

Projeccions climàtiques de precipitació a les Balears pel segle XXI

Víctor.Homar@uib.cat

R. Romero, M. Tous, C. Ramis, S. Alonso

Observatori del Clima
de les Illes Balears (OCLIB)



Universitat de les
Illes Balears



Grup de Meteorologia
Departament de Física



Govern de les Illes Balears

Conselleria de Medi Ambient
Direcció General de l'Oficina del Canvi Climàtic

¿Canvi climàtic?

“Qué más podemos añadir que no se
haya dicho ya...
o que sí se haya dicho”

Les Luthiers

Google[™]
català

- 43.700.000 per a Climate Change
- 37.600.000 per a Global Warming

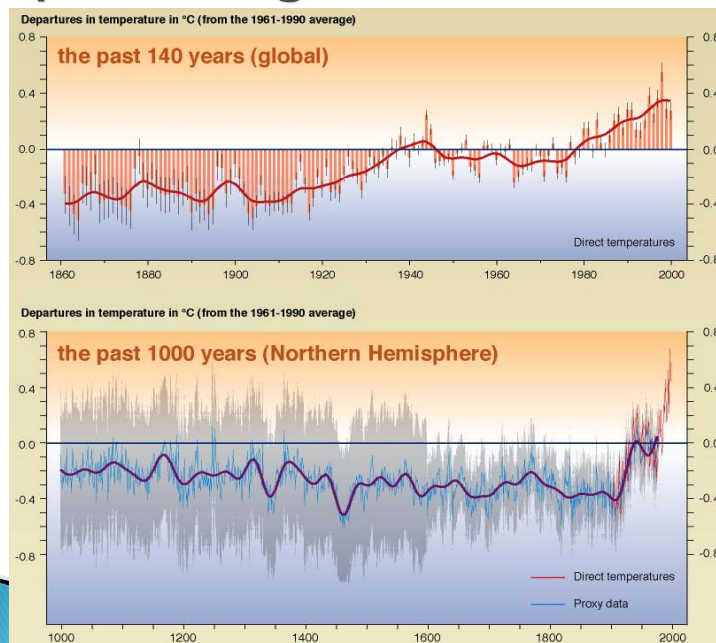
(78.400.000 per a Britney Spears)

Continguts

- ▶ Canvis observats en temperatura i precipitació
- ▶ Projeccions globals (IPCC). Models del clima
- ▶ Regionalització de projeccions a les Balears: mètodes estadístics i dinàmics.
 - Temperatura
 - Precipitació anual
 - Freqüència de períodes secs
- ▶ Fronts oberts. Recerca actual.

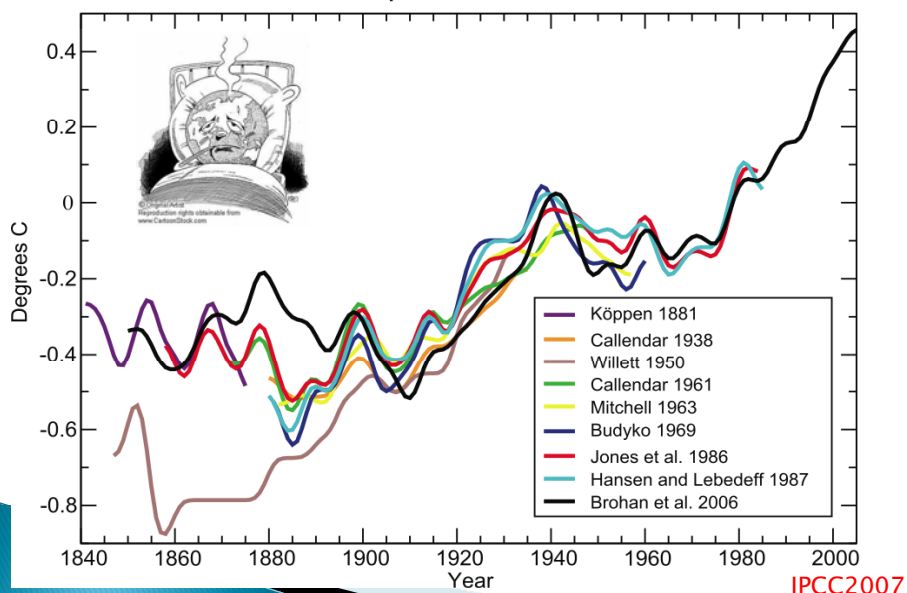
Canvis observats globals

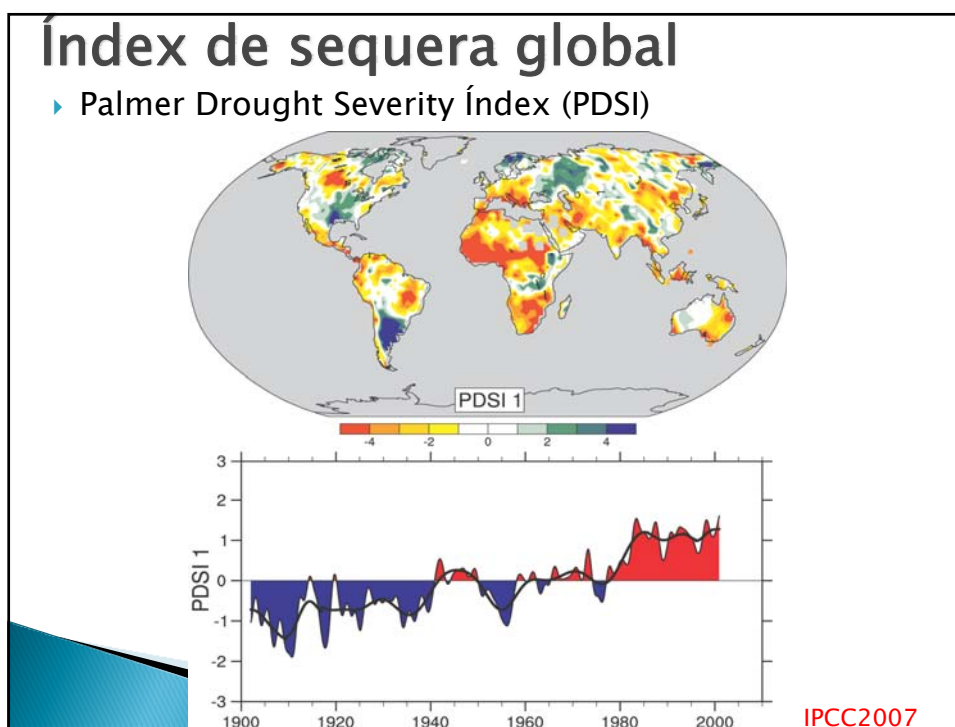
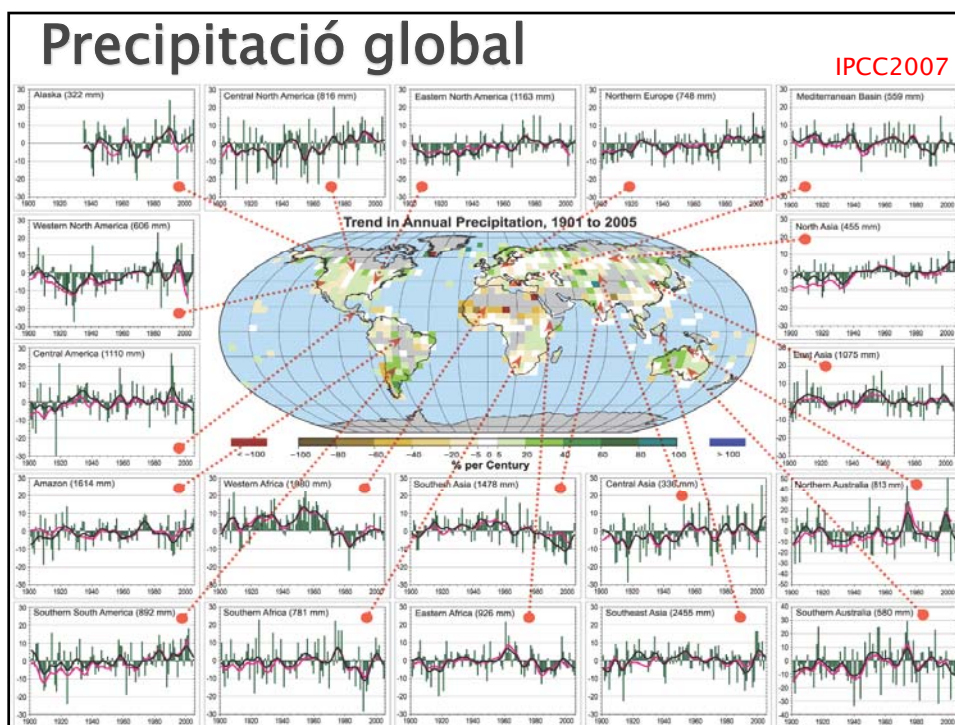
Temperatura global?



Temperatura global?

