Associació Catalana d'Amics de l'Aigua
18/19 marzo 2015

I CONGRÉS DE L'AIGUA A CATALUNYA
Barcelona, 18 i 19 de març de 2015

Los efectos del cambio climático en la planificación hidrológica

Javier Martín-Vide
Universitat de Barcelona

Universitat de Barcelona

INSTITUT DE L'AIGUA

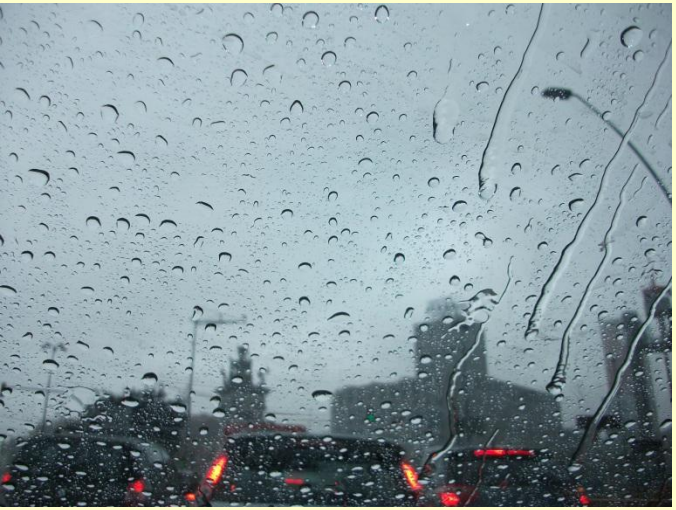
CosmoCaixa (Barcelona)

1. Singularidad de la precipitación en la Península Ibérica

J.Martín-Vide

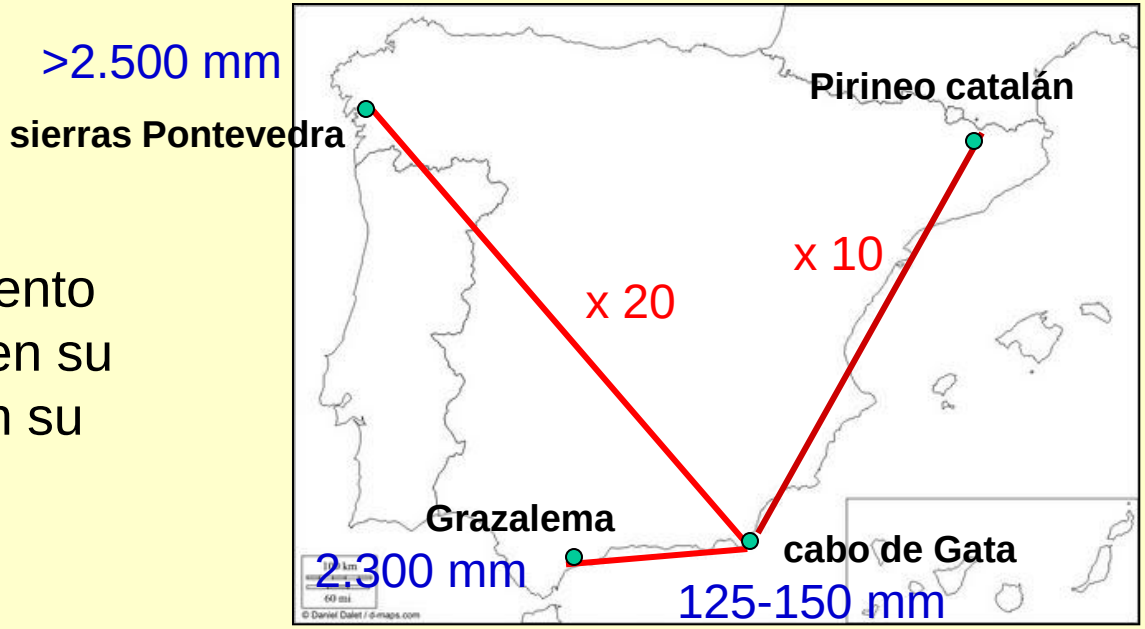
www.divulgameteo.com

La lluvia, el elemento climático más importante en la Península Ibérica



J.Martín-Vide

Un "problema de 600" (M. de Unamuno), *con 600 mm más de precipitación media y 600 m menos de altitud media se resolverían algunos de los males crónicos del país.*



La precipitación, el elemento climático más complejo en su distribución espacial y en su ocurrencia temporal

Decálogo de la precipitación en España

1) Pluviometría modesta

2) Alta variabilidad e irregularidad interanual

3) Elevada concentración diaria

4) Alta intensidad horaria

5) Largos períodos secos

6) Diferencia negativa entre precipitación y evapotransp. potencial

7) Diversidad de regímenes pluviométricos estacionales

8) Mal reparto meteorológico estacional

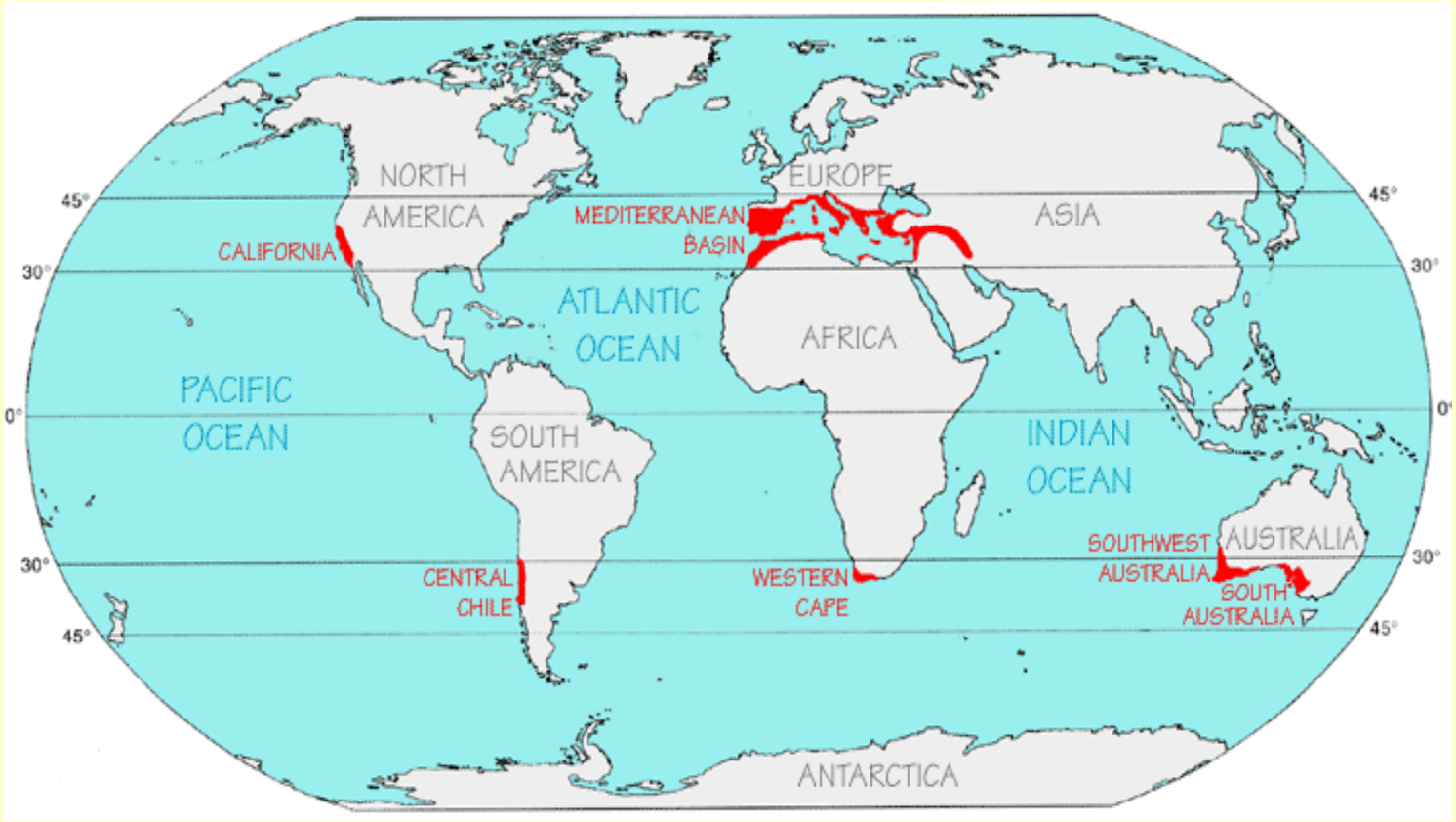
9) Existencia de anomalías pluviométricas de distinto signo entre regiones

10) Compleja distribución espacial

Martín Vide (1996)

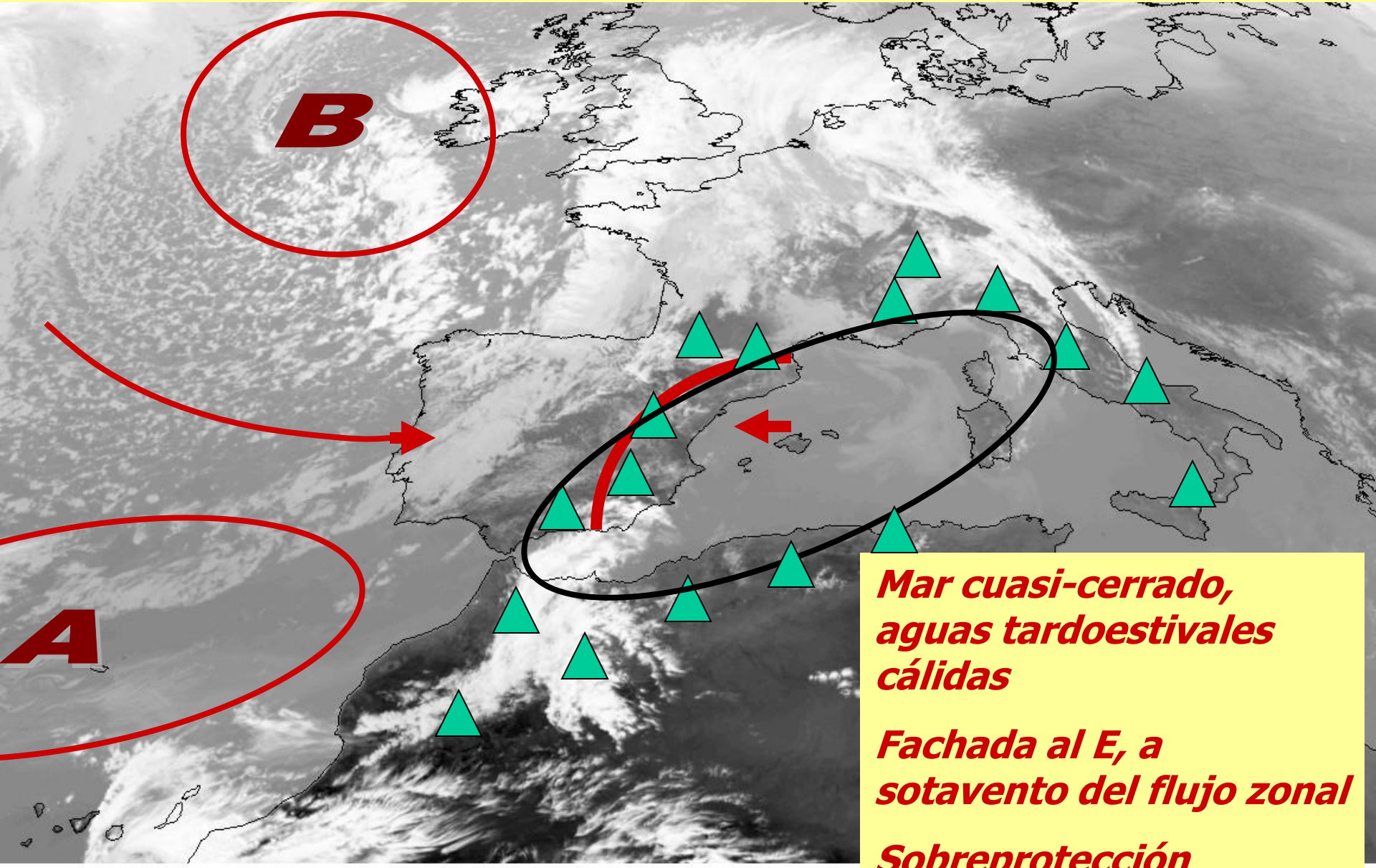
Regiones con clima mediterráneo

Todas las áreas con clima mediterráneo se sitúan entre 30/32º y 41/45º de latitud y se localizan en las fachadas occidentales de los continentes



Ecosystems of the World, Vol. II, *Mediterranean-Type Shrublands* (F. DiCastri, D.W. Goodall and R.L. Specht, Eds.), Elsevier, Amsterdam, 1981.

La singularidad climática de la cuenca del Mediterráneo occidental



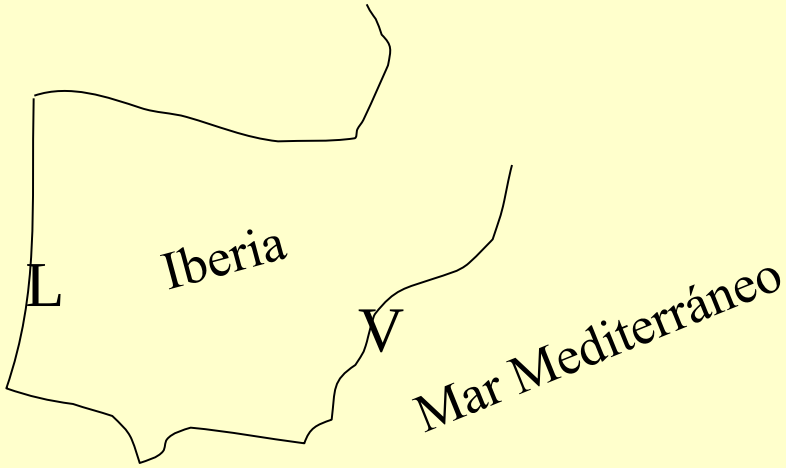
©Eumetsat Meteosat 9 (MSG2) HRIT (infra-red) Saturday, 17 March

Mar cuasi-cerrado, aguas tardoestivales cálidas

Fachada al E, a sotavento del flujo zonal

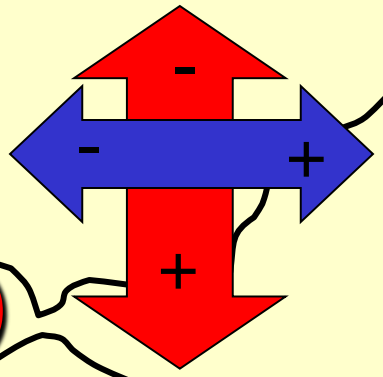
Sobreprotección orográfica, "autonomía"

Dos conceptos diferentes



Valencia tiene una componente del mar Mediterráneo y Lisboa no

Lisboa es tan mediterránea (subtropical) como Valencia



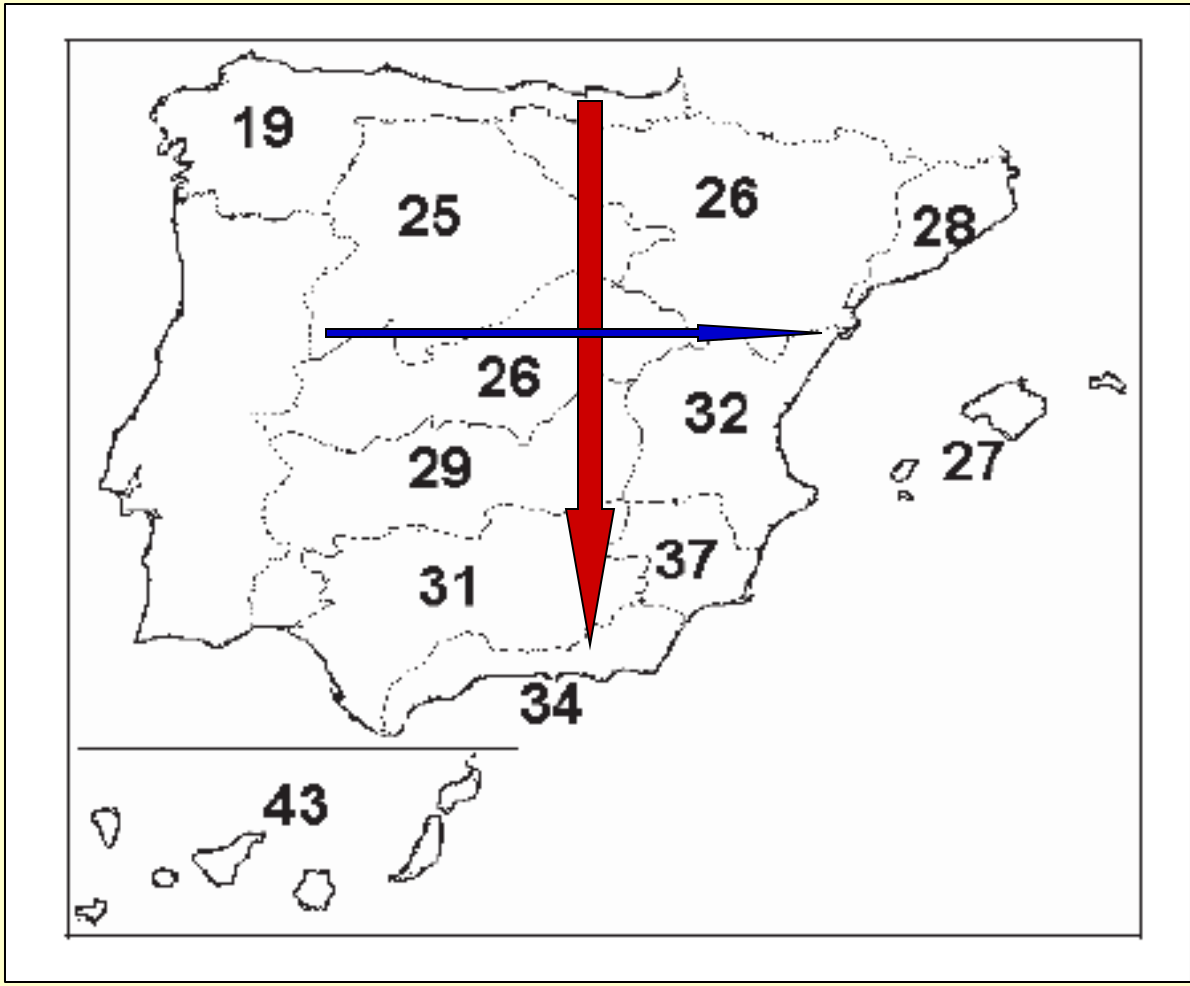
Componente del mar Mediterráneo

Mediterraneidad (subtropicalidad)

