Proyecciones Regionales de Cambio Climático: Región de Murcia

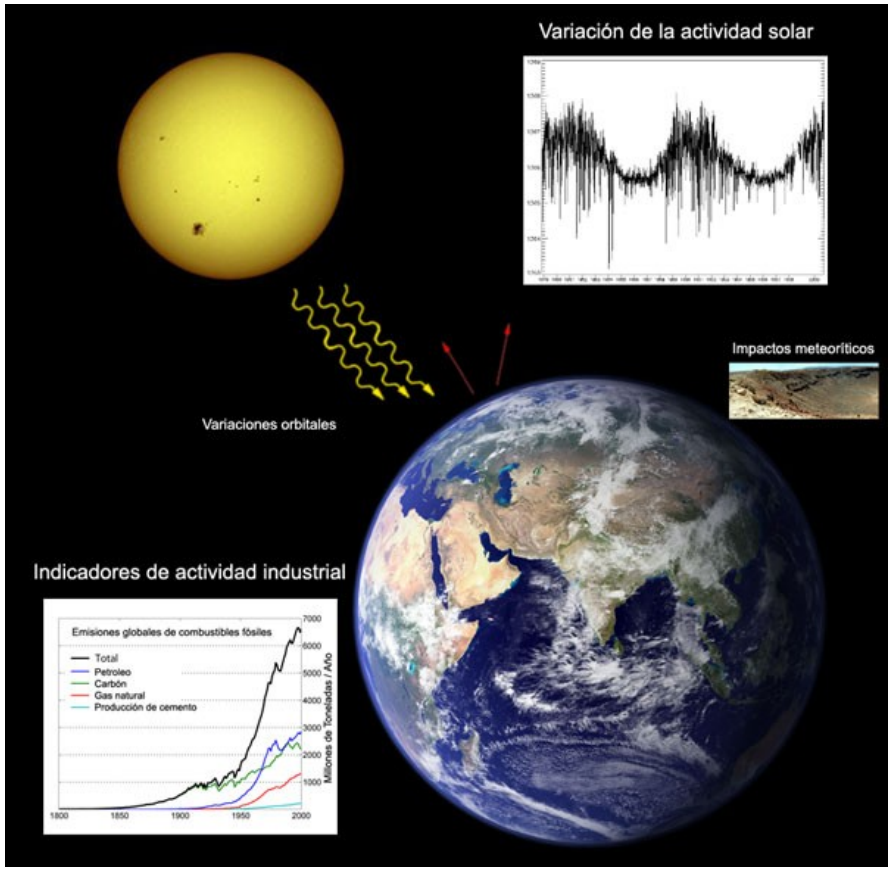
Juan Pedro Montávez Gómez
Grupo de Modelización Atmosférica Regional
Departamento de Física
Universidad de Murcia

montavez@um.es

Presentación

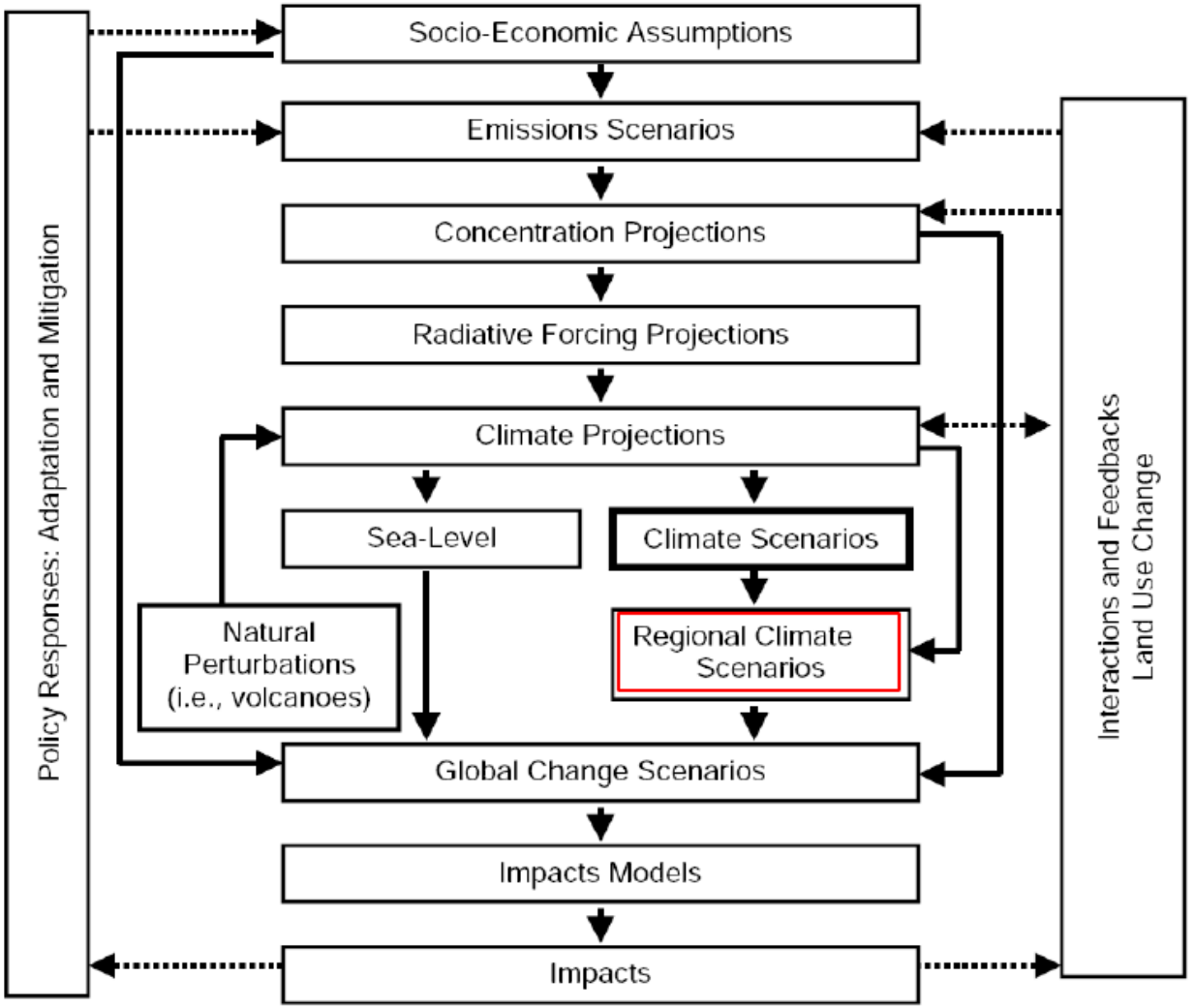
- El problema del cambio climático
- Modelos de Circulación General
- Técnicas de Regionalización
- Modelos Regionales dinámicos
- Experimentos sobre la Peninsula Ibérica y la Región de Murcia

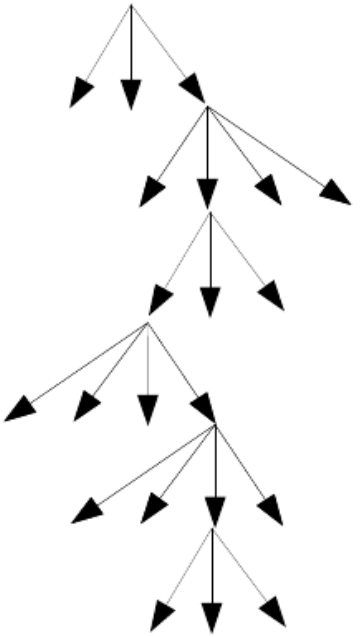
Cambio Climático



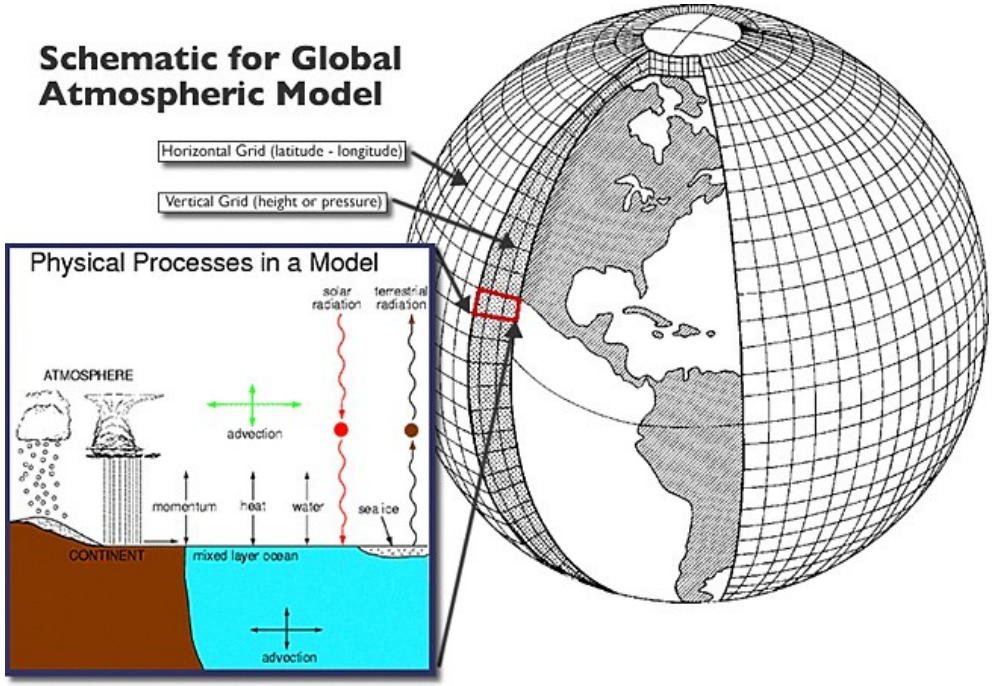
- Cambios climáticos naturales
  - Cambios Orbitales
  - Cambios actividad solar
  - Volcanes, etc ....
- Cambio climático antrópico
  - Amplificación del efecto invernadero

