos Españoles,pp. 123-127.

MARTÍNEZ IBARRA E (2004): Sequías climáticas y percepción : Implicaciones en el sector turístico de Benidorm en el período 1976-1985 *in El Clima entre el mar i la montaña* Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 4. Santander, pp 377-388.

Joan Caldentey Brunet

MARTÍN VIDE, J. y FERNÁNDEZ BELMONTE, D. (2001): El índice NAO y la precipitación mensual en la España peninsular. *Investigaciones Geográficas*, nº 26, pp. 41-58.

MARTIN-VIDE, J. y GOMEZ, L (1999):Regionalization of Peninsular Spain based on the length of dry spells” in: *International Journal of Climatology*, vol 19 .pp 537-555.

MARTÍN VIDE, J. y LÓPEZ BUSTINS, J. A. (2006): The Western Mediterranean Oscillation and Rainfall in the Iberian Peninsula in: *International Journal of Climatology*, nº 26, pp.1455-1475.

MARTÍN VIDE, J. y MORENO GARCÍA, M^a. C. (1985): El estudio de las sequías mediante el análisis probabilístico de las secuencias secas. El caso de Almería. *IX Coloquio de Geógrafos Españoles*. Sección de Geografía de la Universidad de Murcia (sense paginar).

McKEE, T.B., DOEKSEN, N.J. y KLEIST, J. (1993): ‘The relationship of drought frequency and duration to time scales’ in: *Preprints 8th Conference on Applied Climatology*, 17-22 enero, Anaheim (California, EE.UU.), pp. 179-184.

MESHCHERSKAYA, A.V. y BLAZHEVICH, V.G. (1997): ‘The drought and excessive moisture indices in a historical perspective in the principal grain-producing regions of the former Soviet Union’ in: *Journal of Climate*, 10: 2670-2682.

MORÁN-TEJEDA, E., CEGLAR, A., MEDVED-CVIKL, B., VICENTE-SERRANO, S.M., LÓPEZ-MORENO, J.I., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., REVUELTO, J., CAMARERO, J.J. AND PASHO, E. (2013): Assessing the capability of multi-scale drought datasets to quantify drought severity and to identify drought impacts: An example in the Ebro Basin. *International Journal of Climatology* nº33 pp1884–1897.

MÚÑOZ DÍAZ, D. y RODRIGO, F.S. (2004): Impacts of the North Atlantic Oscillation on the probability of dry and wet winters in Spain. *Climate Research*, 27, pp. 33-43.

Joan Caldentey Brunet

O.

OLCINA CANTOS, J (2001): Causas de las sequías en España. Aspectos climáticos y geográficos de un fenómeno natural. *in Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds). Causas y consecuencias de las sequías en España.* Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Alicante, pp. 49-110.

OLCINA CANTOS, J (2001): Tipos de sequías en España. *Eria*.56, pp 201-227.

OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. M. (1994): *Sequías en el sureste ibérico ¿Hecho climático o hecho humano?. Serie Geográfica*, nº 4, pp. 11-30.

ORTEGA-GAUCHIN.D (2012): *Sequía en Nuevo León: Vulnerabilidad, Impactos y estrategias de mitigación.* Nuevo León. Instituto del agua de Nuevo León.

Joan Caldentey Brunet

P.

PALUTIKOF, J.P., CONTE, M., CASIMIRO MENDES, J. et al. (1996): Climate and climate change. *in: Brandt, C.J., Thornes, J.B., (eds), Mediterranean desertification and land use.* John Wiley and Sons, London

PALUTIKOF, J.P (2003): Analysis of Mediterranean climate data: measured and modelled. *in: Bolle, H.J. (ed): Mediterranean climate: Variability and trends.* Springer-Verlag, Berlin.

PALMER, W.C. (1965): Meteorological drought. *Research Paper*, nº. 45, US Department of Commerce Weather Bureau, Washington DC.

PÉREZ CUEVA, A. J. (1988) Notas sobre el concepto, los métodos de estudio y la génesis de las sequías. *Cuadernos de Geografía*, Universidad de Valencia, nº 44pp. 139-144.

PITA LÓPEZ, M^a. F. (1985): El papel de la prensa en el estudio de las sequías *in: IX Coloquio de Geógrafos Españoles.* Sección de Geografía de la Universidad de Murcia (sense paginar).

PITA LÓPEZ, M^a F (1991). *Riesgos Hídricos en Andalucía: Sequías e inundaciones.* Sevilla.Ed Junta de Andalucía.

PITA LÓPEZ, M^a F. (2000): “Un nouvel indice pour les domaines méditerranéens. Application au bassin du Guadalquivir (sud-ouest de l’Espagne)” *in: Publications de l’Association Internationale de Climatologie*, 13, pp. 225-233.

PITA LÓPEZ, M^a.F. (2001): Sequías en la cuenca del Guadalquivir *in: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Eds.): Causas y consecuencias de las sequías en España.* Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía, Alicante, pp. 303-343.

Joan Caldentey Brunet

PITA LÓPEZ, M^a F. (2001): "Sequías en la Cuenca del Guadalquivir", in: GIL OLCINA, A. y MORALES GIL (edit.): *Causas y consecuencias de las sequías en España*, Caja de Ahorros del Mediterráneo e Instituto Universitario de Geografía (Universidad de Alicante), pp. 303-343.

PONCE MOLINA, P (2010): *Implorando al cielo, sequías, rogatives y patronazgos. 1577-1790 in Quaerite et invenietis: Don Juan López Martín in memoriam*. Ed Universidad de Almería. pp289-304.

POQUET VILLARROYA D. BELDA ESPLUGES F. y GARCÍA HARO F.J (2008): Clasificación Topoclimàtica de la Sequía en la Península Ibèrica de 1950 a 2007 in: *Cambio climático regional y sus impactos*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 6., Tarragona,.275-284

POQUET, D.; BELDA, F. Y GARCÍA-HARO, F.J. (2008): Seguimiento y regionalización de la sequía en la Península Ibérica mediante SPI y técnicas de teledetección. in: *Hernández, L. y Parreño, J. M. (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica para el Desarrollo Territorial*. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica de la ULPGC. Las Palmas de Gran Canaria. pp. 707-713.

Joan Caldentey Brunet

Q.

QUEREDA SALA, J i MONTÓN CHIVA (1999): La hipótesis de la “estabilidad” climàtica en el Mediterráneo español in: La *Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 1.Barcelona , pp 427-438.

Joan Caldentey Brunet

R.

RAO, S. A (2002). Interannual variability in the subsurface Indian Ocean with special emphasis on the Indian Ocean Dipole. *In Deep Sea Research*, vol. 49, nº 7, pàg. 1549–1572.

RASO NADAL, J.M (2011): Variabilidad de las precipitaciones en Sierra Nevada y su relación con distintos patrones de teleconexión. *in: Nimbus*, nº 27-28, pp 183-199.

ROMERO MARTÍN y MÀYER SUÁREZ (2002): Episodios de sequía en Gran Canaria en el siglo XVII: Análisis de las rogativas como método de reconstrucción climàtica *in: El agua i el clima*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 3. Palma , pp 533-543.

Joan Caldentey Brunet

S.

SAJI, N. H (1999) A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *in Nature*, vol. 401, nº 6751, 1999, pàg. 360–363.

SALES MARTÍNEZ,V; JAMBRINO CALVET,T; JUSTE PÉREZ J.J (1982); Anàlisis espacial i temporal de la sequía en España 1978-1981. *in : Cuadernos de Geografía. València Ed Departament de Geografia Universitat de Valencia.* nº 30 pp 13-24.

SÀNCHEZ GÒMEZ. E; ORTIZ BEVIÀ. M^a J (2002): Estimación de la evolución pluviométrica en la “España Seca” atendiendo a diversos pronòsticos empíricos de la NAO *in: El Agua i el Clima. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Palma de Mallorca.* pp 63-73.

SANZ DONAIRE J. J (2006): Indicadores pluviométricos de sequía para España (1865-2004) *in: Observatorio Medioambiental.* nº 9 187-213.

SARRICOLEA ESPINOZA. P; MESSEGUER RUIZ O; MARTÍN VIDE. J: Aplicació de la classificació sinòptica automàtica de Jenkinson i Collinson a Chile Central [en línia]. Disponible a

internet: http://acreditacion.fisa.cl/ugi/archivo_presentacion/201106300447_20112178scppf8_archivo_presentacion.pdf

SUSELJ, K. (2005): Mediterranean Oscillation, the main mode of atmospheric variability above the Mediterranean Region, *in: Geophysical Research Letters*, nº 8 pp.1-9.

Joan Caldentey Brunet

SORIANO ANDREU, F.J. (1999): La secuencia de indigencia pluviométrica 1992-1995 en la comarca alicantina de la Vega Baja del Segura. in: Raso Nadal, J.M. y MartínVide, J. (Eds.): *La Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A, nº 1, Oikos-Tau, Barcelona, pp.529-535.

Joan Caldentey Brunet

T.

TABOADA J.J.;NARANJO.L; LAGE, A y PÉREZ-MUÑUZURI V (2002):Estudio de la variabilidad de la precipitación en Galicia y su relación con patrones de teleconexión in: *El Agua i el Clima* .Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Palma de Mallorca. pp 91-101.

THOMPSON, DAVID W. J.; JOHN MICHAEL WALLACE (1998):[The Arctic oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields](#) in: *Geophysical Research Letters*, nº 25, pp. 1297–1300.

TIGKAS, D (2008): Drought Characterisation and Monitoring in Regions of Greece in:*European Water*,nº 23-23 pp 29-39.

TRIGO RM y DACAMARA C (2000) Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in Portugal in *International Journal of Climatology* nº20 pp 1559–1581.

Joan Caldentey Brunet

V.

VÁZQUEZ LÓPEZ. L A (1999): Variabilidad interanual de la circulación atmosférica y escasez de precipitaciones en la Península Ibérica durante el invierno .in: *La Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 1.Barcelona , pp 557-562..

VICENTE SERRANO, S.M, GONZALEZ HIDALGO, J., et. al.(2004): “Drought patterns in the mediterranean area:the Valencia region (eastern Spain)”. *Clima Research*. Vol. 26:, 2004. pp 5-15

VICENTE-SERRANO, S.M., (2006): Differences in spatial patterns of drought on different time scales: an analysis of the Iberian Peninsula *in Water Resources Management* nº 20 pp 37-60.

VICENTE-SERRANO, S.M., (2006):Spatial and temporal analysis of droughts in the Iberian Peninsula (1910-2000) *in Hydrological Sciences Journal* nº 51 pp 83-97.

VICENTE SERRANO, S.M. i LÓPEZ-MORENO, J.I. (2006):The influence of atmospheric circulation at different spatial scales on winter drought variability through a semiarid climatic gradient in north east Spain *in International Journal of Climatology* nº, 26 pp 1427-1456.

VICENTE SERRANO, S.M. i LÓPEZ-MORENO, J.I., (2005): Hydrological response to different time scales of climatological drought: an evaluation of the standardized precipitation index in a mountainous Mediterranean basin *in Hydrology and Earth System Sciences* nº 9 pp 523-533.

VICENTE-SERRANO, S.M. i CUADRAT-PRATS, J.M., (2007): Trends in drought intensity and variability in the middle Ebro valley (NE Spain) during the second half of the twentieth century *in Theoretical and Applied Climatology* nº 88 PP 247-258.

Joan Caldentey Brunet

VICENTE-SERRANO, S.M. i CUADRAT, J.M. (2007): North Atlantic Oscillation control of droughts in Northeast of Spain: evaluation since A.D. 1600. in *Climatic Change* 85 pp 357-379.

VICENTE SERRANO, S.M., GONZÁLEZ-HIDALGO, J.C., DE LUIS, M. I RAVENTÓS, J., (2004): Spatial and temporal patterns of droughts in the Mediterranean area: the Valencia region (East-Spain)in *Climate Research* nº26 pp 5-15.

VICENTE-SERRANO S.M., SANTIAGO BEGUERÍA, JUAN I. LÓPEZ-MORENO, (2010): A Multi-scalar drought index sensitive to global warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index – SPEI in *Journal of Climates* nº 23 pp 1696-1718.

VICENTE SERRANO, S,M; BEGUERÍA, S i LÒPEZ MORENO, JUAN I (2010):A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate, American metereological society*.Vol 23. Pp 1696-1718.

VICENTE-SERRANO, S.M., BEGUERÍA, S, (2015): Comment on “Candidate Distributions for Climatological Drought Indices (SPI and SPEI) by James H. Stagge et al. *International Journal of Climatology*.

VICENTE-SERRANO, S.M., GERARD VAN DER SCHRIER, SANTIAGO BEGUERÍA, CESAR AZORIN–MOLINA, JUAN-I. LOPEZ–MORENO (2015). *Contribution of precipitation and reference evapotranspiration to drought indices under different climates in Journal of Hydrology* nº426 pp 42-54.

Joan Caldentey Brunet

W.

WILHITE D.A. Y GLANTZ, M.H., (1985): Understanding the drought phenomenon: the role of definitions *in Water International* nº10 pp 111-120

Joan Caldentey Brunet

Y.

YAN, XIN. (2009) :*Linear regression analysis : theory and computing*. World Scientific Publishing (Ed)., Singapore

Joan Caldentey Brunet

Z.

ZAMORA PASTOR, R (1999): Análisis de los períodos de sequía en Orihuela a lo largo del siglo XIX, a partir de los registros de las rogativas "pro pluvia" in: La *Climatología española en los albores del siglo XXI*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, 1.Barcelona , pp 571-578

Joan Caldentey Brunet

9. Annexos

9.1 Annex 1. Taules IESP per estacions.

Aeroport d'Eivissa

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II 1961- XII 1962	22	-2,31
XI 1982- X 1985	34	-2,85
XII 1993-VIII 1996	32	-3,03
III 1999-VI 2001	29	-2,23

Alaró s'Hort Nou

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1952-VII1955	32(17+15)	-1,96
III1967-XII1968	22	-1,90
X1981-VIII1984	34	-2,69
XI1991-IX1994	35	-1,80
IV1999-IV2002	36	-3,70

Alcúdia

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1965-II1969	40	-1,44
IV 1982-X1985	42 (6+36)	-1,42
X1988-IX1990	24	-1,61
XI1992-XI1996	49	-2,68
II1997-VI2002	64	-3,66

Joan Caldentey Brunet

Algaida

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI 1955- V 1957	20	-0,977
IX 1967-V1969	19	-1,52
XII 1982-VIII 1986	45	-2,63
IX 1992-IX 1994	24	-1,91
IV 1999-IV 2002	36	-3,52

Alqueria Blanca

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
IX1967-VII1969	23	-2.42
I1983-IV1984	16	-1,67
II1999-VI2002	41	-3,41
II2005-VII2007	28 (17+11)	-1,59

Alqueria d'Andratx

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II1950-X1952	33	-2,13
IV1963-III1969	63(20+14+29)	-2,46
X1981-X1985	48	-2,82
X1988-I1991	28	-1,85
X1995-VIII1996	19	-1,77
III2000-X2001	20	-1,13

Joan Caldentey Brunet

Artà

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V 1950-III 1953	21	-2,63
XII 1965- VIII 1969	44	-1,86
XII 1980-II1985	51	-2,48
II 1992-IX 1994	32	-1,78
III 2000-III 2002	24	-1,98

Artà (Els Olor)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II1965-VII1969	43	-2,20
X1981-IV1985	42	-2,05
XII1994-III1996	16	-1,17
III1997-I2003	70	-4,00

Banyalbufar

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1965-V1969	43	-1,88
X1981-XII1986	63	-3,44
XII1988-III1991	28	-1,34
XI1991-VIII1996	57	-1,84
IV1999-III2002	35	-2,39

Biniforani Nou

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1953-V1955	24(12+12)	-1,06
IX1965-VIII1970	59	-3,22
IX1982-II1986	41	-2,68
VI1999-IV2003	45 (7+38)	-3,01

Joan Caldentey Brunet

Caimari

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
III1961-IV1962	13	-1,13
X1981-XII1986	62	-3,22
XI1991-XI1996	60	-1,60
IV1999-VI2002	38	-2,87

Calvià

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
III1950-X1951	20	-1,53
XI1964-III1969	52	-2,11
X1981-VI1986	56	-3,04
X1988-X1990	24	-1,25
VII1992-IX1994	25(14+11)	-1,01
II1995-VII1997	17(7+10)	-0,84
X1999-IV2002	31	-2,92

Campos

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1950-II1952	22	-2,20
X1955-IX1957	24	-1,60
III1961-IX1962	19	-2,10
X1967-III1969	18	-2,63
I1983-VIII1986	43	-2,67
IV1999-II2002	34	-3,04

Joan Caldentey Brunet

Calvià s'Hostalet

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1966-XIII1969	36	-2,16
XI1981-XII1986	61	-2,70
XI1988-X1994	71	-2,55
IV1999-III2002	35	-2,03

Campos (Salines de sa Vall)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1950-I1952	21	-1,19
III1961-V1965	14	-1,03
X1967-VII1969	21	-2,03
XII1978-IV1980	17	-0,78
X1981-IX1986	59	-3,68
III1999-IV2002	37	-2,68

