



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Utilización de modelos hidrológicos para la evaluación del impacto del Cambio Global en el ciclo hidrológico

Prof. Dr. Félix Francés García

*Grupo de investigación en Modelación Hidrológica y Ambiental
Instituto de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente
Universitat Politècnica de València*





La “herramienta”

Modelación matemática

$$Y(t) = M [\Theta, X(t), Y(t)]$$

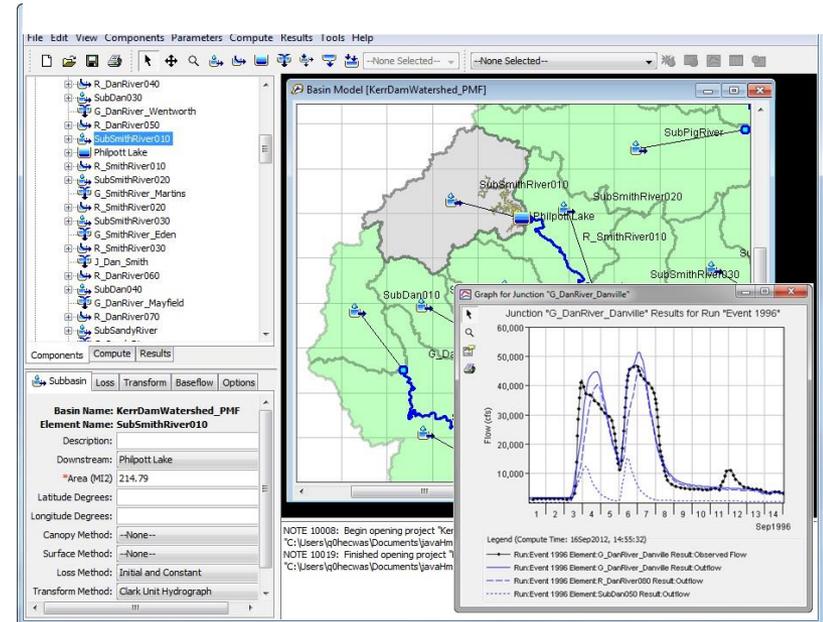
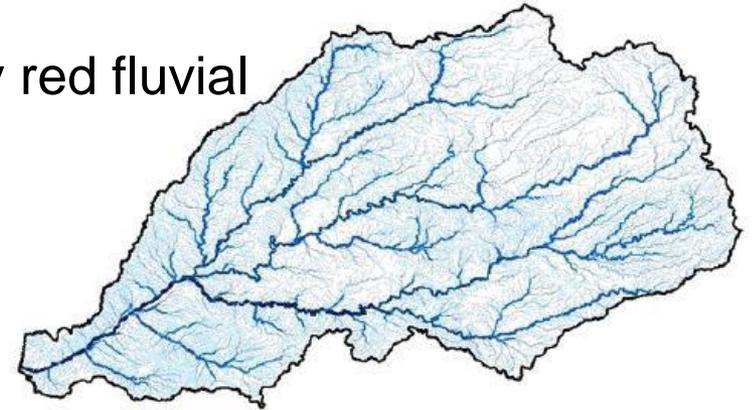
Input

Conjunto de:

- Ecuaciones
- Parámetros
- Variables de estado

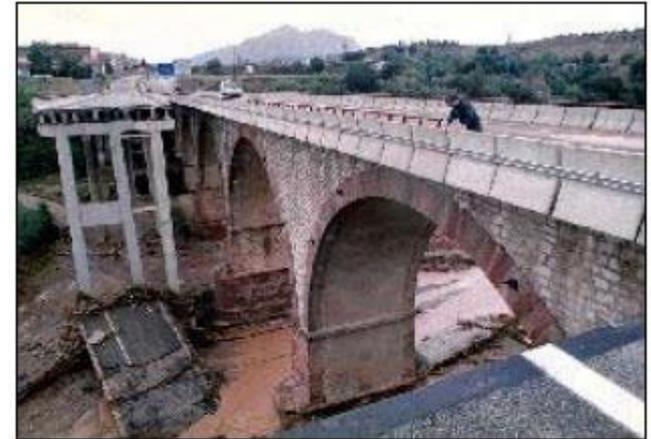
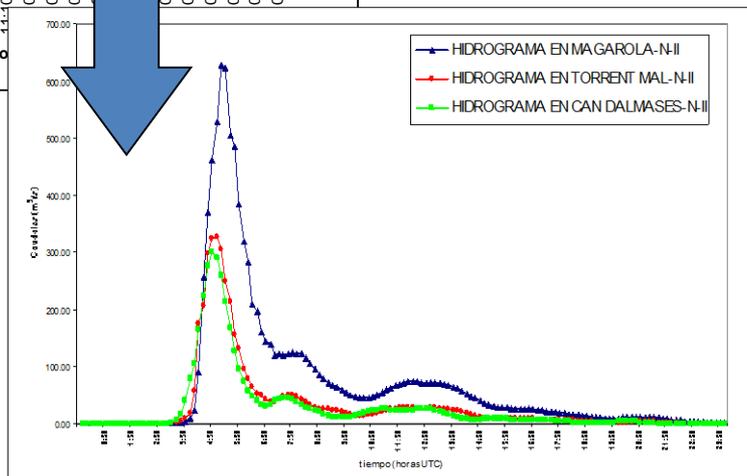
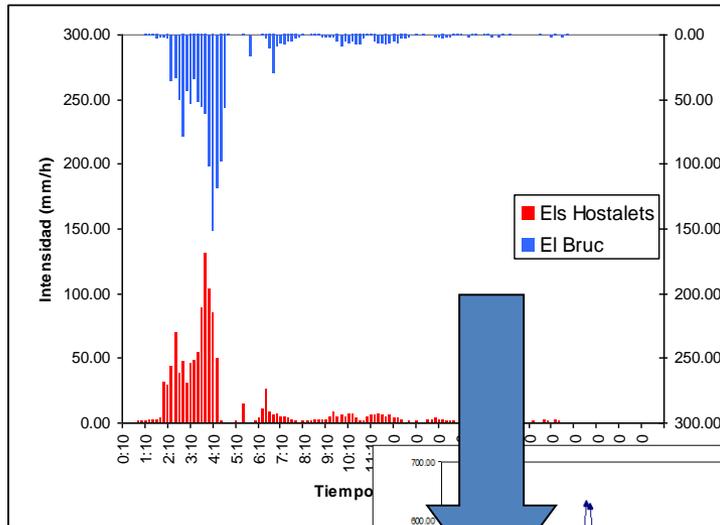
Output