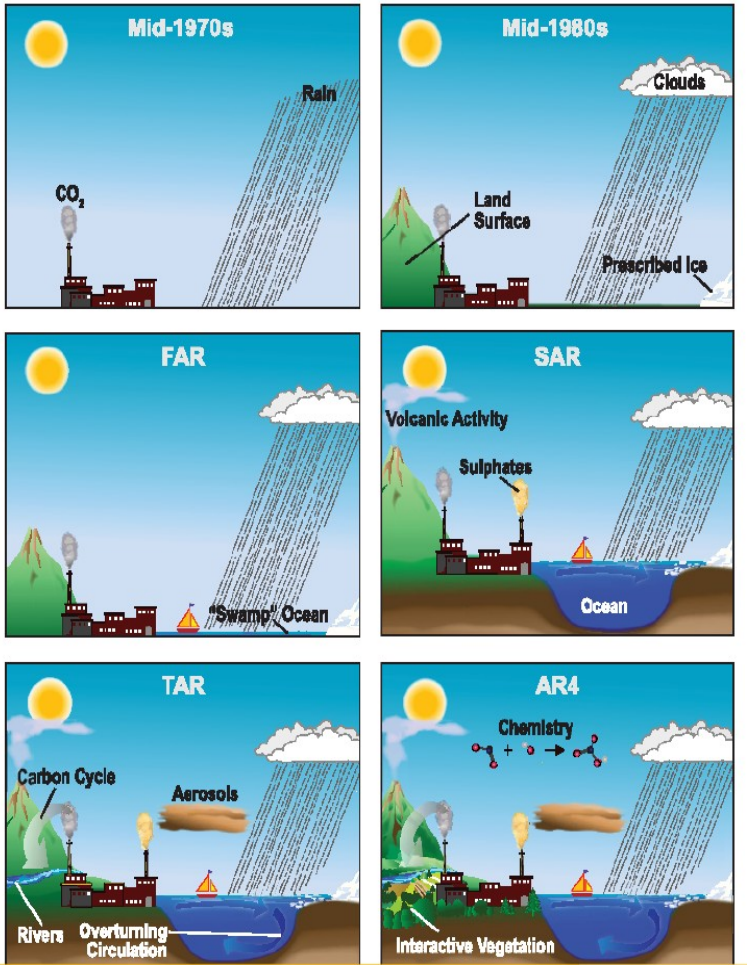
CC: Incertidumbres





MCGs

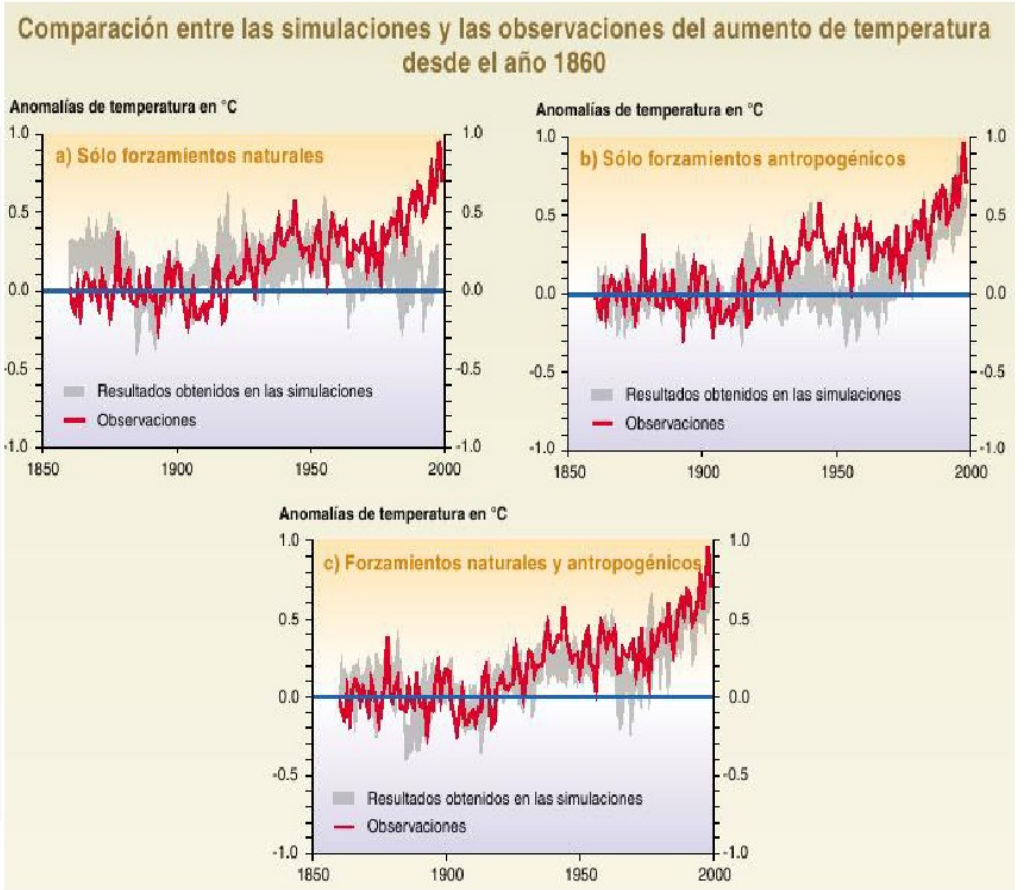

Schematic for Global Atmospheric Model
Horizontal Grid (latitude - longitude)
Vertical Grid (height or pressure)
Physical Processes in a Model
solar radiation
terrestrial radiation
ATMOSPHERE
advection
momentum
heat
water
sea ice
CONTINENT
mixed layer ocean
advection


Mid-1970s
Rain
CO_2
Mid-1980s
Clouds
Land Surface
Prescribed Ice
FAR
"Swamp" Ocean
SAR
Volcanic Activity
Sulphates
Ocean
TAR
Carbon Cycle
Aerosols
Rivers
Overturning Circulation
AR4
Chemistry
Interactive Vegetation

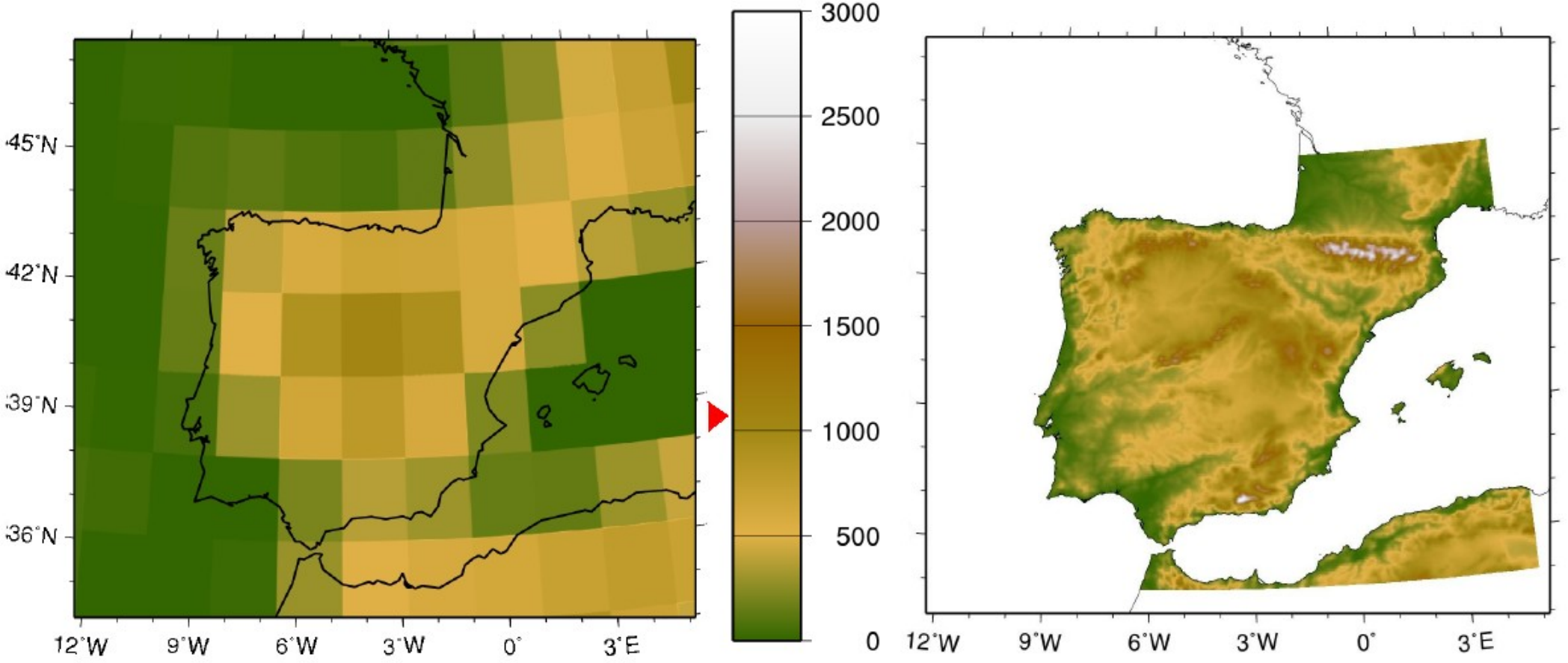
¿Podemos confiar en los GCMs?

Detección y atribución de CC

- **Detección:** Proceso demostrar que el clima ha cambiado (algún esta dístico), sin importar la razón.
- **Atribución:** Proceso mediante el cual se establecen las causas más probables del cambio detectado con un determinado nivel de confianza. Imposible atribuir unequivocamente.



¿Qué sucede a escalas regionales?



