
Impacto por efecto del Cambio Climático sobre las precipitaciones máximas en España

Luis BARRANCO

Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX

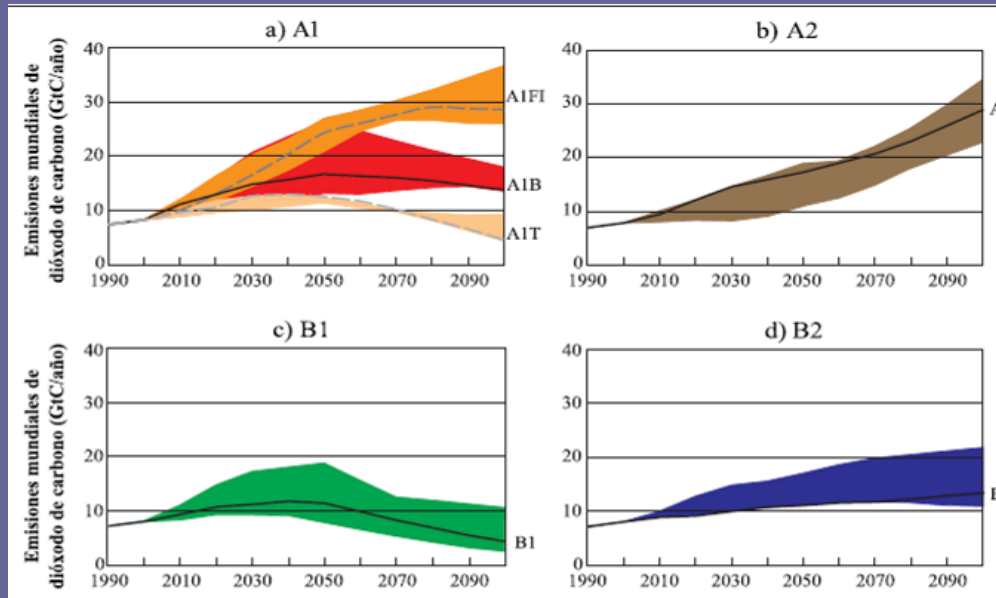
1. Introducción.
2. Antecedentes.
3. Metodología.
4. Resultados.
5. Conclusiones.

Introducción. Marco político.

- Calentamiento observado → Gases E. Inv. → combustibles fósiles
- IPCC (1988, auspiciado por OMM y PNUMA)
- Convención CC de NNUU (1992).....Protocolos (Kyoto)
- España: Estrategia Española de CC y Energía Limpia
 - Adaptación → PNACC (2006)
 - Generación de escenarios climáticos regionales para España.
 - Utilizados para evaluar el impacto del CC (en Ciclo Hidrológico).
 - » Encomienda. DGA encarga a CEH (CEDEX):
Recursos hídricos y Eventos hidrológicos extremos (sequías e inundaciones).

Introducción. Proyecciones climáticas

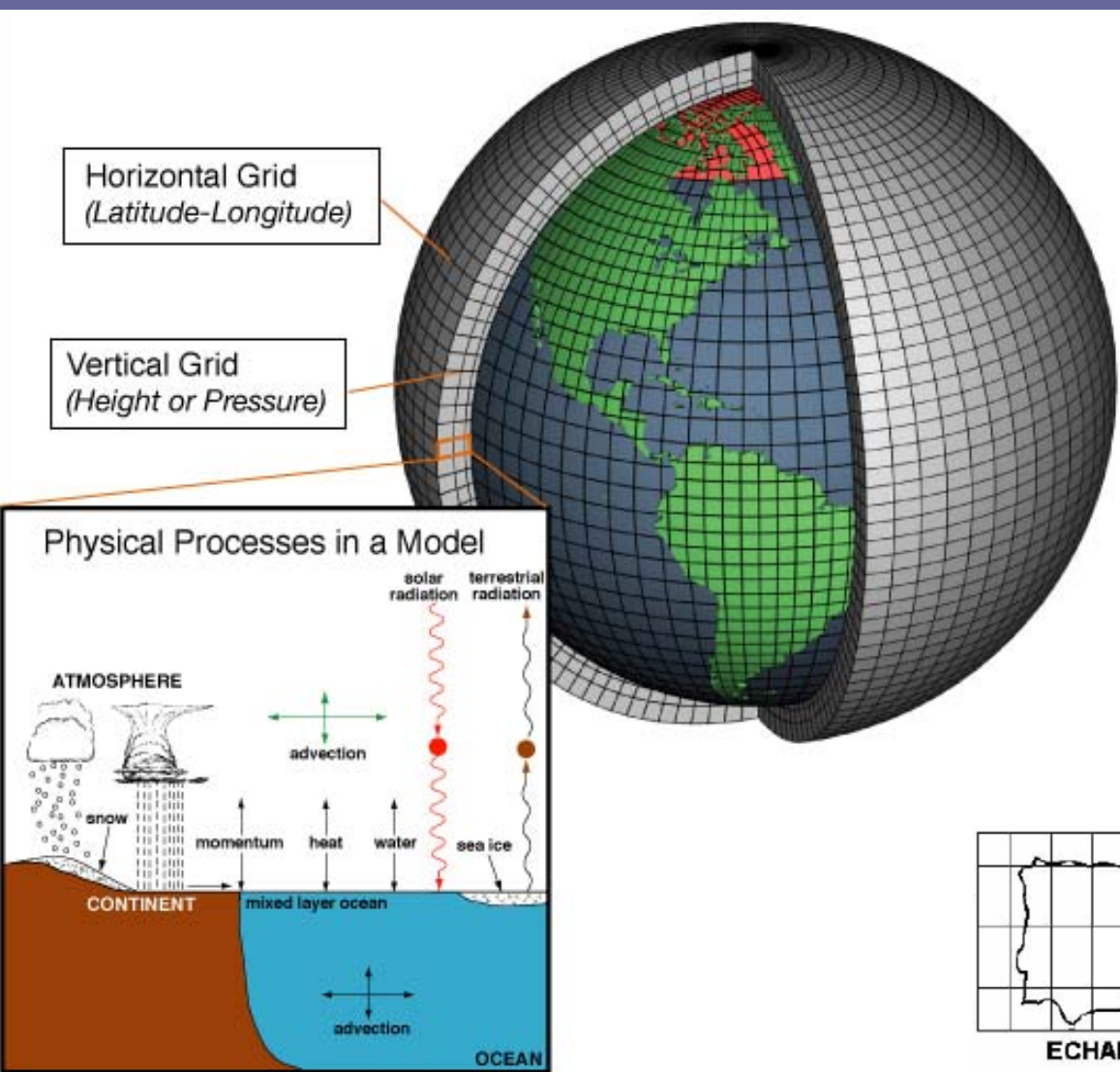
- Caracterizar el cambio climático → Estimar el clima en el futuro.
 - Muy complejo. El clima es un sistema caótico no lineal.
 - Escenarios de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (SRES, 2000).



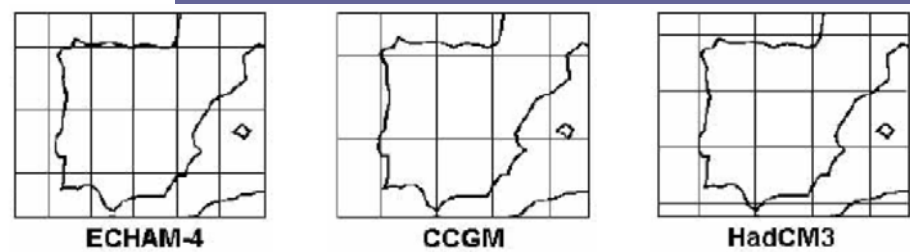
- Incertidumbres.

