

PRESAS, AVENIDAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

AVENIDAS Y CAMBIO CLIMÁTICO EL PARADIGMA

Luis Mediero Orduña
(luis.mediero@upm.es)

Universidad Politécnica de Madrid

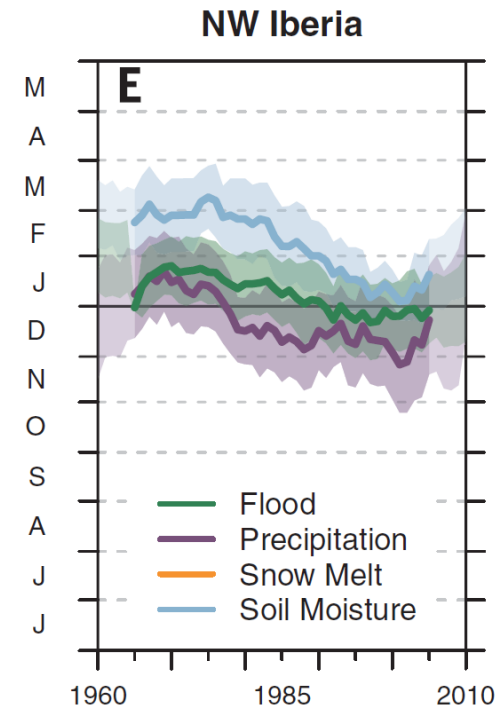
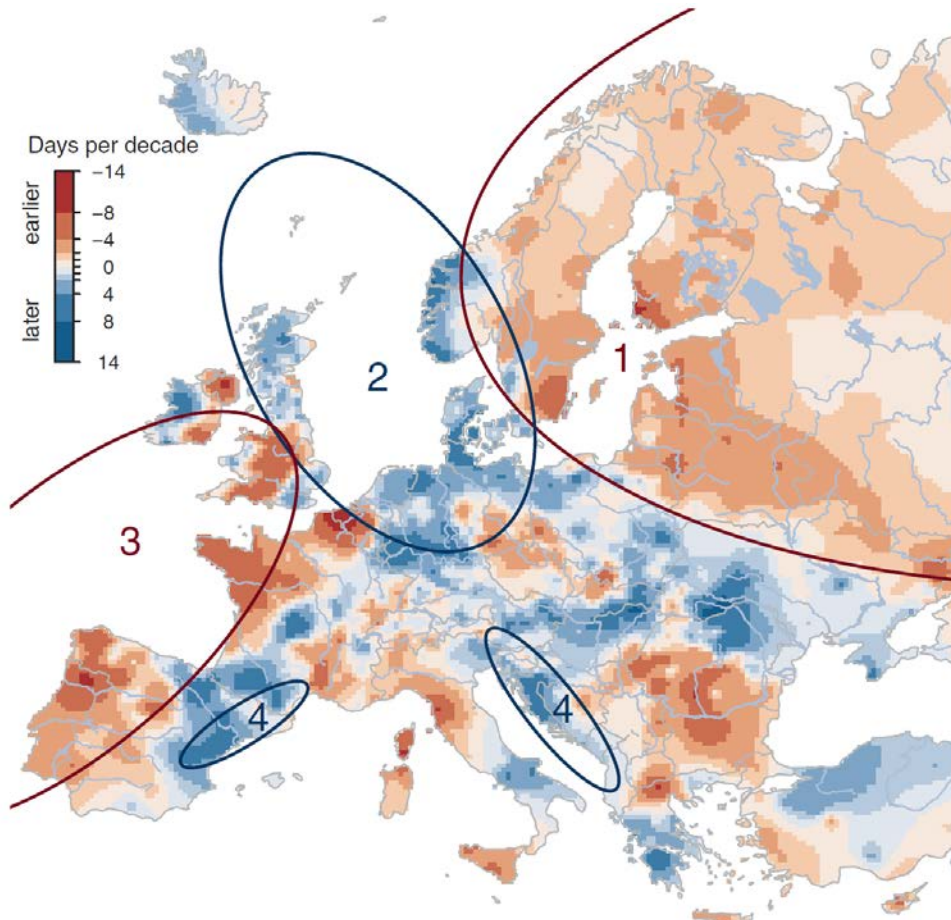
Grupo de Investigación de Hidroinformática y Gestión
del Agua

ETSI de Caminos, Canales y Puertos



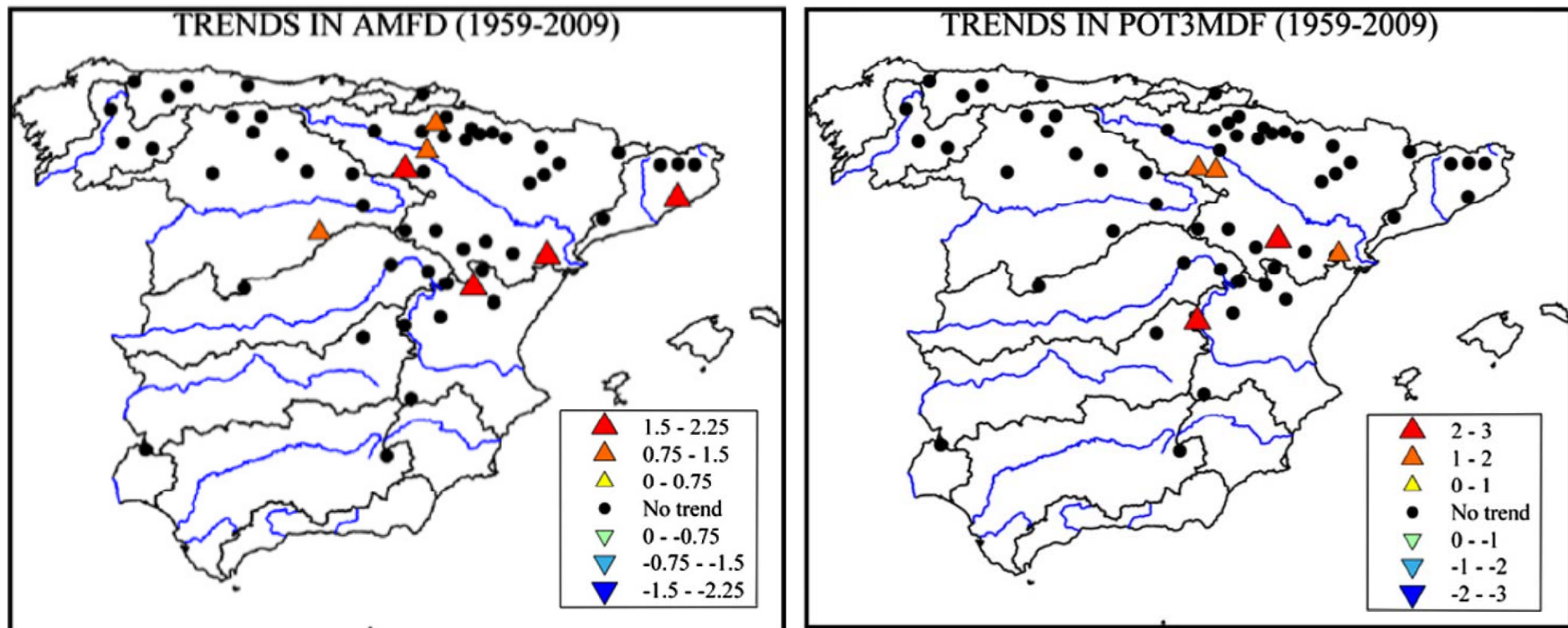
- **Introducción**
- **Comparación entre las proyecciones de cambio climático disponibles a escala nacional**
- **Base de datos de tasas de cambio de cuantiles de precipitación a escala nacional**
- **Aplicación a la seguridad hidrológica de presas**
- **Conclusiones**

- **El cambio climático está afectando a las inundaciones durante las últimas décadas:**



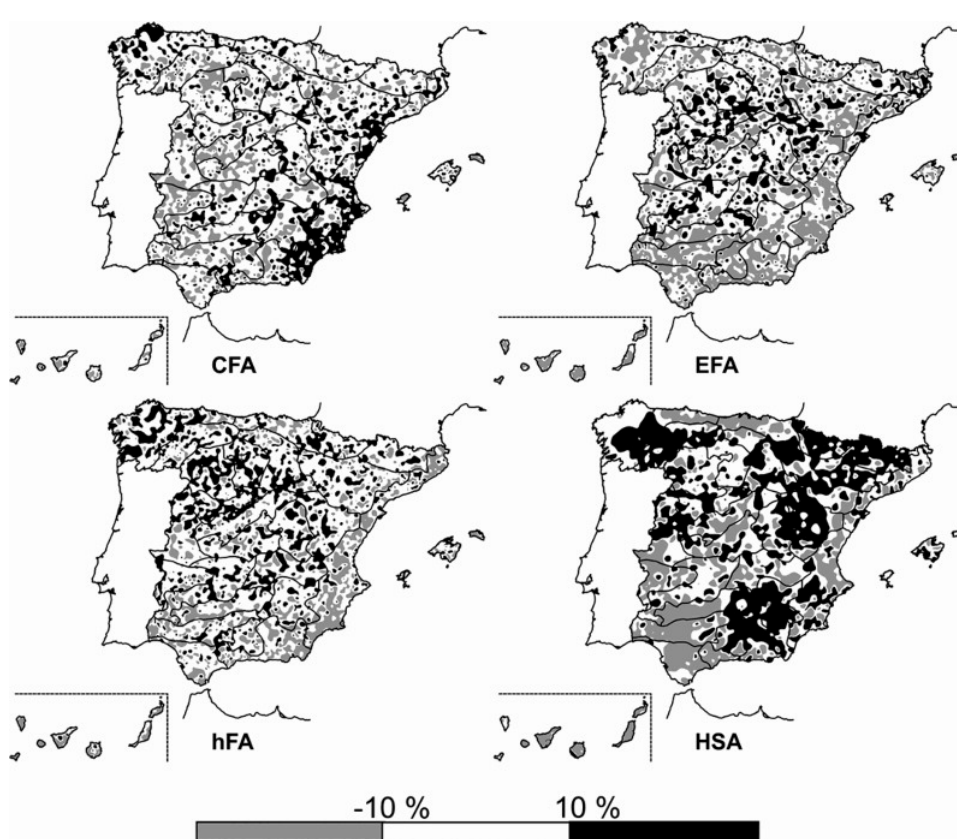
Fuente: Blöschl et al. (2017)

- A escala nacional la ocurrencia de **avenidas** se está **retrasando** en la **cuenca del Ebro**:

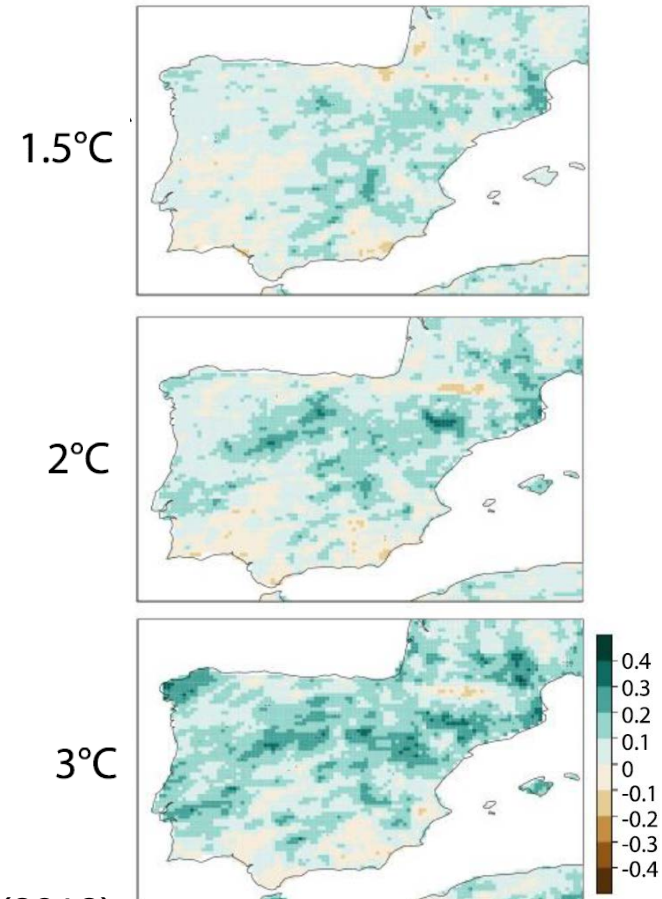


Fuente: Mediero et al. (2014)

- Las proyecciones de **cambio climático** indican un **aumento en los cuantiles de precipitación**:

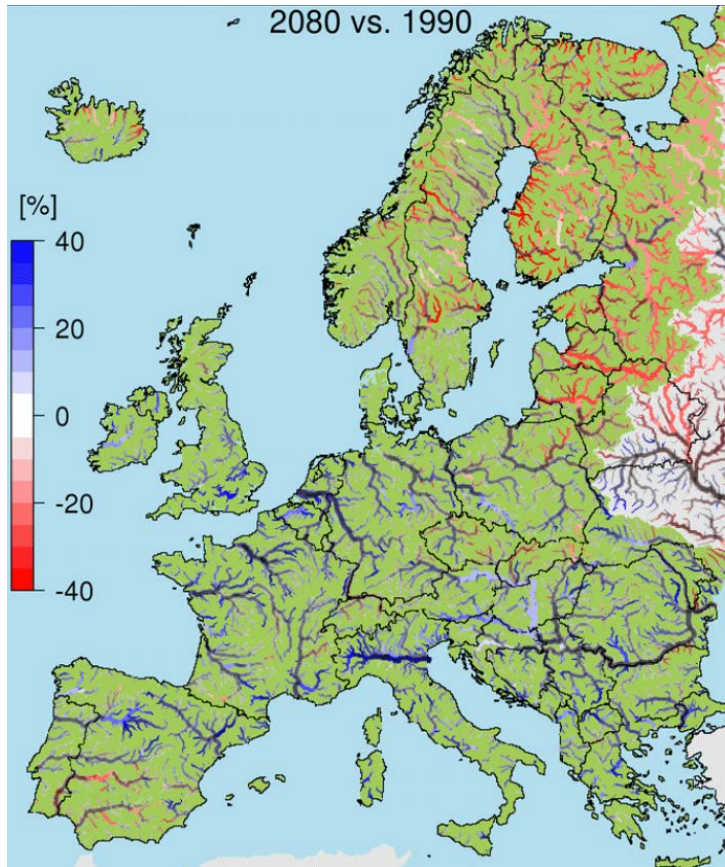


Fuente: Barranco et al. (2017)

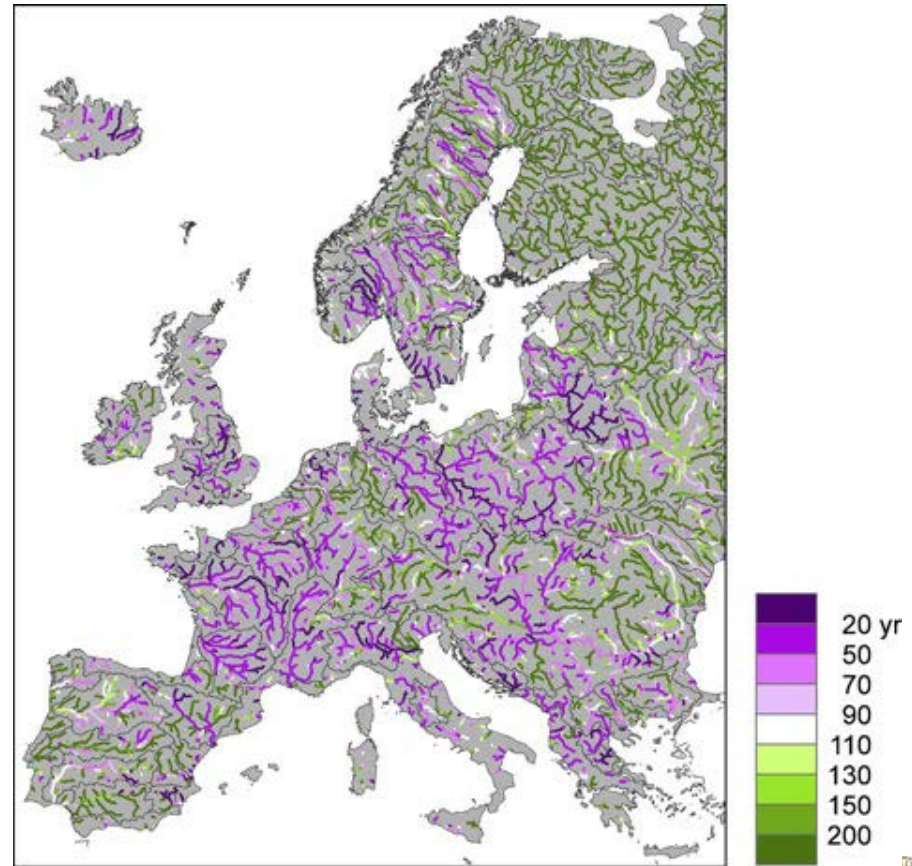


Fuente: Turco et al. (2018)

- **Los resultados son más variables** en términos de **cuantiles de caudal punta de avenida:**



Fuente: Alfieri et al. (2015)

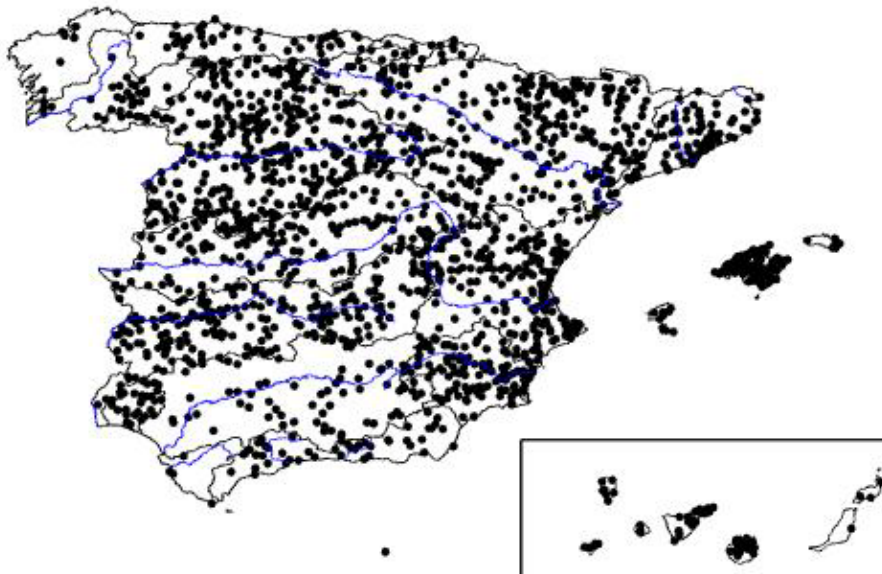


Fuente: Kundzewicz et al. (2010)

- Introducción
- **Comparación entre las proyecciones de cambio climático disponibles a escala nacional**
- Base de datos de tasas de cambio de cuantiles de precipitación a escala nacional
- Aplicación a la seguridad hidrológica de presas
- Conclusiones

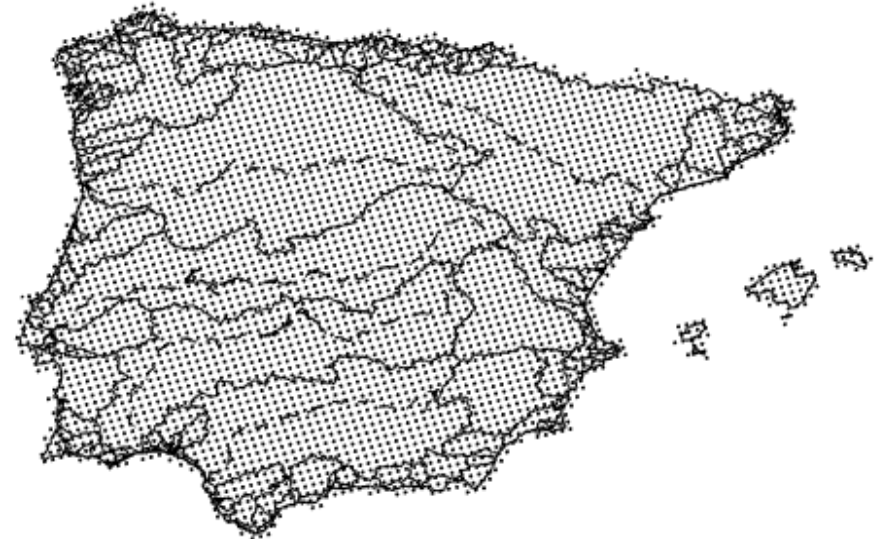
- En España se dispone de dos fuentes de **proyecciones climáticas de precipitación: AEMET** (puntuales) y **CORDEX** (distribuidas espacialmente):