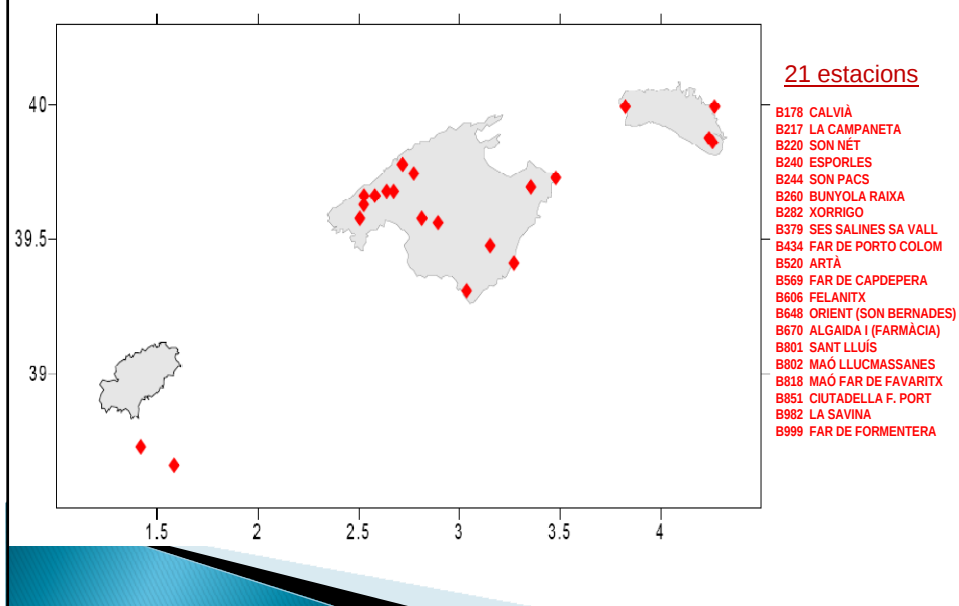
Global Temperature Time Series



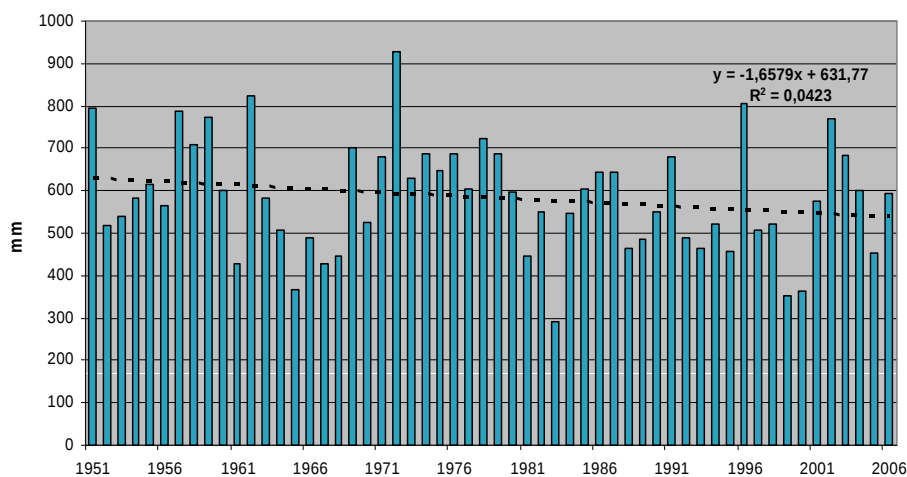


Canvis observats: Illes Balears

Estacions pluviomètriques AEMET (1951-2006)



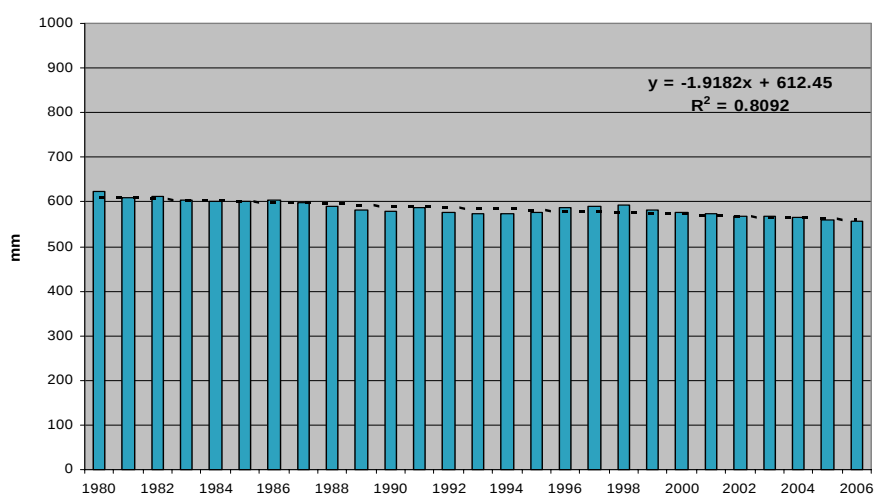
Precipitació anual mitjana



-166mm/100 anys (87%)

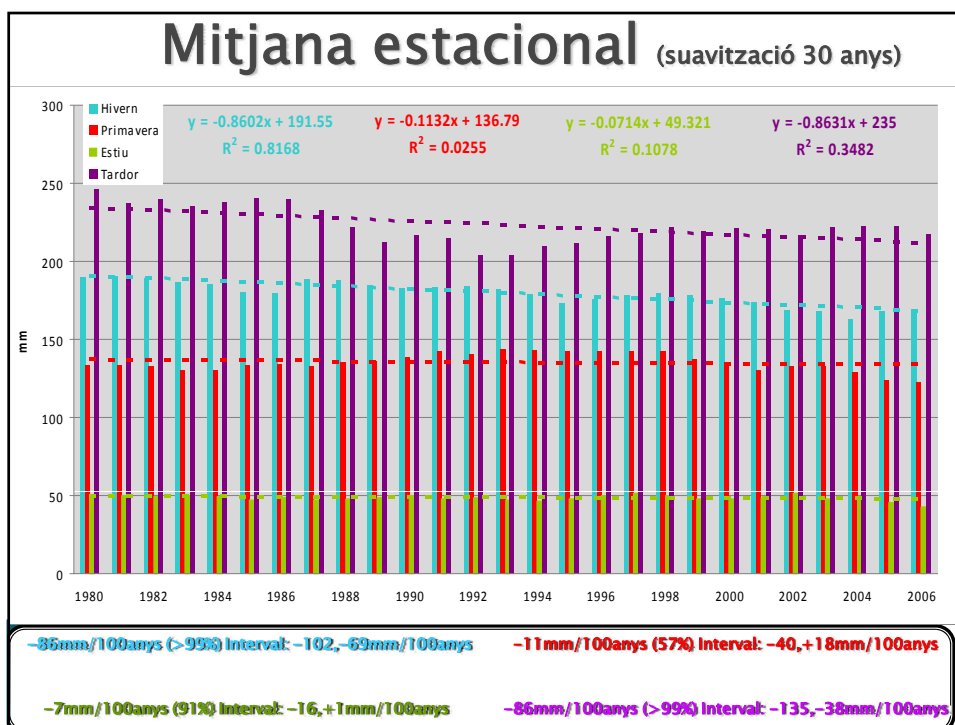
Interval de confiança al 95%: -381,+50mm/100anys

Mitjana anual (suavització 30 anys)



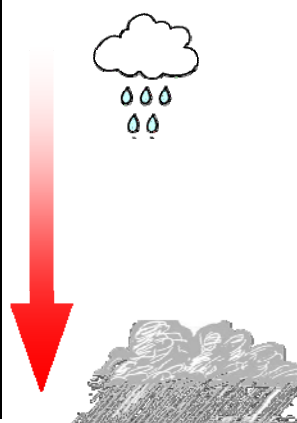
-192mm/100anys (>99%)

Interval de confiança al 95%: -230, -153mm/100anys



Categories de precipitació

Categoria	Precipitació (mm)
traca	<1
a	1-4
b	4-16
c1	16-32
c2	32-64
d1	64-128
d2	>128



Categories

- Tendència observada en la freqüència:



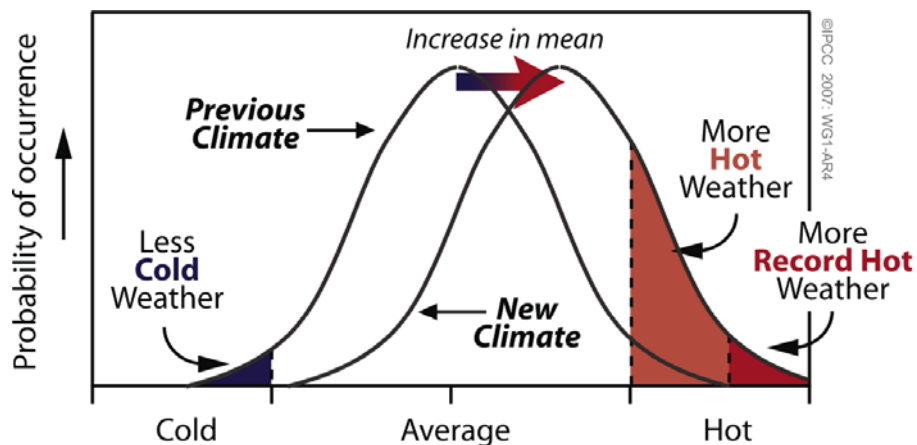
Categoria	Mitjana [dies/ any]	Tendència [(dies/any)/100 anys]
traça	17.65	+3.79
a	19.36	+7.01
b	23.99	-4.86
c1	7.63	-4.20
c2	2.79	-1.40
d1	0.45	+0.07
d2	0.04	+0.04