Introducción. Proyecciones climáticas

- Modelos Climáticos Globales

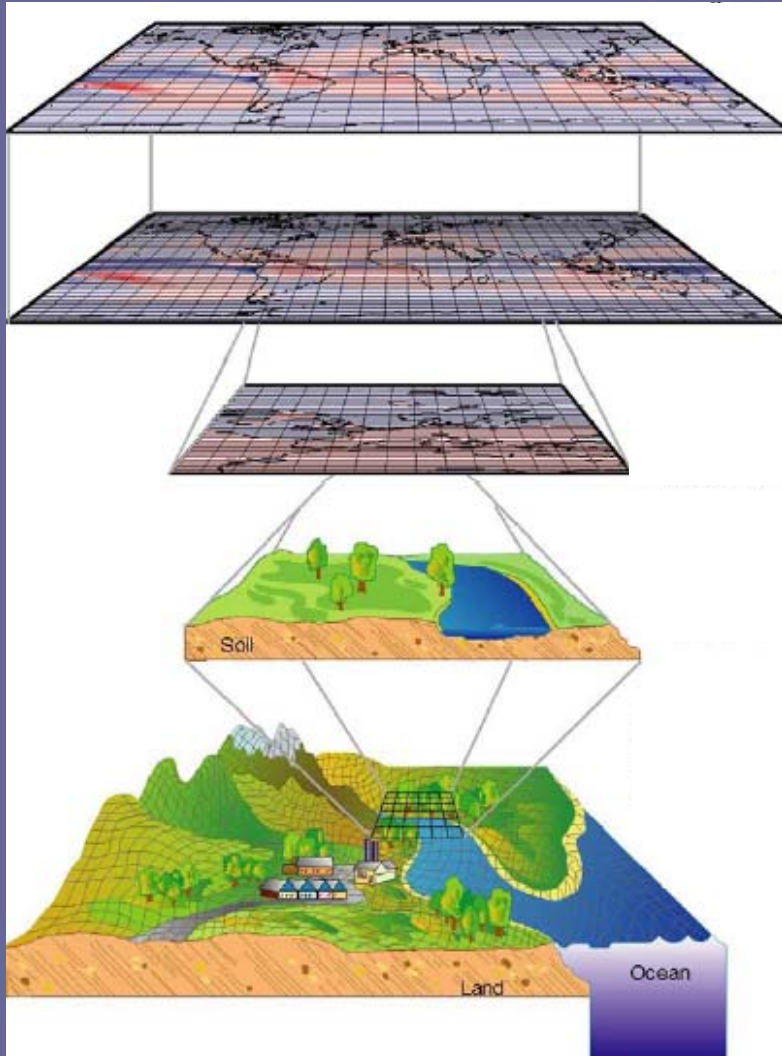


Poco detalle: 1 dato en celda 400 km x 400 km



Introducción. Proyecciones climáticas

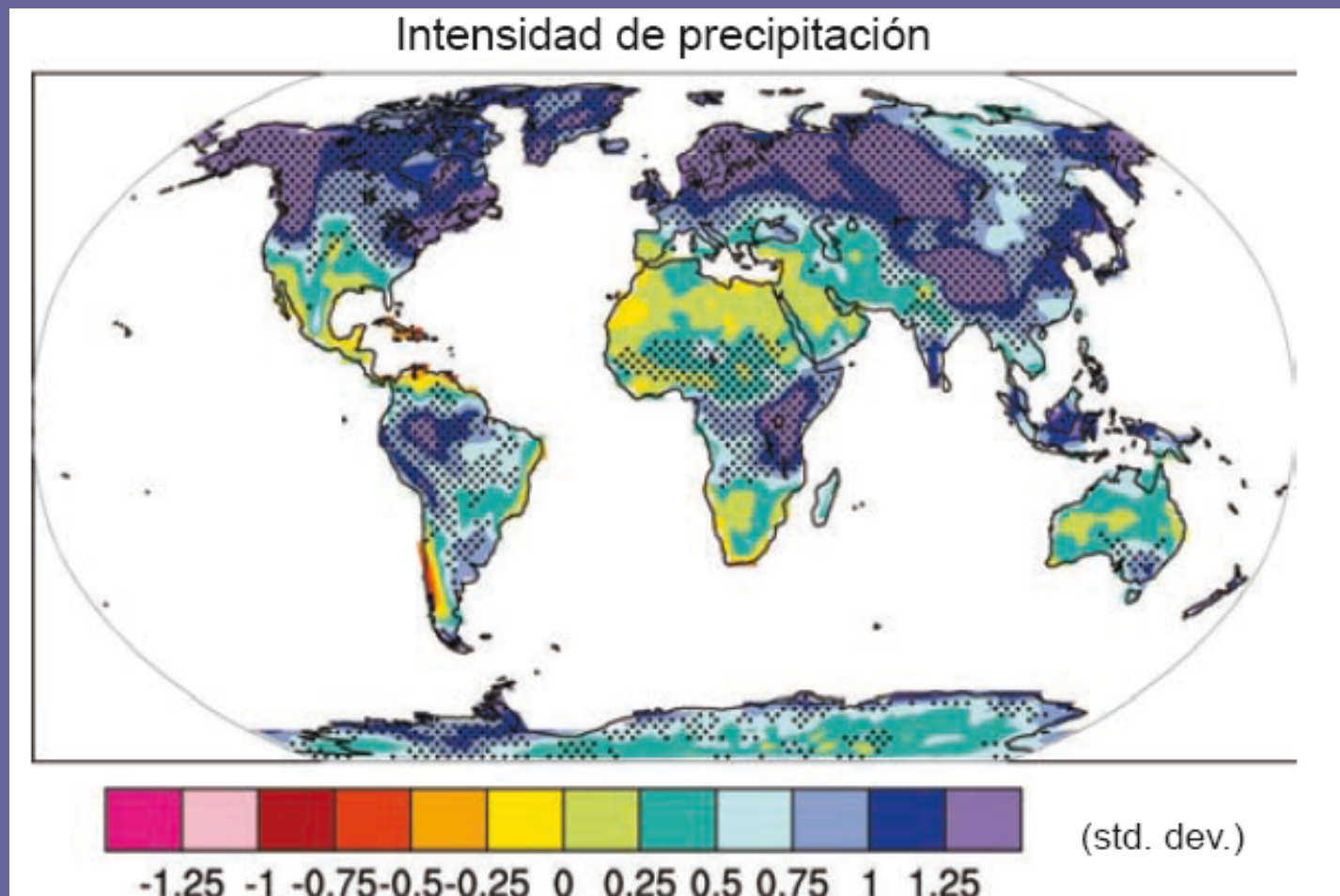
- Regionalización → Proyecciones climáticas para España AEMET.