Cuenca y red fluvial



Simulación hidrológica

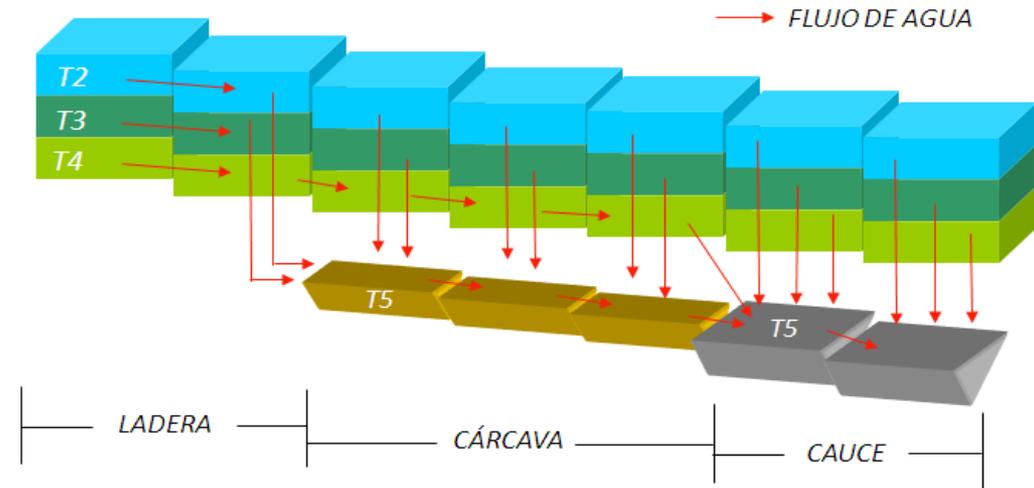
Reconstrucción del evento de junio de 2000 en Riera Magarola



El modelo hidrológico TETIS

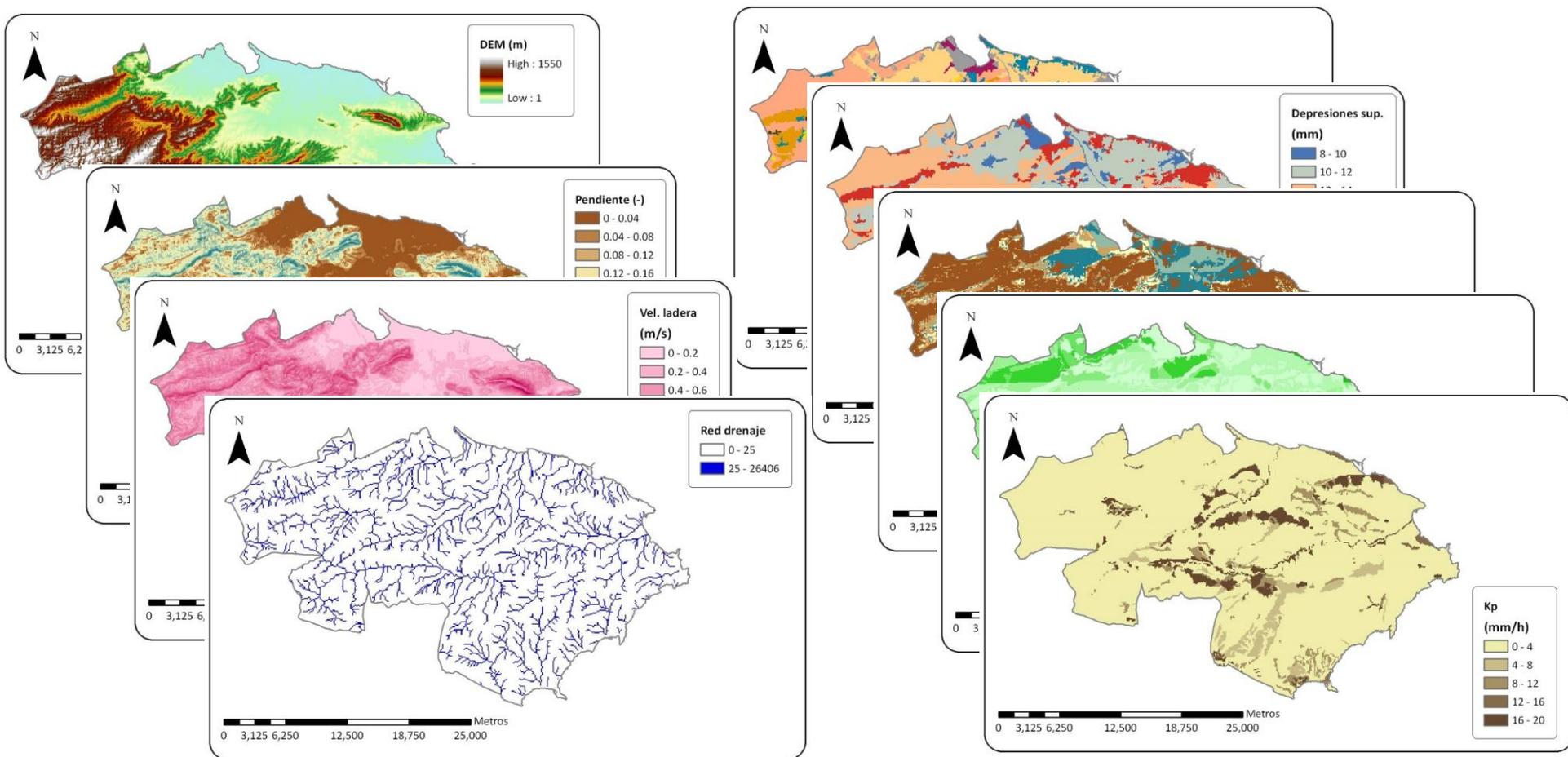
- ❑ Desarrollado por la UPV desde 1994 (v 8.3 en la web)
- ❑ **Distribuido en el espacio:**
 - => Reproducción variabilidad espacial Ciclo Hidrológico
 - => Reducción del efecto de escala espacial
 - => Explotación de toda la información espacial existente
- ❑ Modelo **integral:**

- Recursos
- Crecidas
- Erosión
- Vegetación
- N y C



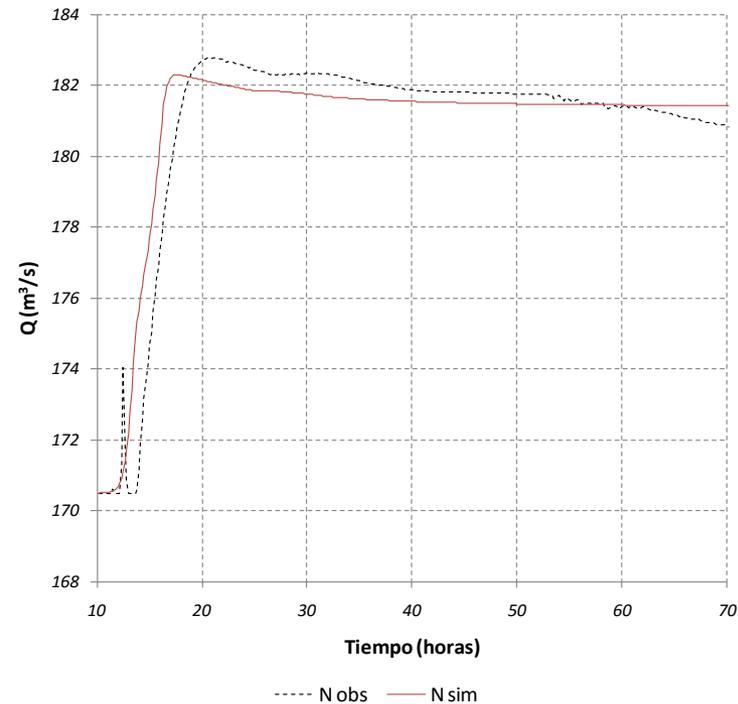
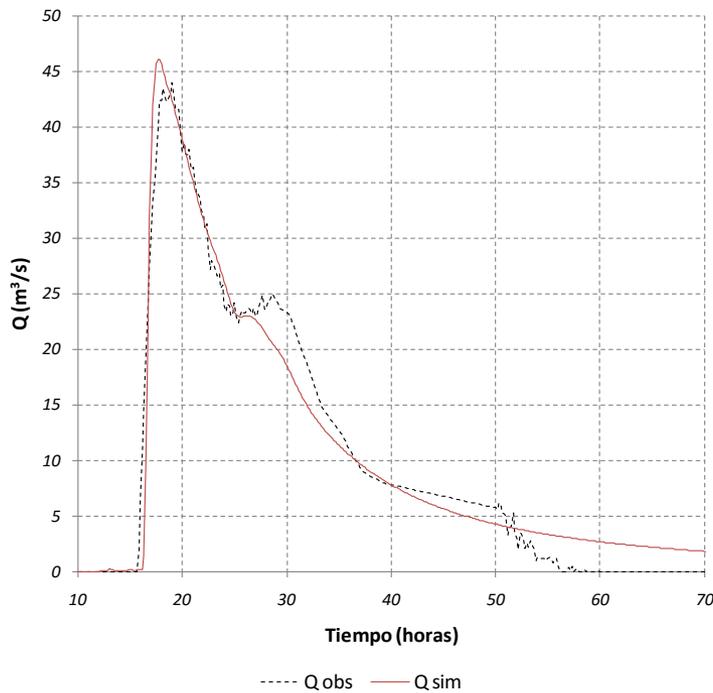
Modelación hidrológica con TETIS