La variabilidad pluviométrica interanual

El contraste entre unos años relativamente lluviosos y otros muy secos

- Coeficiente de variación (%) de la precipitación anual (promedio cuenca hidrográfica)
- 274 estaciones 1949-1989

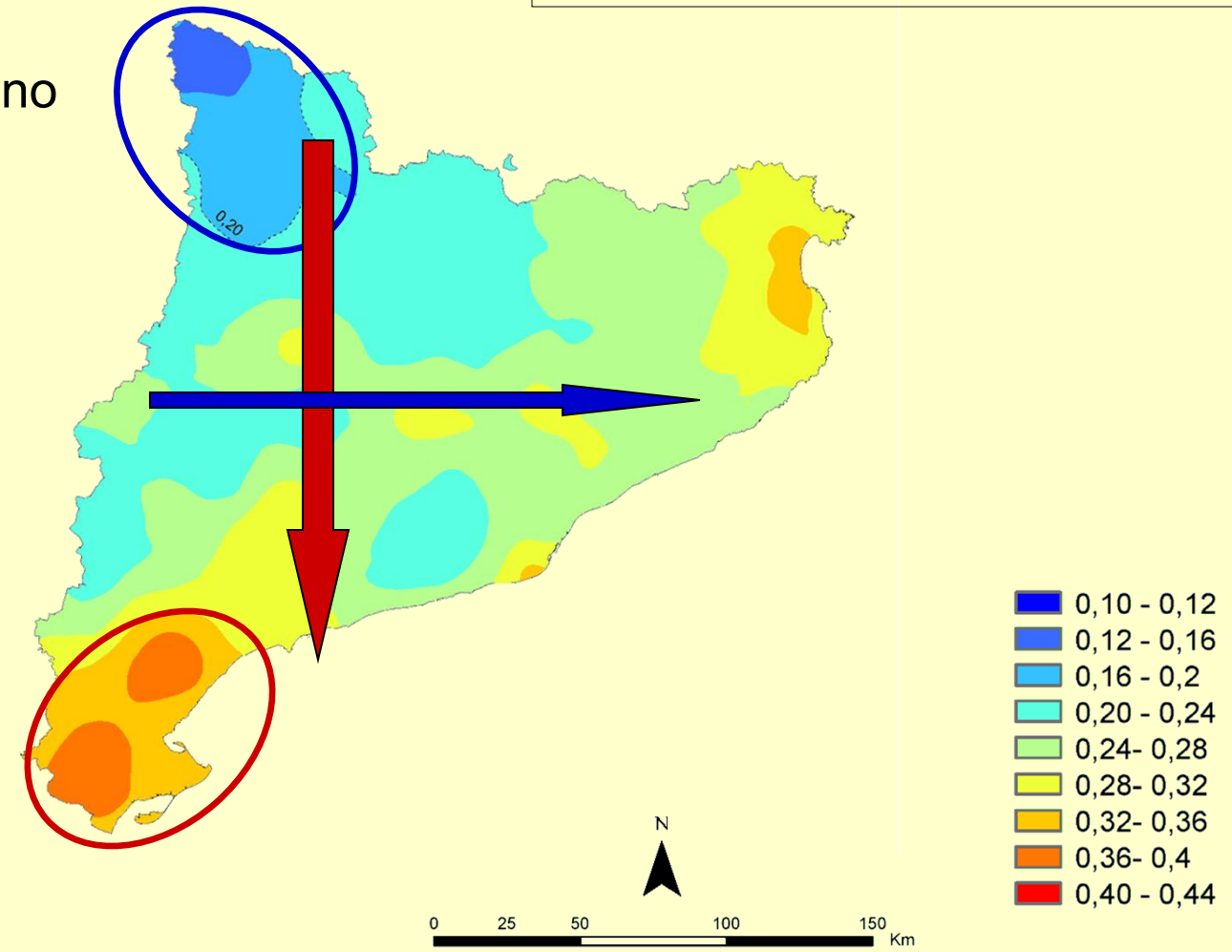


Martín Vide (1996)

…en Catalunya

Catalunya, 147 estaciones met. (+26 complem.), 1961-1990

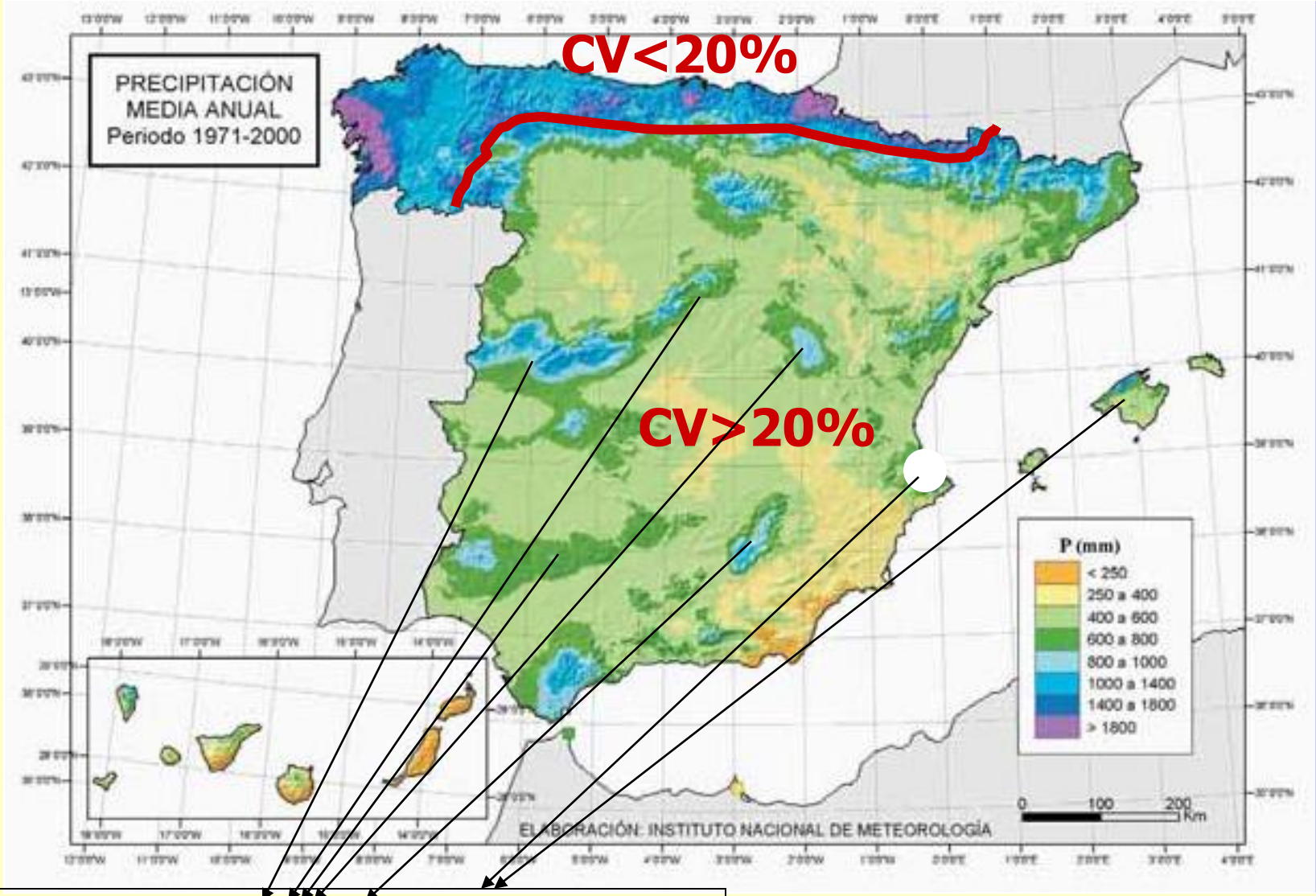
CV < 0,20 → no mediterráneo



CV > 0,35 → muy alta variabilidad

A partir de Cernocky, Sánchez, Téllez y Martín-Vide (2008)

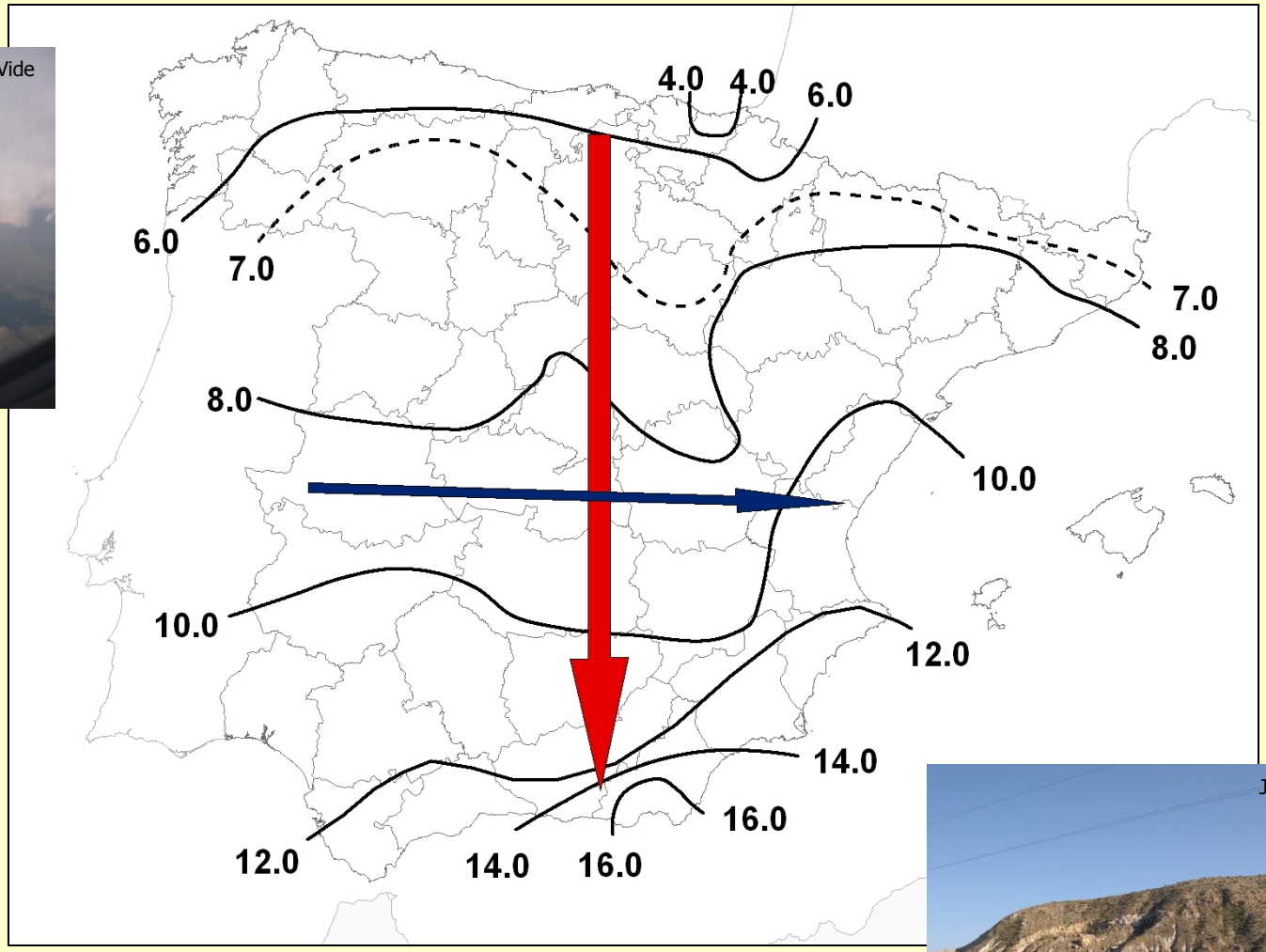
La España pluviométricamente mediterránea



Sectores mediterráneos "lluviosos"

La duración media de las secuencias secas

Las sequías



Duración media (en días) de las secuencias secas (umbral 1.0 mm)

35 observatorios

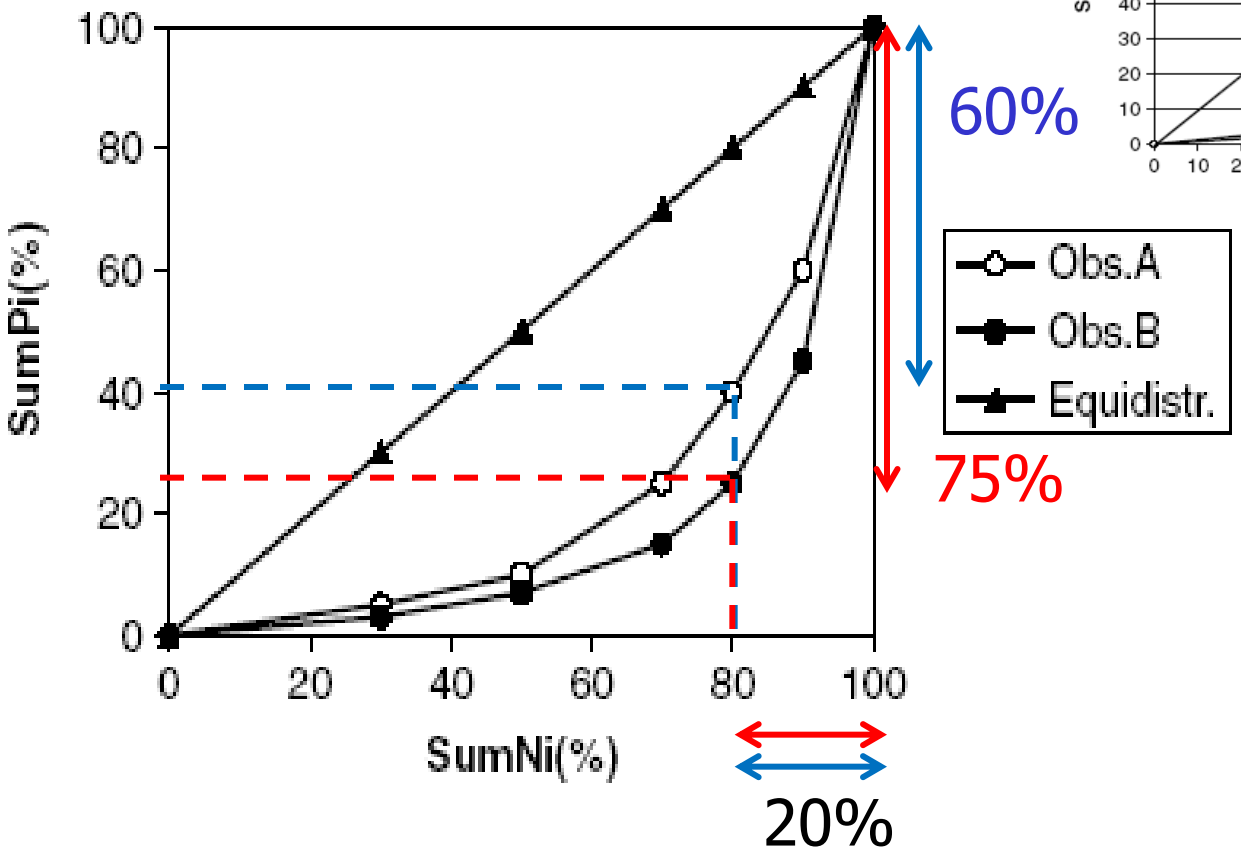
1951-90

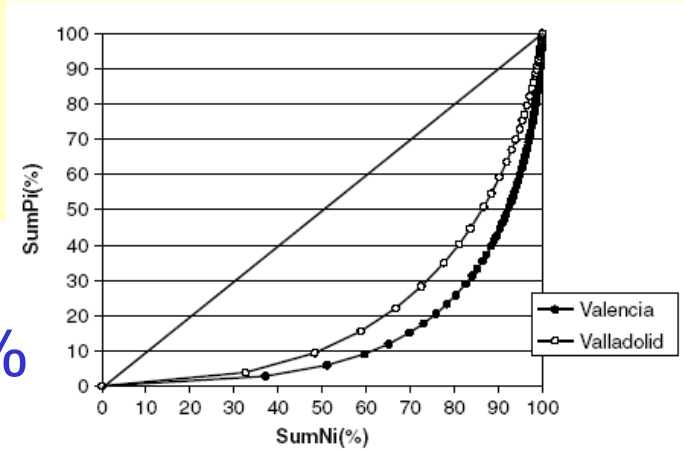
A partir de Martin-Vide y Gómez (1999)

La concentración diaria de la precipitación

(Para evaluar la contribución al total anual de unos pocos días muy lluviosos)