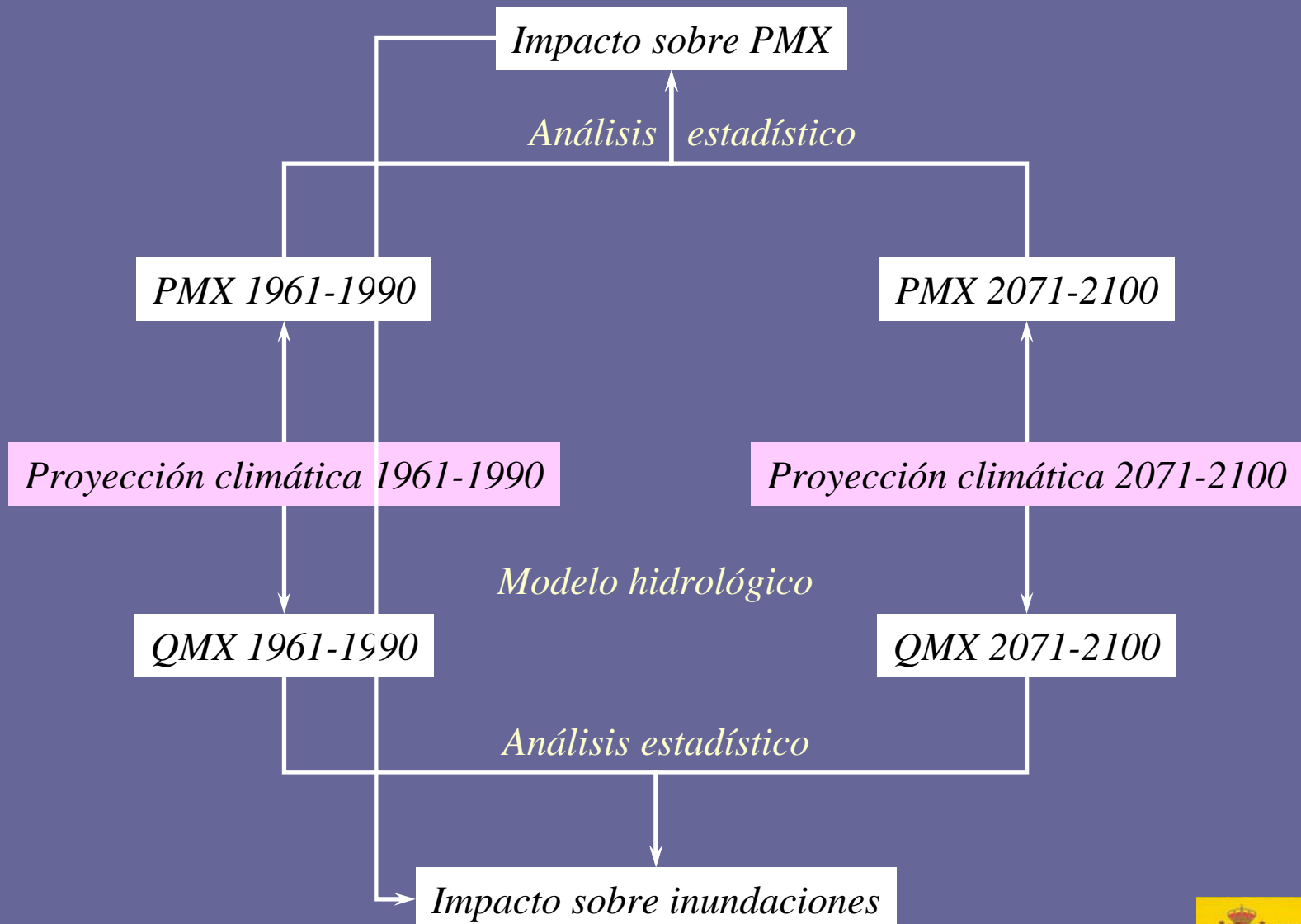
- Simulaciones en estaciones meteorológicas o en celdas.
- Estimaciones diarias de PRE, TEM, etc
- Periodos
 - de control: 1961-1990
 - futuros de evaluación.

Antecedentes (IPCC)

- Se pronostica un aumento de la intensidad de precipitación sXXI.
- Es posible que la frecuencia e intensidad de inundaciones aumente en la mayoría de las regiones.
- Es posible que los picos de escorrentía se adelanten de primavera hacia invierno, debido a un adelanto de la fusión de nieve.
- Los efectos del CC sobre la escorrentía varían regionalmente y entre escenarios climáticos.

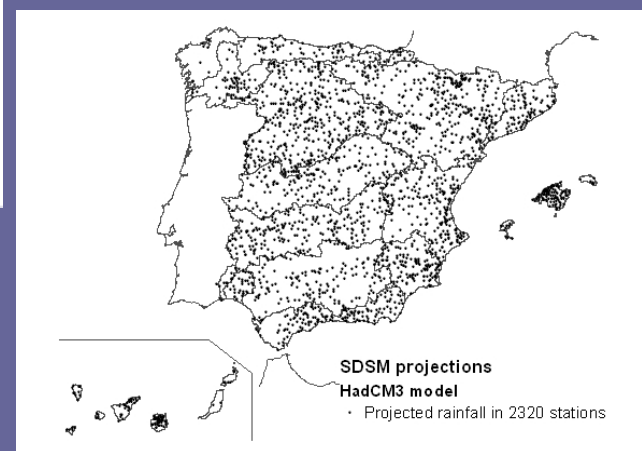
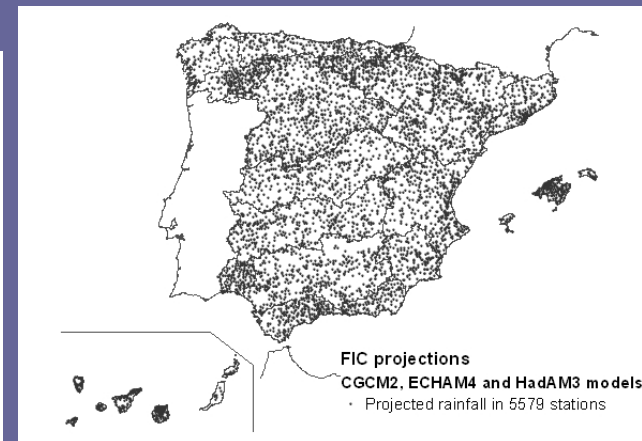


Cambios en la intensidad de precipitación (precipitación total anual dividida por el número de días de lluvia) para 2080-99 según 9 MCG-A1B (IPCC, 2008).



Metodología. Proyecciones utilizadas.

SRES	Modelo Climático Global	Regionaliz.	1961-1990	2011-2040	2041-2070	2071-2100	Series Diarias PRE
A2	CGCM2	Análogos FIC	✓	✓	✓	✓	5579
B2							
A2	ECHAM4						
B2							
A2	HadAM3		✓			✓	
B2							
A2	HadCM3	SDSM	✓	✓	✓	✓	2320
B2							



Valores cuyos cambios se analizan:

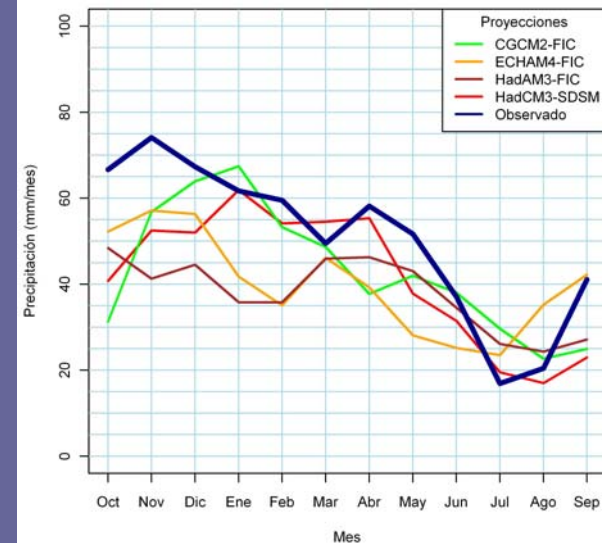
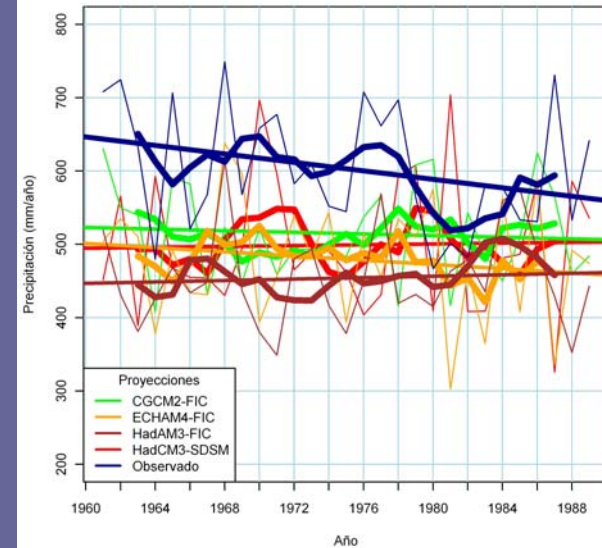
- **Máxima precipitación diaria en cada año: PMX.**
- **Índice R95T:** fracción de la PRE superior a la del percentil 95% de los datos diarios desde 1961 hasta 1990 respecto a la PRE total anual

Metodología. Exigencias informáticas.