AEMET



2321 puntos

CORDEX

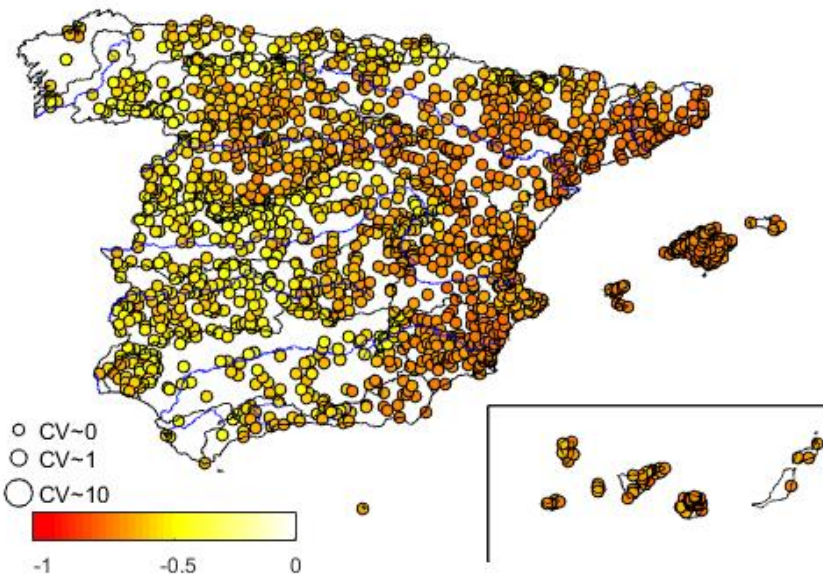


Celdas de 0,11° ~ 12,5 km

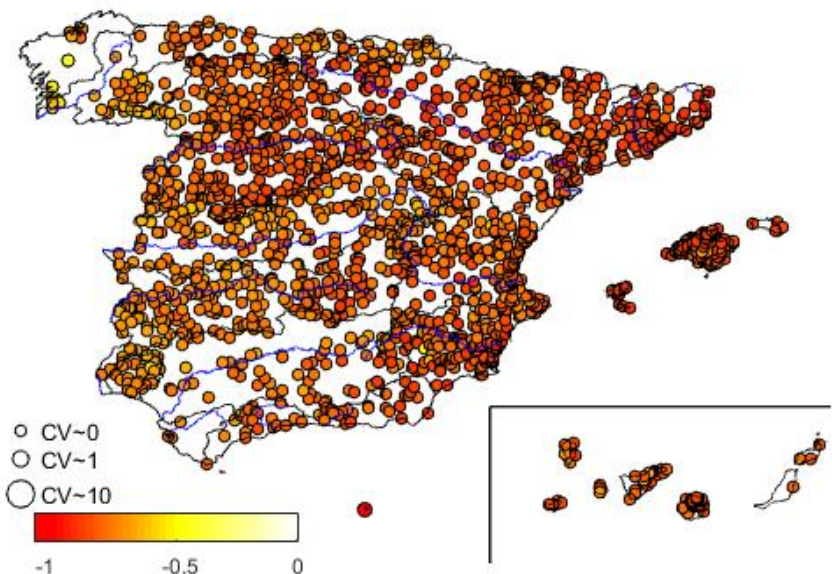
- En precipitaciones máximas anuales, los valores medios son muy inferiores a los observados:

ERRORES EN PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL EN PERIODO DE CONTROL

Error medio en: Media máximos (ANALOGOS)



Error medio en: Media máximos (SDSM)

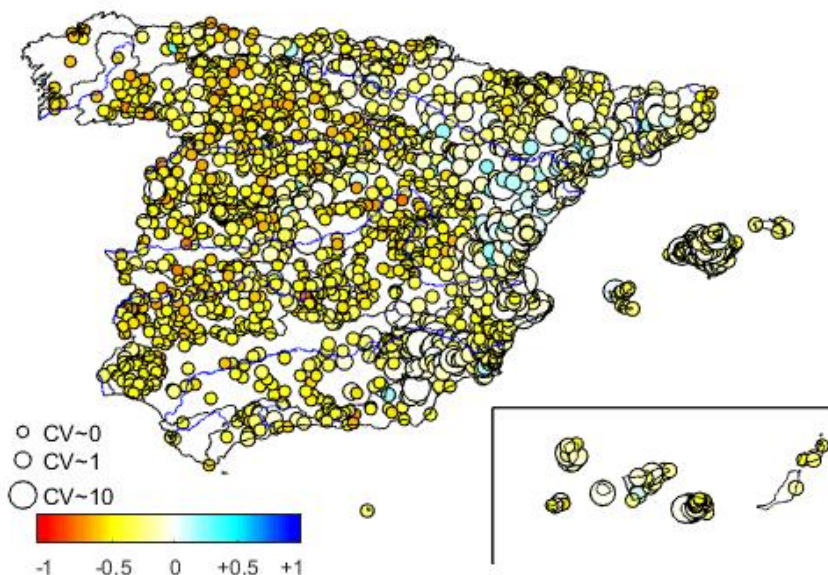


Fuente: Garijo et al. (2018)

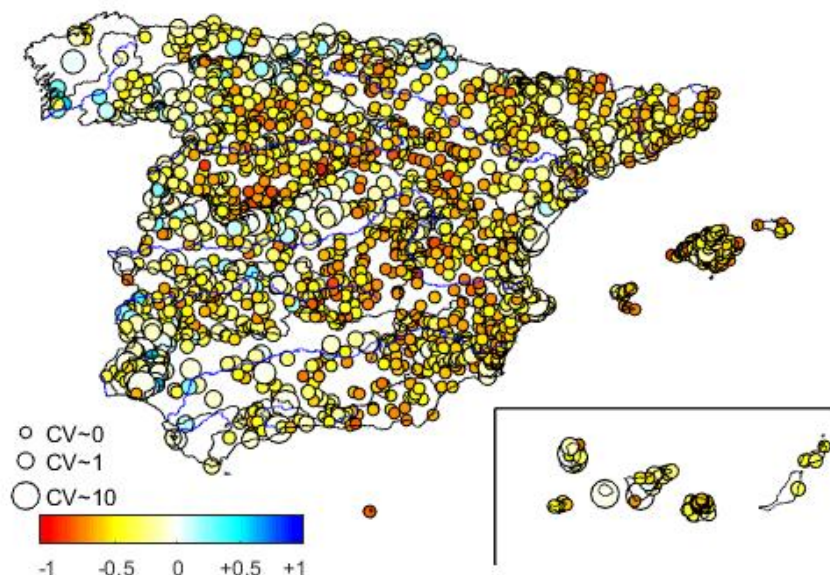
- En **precipitaciones máximas anuales**, la **variabilidad** de las proyecciones AEMET es **inferior** a la de las observaciones en pluviómetros:

ERRORES EN COEFICIENTE DE VARIACIÓN DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL

Error medio en: Coeficiente de Variación máximos (ANALOGOS)



Error medio en: Coeficiente de Variación máximos (SDSM)



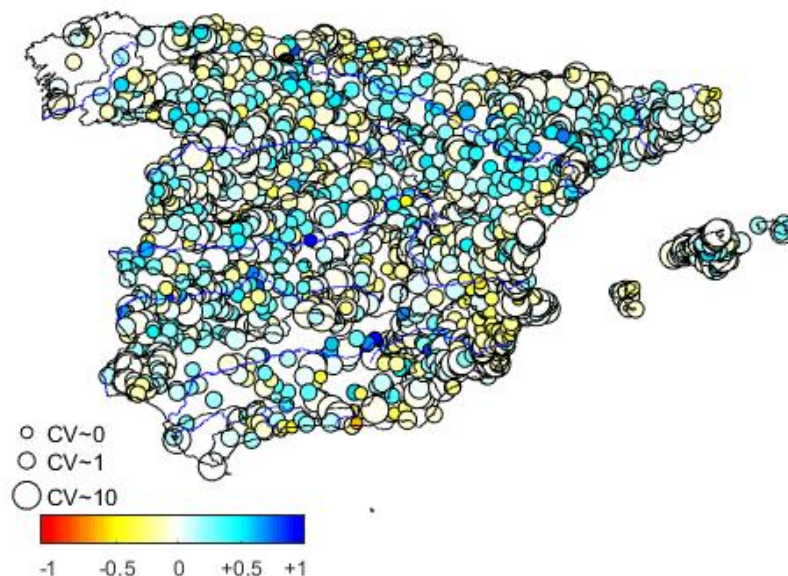
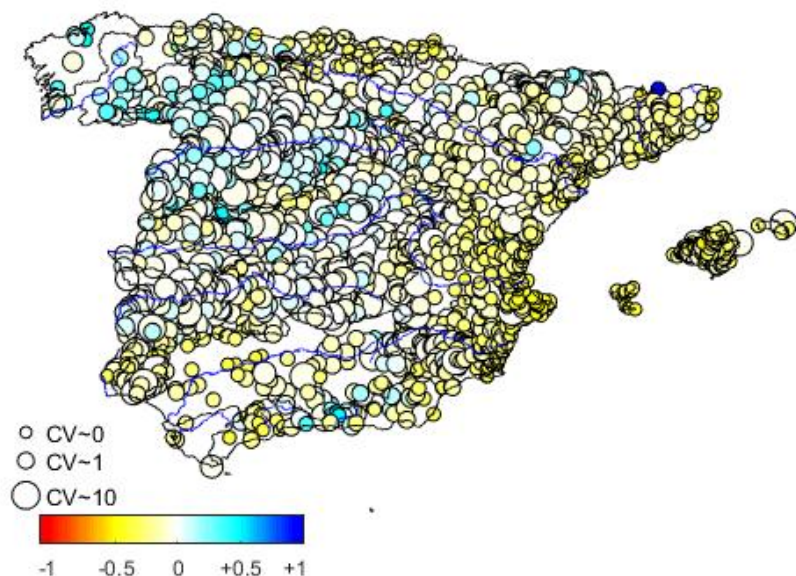
Fuente: Garijo et al. (2018)

- Sin embargo, las **proyecciones climáticas CORDEX** se ajustan mejor a los valores observados de **precipitación máxima anual**:

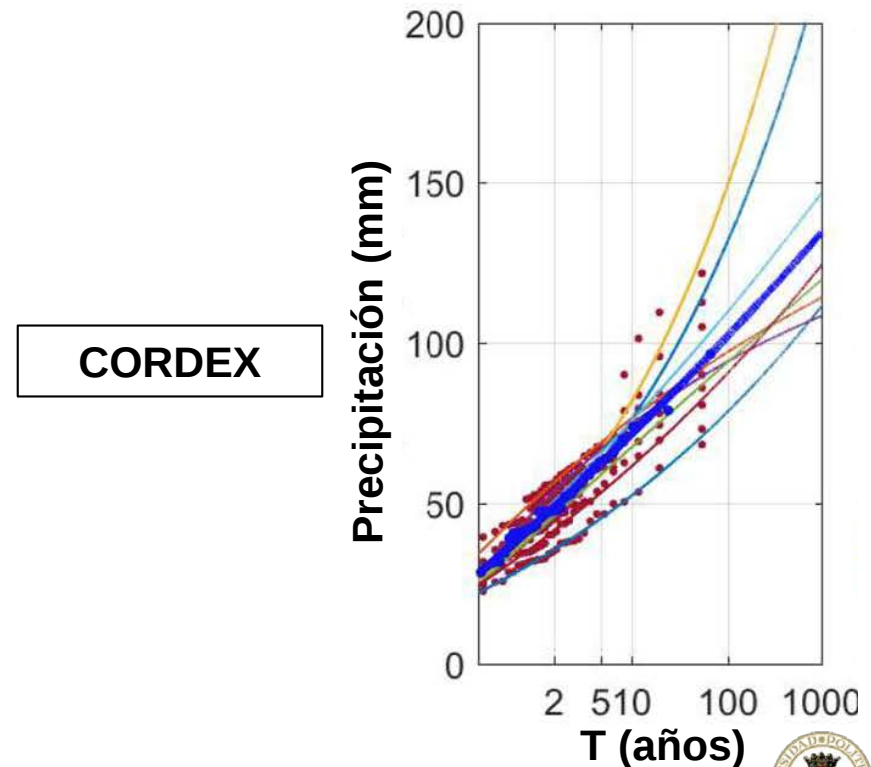
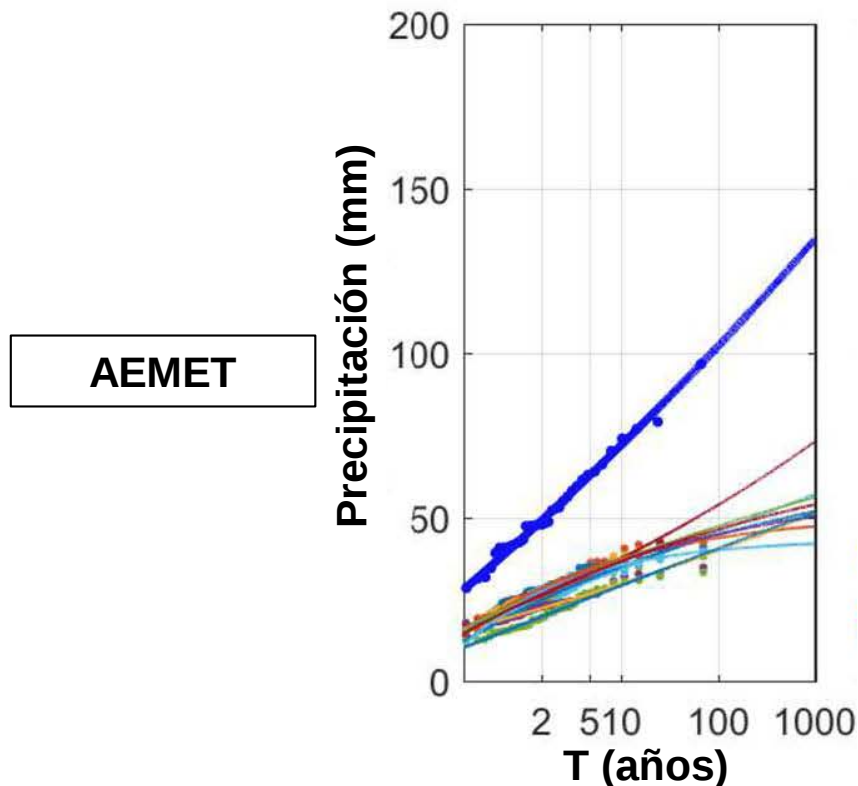
ERRORES EN **PRECIPITACIÓN MÁXIMA ANUAL** EN PERIODO DE CONTROL

Error medio en: Media máximos (CORDEX)

Error medio en: Coeficiente de Variación máximos (CORDEX)



- Por tanto, las **proyecciones** de precipitación suministradas por **AEMET no son adecuadas** para estudios de **extremos** de precipitación.

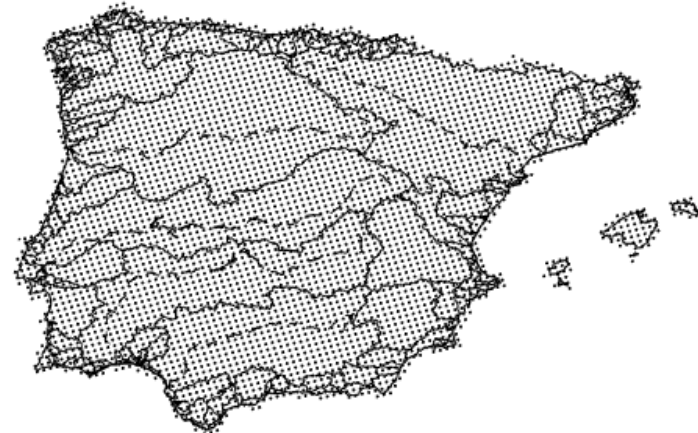
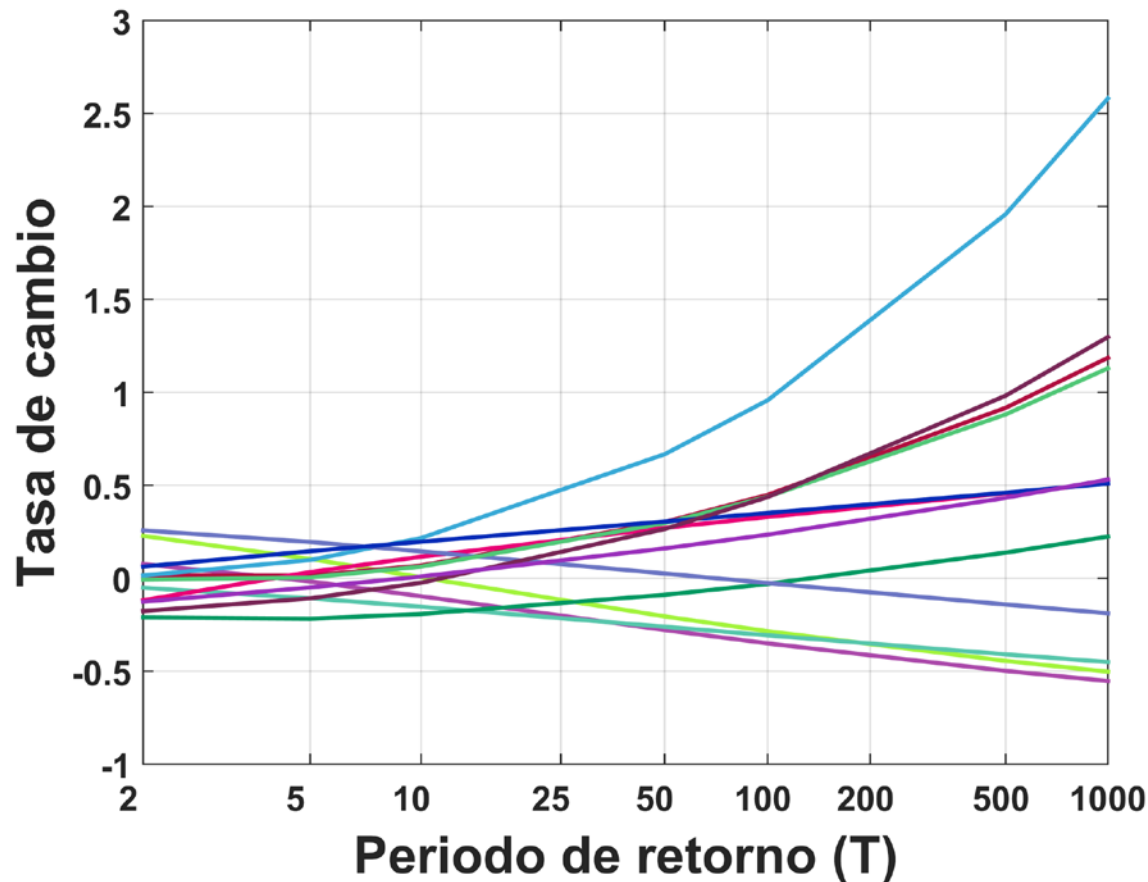


Fuente: Garijo y Mediero (2018)

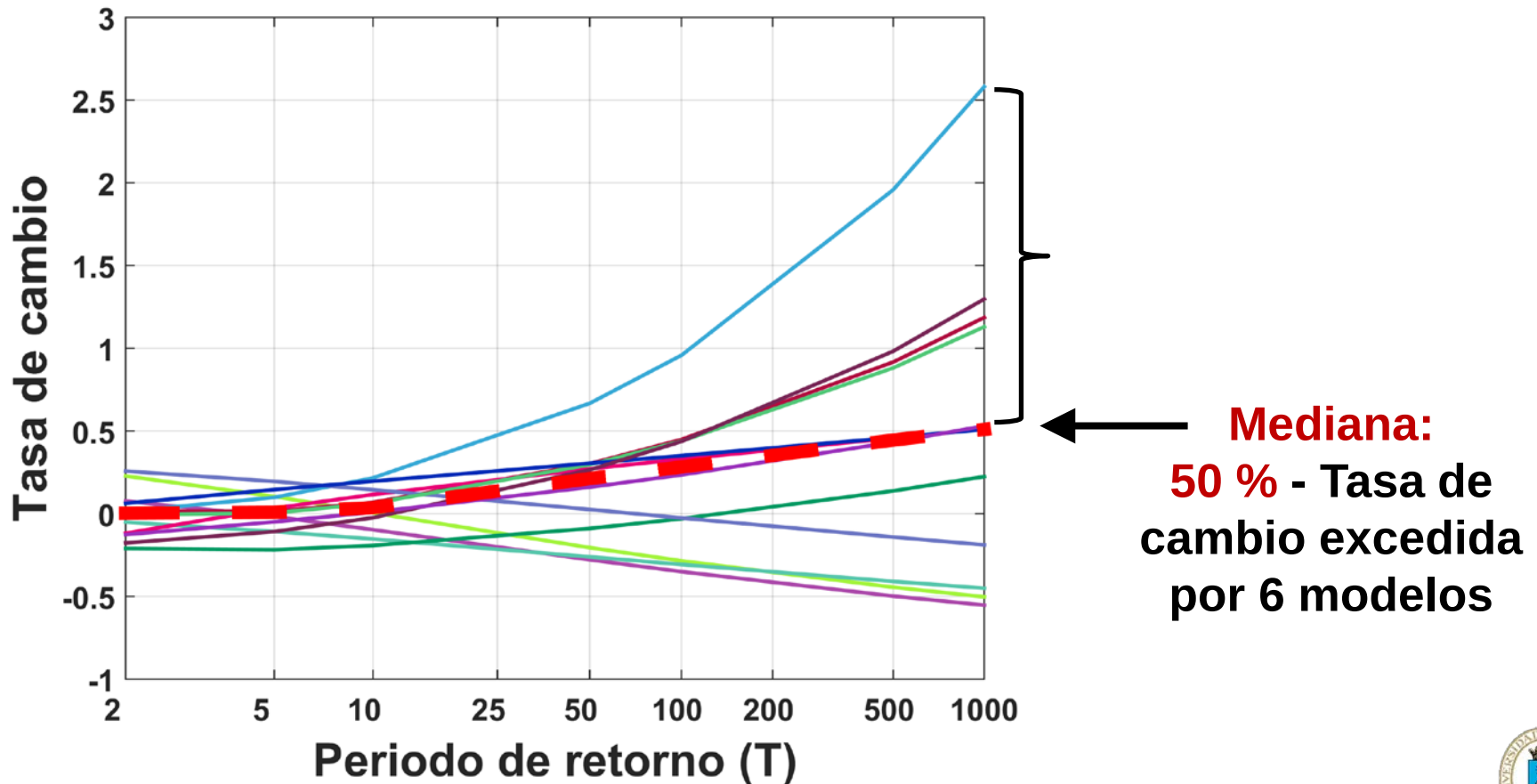
- Introducción
- Comparación entre las proyecciones de cambio climático disponibles a escala nacional
- **Base de datos de tasas de cambio de cuantiles de precipitación a escala nacional**
- Aplicación a la seguridad hidrológica de presas
- Conclusiones