□ Estimación de parámetros espaciales



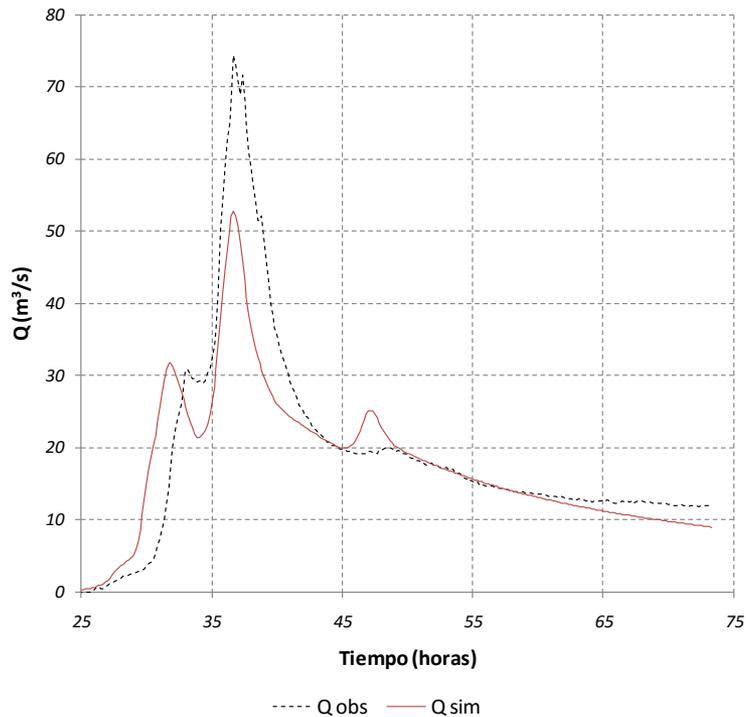
Modelación hidrológica con TETIS

- **Calibración:** Caudal salida y nivel en embalse simulado y observado del evento de Abril 2003 en la estación SAIH antiguo embalse de “Isbert” (aterrado en la actualidad)

