



Servei Meteorològic
de Catalunya

Generación de escenarios climáticos para Catalunya durante el siglo XXI a partir de una técnica dinámica de regionalización climática

A. Barrera-Escoda¹ y J. Cunillera¹

1. Equip de Canvi Climàtic. Àrea de Climatologia. Servei Meteorològic de Catalunya.
Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya.
Barcelona.

tbarrera@meteo.cat

<http://www.meteo.cat/>



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**



Servei
Meteorològic
de Catalunya

Índice

- Marco general
- Diseño de las simulaciones
- Regionalización del clima actual (T + P)
- Proyecciones regionalizadas (T, P, HR, VV)



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Taller Téc. Escenarios Climáticos y Regionalización, Valsaín 2011



Servei
Meteorològic
de Catalunya

Marco general

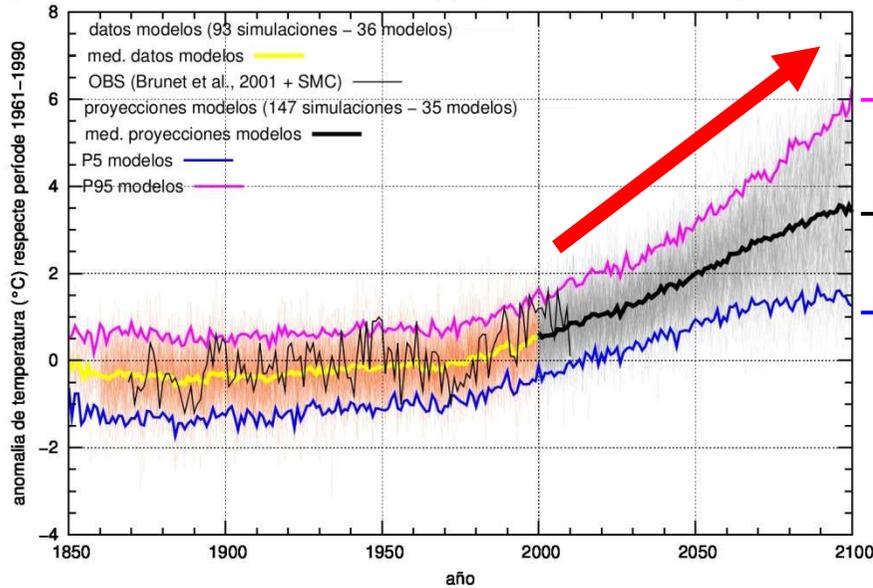


Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Taller Téc. Escenarios Climáticos y Regionalización, Valsaín 2011

Marco general

a) Evol. TMA en CATALUNYA según diferentes MCGCs y proyecciones futuras del IPCC-AR4 y ENSEMBLES



+6°C

+3,5°C

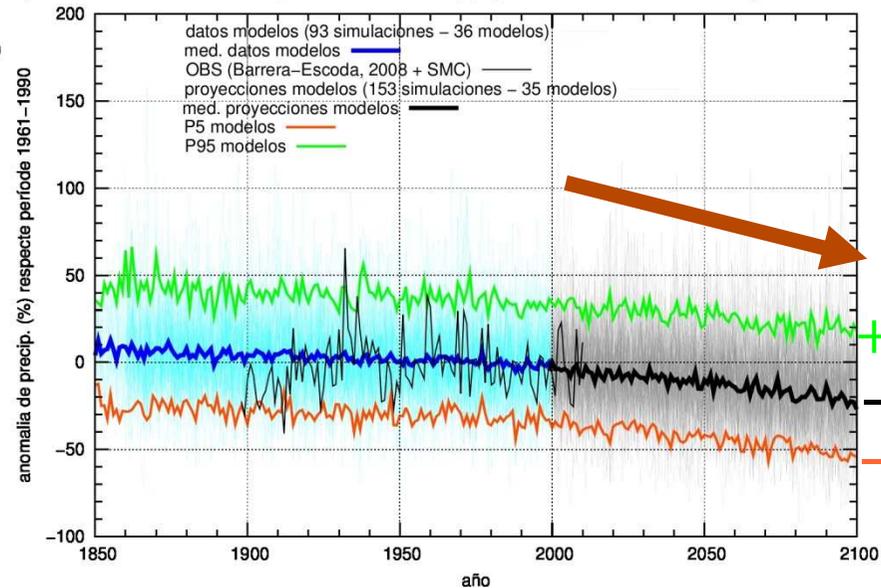
+1,5°C

Simulaciones globales del **IPCC-AR4** considerando sólo Catalunya.

Periodo de referencia: **1961-1990**

PRECIPITACIÓN

b) Evol. PMA en CATALUNYA según diferentes MCGCs y proyecciones futuras del IPCC-AR4 y ENSEMBLES



+20%

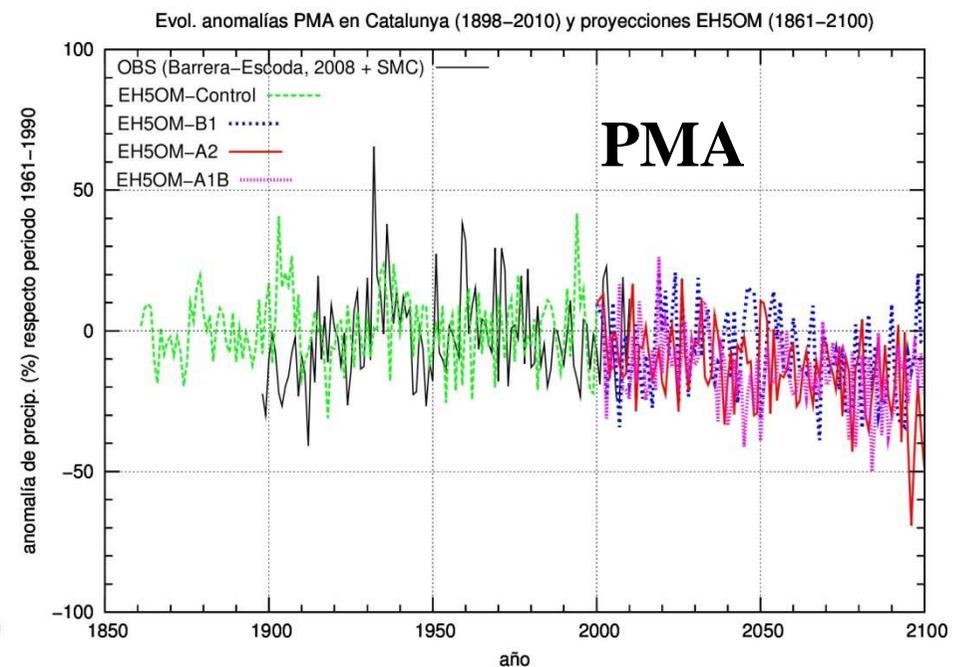
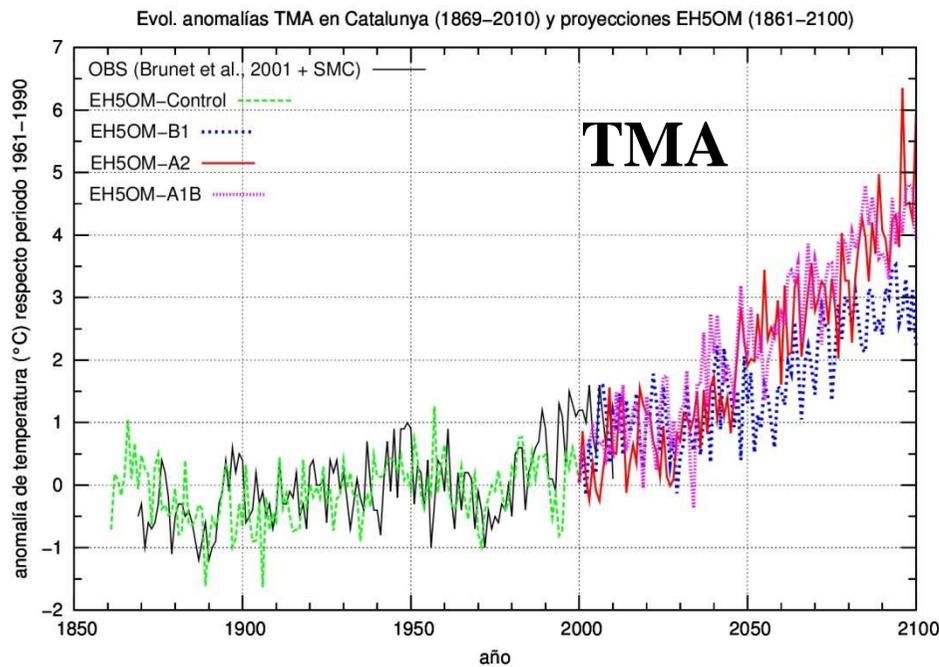
-25%

-55%

TEMPERATURA

Marco general

→ El modelo **ECHAM5/MPI-OM (EH5OM)** es uno de los **MCGCs** que reproducen **mejor** el **clima actual** de la Tierra según los forzamientos radiativos conocidos (Van Ulden y Van Oldenborgh, 2006) y, en especial, en la zona Mediterránea (Altava-Ortiz, Tesis Doctoral, 2010). Parece ser uno de los **mejores modelos** para realizar proyecciones futuras del clima en el **ámbito mediterráneo**.