- Se han utilizado las proyecciones climáticas suministradas por el programa **CORDEX**:
 - **12 modelos** climáticos regionalizados.
 - **2 escenarios** de emisiones: RCP 4.5 y 8.5.
 - Periodo de **control**: 1951-2005 y 1971-2005.
 - Periodo **futuro**: 2006-2100.
 - Series de **máximos anuales de precipitación diaria**.
- Se ha utilizado el **método delta**, sin corrección de sesgo.

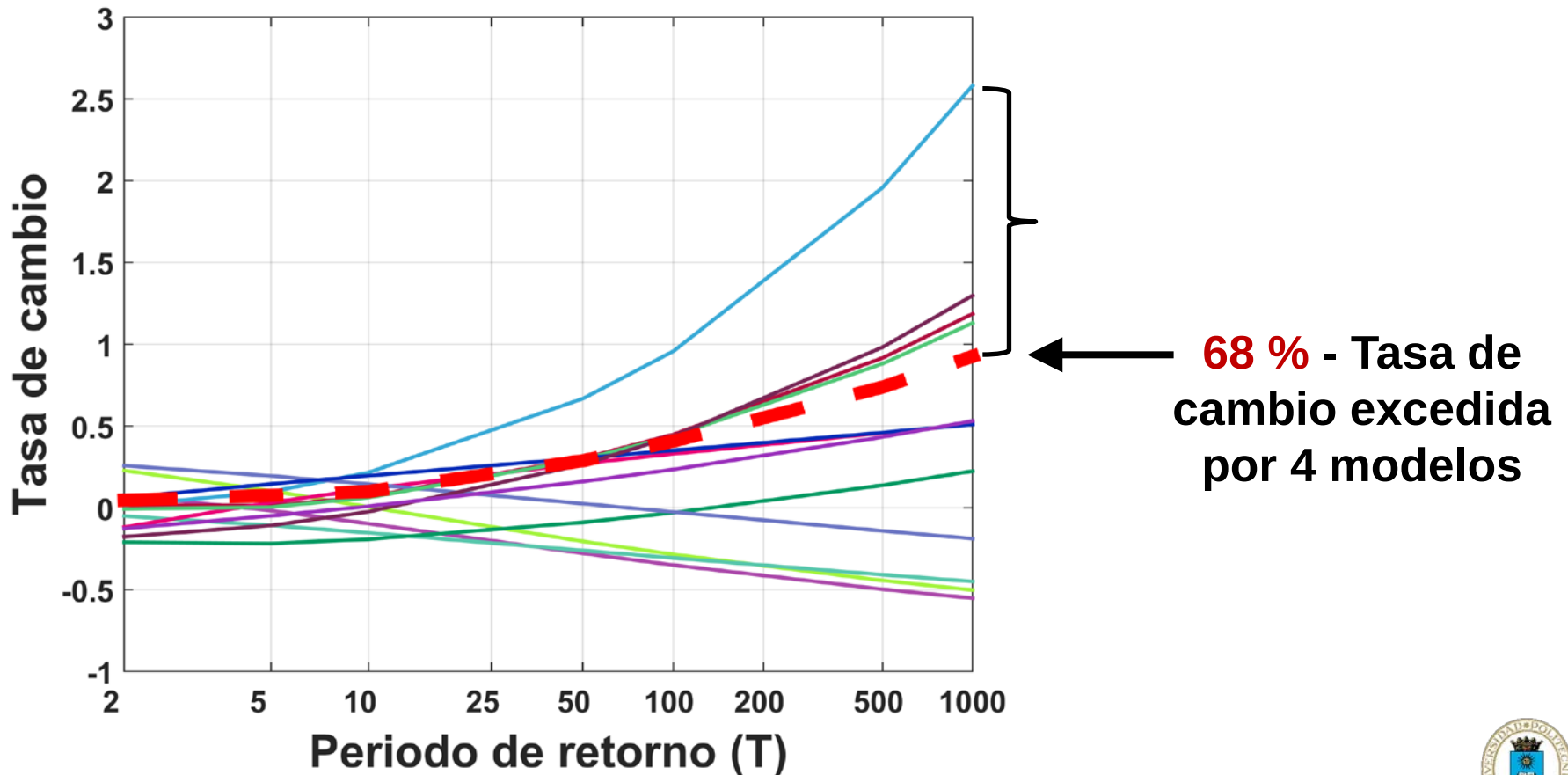
- En cada celda se obtienen **12 valores de tasa de cambio** para cada periodo de retorno:



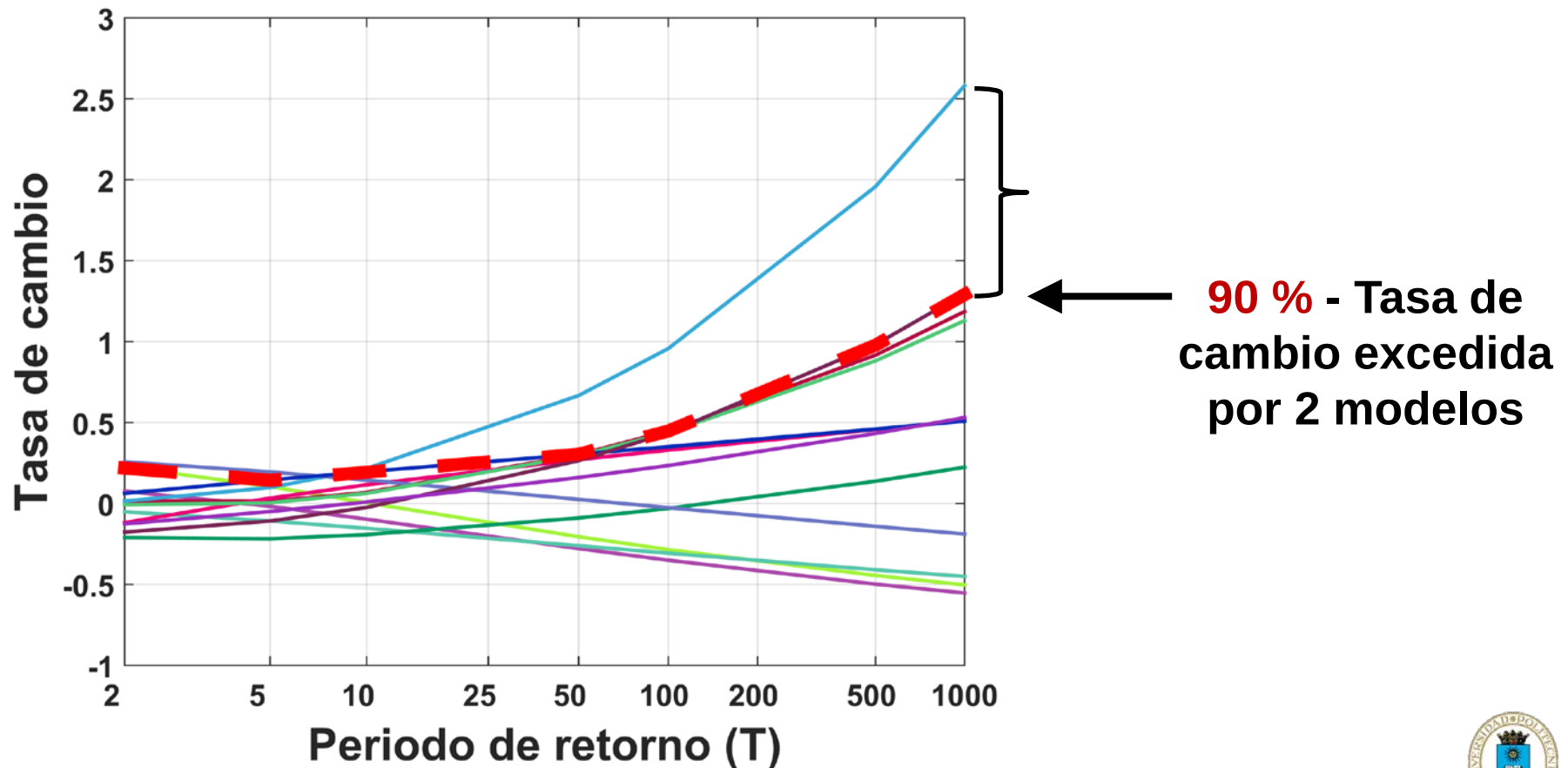
- En cada celda se obtienen **12 valores de tasa de cambio** para cada periodo de retorno:



- En cada celda se obtienen **12 valores de tasa de cambio** para cada periodo de retorno:

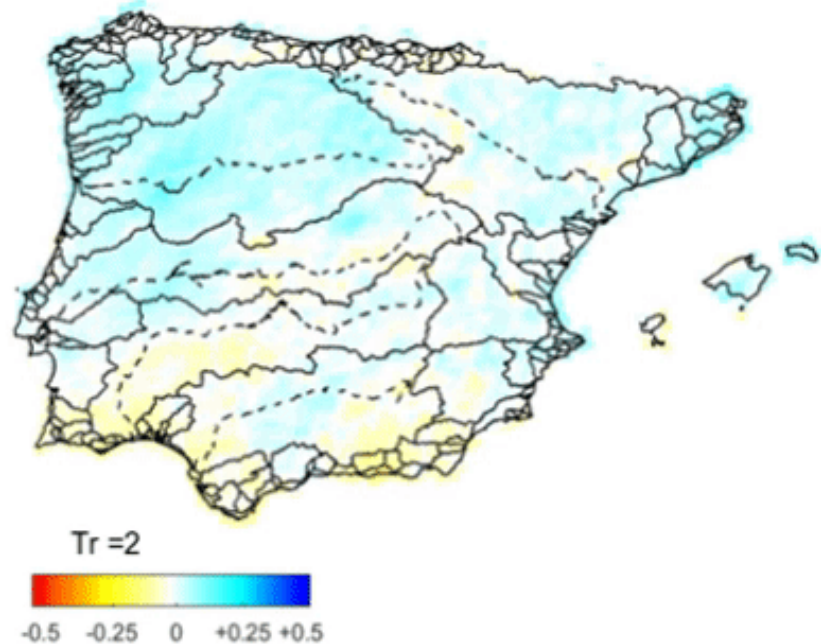


- En cada celda se obtienen **12 valores de tasa de cambio** para cada periodo de retorno:



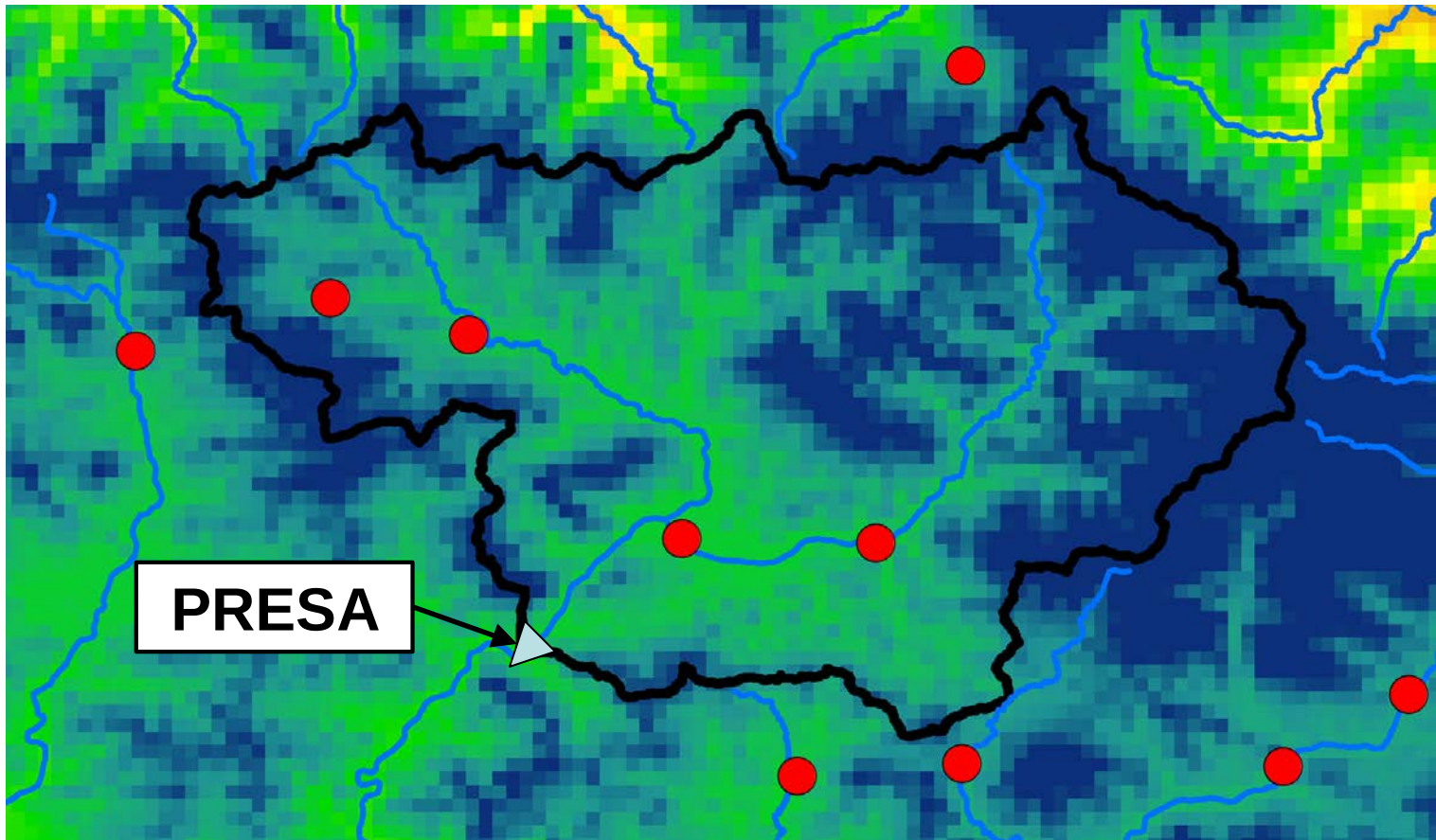
- **Tasas de cambio de precipitación diaria máxima anual** a escala nacional:
 - $T = 2, 5, 10, 50, 100, 500$ y 1000 años
 - RCP 4.5 y 8.5
 - 50, 68 y 90 %
 - 2011-2040
 - 2041-2070
 - 2071-2100

Tasa de cambio en RCP 85 para el periodo (2011-2040)

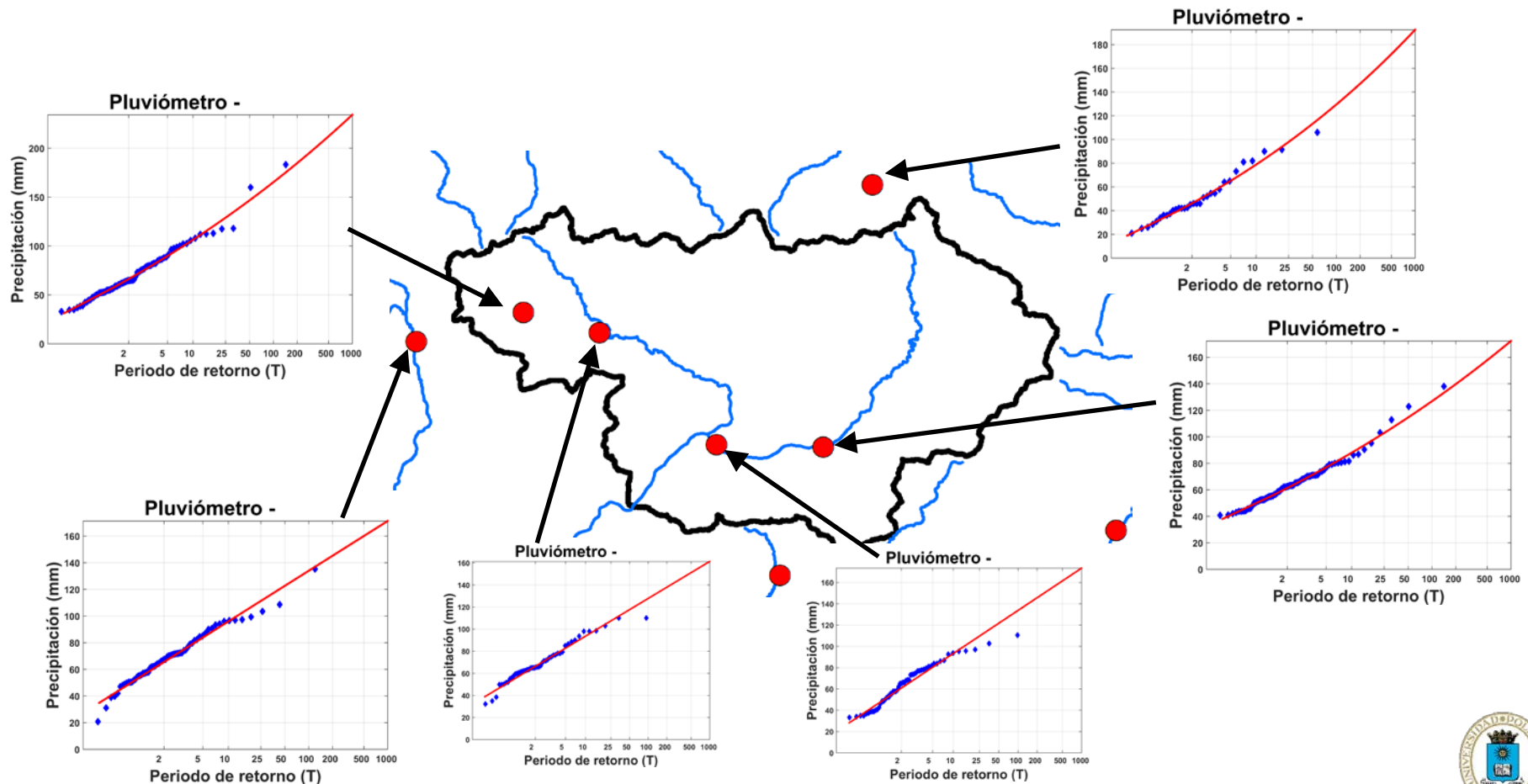


- **Introducción**
- **Comparación entre las proyecciones de cambio climático disponibles a escala nacional**
- **Base de datos de tasas de cambio de cuantiles de precipitación a escala nacional**
- **Aplicación a la seguridad hidrológica de presas**
- **Conclusiones**