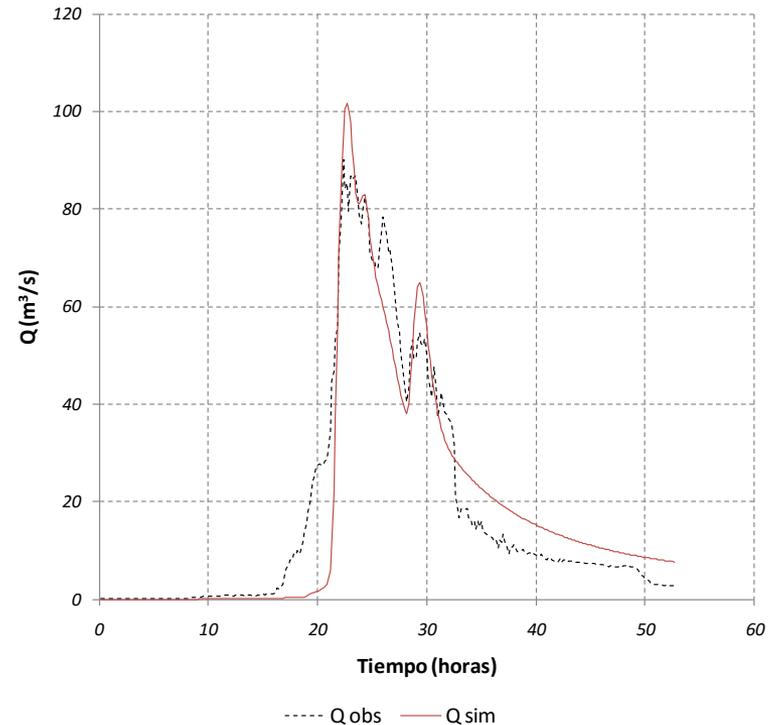


Modelación hidrológica con TETIS

☐ Validación espacio-temporal

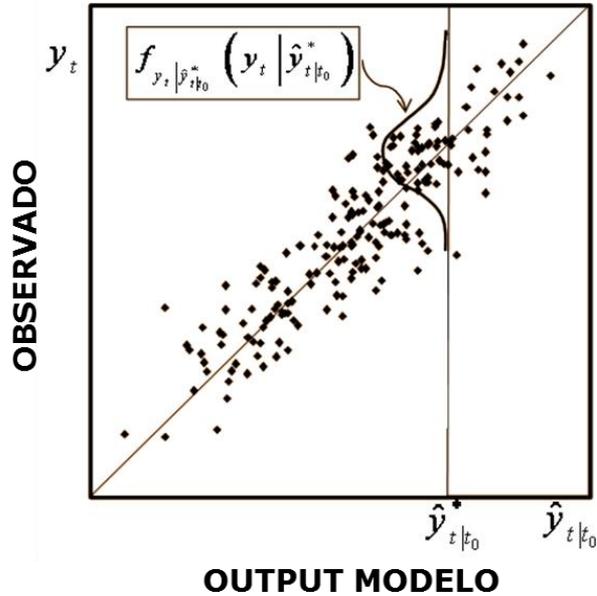


Estación de aforo de Marina Baixa, evento de Mayo 2002



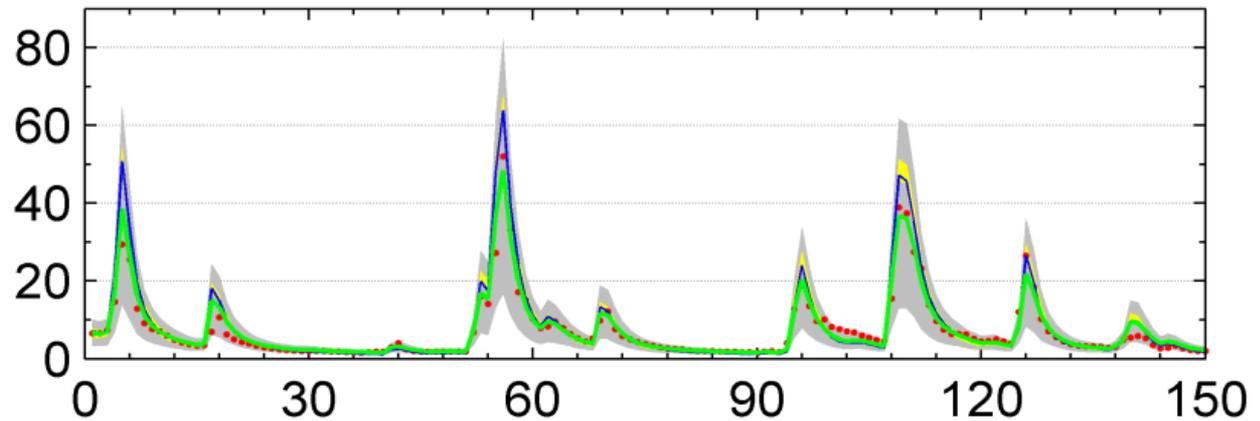
Estación de aforo de Guadalest, evento de Octubre 2007

Inclusión de la incertidumbre



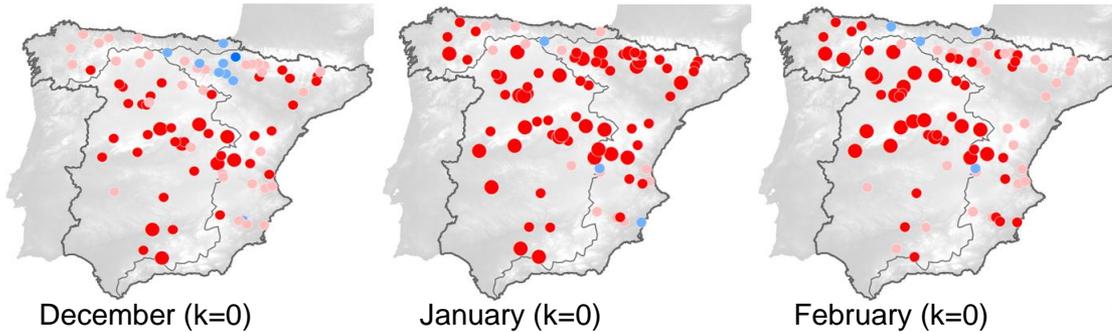
$$Q_{tpred} = Q_{tsim} + b_t + \sigma_{\varepsilon_t} \left[\phi_p^{-1}(B) [\sigma_z a_t] \right]$$

$$\mathcal{L}(\theta, \Omega | \tilde{Y}) \approx n \log \frac{2\sigma_\xi w_\beta}{(\xi + \xi^{-1})} - \sum_{j=1}^n \log \{ \sigma_{z_j} \} - c_\beta \sum_{j=1}^n \left| \frac{\mu_\xi + \sigma_\xi a_j}{\xi^{\text{sgn}(\mu_\xi + \sigma_\xi a_j)}} \right|^{\frac{2}{1+\beta}}$$

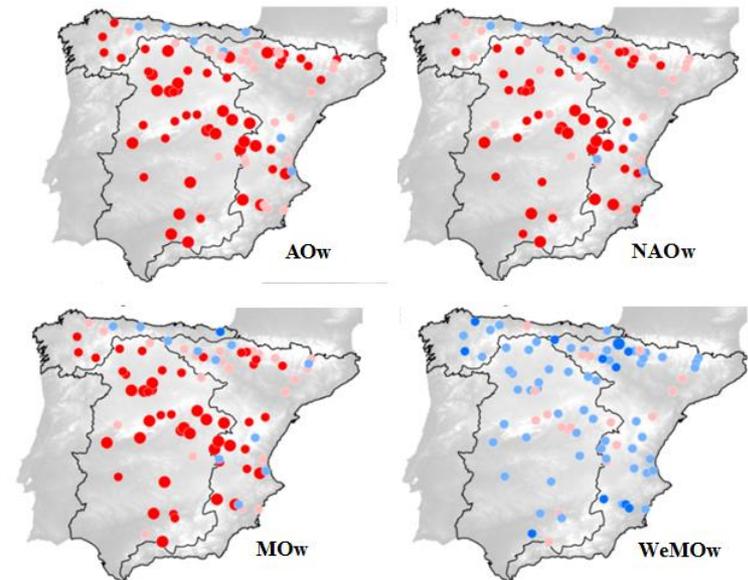


Teleconexión: análisis de correlación

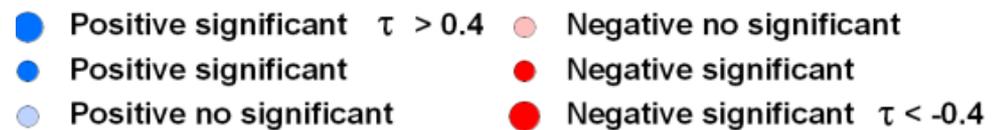
Example of k-lag correlations between NAO index and monthly floods