Servei
Meteorològic
de Catalunya

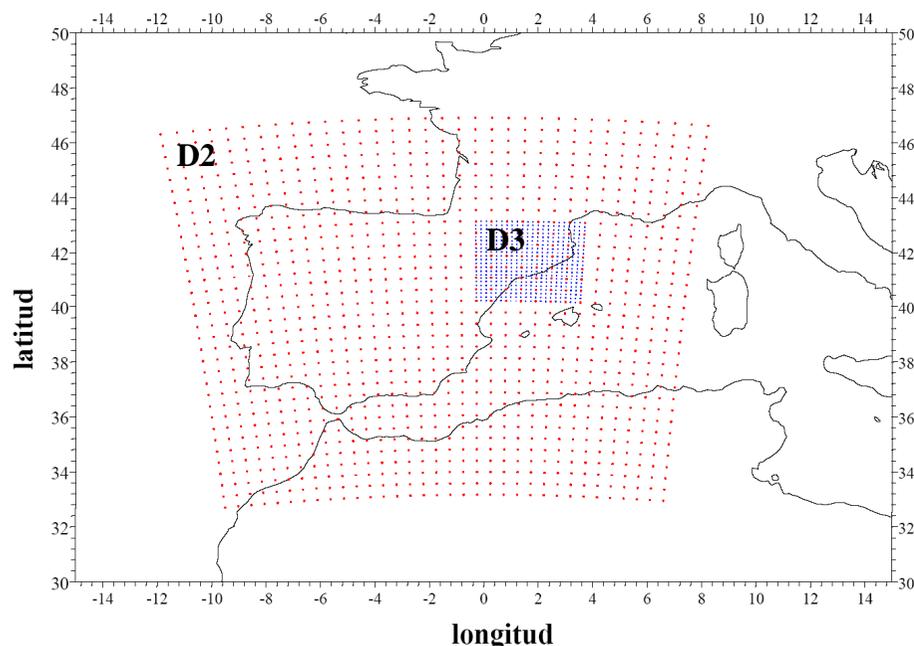
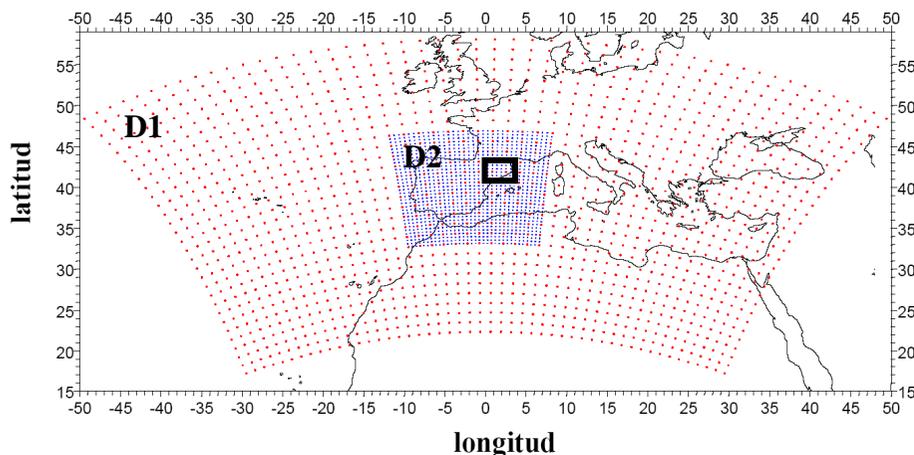
Diseño de las simulaciones



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**

Taller Téc. Escenarios Climáticos y Regionalización, Valsaín 2011

Diseño de las simulaciones



- 3 Dominios anidados unidireccionalmente (*1-way nesting*) de **135, 45 y 15 km** de resolución horizontal y **23** niveles verticales con el modelo MM5.

- Dimensiones ajustadas al máximo para **minimizar el tiempo de cálculo y el espacio en disco** ocupado por las salidas. Conjunto de **parametrizaciones sencillas** para **minimizar el tiempo de cálculo** según Fernández *et al.* (2007).

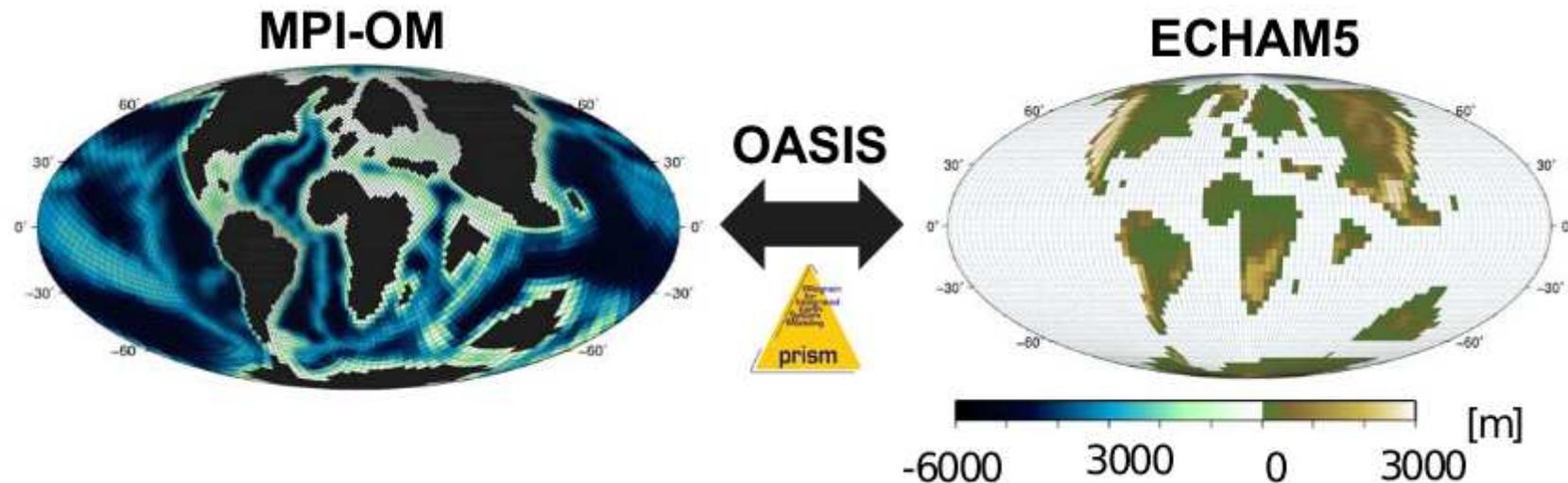
- Aplicación del *nudging* o **forzamiento dinámico** (forzamiento a seguir las condiciones de contorno del MCG) al **dominio madre** para garantizar la **continuidad de masa** en la simulación y que ésta además siga los **patrones de gran escala** presentes en el MCG (Salathé *et al.*, 2008).

- Simulaciones de 5 en 5 años y **reinicializadas cada 5 años**.

(0°E, 40°N)	D1	D2	D3
Resolució	135 km	45 km	15 km
Núm. pts.	30*50	34*37	22*22
(nesti, nestj)	(1,1)	(10,19)	(18,20)

Diseño de las simulaciones

- Simulaciones del **IPCC-AR4** con el modelo acoplado atmósfera-océano ECHAM5/MPI-OM (**EH5OM**) de **1,875°** de resolución horizontal y **19** niveles verticales para el clima del s. XX y diferentes escenarios de emisiones para el s. XXI: **A2 (severo)** y **B1 (moderado)**.
- Datos disponibles en línea **libremente** para la **comunidad científica** en el portal **CERA** del **World Data Center for Climate** → <http://cera-www.dkrz.de/>
- El **ECHAM5** (Roeckner et al., 2005) = Versión 5 del modelo atmosférico de circulación general conjunto del Centro Europeo de Predicción a Medio Plazo (EC) y del Max Planck Institut für Meteorologie de Hamburg (HAM) → <http://www.mpimet.mpg.de/en/wissenschaft/modelle/echam/echam5.html>
- El **MPI-OM** (Marsland et al., 2003) = Modelo oceánico (OM) del Max Planck Institut für Meteorologie (MPI) de Hamburg que tiene en cuenta la cobertura de hielo marino.