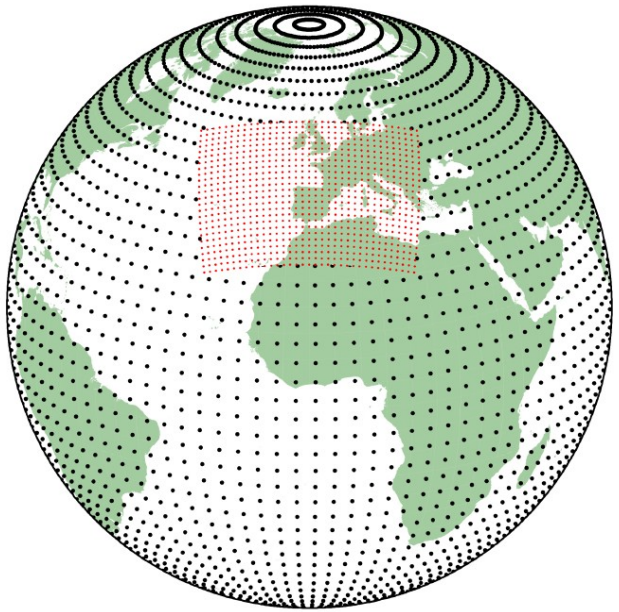
T62

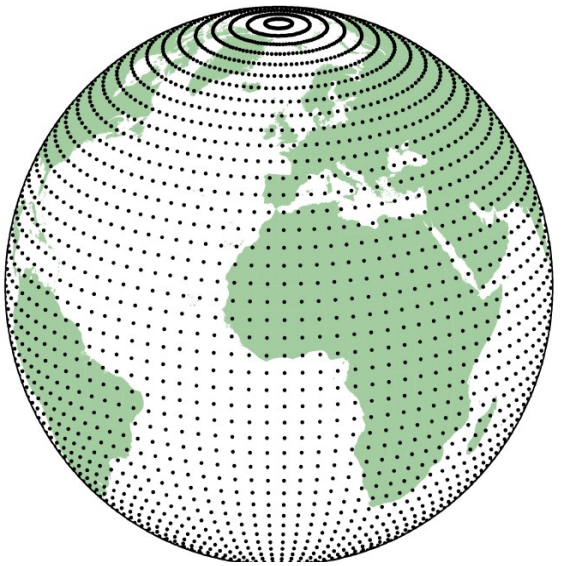
Técnicas de Regionalización

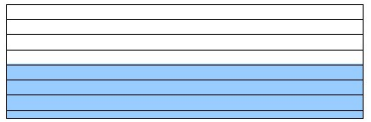
- Los GCMS reproducen aceptablemente la circulación a gran escala
- Estrategia: Métodos de regionalización
  - Regionalización Estadística: relaciones empíricas entre la gran escala y escalas locales o regionales. Métodos de regresión, CCA, análogos, etc
  - Regionalización Dinámica: Aumento de la resolución espacial cuando se resuelven las ecuaciones del sistema.
- Ventajas e inconvenientes!!!!

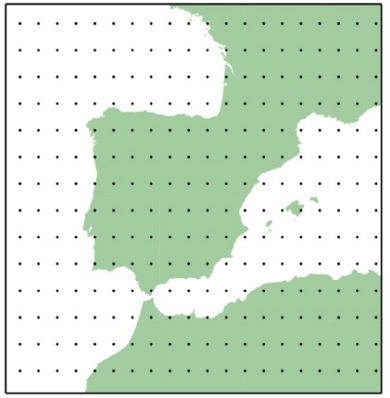
Regionalización Dinámica

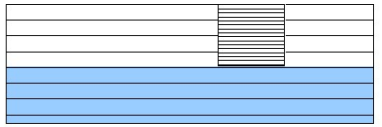
- Técnicas time-slice
- Técnicas de anidamiento











Historia de los MCR

Dos caminos para el desarrollo de Modelos climáticos regionales:

LAM → RCM ← GCM

Se aprovechan de parametrizaciones específicas para alta resolución desarrolladas para sus contrapartidas de predicción meteorológica.

Física compatible con sus contrapartidas globales. Teóricamente, menos inconsistencias en las fronteras.

Ejemplos:

Lista de RCMs...

RegCM3

CHRM

CLM

MM5 (CMM5, MM5-ISU, MM5-ANL, ...)

REMO

CRCM

RSM (NCEP, Scripps)

RCA

PROMES

RAMS

WRF

. . .

diferencias finitas / espectrales

hidrostaticos / no hidrostaticos

derivados de LAM / GCM

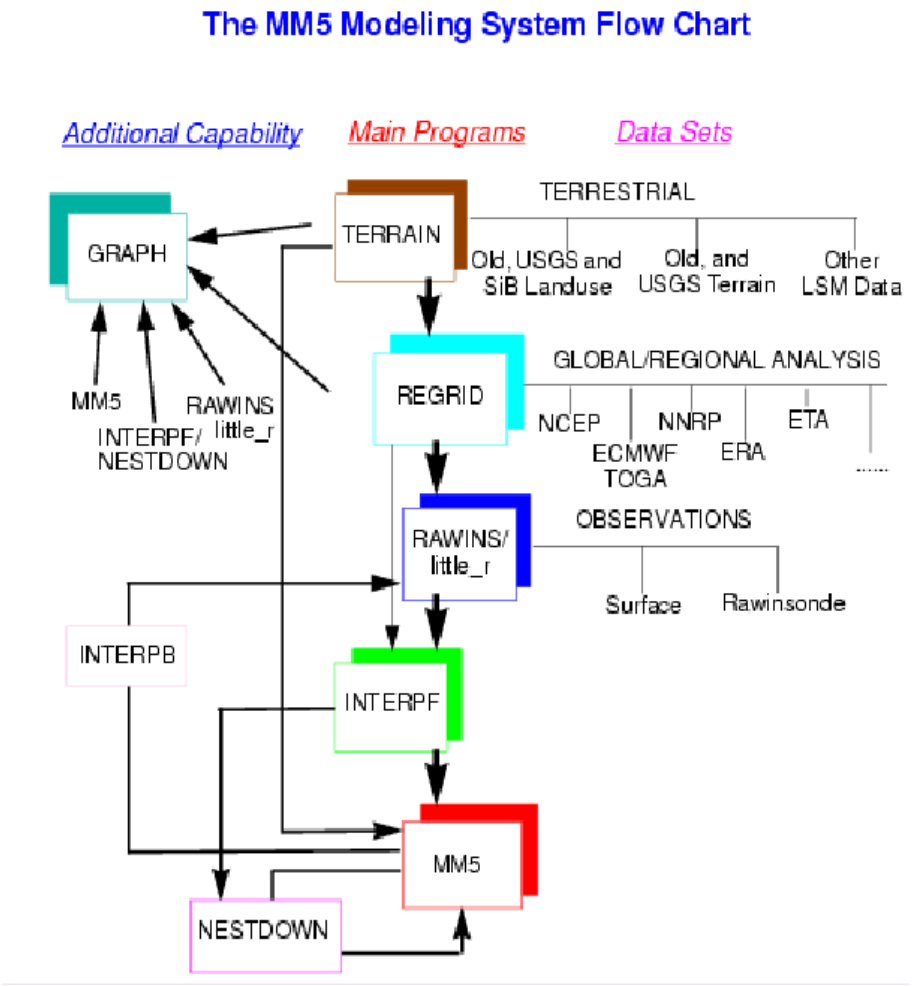
esquemas de integración numérica ...

parametrizaciones físicas...

proyecciones de la rejilla...

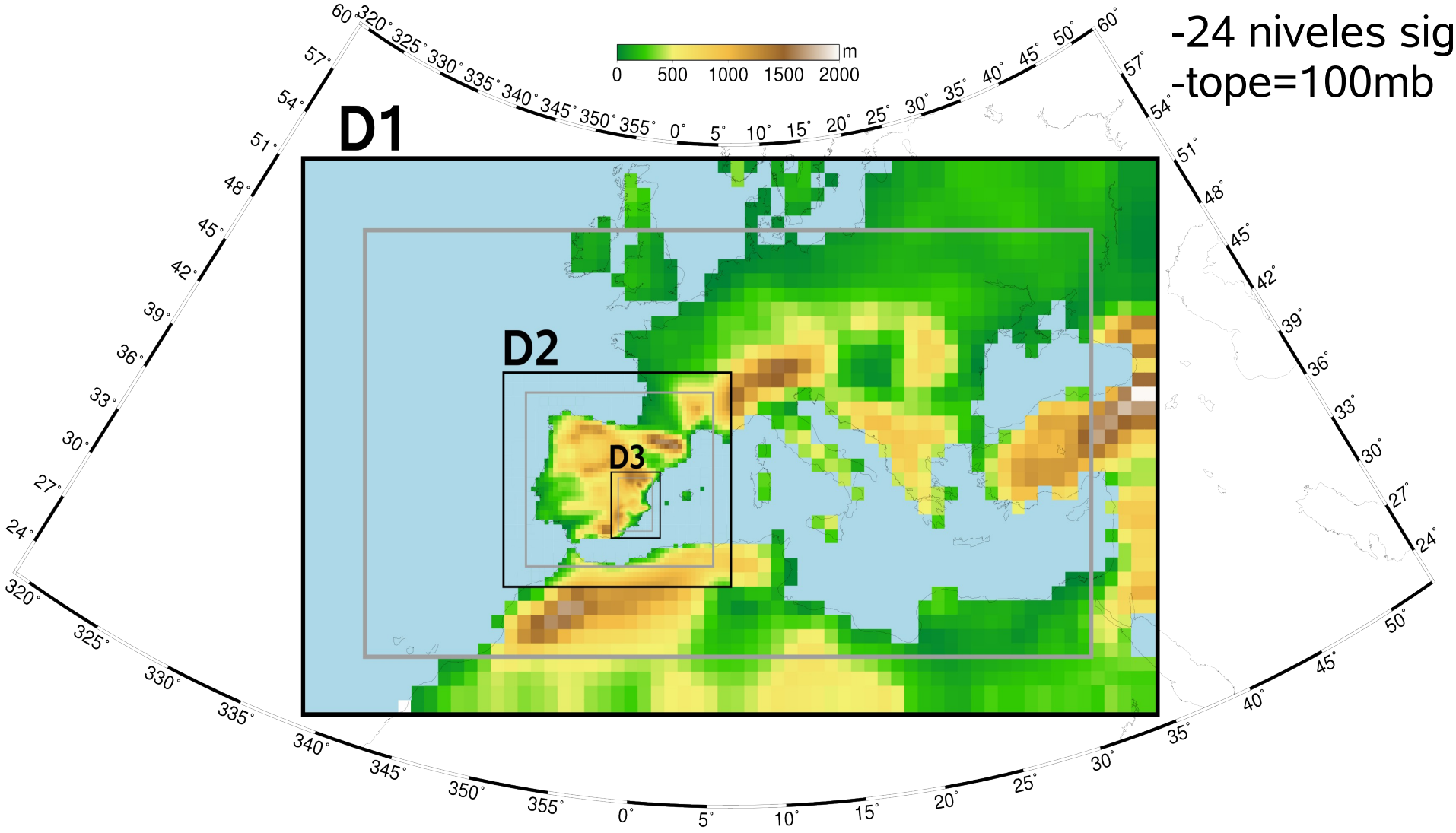
MM5-MAR

- Versión climática MM5
  - Modelos GCMs
  - Forzamiento Gases
  - Integraciones Largas
  - Forzamiento Solar
  - Años 360 dias
  - Etc .....