Cap Blanc

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1967-IV1969	19	-1,91
X1981-IX1985	47	-4,30
IV1990-III2002	35	-2,32

Eivissa (Central Tèrmica)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II1961-X1962	20	-2,21
II1965-X1967	17	-1,96
XII1982-IX1985	34	-3,62
II1999-III2002	38	-2,21

Joan Caldentey Brunet

Esportes

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
III1963-VII1969	69	-2,25
X1981-VI1986	56	-3,47
XI1988-IV1991	29	-2,12
I1995-V1996	17	-1,15
IV1999-II2002	35	-2,52

Far Coves Blanques (Portmany)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1951-III1954	28	-2,14
IX1981-VII1984	45	-2,43
XII1993-VII1996	28 (9+19)	-2,49
II1999-III2002	38	-2,11

Far de Formentera

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
III1961-X1962	19	-2,07
IV1964-IX1966	27(8+19)	-1,46
X1981-X1985	48	-2,72
XII1994-VIII1996	21	-2,42
II1998-V2002	51	-3,98

Far de Capdepera

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1963-VII1969	67	-3,04
X1981-IX1990	107	-2,32
III1997-VII2001	52	-1,80

Joan Caldentey Brunet

Far de Porto Pi

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
I1953-X1957	38	-1,57
III1961-X1962	20	-1,24
IV1964-VI1968	28	-0,76
IX1967-IV1972	55	-1,94
IX1981-XII1986	63	-3,75

Far de Portocolom

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1965-VIII1971	68	-4,78
III1999-X2001	32	-1,65
V2005-IX2007	29	-2,06

Far Punta Grossa

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1965-VII1969	44	-1,67
X1981-VIII1986	58	-3,28
XI1988-IX1990	23	-1,14
I1998-XII2005	95	-2,29

Felanitx

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1955-IX1957	23	-1,27
XI1965-XII1979	61	-3,26
I1995-XI1997	35	-3,58
I2005-X2007	34	-3,73

Joan Caldentey Brunet

La Savina Formentera

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X 1960-VII1963	34	-3,16
IV1964-IV1968	48	-2,05
X1981-X1985	48	-4,32
IX1992-VII1996	43(13+9+21)	-2,13

La Campaneta

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1966-VII1971	56	-2,24
X1981-XII1985	51	-3,15
XI1988-IV1991	30	-2,19
XII1991-V1996	53(6+25+19)	-1,73
II2000-XI2001	22	-1,83

Lluc

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X 1952- III 1954	18	-1,80
X 1965- XII 1969	51	-3,27
X 1981- I 1985	40 (13 + 27)	-1,81
X1988-IX1990	24	-1,26
XI 1992-III 1996	40	-2,26
V 1999-XI 2001	29	-2,59

Joan Caldentey Brunet

Llucmaçanes

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1966-XI1970	50	-2,47
XI1981-I1987	62	-2,46
X1988-IV1991	31	-2,04
IX1992-V1996	45	-2,97
X1999-IV2002	31	-0,94

Llucmajor

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1950-II1952	21	-2,72
X1955-IX1957	24	-1,77
IX1967-III1969	19	-2,55
VIII1981-III1986	53	-2,33
X1988-V1990	22	-2,11
IV1999-VIII2001	29	-2,42

Manacor (Gesa)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1965-IV 1968	32	-1,45
IX1981-IX1986	60	-3,6
X1991- I1993	16	-1,18
III1997-X1998	20	-1,15
III1999-VIII2002	49	-3,85

Joan Caldentey Brunet

Mossa

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1952-X1957	60	-2,56
XI1964-IX1970	71	-3,18
X1981-II1984	41	-2,11
X1987-IX1989	24	-1,53
XI1991-XII1994	38	-1,61
X1998-X2000	25	-1,44

Muro

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
I1950-II1953	39	-3,88
XI1965-V1968	31	-1,89
XII1993-III1996	28	-1,45
III1999-IV2002	38	-3,26

Orient

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
III1967-III1969	24	-1,60
XI1981-VIII1986	57	-1,53
I1989-IV1991	27	-1,34
XI1991-IX1996	58	-2,59
II1998-VII2007	53	-3,72

Pollença

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
I1966-IV1969	43	-2,19
XI1981-V1986	55	-2,78
X1988-IX1990	24	-1,50
XI1992-IX1996	47	-2,26
I1999-V2002	43	-3,09

Joan Caldentey Brunet

Pollença (Can Serra)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1965-III1969	39	-1,67
X1981-VIII1986	59	-3,04
X1988-IX1990	24	-1,63
XI1992-VIII1996	46	-2,54
V1999-XI2001	28	-1,98

Pont d'Inca

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
IV1964-IX1971	89	-3,84
I 1983-VI1986	43	-1,43
V1995-VII2002	38	-2,71

Porreres

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1965-III1969	42	-1,45
XI1981-XII1986	61	-3,30
III1999-II2002	35	-3,01

Port d'Andratx

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
IX 1954-X 1955	36 (11+25)	-1,68
XII 1966-XI 1969	36	-3,64
X 1981- XI 1985	42 (12+16+14)	-2,3
IX 1988-IX 1990	24	-1,74
XII 1999-XII 2001	24	-2,86

Joan Caldentey Brunet

Port Ciutadella

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1955-V1959	43	-1,95
II 1968-XII1970	35	-2,01
V1982-VII1984	16	-2,21
XII 1988- V1992	41	-2,97
VIII 1992-VIII 1996	49	-2,62
IX 1997-X 1998	15	-0,98
V1999- XI 2001	30	-2,23

Portopí

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1952-X1957	60(9+8+38)	-1,53
III1961-X1962	21	-1,43
II1964-IX1966	33	-0,91
IV1967-VII1972	58	-2,46
XI1981-XII1986	61	-3,60
XI1991-III1993	17	-0,85

Bunyola (Raixa)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1965-VII1969	44	-1,93
XI1981-I1987	62	-3,28
XII1988-IV1991	28	-1,34
XI1991-IX1996	58	-1,87
IV1999-IV2002	36	-2,38

Joan Caldentey Brunet

Bunyola (Raixeta)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1953-XI1957	48	-1,41
III1965-VIII1971	87	-4,03
XI1981-II1985	38	-1,63
IV1999-IV2002	36	-2,76

Sa Cabaneta

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II1950-IX1951	20	-3,05
V1967-III1969	23	-1,29
X1981-IX1985	59	-2,86
XI1991-IX1996	58	-2,01
IV1999-III2002	35	-2,43

Salines de sa Vall (Santanyí)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1967-VII1969	31	-3,05
I1983-IV1984	16	-1,39
I1999-V2002	40	-3.39

Santanyí

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X 1965-VIII 1969	46	-2,61
I 1983-X 1985	34	-2,75
I 1999 – VII 2002	43	-4,01

Joan Caldentey Brunet

Sant Lluís

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
IX 1966- XI 1971	70	-2,87
IX 1981- X 1985	46	-3,01
XI 1992- IV 1996	39	-2,95

Sa Vall (ses Salines)

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1967-VII1969	27	-2,32
I1983-IV1984	16	-1,56
I1999-VI2002	42	-3,25

Sencelles

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II1950-IX1951	20	-3,57
IV1967-III1969	19	-1,27
I1983-VIII1986	43	-3,06
XII1992-IX1994	23	-1,37
III1999-V2002	38	-2,87

Sineu

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
II1950-I1951	20	-3,40
X1981-XI1985	46(11+35)	-1,37
X1992-IX1994	24	-1,41
III1999-VI2002	48	-4,19

Joan Caldentey Brunet

Sóller

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
IV1965-VII1969	52	-2,65
IX1981-X1985	49	-2,63
IX1997-V2002	56	-4,22

Son Net

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XII1966-XII1968	24	-1,03
X1981-XII1986	62	-3,46
XI1988-I1991	26	-1,51
XII1994-IX1996	22	-1,74
III2000-III2002	24	-2,12

Son Bujosa

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
XI1965-V1969	42	-2,24
X1981-VI1986	56	-3,36
XI1988-II1991	28	-2,12
XII1992-V1996	42	-2,08
IV1999-X2001	31	-2,06

Son Crespí

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
X1955-IV 1957	18	-1,72
IV 1964-V1967	24	-2,01
IX1981-IV1984	32	-2,65
X 1991-III 1993	19	-1,73
III 1997-X 1998	10	-1,07
III 1999-VI 2002	40	-3,01

Joan Caldentey Brunet

Son Mas

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1965-VII1969	50	-2,18
XI1981-VI1986	55	-3,06
XI1988-I1991	27	-1,40
XII1994-III1996	16	-1,30
IV1999-X2001	31	-2,50

Sta Maria

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
III1950-VII1951	17	-2,81
X1981-IX1986	59	-3,02
IV1999-VII2002	39	-3,87

Sta Margalida

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
I1950-XII1951	24	-3,93
XI1965-V1968	30	-1,24
IX1992-XII1995	49	-1,87
III1999-IV2002	37	-3,82

Sant Carles

MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
IX1954-X1997	37	-2,00
II1961-VII1963	29	-2,25
XII1982-IX1985	33	-3,48
IV1999-X2001	(27)6+21	-2,14

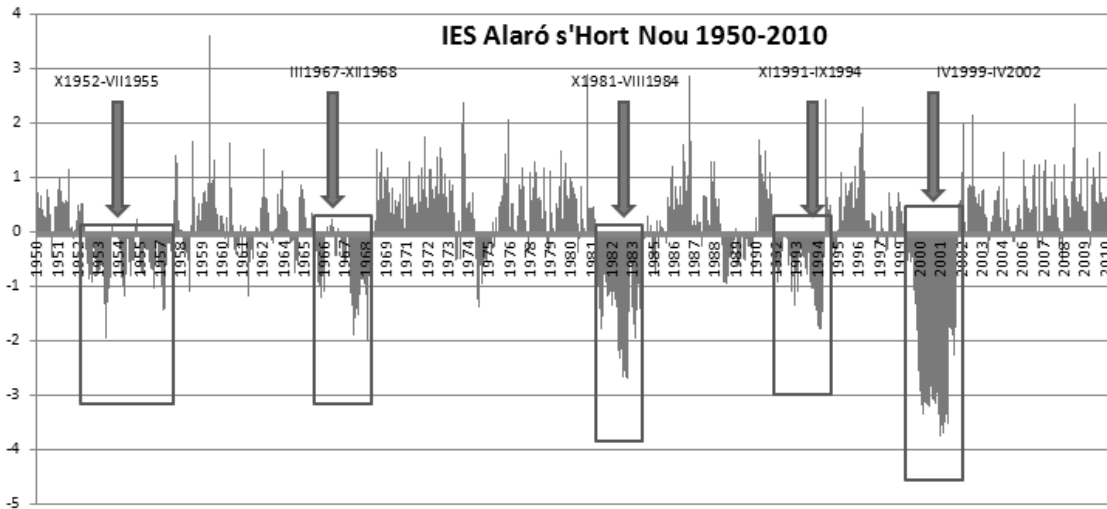
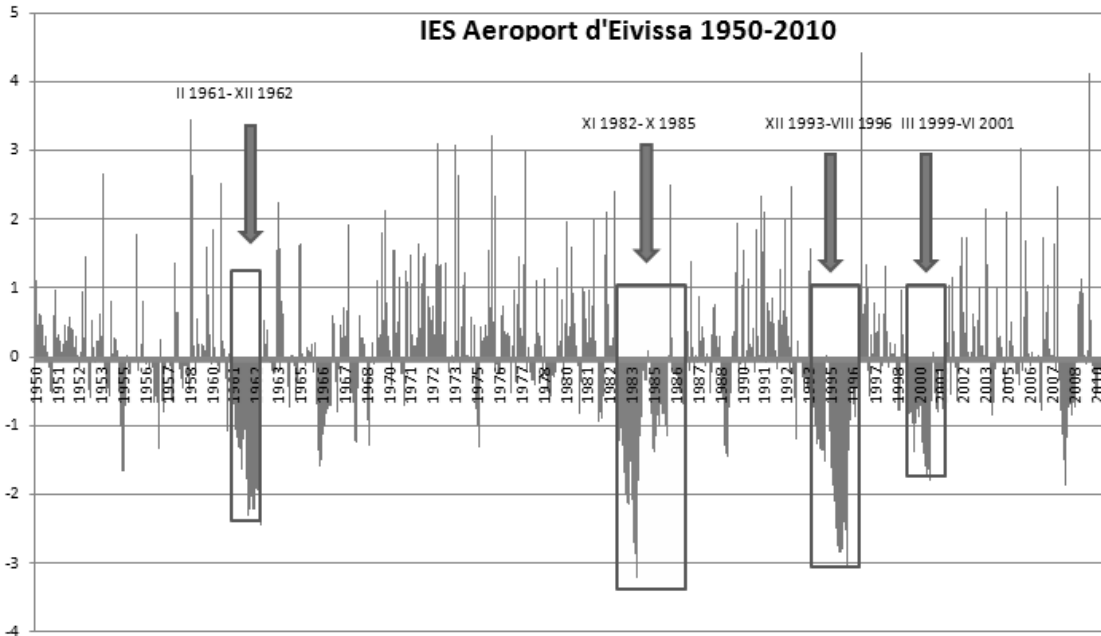
Joan Caldentey Brunet

Xorrigo

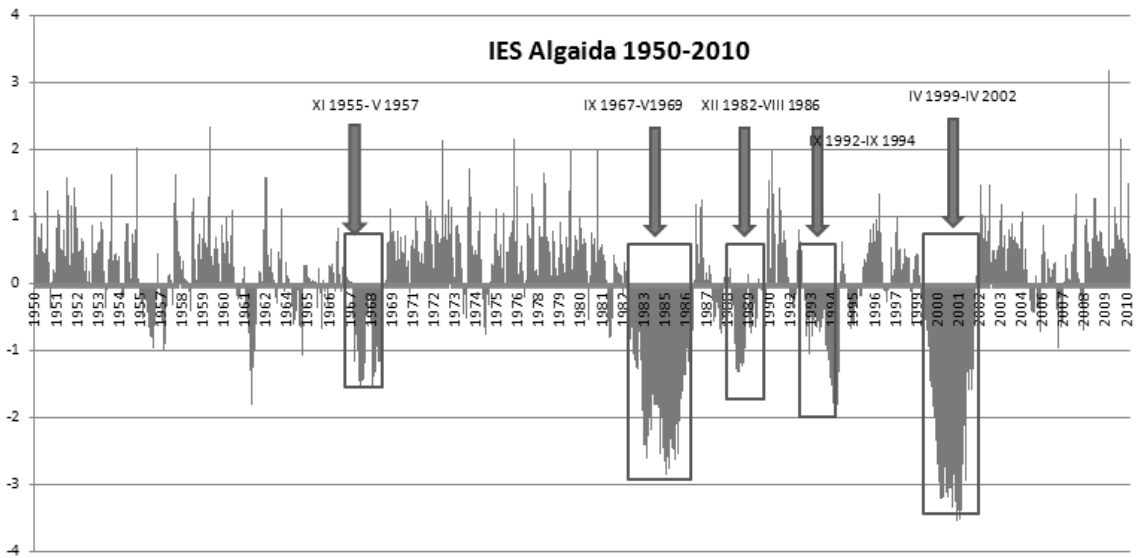
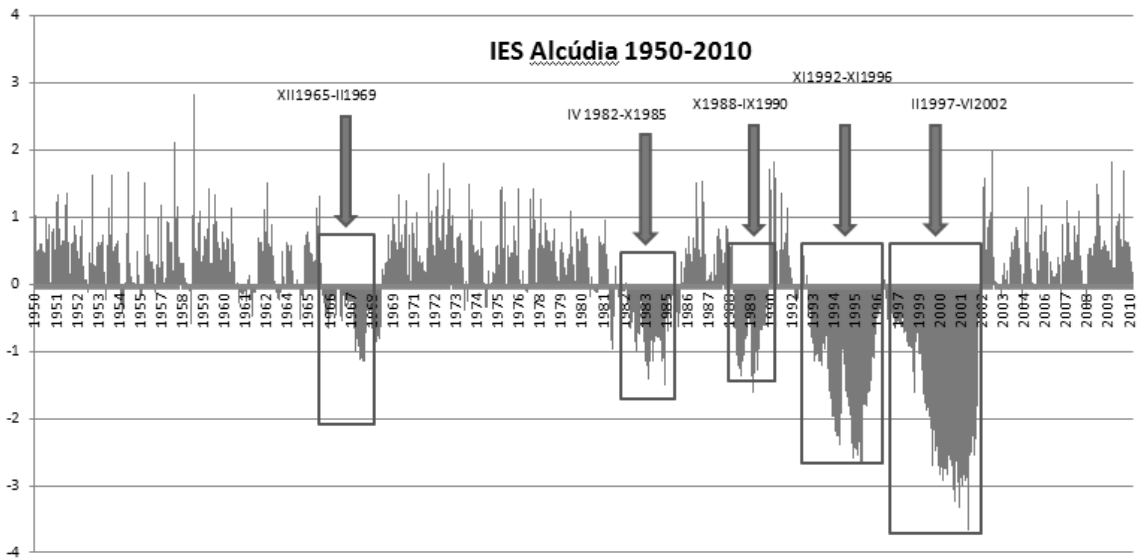
MESOS	DURADA (MESOS)	INTENSITAT MÀXIMA
V1955-X1956	17	-1,65
III1961-X1962	20	-3,38
III1963-VII1969	61(30+31)	-2,61
IV1999-V2005	37	-3,40