Servei
Meteorològic
de Catalunya

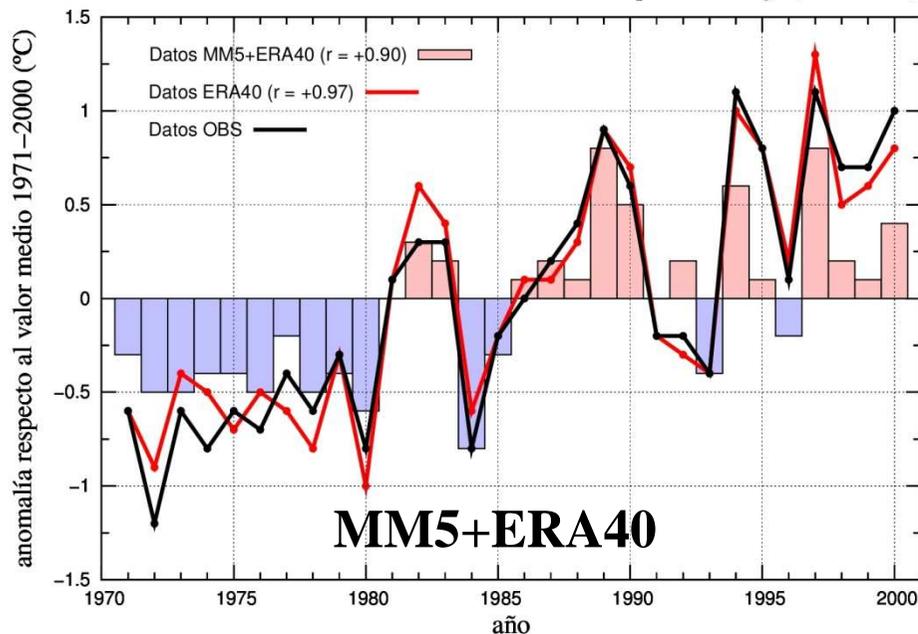
Regionalización clima actual



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**

Taller Téc. Escenarios Climáticos y Regionalización, Valsaín 2011

MM5+ERA40 15 km: Evol. anomalías med. anuales de temp. en Catalunya (1971-2000)



MM5+ERA40

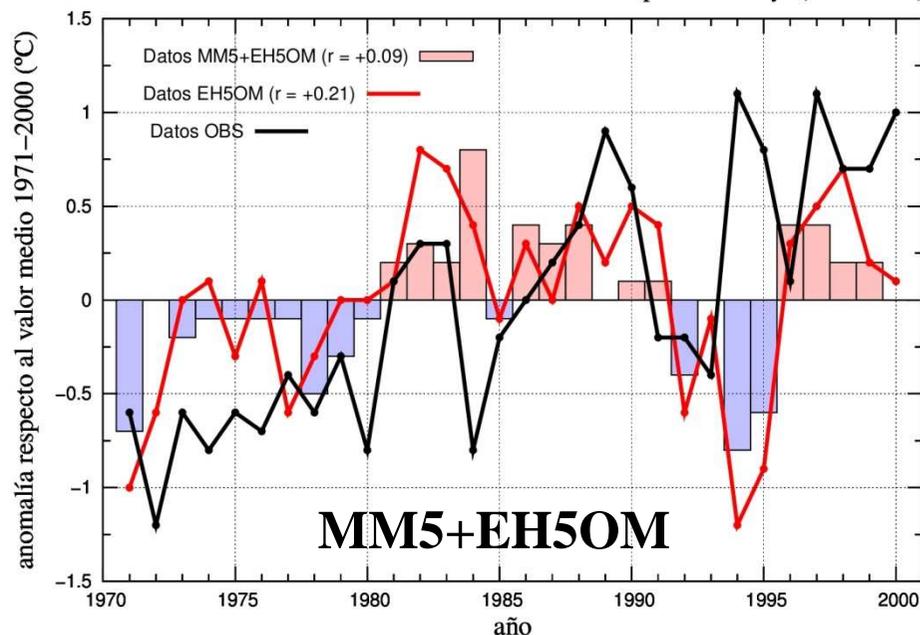
- Rango de variabilidad modelizado **similar** al observado.
- Tendencia simulada del **mismo signo** que la observada.

Variabilidad interanual (evolución de anomalías 1971-2000)

15 KM

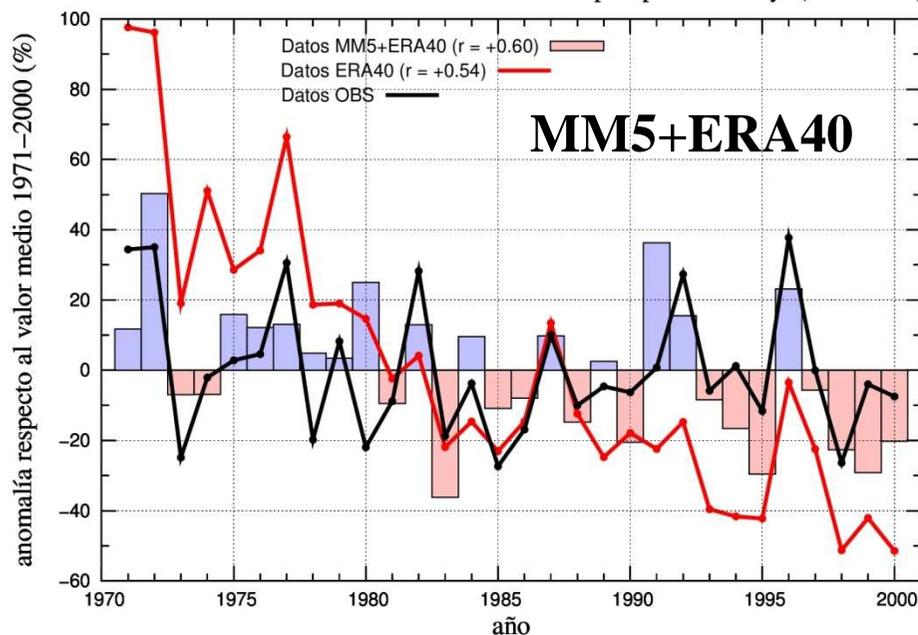
ANOMALÍAS DE TMA (°C)

MM5+EH50M 15 km: Evol. anomalías med. anuales de temp. en Catalunya (1971-2000)



MM5+EH50M

MM5+ERA40 15 km: Evol. anomalías med. anuales de precip. en Catalunya (1971–2000)



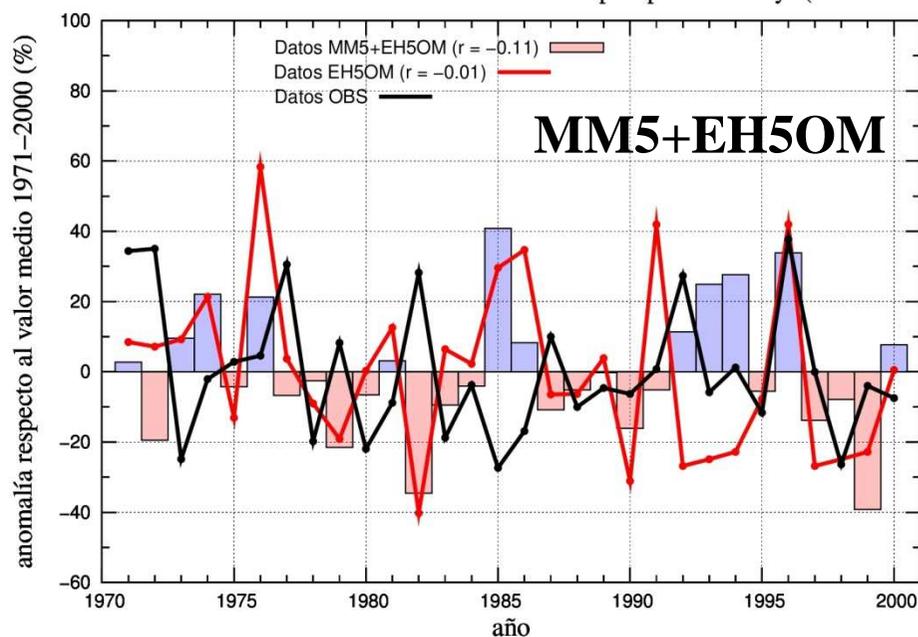
- Rango de variabilidad modelizado **similar** al observado.
- Tendencia simulada del **mismo signo** que la observada.

