MedEC
Mediterranean Experts on Climate and environmental Change

IV CONGRÉS DE L'AIGUA A CATALUNYA

REPTES A LA GESTIÓ DELS RECURSOS HÍDRICS DAVANT L'EMERGÈNCIA CLIMÀTICA

Noves dates 19 i 20 d'octubre 2021

UNIVERSITAT DE BARCELONA

GAMA Meteorological Hazards Analysis

"L'aigua com a recurs minvant en el Mediterrani. Quin panorama deixarem a les generacions futures?".

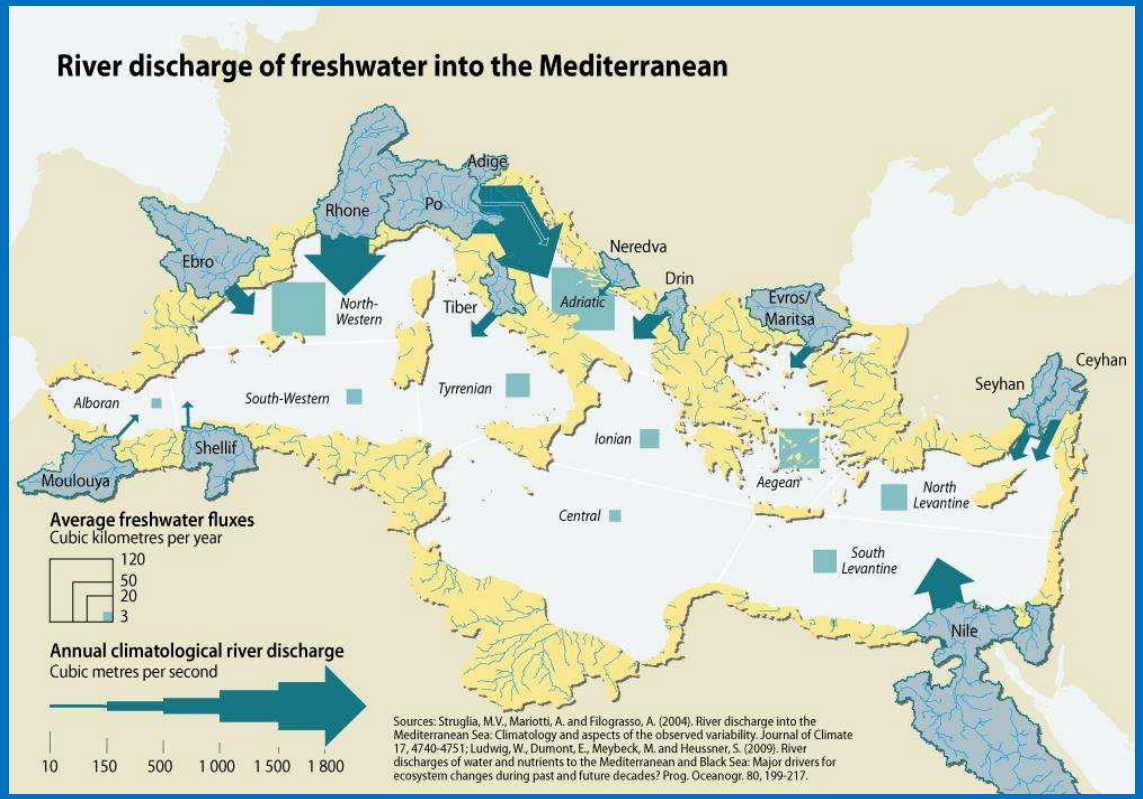
Dr. María del Carmen Llasat Botija
Departament de Física Aplicada
Universitat de Barcelona

CC BY SA

ARA: RECURSOS AIGUA

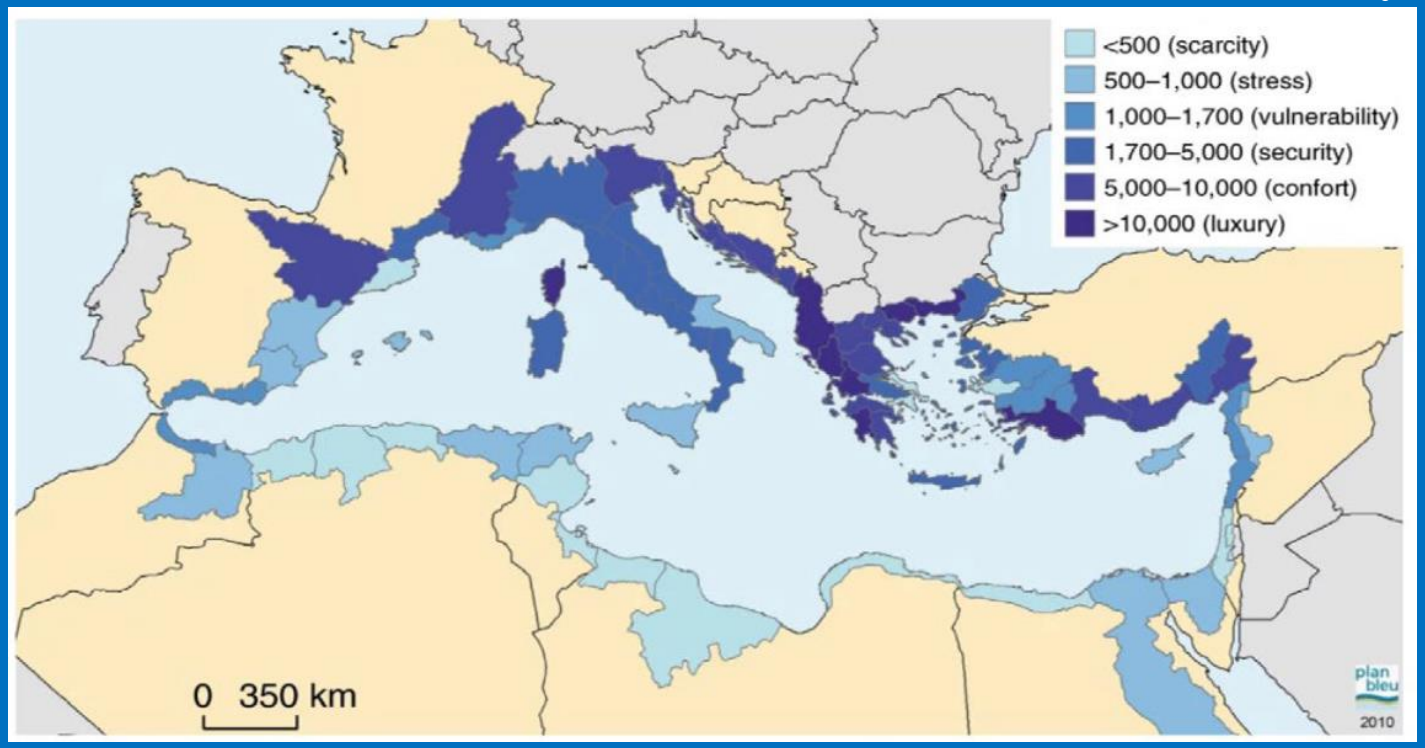
- Recursos d'aigua dolça renovables anuals totals: entre 1212 km³ i 1452 km³ (FAO, 2016)
- Recursos superficials envers subterranis: Nord, 96%; Sud, 89%; Est, 80%. Un 66% de l'aigua subterrània al E i S és « fòssil » (MED-EUWI, 2007).
- Percentatge del recurs originat en altre país: Nord, 22%; Sud, 18%; Est, 27% (FAO, 2016)
- Conques drenant en el Mediterrani i Mar Negre 5 milions km²; 71% de la descàrrega anual és del Nord, 12% de l'Est i 17% del Sud (Struglia et al. 2004). Flux total: 305-737 km³/any (Struglia et al. 2004; Ludwig et al. 2009).