Correlations between winter indices and monthly floods

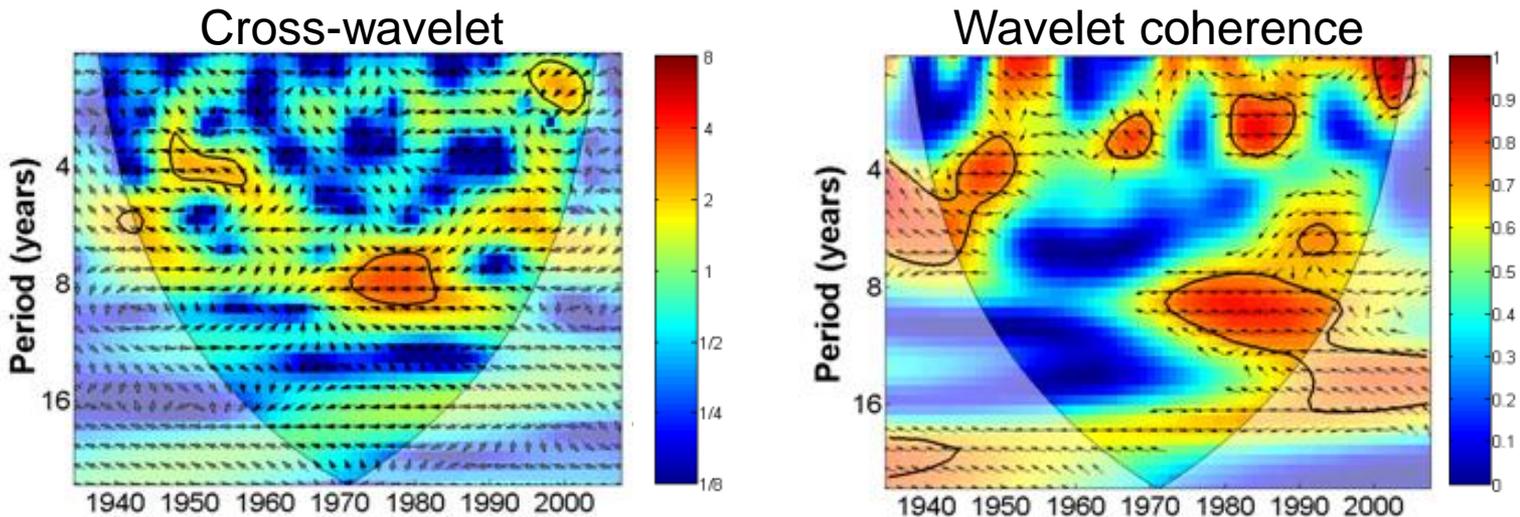


Correlation between winter NAO index and annual floods



Teleconexión: análisis espectral

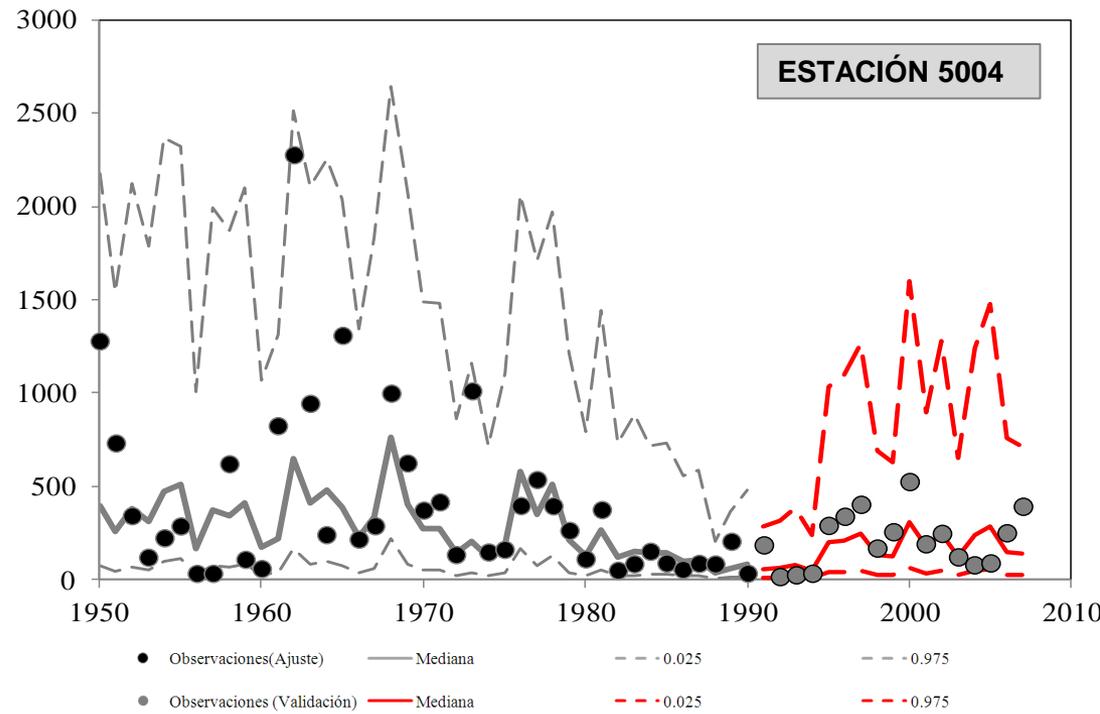
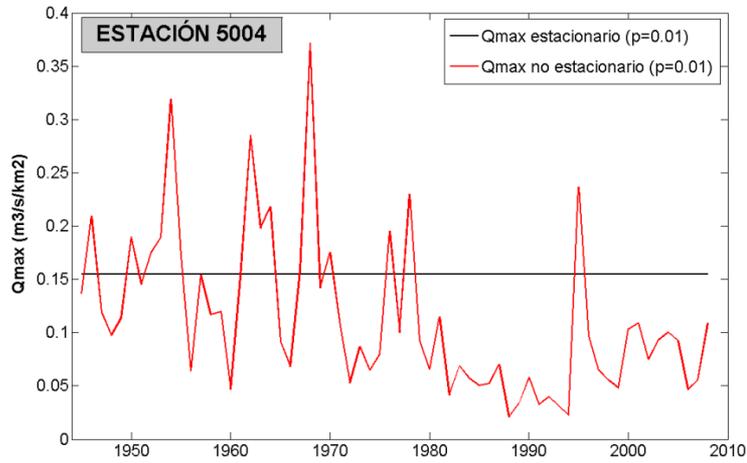
- Cross and coherence wavelet spectra between annual flood peaks (station 2015) and NAO winter index:



✓ The cross-wavelet power demonstrate the significant common power (covariance) in the 2 to 8 year band from 1950-1960, 1970-1980 and 1995-2000.

Wavelet analysis suggests that interannual variation in the annual floods can be explained by climatic indexes

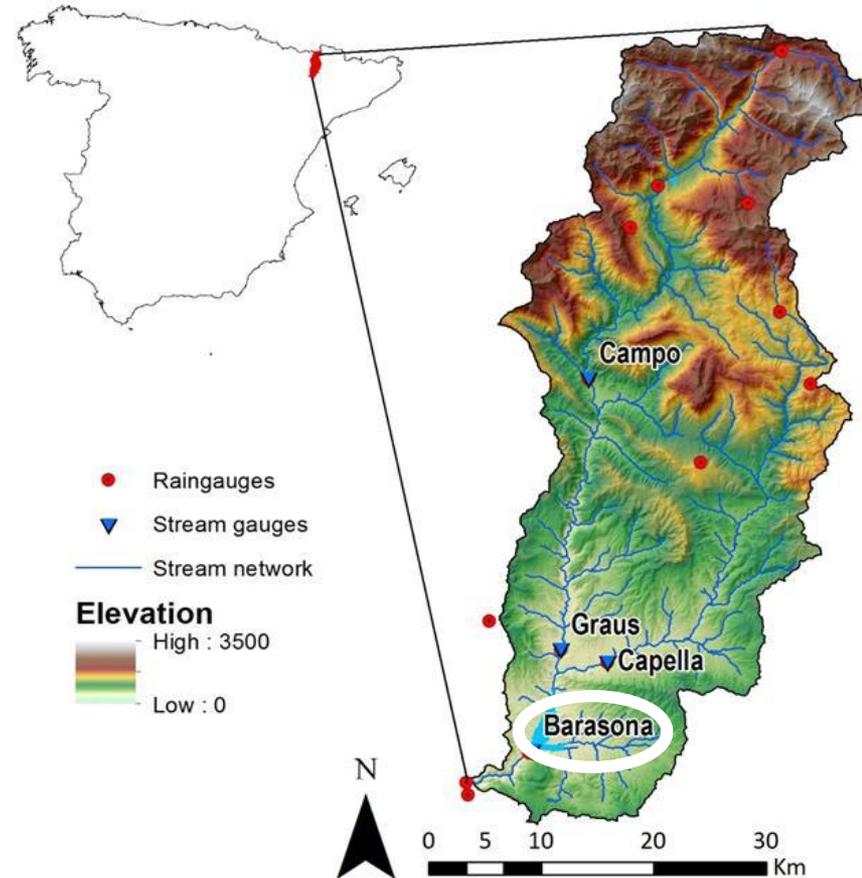
Análisis estadístico no estacionario



Impacto del Cambio Climático

La cuenca: río Ésera

- Cuenca del río Ésera (Pirineo aragonés)
 - 1500 km²
 - Cuenca de alta montaña
 - Altamente erosionable (margas y *badlands*)
 - Embalse de Barasona en el desagüe de la cuenca (92.2 Hm³)