Joan Caldentey Brunet

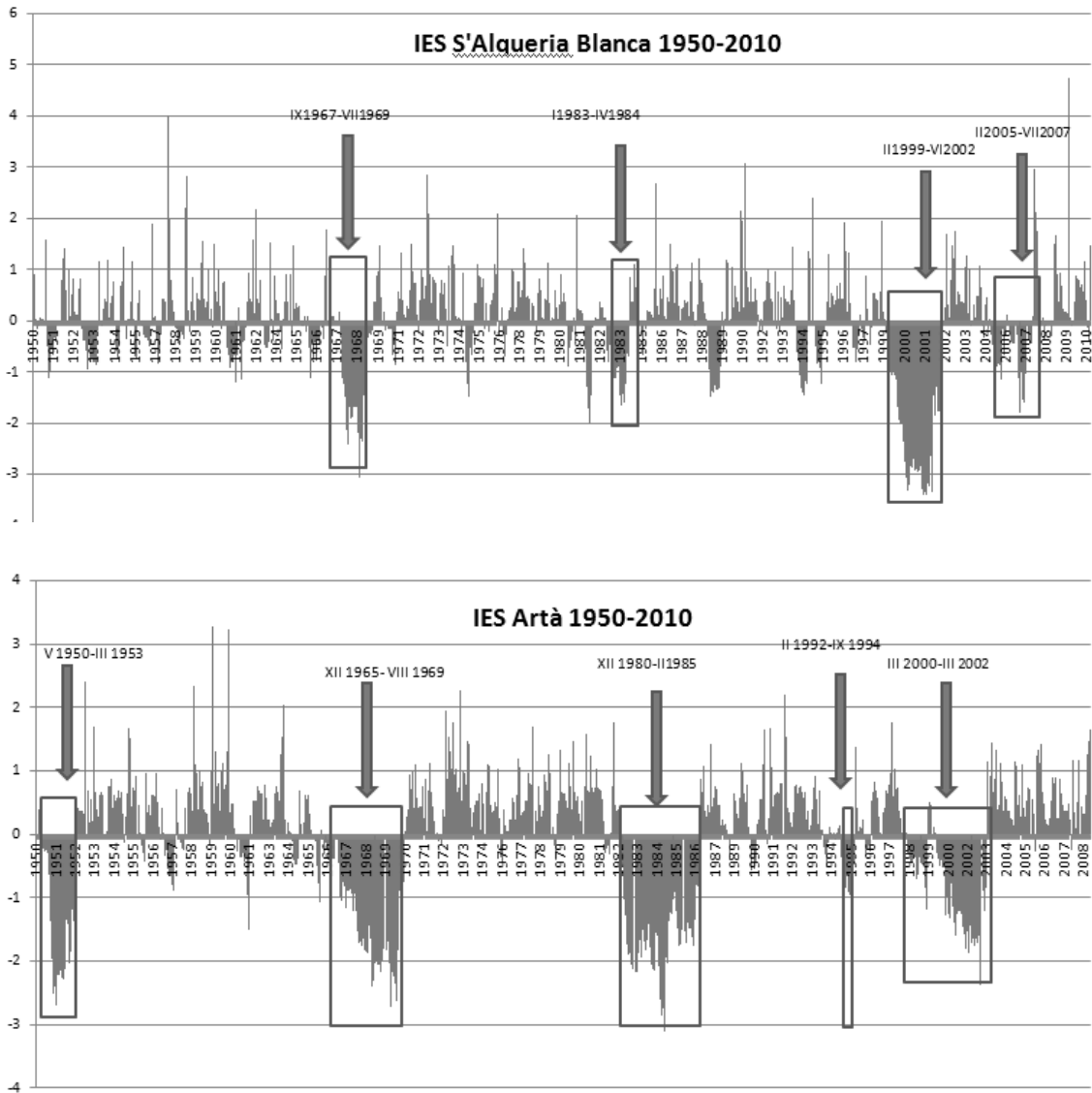
9.2 Annex 2. Gràfics IES per estacions.



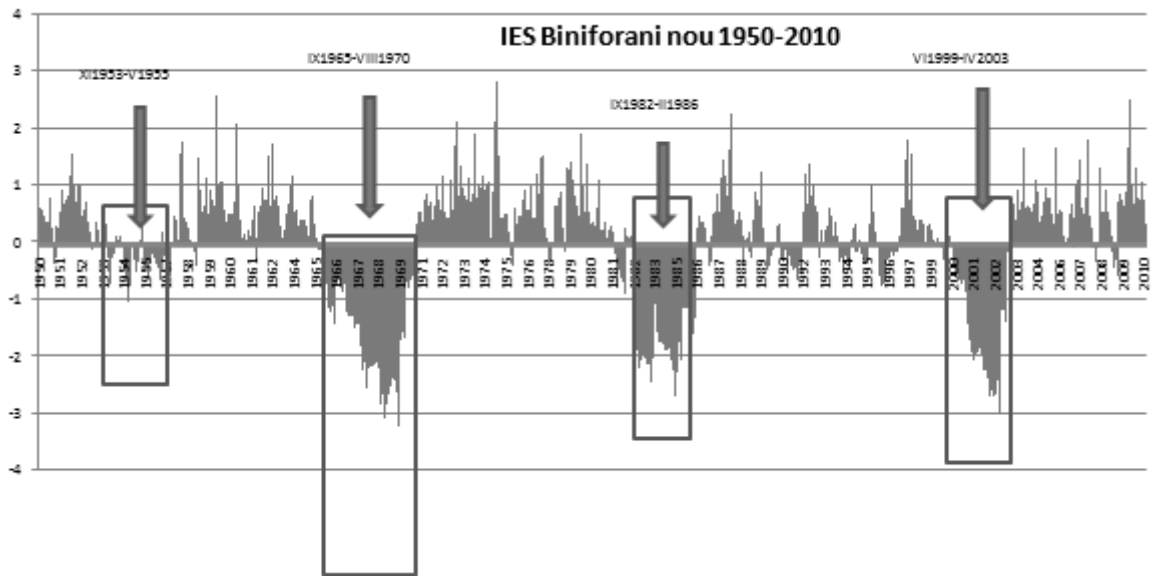
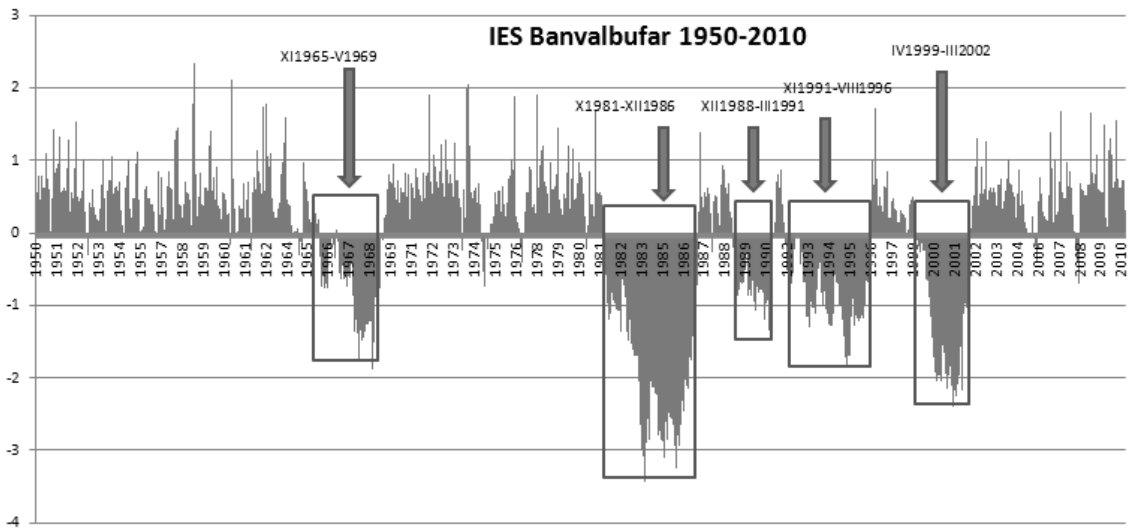
Joan Caldentey Brunet



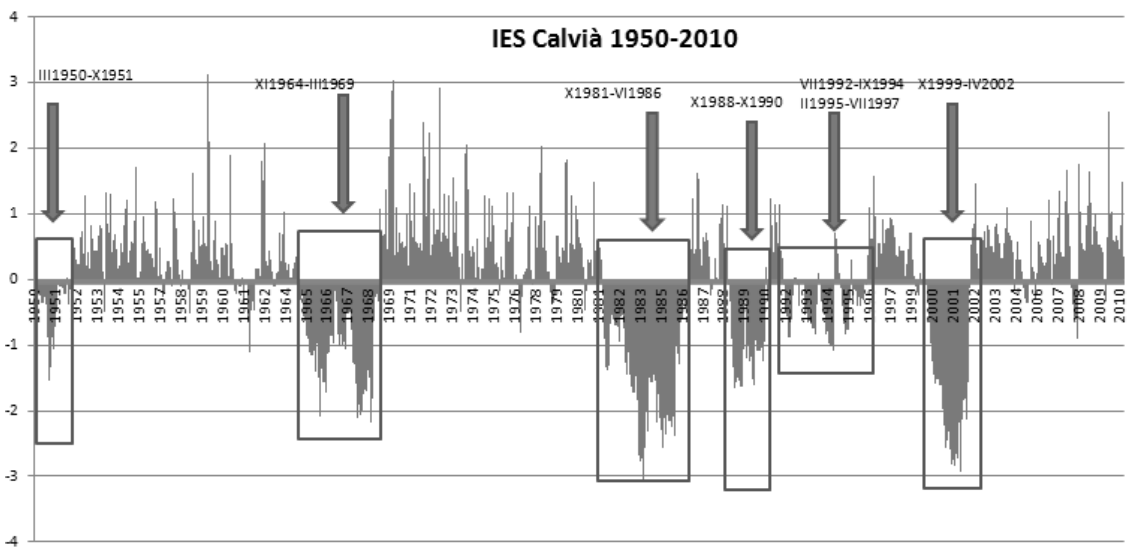
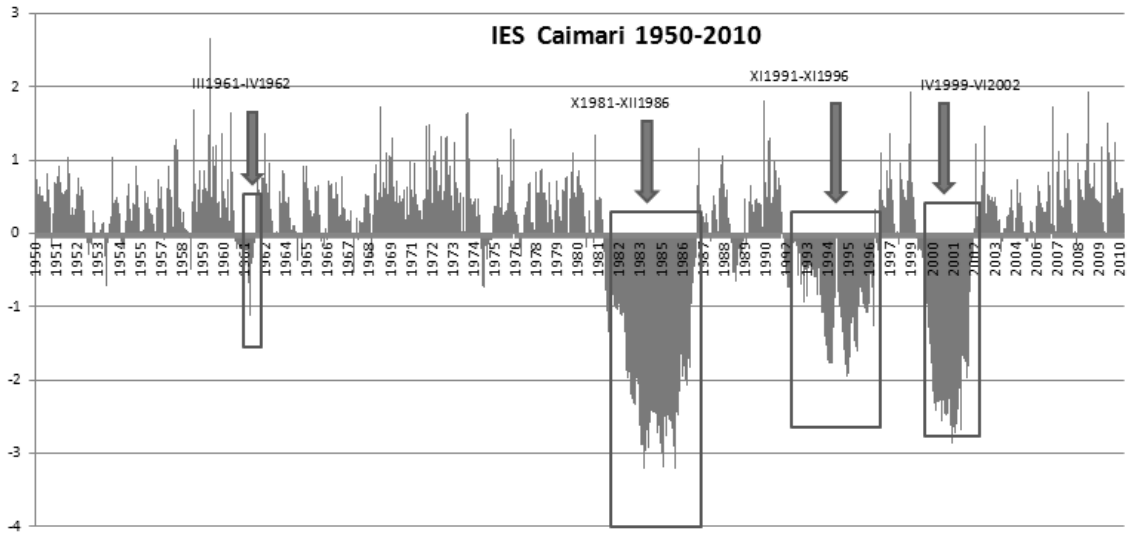
Joan Caldentey Brunet