72-74% recurs al nord del Mediterrani, 26-28% al sud i l'est.



Conques principals que drenen en el Mediterrani (Struglia et al. 2004).

El Nord te un 36% de la població i un 72%-74% de l'aigua dolça renovable; l'Est, 24% població i 19.5-21% recurs; el Sud, 40% població i 5-8.5% (FAO 2016).



Recursos naturals d'aigua renovable anuals per càpita expressats en nivells d'escassetat per a consum humà (Cramer et al., 2019, Nature Climate Change)

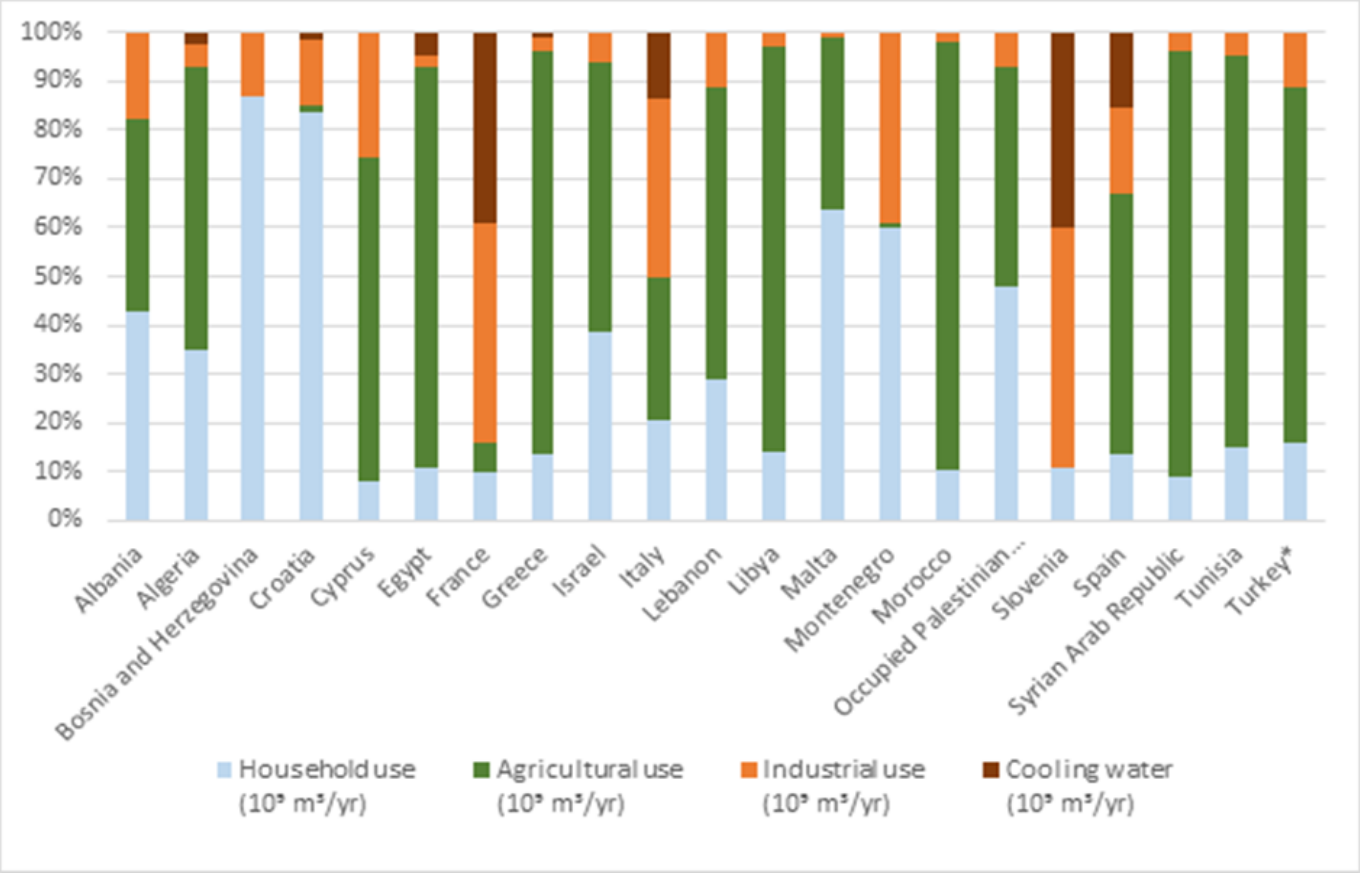
- 466 milions persones en 2010 (UNEP/MAP 2016).

180 milions de persones als països del sud i est de la Mediterrània pateixen escassetat d'aigua (« pobresa hídrica » <1000 m³/capita.any); 80 millions, escassetat extrema (<500 m³/capita.any) (Ferragina, 2010)