Curvas de Lorenz de dos observatorios ficticios



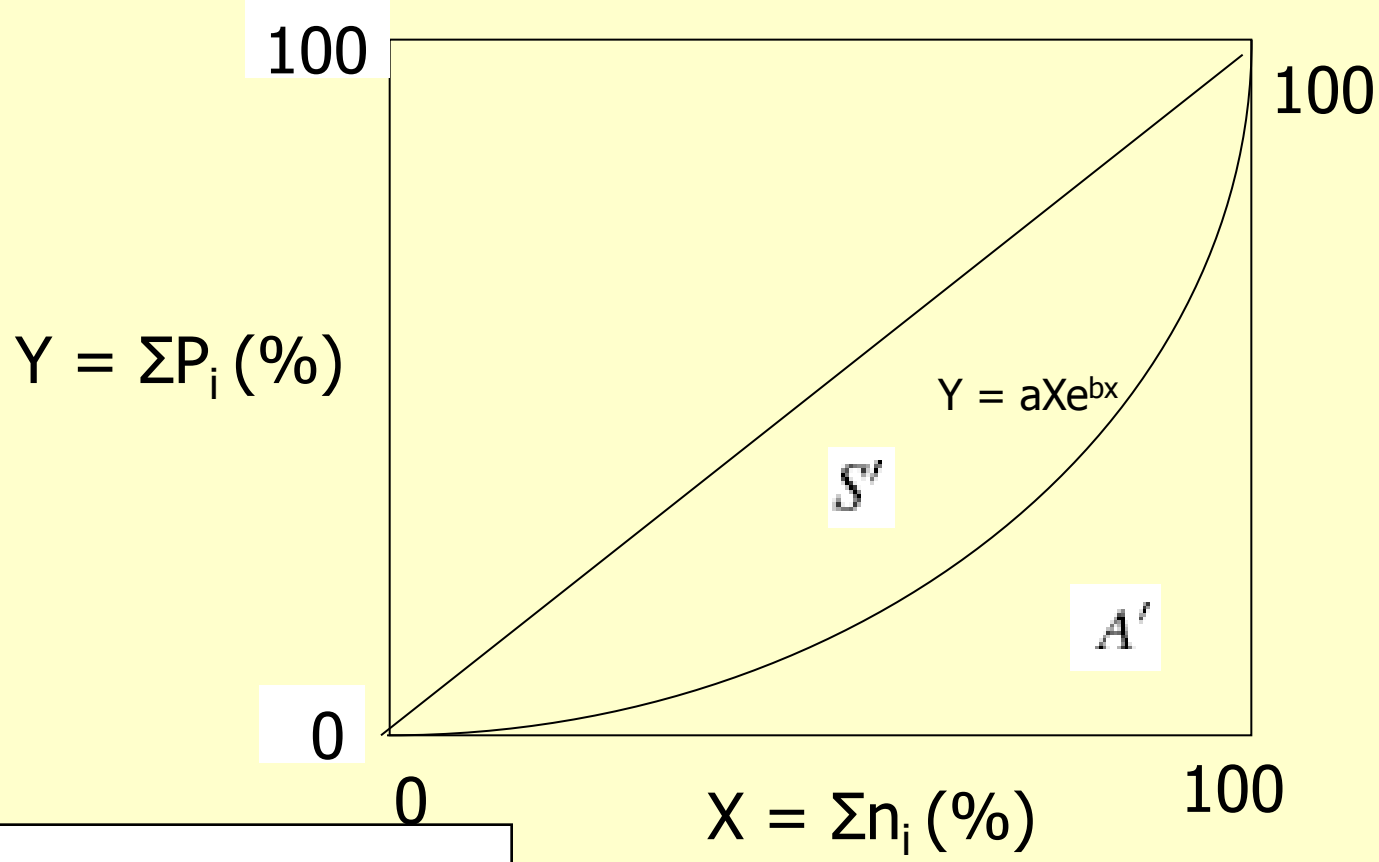


Curvas de Lorenz de dos observatorios reales

El observatorio B presenta una concentración de la precipitación más alta que el observatorio A

El *Concentration Index*

En el ámbito mediterráneo unos pocos días muy lluviosos aportan un alto % de la precipitación anual



$$A' = \left[\frac{a}{b}e^{bx}\left(x - \frac{1}{b}\right)\right]_0^{100}$$

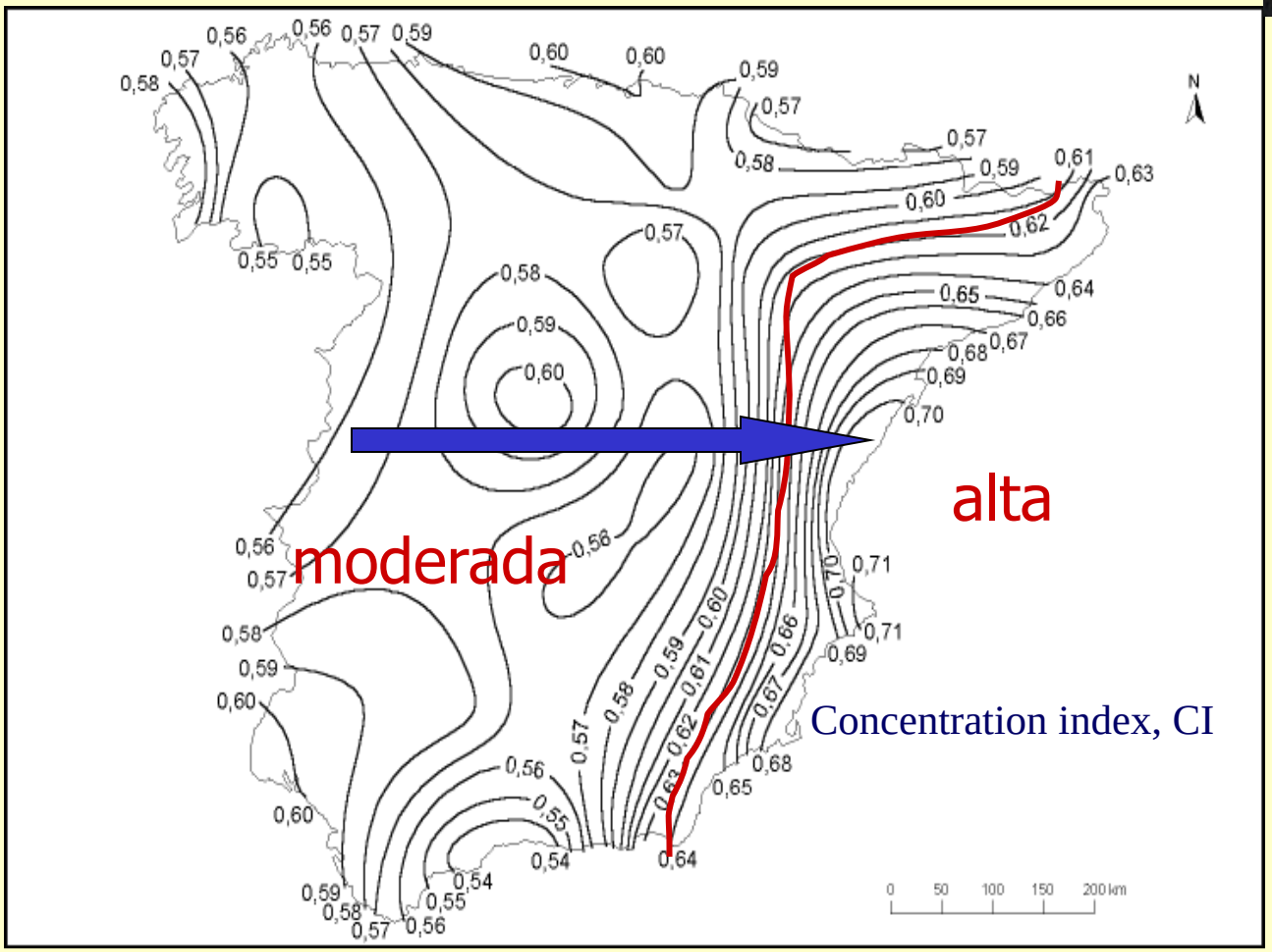
$S' = 5000 - A'$

CI = S'/5000

Similar al índice de Gini (IG)

Martín-Vide (2004)

Distribución espacial de los valores del *Concentration Index* (CI) de la precipitación diaria



CI=0.62 ~ el 25% de los días más lluviosos aporta el 70% de la precipitación anual

Valencia CI=0.70; 78.8%

Tortosa CI=0.69; 78.1%

.....

Orense CI=0.55; 64.9%

Martin-Vide (2004)

El CI en Europa

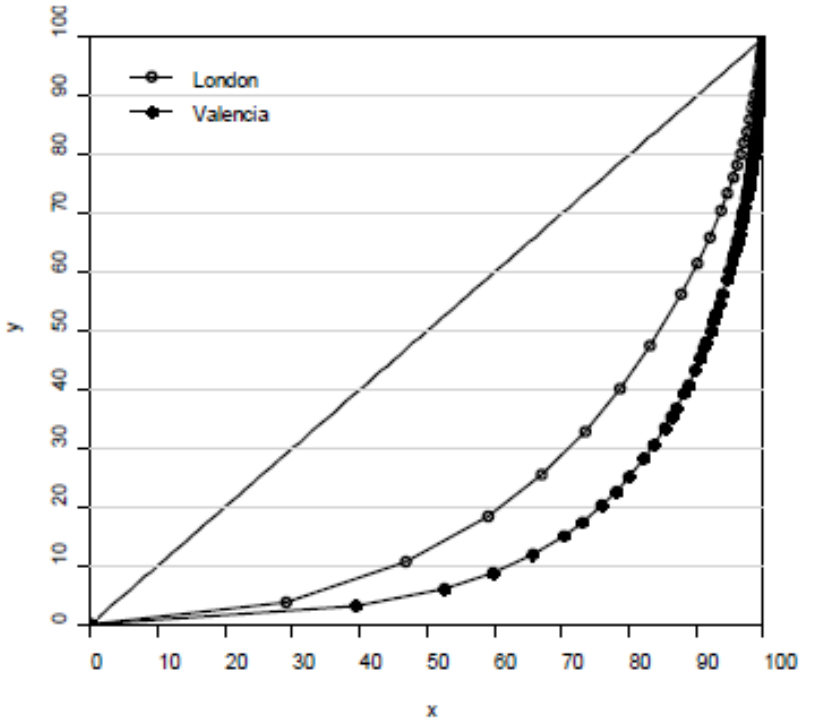
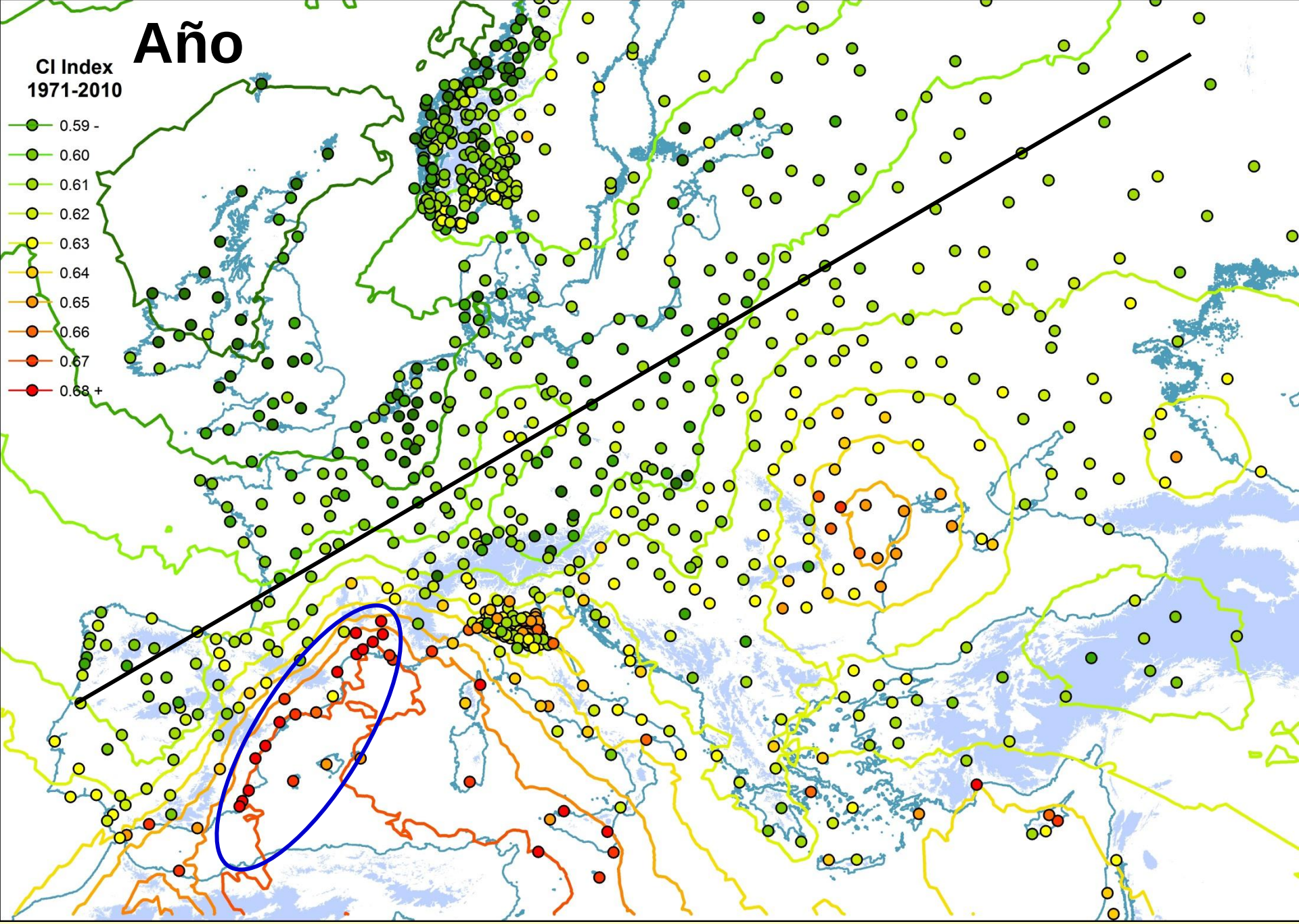


Fig. 2. Empirical and fitted concentration curves for London and Valencia (1971–2010).

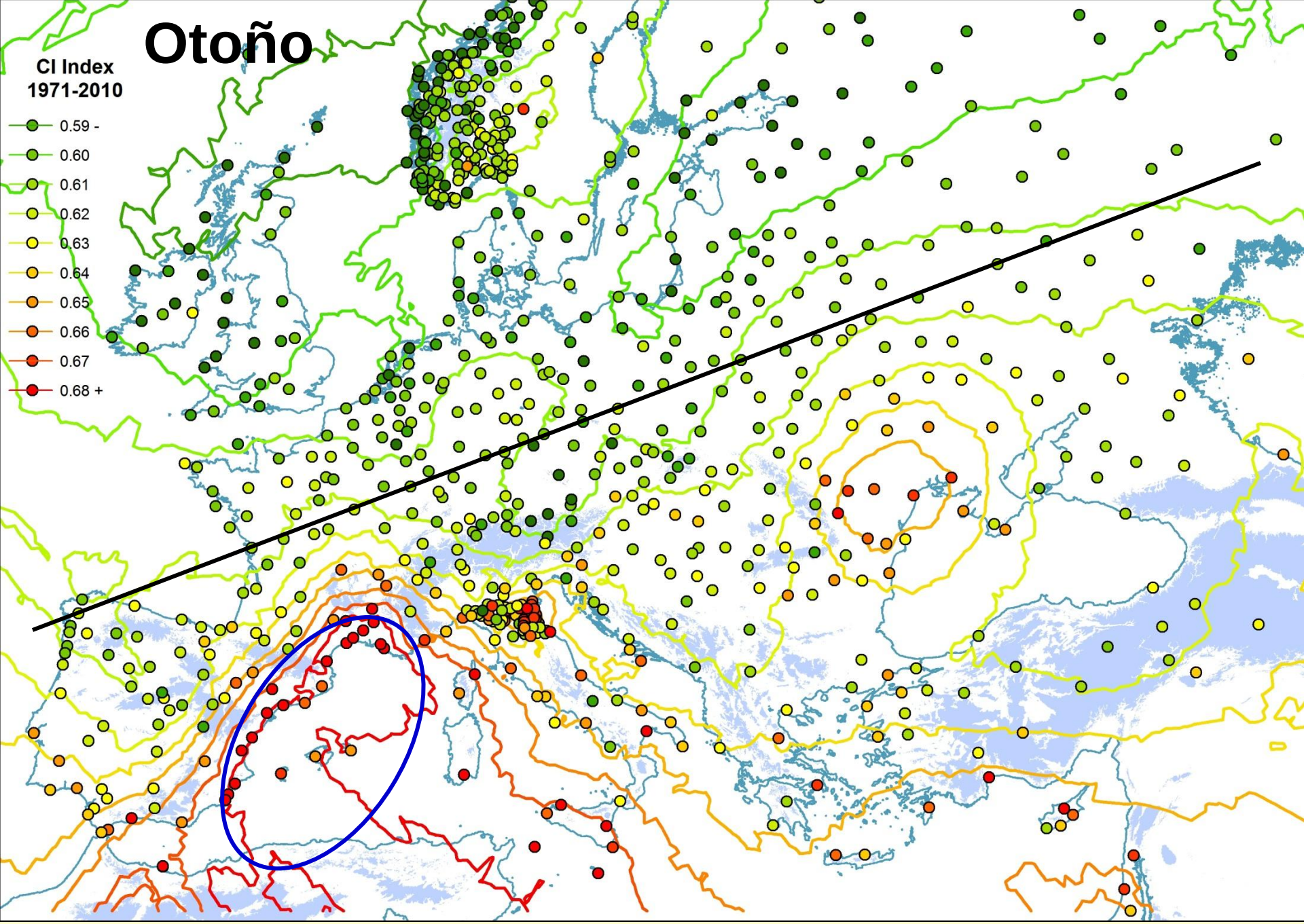
530 estaciones meteorológicas

Período 1971-2010

Cortesi, González-Hidalgo, Brunetti y Martín-Vide (2012)



Cortesi, González-Hidalgo, Brunetti y Martín-Vide (2012)



Cortesi, González-Hidalgo, Brunetti y Martín-Vide (2012)