Variabilidad interanual (evolución de anomalías 1971-2000)

15 KM

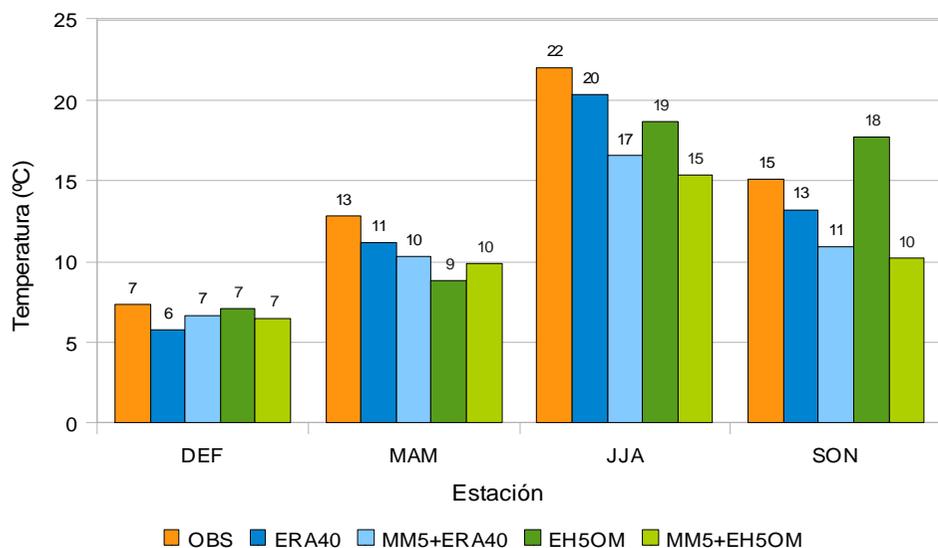
ANOMALÍAS DE PMA (%)

MM5+EH50M 15 km: Evol. anomalías med. anuales de precip. en Catalunya (1971–2000)



Regionalización clima actual

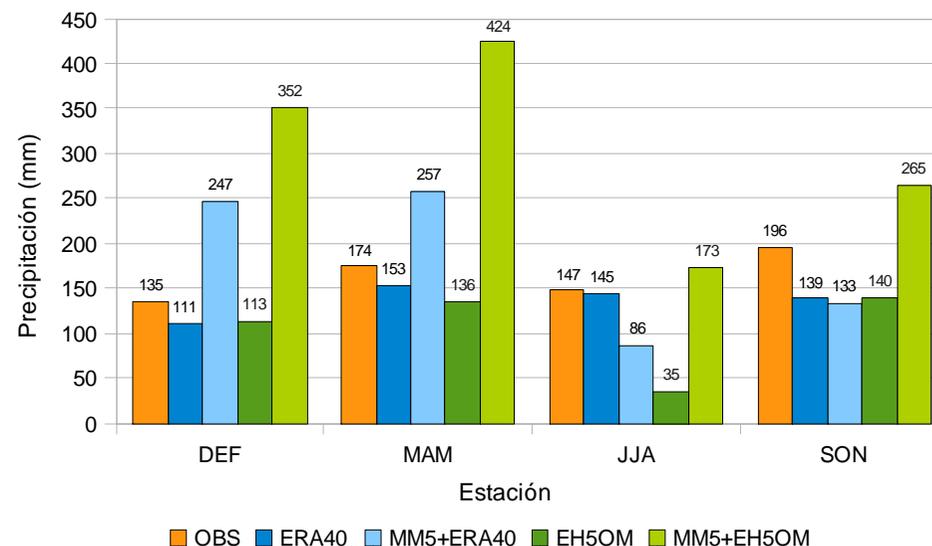
Ciclo estacional temperatura



Distribuciones estacionales (Ciclos estacionales 1971-2000)

15 KM

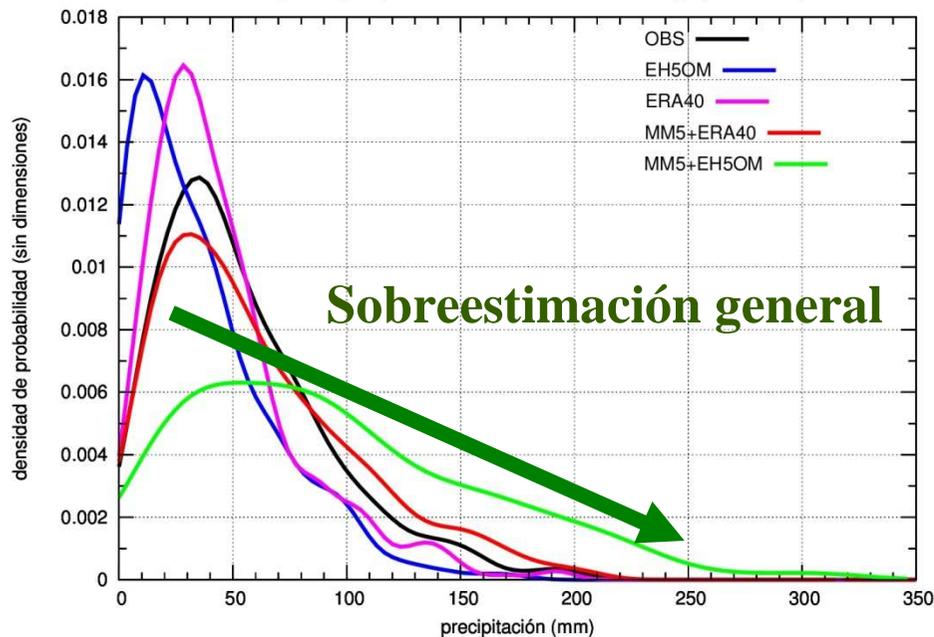
Ciclo estacional precipitación



- Ciclo de la temperatura **bien reproducido**, pero con valores más bajos que las obs.

- Ciclo de la precipitación **no está bien resuelto** por la simulación, con una sobreestimación importante durante el invierno y la primavera respecto a las obs.

FDPs para la precipitación media mensual en Catalunya (1971-2000)



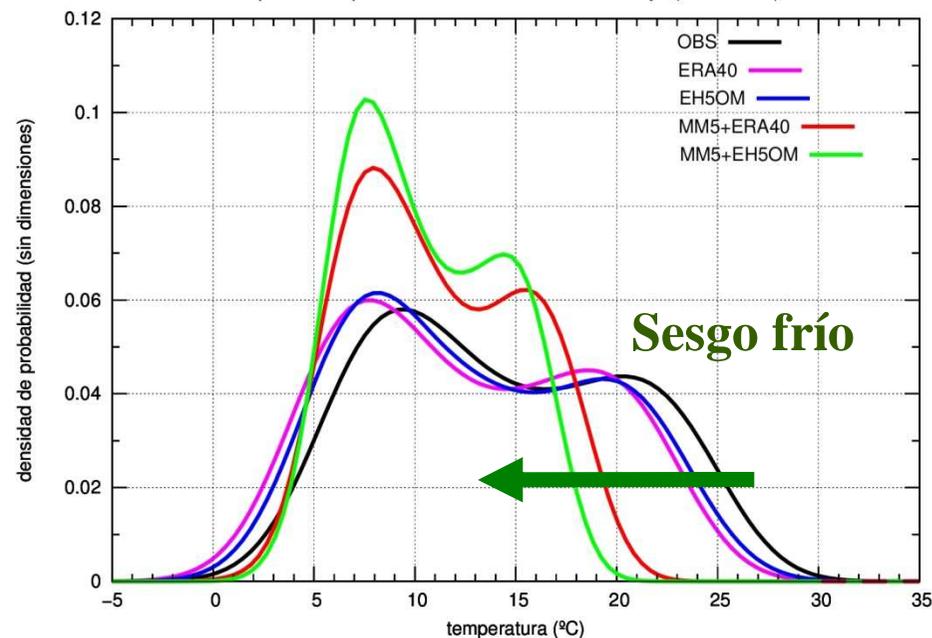
PRECIPITACIÓN MENSUAL (mm)

15 KM

Distribuciones de frecuencia (FDPs 1971-2000)