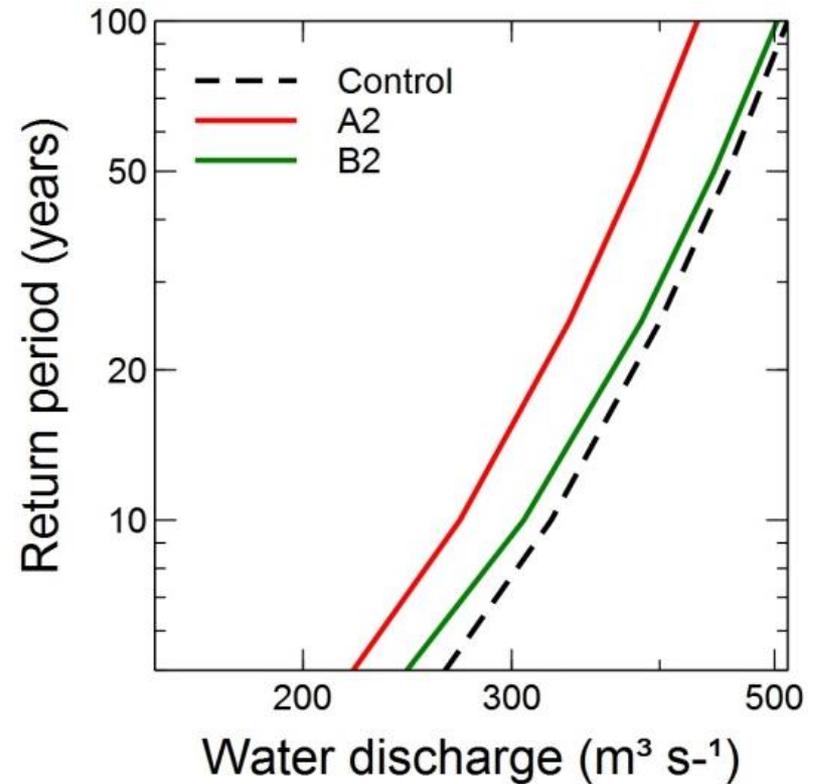
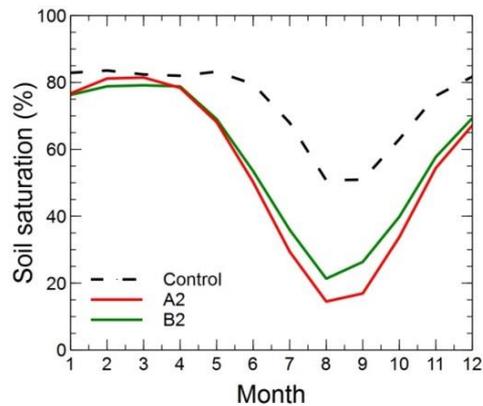
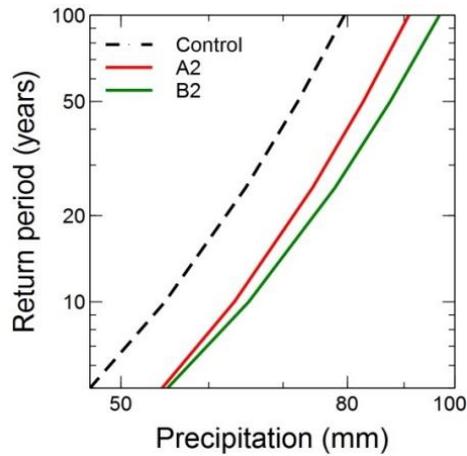


Escenarios de emisión 2071-2100 AR4-IPCC

□ Water and sediment balance

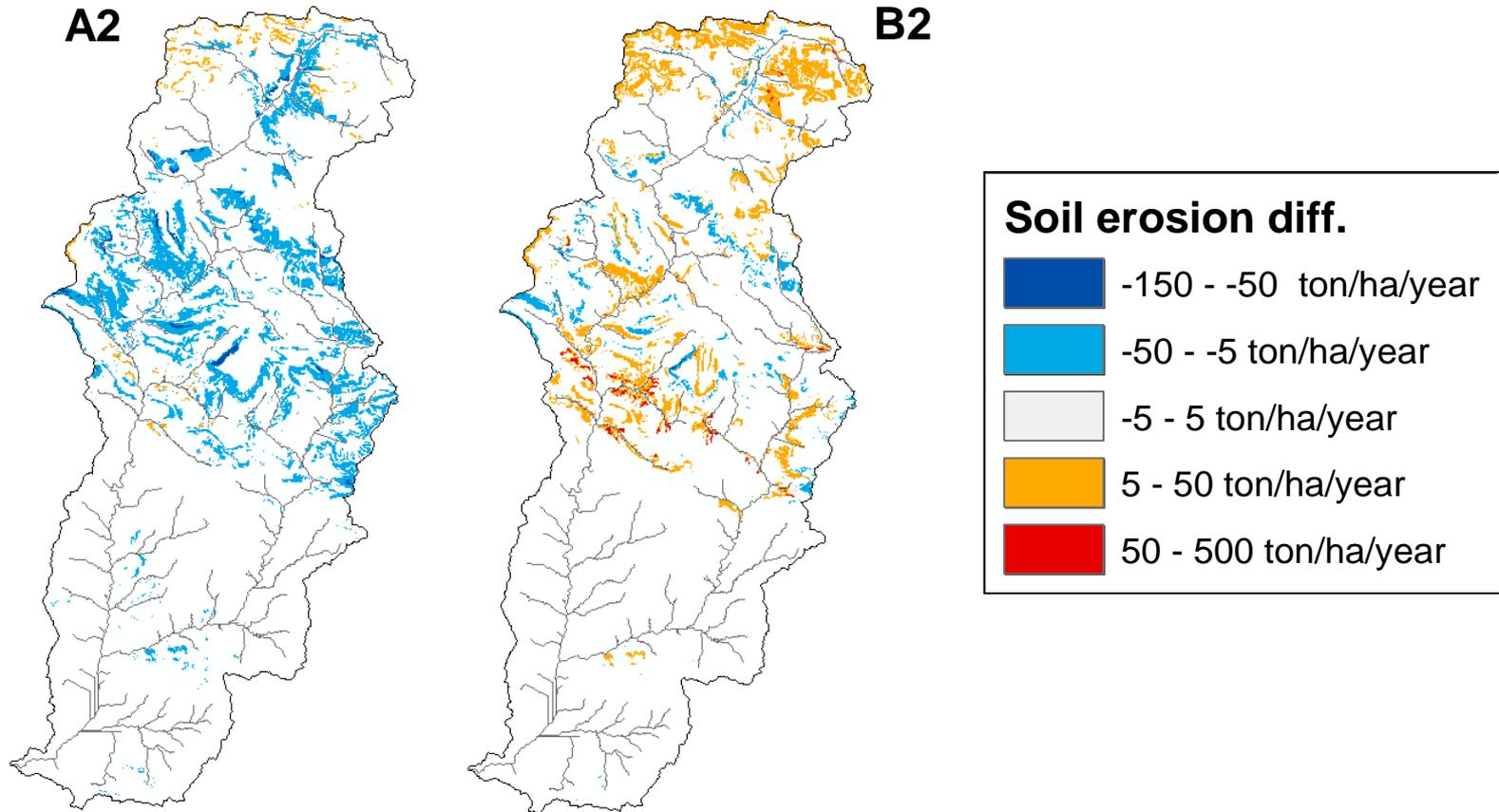
Variable	Control	A2	B2	Variation A2	Variation B2
Precipitation (mm/year)	655	571	581	-13%	-11%
Mean temperature (°C)	6.9	10.7	9.7	+3.8°C	+2.8°C
Soil saturation (%)	66%	50%	52%	-25%	-21%
Snowpack (mm eq.)	0.573	0.288	0.334	-50%	-42%
Water yield (Hm ³ /year)	594	372	395	-37%	-33%
Sediment yield (ton/ha/year)	5.23	3.09	6.38	-41%	+22%