ARA: US PER SECTORS

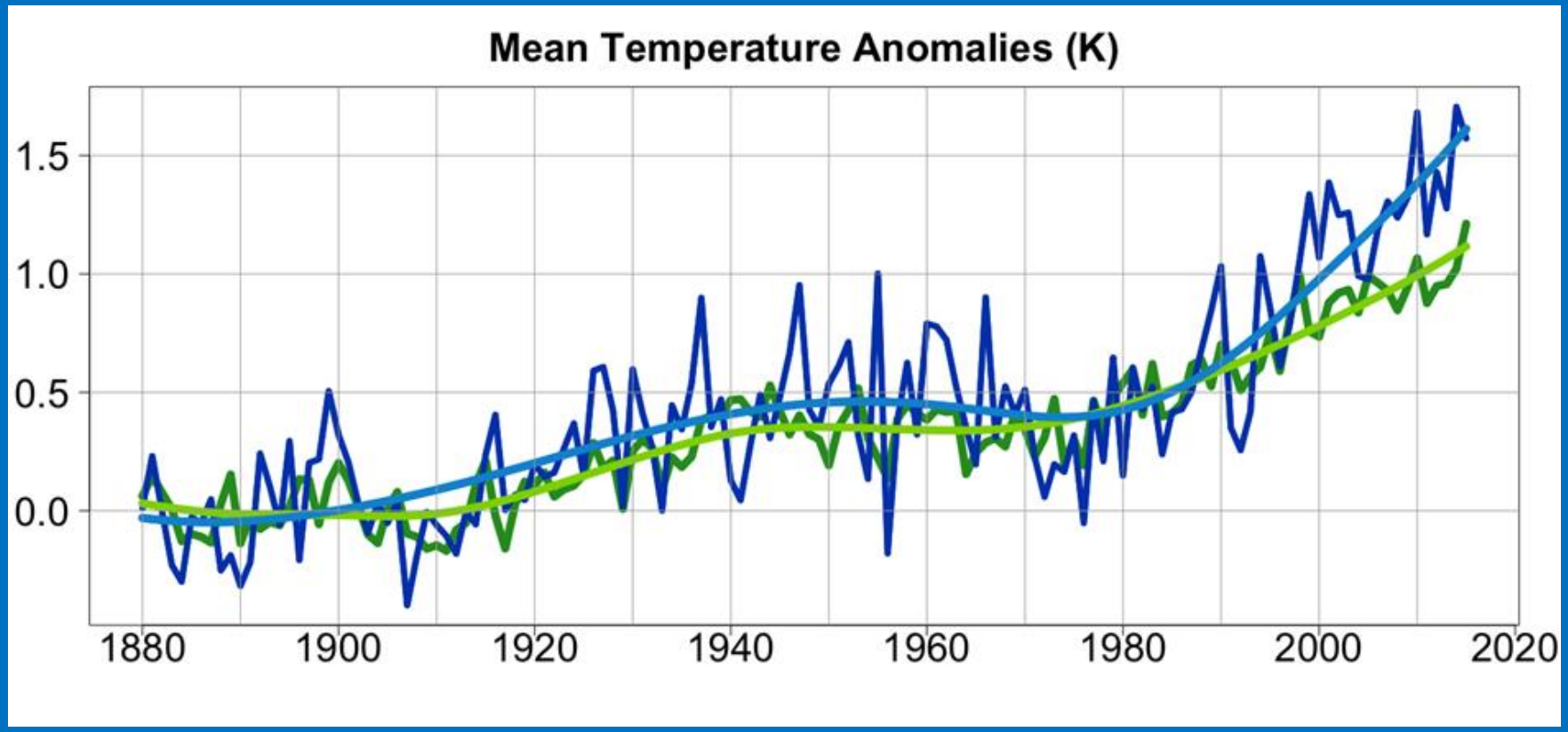
- El percentatge de regadiu de la superfície cultivada total és d'un 25% (27 milions ha, 8340 m^3/ha). Egipte (100%), Israel (76.3%), Turquia (71%), Líban (78.8%), Grècia (70.9%)
- Turisme (289 milions 2017, 76% al Nord) (1-7% consum total)
- Sector industrial: 59.6 km^3/any; 38 km^3/any refredament tèrmiques I nuclears (Burak and Margat 2016): aprox. 30% us aigua al Mediterrani; hidroelèctriques: 228 GW (38% de la producció d'electricitat en el Mediterrani
- Consum municipal: 30% del total.

El principal usuari d 'aigua és l' agricultura (193 km^3/any, 64-69% total) (FAO, 2016)



Demanda d'aigua per sector com percentatge de la demanda total (Burak and Margat 2016).

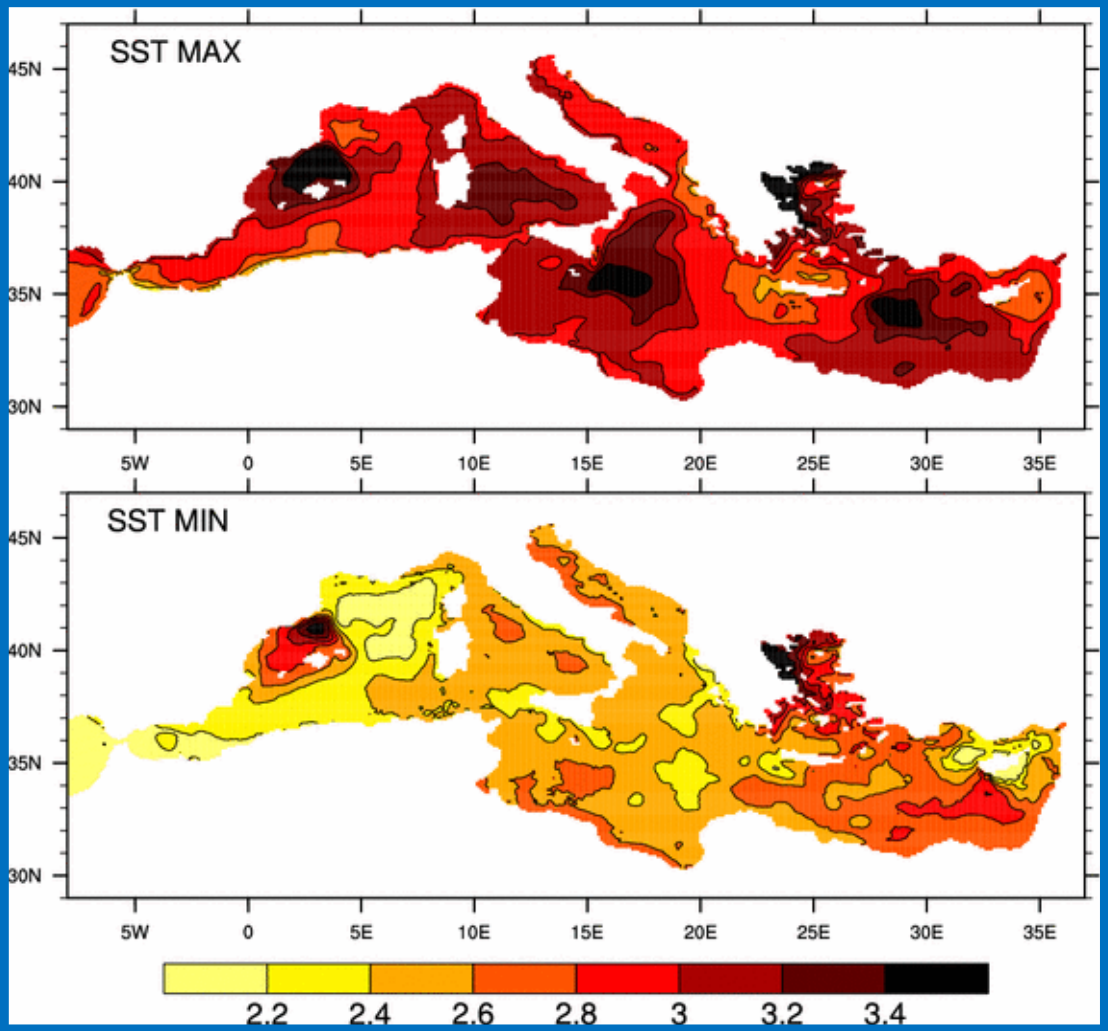
La temperatura de la regió Mediterrània ha augmentat més que la mitjana mundial