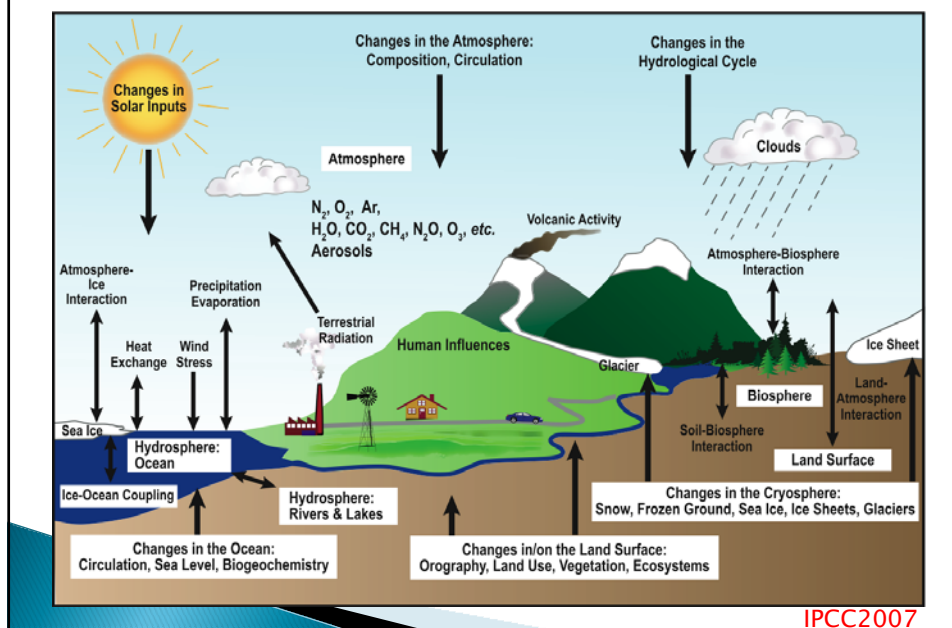
Continguts

- Canvis observats en temperatura i precipitació
- **Projeccions globals (IPCC). Models del clima**
- Regionalització de projeccions a les Balears: mètodes estadístics i dinàmics.
 - Temperatura
 - Precipitació anual
 - Freqüència de períodes secs
- Fronts oberts. Recerca actual.

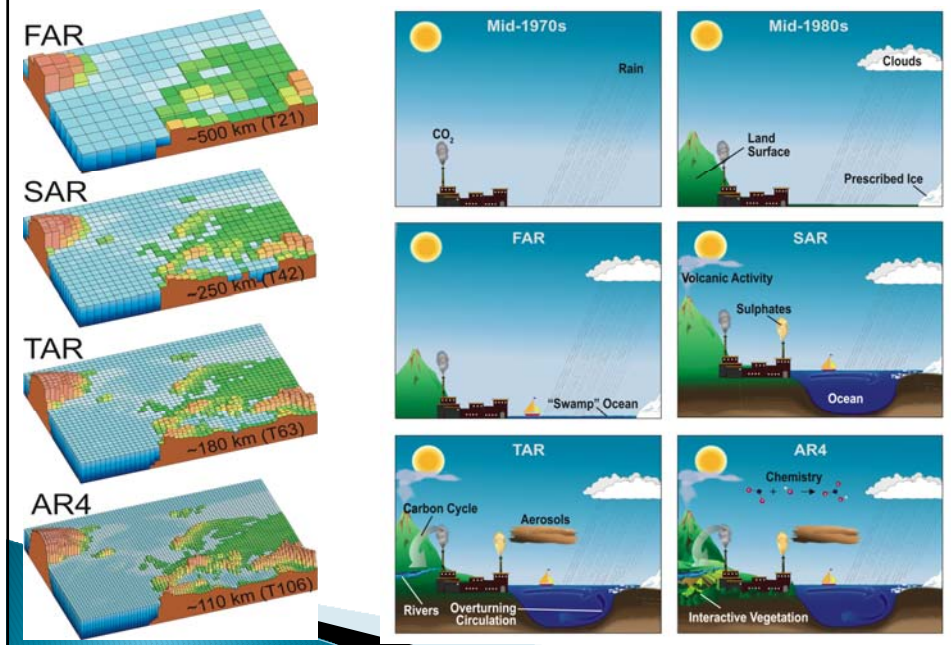
Clima?



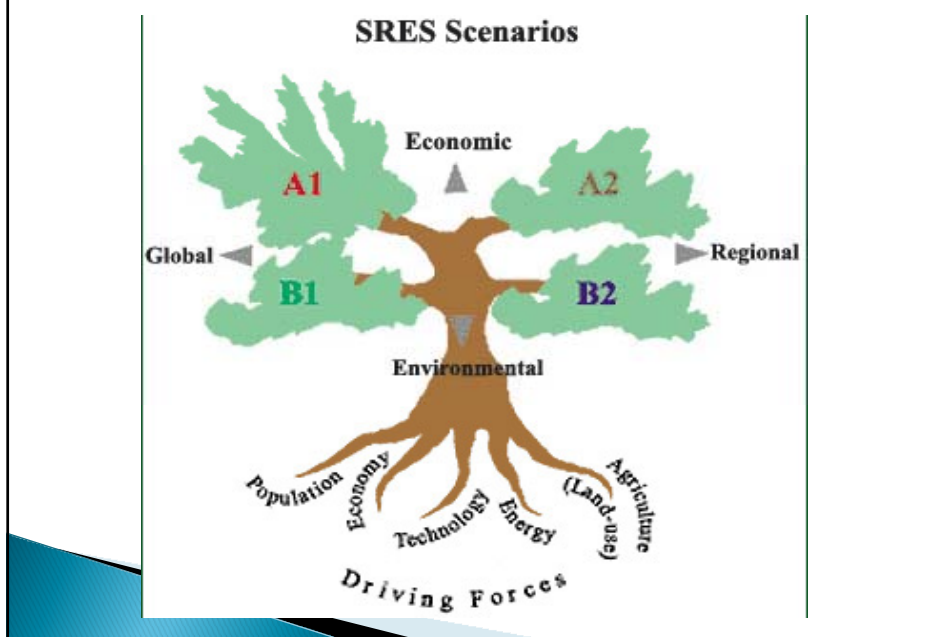
El sistema climàtic



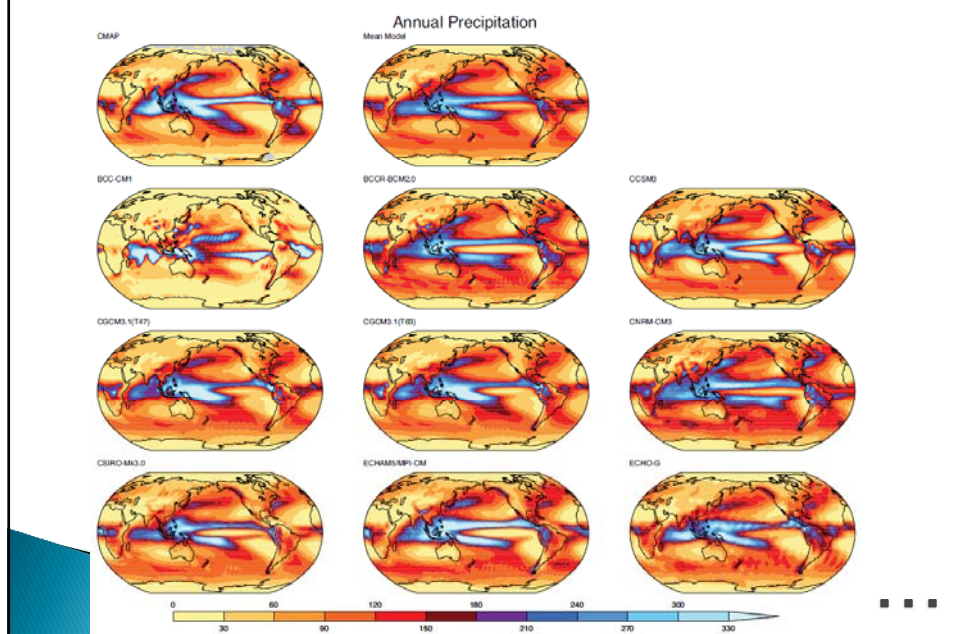
Millora dels models del clima



Escenaris d'Emissions (IPCC)