Joan Caldentey Brunet

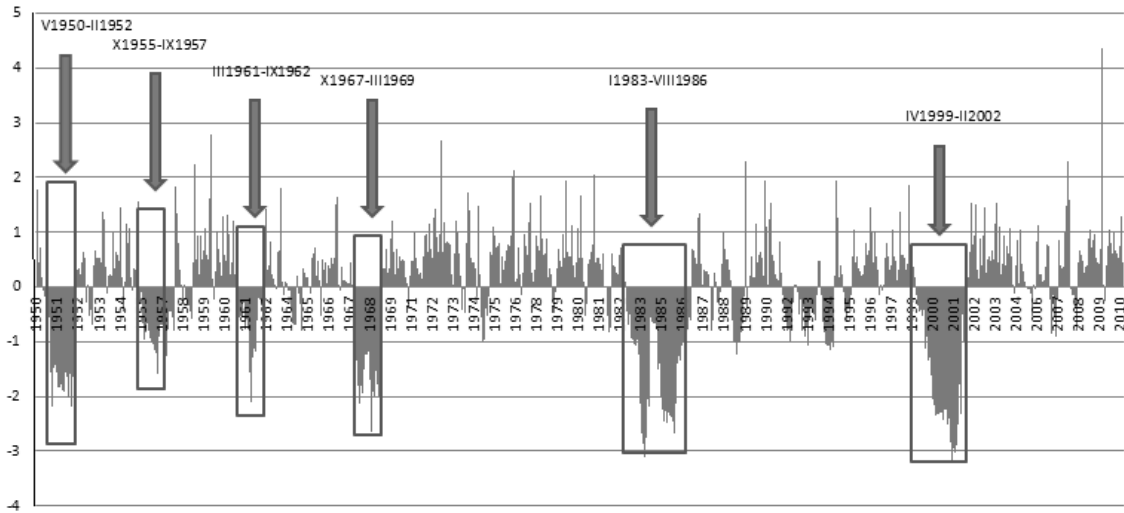


Joan Caldentey Brunet

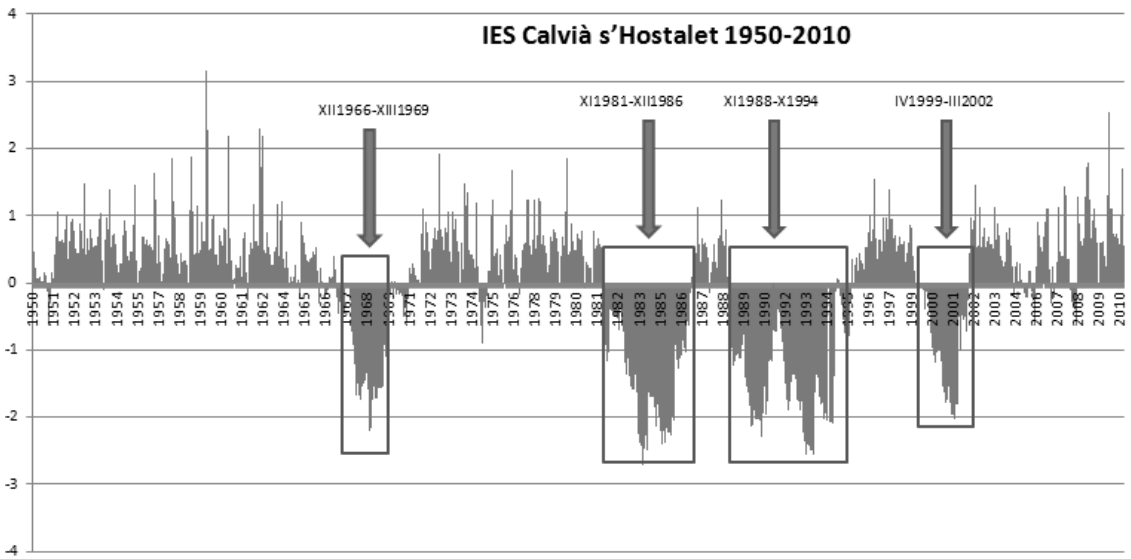


Joan Caldentey Brunet

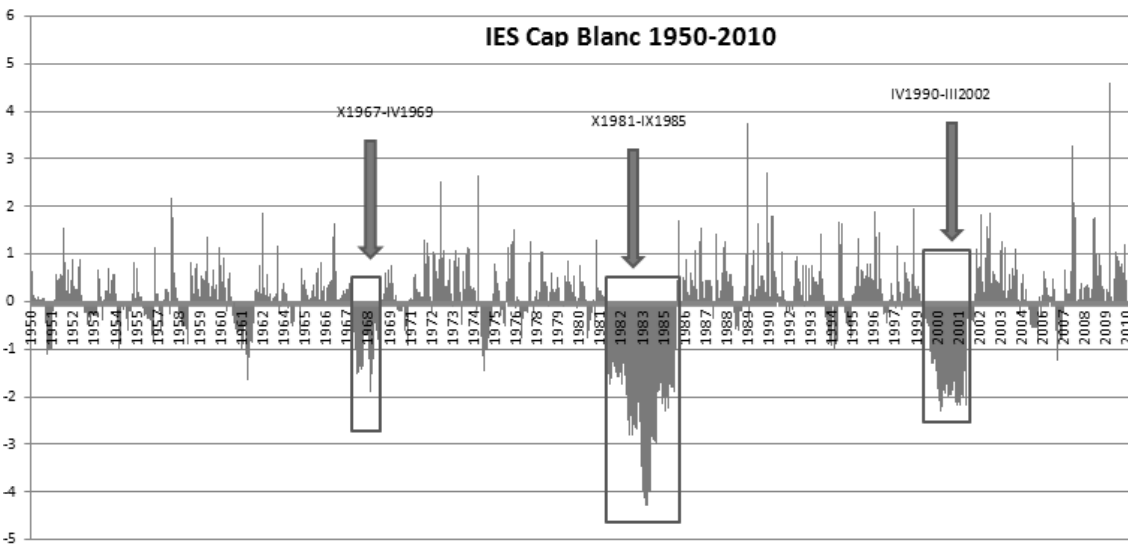
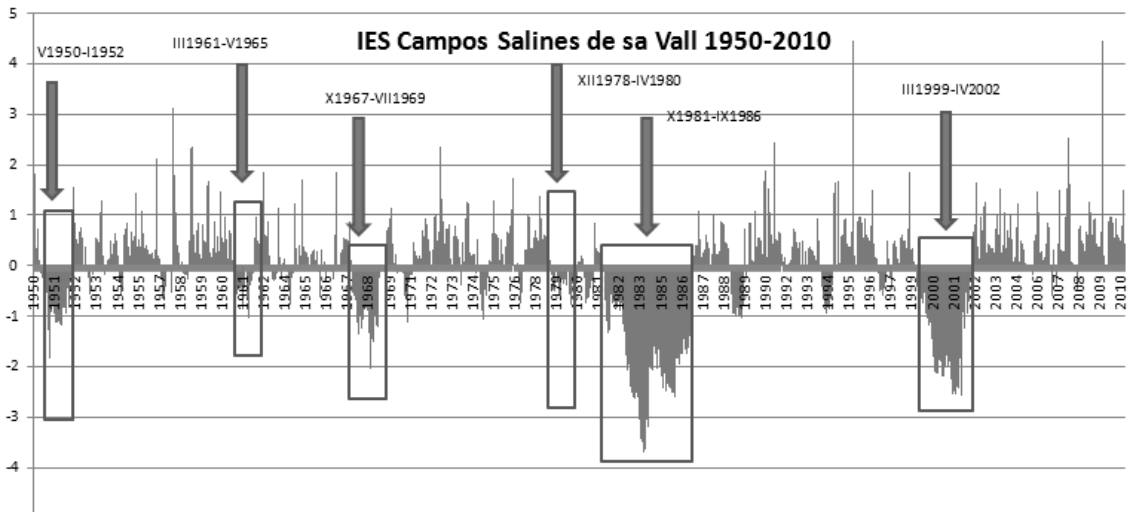
IES Campos 1950-2010



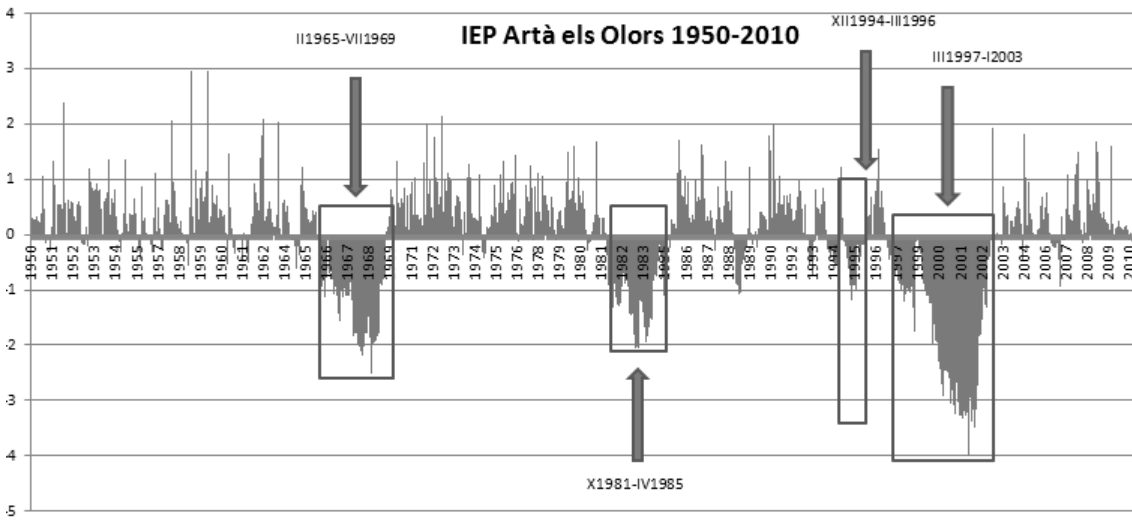
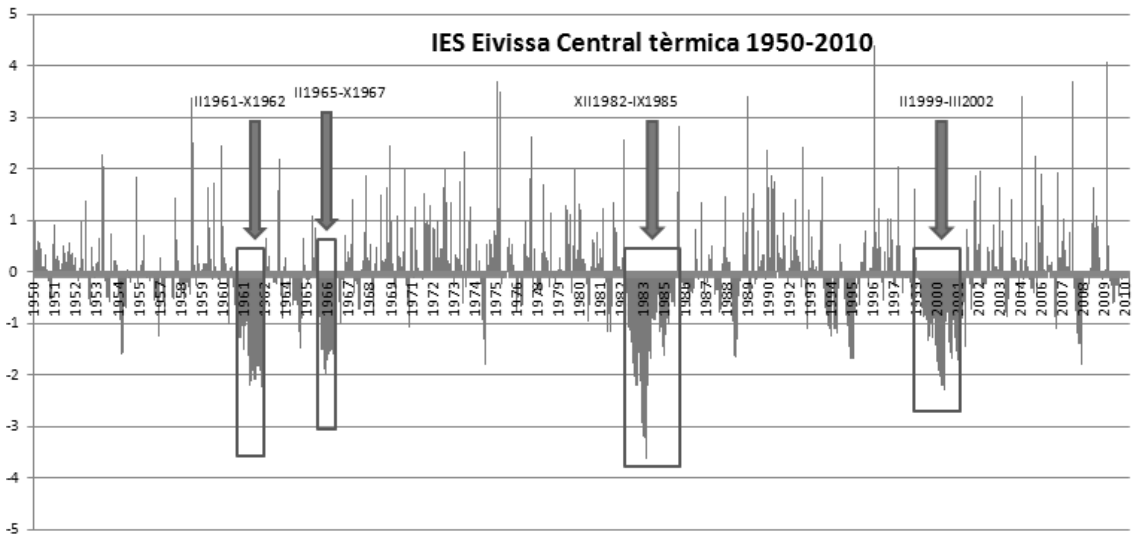
IES Calvià s'Hostalet 1950-2010



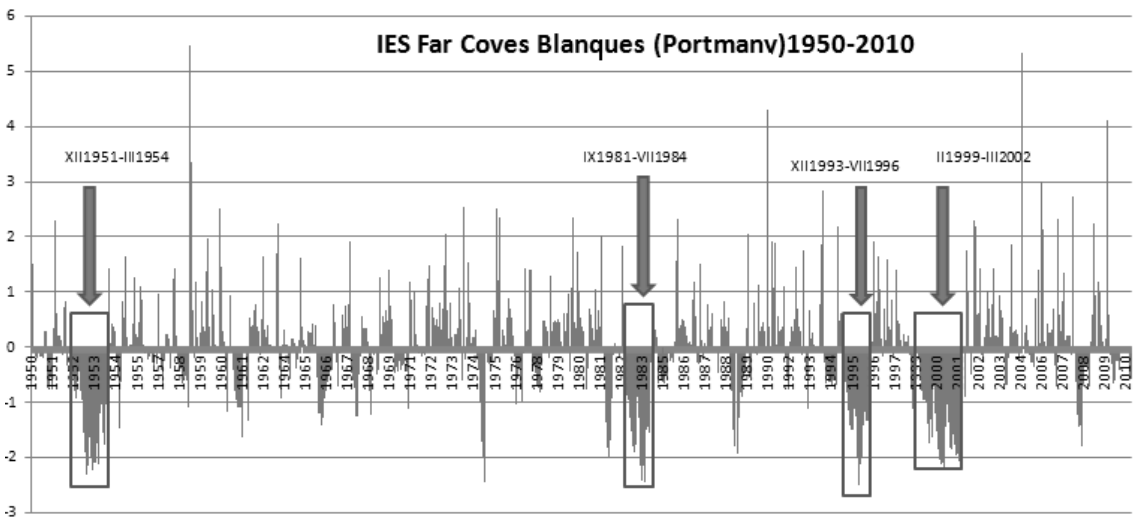
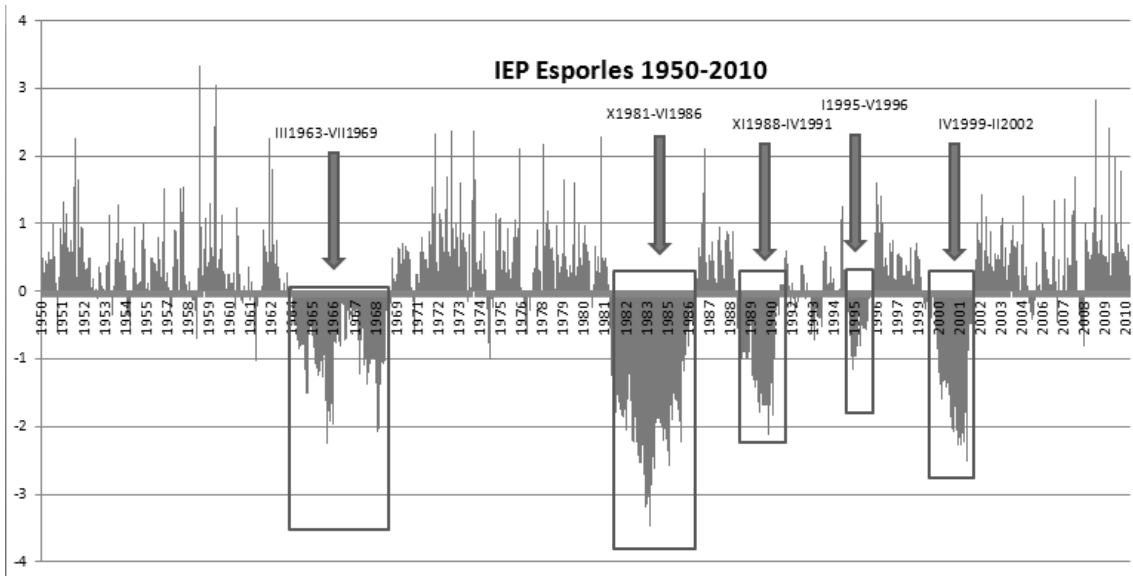
Joan Caldentey Brunet



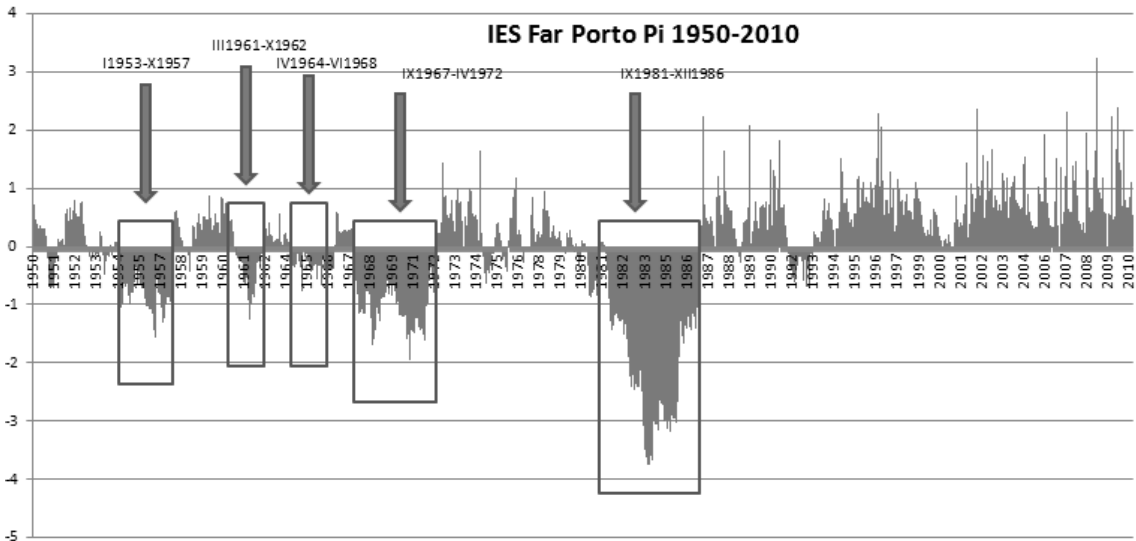
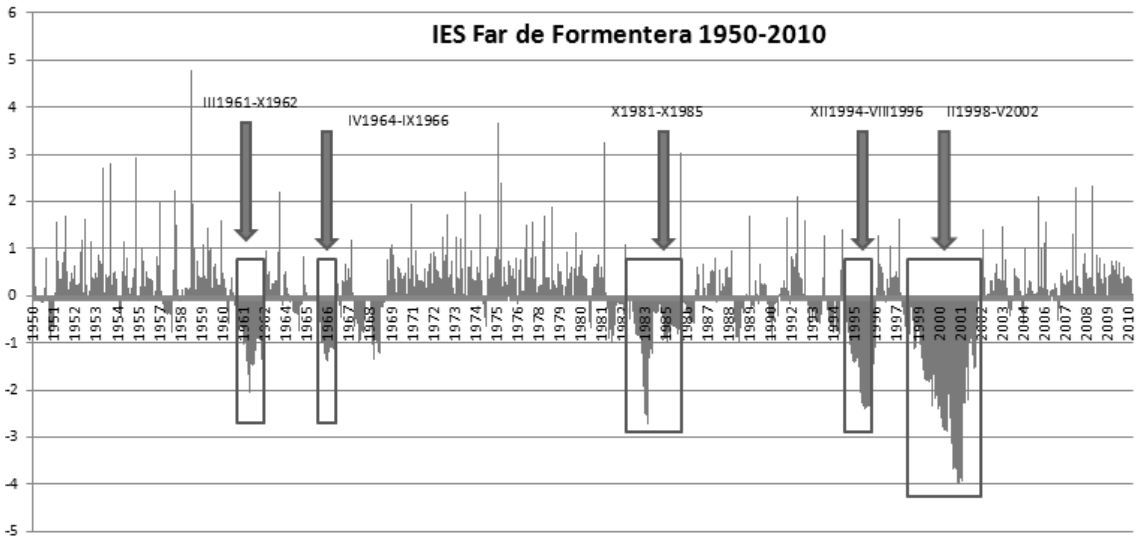
Joan Caldentey Brunet