- ¿Por qué seleccionar un número reducido de proyecciones?
- Exigencias informáticas de las simulaciones.
 - 60 o 120 años de simulación.
 - 60.000 series de precipitación y temperaturas.
 - 200.000 mapas (de 500.000 celdas).
 - 2 TB almacenamiento.
 - Nuevos programas, actualización.

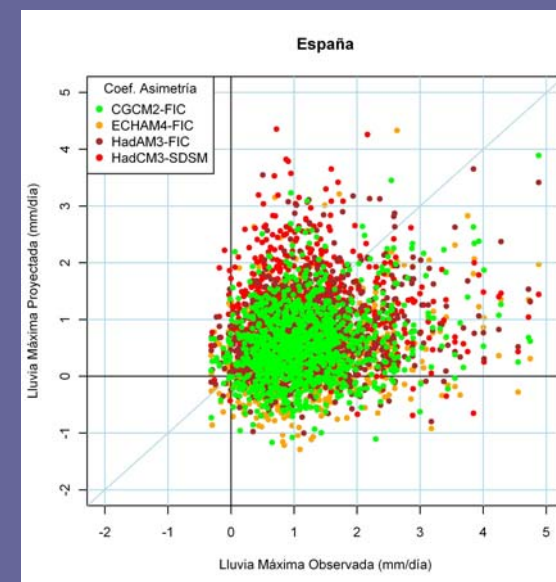
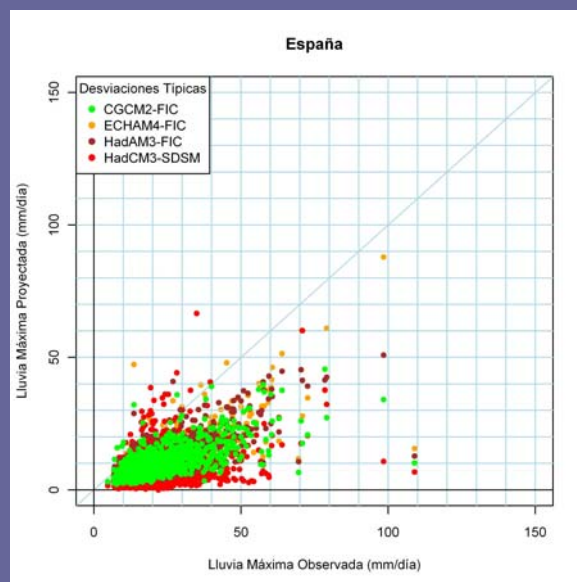
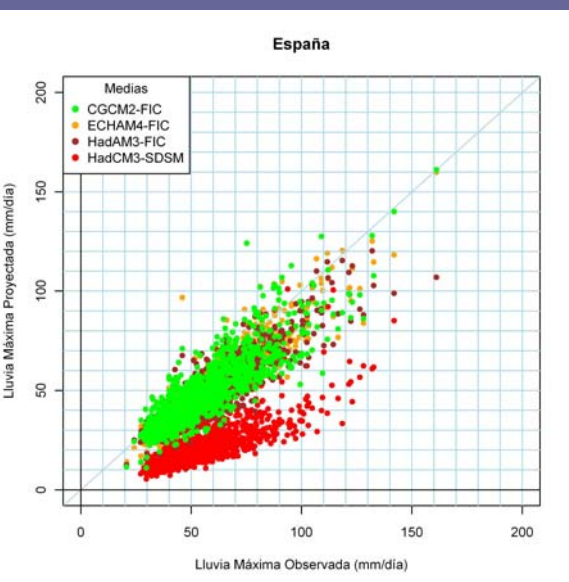
Resultados. Validación de las proyecciones.

- Comparación entre datos observados y simulados para el periodo de control: 1961-1990.
- Reproducen bien las temperaturas.
- Sesgo de las proyecciones en las precipitaciones :
 - Dan menos precipitaciones anuales
 - No reproducen la tendencia decreciente observada.
 - No reproducen bien la estacionalidad.



Resultados. Validación de las proyecciones.

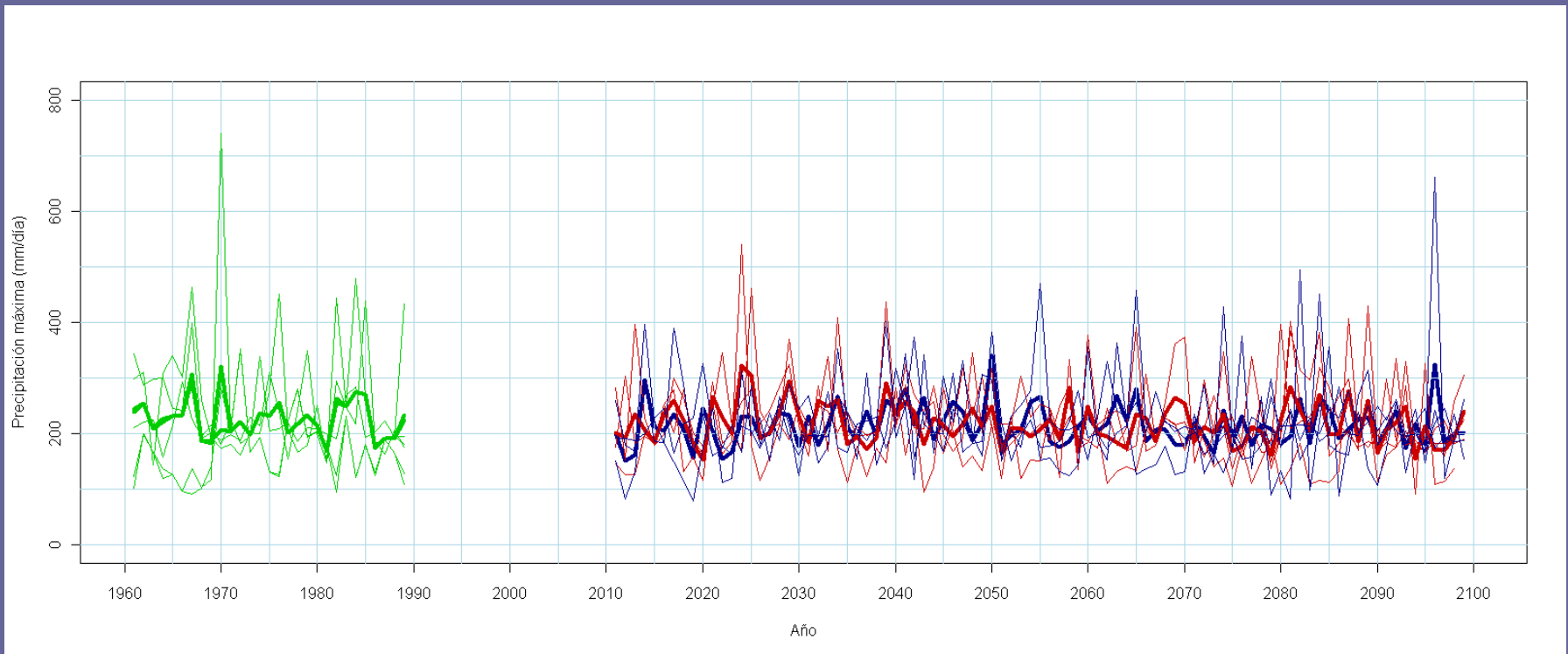
- Sesgo de las proyecciones en las precipitaciones máximas:
 - Dan valores menores en medias, variabilidad y coeficiente de asimetría