Augment de l'anomalia de temperatura mitjana anual respecte el període 1880-1899 (Verd: mitjana mundial; blau: Mediterrani). (Cramer et al, 2018. Nature Climate Change)

- **Ara: ΔT mitjà anual, 1,5 °C respecte periode preindustrial (unos 0,03ºC/año)**

El mar Mediterrani s'està escalfant més ràpidament



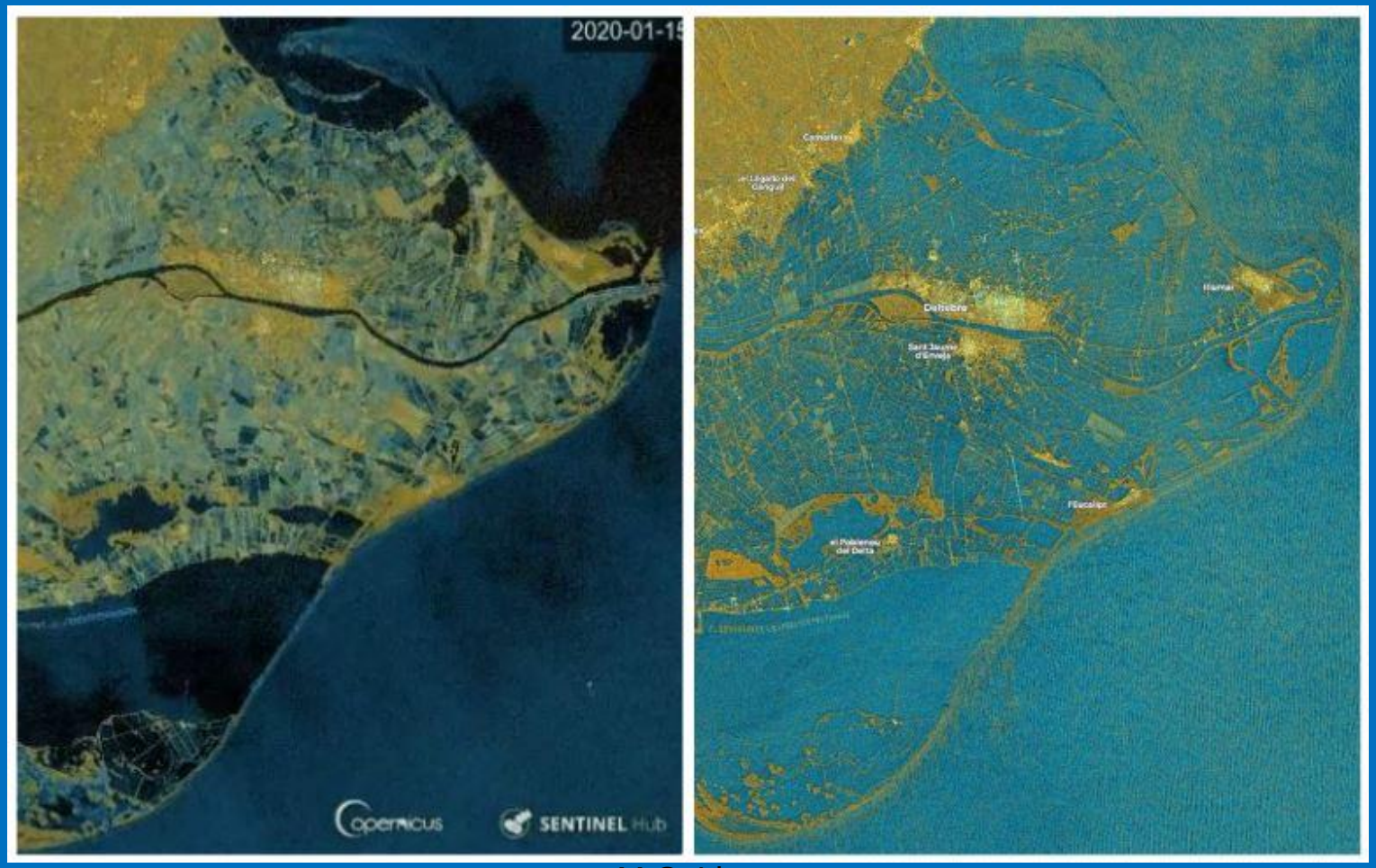
Canvis màxims i mínims de SST 2070-2099 respecte 1961-1990. (Adloff et al, 2013)

- **SST 0.4°C/dècada (1985-2006) (0.3°C/dec. W, 0.5°C/dec. E)**
- **Major augment MJJ**
- **Major escalfament aigües fondes que en altres oceans del món**
- **1982-2019: SST 1.3ºC (Pastor et al., 2020) versus TA 1ºC**

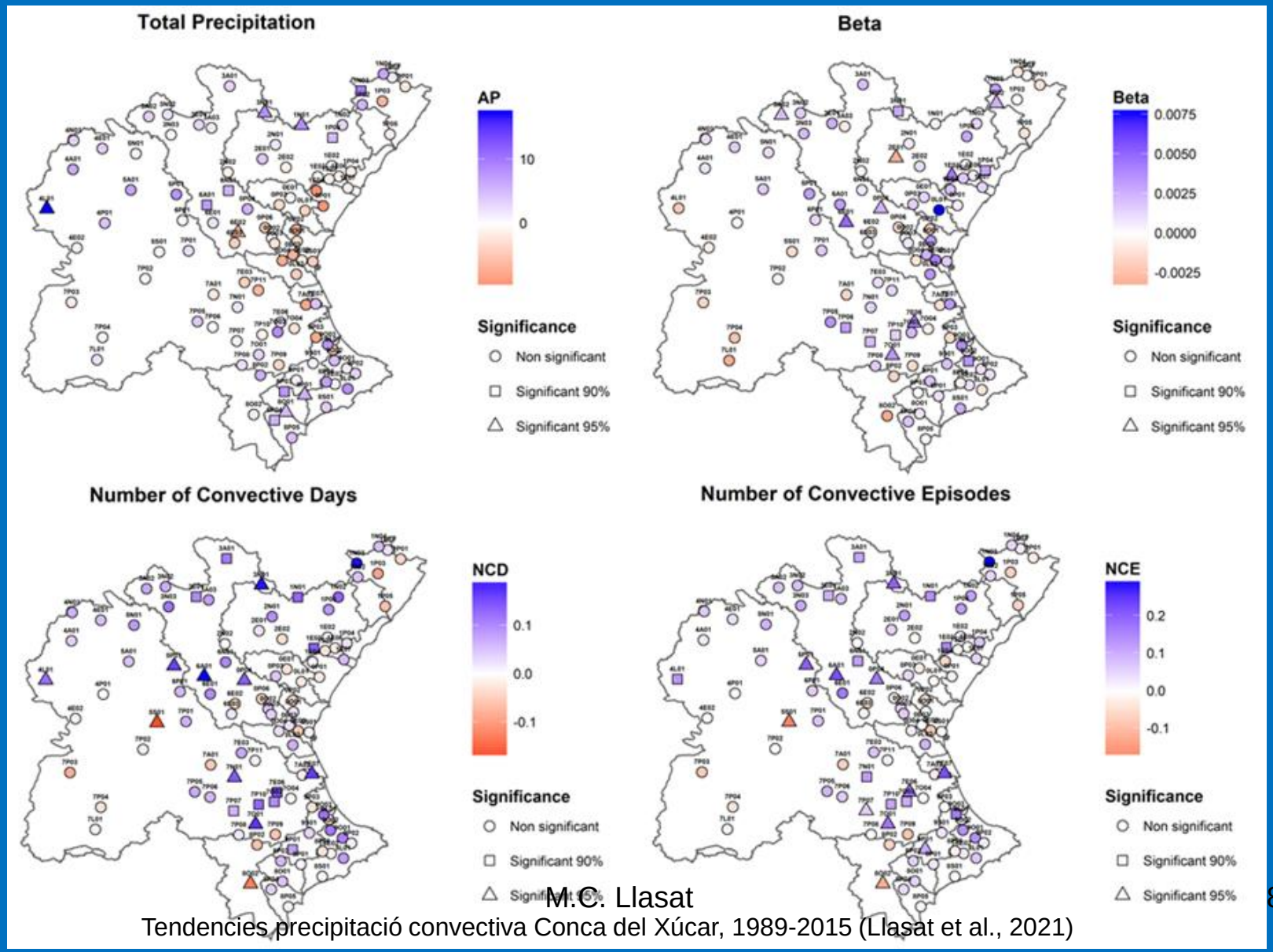
- **Els oceans absorbeixen un 30% del CO_2 antropogènic. El pH ha disminuït 0,1; continuarà disminuint la raó de 0,018- 0,028 pH / dec.**