Impacto en crecidas



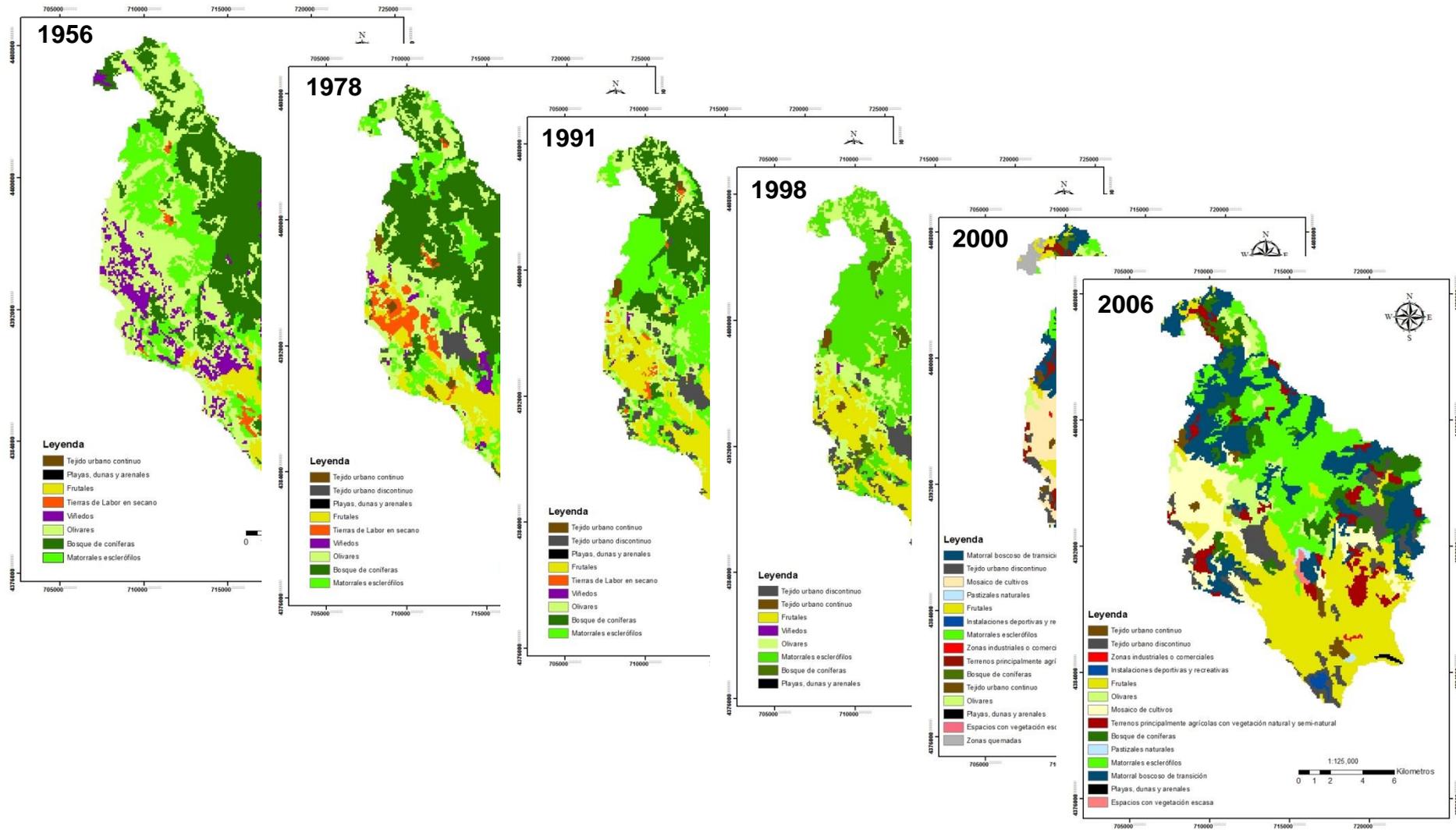
Impacto en erosión

- Diferencia en erosión respecto del control:



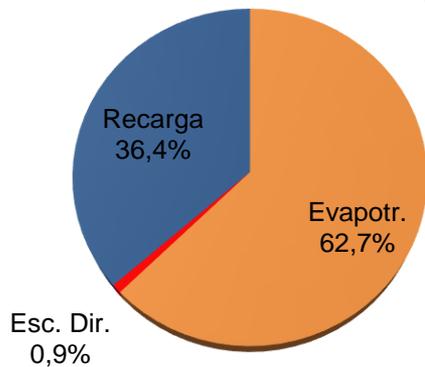
Impacto de los Cambios de Usos del Suelo