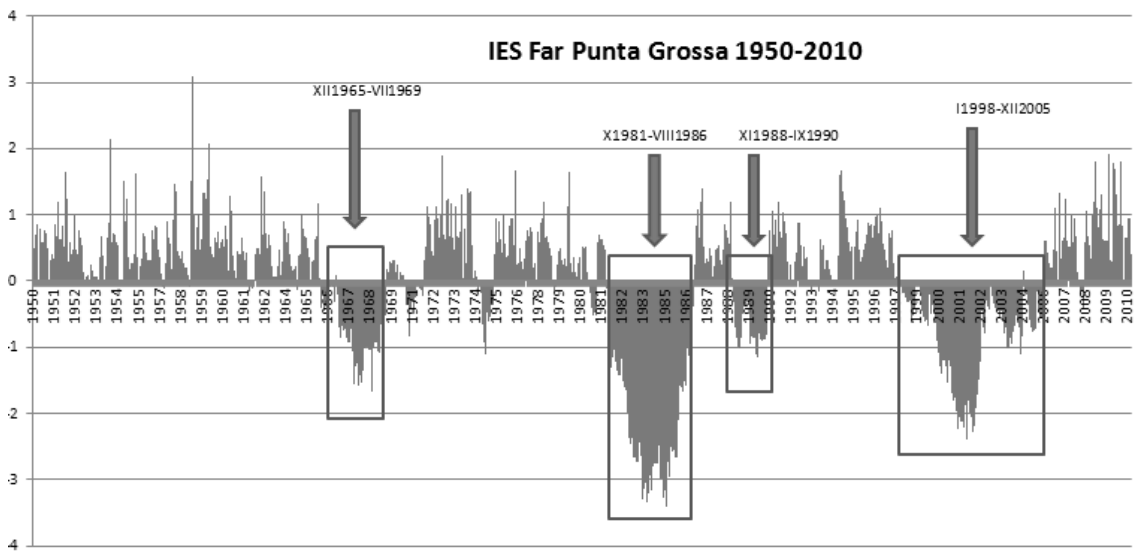
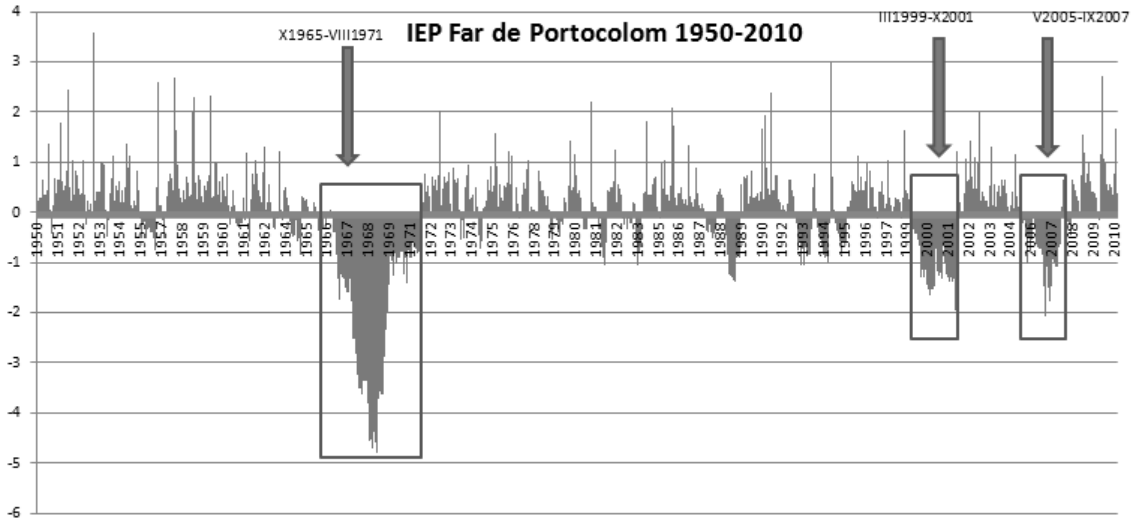
Joan Caldentey Brunet



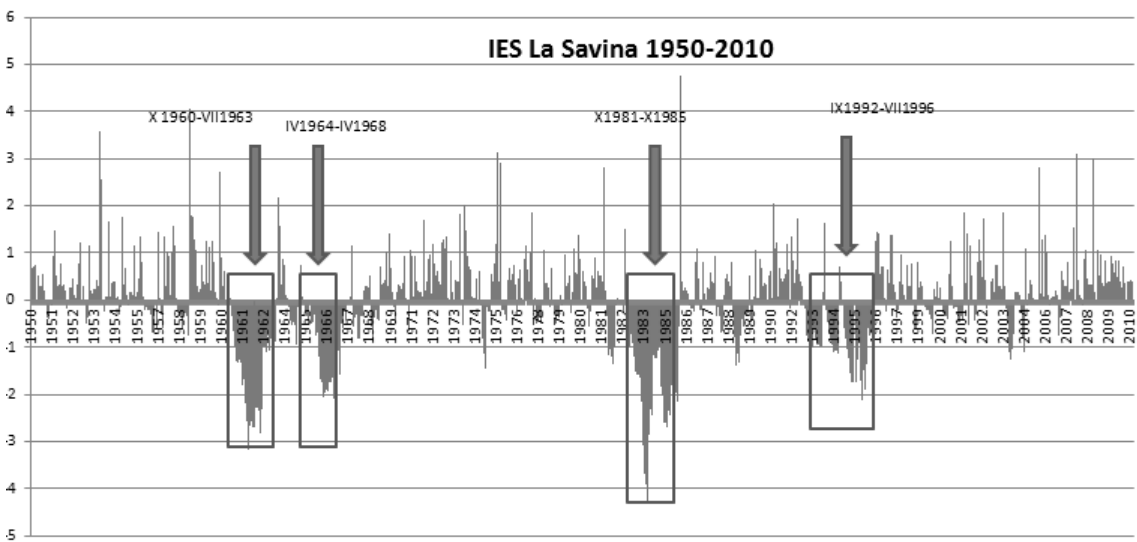
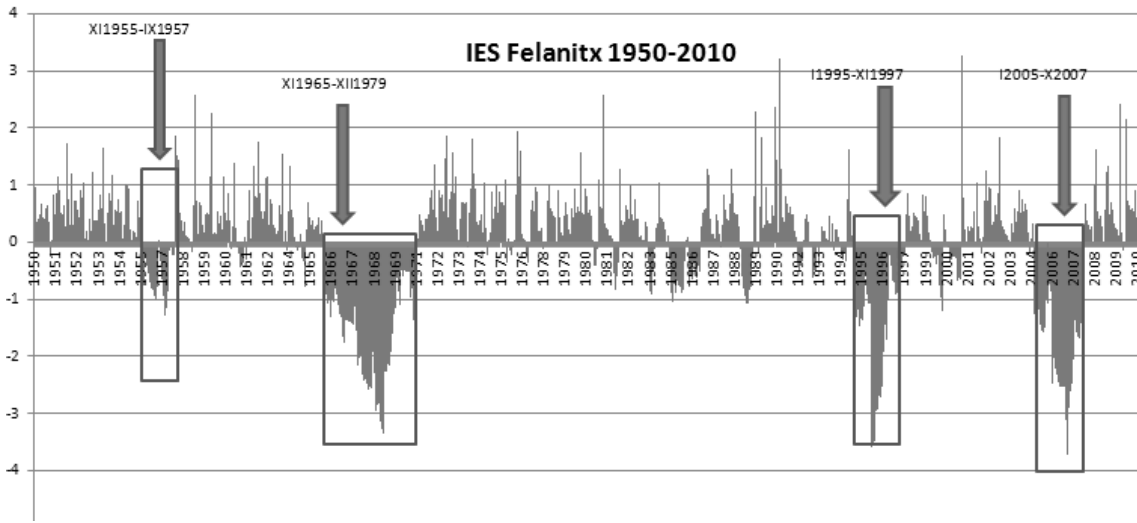
Joan Caldentey Brunet



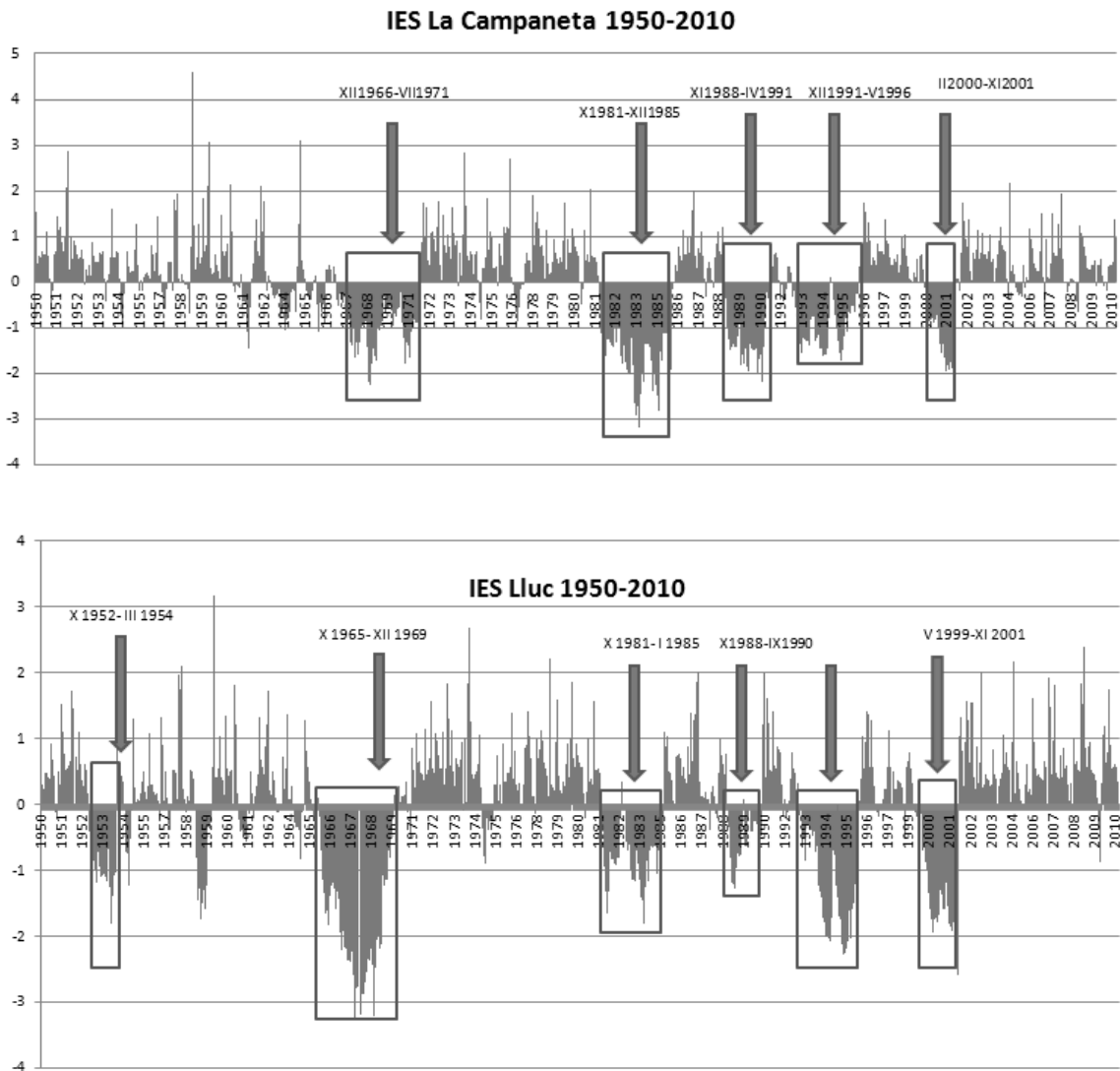
Joan Caldentey Brunet



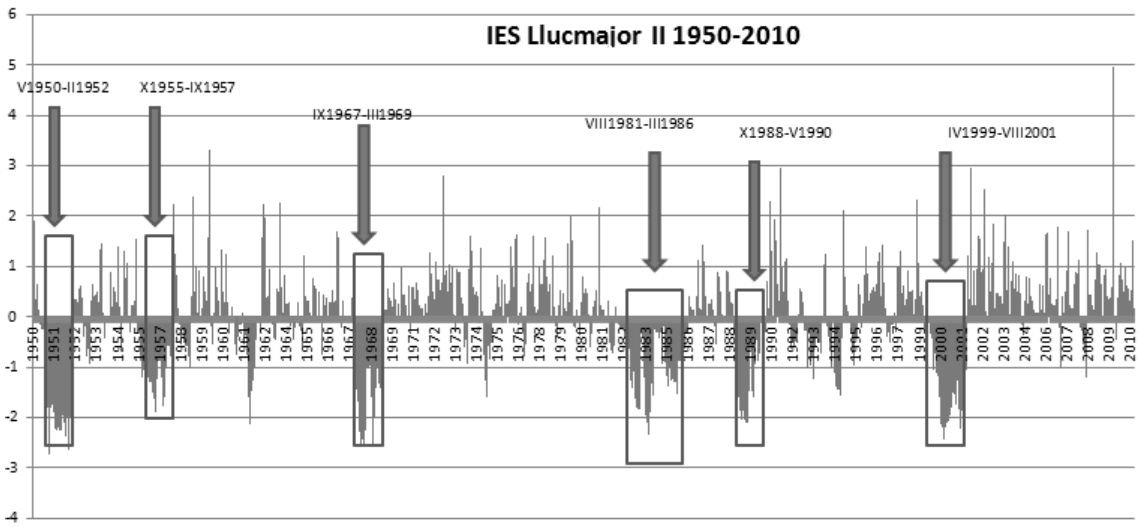
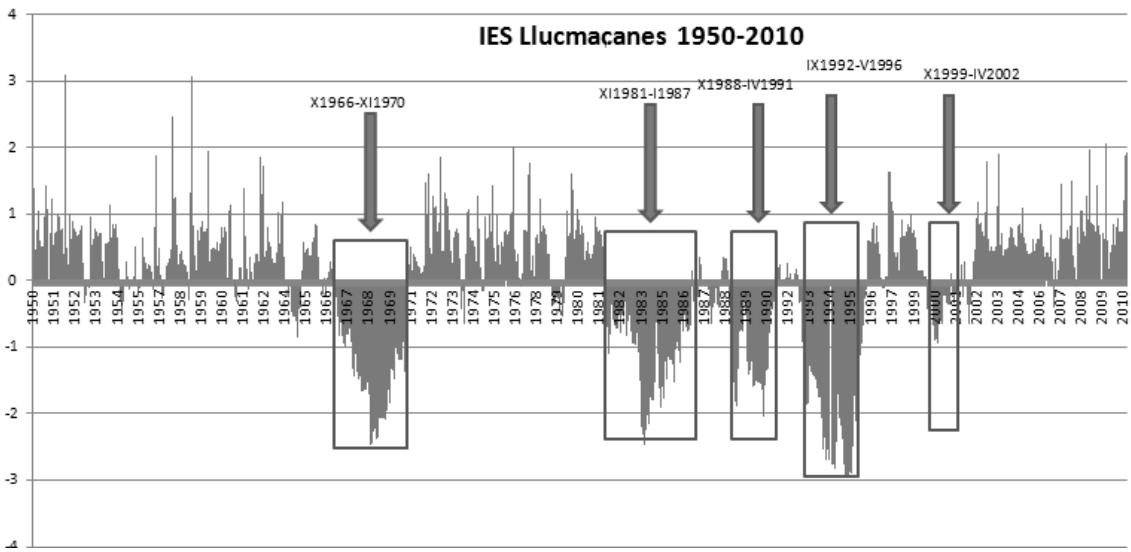
Joan Caldentey Brunet



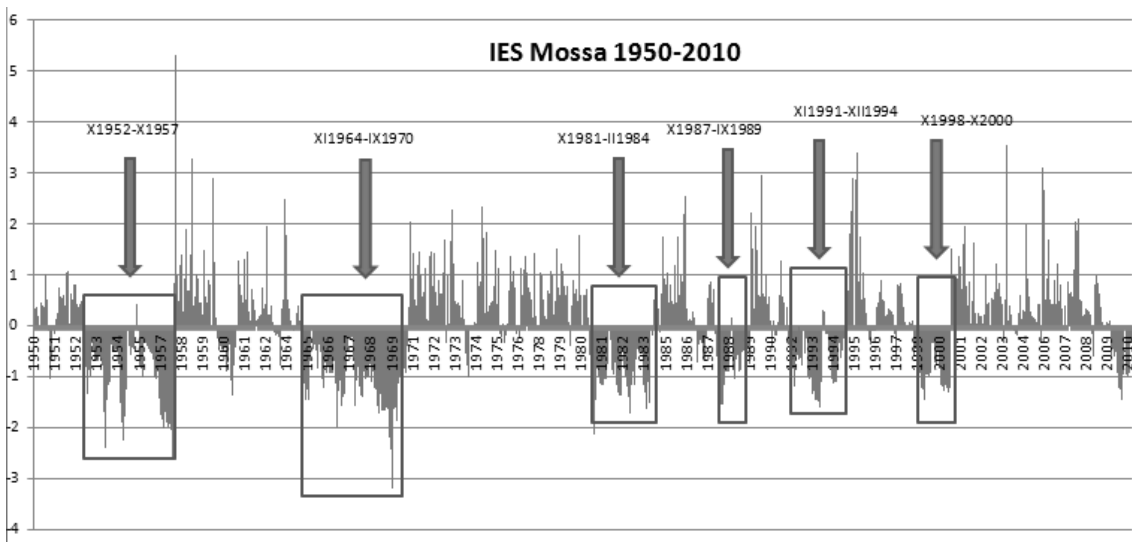
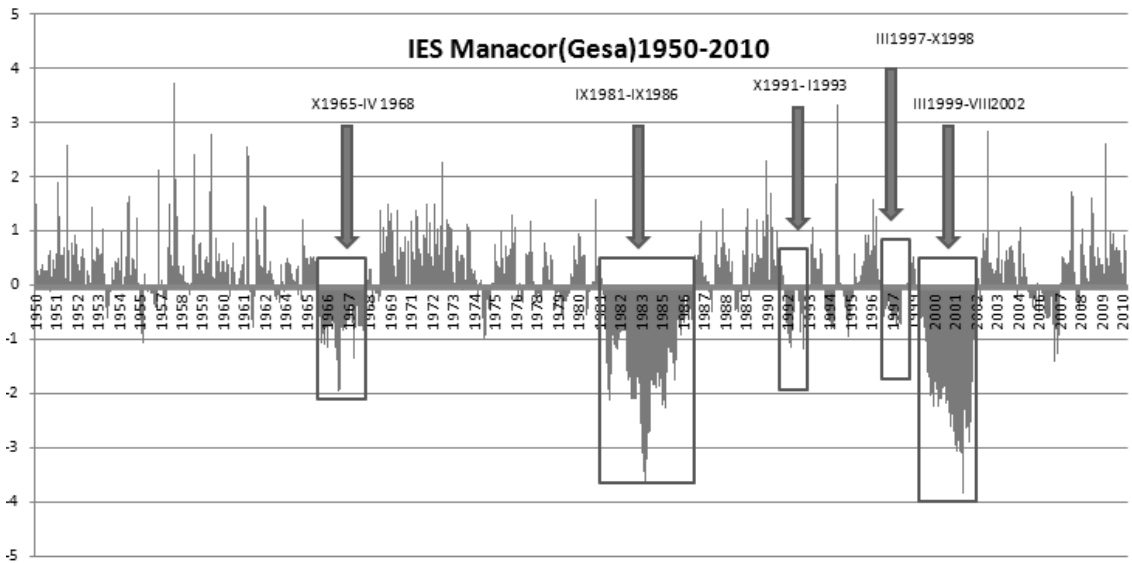
Joan Caldentey Brunet