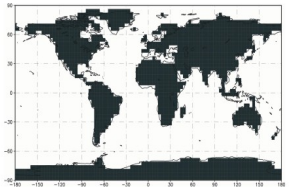
Experimentos: conf. espacial

-90-30-10 km
-Bidireccional
-24 niveles sigma
-tope=100mb



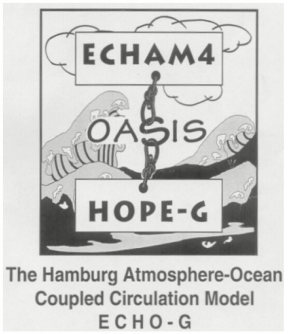
Experimentos: Cond. Contorno

Condiciones de contorno: ECHO-G



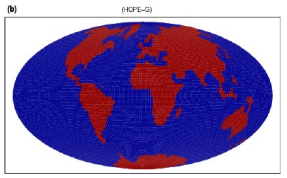
ECHAM4

- ECMWF ⇒ MPI
- ≈ECHAM3 + fresh water on glaciers + river runnoff + partial ice cover
- T30 ≈ 3.75 x 3.75
- 19 vertical levels: Highest: 10 hPa 30km Lowest: ≈ 30m



OASIS

- Acoplador
- Interpola
- Sincroniza



HOPE-G

- Prim. Eq. and Thermodyn.
- Sea ice model with snow cover
- Gauss. T42 ≈ 2.8 x 2.8
- 0.5 Equator
- 20 levels

Experimentos de C.Climático y Paleo

-Erik1

-Escenarios A2 y B2

-Y otros (ECHAM5...)

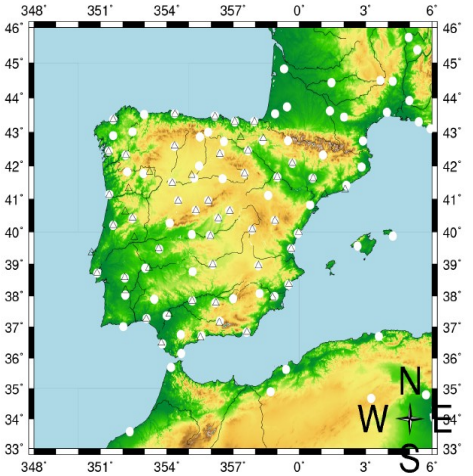
Experimentos del Clima Observado

-ERA-40

-ECMWF Análisis (2002~)

-6 horas, 1.125º

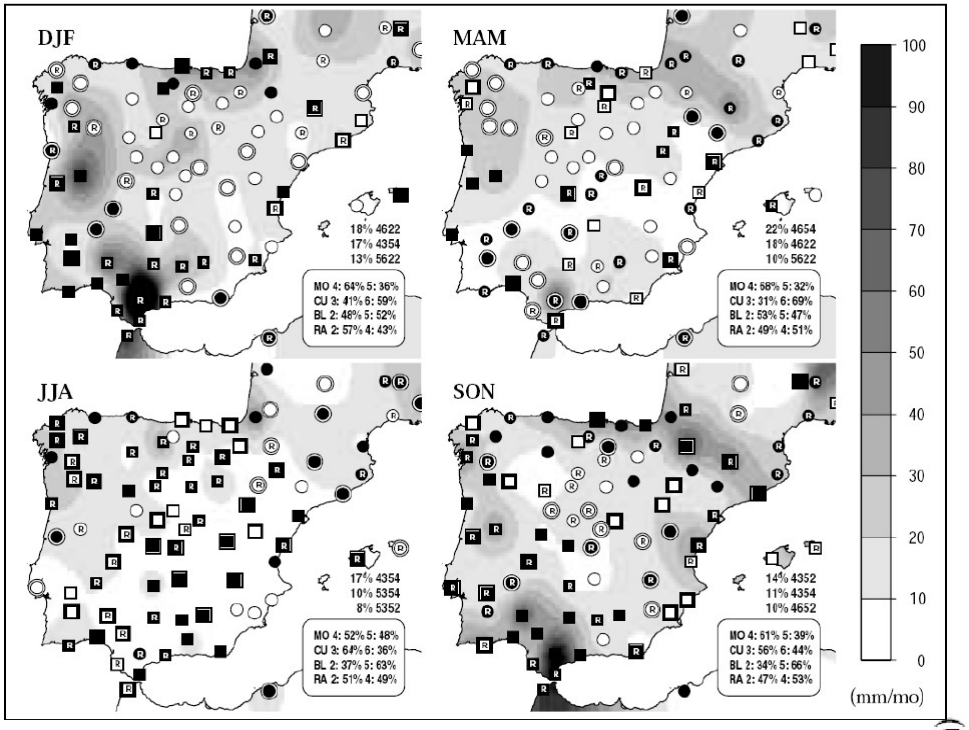
Y comparación con datos OBS.



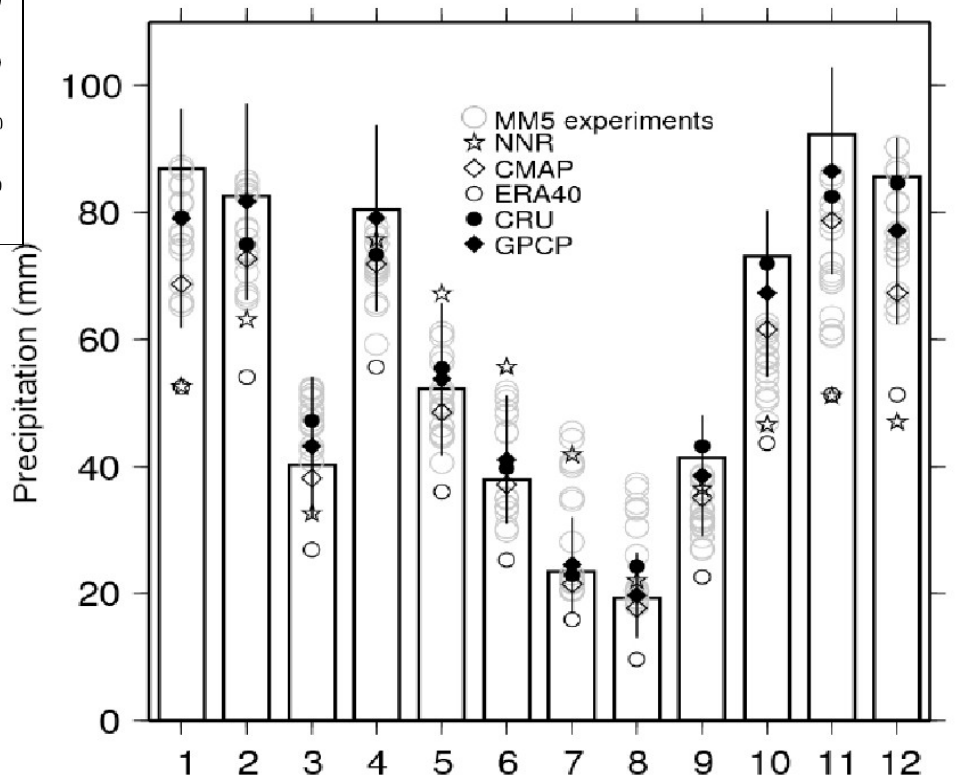
- 55 Estaciones del INM y SMP.
- Series del CRU (0.5º).
- Datos de Universidad de Delaware.
- Reanálisis de NCEP.
- Reanálisis de ECMWF.
- Experimentos de MM5.

Experimentos Independientes de las **Condiciones Iniciales** : SPINUP

Sensibilidad a la Física



Symbol	Exp. id	Microphysics	Cumulus	PBL	Radiation	CPU Time
□	4322	Simple Ice	Grell	Blackadar	Cloud	177
R	4324	Simple Ice	Grell	Blackadar	RRTM	191
■	4352	Simple Ice	Grell	MRF	Cloud	**149**
R	4354	Simple Ice	Grell	MRF	RRTM	**167**
○	4622	Simple Ice	Kain–Fritsch	Blackadar	Cloud	182
R	4624	Simple Ice	Kain–Fritsch	Blackadar	RRTM	195
●	4652	Simple Ice	Kain–Fritsch	MRF	Cloud	**152**
R	4654	Simple Ice	Kain–Fritsch	MRF	RRTM	**167**
□	5322	Mixed Phase	Grell	Blackadar	Cloud	194
R	5324	Mixed Phase	Grell	Blackadar	RRTM	205
■	5352	Mixed Phase	Grell	MRF	Cloud	168
R	5354	Mixed Phase	Grell	MRF	RRTM	186
○	5622	Mixed Phase	Kain–Fritsch	Blackadar	Cloud	198
R	5624	Mixed Phase	Kain–Fritsch	Blackadar	RRTM	216
●	5652	Mixed Phase	Kain–Fritsch	MRF	Cloud	171
R	5654	Mixed Phase	Kain–Fritsch	MRF	RRTM	184