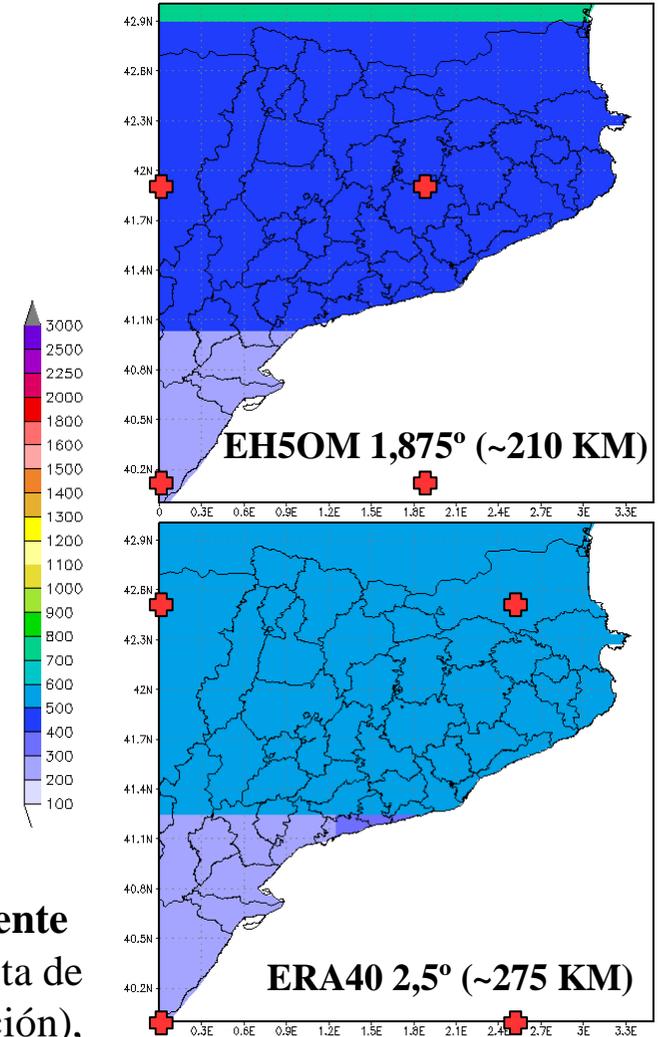
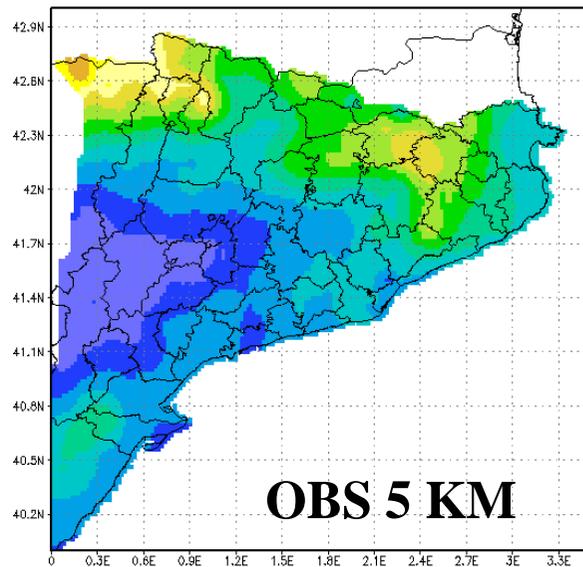
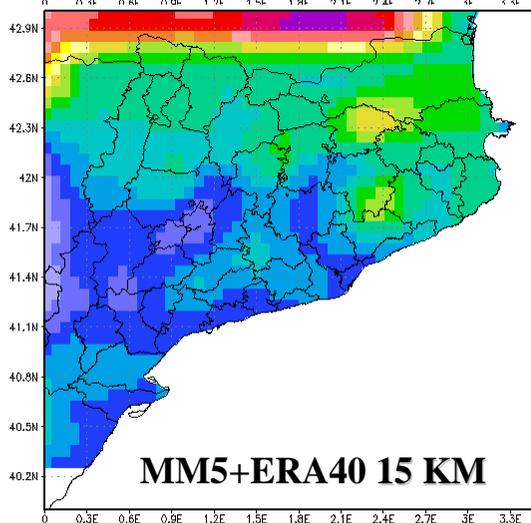
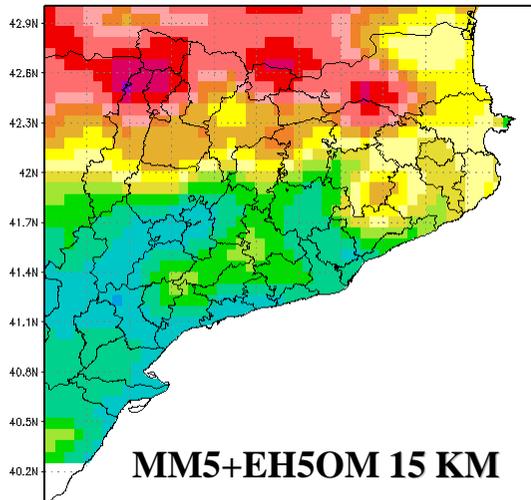
TEMPERATURA MENSUAL (°C)

FDPs para la temperatura media mensual en Catalunya (1971-2000)



Regionalización clima actual

Variabilidad espacial (campo de precip. med. anual 1971-2000)



- Patrón espacial simulado coincidente con el observado (localización correcta de los máximos y mínimos de precipitación), aunque **sobreestimado**.



Servei
Meteorològic
de Catalunya

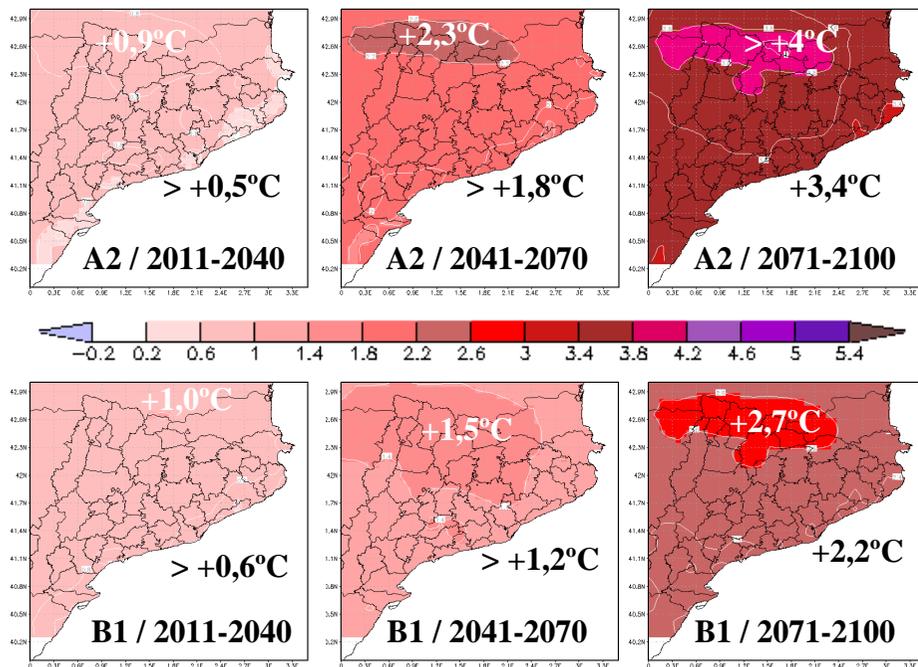
Proyecciones regionalizadas



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat

Taller Téc. Escenarios Climáticos y Regionalización, Valsaín 2011

Proyecciones regionalizadas



- Tendencias lineales:

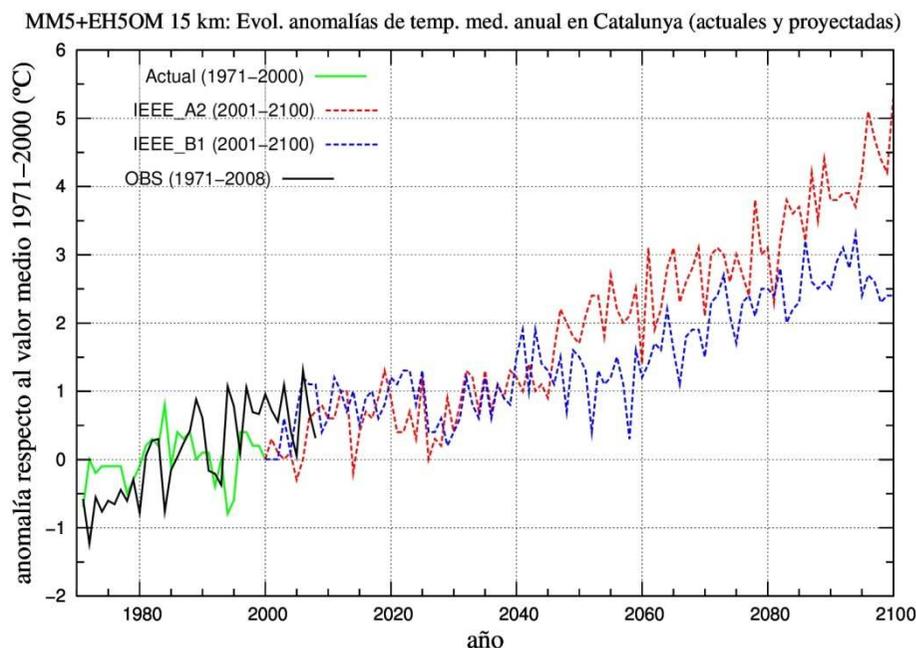
IEEE-A2 +4,5°C en 100 a → Sig. NC=95%

IEEE-B1 +2,4°C en 100 a → Sig. NC=95%

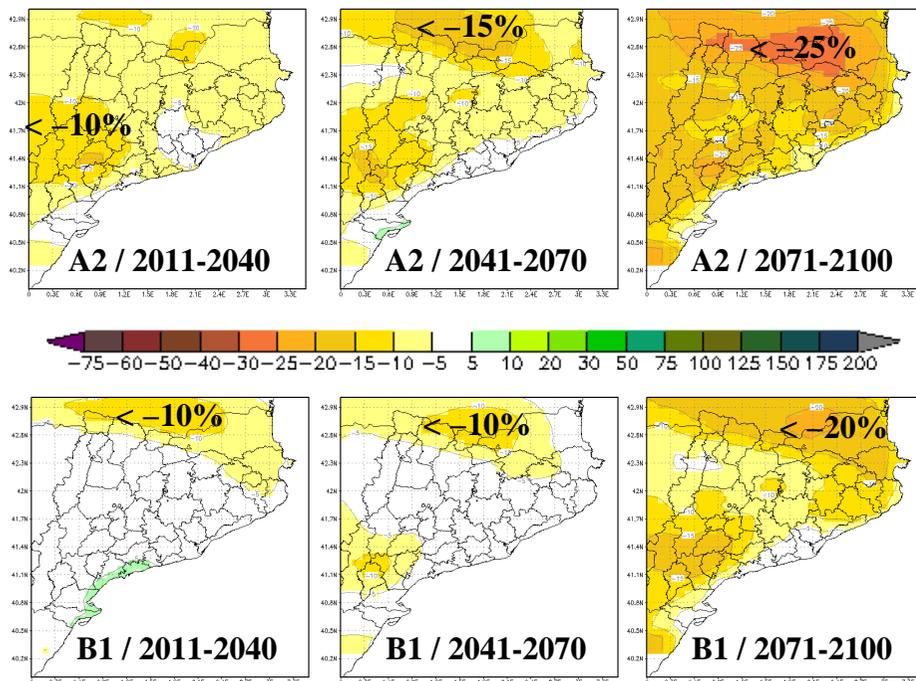
Variaciones anuales proyectadas respecto periodo 1971-2000