Regímenes pluviométricos estacionales

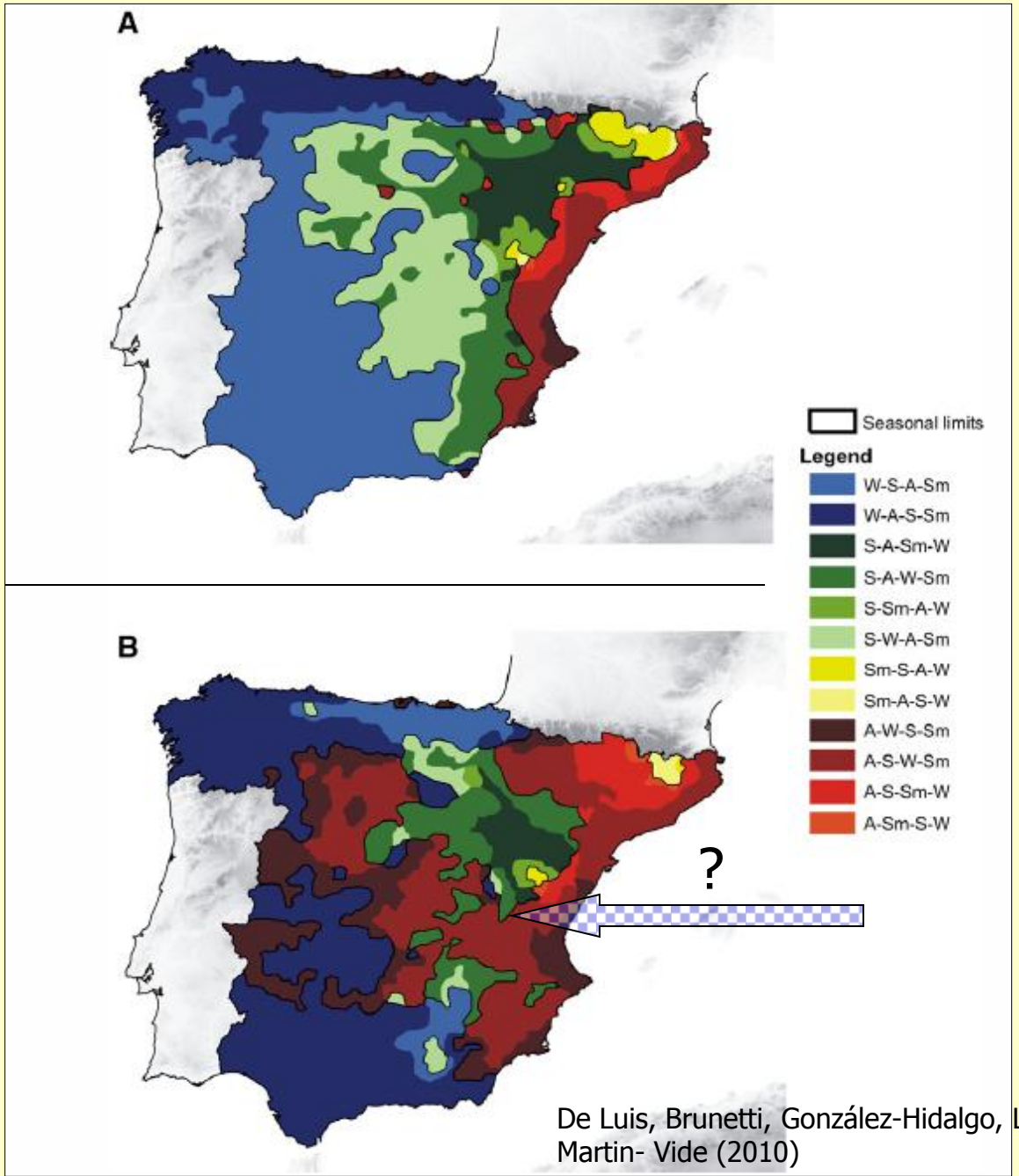
1946-1975

2670 observatorios

MOPREDAS

1976-2005

Notable expansión hacia el W de los regímenes con máximo otoñal, en detrimento de los primaverales.

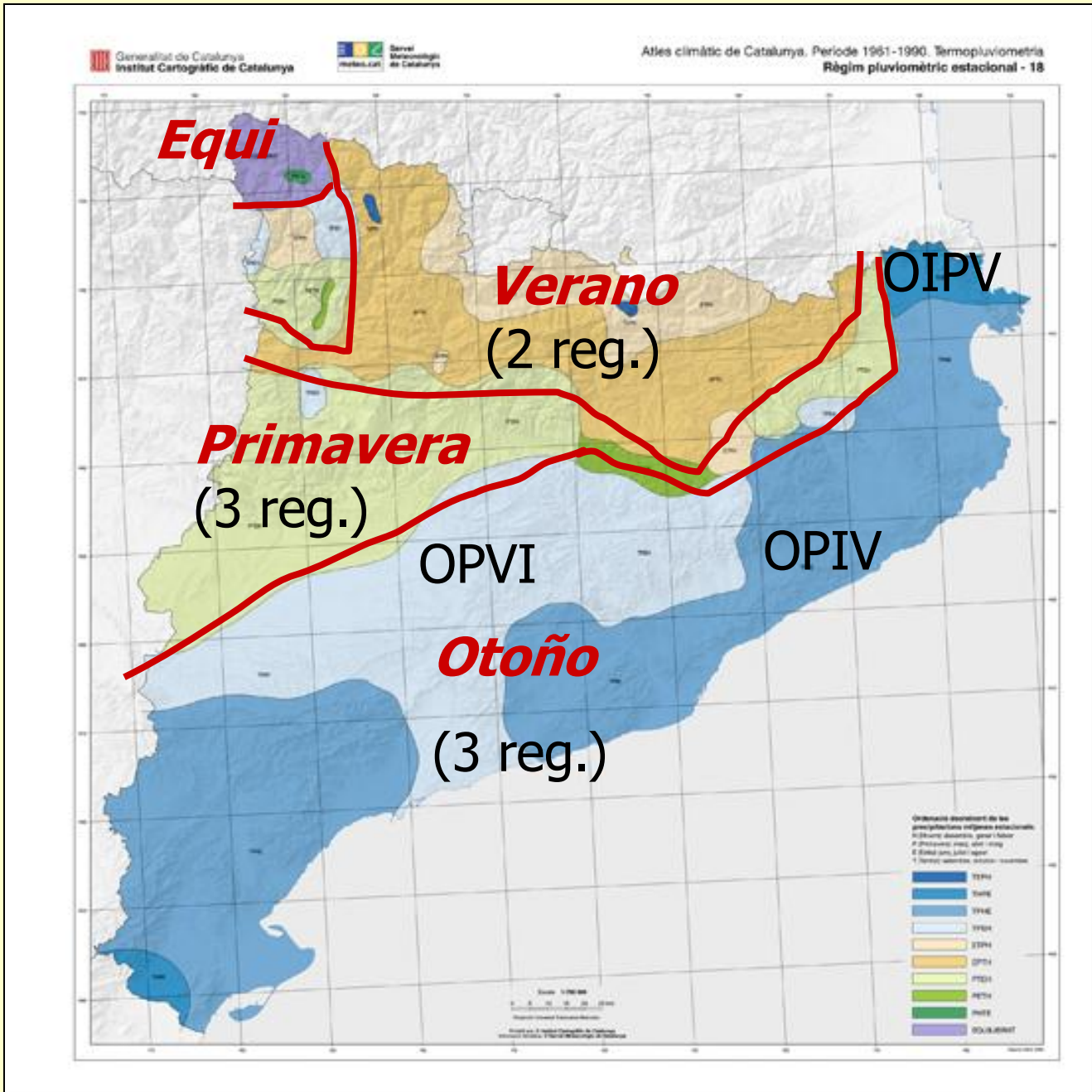


De Luis, Brunetti, González-Hidalgo, Longares y Martin- Vide (2010)

Los complejos factores geográficos y aerológicos producen un "rompecabezas" de regímenes pluiométricos estacionales.

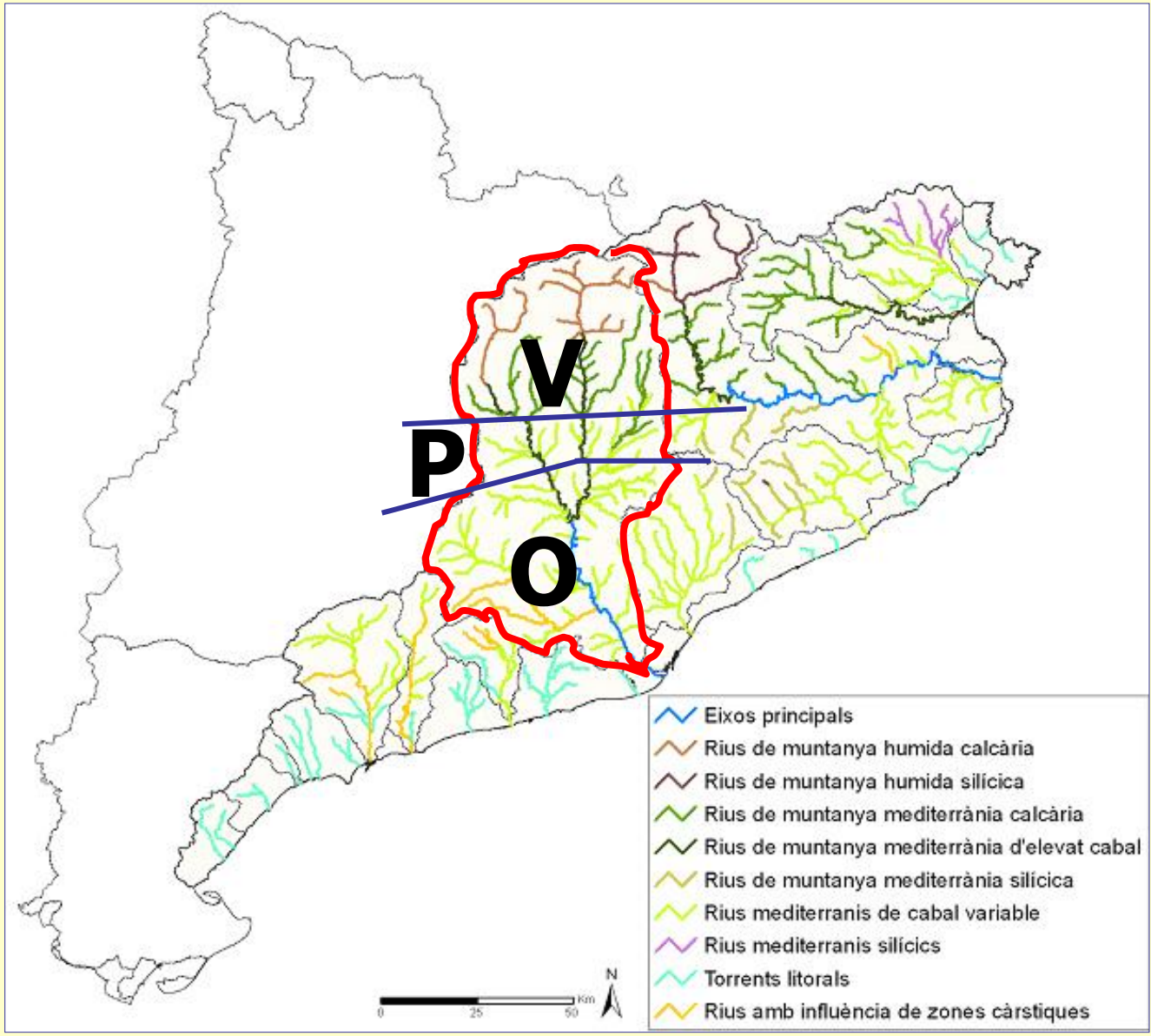
En Catalunya hay 8 regímenes pluviométricos estacionales, más 1 "equilibrado" en la Val d'Aran.

A partir de Martin-Vide y Raso (2003)



Singularidad en cuencas hidrográficas

La variedad de regímenes pluviométricos estacionales “regulariza” el régimen fluvial de algunos ríos catalanes (ej.: Llobregat)



2. Evolución climática reciente

J.Martín-Vide

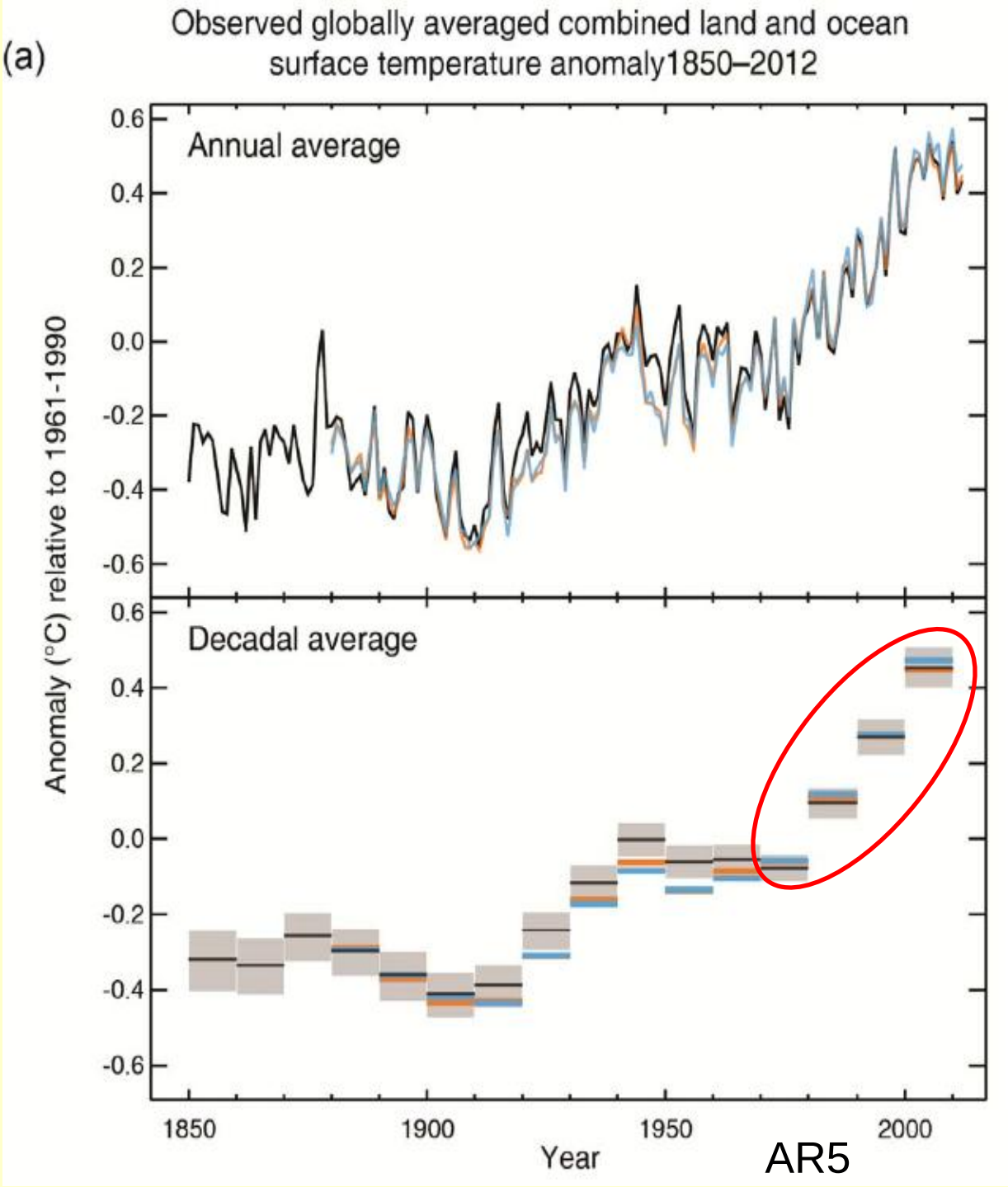
5º Informe IPCC, Grupo de Trabajo I (2013)

Resumen para políticos

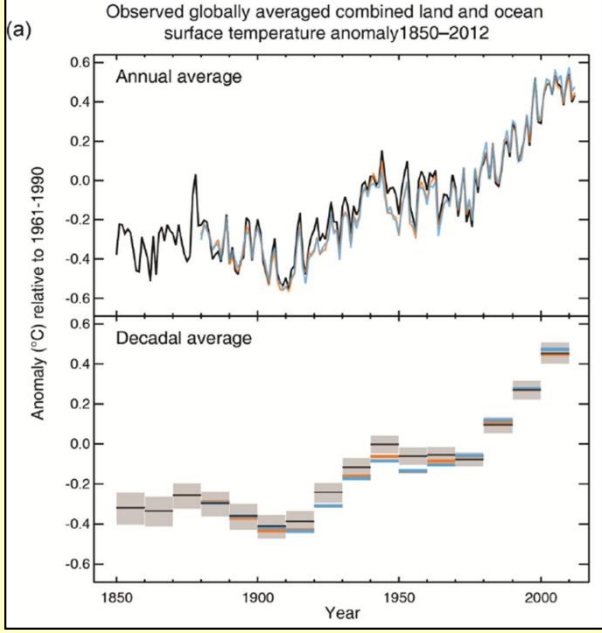
“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y, desde los años 50 del siglo XX, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los totales de hielo y nieve han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado”

La temperatura media global ha aumentado 0,85ºC durante el período 1880-2012

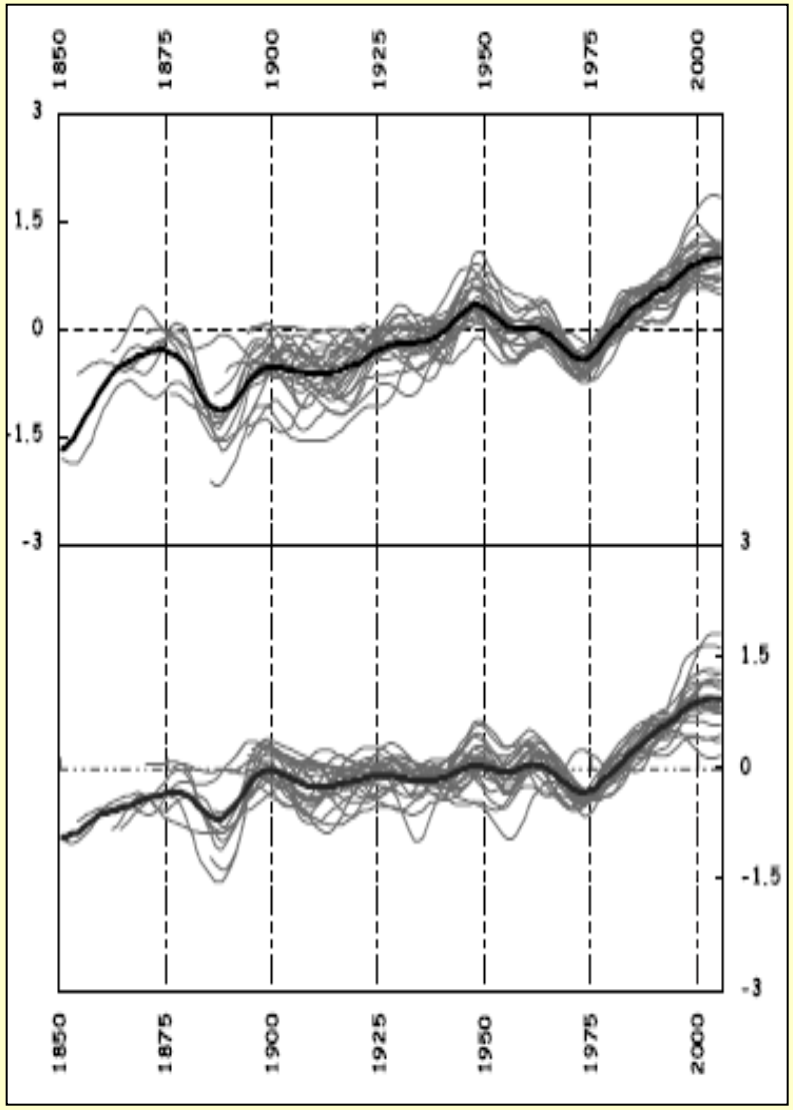
Las tres últimas décadas han sido, sin duda, sucesivamente las más cálidas de todo el período instrumental, período en el que hay suficientes registros meteorológicos, desde 1850