-No encontramos configuración óptima

-Gran incertidumbre en bases de datos

Experimentos: Física

Configuración Física

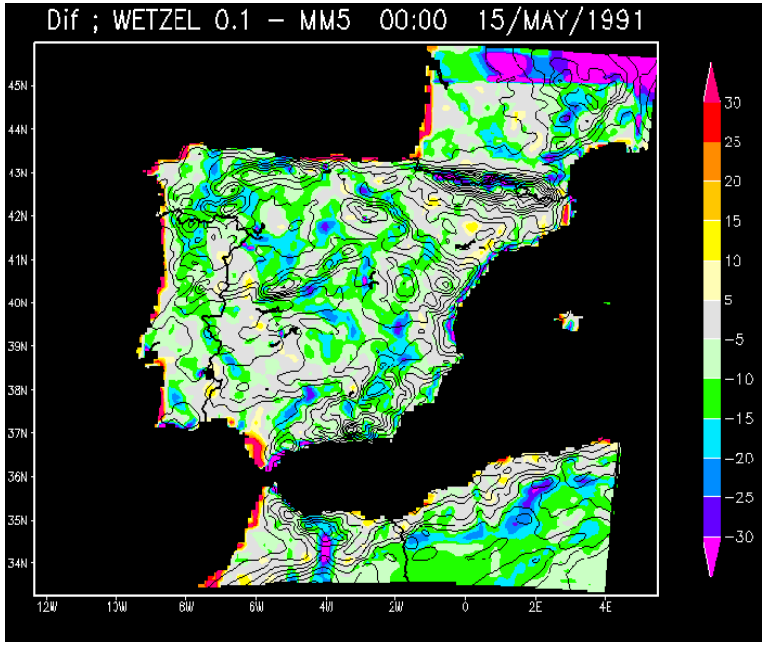
Configuración económica con posibilidad de **forzamiento radiativo**

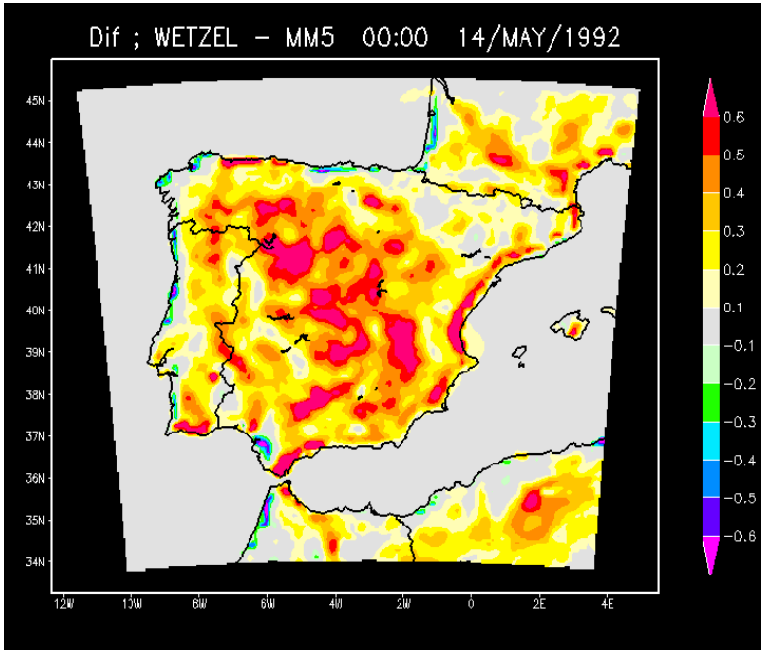
Proceso	**Parametrización**	Referencia
Cúmulos	**Grell**	Grell 1993)
Microfísica	**Simple ice**	Dudhia, 1989
Capa Límite	**MRF**	Hong and Pan 1996
Radiación	**RRTM**	Mlawer et al. 1997

Sensibilidad a la vegetación

Cambios en la estimación de la FVC. Se cambia método de estimación.

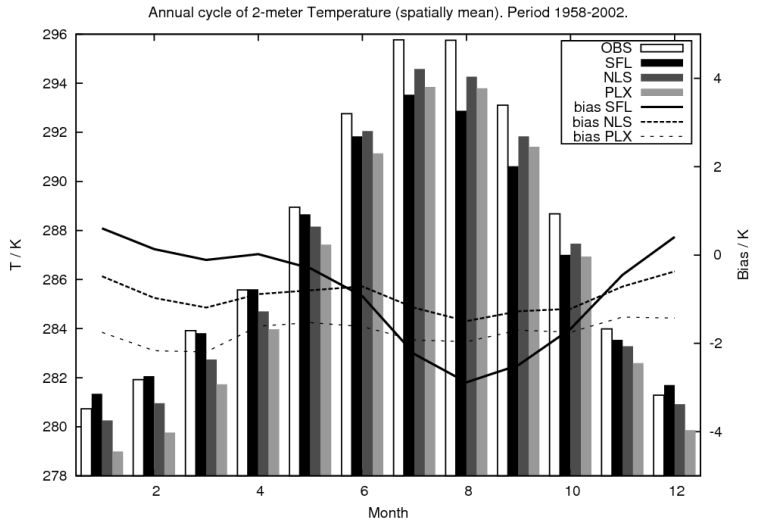
→ Conlleva importantes cambios en la temperatura

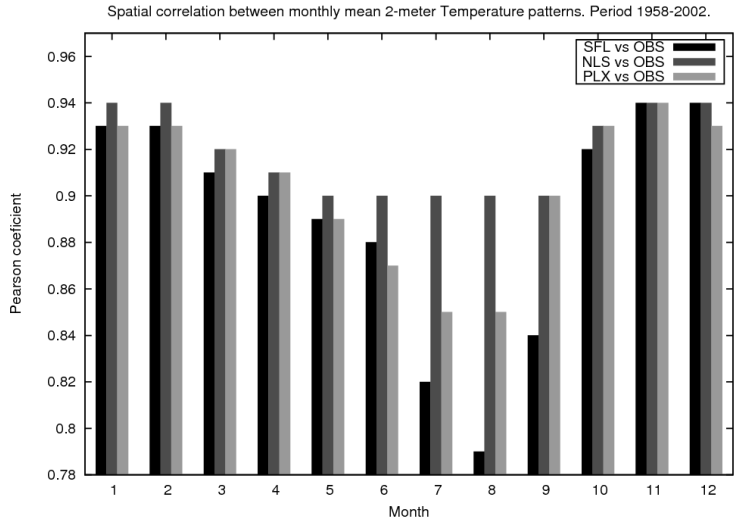




Implicaciones importantes en experimentos de Cambio Climático. Se mantienen costantes !!