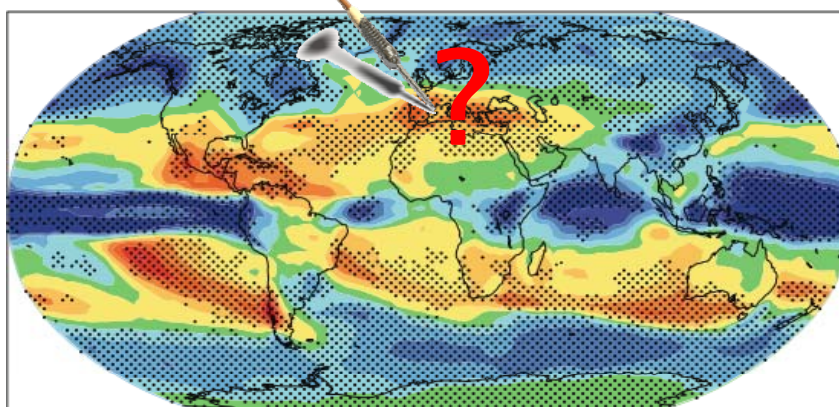


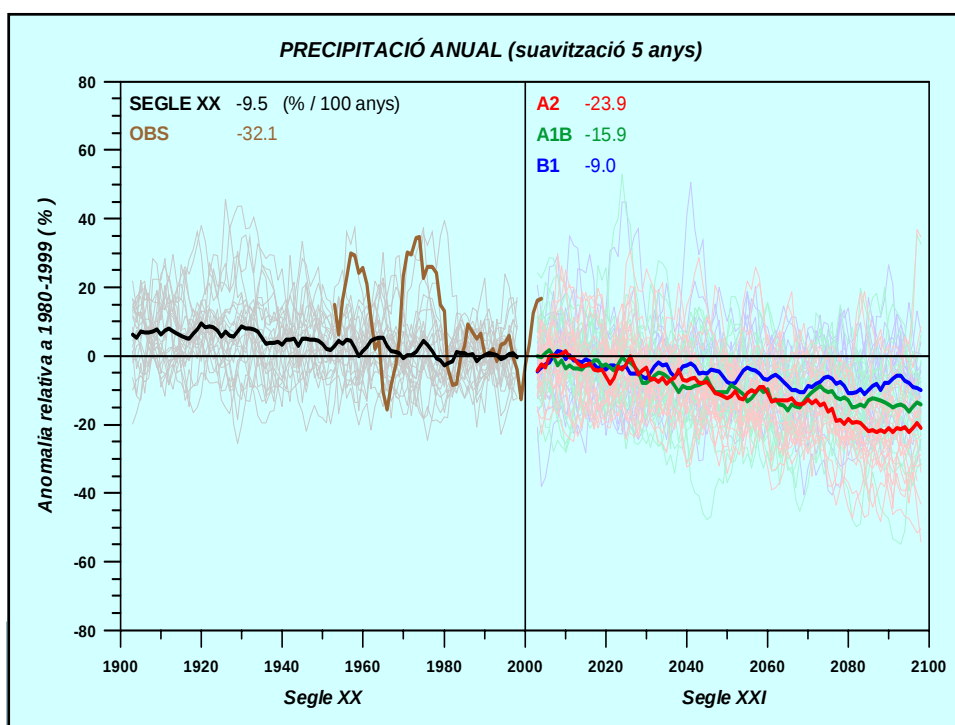
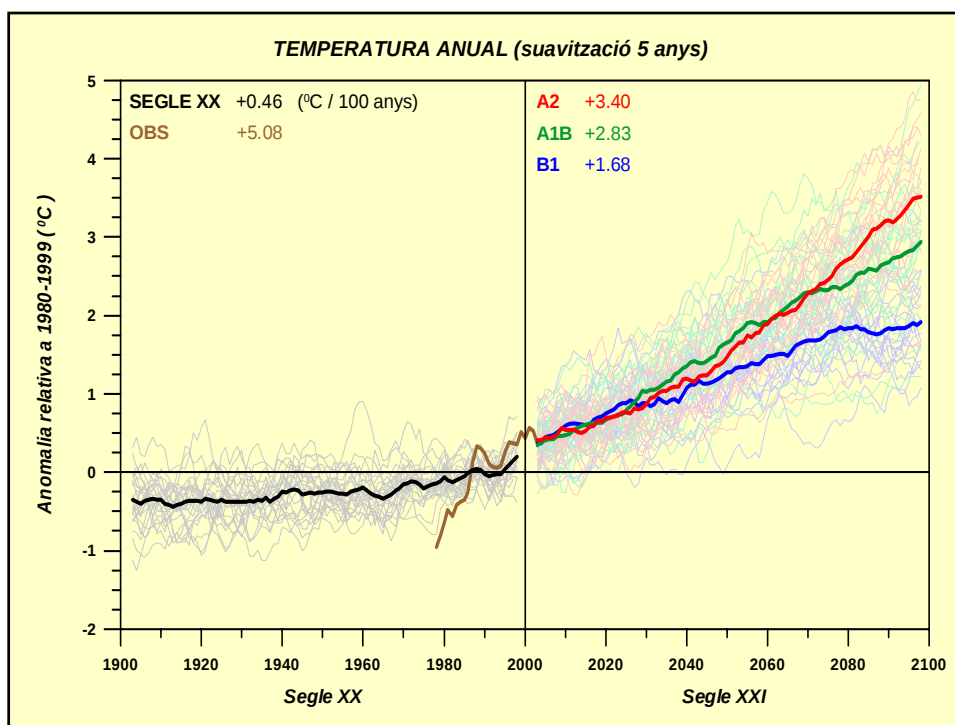
Conjunts de prediccions (23)

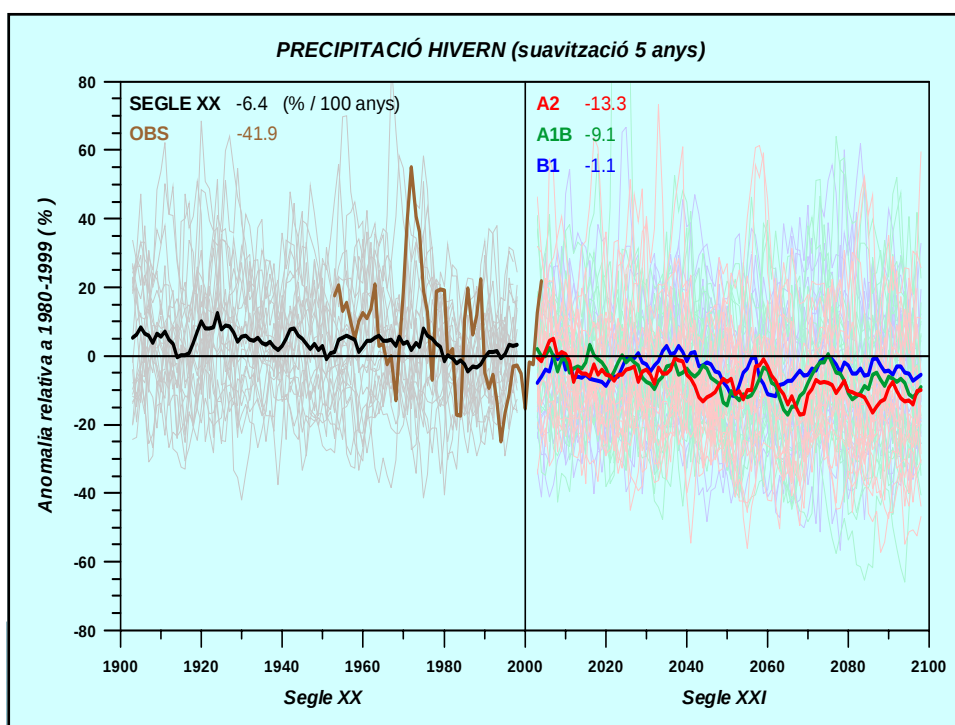
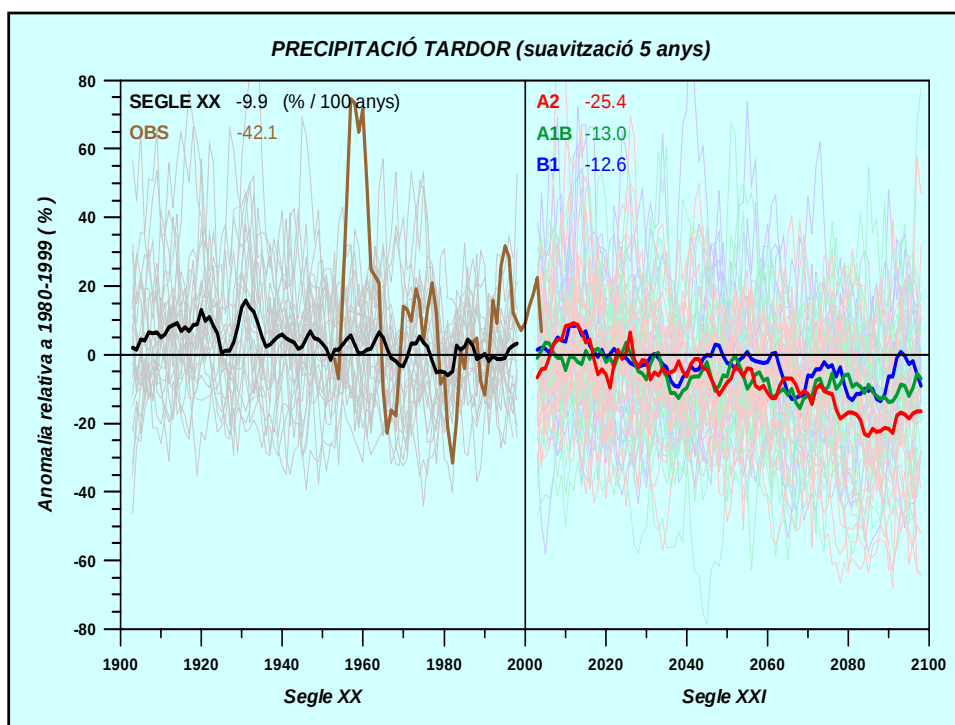