- Impacto: ~~PMX simulada 2071-2100 ~ PMX observada 1961-1990~~
PMX simulada 2071-2100 ~ PMX simulada 1961-1990

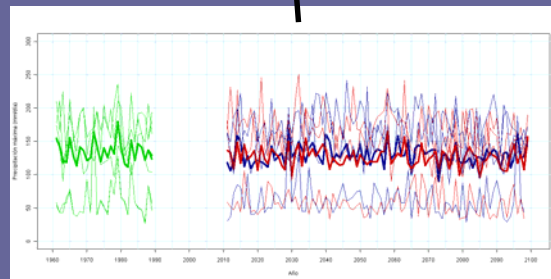
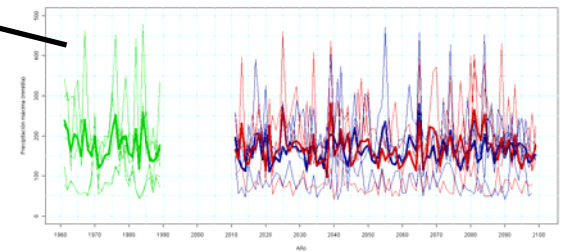
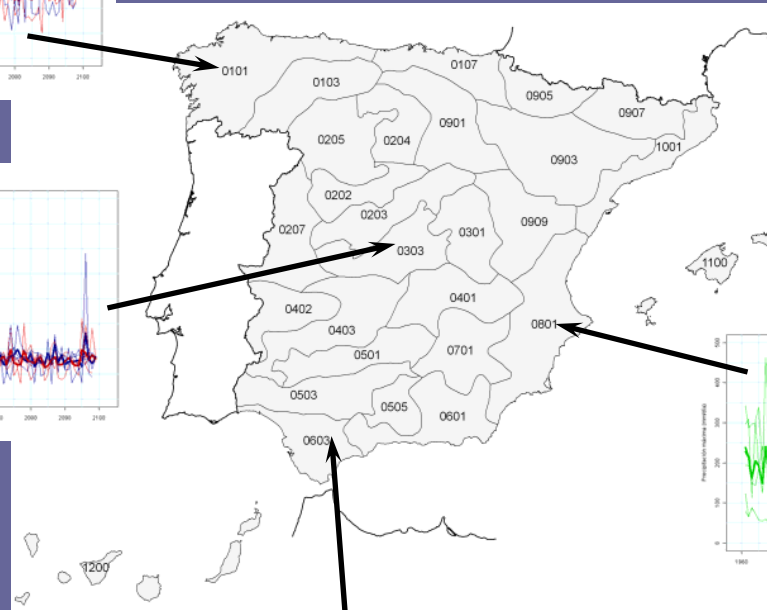
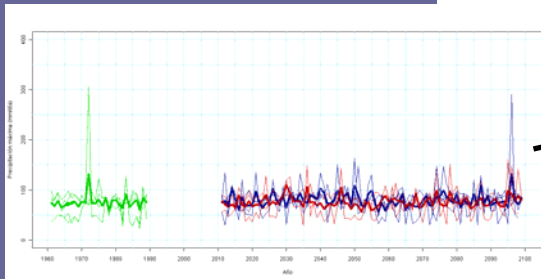
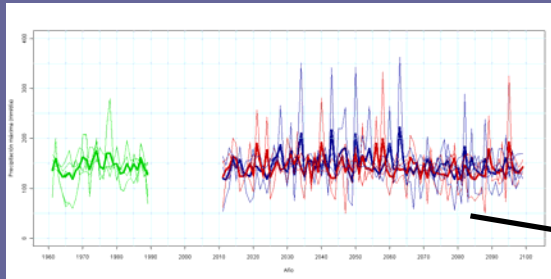
Resultados. Tendencias.

- Periodo de control
- Proyecciones SRES B2
- Proyecciones SRES A2



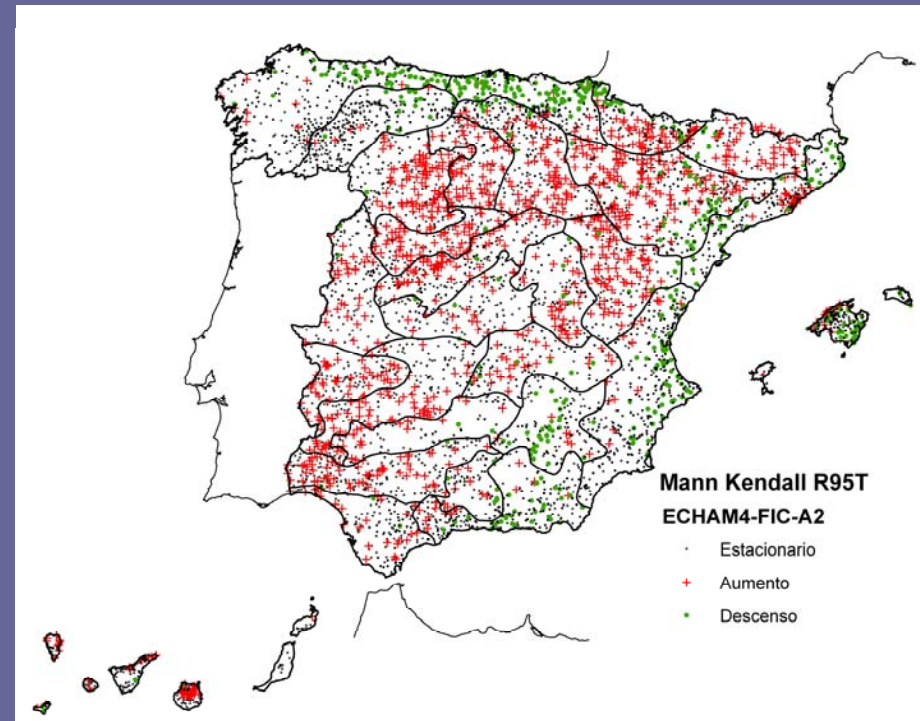
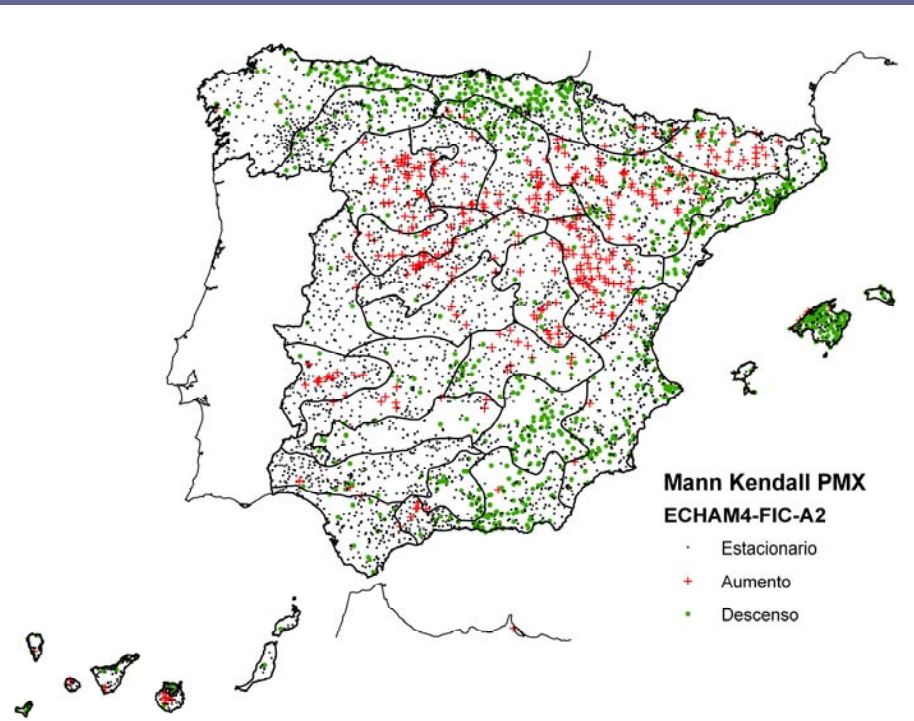
Series de PMX en España

Resultados. Tendencias.