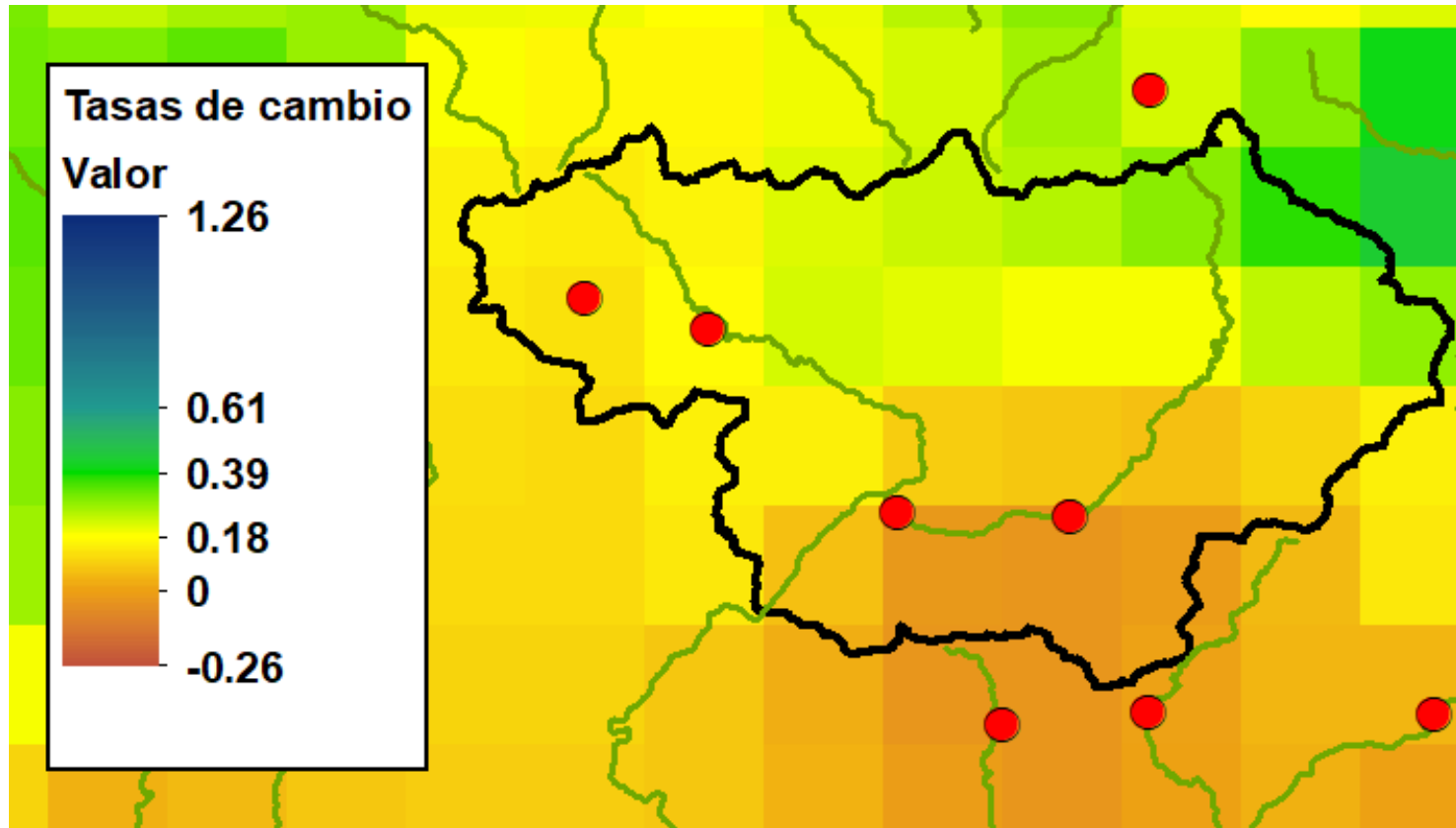
- **Ejemplo de aplicación** de la tasas de cambio a la seguridad hidrológica de presas ($A = 575 \text{ km}^2$):



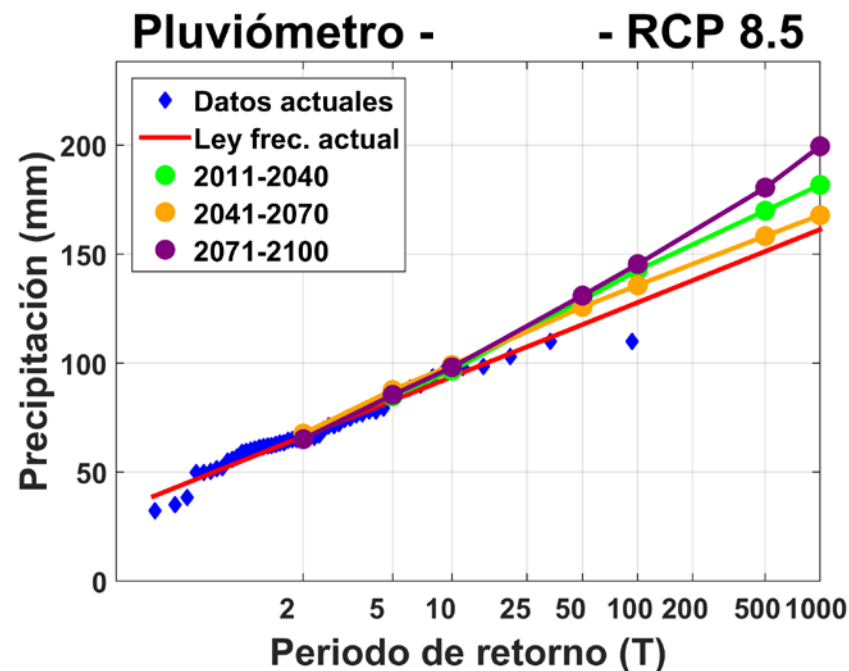
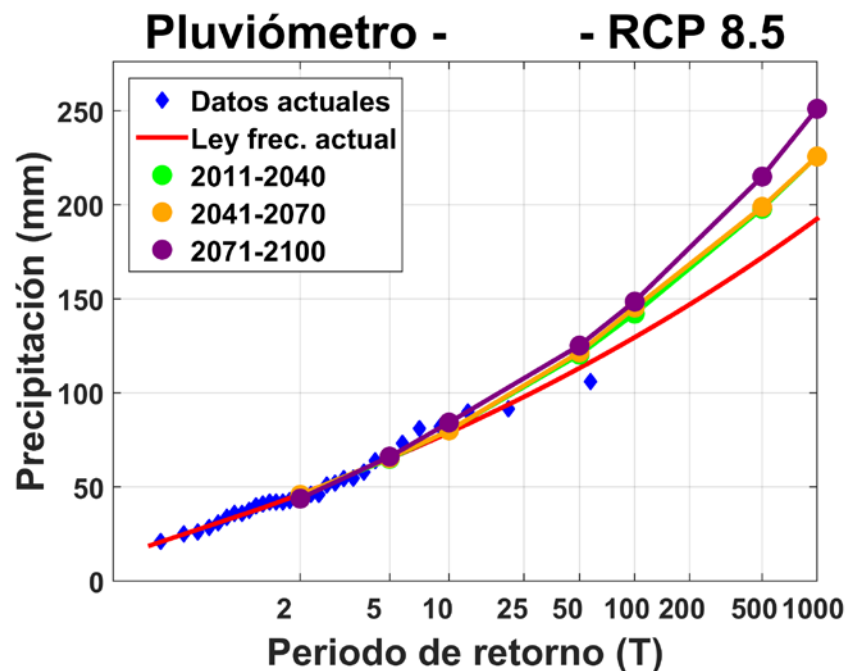
- Leyes de frecuencia de precipitaciones con datos observados en pluviómetros:**



- Base de datos de **tasas de cambio** ($T = 1000$ años; RCP 8.5; 2071-2100):

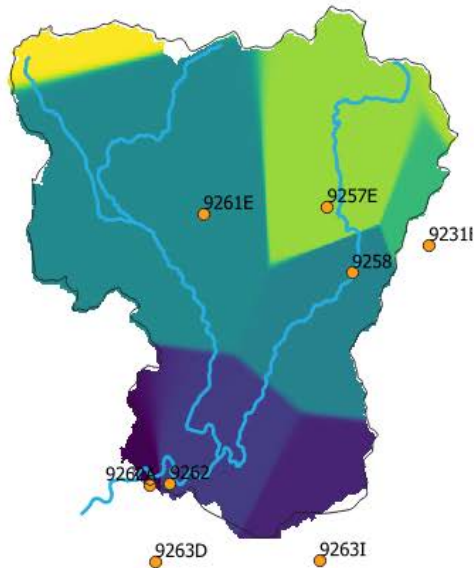


- Leyes de frecuencia de precipitaciones en cambio climático con la base de datos de tasas de cambio:**

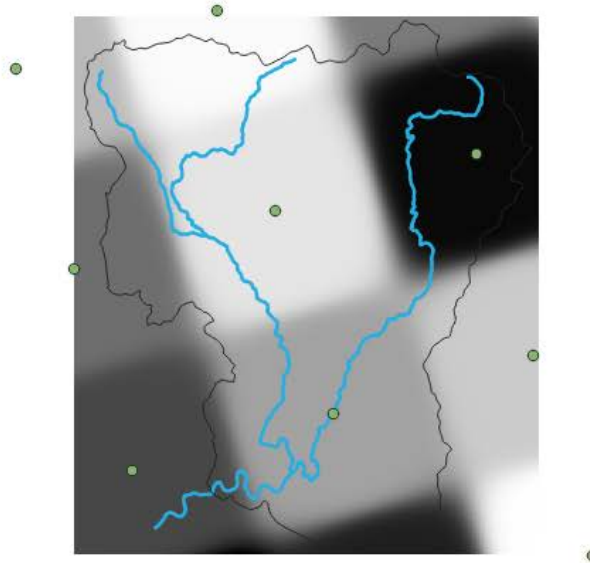


- Distribución espacial de la precipitación en situación de cambio climático con las tasas de cambio:**

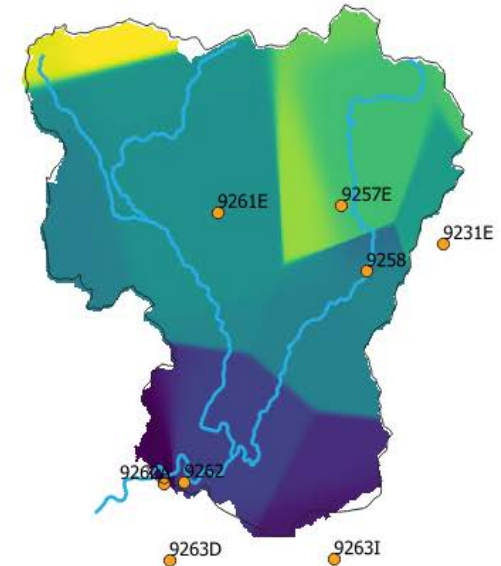
Distribución espacial en situación actual