Precipitació anual mitjana a 2080–99

(resp. 1980–99)







Tendència PRECIPITACIÓ (suavització 5 anys)

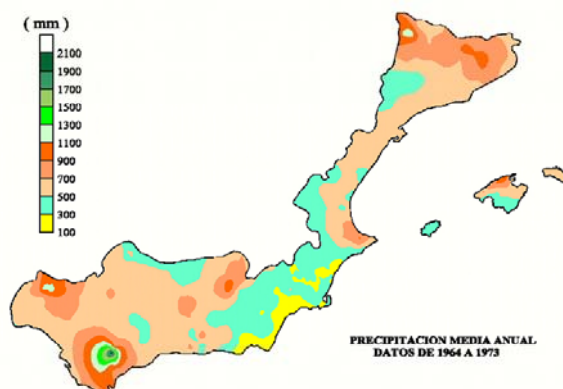
► Directament punts "Balears" de models globals

en % / 100 anys	ANUAL	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
SEGLE XX	-9.5	-6.4	-14.3	-10.2	-9.9
OBS 1951-2006	-32.1	-41.9	-15.8	+17.1	-42.1
SRES A2	-23.9	-13.3	-27.6	-43.6	-25.4
SRES A1B	-15.9	-9.1	-23.1	-32.2	-13.0
SRES B1	-9.0	-1.1	-11.2	-15.4	-12.6

Conclusions Precipitació models globals

- Observacions:
 - Pèrdua progressiva de la precipitació durant el segle XX.
 - Gran variabilitat interanual però tendència negativa clara cap que supera les simulacions. Major a l'hivern i la tardor.
- Models climàtics:
 - Pèrdua de precipitació es manté i fins i tot s'accentua durant el segle XXI, en proporció al nivell d'emissions de gasos.
 - Disminució major a l'estiu i la primavera que a l'hivern i la tardor.

Precipitació: Alta variabilitat espacial

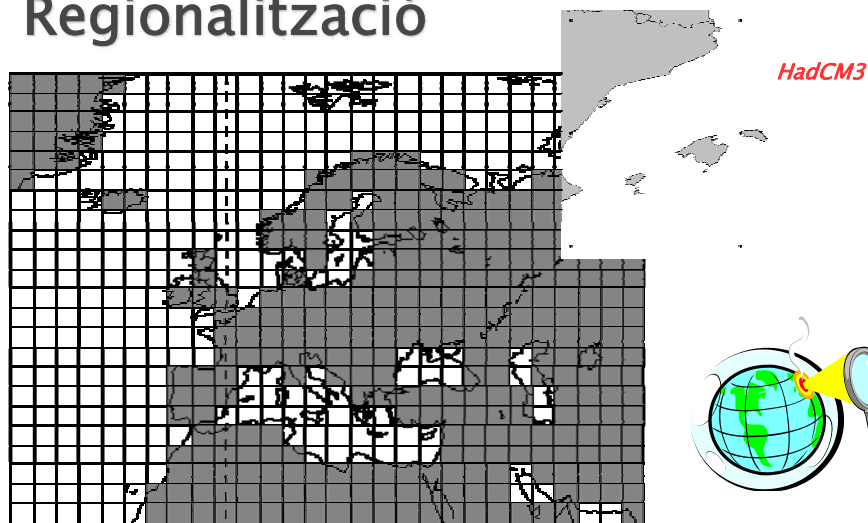


- ▶ Podem aprofitar aquesta informació per a “particularitzar” la informació genèrica dels models globals a la nostra regió?

Continguts

- ▶ Canvis observats en temperatura i precipitació
- ▶ Projeccions globals (IPCC). Models del clima
- ▶ **Regionalització de projeccions a les Balears: mètodes estadístics i dinàmics.**
 - Temperatura
 - Precipitació anual
 - Freqüència de períodes secs
- ▶ Fronts oberts. Recerca actual.

Regionalització



– La baixa resolució dels models globals no permet resoldre el clima local. Aquest problema és especialment greu per casos tan singulars com són les illes petites o zones amb terreny de gran complexitat

Tècniques estadístiques

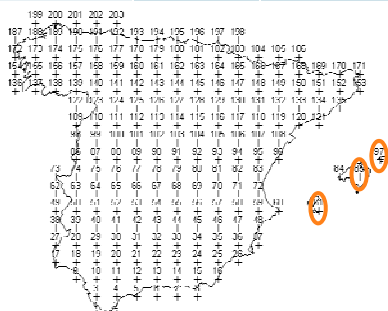
- Exploten la **relació estadística** entre “predictors” (p.e. circulació atmosfèrica regional) i “predictands” (p.e. temperatura o precipitació a un lloc particular)
- Aquestes relacions **es dedueixen a partir del clima present** observat i **s’apliquen als resultats dels models climàtics globals**, que fan de predictors
- Tècnica **barata** que té en compte els efectes locals, però fonamentada en algorismes empírics més que en la Física del Clima.

Tècniques estadístiques

Mètode	Models Globals	Escenaris	Períodes
Anàlegs (INM)	ECHAM4	A2	Present (1961–1990)
Anàlegs (FIC)	CGCM2		
SDSM (INM)	HadCM3	B2	Futur (2011–2099)

Productes:

Anàlegs (INM)



Anàlegs (FIC)

Estacions per a Temperatura: MALL (25) MEN (3) EIF (5)
 Estacions per a Precipitació: MALL (185) MEN (19) EIF (13)

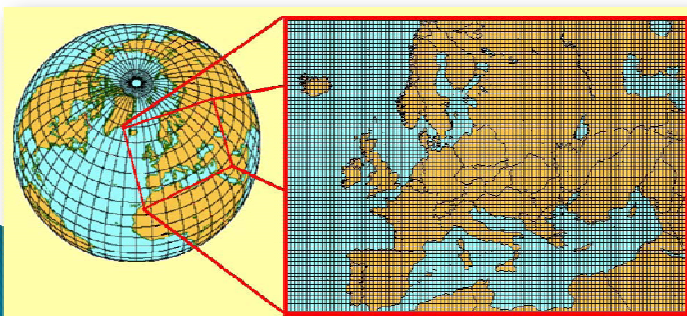
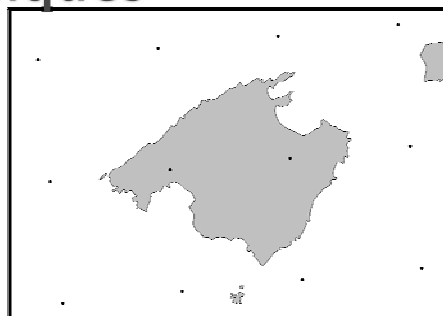
SDSM (INM)

Estacions per a Temperatura: MALL (1) MEN (0) EIF (2)
 Estacions per a Precipitació: MALL (103) MEN (7) EIF (9)

Tècniques dinàmiques

– Consisteixen en niar un **model** d'àrea limitada de **major resolució** (p.e. 50 km) dins del model climàtic global

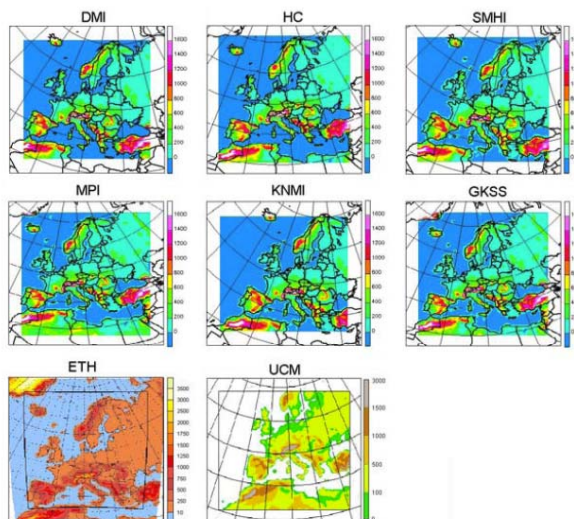
– **Tècnica costosa** que avui en dia no permet altes resolucions, ni llargs períodes de simulació, ni un nombre significatiu de models globals i escenaris d'emissions



Tècniques dinàmiques (PRUDENCE)

► 10 Models regionals:

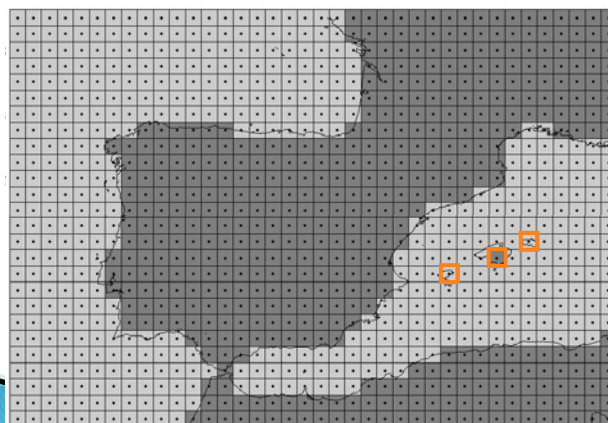
Centro	Modelo	Resolución horizontal y nº de celdillas (nx x ny)
CNRM	ARPEGE	50-70 km (sobre Europa)
ETH	CHRM	0.5° (55 km) 81 x 91
HC	HadRM	0.44° (50 km) 106 x 111
DMI	HIRHAM	0.44° (50 km) 110 x 104
MPI	REMO	0.5° (55 km) 97 x 109
ICTP	RegCM	50 km Lambert 119 x 98
UCM	PROMES	50 km Lambert 112 x 96
GKSS	CLM	0.5° (55 km) 101 x 107
SMHI	RCAO	0.44° (50 km) 90 x 86
KNMI	RACMO	0.44° (50 km) 94 x 80