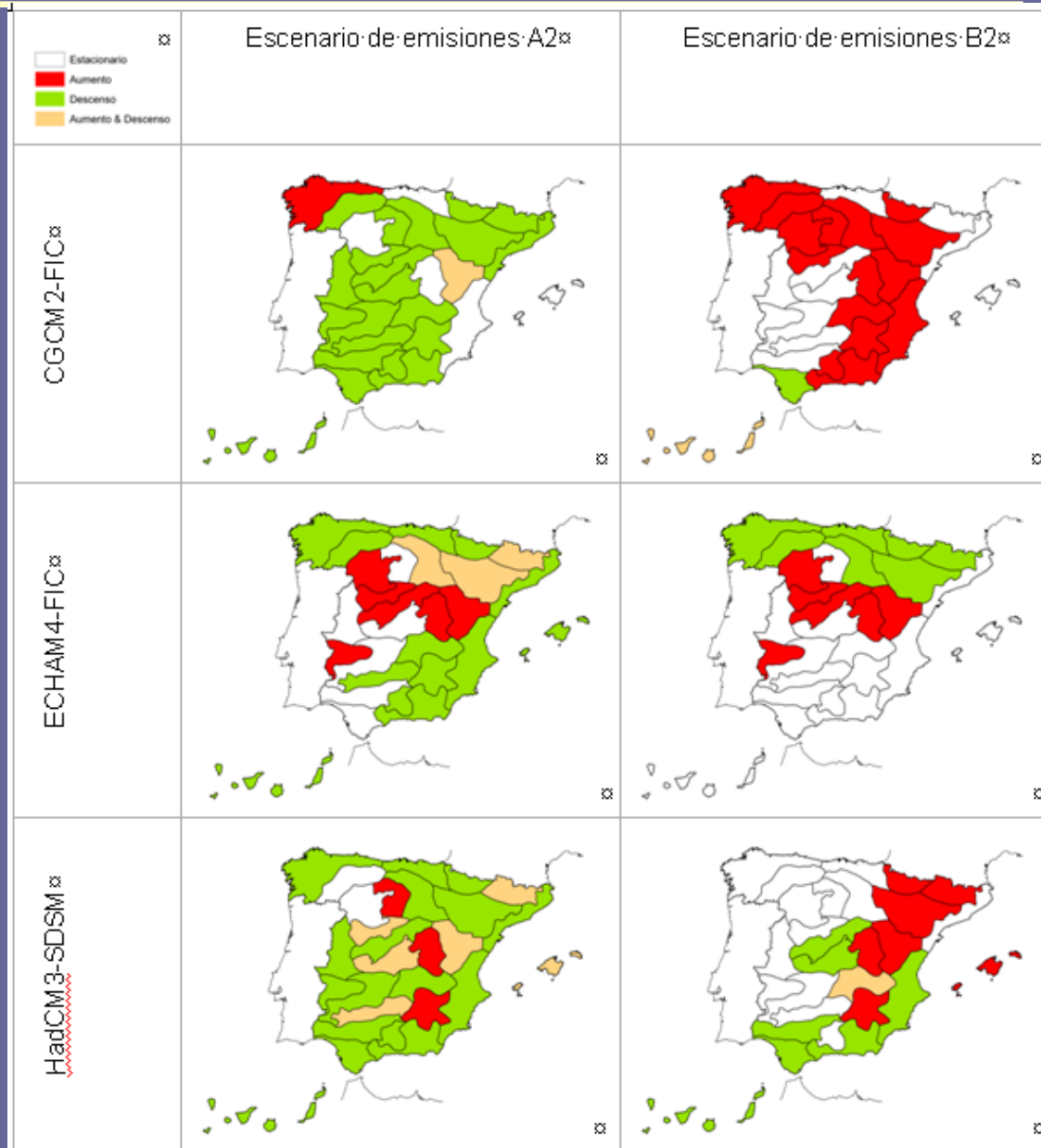
Resultados. Tendencias.

Tendencias 2011-2100: Tests de contraste de hipótesis de Mann Kendall

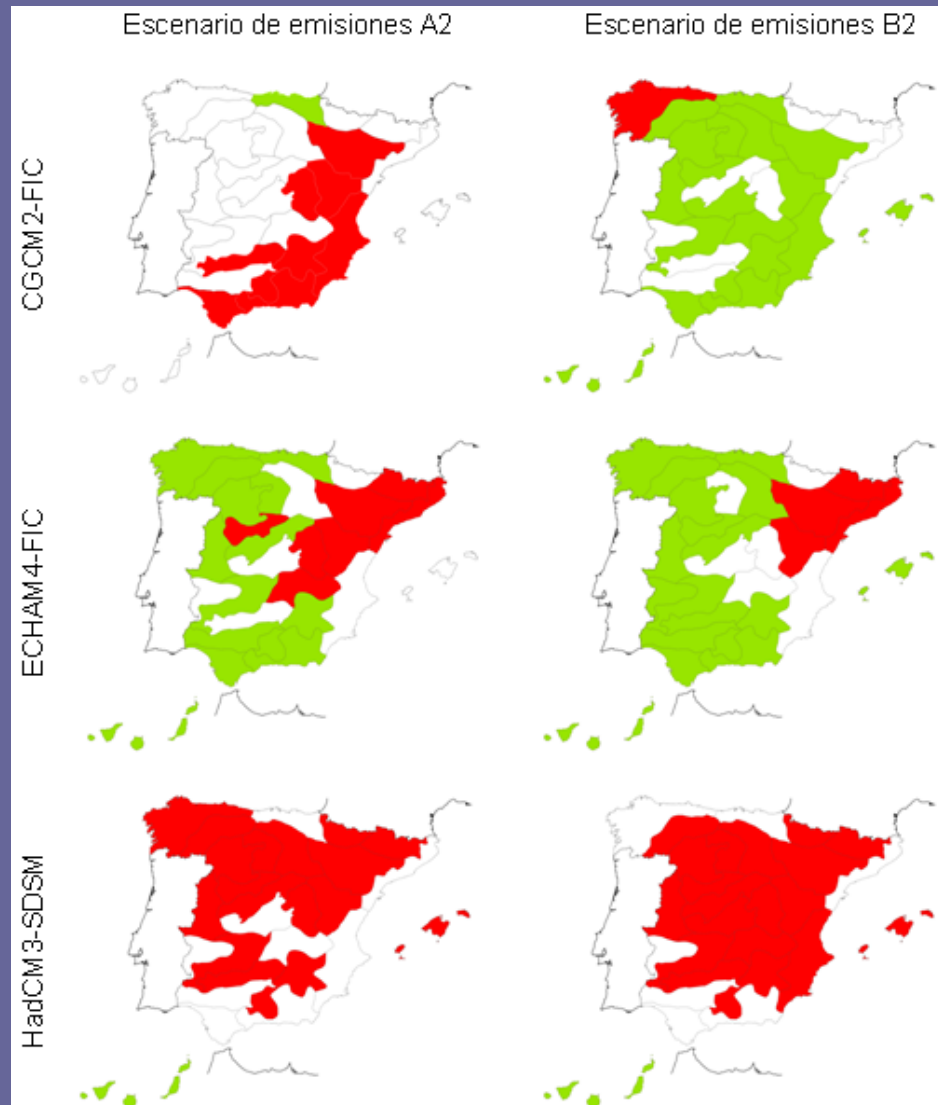


Resultados. Tendencias.