L'augment del nivell del Mediterrani incrementa la intrusió salina i el risc d'inundacions.

- **Augment 0.7 mm/a (1945 a 2000), 1,1 mm/a (1970-2006), 6 cm (darrers 20 años)**



Augment de les precipitacions intenses

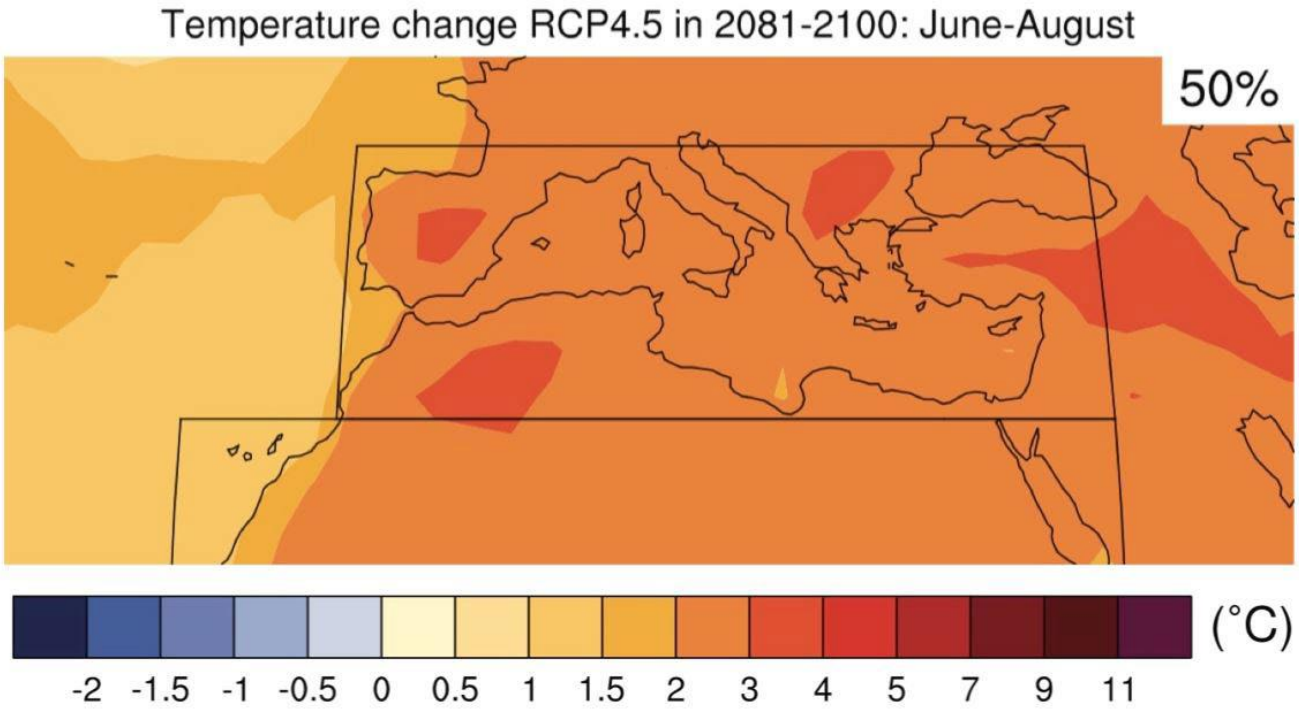


M.C. Llasat

Tendencies precipitació convectiva Conca del Xúcar, 1989-2015 (Llasat et al., 2021)

DEMÀ: TEMPERATURES

- **2100: ΔT mitjana anual, 3,8-6,5 °C (RCP 8.5), 0,5-2,0 °C (RCP 2.6)**
- **Les temperatures a l'estiu pugen molt més que a les altres estacions de l'any. Per moltes de les grans ciutats de la Regió MENA l'estiu més fred del futur serà més càlid que el mes més fred del present**
- **Augment onades de calor (durada i freqüència) i nits tropicals, agreujat per l'efecte d'illa urbana.**