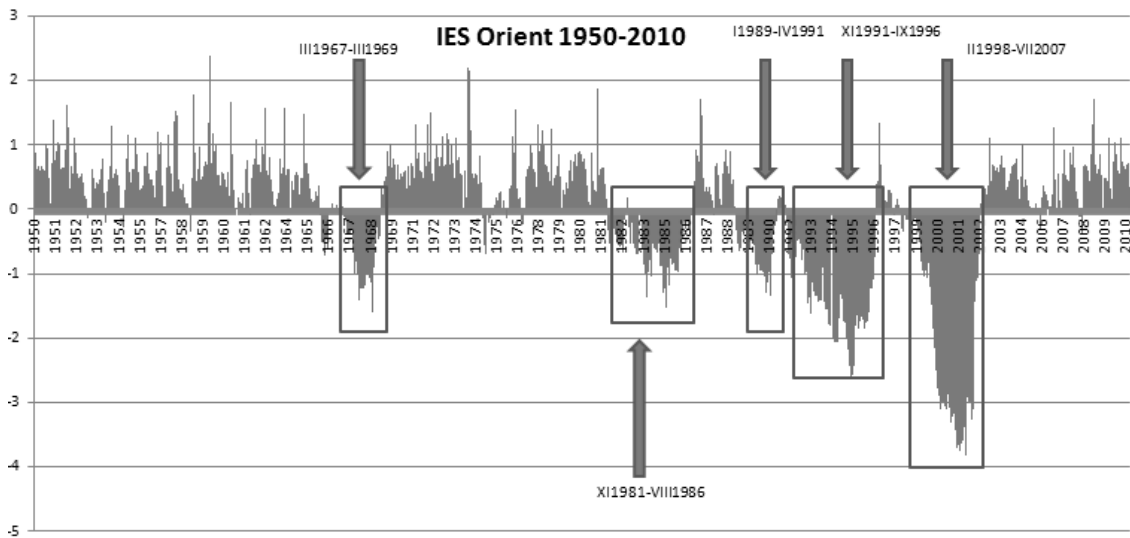
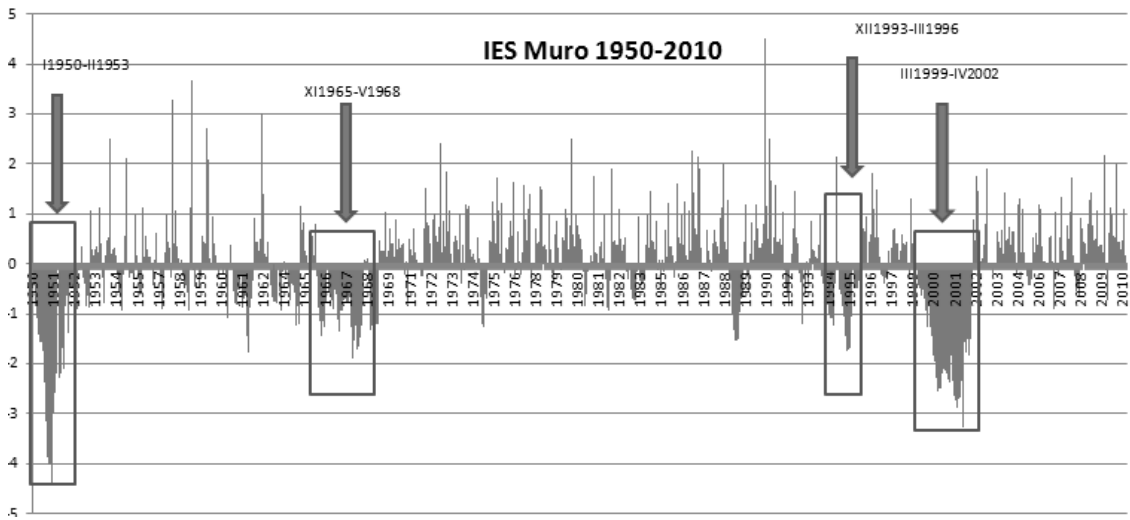
Joan Caldentey Brunet



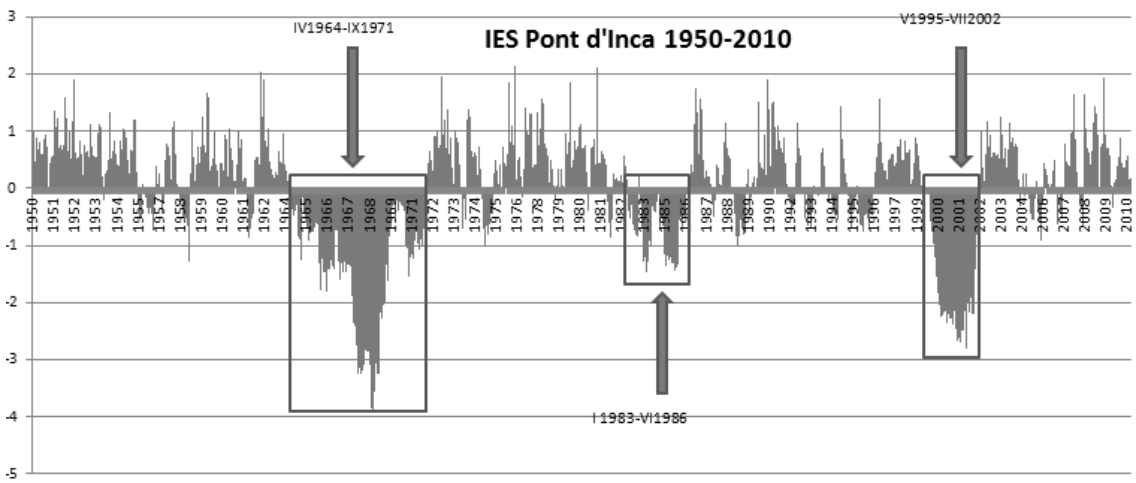
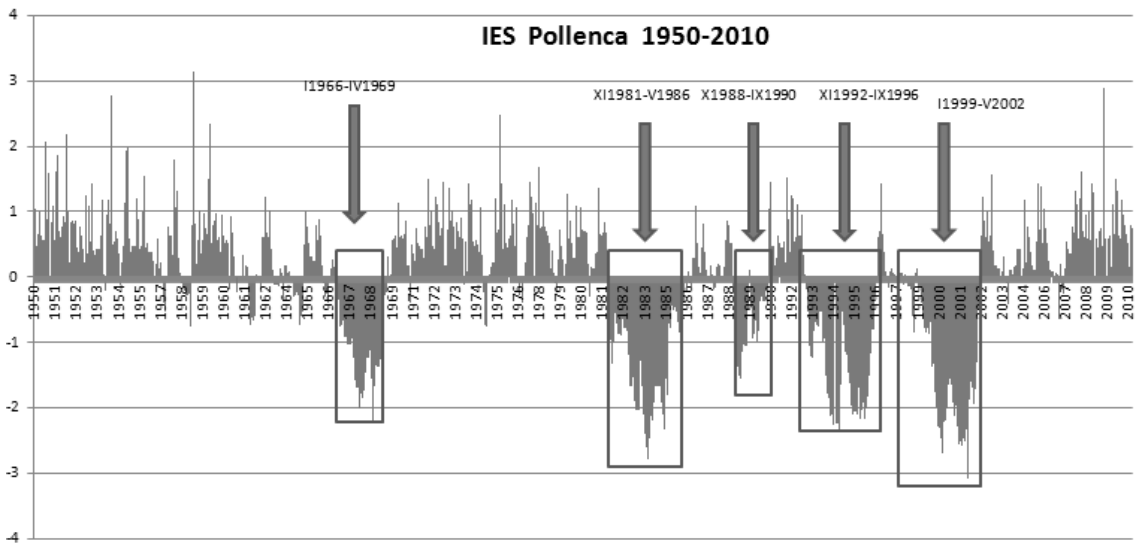
Joan Caldentey Brunet



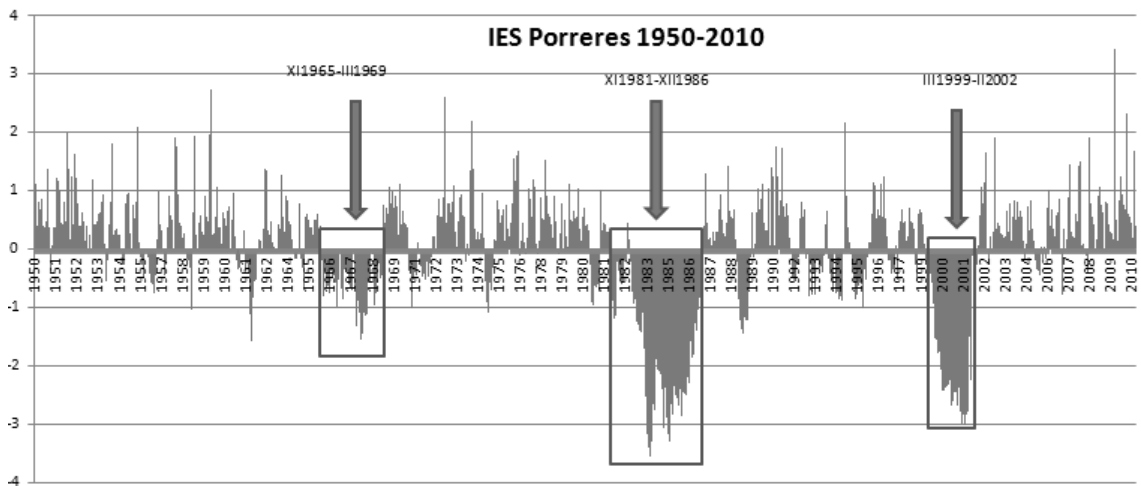
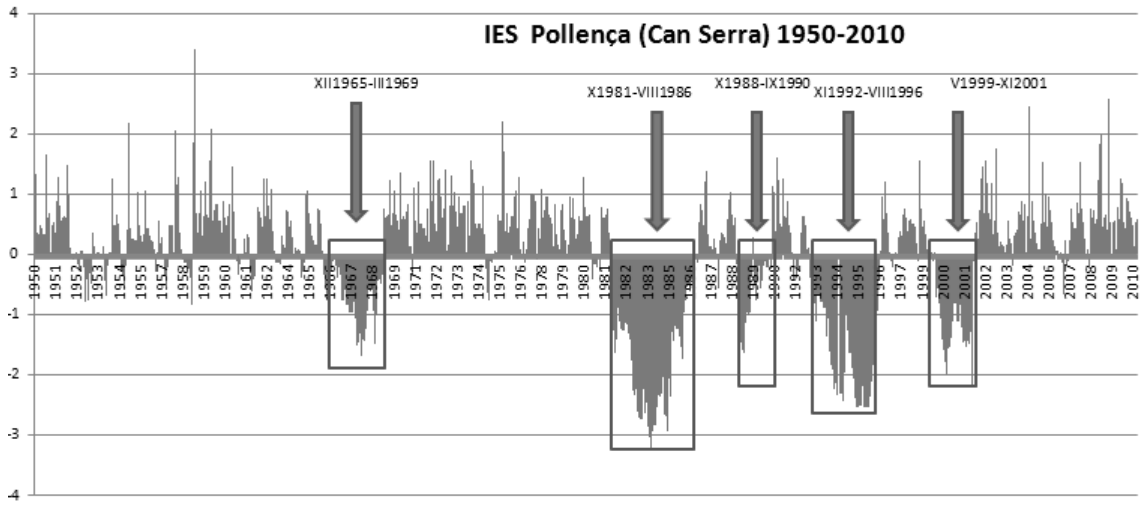
Joan Caldentey Brunet



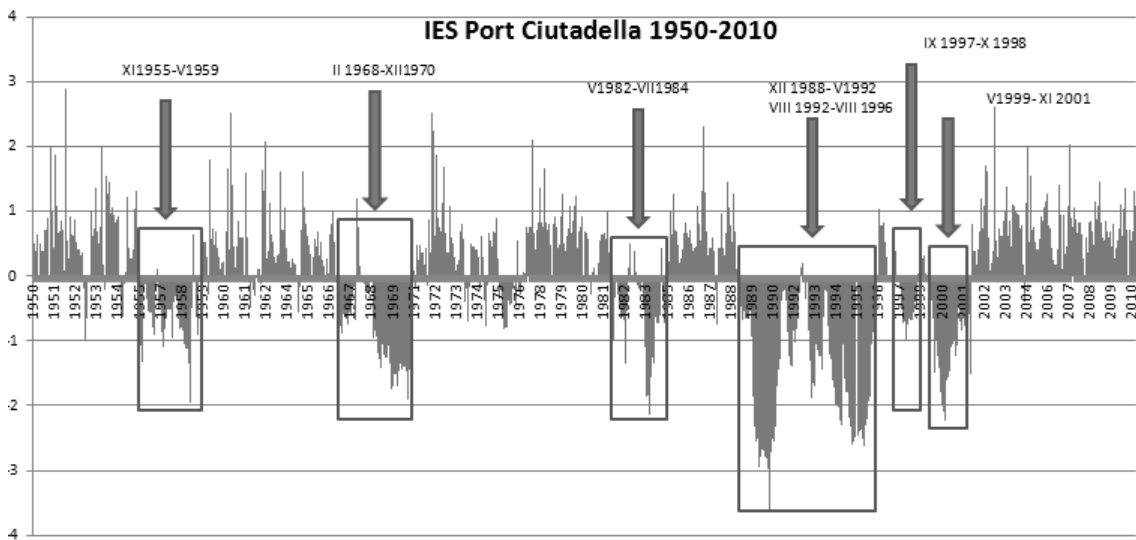
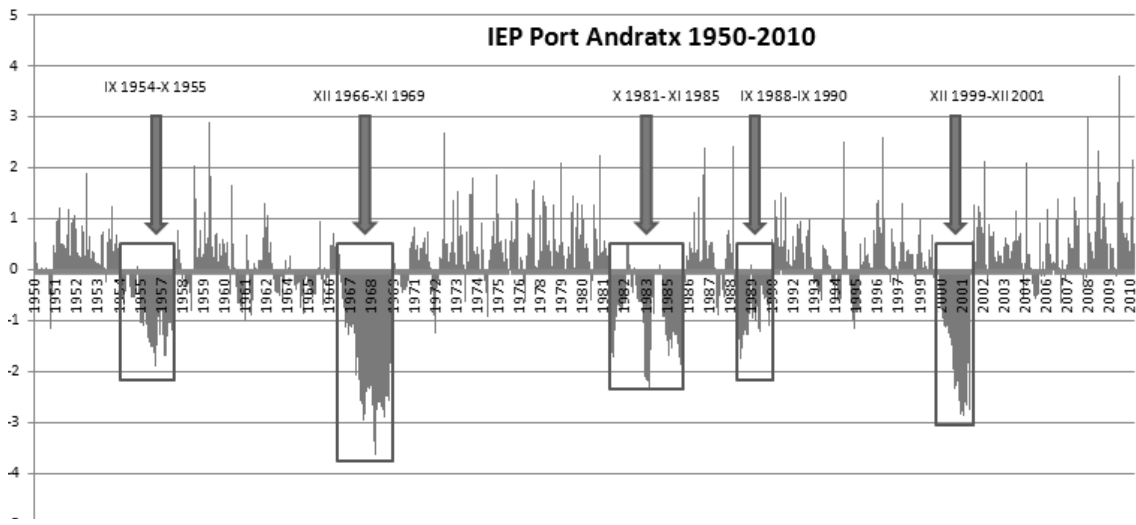
Joan Caldentey Brunet