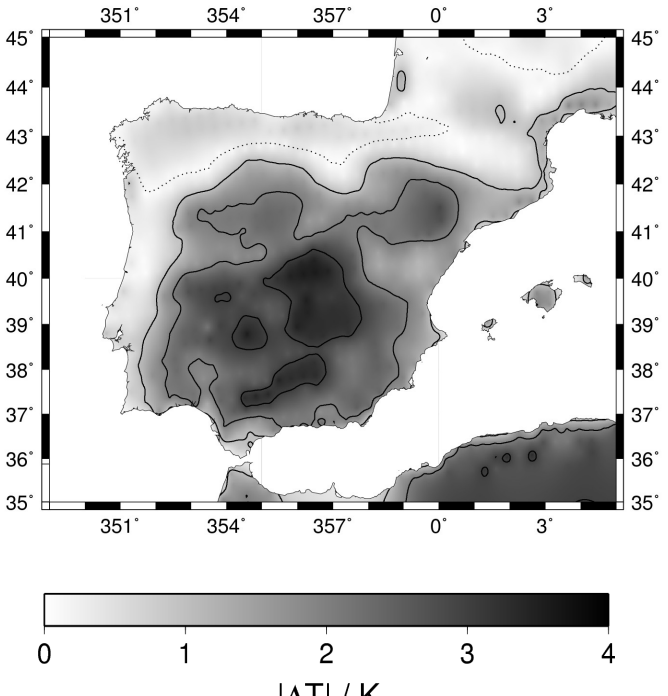
Sensibilidad al LSM: ciclo anual



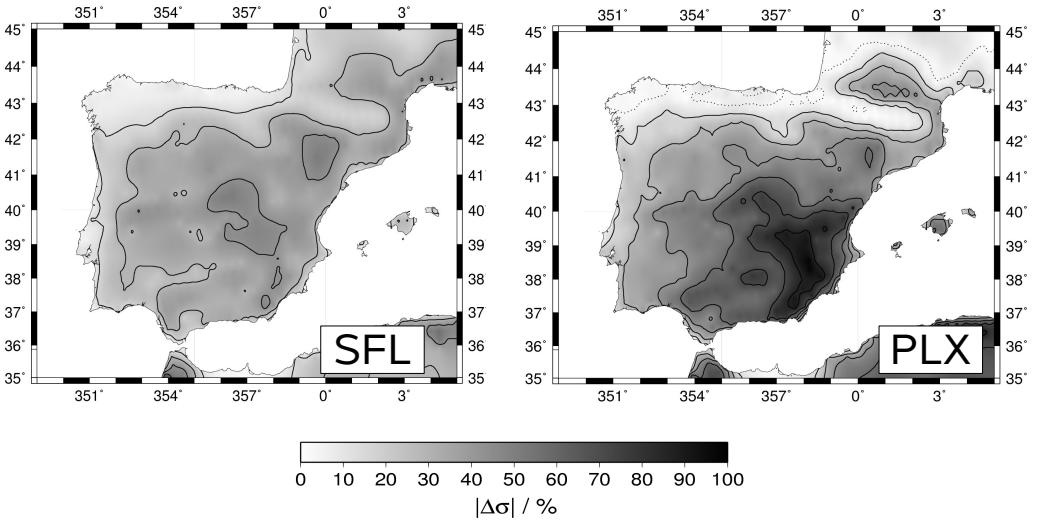


Se chequearon tres modelos: NOAH, SFL,PLX

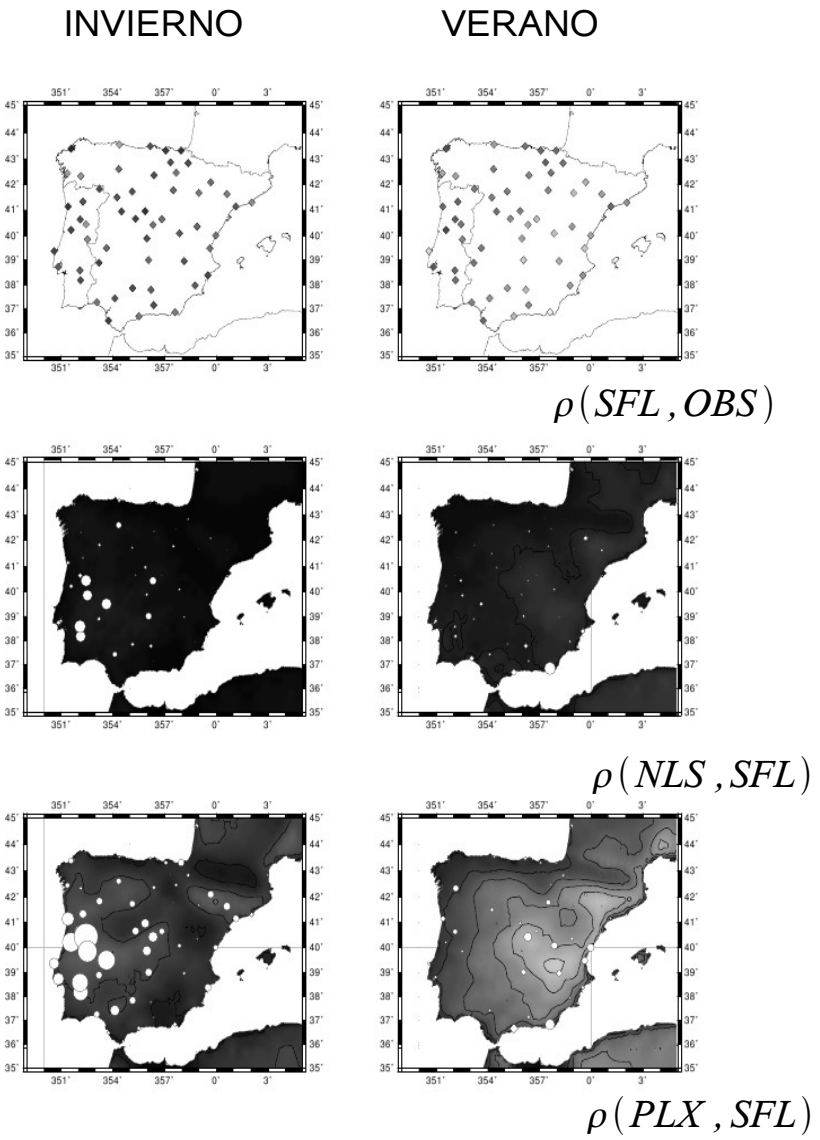
-NOAH mejora la climatología
-NOAH mejora los patrones espaciales
-Fundamentalmente en Verano: mejor reproducción de los flujos de calor



Sensibilidad al LSM: variabilidad

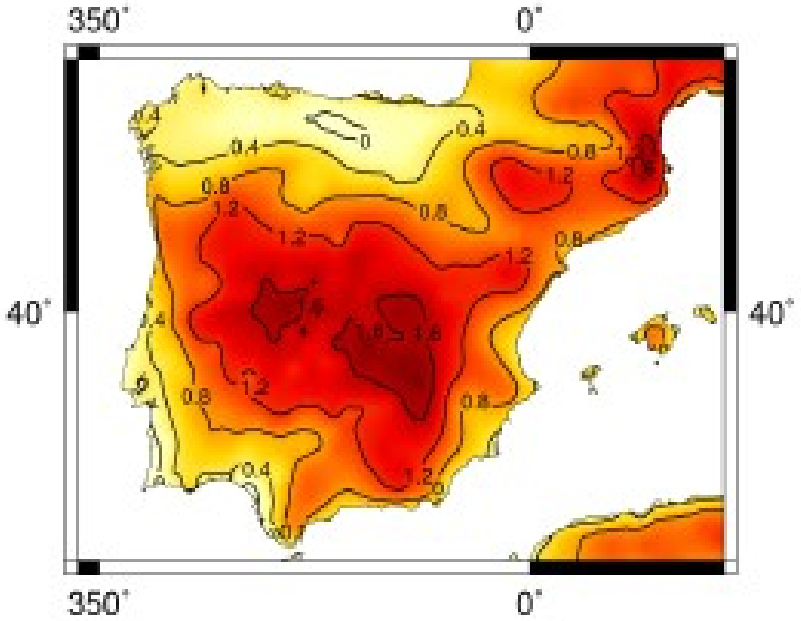


Los modelos que contemplan humedad reproducen mejor la varianza aunque no mejoran la correlación

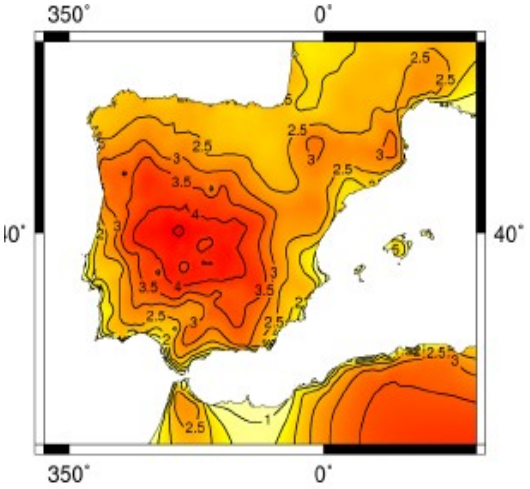


Implicaciones para el futuro

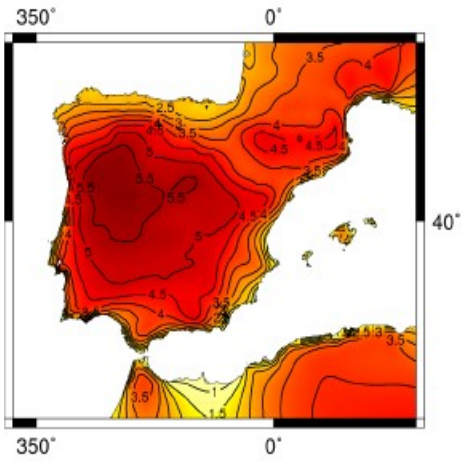
Cambios en la intensidad del calentamiento: LSM-SFL (Verano)



LSM reproduce un incremento en DTR (Verano)



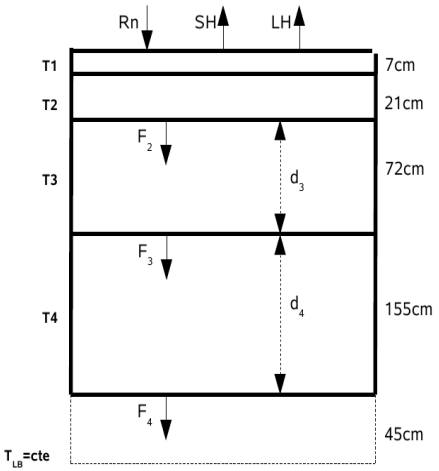
Mínimas



Máximas

Modelo de Superficie

NOAH

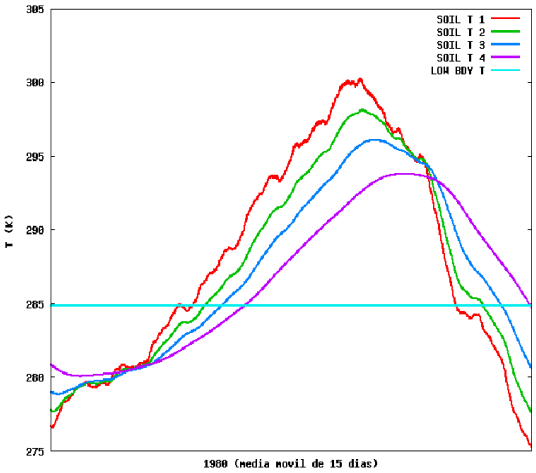


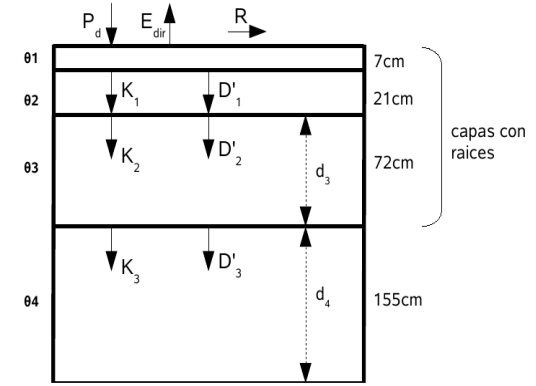
Modelado de la **temperatura**:

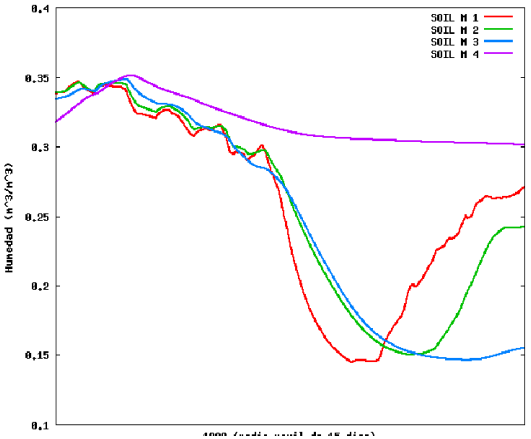
$$\frac{\partial T}{\partial t}=\frac{1}{C(\theta)}\frac{\partial F}{\partial z}$$

$$F=-k(\theta)\frac{\partial T}{\partial z}$$

$$F(z=0)=R_n-SH-LH$$







Modelado de la **humedad**:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial z}\left(D(\theta)\frac{\partial \theta}{\partial z}\right)+\frac{\partial K(\theta)}{\partial z}+F_\theta$$

$$d_1\frac{\partial \theta_1}{\partial t}=-D'_1-K_1+P_d-R-E_{dir}-E_{t_1}$$

$$d_2\frac{\partial \theta_2}{\partial t}=D'_1-D'_2+K_1-K_2-E_{t_2}$$

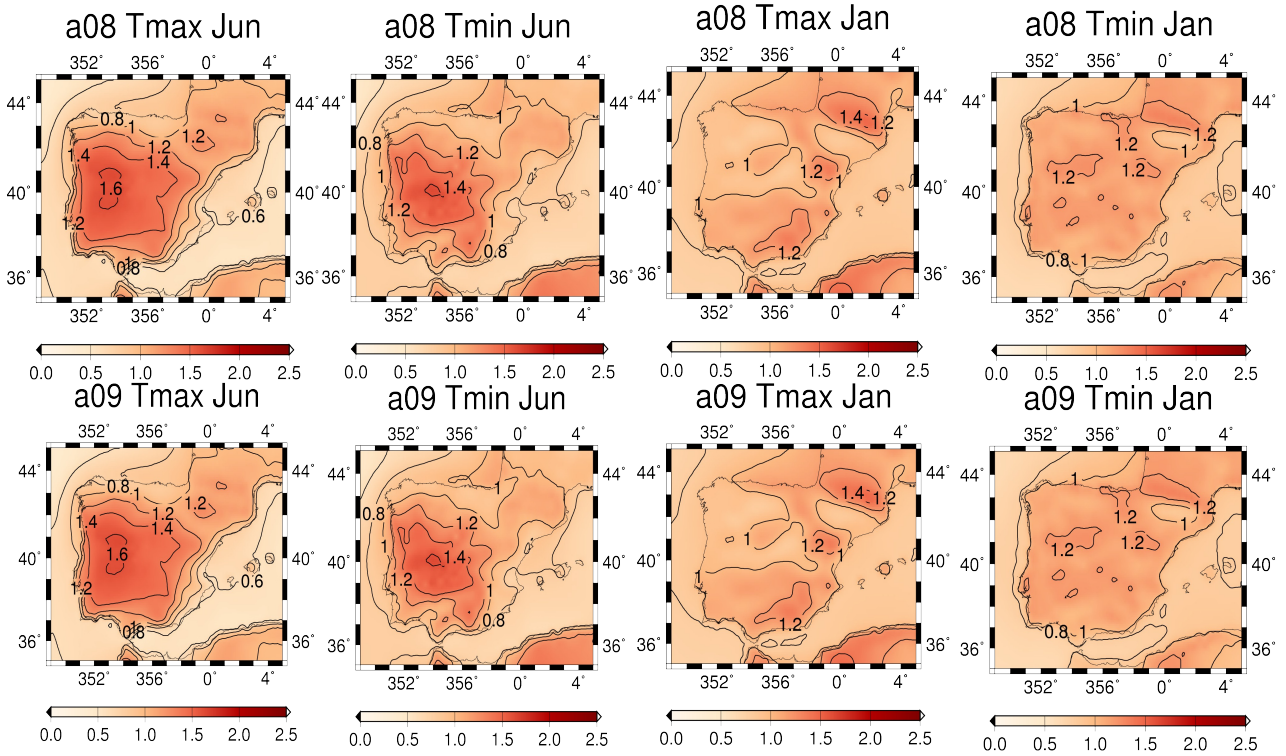
$$d_3\frac{\partial \theta_3}{\partial t}=D'_2-D'_3+K_2-K_3-E_{t_3}$$

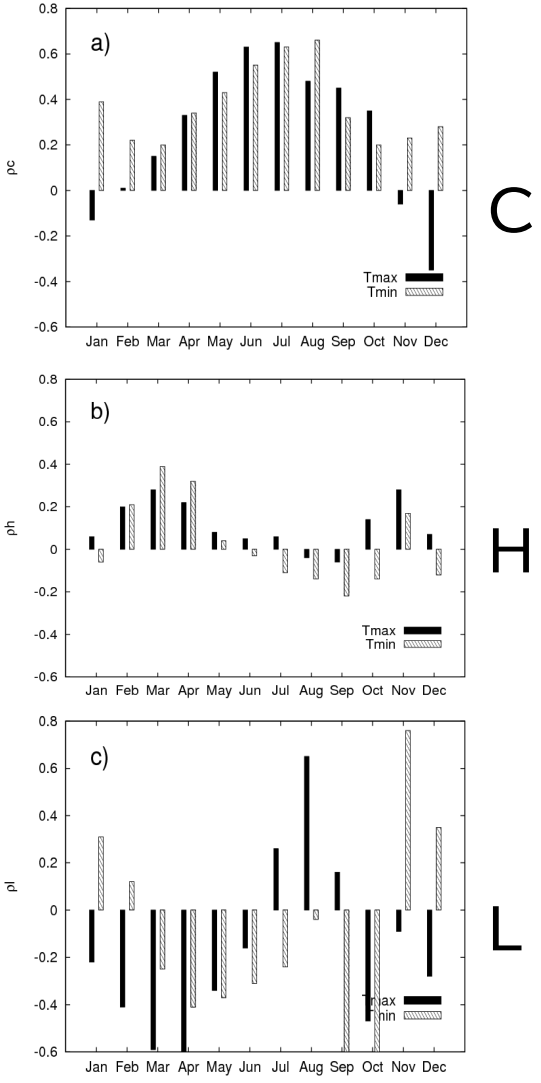
$$d_4\frac{\partial \theta_1}{\partial t}=D'_3+K_3-K_4$$

- En las formulaciones de $D(\theta)$ y de $K(\theta)$ aparecen parámetros que dependen del tipo de suelo.
- $R=P_d-I_{max}$ y en la formulación de $I_{max}(\theta)$ también aparecen parámetros que dependen del tipo de suelo.

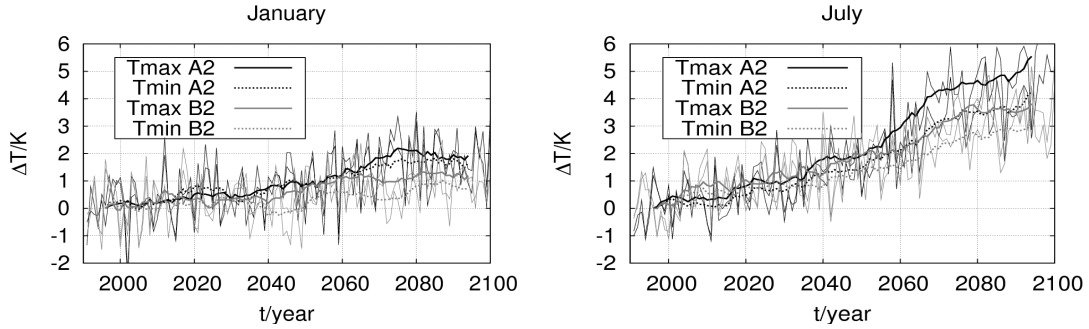
CC: patrones de calentamiento

Patrones de calentamiento : EOFs





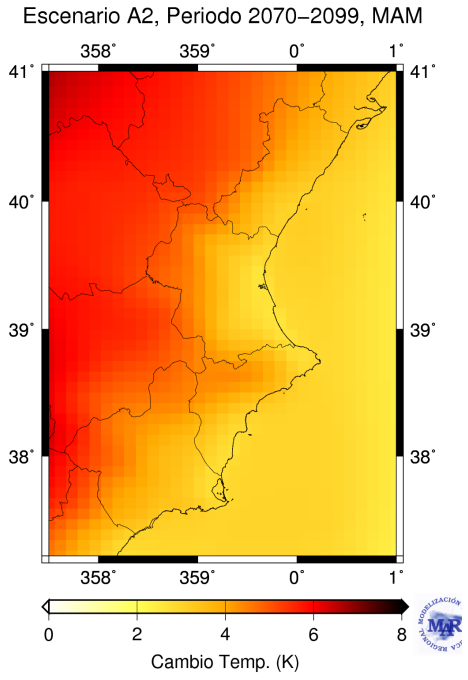
Series de los patrones: PCs

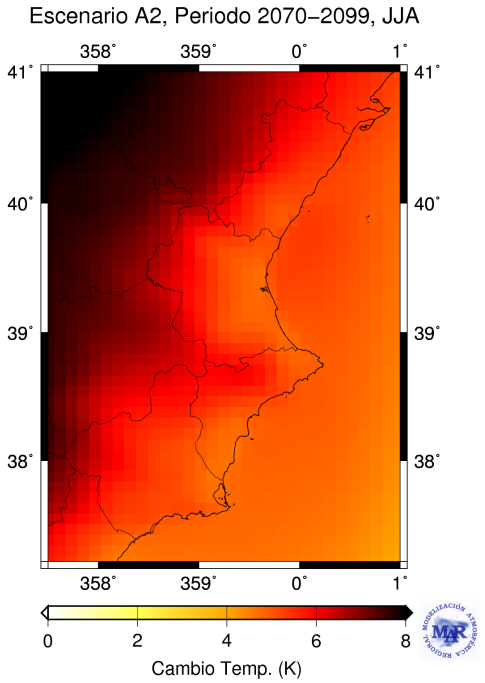


Cambios en la temperatura

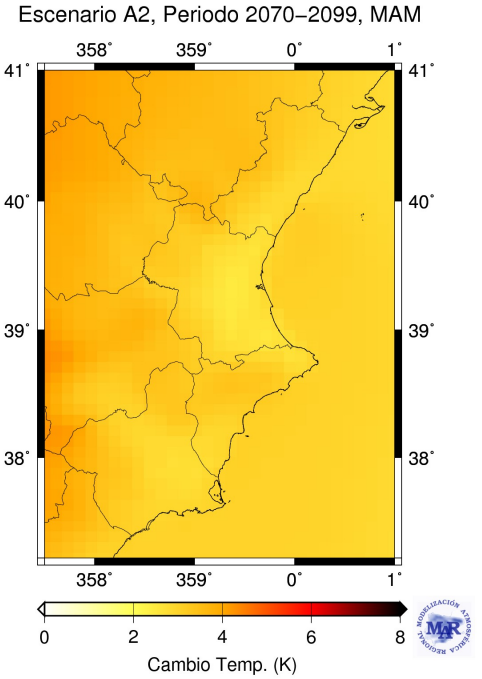
- El calentamiento depende del período, intensificándose en el último tercio de siglo
- Las máximas aumentan más que las mínimas
- En los mes estivales, el calentamiento es mayor