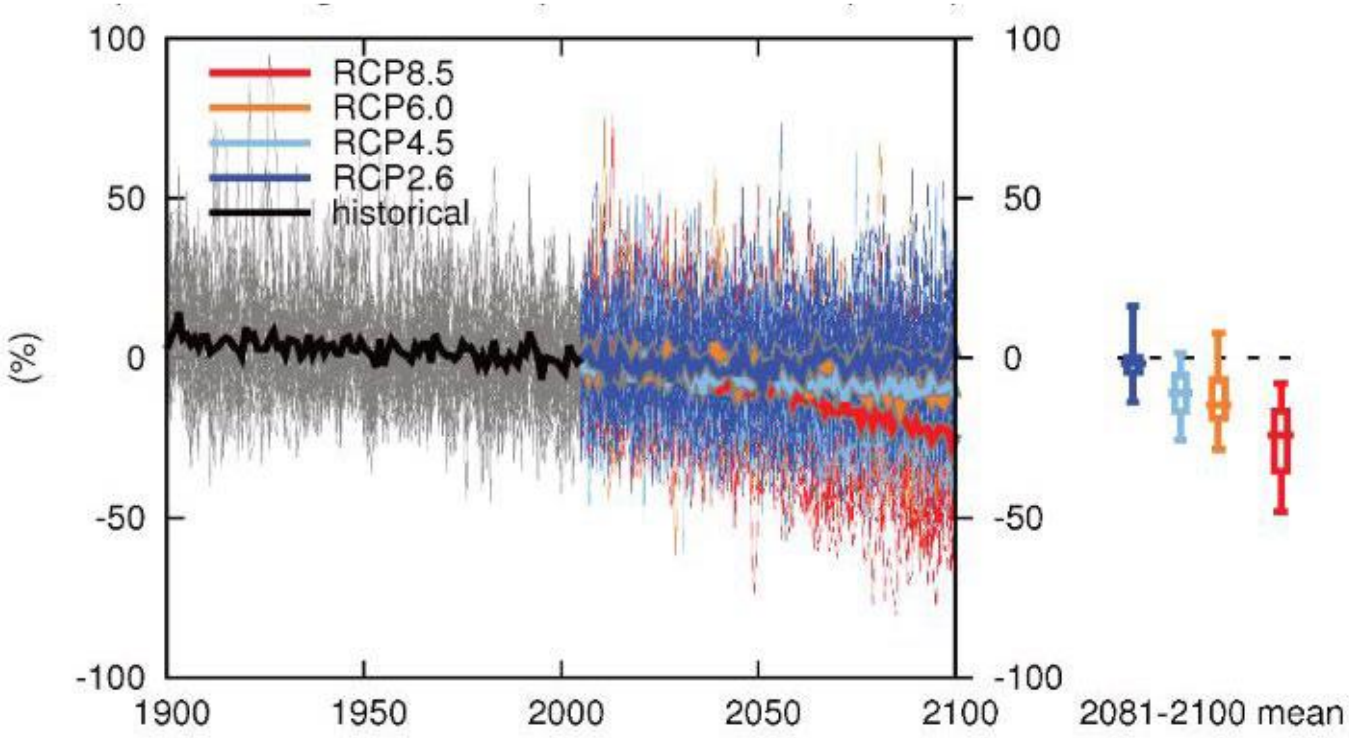
Sense mesures de mitigació T augmentarà 2,2ºC en 2040, podent excedir 3,8 ºC en algunes subregions el 2100.

Canvi de temperatura pels mesos d'estiu del 2081–2100 comparat amb 1986–2005, sobre la base de l'escenari mitjà-baix, RCP4.5. Per tal d'obtenir l'escalfament en respecte al període preindustrial (1880-1899) cal afegir-hi uns 0,85 ºC (MedECC, 2018).

DEMÀ: PRECIPITACIÓ

- Un increment de 2°C implicaria una disminució de la precipitació d'estiu del 10-15% in S Francia, NW Espanya i Balcans, i d'un 30% en Turquia.
- Més de 2ºC: disminució >30% i desaparició de l'estació de gelades en algunes regions (i.e. Balcans).
- Augment de les precipitacions intenses en el Nord i disminució en la part Sud
- Les pluges fortes poden intensificarse entre un 10-20%

Per cada 1º d'augment, disminució de P del 4% en una gran part de la regió, sobre tot al Sud.

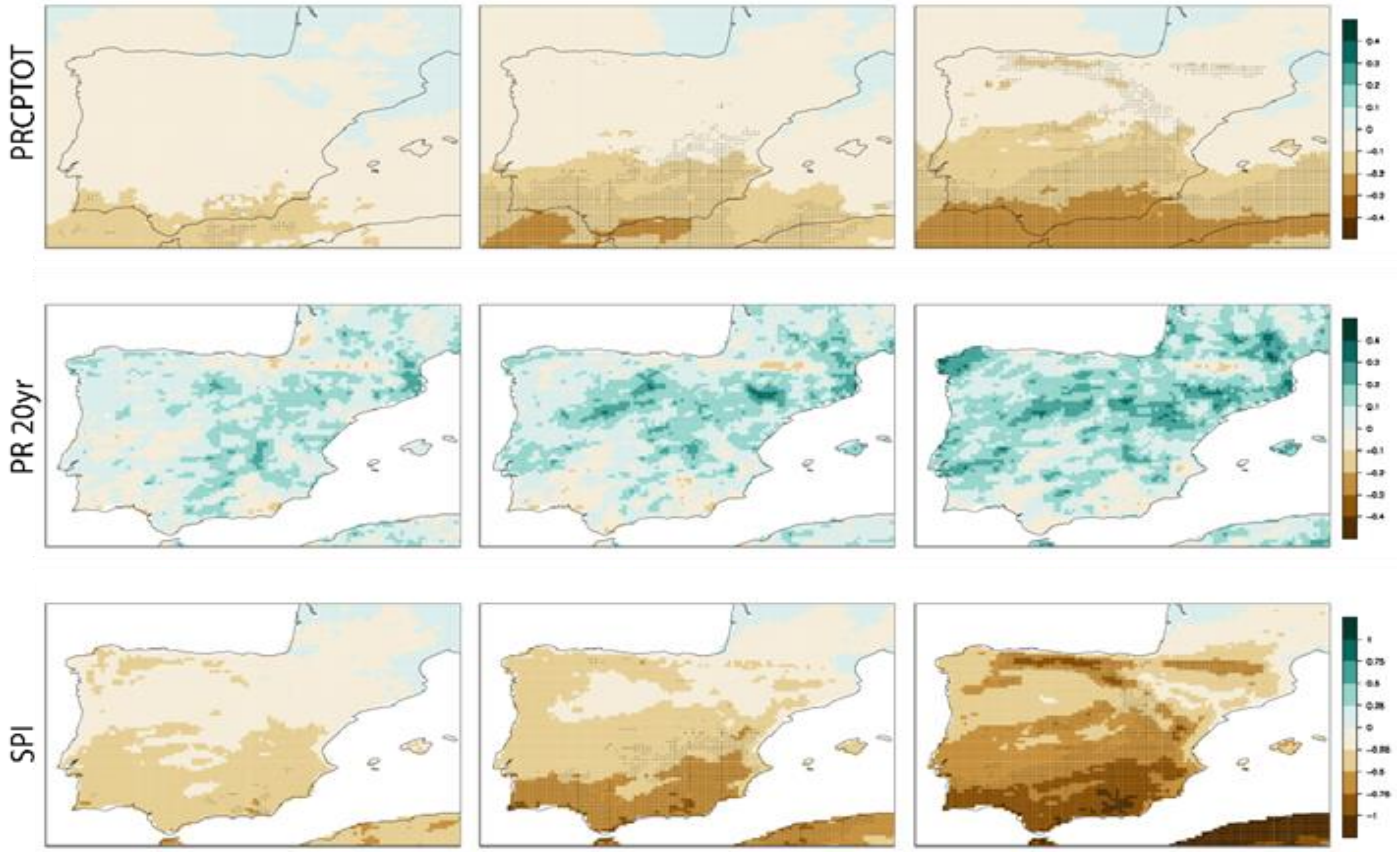


Canvi de precipitació respecte al període 1986-2005 a la regió del sud d'Europa / Mediterrània (30 ° N a 45 ° N, 10 ° W a 40 ° E) d'abril a setembre. (IPCC, 2013)

DEMÀ: EXTREMS PRECIPITACIÓ

- **Augment de la freqüència de sequeres degut a l'augment d'evapotranspiració, evaporació**
- **Augment duració ratxes seques de 7% per 1.5°C.**
- **Pluges intenses es poden intensificar entre el 10-20%.**

Sequeres extremes més freqüents que en l'actualitat.