Regionalización del test de Mann Kendall aplicado a las series de PMX en estaciones meteorológicas 2011-2100

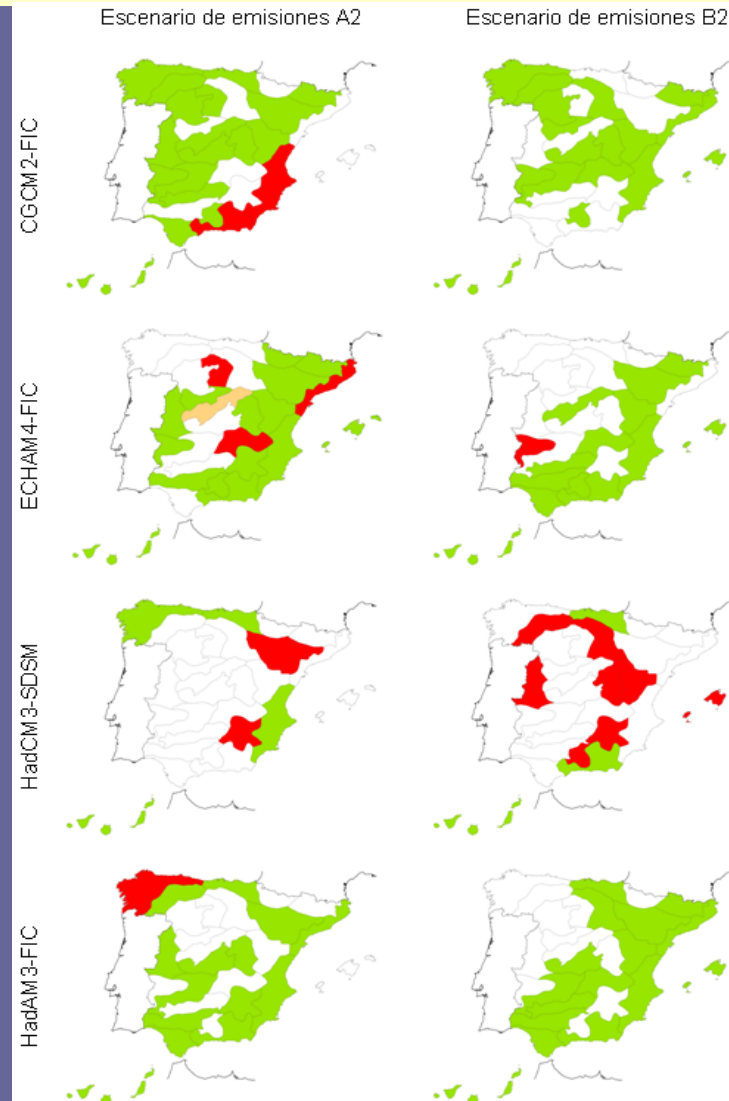


Resultados. Cambios en el siglo XXI.



Cambios en mediana (Wilcoxon)
de PMX 2011-2040 vs. 1961-1990

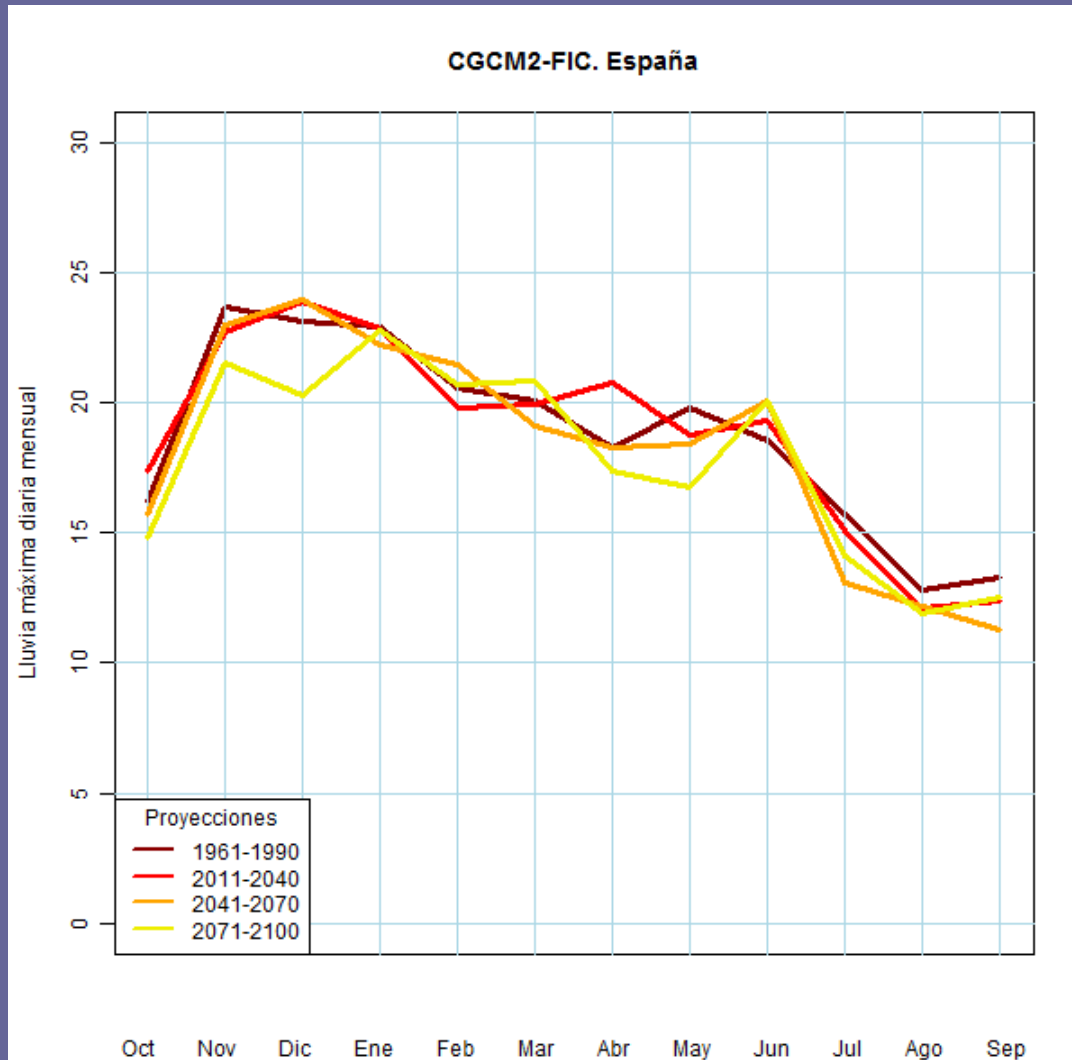
Resultados. Cambios en el siglo XXI.