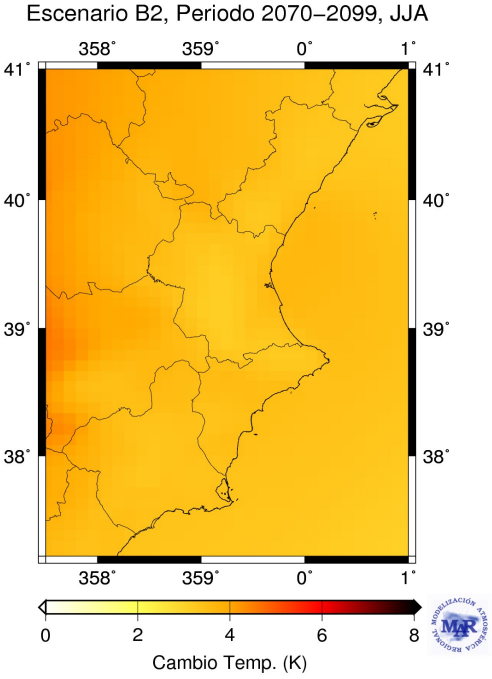
Temperaturas máximas





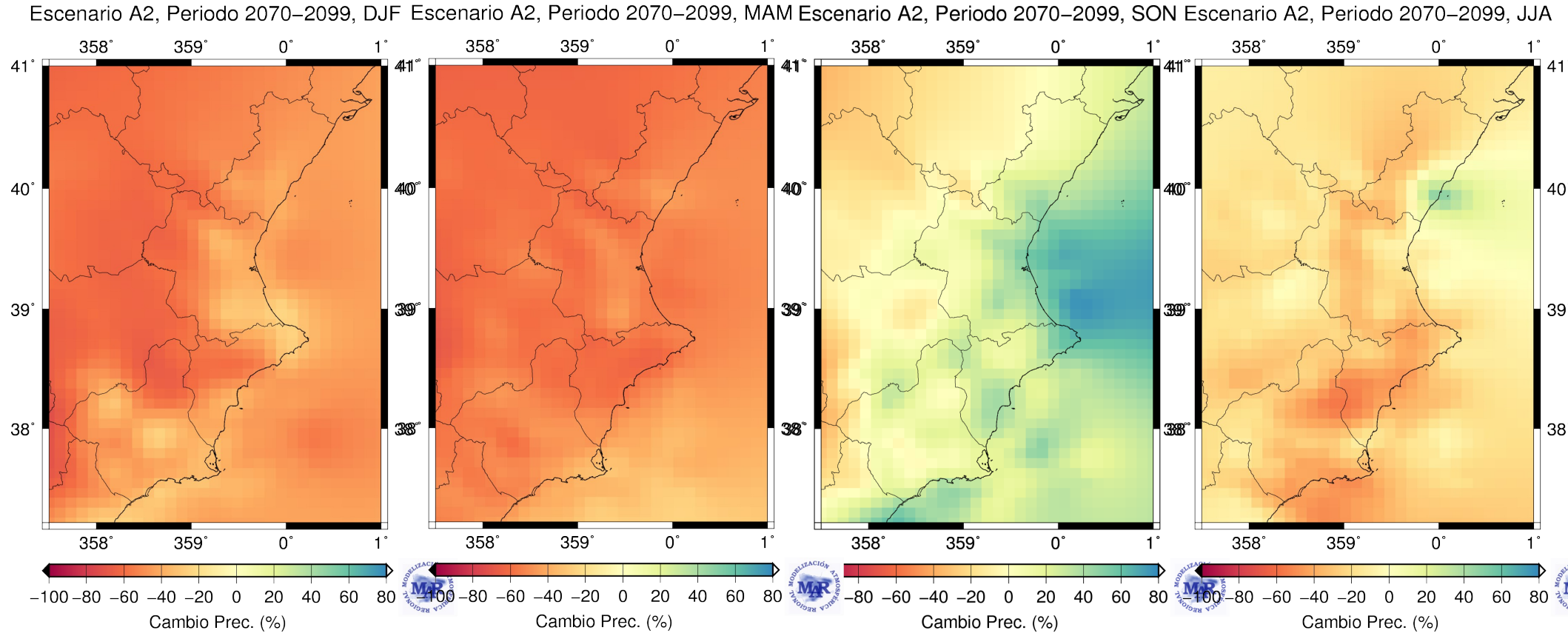
Temperaturas mínimas



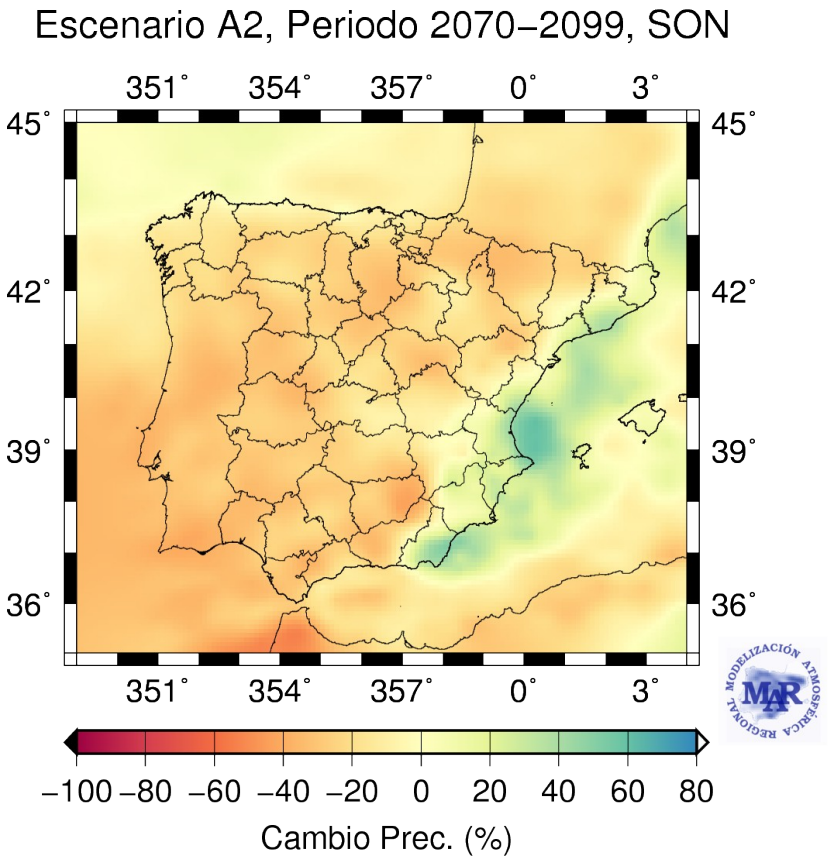
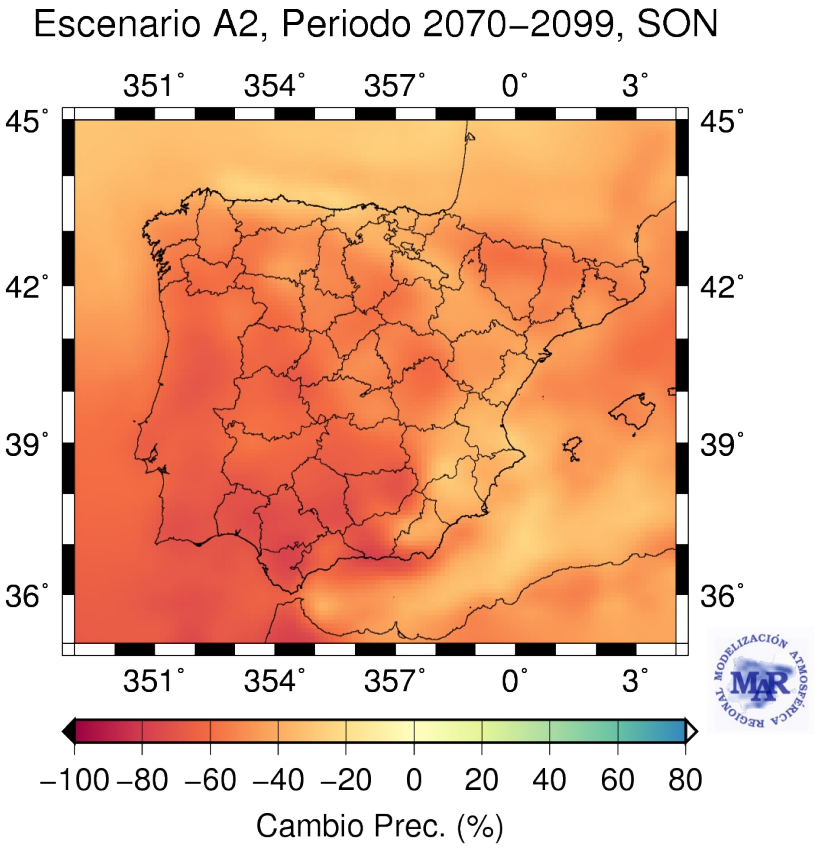


Cambios en la precipitación

- Nuevamente, los cambio en precipitación se intensifican con el paso del tiempo
- En general hay una fuerte disminución de las precipitaciones en toda la península
- Aparece, no obstante, una intensificación de la precipitación en otoño en el levante, atribuible al aumento de la temperatura del Mediterráneo



Conclusiones

- Los proyecciones regionales indican
  - Un aumento de la temperatura, especialmente en verano
  - Un descenso de la precipitación excepto en el levante en otoño
- No obstante:
  - Necesidad de conjuntos de proyecciones que permitan estimar y acotar las incertidumbres.

Influencia de la SST en la precitación en escenarios