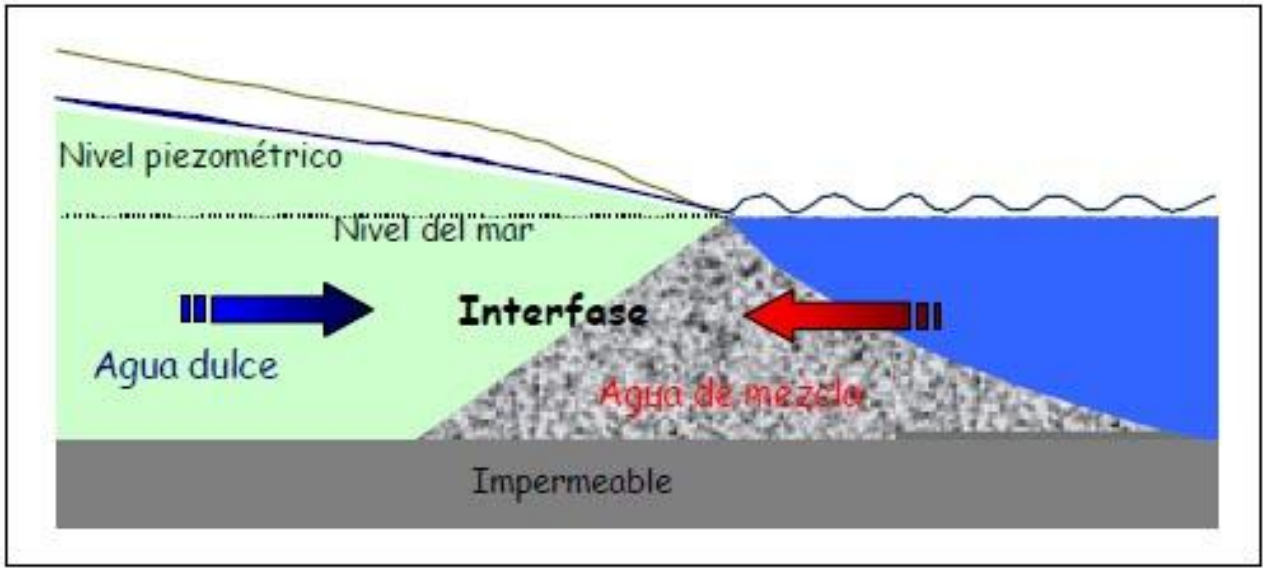


Mitjana conjunt dels canvis (en%) de precipitació total (PRCPTOT), T=20 anys , màxims anuals de precipitació diària, índex de precipitació estandarditzat (SCI) per a escalfament global de 1.5, 2 i 3 ° C. (Turco et al, 2018, AEC).

DEMÀ: TEMPERATURA I NIVELL DEL MAR

- 2100: entre +1.8°C i 3.5°C comparat amb 1961-1990 (<Illes Balears, NW Ionian,..)
- El pH ha disminuït 0,1; continuarà disminuint a raò de 0.018- 0.028 pH/dec.
- Canvis en la circulació que poden provocar desnivells de >10 cm

Pujada del nivell del mar 52-190 cm en el 2100 que serà agreujada per la pèrdua de gel de l'Antàrtida I Groenlàndia.

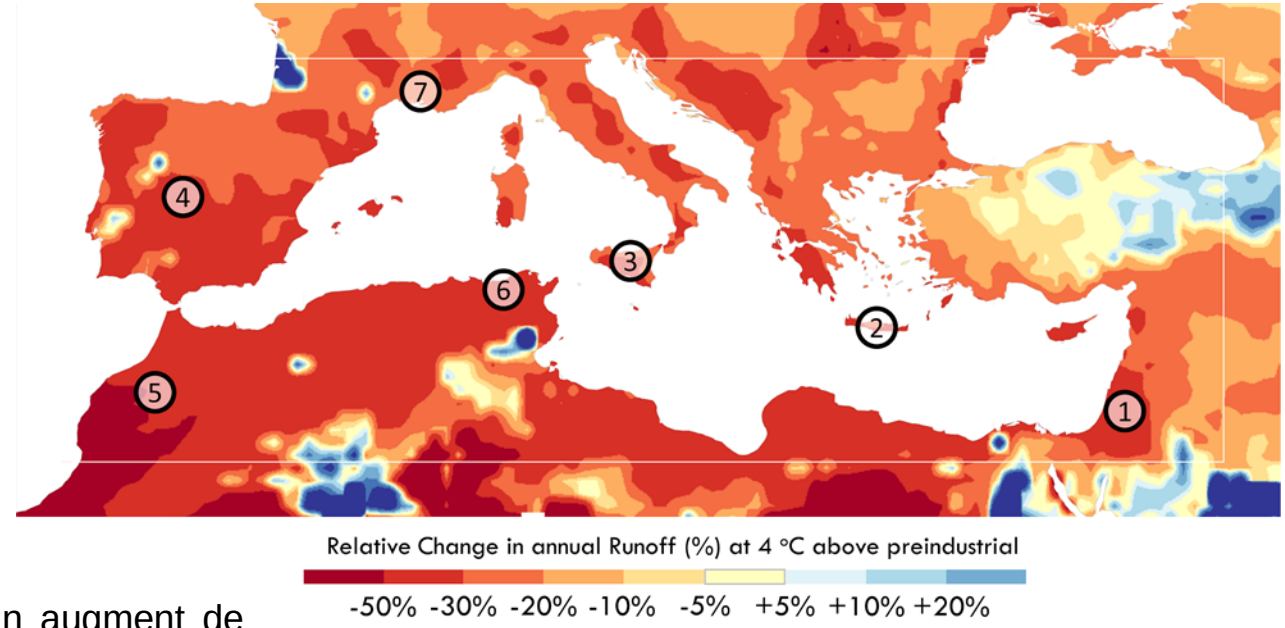


Esquema intrusió salina. Grup d'Investigació de Recursos Hídrics, Universitat de Castellón

DEMÀ: AUGMENT DEMANDA AIGUA

- 529 milions persones en 2025 (UNEP/MAP 2016).
- En alguns països la població disminuirà 1-5% (2025) i 16-62% (2100)
- Decreixement de població: Albània, Bòsnia i Hercegovina, Grècia, Itàlia, Malta, Montenegro, Macedònia, Portugal, Líban (UN 2019).
- Augment de població en el Sud i l'Est
- 1/3 de la població de les regions costeres, 37 milions persones en el Nord d'Àfrica
- Abstracció per activitat industrial i energètica disminuirà per millora eficiencia i utilització aigua reciclada en el Nord. La demanda en el Sud I l'Est augmentarà fins el 7% en 2025 (Verdier and Viollet 2015).