TEMPERATURA (°C)

15 KM



Proyecciones regionalizadas

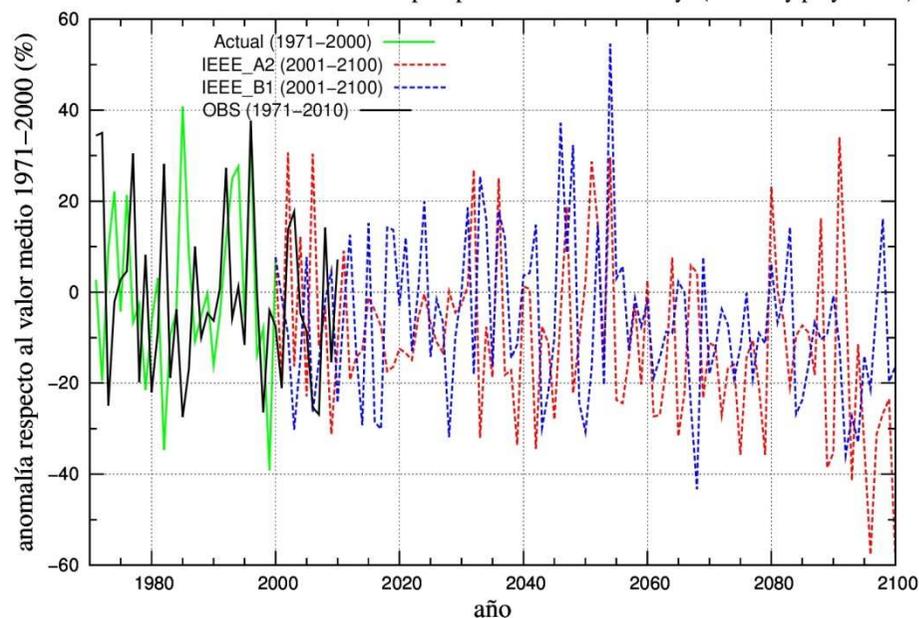


Variaciones anuales proyectadas respecto periodo 1971-2000

PRECIPITACIÓN (%)

15 KM

MM5+EH50M 15 km: Evol. anomalías de precip. med. anual en Catalunya (actuales y proyectadas)

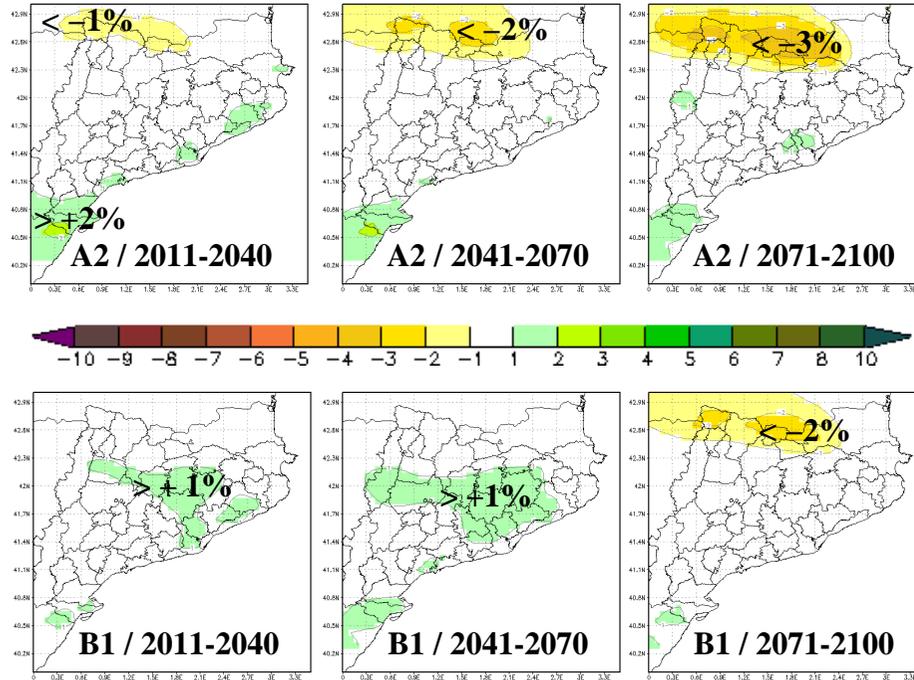


- Tendencias lineales:

IEEE-A2 -17,0% en 100 a. → Sig. NC=95%

IEEE-B1 -8,7% en 100 a. → No Sig.

Proyecciones regionalizadas



- Tendencias lineales:

IEEE-A2 → No Sig.

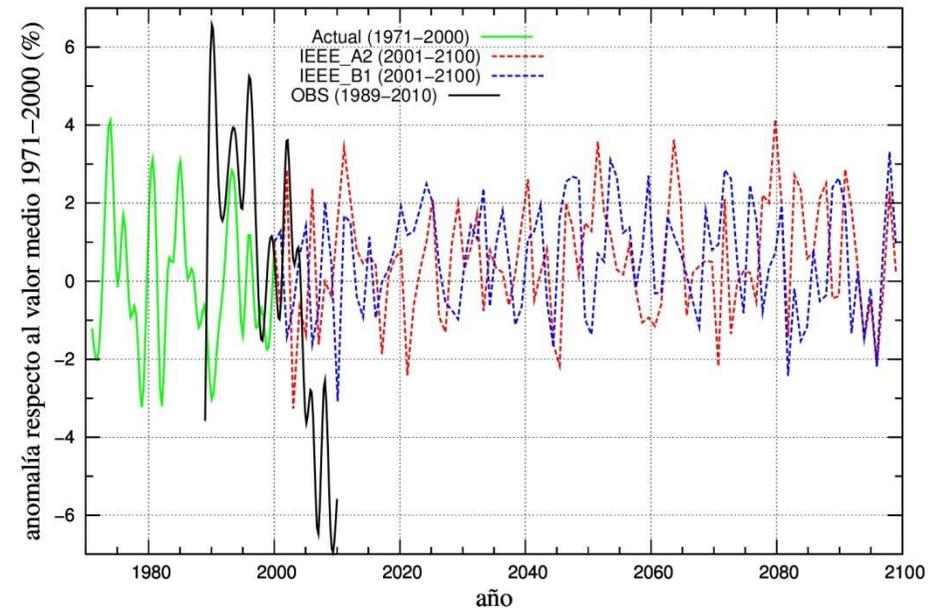
IEEE-B1 → No Sig.

Variaciones anuales proyectadas respecto periodo 1971-2000

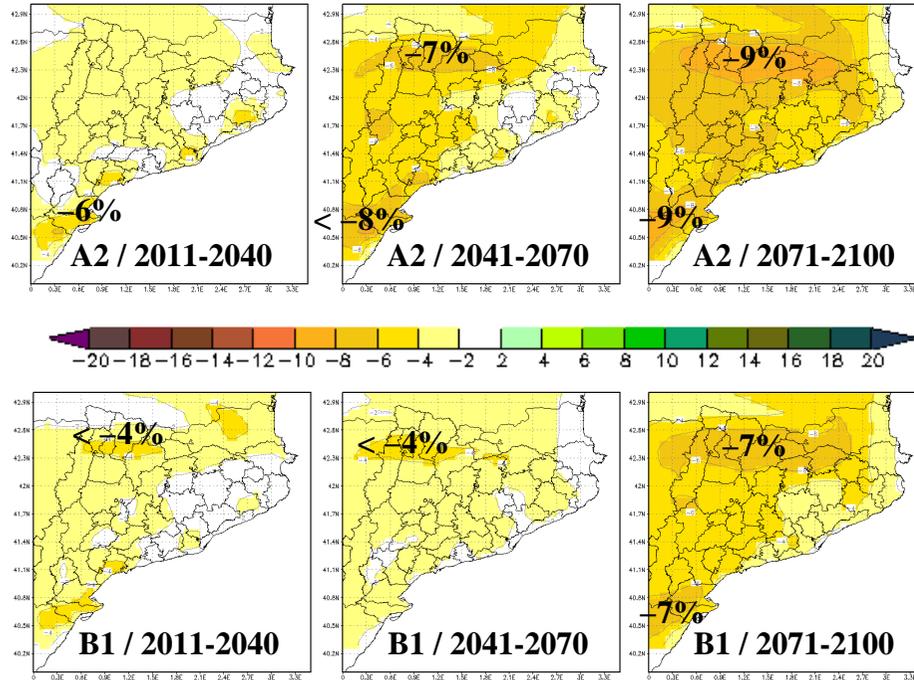
HUMEDAD RELATIVA (%)