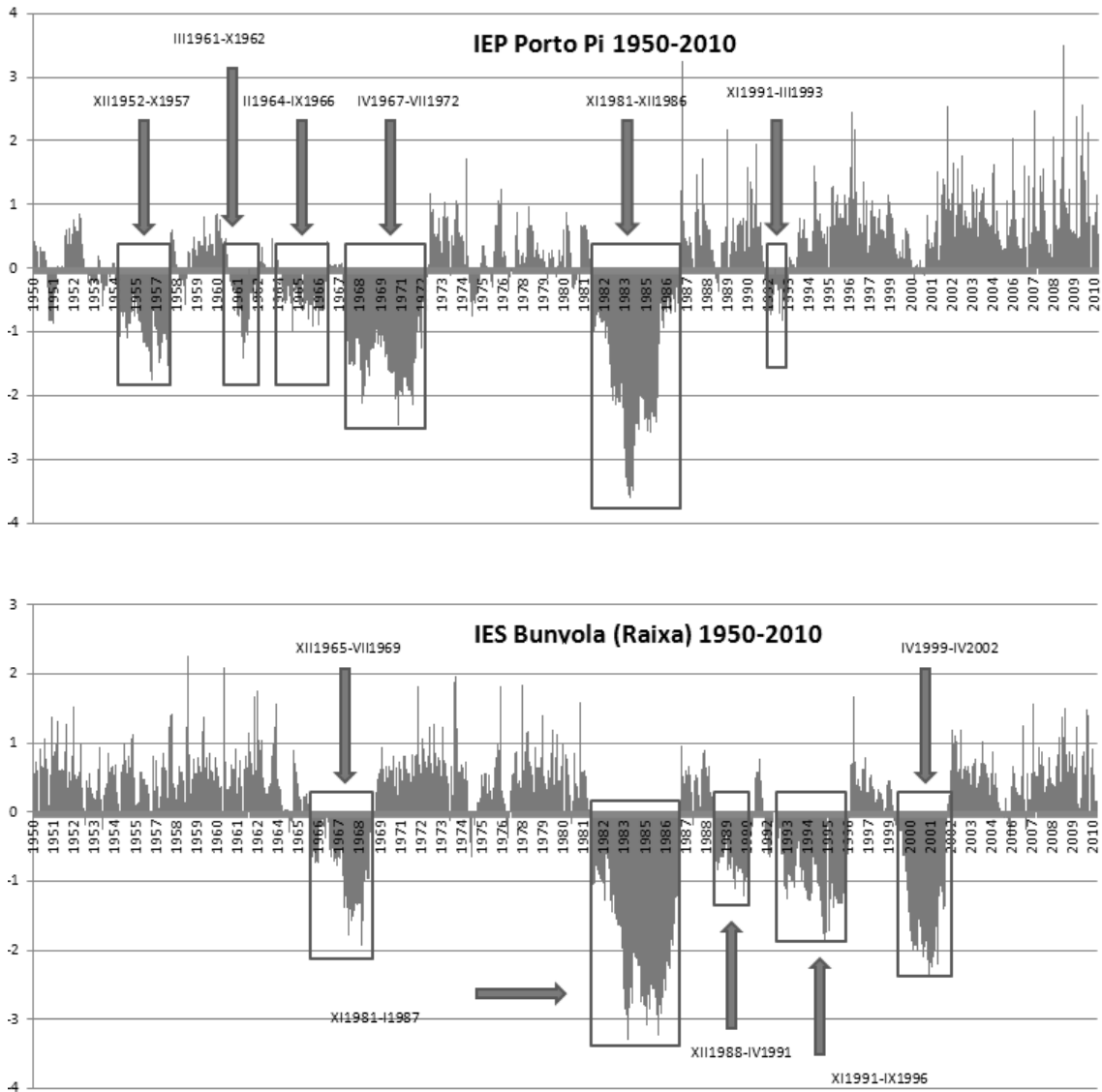
Joan Caldentey Brunet



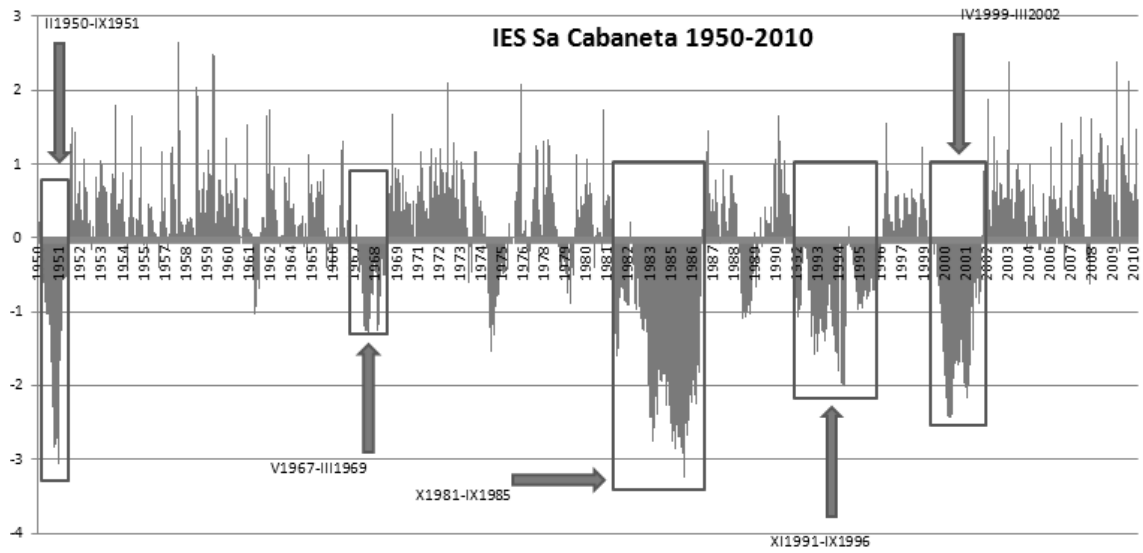
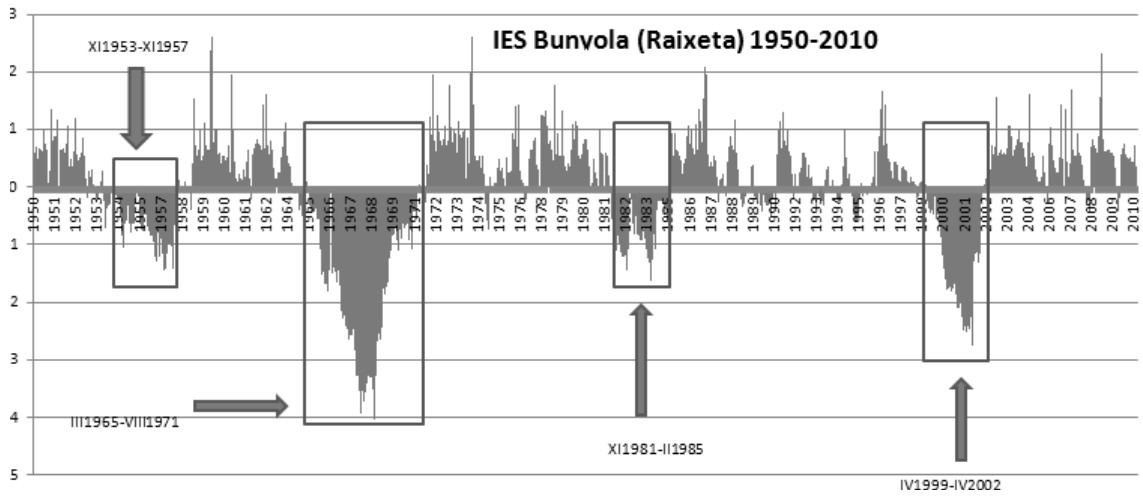
Joan Caldentey Brunet



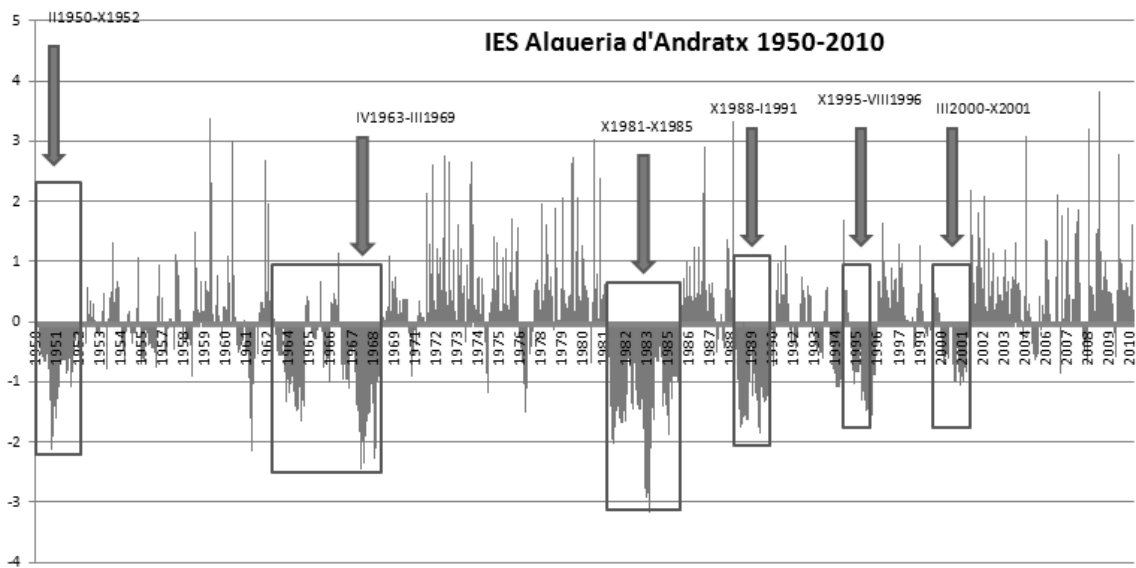
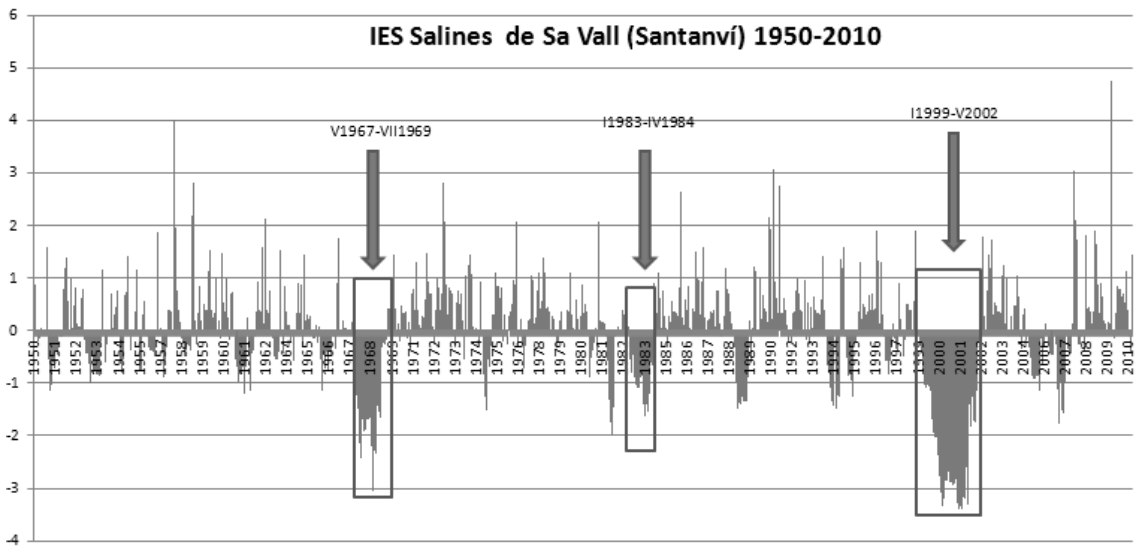
Joan Caldentey Brunet



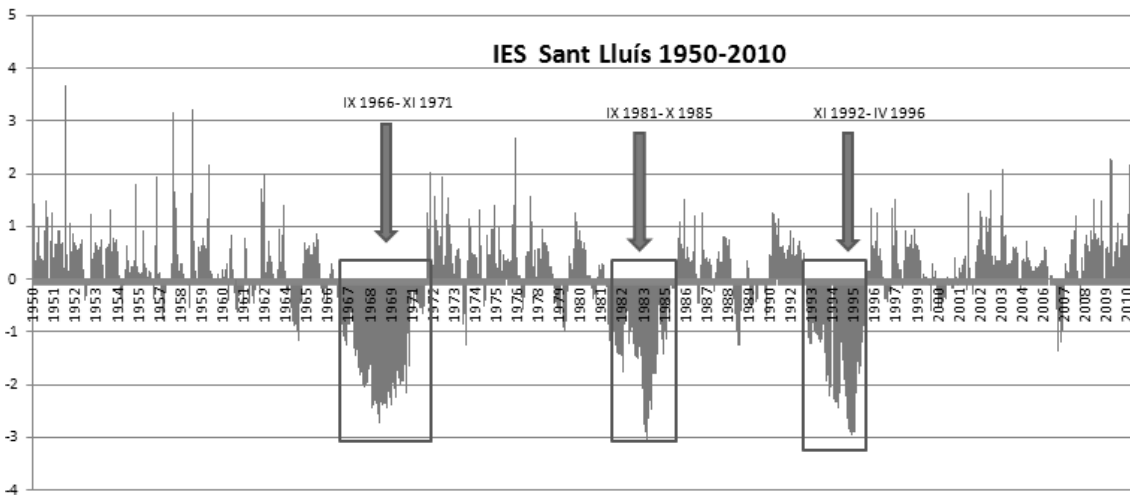
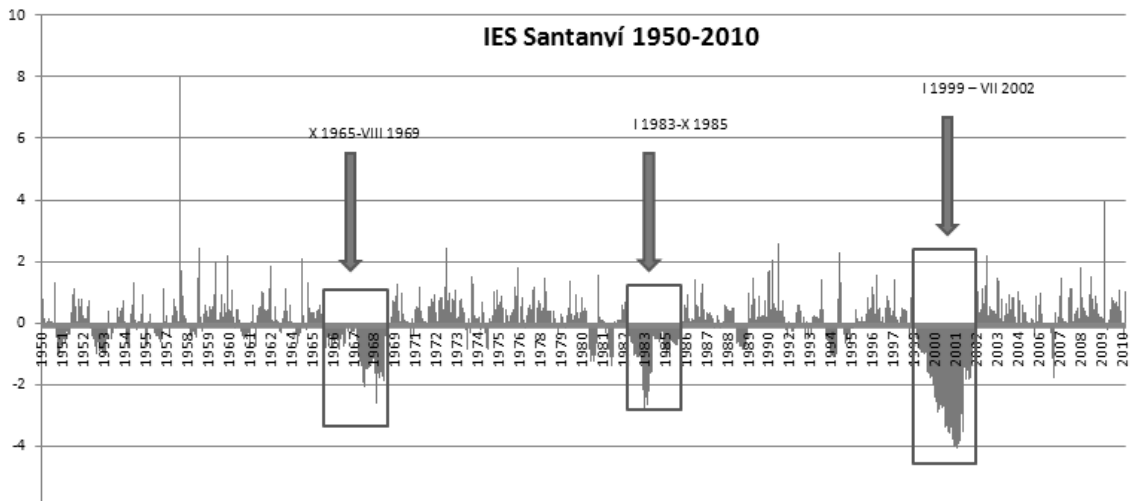
Joan Caldentey Brunet



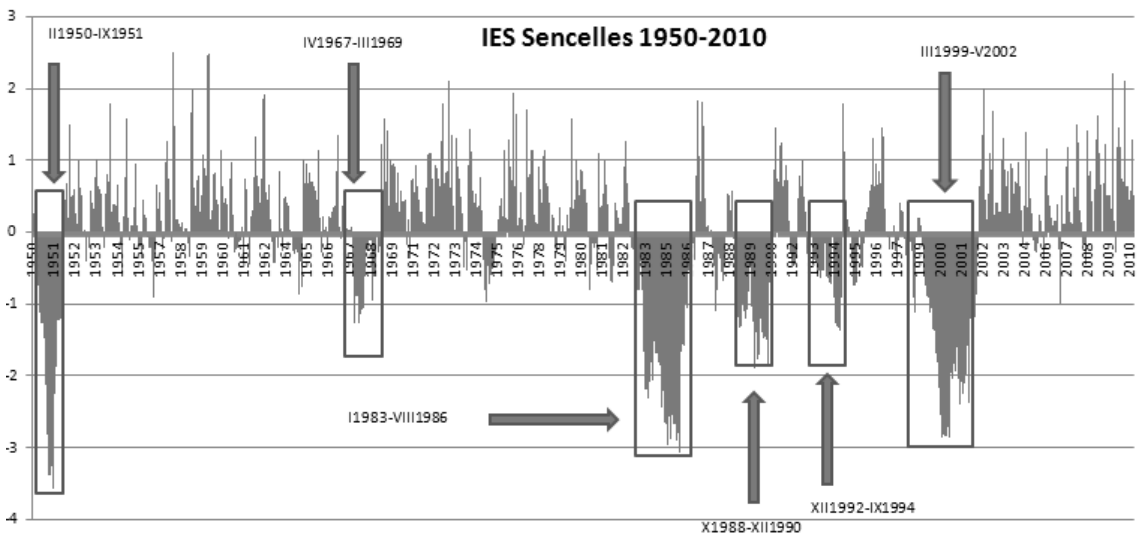
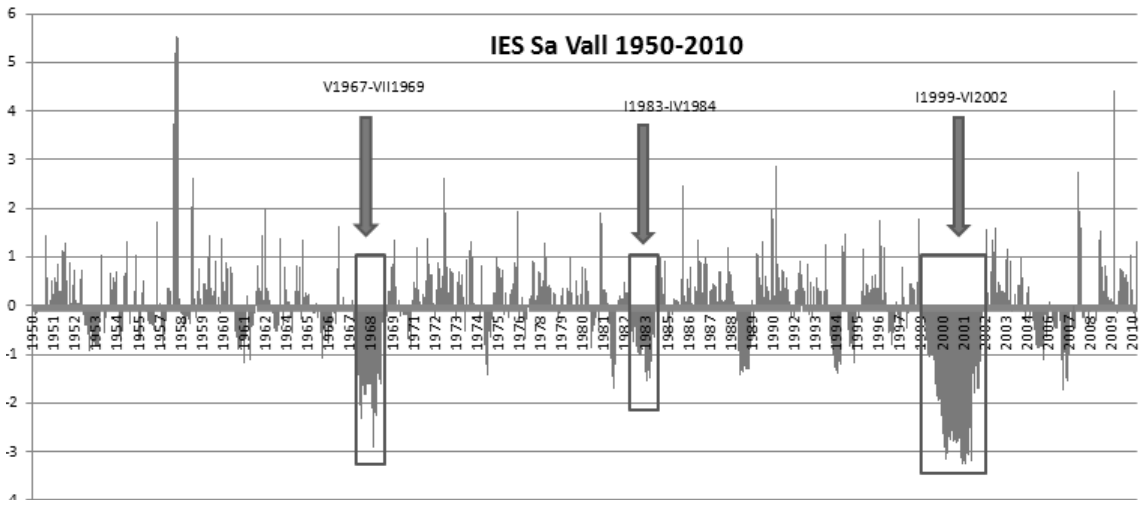
Joan Caldentey Brunet