La evolución térmica en la Península Ibérica ha sido paralela a la planetaria



Evolución temporal de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas de 22 observatorios españoles durante el período 1850–2005, expresada como anomalías (en ºC) respecto a 1961-90 y suavizada con un filtro gaussiano de 13 años

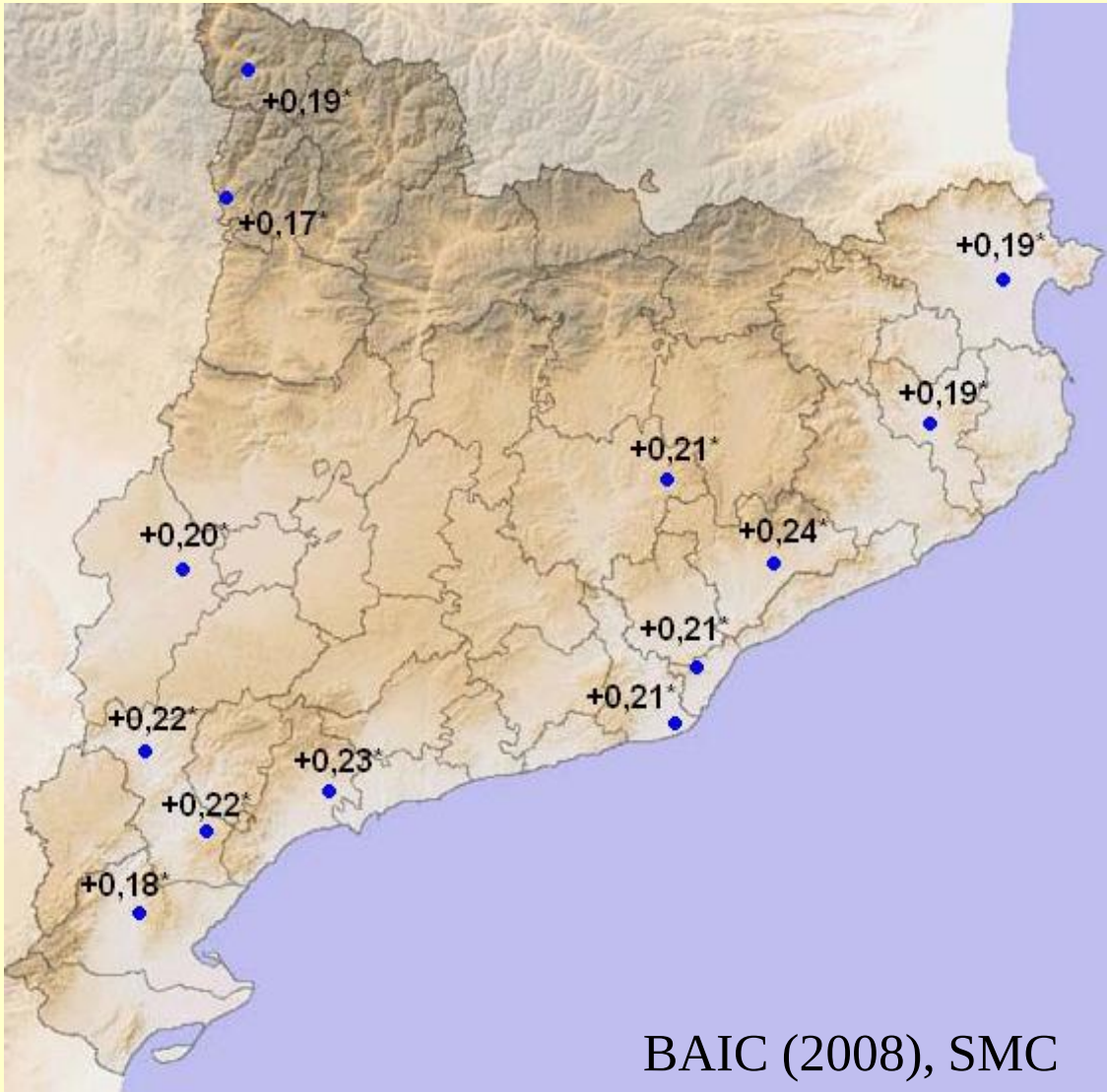


Brunet *et al*, 2007

Tendencia de la temperatura media anual en Cataluña

- 13 observatorios
- Período 1950-2008

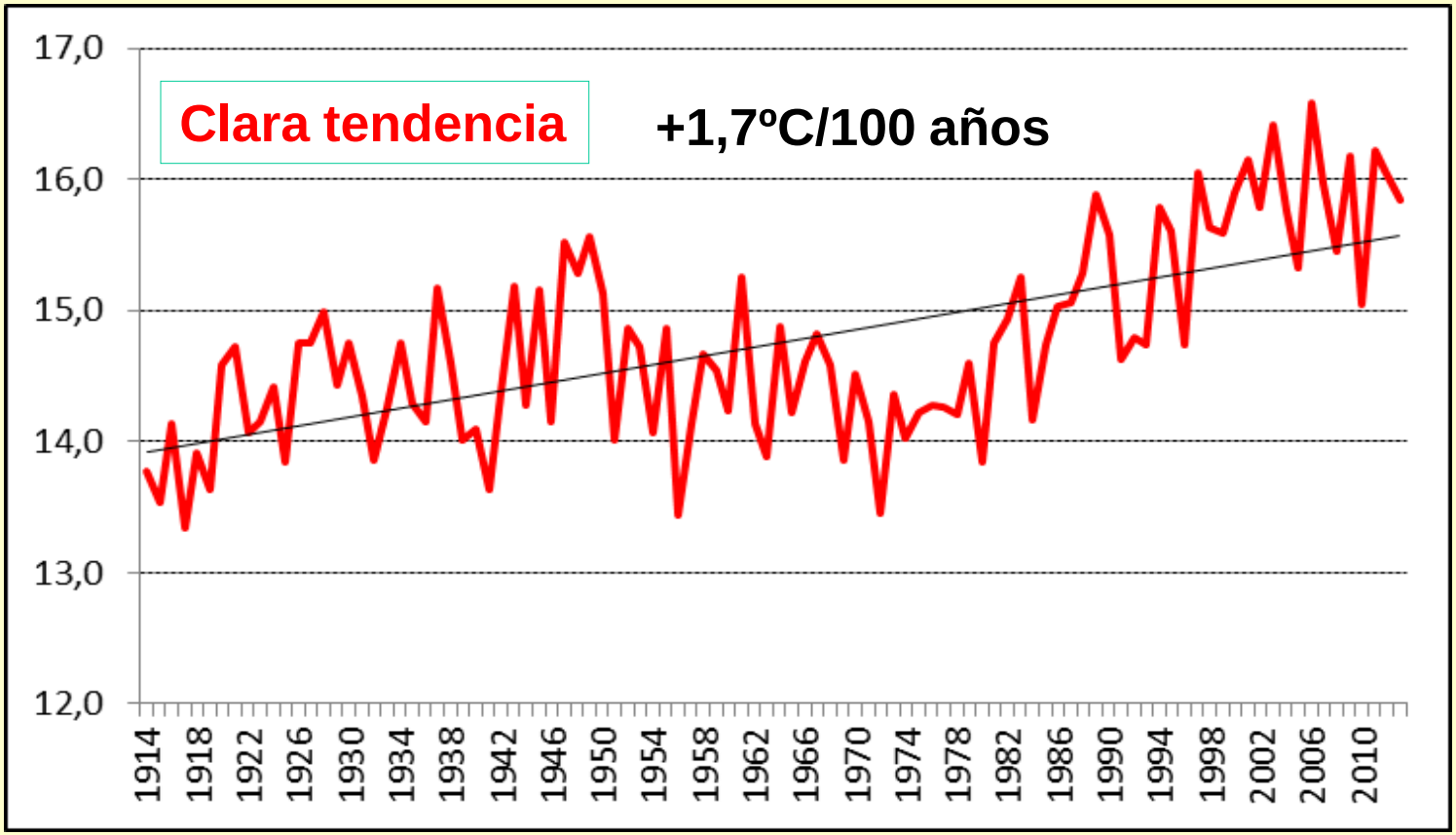
- Incremento significativo:
  Entre +0,17 i +0,24 ºC/década



BAIC (2008), SMC

Evolución de la temperatura media anual en Barcelona (Fabra) (1914-2013)

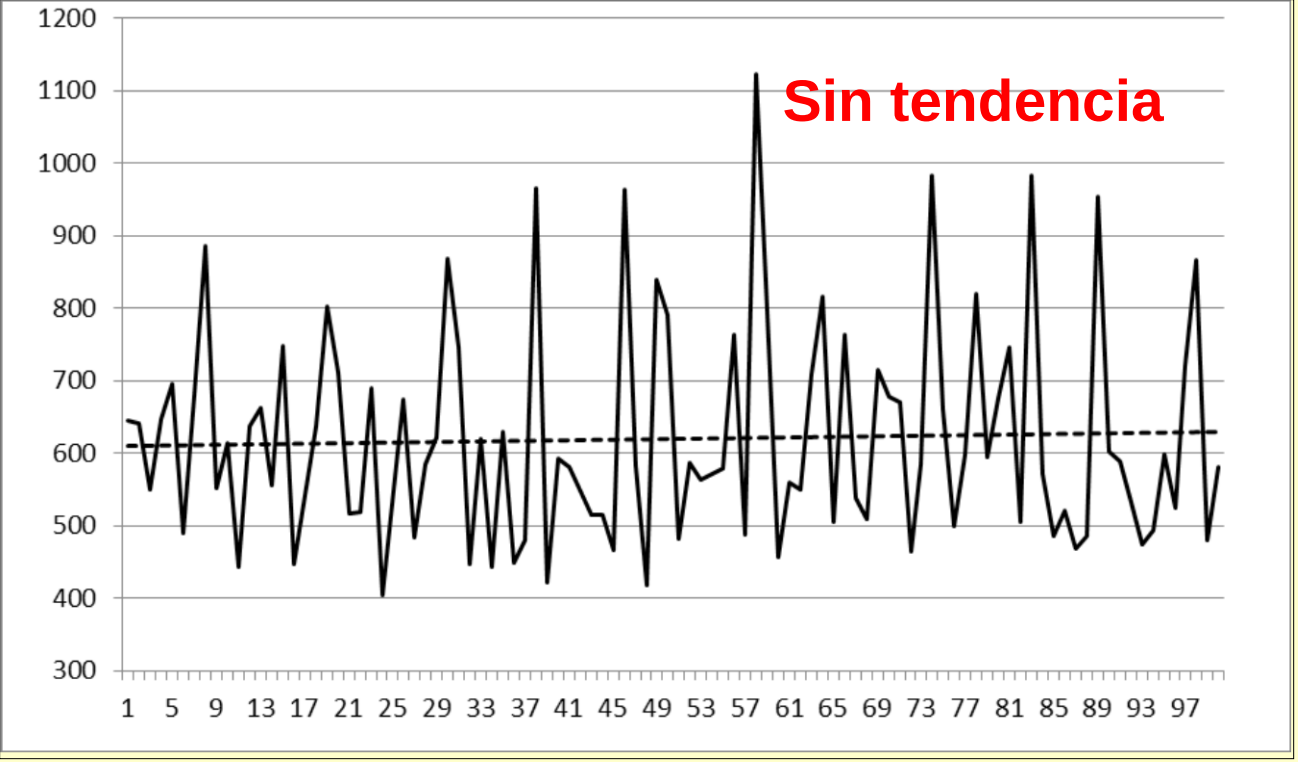
http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Fabra_observatory_in_Barcelona.jpg



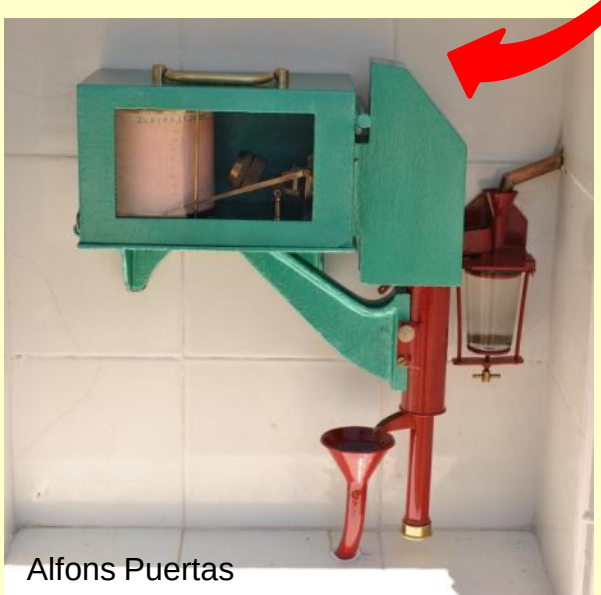
J.Martín-Vide

Tendencias básicas de la precipitación anual entre finales del siglo XIX y finales del XX

Milián (1996), modificado

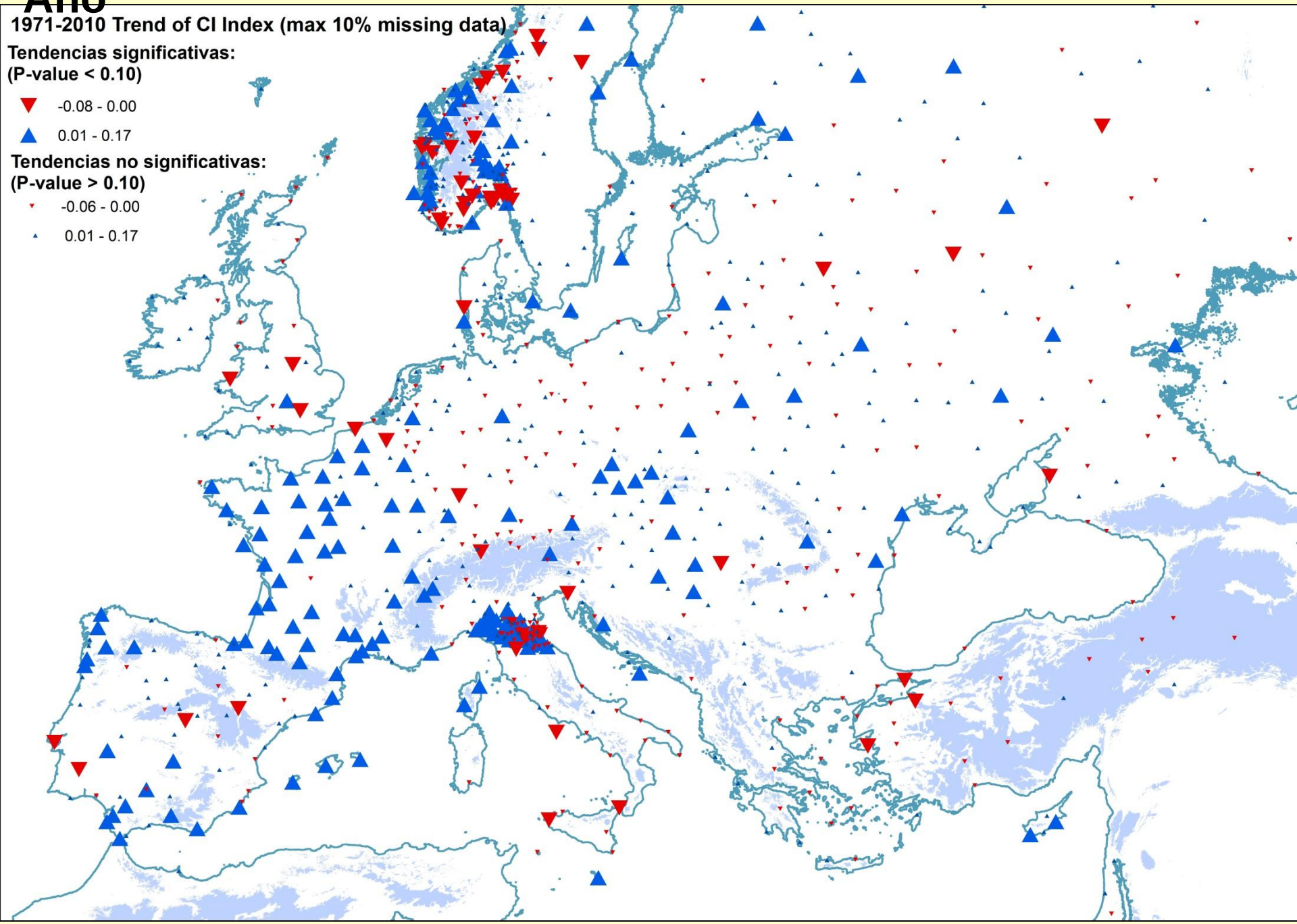


Serie de precipitación anual en Barcelona (Observatorio Fabra) (mm) (1914-2013).