15 KM

MM5+EH5OM 15 km: Evol. anomalías de hum. rel. med. anual en Catalunya (actuales y proyectadas)



Proyecciones regionalizadas



- Tendencias lineales:

IEEE-A2 -6,3% en 100 a. → Sig. NC=95%

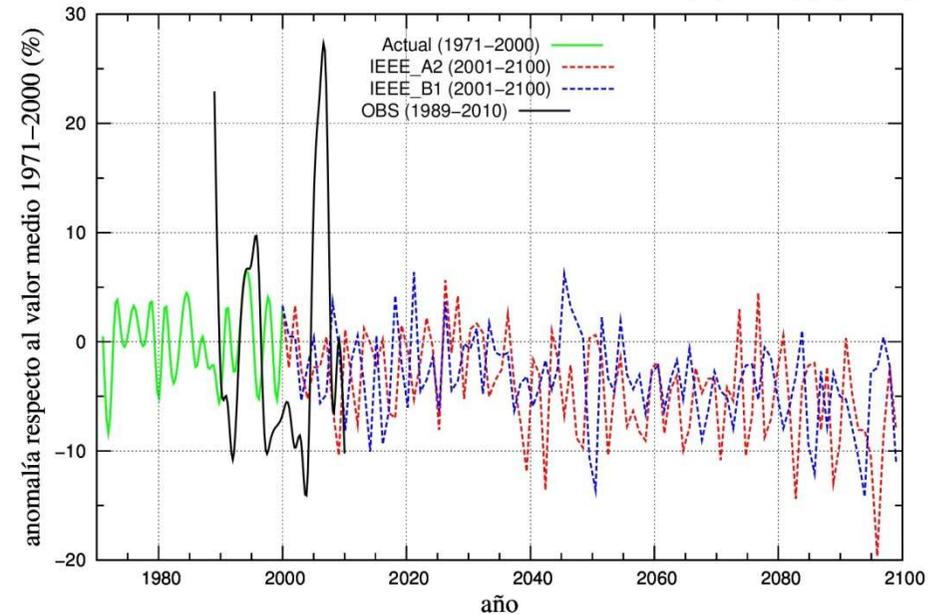
IEEE-B1 -4,0% en 100 a. → Sig. NC=95%

Variaciones anuales proyectadas respecto periodo 1971-2000

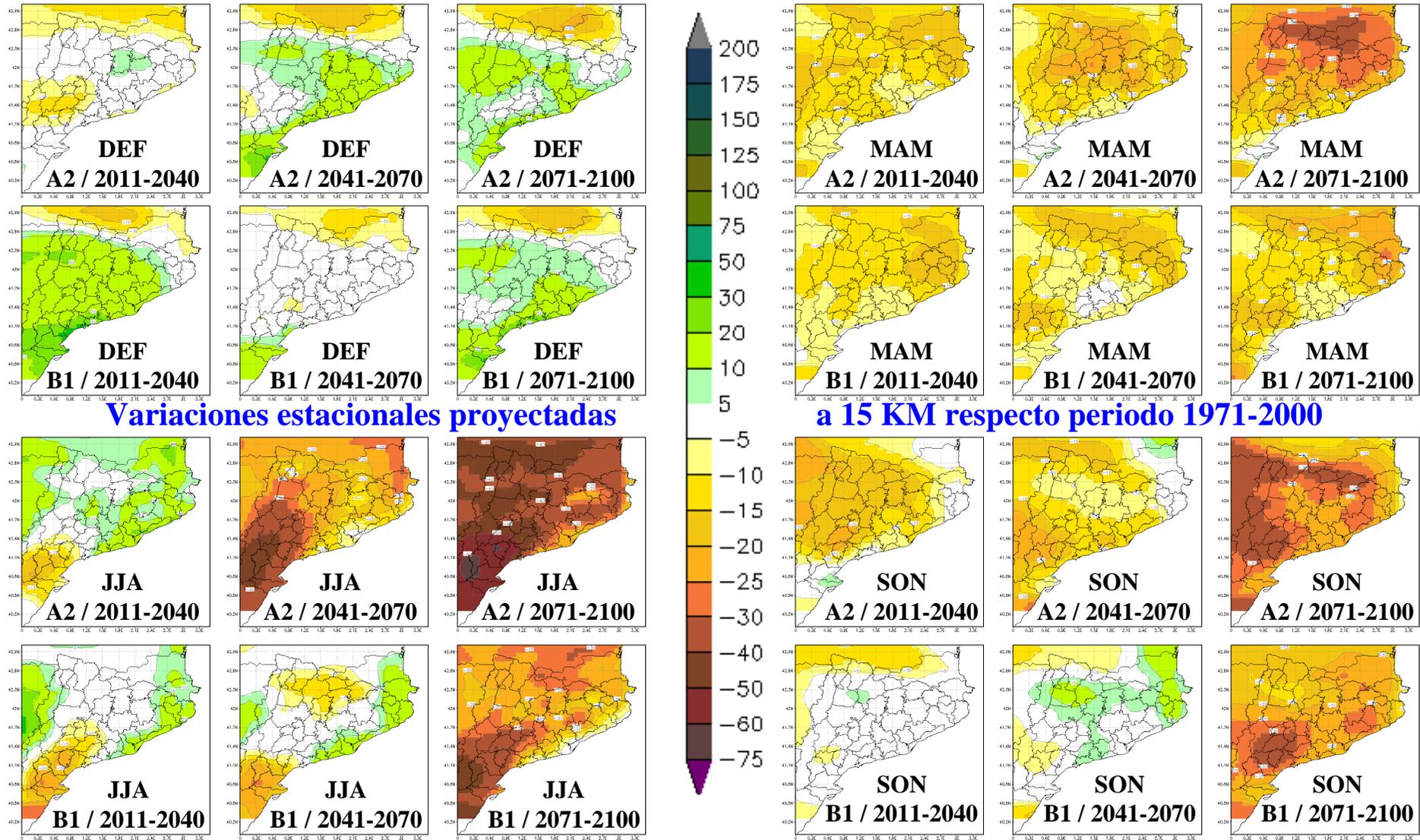
VEL. VIENTO A 10 M (%)

15 KM

MM5+EH5OM 15 km: Evol. anomalías de vel. del viento med. anual en Catalunya (actuales y proyectadas)

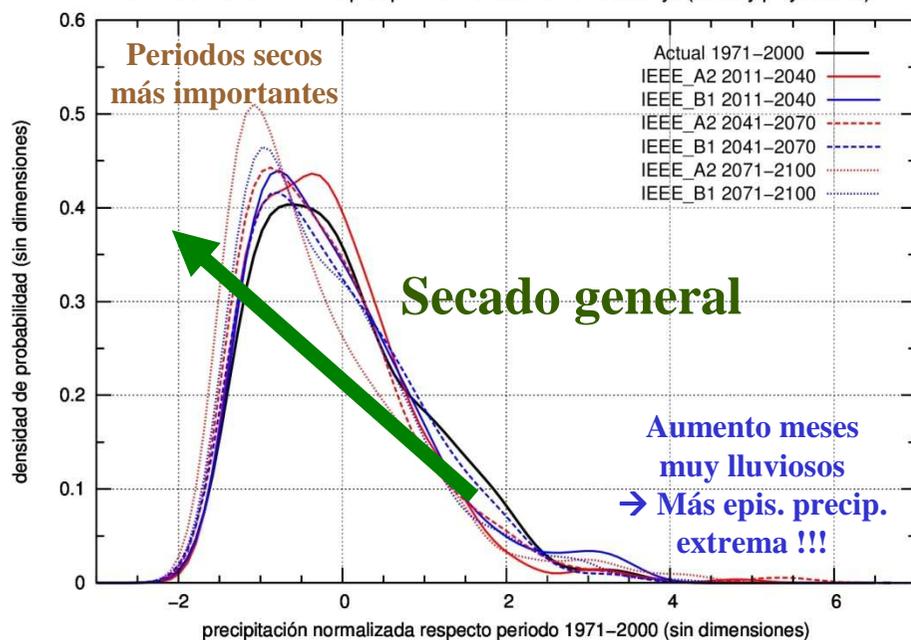


Proyecciones regionalizadas



Proyecciones regionalizadas

MM5+EH5OM a 15 km: FDPs precip. med. mensual nor. en Catalunya (actual y proyectadas)