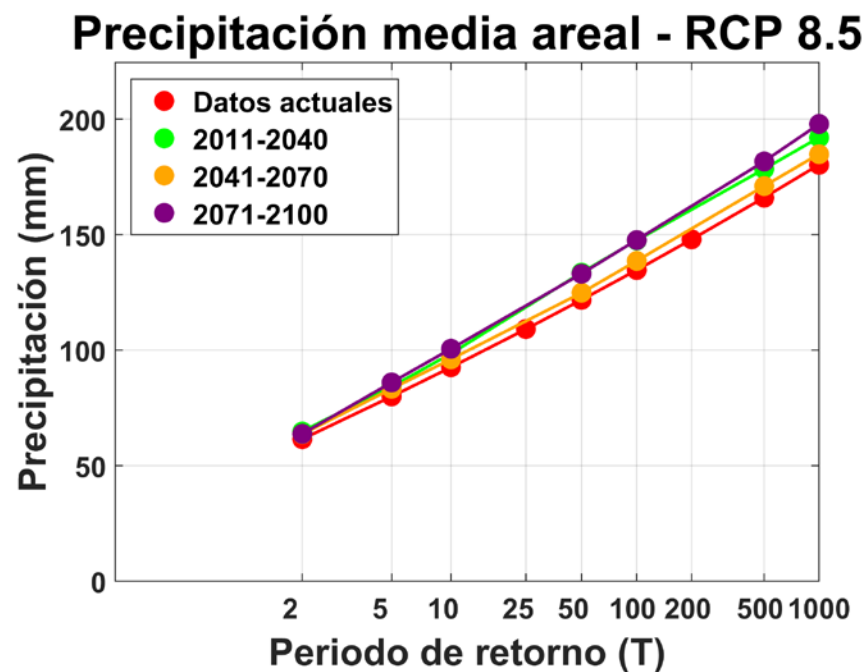
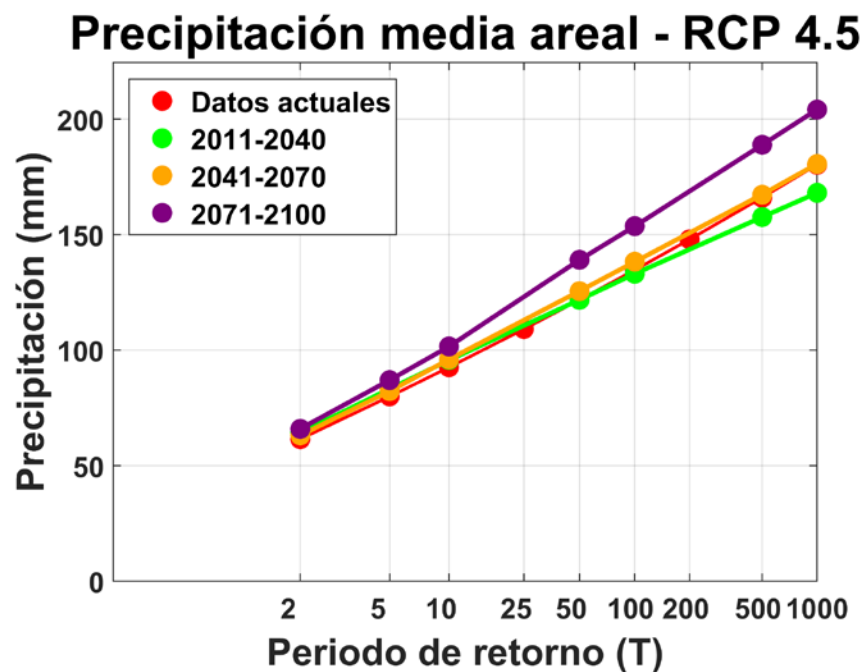
Distribución espacial de tasas de cambio



Distribución espacial en situación de cambio climático

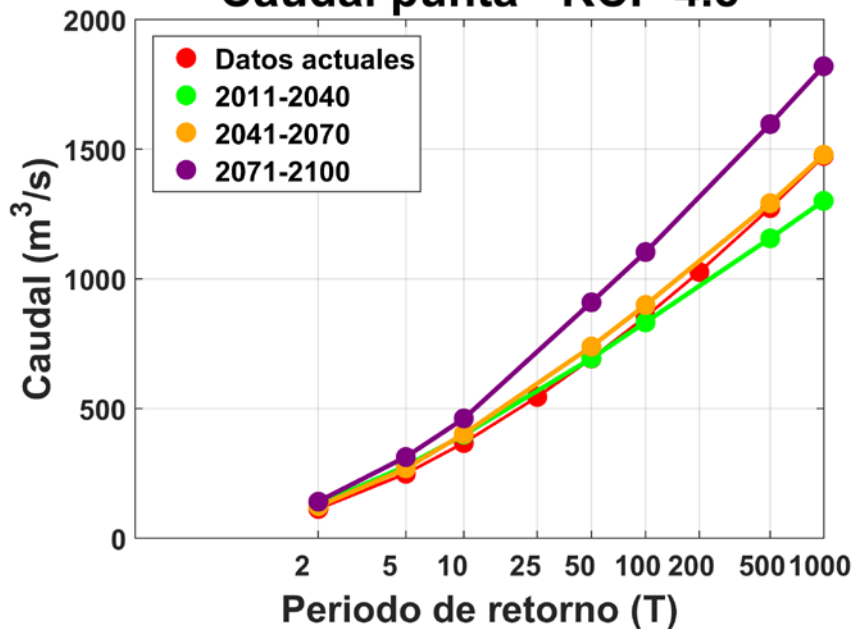


- Leyes de frecuencia **de precipitación media areal** en la cuenca en situación de **cambio climático**:

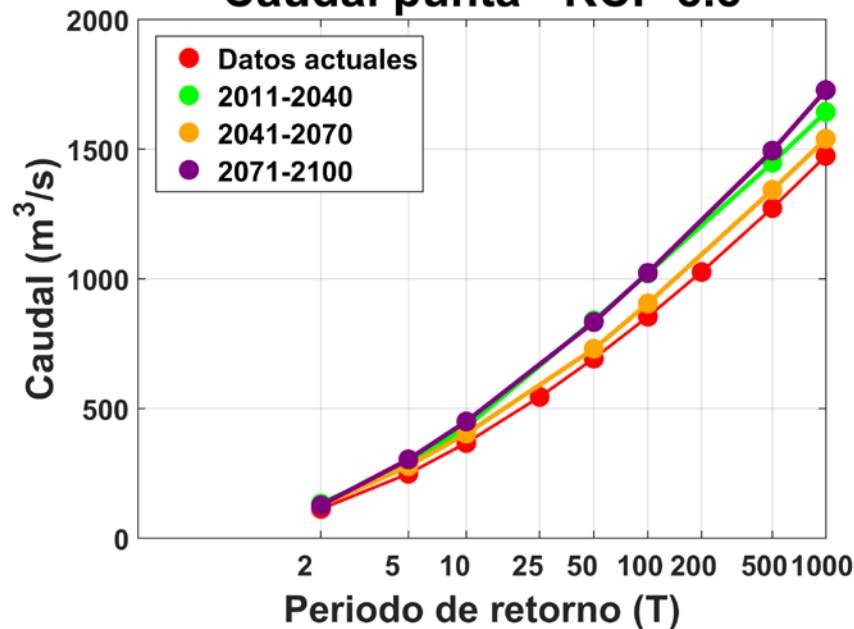


- Como resultado, se obtienen los **cuantiles de caudal punta e hidrogramas de diseño** en la cuenca en situación de **cambio climático**:

Caudal punta - RCP 4.5

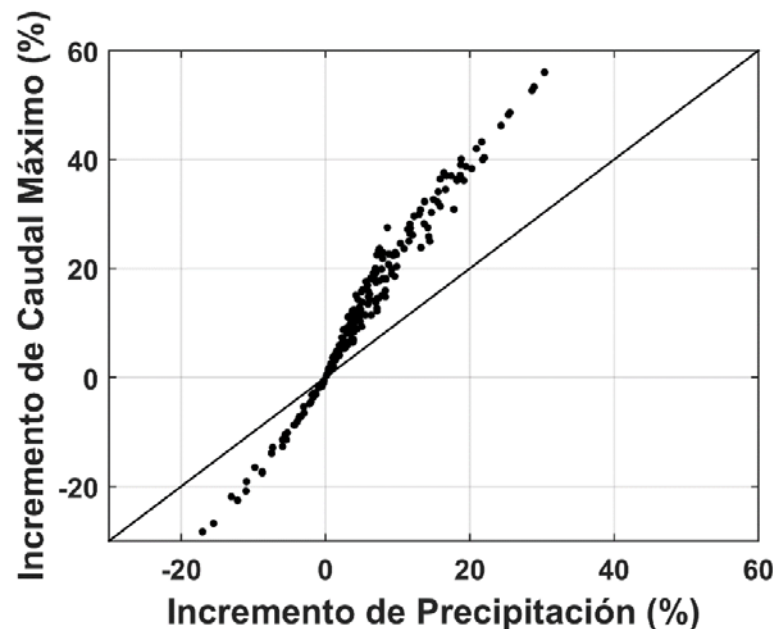


Caudal punta - RCP 8.5



- La no linealidad del proceso de transformación lluvia-escorrentía** hace que los cambios esperables en cuantiles de precipitación **se amplifiquen** al convertirlos en cuantiles de caudal:

$\Delta P_{T=1000}$ (%)	$\Delta Q_{T=1000}$ (%)
-6.76	-11.7
6.54	11.5
0.20	0.35
2.57	4.51
13.2	23.6
9.75	17.3



- **Introducción**
- **Comparación entre las proyecciones de cambio climático disponibles a escala nacional**
- **Base de datos de tasas de cambio de cuantiles de precipitación a escala nacional**
- **Aplicación a la seguridad hidrológica de presas**
- **Conclusiones**

- El **cambio climático** ya está afectando a los patrones temporales y espaciales de las **inundaciones**.
- Para prever cuál es el **comportamiento futuro** de las avenidas se necesita analizar las **proyecciones climáticas**.
- Las **proyecciones climáticas más adecuadas** para estudios de eventos extremos a escala nacional son las suministradas por el **programa CORDEX**.
- Se ha generado una **base de datos de tasas de cambio en cuantiles de precipitación diaria** a escala nacional.

- La **base de datos** ha sido utilizada en los documentos de **Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación**.
- La **base de datos** permite una aplicación sencilla y directa a **casos reales de presas**.
- Se ha presentado un **ejemplo de aplicación** para el cálculo de las **leyes de frecuencia de caudal** y los **hidrogramas de diseño** en cambio climático.
- Los **cambios esperables en cuantiles de precipitación se amplifican** al transformarlos en cuantiles de caudal.

PRESAS, AVENIDAS Y CAMBIO CLIMÁTICO

AVENIDAS Y CAMBIO CLIMÁTICO EL PARADIGMA



POLITÉCNICA

Luis Mediero
(luis.mediero@upm.es)



Universidad Politécnica de Madrid

Grupo de Investigación de Hidroinformática y Gestión del Agua
ETSI de Caminos, Canales y Puertos