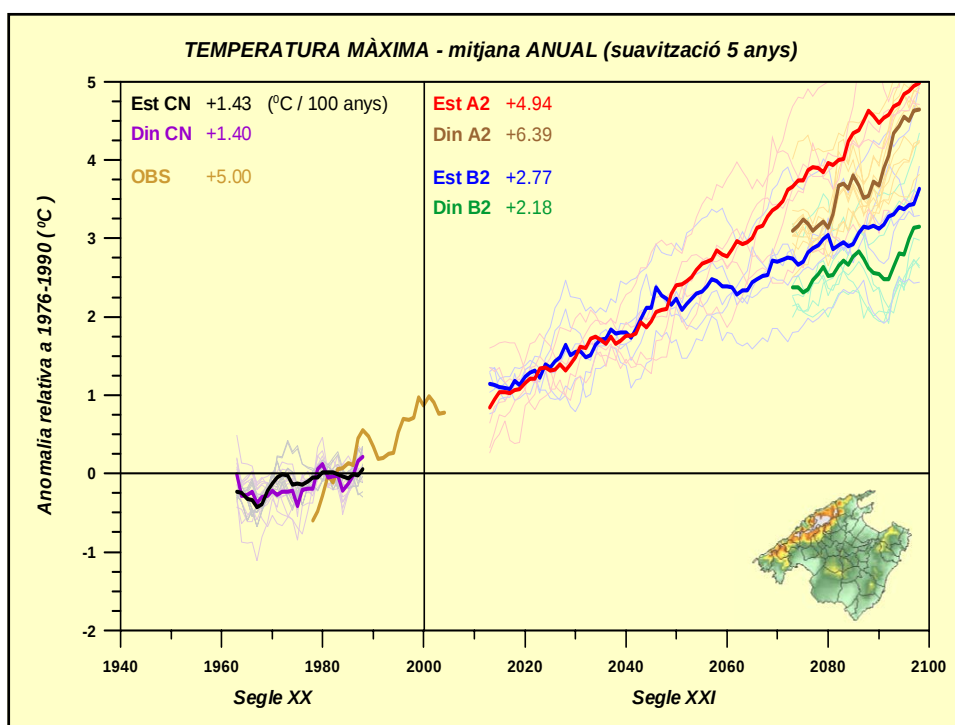
Tècniques dinàmiques (PRUDENCE)

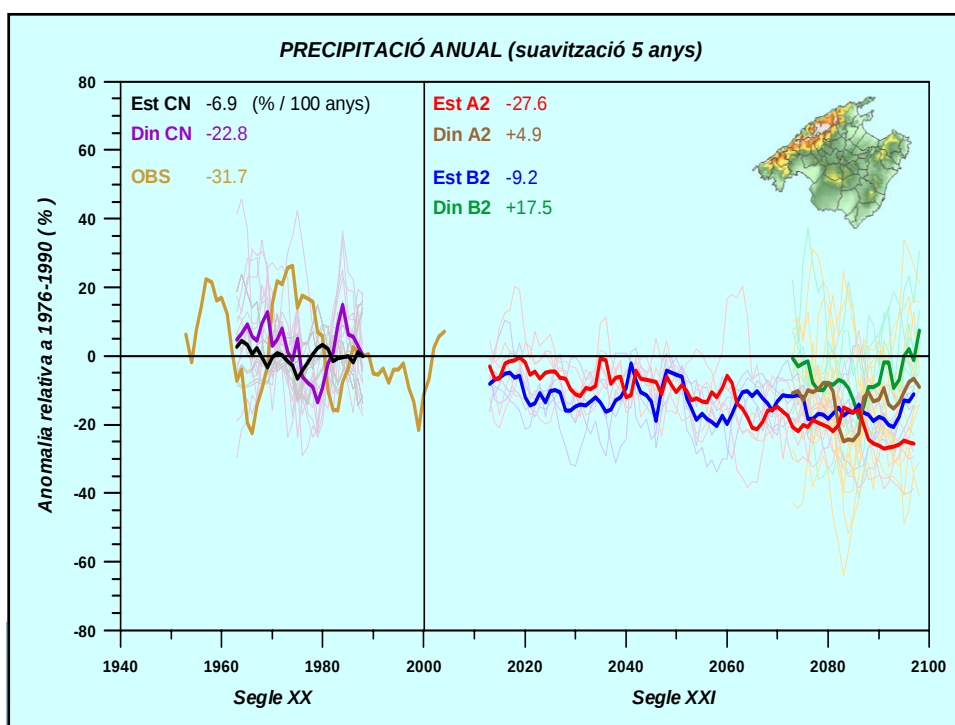
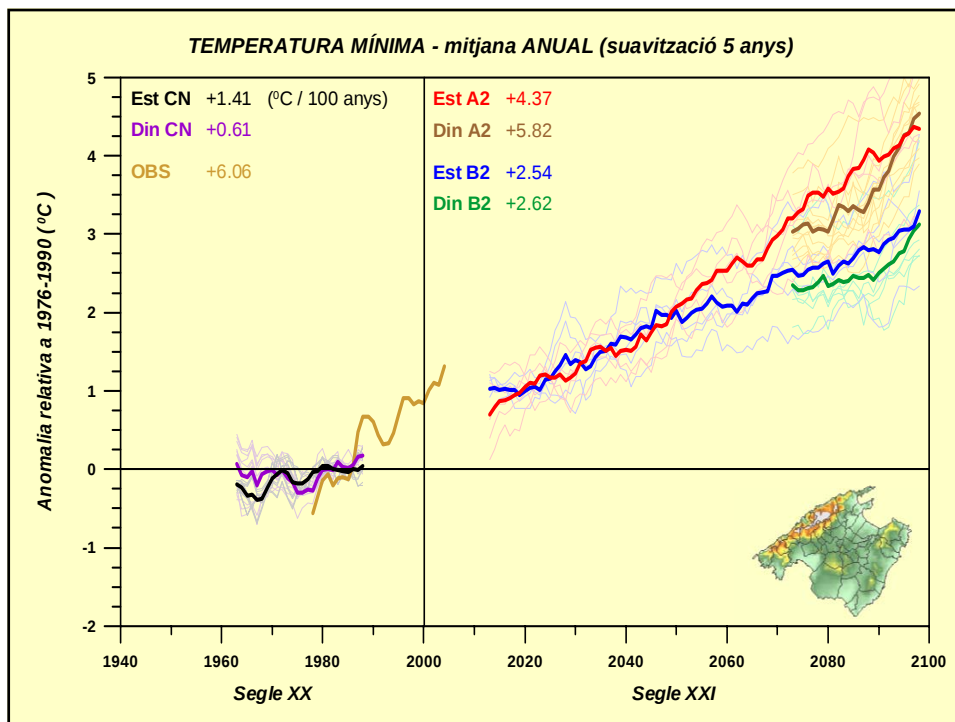
► Productes:

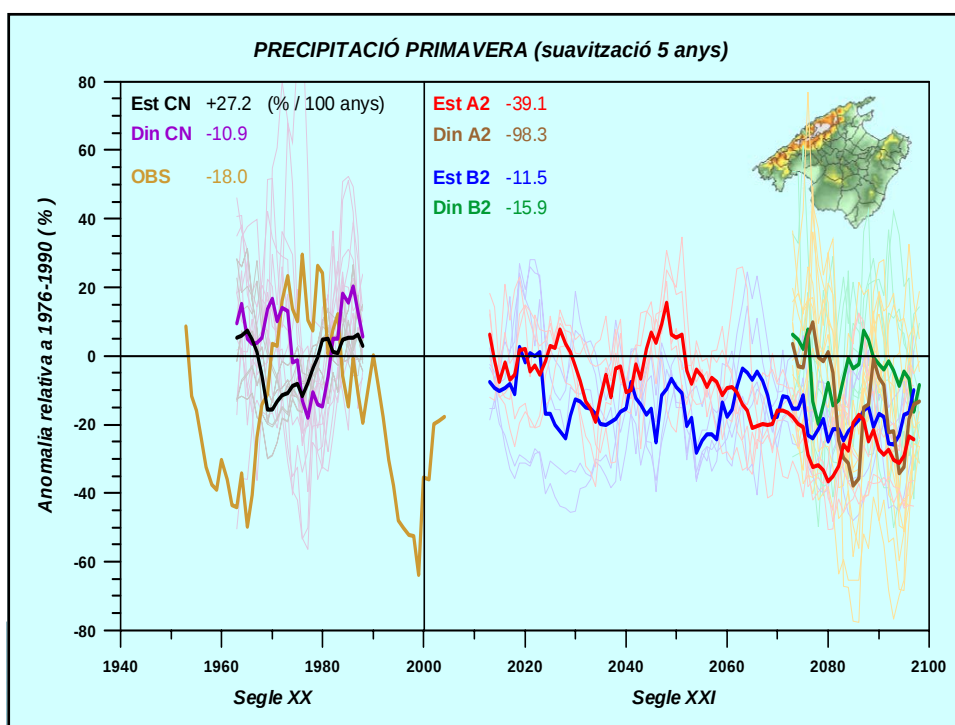
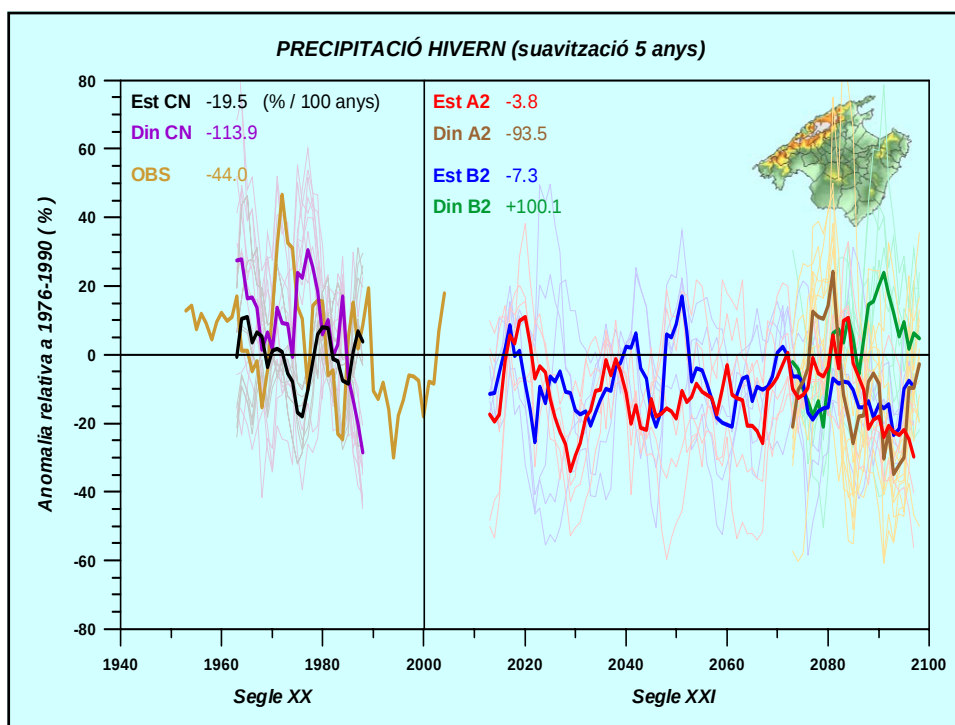
- Paràmetres d'un model meteorològic
- Períodes: 1961–1990 i 2071–2100
- Escenaris: A2 i B2
- Interpolats a una malla comú:

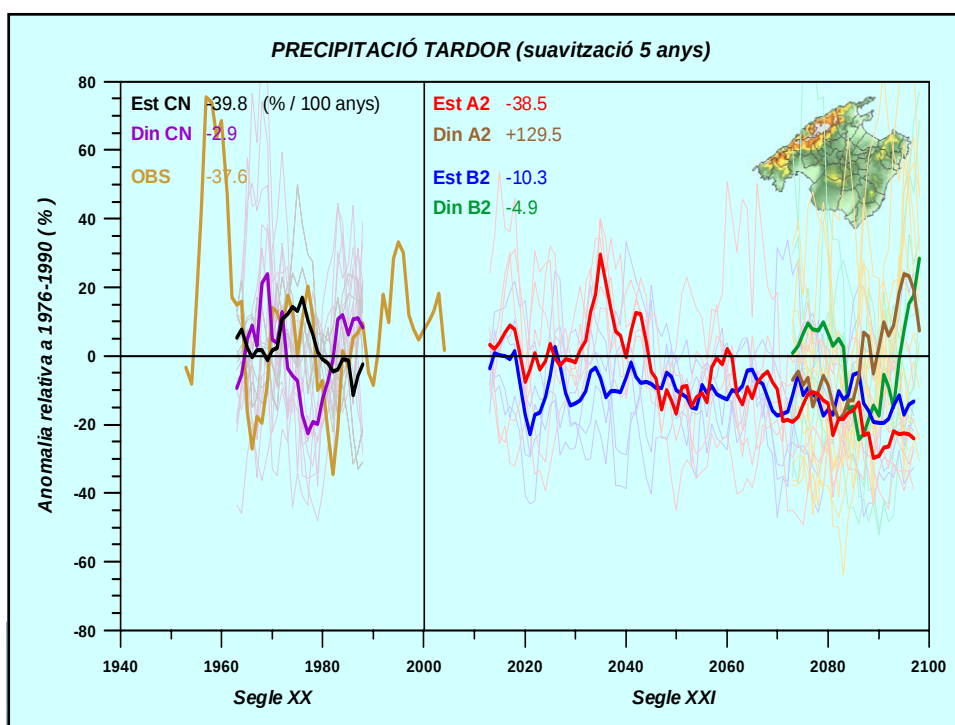
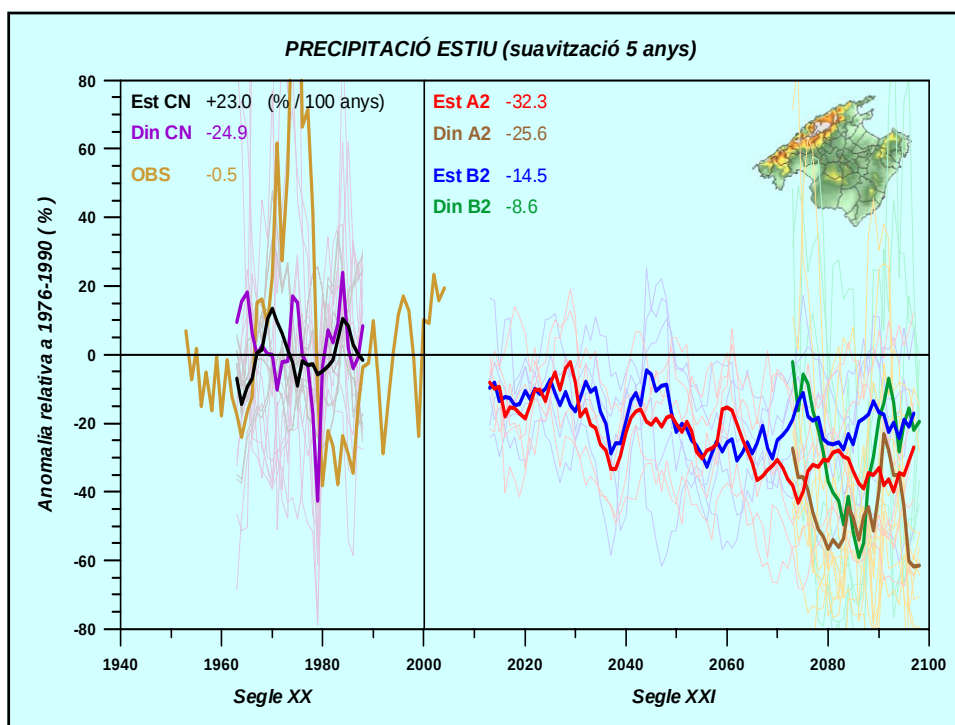


Resultats de la regionalització per a Balears









Tendència PRECIPITACIÓ (suavització 5 anys)



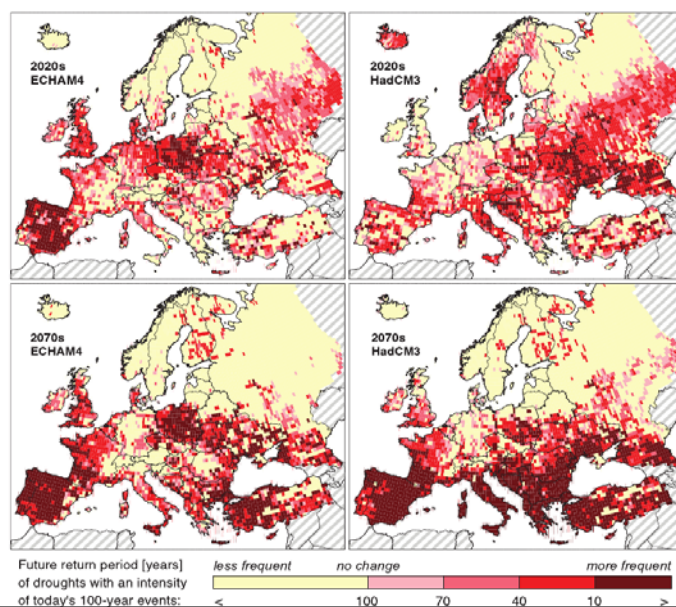
en % / 100 anys	ANUAL	Hivern	Primavera	Estiu	Tardor
Est CN 1961–1990	-6.9	-19.5	+27.2	+23.0	-39.8
Din CN 1961–1990	-22.8	-113.9	-10.9	-24.9	-2.9
OBS 1951–2006	-31.7	-44.0	-18.0	-0.5	-37.6
Est A2 2011–2099	-27.6	-3.8	-39.1	-32.3	-38.5
Din A2 2071–2100	+4.9	-93.5	-98.3	-25.6	+129.5
Est B2 2011–2099	-9.2	-7.3	-11.5	-14.5	-10.3
Din B2 2071–2100	+17.5	+100.1	-15.9	-8.6	-4.9

Conclusions Precipitació regionalització

- **Gran variabilitat**, amb tendències positives i negatives.
- En general **dominen les pèrdues de precipitació**, especialment en les sèries més llargues dels mètodes estadístics.
- Els **canvis** de precipitació són **majors** per a l'**escenari alt** (A2) que per a l'**escenari baix** (B2), amb pèrdues **comparables** a les **observades** durant les darreres dècades.
- Segons els mètodes estadístics, la **disminució** de la precipitació és **major a la primavera, estiu i tardor** que a l'hivern.