Cambios de variabilidad (Fligner)
de PMX 2071-2100 vs. 1961-1990

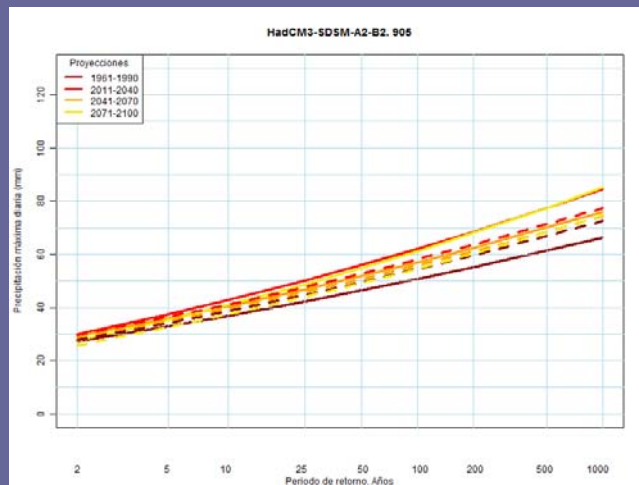
Resultados. Cambios en el siglo XXI.

No se prevén cambios en la estacionalidad de las PMX

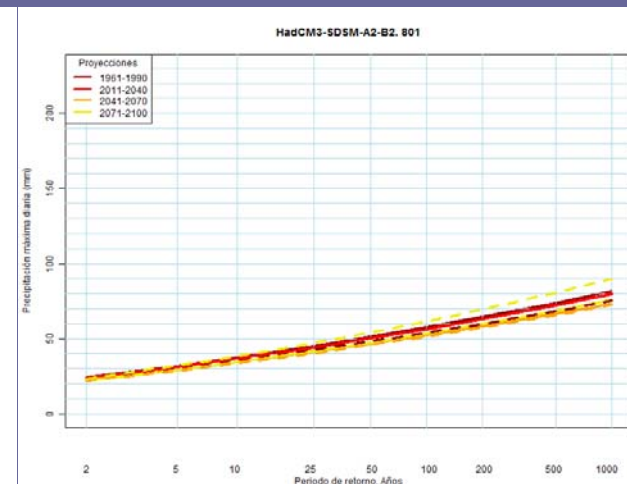
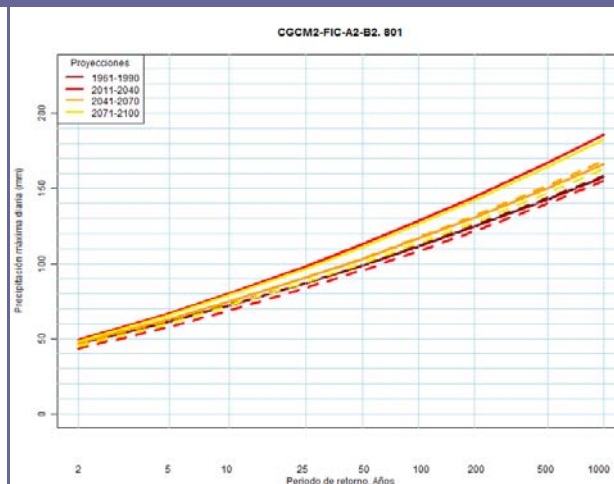
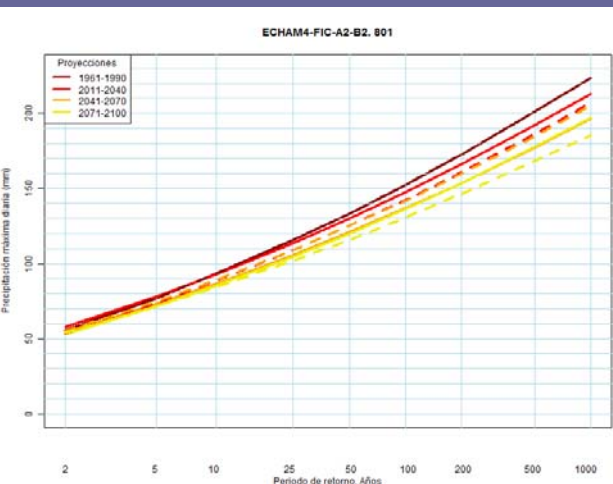


Resultados. Cambios en el siglo XXI.

Ajuste de la función SQRT-ET max

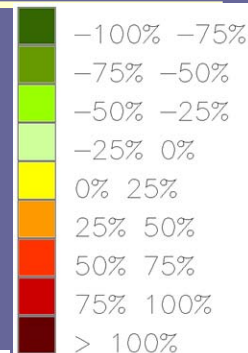


Distribuciones de frecuencia de PMX regional.
Escenarios A2 (línea continua); B2 (línea discontinua)



Resultados. Cambios en el siglo XXI.

Incrementos (%) de los cuantiles de PMX de
2011-2040 respecto al 1961-1990
para un T 100 años.



CGCM3-FIC-A2



ECHAM4-FIC-A2



HadCM3-SDSM-A2



CGCM3-FIC-B2



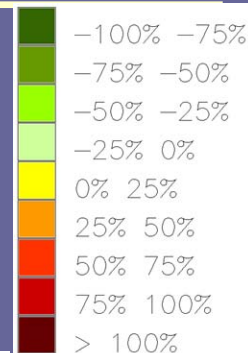
ECHAM4-FIC-B2



HadCM3-SDSM-B2

Resultados. Cambios en el siglo XXI.

Incrementos (%) de los cuantiles de PMX de
2041-2070 respecto al 1961-1990
para un T 100 años.



CGCM3-FIC-A2



ECHAM4-FIC-A2



HadCM3-SDSM-A2



CGCM3-FIC-B2



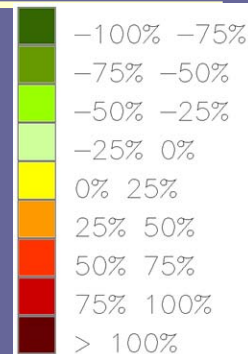
ECHAM4-FIC-B2



HadCM3-SDSM-B2

Resultados. Cambios en el siglo XXI.

Incrementos (%) de los cuantiles de PMX de
2071-2100 respecto al 1961-1990
para un T 100 años.



CGCM3-FIC-A2



ECHAM4-FIC-A2



HadCM3-SDSM-A2



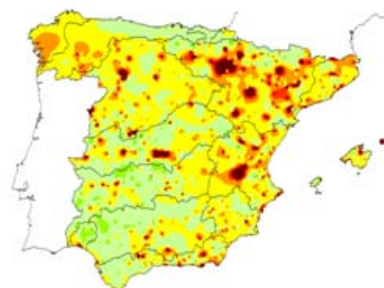
HadAM3-FIC-A2



CGCM3-FIC-B2



ECHAM4-FIC-B2



HadCM3-SDSM-B2



HadAM3-FIC-B2

- Hay notables incertidumbres en la simulación de precipitaciones máximas para el siglo XXI, y por lo tanto en pronosticar cambios en la frecuencia e intensidad de inundaciones.
- Cualquier pronóstico debe basarse en analizar un conjunto de proyecciones o hipótesis climáticas (no confiar en los resultados de una sola).
- Las 8 hipótesis o proyecciones climáticas analizadas:
 - No muestran un patrón común de modificación de lluvias máximas diarias en España para el siglo XXI.
 - Sin embargo, sí que pronostican un aumento de las lluvias máximas respecto a la precipitación total anual, fundamentalmente debido a que ésta disminuiría conforme avanza el siglo XXI.
- Teniendo en cuenta la incertidumbre existente, este hecho podría suponer un cambio hacia un régimen climático con mayor torrencialidad.
- El avance en la capacidad de los modelos climáticos permitirá obtener resultados más concluyentes.

Muchas gracias por su atención

Luis BARRANCO

luis.m.barranco@cedex.es