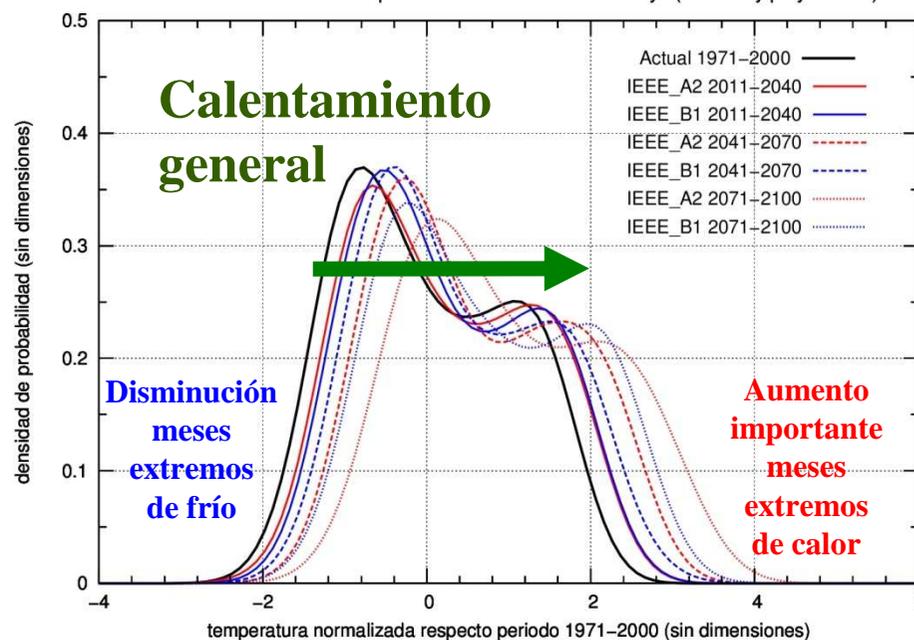
PRECIPITACIÓN MENSUAL

15 KM

Distribuciones de frecuencia proyectadas (FDPs normalizadas respecto periodo 1971-2000)

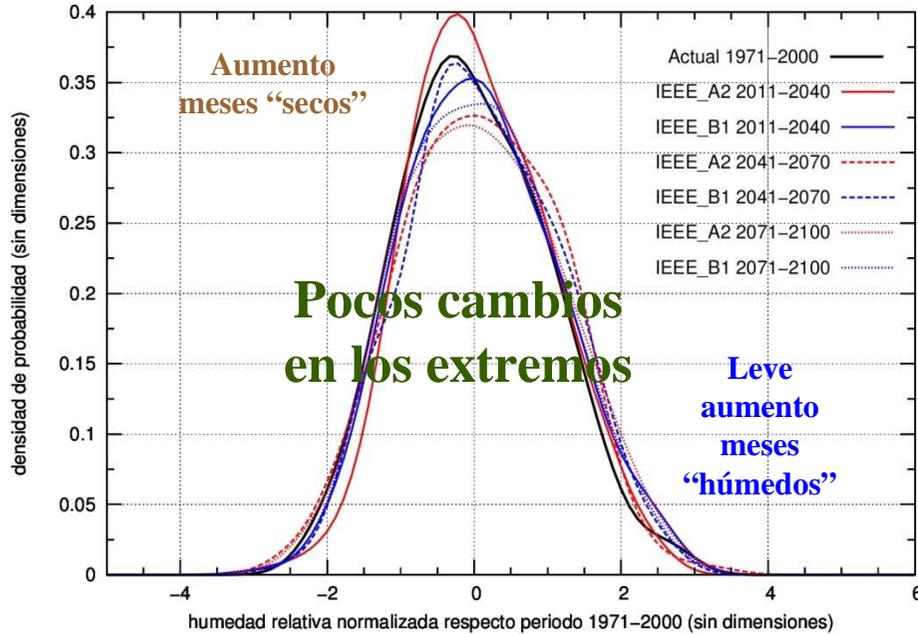
TEMPERATURA MENSUAL

MM5+EH5OM a 15 km: FDPs temp. med. mensual nor. en Catalunya (actuales y proyectadas)



Proyecciones regionalizadas

MM5+EH50M a 15 km: FDPs hum. rel. med. mensual nor. en Catalunya (actuales y proyectadas)



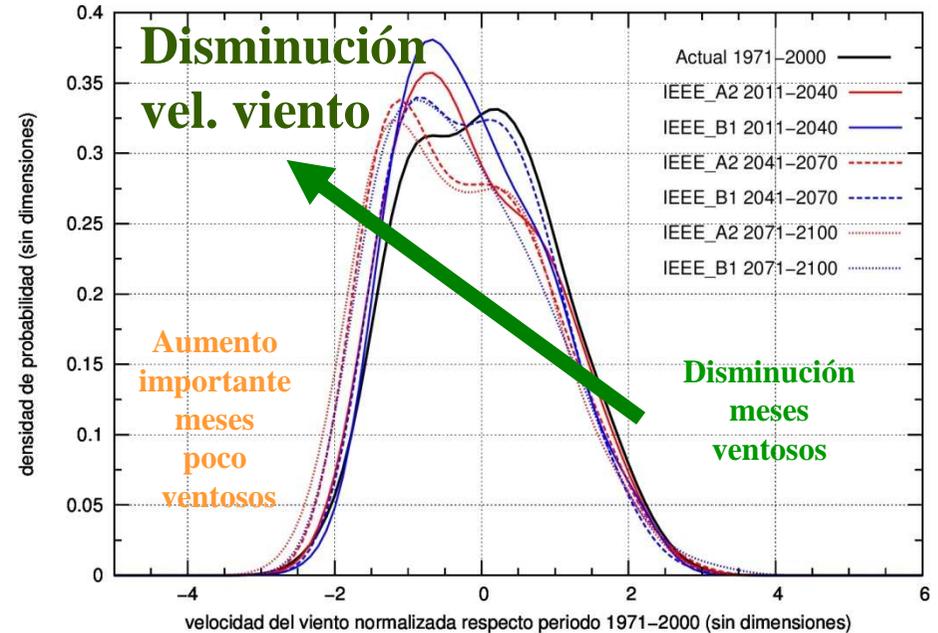
HUMEDAD RELATIVA

15 KM

Distribuciones de frecuencia proyectadas (FDPs normalizadas respecto periodo 1971-2000)

VELOCIDAD DEL VIENTO A 10 M

MM5+EH50M a 15 km: FDPs vel. del viento med. mensual nor. en Catalunya (actuales y proyectadas)





Servei
Meteorològic
de Catalunya

Conclusiones y trabajo futuro



Generalitat de Catalunya
**Departament de Territori
i Sostenibilitat**

Taller Téc. Escenarios Climáticos y Regionalización, Valsaín 2011

Conclusiones y trabajo futuro

CONCLUSIONES:

- Las **simulaciones** reproducen **correctamente** el rango de **variabilidad** interanual como el signo de las **tendencias** obs., pero no el ciclo estacional de la precip. (sí, la temp.).
- **Sobreestimación** y **sesgo frío** generales de los campos de **precip.** y **temp.**, respectivamente.
- **Aumento significativo** y **robusto** de las **temp.**, de hasta +4°C a **finales de siglo** respecto al periodo 1971-2000. **Aumento** importante meses **cálidos** y **disminución** meses **fríos**.
- Las **tendencias** proyectadas en la **precip.** **no** son tan **robustas**. Se proyecta una **disminución** de la misma, pero **no** de manera **monótona**. Grandes diferencias a escala estacional según escenario de emisiones. **Más variabilidad** con aumento importante meses **secos** y **muy secos**.
- Pocos cambios en la **HR**.
- **Disminución** de la **VV** con un **mayor** rango de **variabilidad**, aunque con **aumento** importante meses **poco ventosos** y **disminución** de los **ventosos**.
- Para el escenario **A2 (severo)** se proyectan **cambios más importantes** y **notables** que no para el **B1 (moderado)**, siendo el **Pirineo** la zona con los **cambios más importantes**.

Conclusiones y trabajo futuro

TRABAJO FUTURO:

■ *Optimización de los resultados:*

- Redefinición de los dominios de integración, para que abarquen una zona más amplia (sobre todo D3).
- Uso de otras parametrizaciones más complejas para mejorar la reproducción del ciclo estacional de la precip. y reducir el sesgo frío de la temp.

■ *Nuevas simulaciones:*

- Otros escenarios de emisiones: **A1B**.
- Otros **MCGCs** y simulaciones del **IPCC-AR5**.
- Otros modelos mesoescalares: **WRF**.



Servei Meteorològic
de Catalunya

!!! MUCHAS GRACIAS POR
SU ATENCIÓN !!!



Generalitat de Catalunya
Departament de Territori
i Sostenibilitat