Indicadors addicionals de sequera

Frequència de “sequeres del segle” actuals durant el S.XXI (IPCC):



Canvi en l'escorrentia (IPCC):

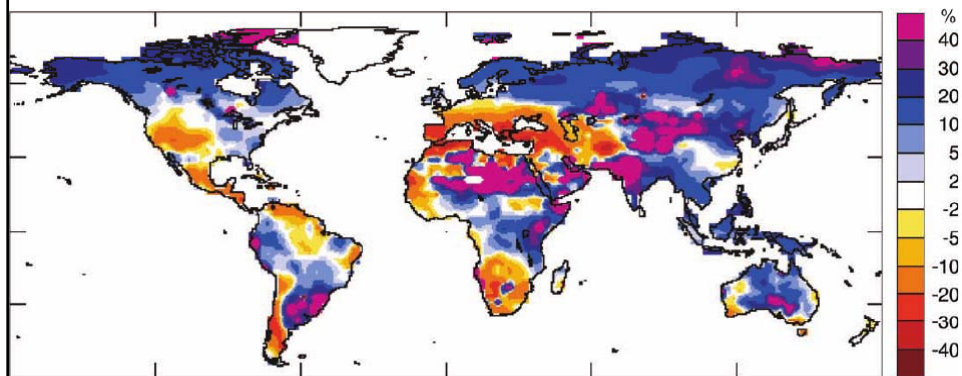
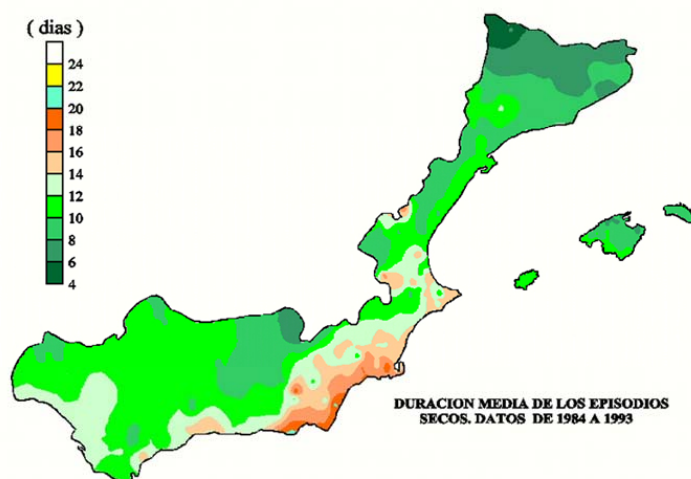
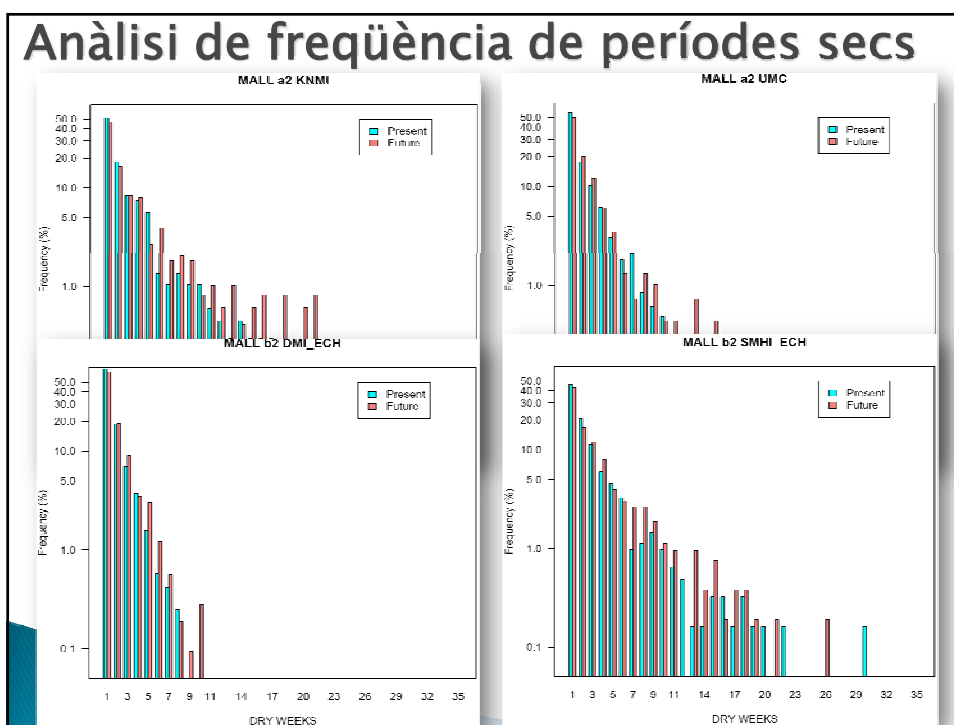
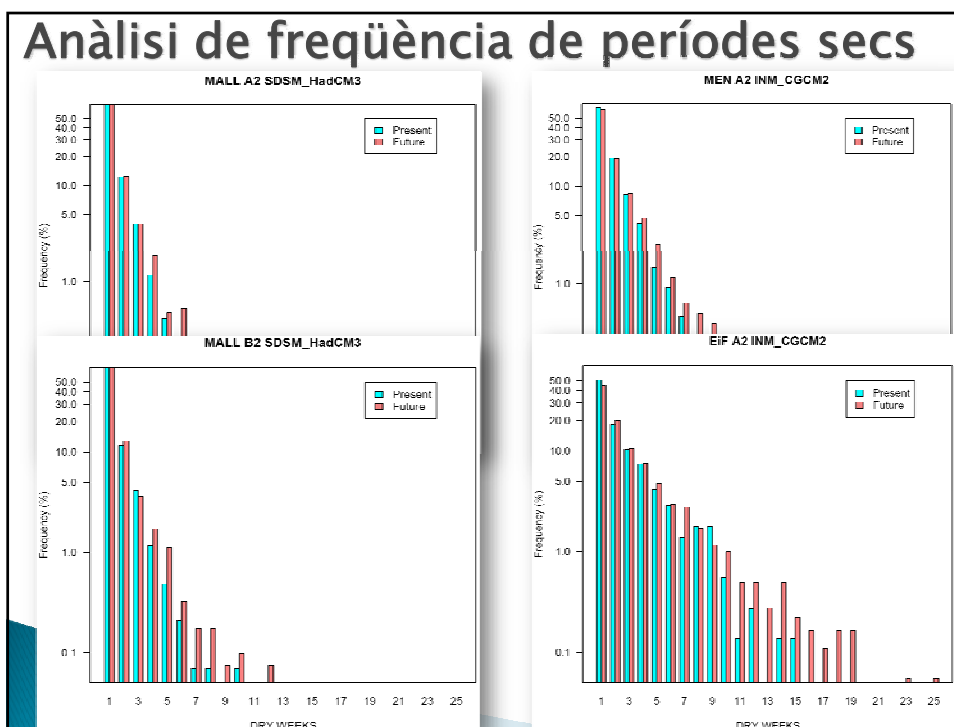


Figure 3.4. Change in annual runoff by 2041-60 relative to 1900-70, in percent, under the SRES A1B emissions scenario and based on an ensemble of 12 climate models. Reprinted by permission from Macmillan Publishers Ltd. [Nature] (Milly et al., 2005), copyright 2005.

Anàlisi de freqüència de períodes secs





Continguts

- ▶ Canvis observats en temperatura i precipitació
- ▶ Projeccions globals (IPCC). Models del clima
- ▶ Regionalització de projeccions a les Balears: mètodes estadístics i dinàmics.
 - Temperatura
 - Precipitació anual
 - Freqüència de períodes secs
- ▶ **Fronts oberts. Recerca actual.**

Fronts oberts. Recerca actual

- ▶ Anàlisi física del sistema climàtic. Interaccions entre components.
- ▶ Millora de models globals:
 - Processos físics.
 - Avaluació escenaris emissions.
 - Resolució espacial. Regionalització?
 - Prediccions probabilistes.
- ▶ Adaptació projeccions climàtiques a procés de presa de decisió per a l'adaptació.
- ▶ Adaptació de processos de presa de decisió als límits de predicibilitat del sistema climàtic.



Del temps i de la guerra,
qui més hi diu més hi erra

Gràcies

Victor.Homar@uib.es