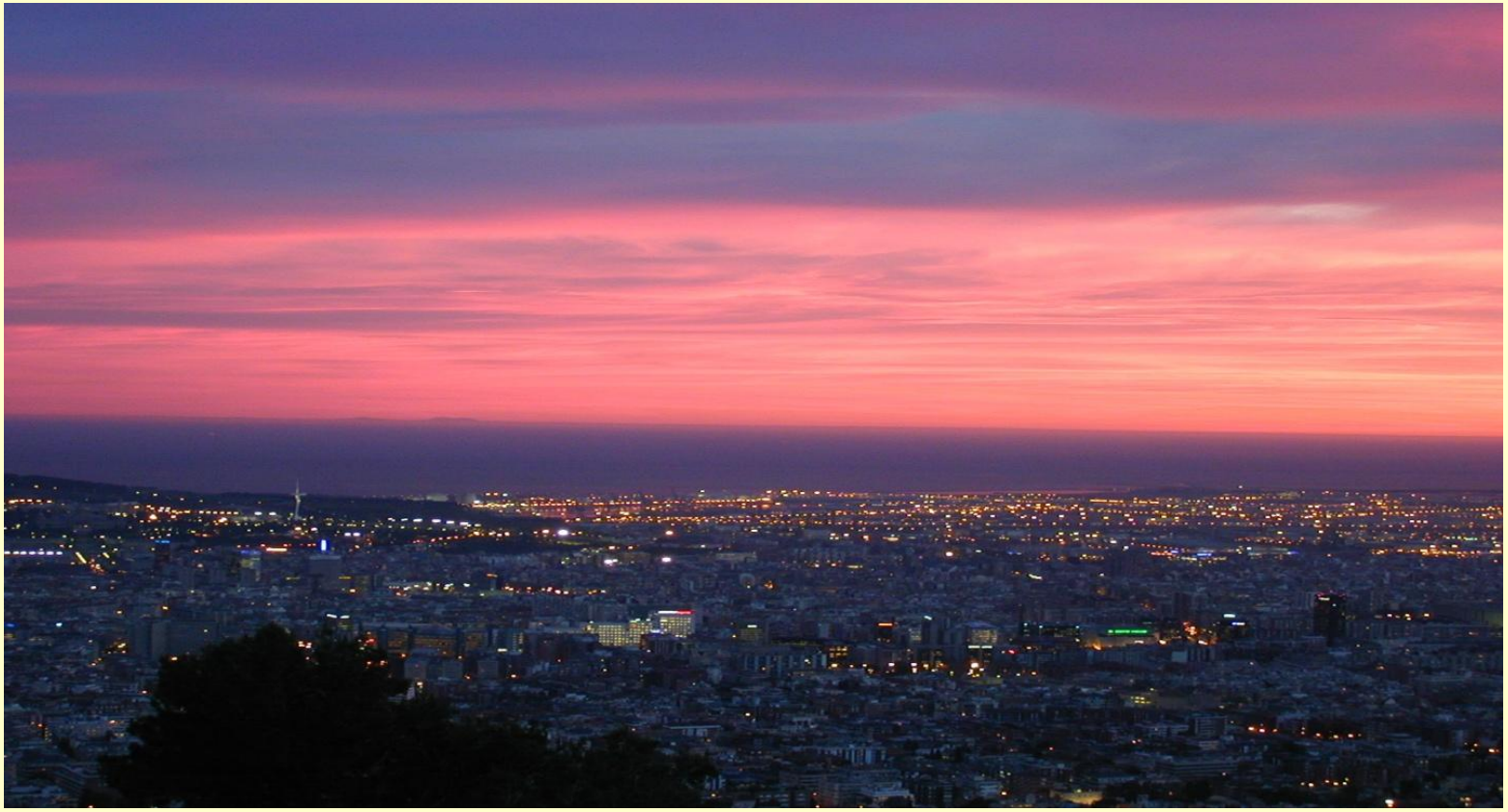


Alfons Puertas

Año


1971-2010 Trend of CI Index (max 10% missing data)
Tendencias significativas:
(P-value < 0.10)
-0.08 - 0.00
0.01 - 0.17
Tendencias no significativas:
(P-value > 0.10)
-0.06 - 0.00
0.01 - 0.17

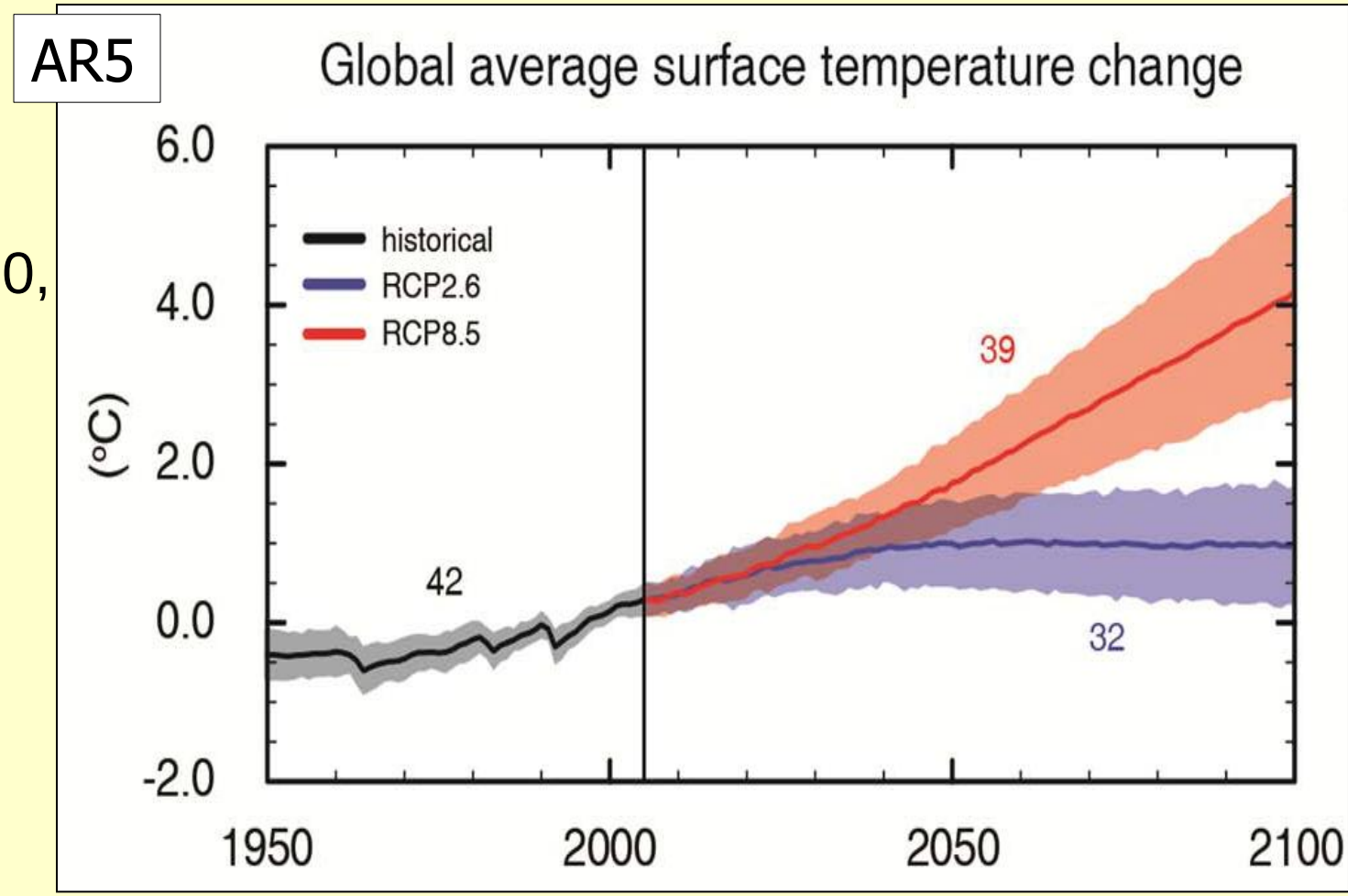
3. Proyecciones climáticas



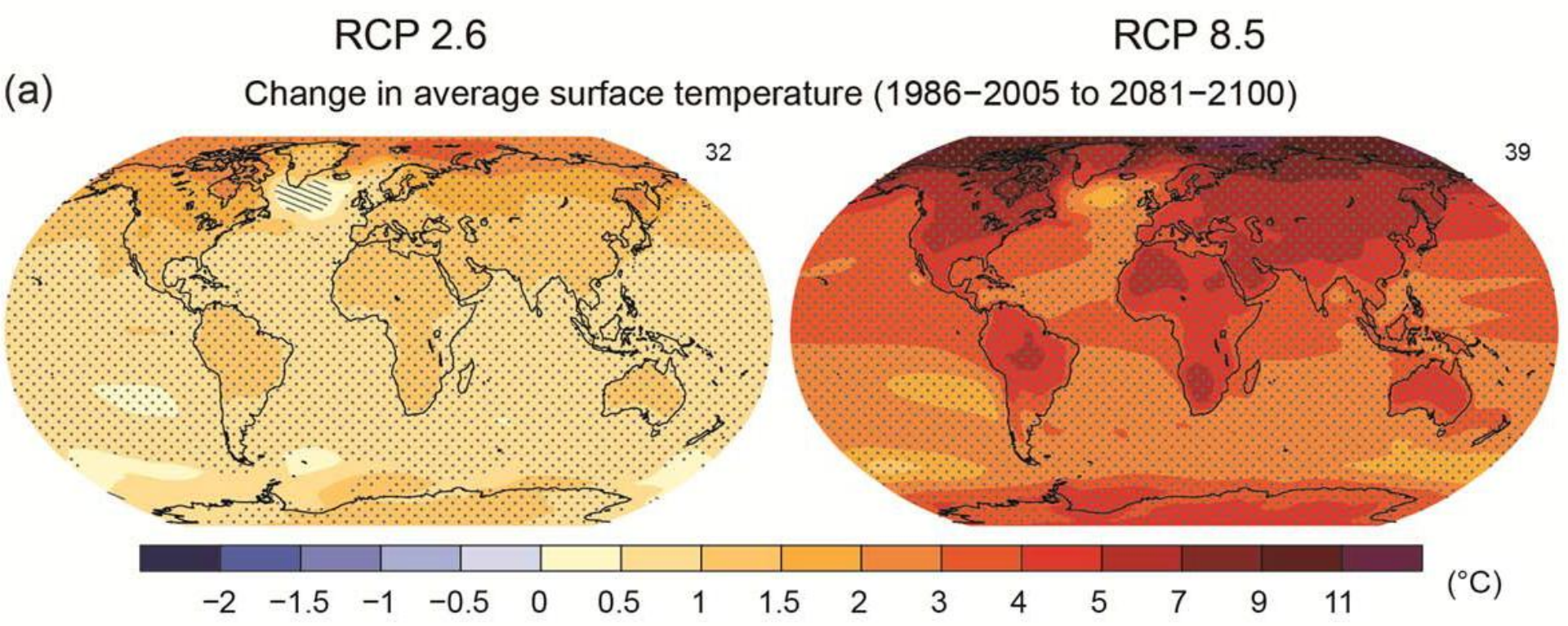
…no predicciones climáticas

Proyecciones de temperatura

Aumento proyectado de temperatura para 2081-2100, respecto a 1986-2005: Entre **1,0** y **3,7ºC**.



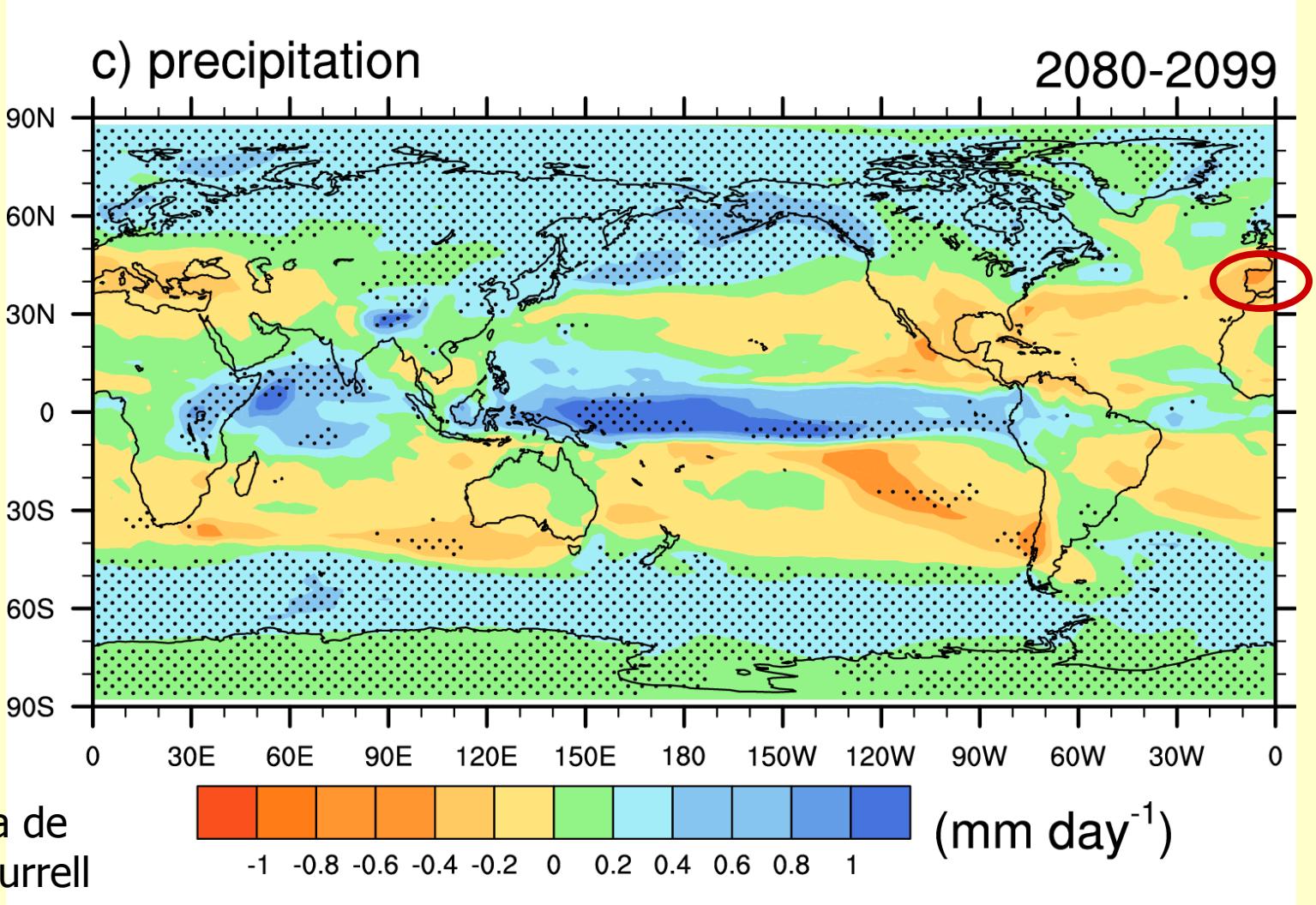
Proyecciones planisféricas de la temperatura



Calentamiento más acusado sobre los continentes y en las altas latitudes boreales y menor en el océano austral y en partes del norte del océano Atlántico.