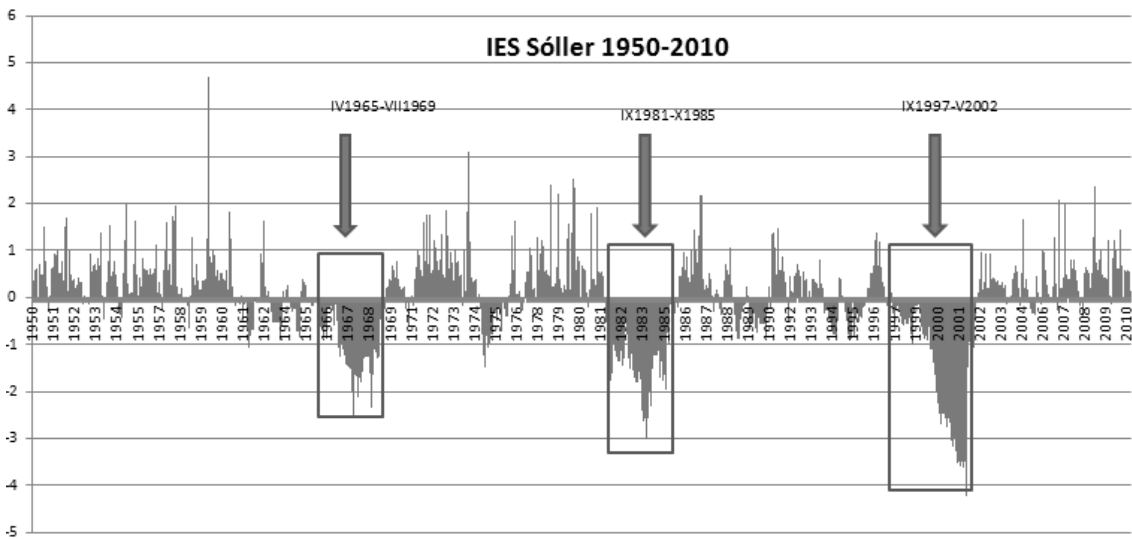
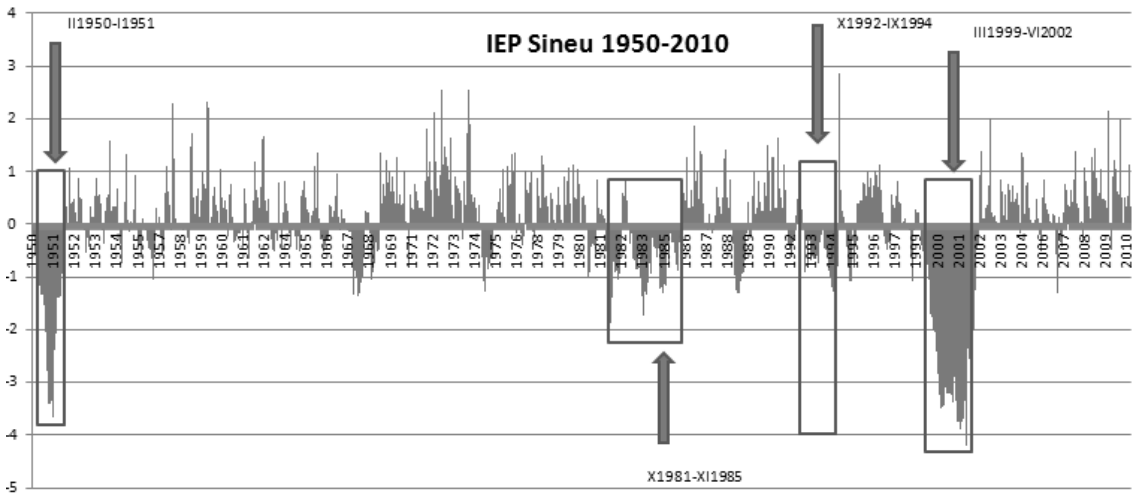
Joan Caldentey Brunet



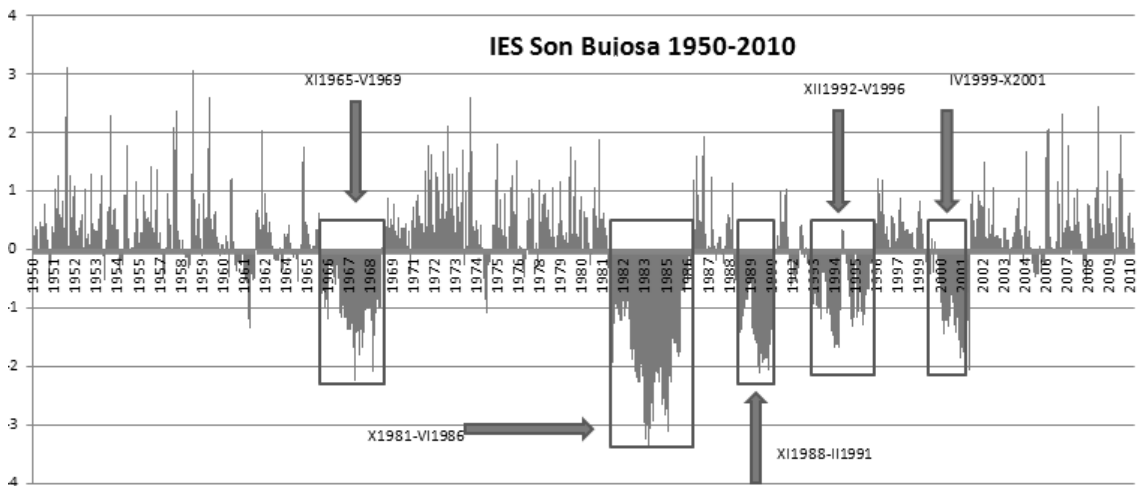
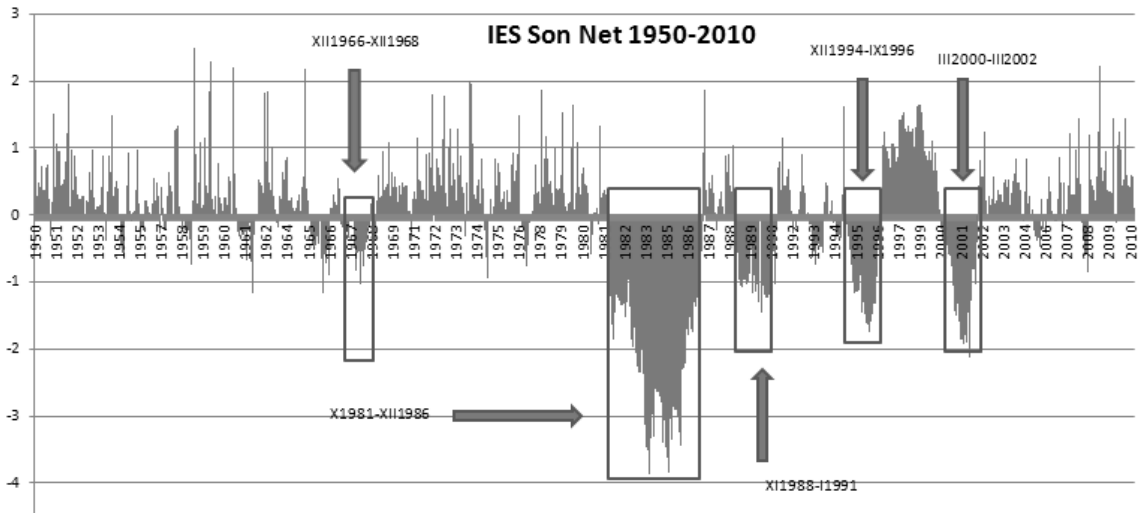
Joan Caldentey Brunet



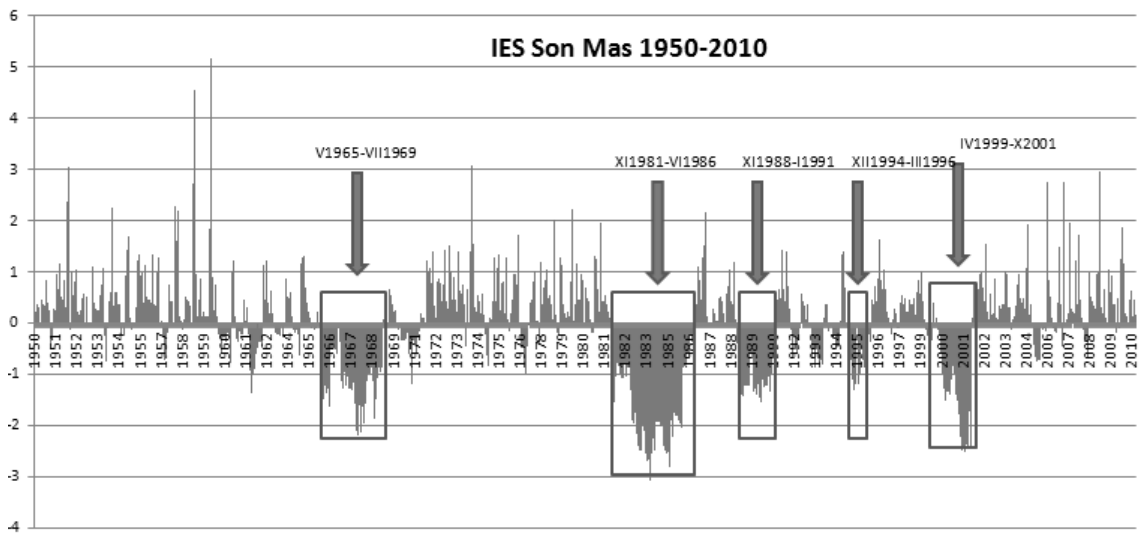
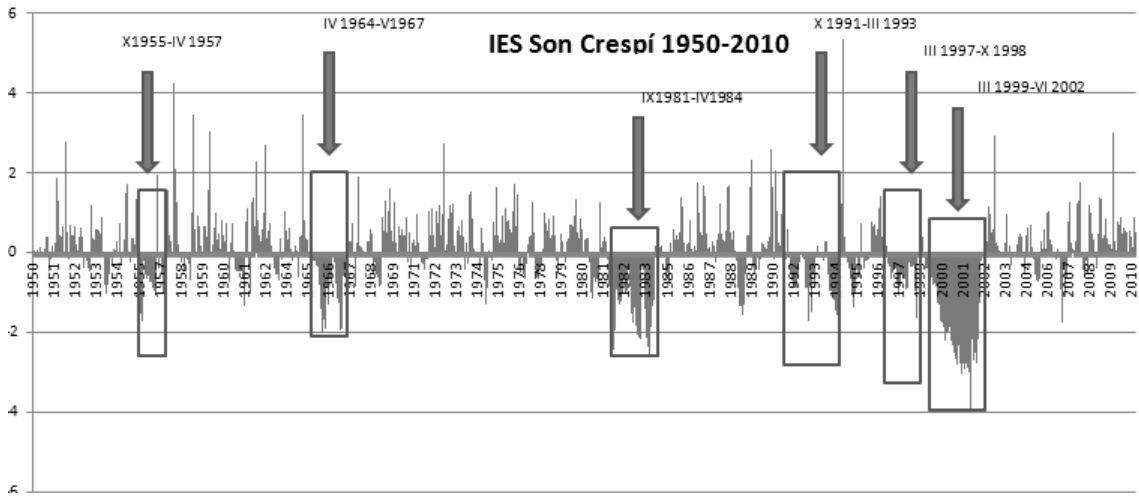
Joan Caldentey Brunet



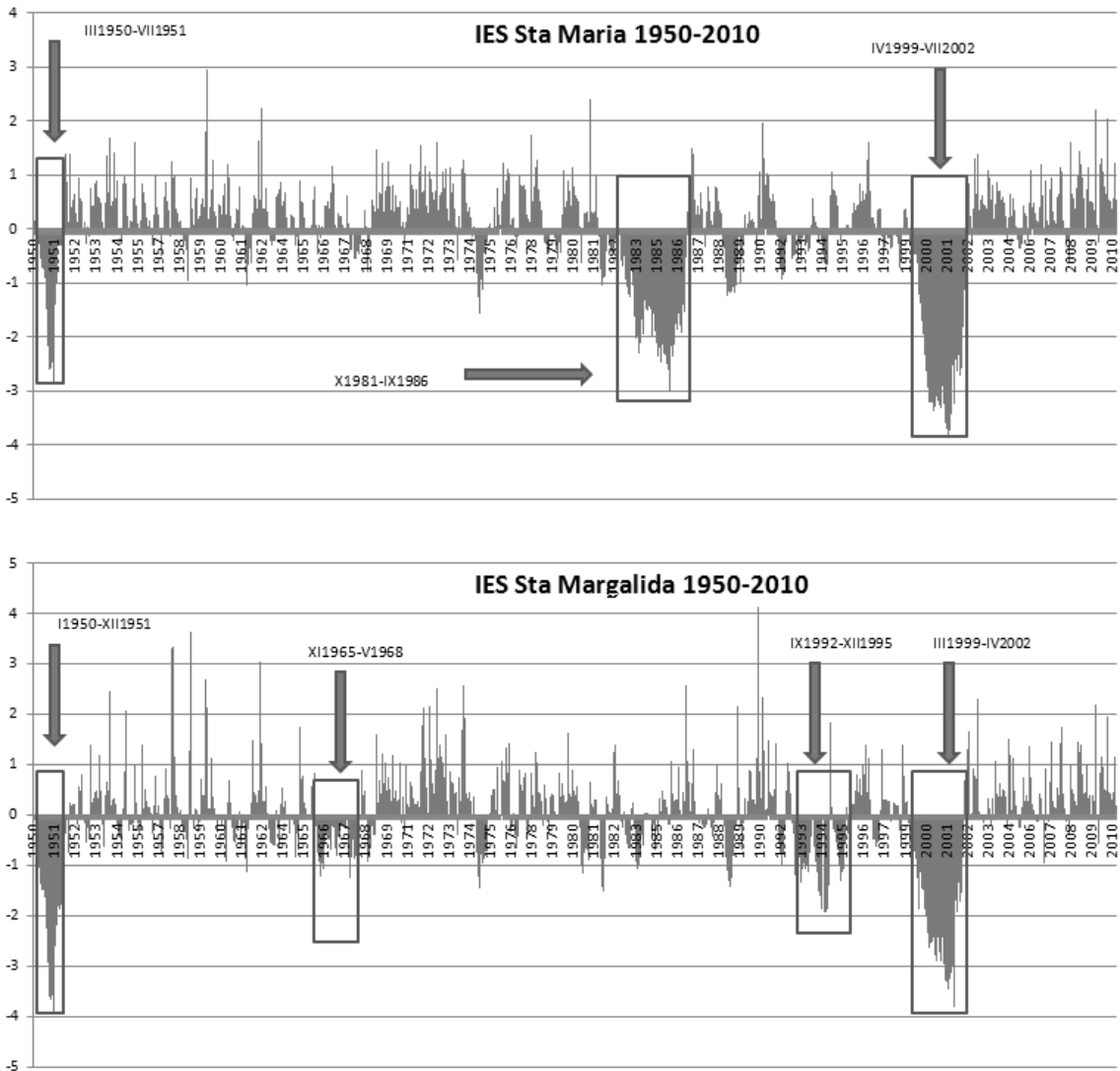
Joan Caldentey Brunet



Joan Caldentey Brunet



Joan Caldentey Brunet



Joan Caldentey Brunet