Necessitats irrigació (50%-90% de la demanda total) augmentaran 4-18% (2°C-5°C)



Canvi escorrentia per un augment de 4°C relatiu a 1981-2010. MedECC, 2019.

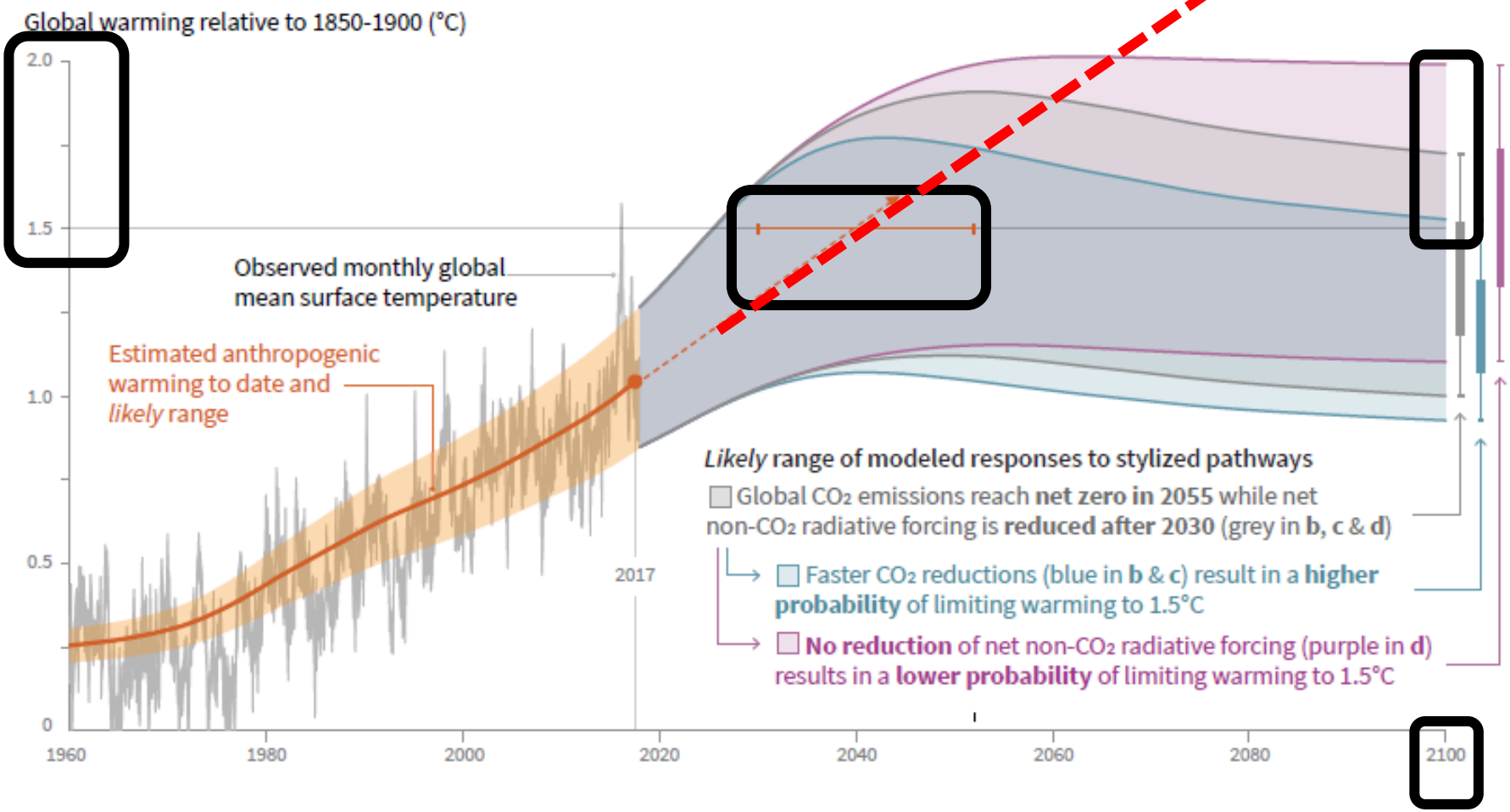
DEMÀ: RISC I RECURS

- 2050: la meitat de les 20 ciutats del mon amb més danys per pujada del nivell del mar seran al Mediterrani
- 2%-15% disminució aigua dolça si augment 2ºC.
- Augment demanda per augment població (22-74%)
- Intrusió d'aigua salina en la costa
- Augment dels impactes de les sequeres i inundacions
- Disminució de recursos subterranis (qualitat i quantitat) sobre tot en N Àfrica
- Augment de les diferencies regionals respecte a la seguretat alimentaria i la dependencia d'importacions.
- Afectació als mitjans de vida; augment dels conflictes i les migracions.

250 milions de persones "pobres en aigua" en els propers 20 anys. Major escassetat d'aigua en l'Est i Sud.

PMA/Sayed Asif Mahmud.

DEMÀ: MITIGACIÓ



M.C. Llasat

Si es manté la tendència observada fins al moment, l'escalfament global possiblement arribarà a 1,5ºC entre els anys 2030 i 2052.

CC BY SA

DEMÀ: MESURES D'ADAPTACIÓ

- **Estratègies i polítiques per a la gestió de l'aigua i adaptació al canvi climàtic**
- **Forta interconnexió amb la resta de sectors: Nexus Aigua-Energía-Alimentació**
- **Gestió de la demanda d'aigua, reducció de pèrdues d'aigua**
- **Optimització regadiu**
- **Mantenir la dieta mediterrània, consumir aliments produïts localment, reduir els residus alimentaris… estalvia aigua, emissions de carboni i te beneficis nutricionals**
- **Solucions tècniques:**
  - **Reutilització (per agricultura i activitats industrials, i recàrrega d'aqüífers**
  - **Dessalinització (per aigua de boca)….inconvenients impacte ambiental, requeriments energètics**
  - **Transvasaments…controvèrsies i conflictes**
  - **Presses…impacte ambiental i social**

Moltes gràcies per la seva atenció

carmell@meteo.ub.edu
http://gamariesgos.wordpress.com
A Twitter: @GAMA_UB

MedEC
Mediterranean Experts on Climate and environmental Change

IV CONGRÉS DE L'AIGUA A CATALUNYA
REPTES A LA GESTIÓ DELS RECURSOS HÍDRICS DAVANT L'EMERGÈNCIA CLIMÀTICA
Noves dates 19 i 20 d'octubre 2021