AR5

Cambios futuros en la precipitación

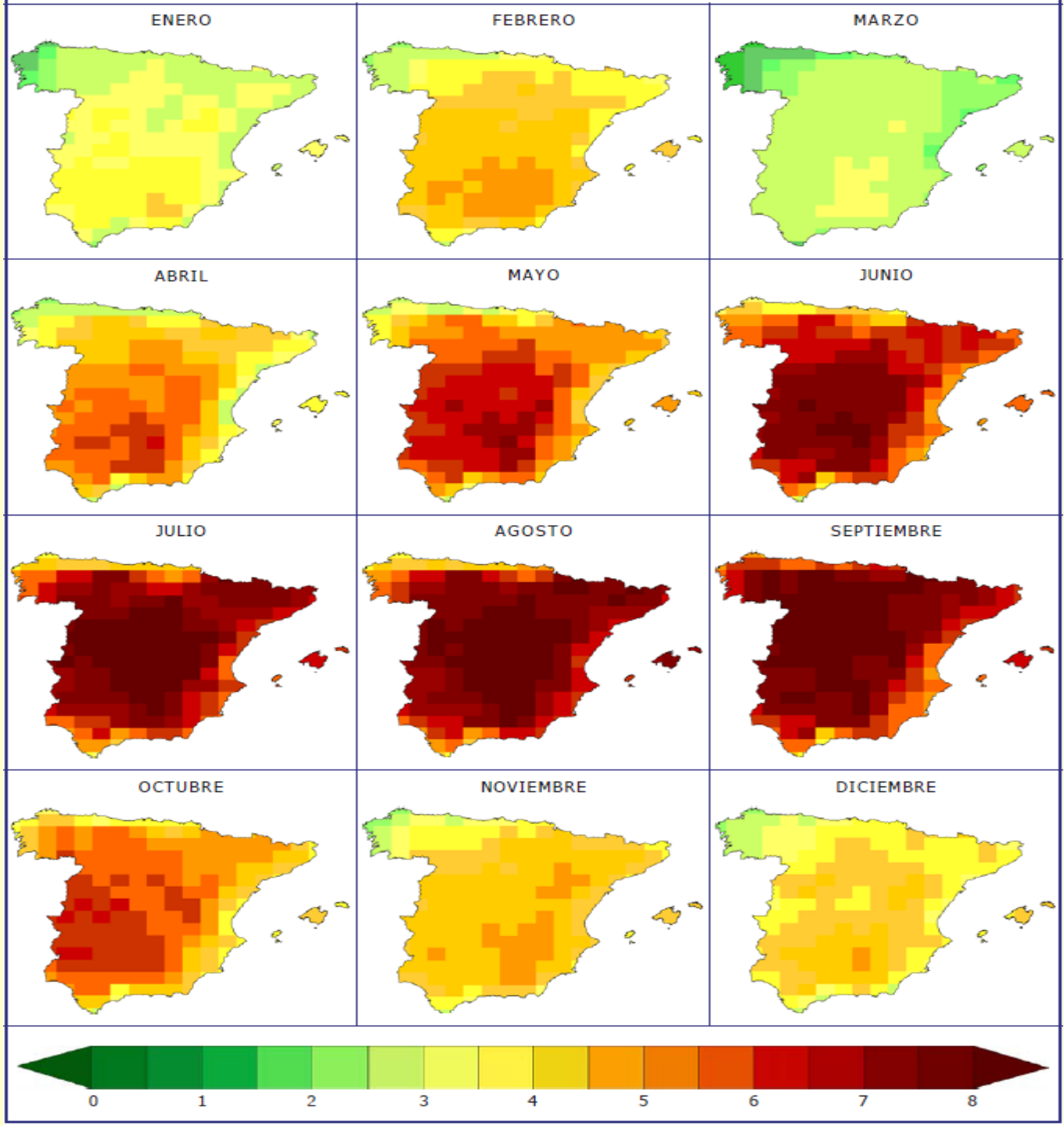


Gentileza de James Hurrell

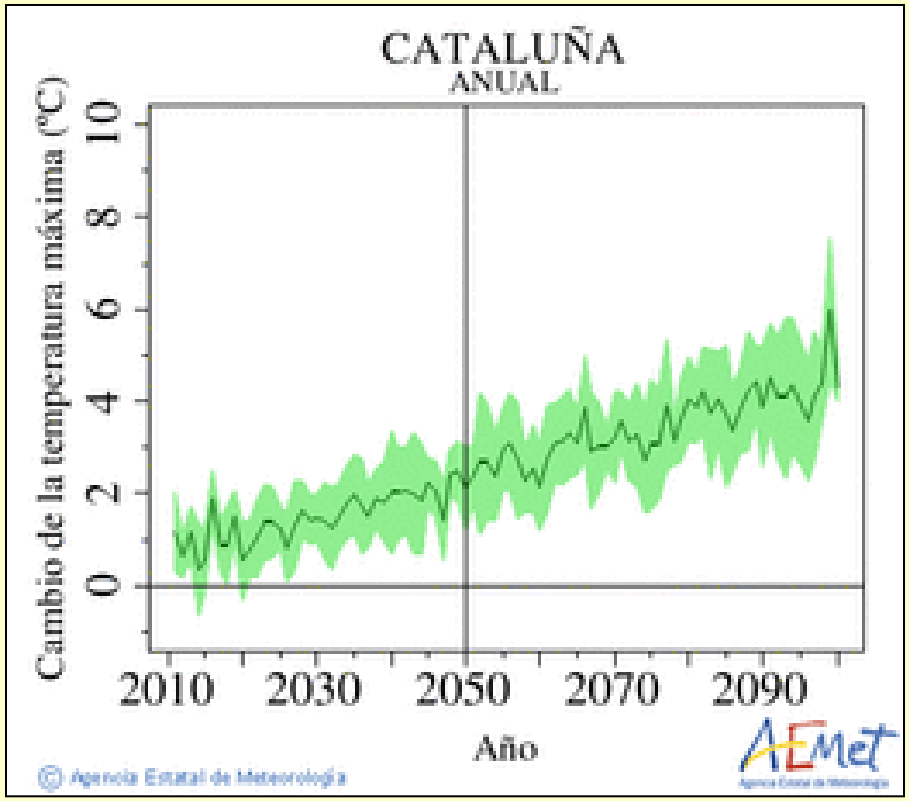
AR5: Mayor constraste entre áreas lluviosas y secas

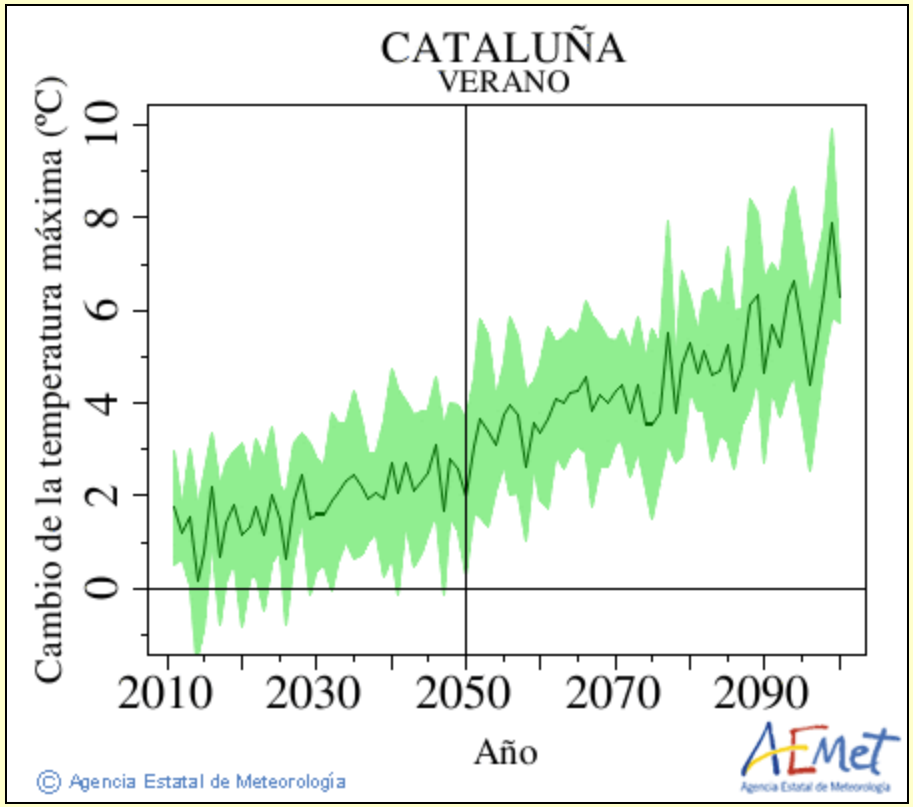
Variación media mensual (ºC) de la temperatura máxima para el período 2071-2100, respecto a 1961-1990, y el escenario A2, mediante el modelo global HadAM3H regionalizado por el método de los análogos del INM.

(Fuente: AEMet, 2009).



Evolución futura de la temperatura media de las máximas en Cataluña

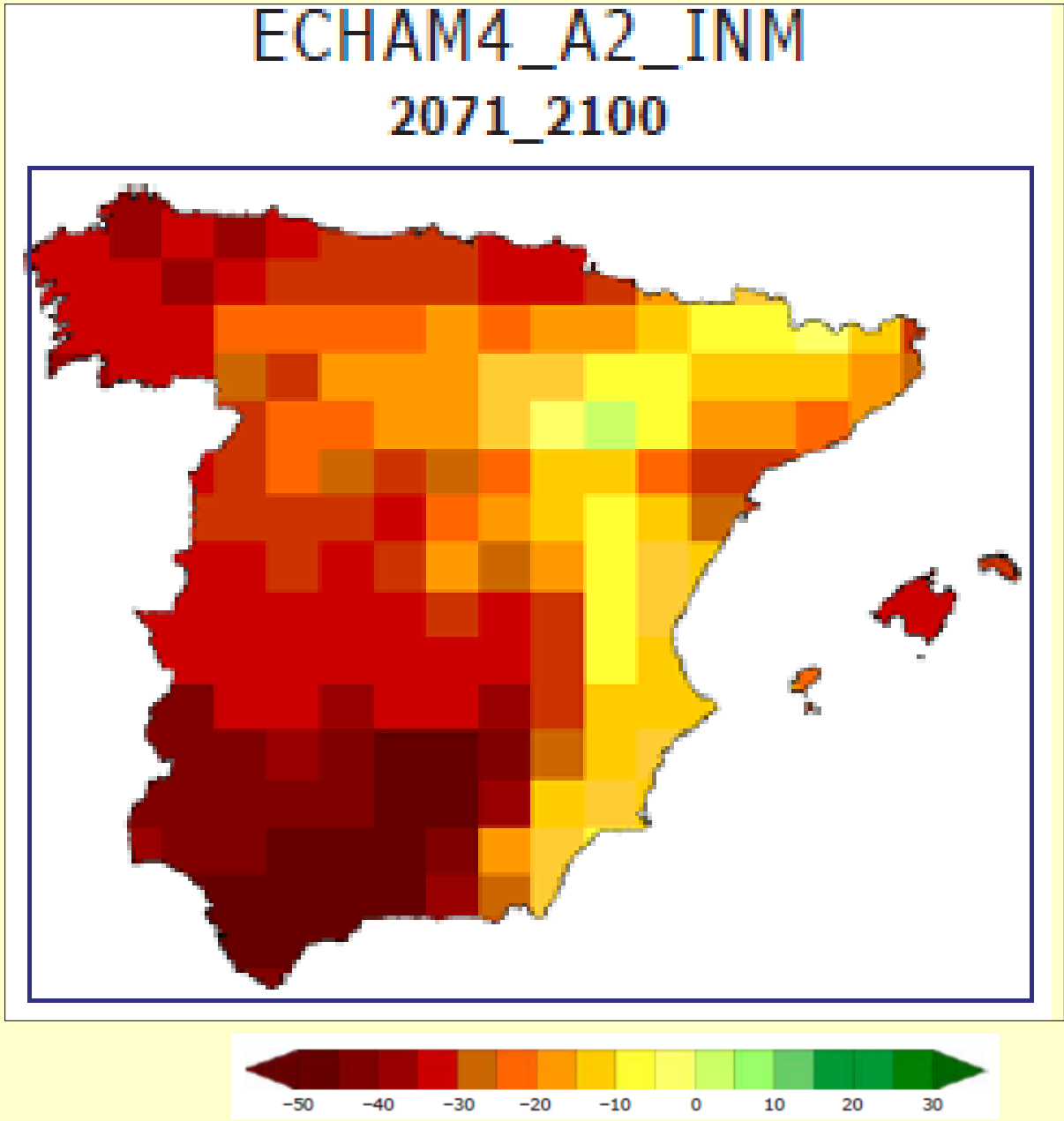




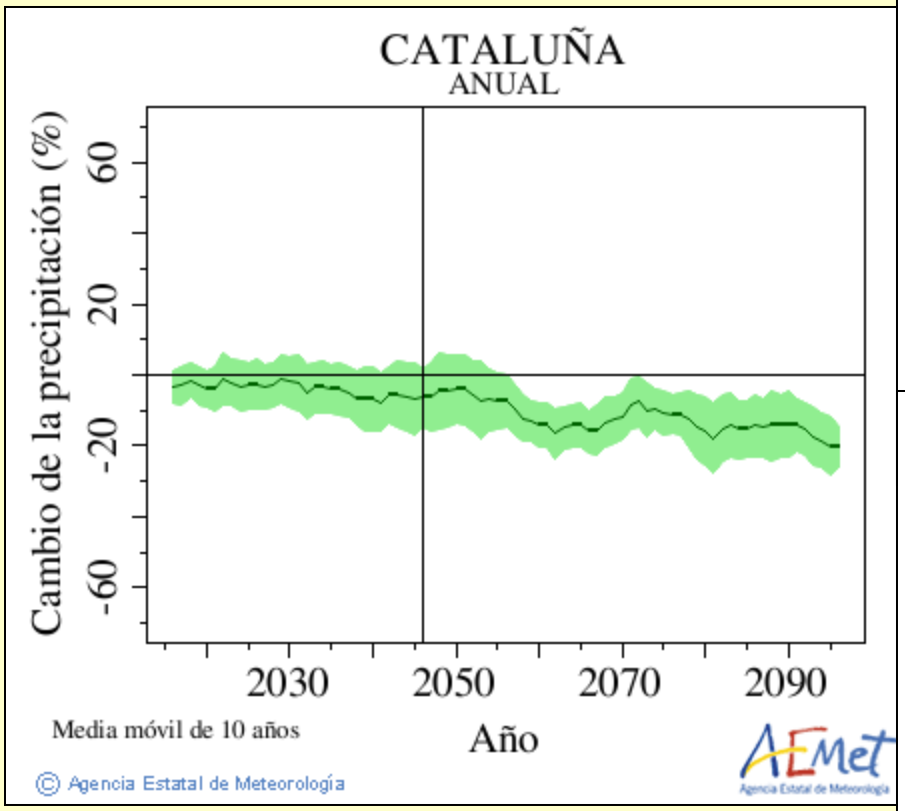
Proyecto ENSEMBLES, escenario de emisiones medio A1B, AEMet

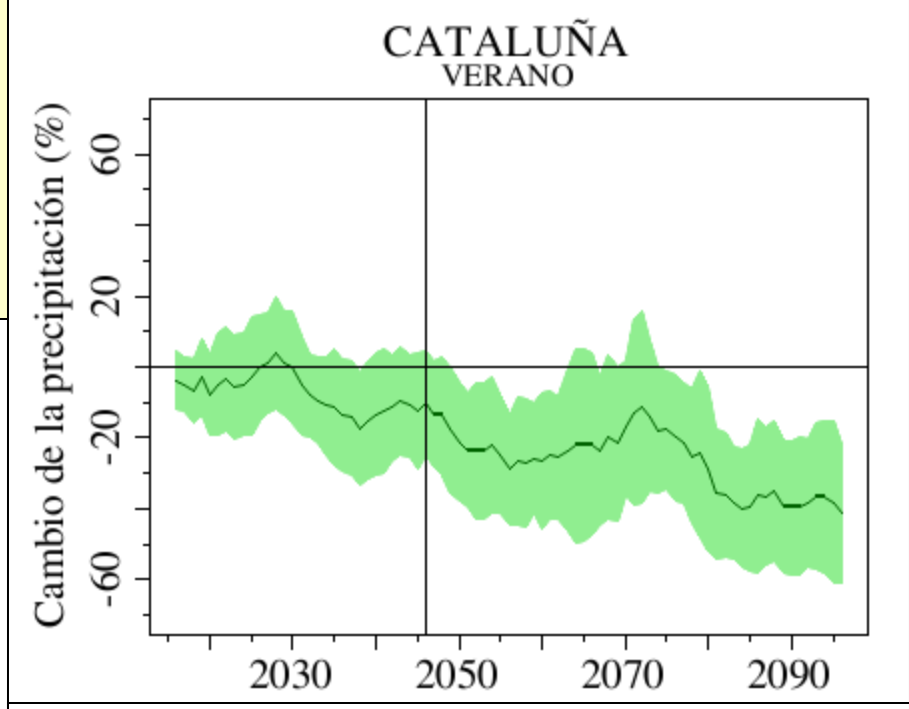
Variación media de la precipitación (en %) para el período 2071-2100, respecto a 1961-1990, y el escenario A2, mediante el modelo global ECHAM4 y el método de regionalización de análogos del INM.

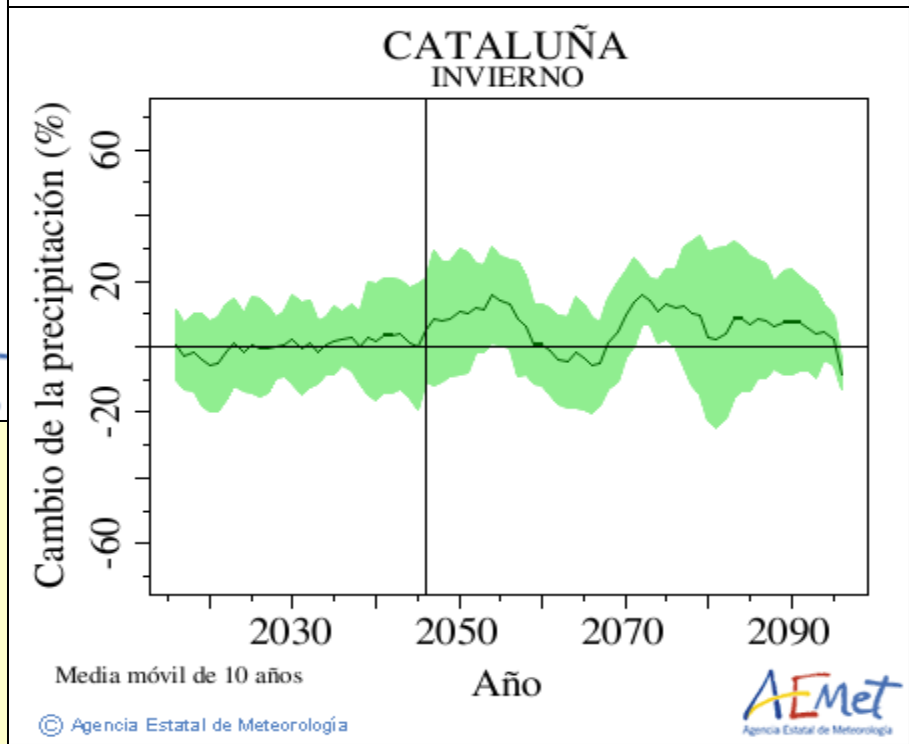
AEMet (2009).



Evolució futura de la precipitación en Cataluña

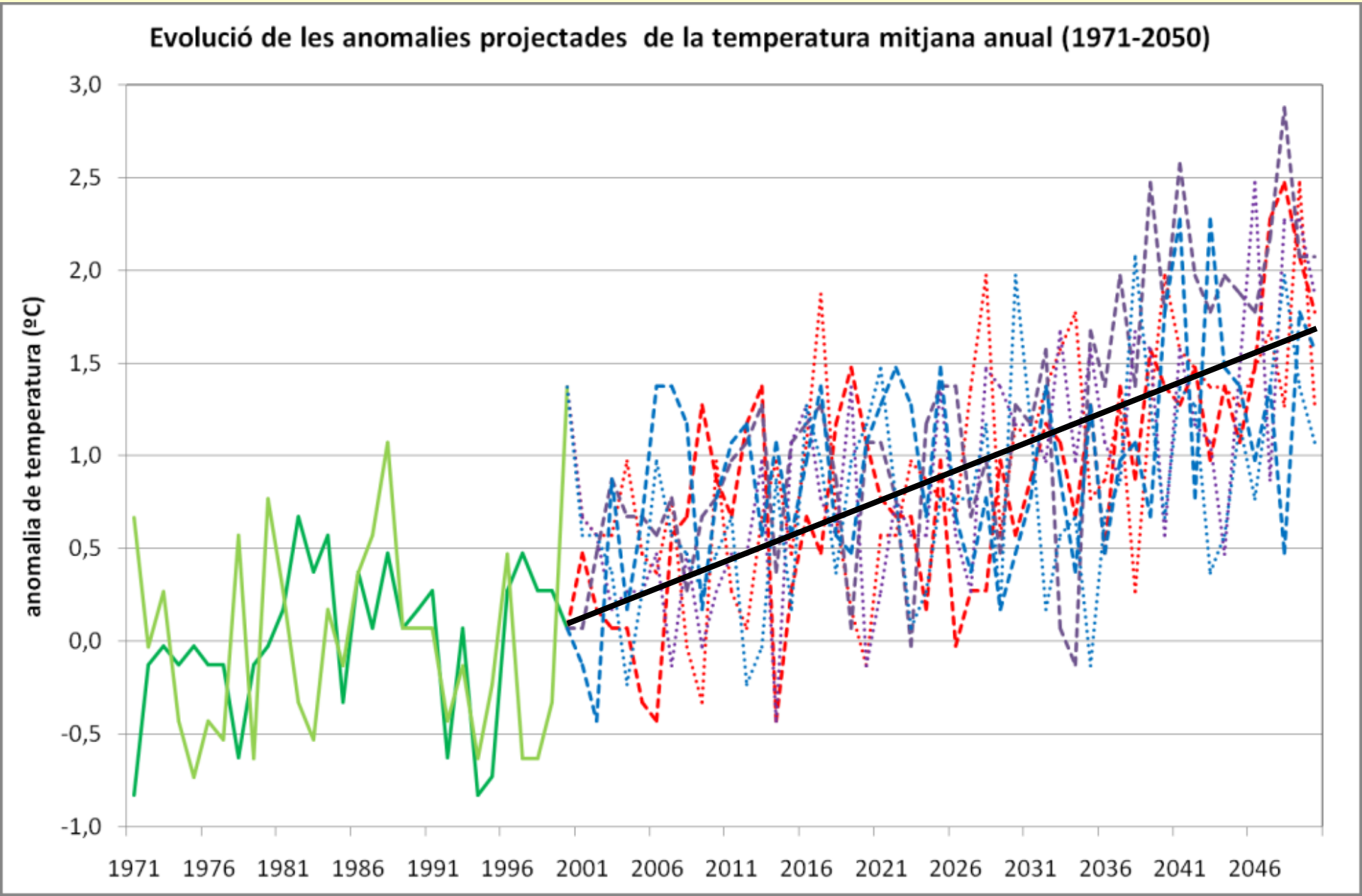




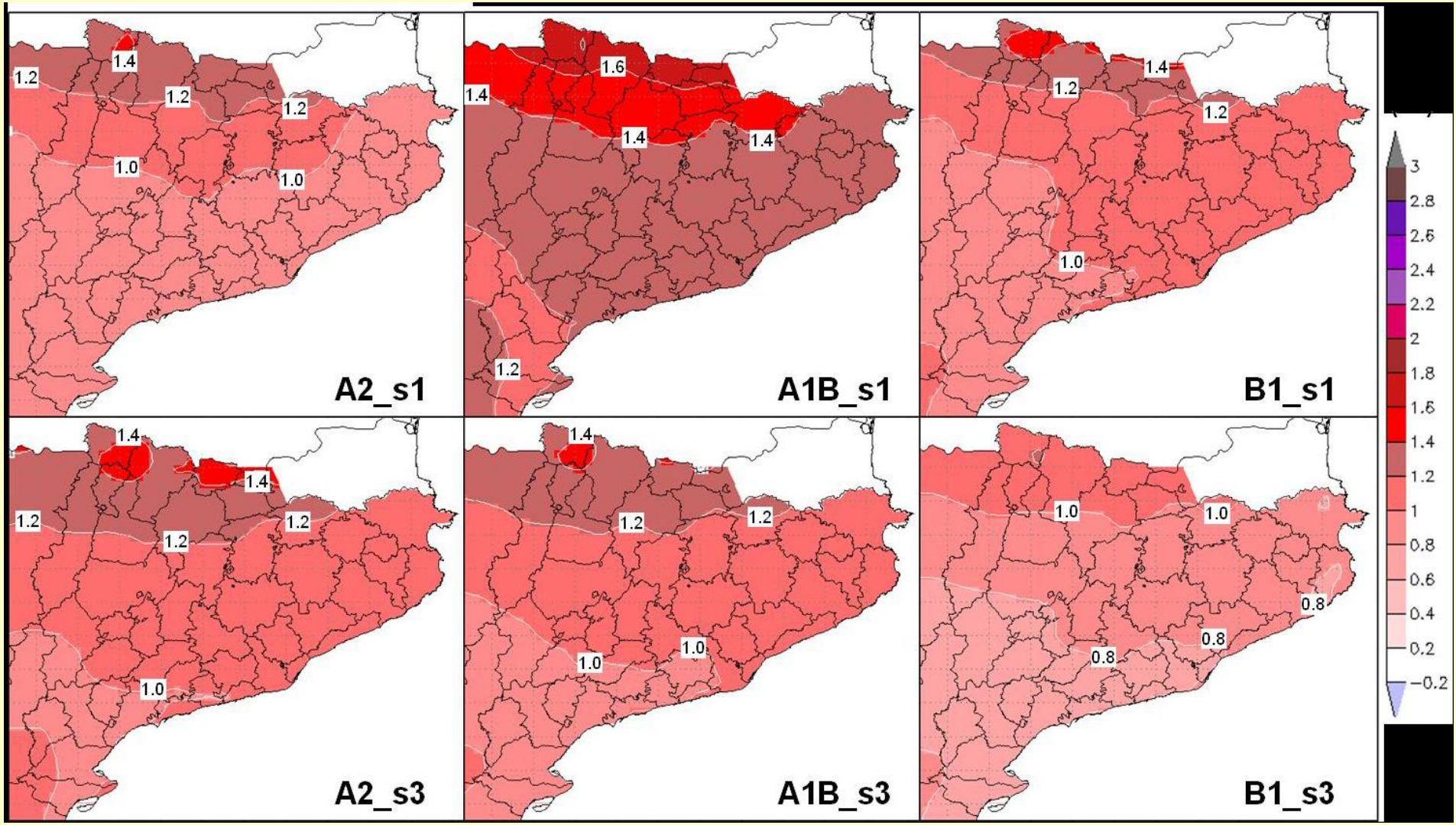


Proyecto ENSEMBLES,
escenario de emisiones medio A1B, AEMet

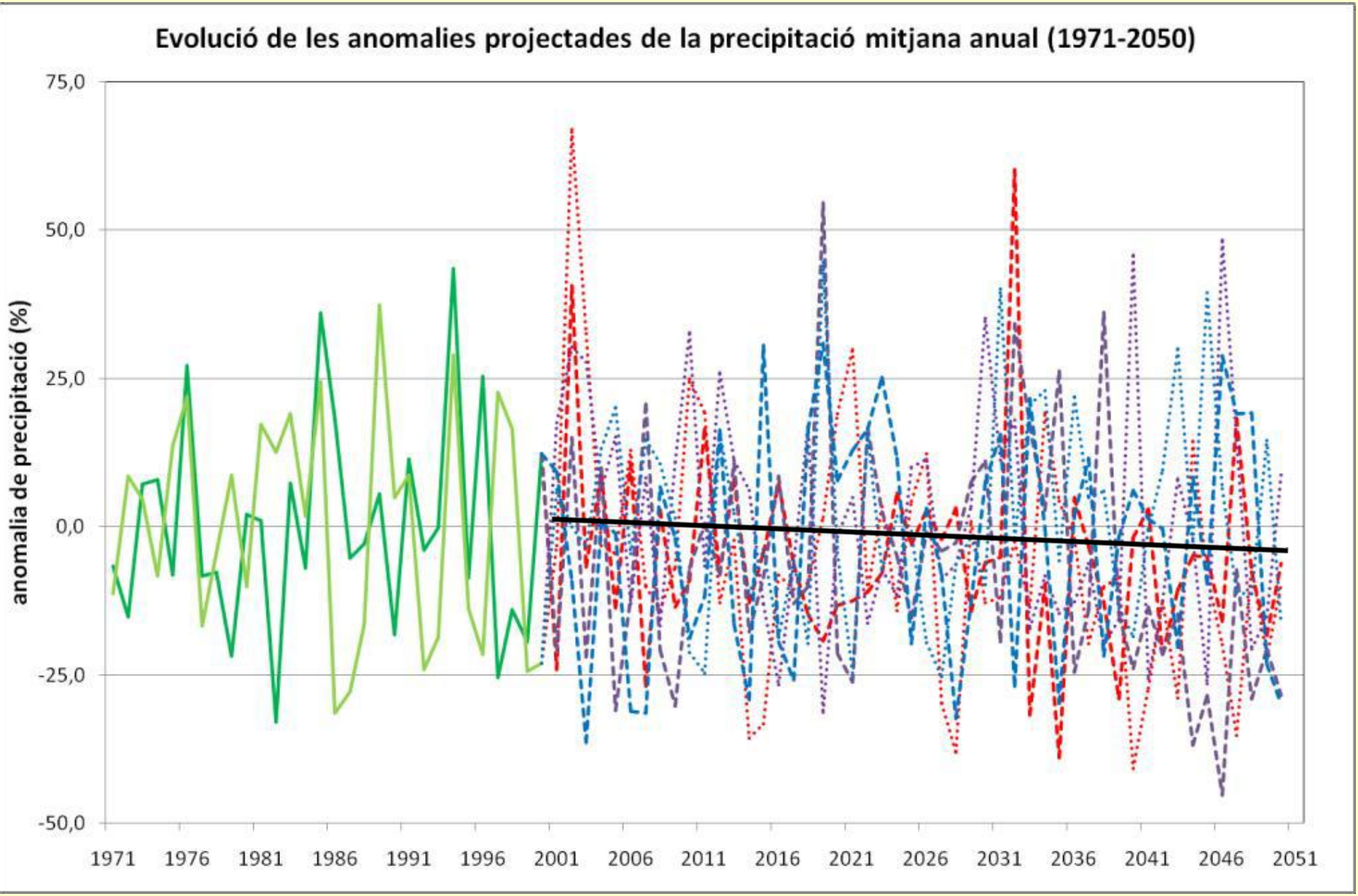
Proyecto ESCAT (Generació d'escenaris climàtics amb alta resolució per a Catalunya) (SMC, 2012)



Variació projectada de la temperatura mitjana anual del període 2011-2050 respecte del valor mitjà al període 1971-2000 a Catalunya

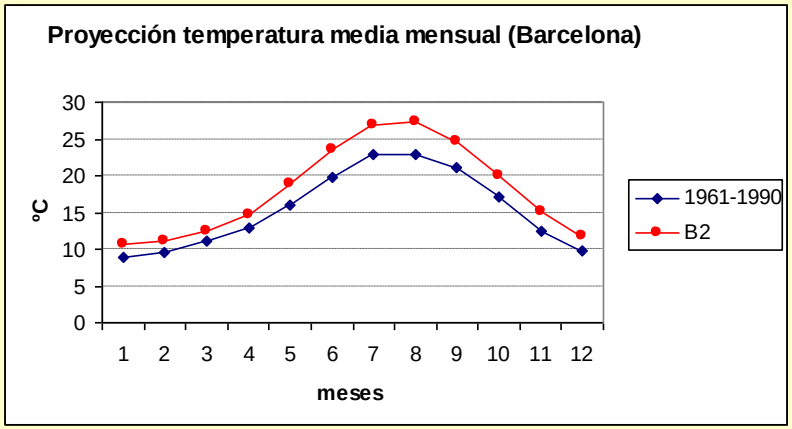


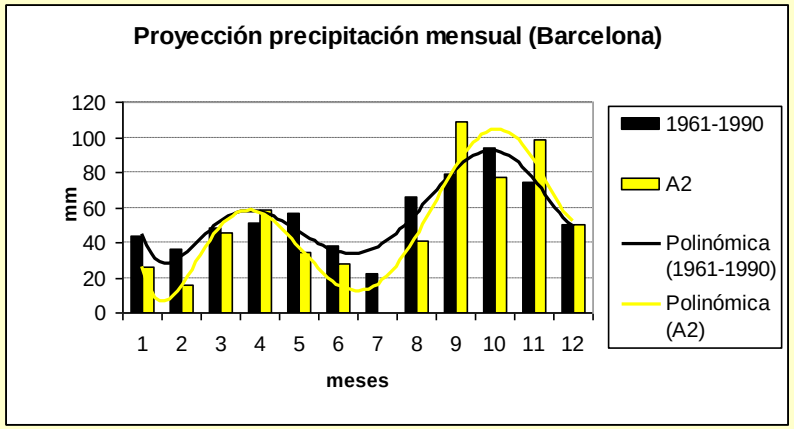
SMC (2012)


Evolució de les anomalies projectades de la precipitació mitjana anual (1971-2050)
anomalia de precipitació (%)
75,0
50,0
25,0
0,0
-25,0
-50,0
1971
1976
1981
1986
1991
1996
2001
2006
2011
2016
2021
2026
2031
2036
2041
2046
2051

SMC (2012)

Ejercicio simple de proyección climática para Barcelona, usando el modelo PROMES





1961-1990: 15.4ºC

2071-2100: 18.1ºC (B2)

1961-1990: 659.0 mm

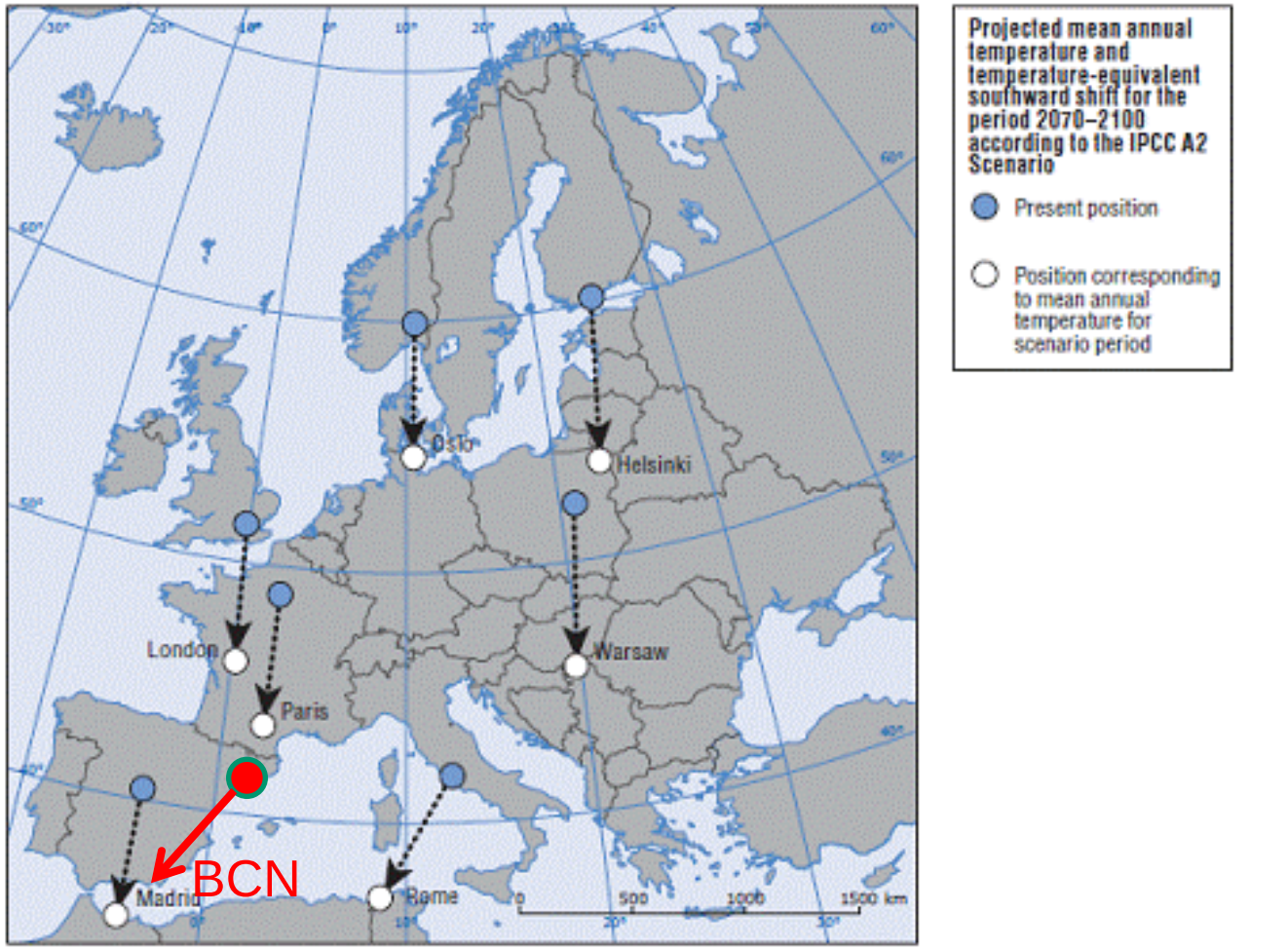
2071-2100: 585.7 mm (A2)

Período 1961-1990: Déficit=214,1 mm

Período 2071-2100: Déficit=409,0 mm

Datos de Manuel de Castro

Desplazamiento latitudinal equivalente al calentamiento en varias ciudades europeas



http://www.realinstitutoelcano.org/wps/portal/rielcano/contenido?WCM_GLOBAL_CONTEXT=/elcano/elcano_es/programas/energiacambioclimatico/publicaciones/ari56-2011

Dos acciones clave

- **Mitigación**: Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para que el calentamiento sea el mínimo posible.

- **Adaptación**: Ajustarse a las nuevas condiciones ambientales reduciendo el efecto de los impactos y aprovechando las nuevas oportunidades.

A modo de conclusión

(Contexto y evolución reciente)

- La elevada variabilidad interanual y la larga duración de las sequías son los rasgos prototípicos del clima mediterráneo, mucho más que una cantidad anual de precipitación modesta.

- La alta concentración temporal (diaria) de la precipitación está vinculada a las aguas del mar Mediterráneo.

- Existe un rompecabezas de regímenes pluviométricos estacionales, que tiene un cierto efecto “regularizador” en algunas cuencas hidrográficas.

- Se ha producido un claro aumento de la temperatura en todo el país.

- No ha habido tendencias pluviométricas recientes claras y generales, excepto cambios en el régimen estacional.

A modo de conclusión

(Proyecciones)

- Clara proyección de la temperatura al alza.
- Elevada incertidumbre en las proyecciones climáticas respecto a la variable precipitación. Tendencia a la reducción de la precipitación y, quizá, a una mayor variabilidad interanual y concentración diaria.
- Posibles cambios estacionales en la disponibilidad del input pluviométrico
- Aumento de la evapotranspiración. Reducción del recurso hídrico.
- Necesidad de una gestión del agua y de una planificación hidráulica sostenibles y **adaptadas** al nuevo contexto climático

J.Martín-Vide

Gràcies!