Evolución histórica de usos en el Carraixet

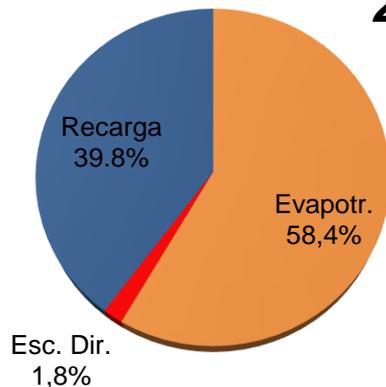


Impacto en el balance del Carraixet

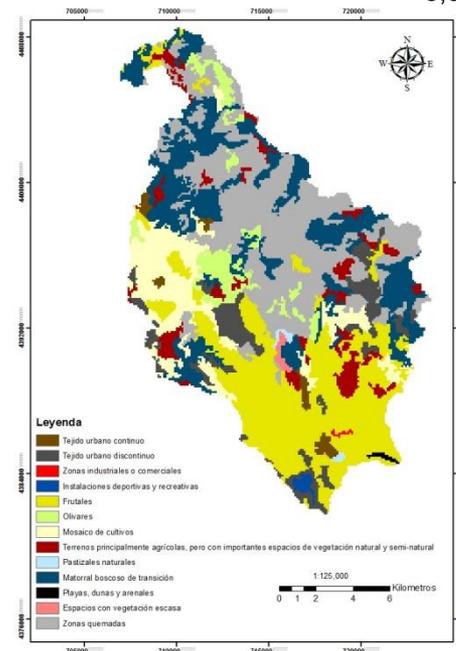
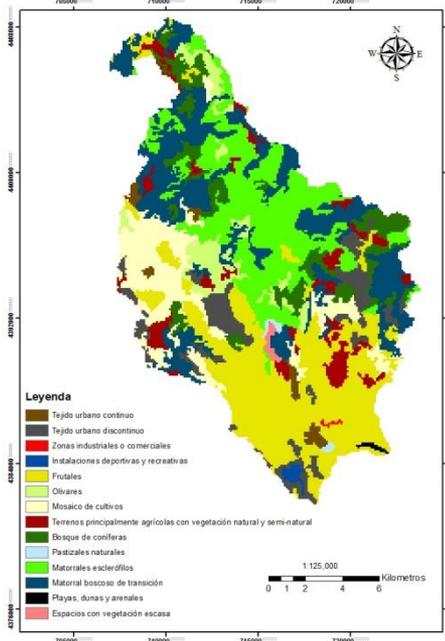
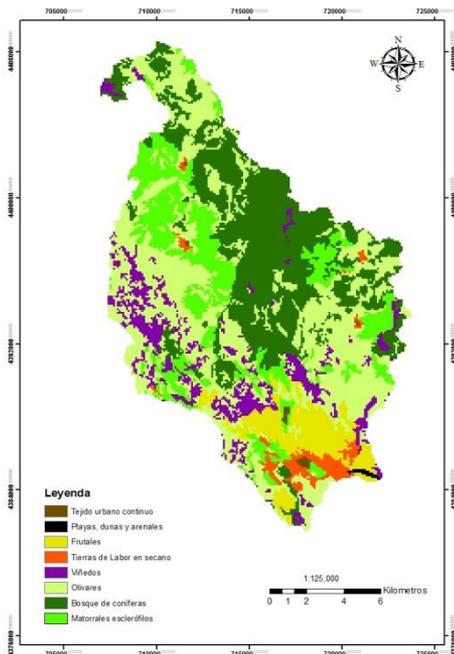
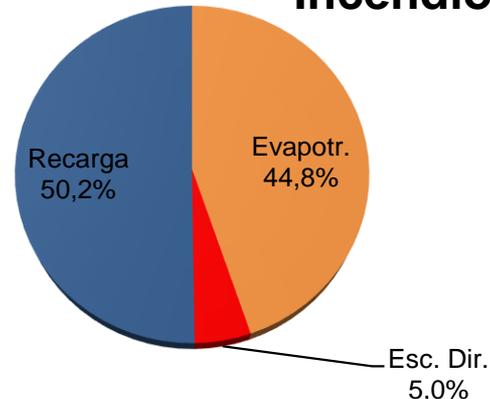
1956



2006



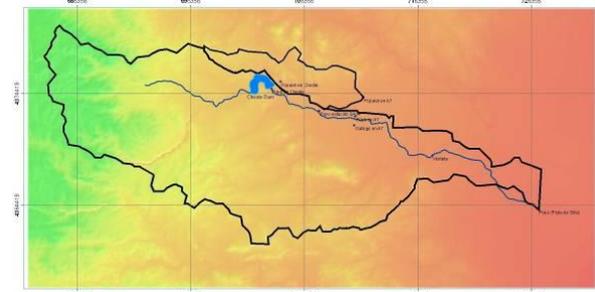
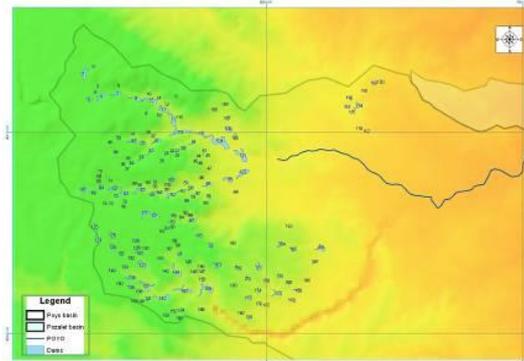
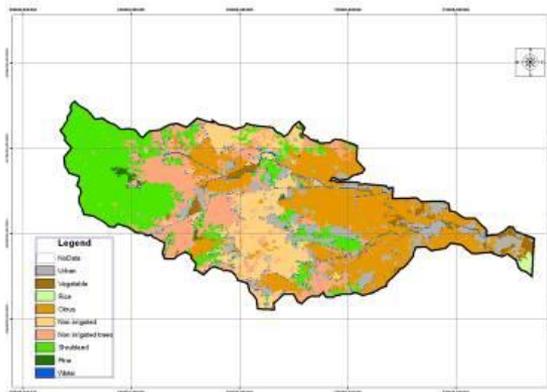
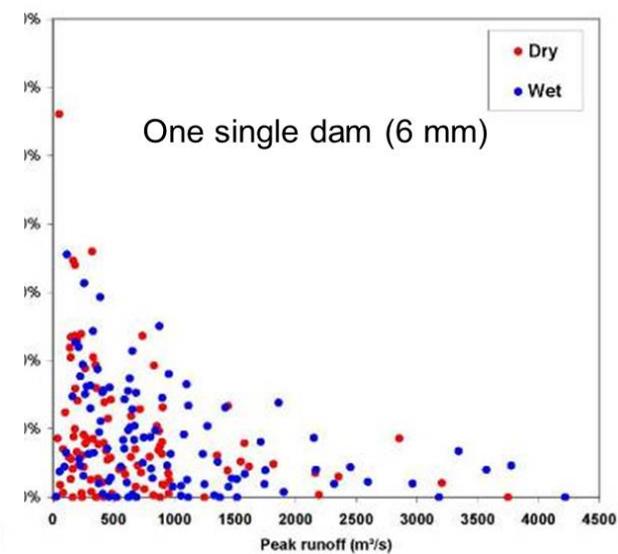
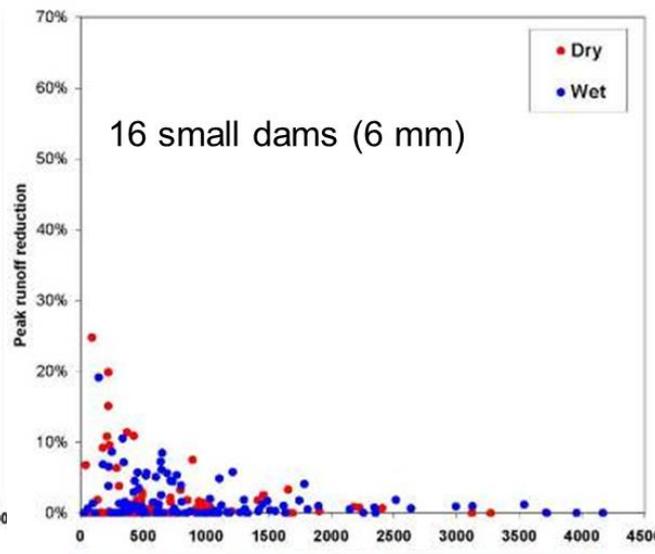
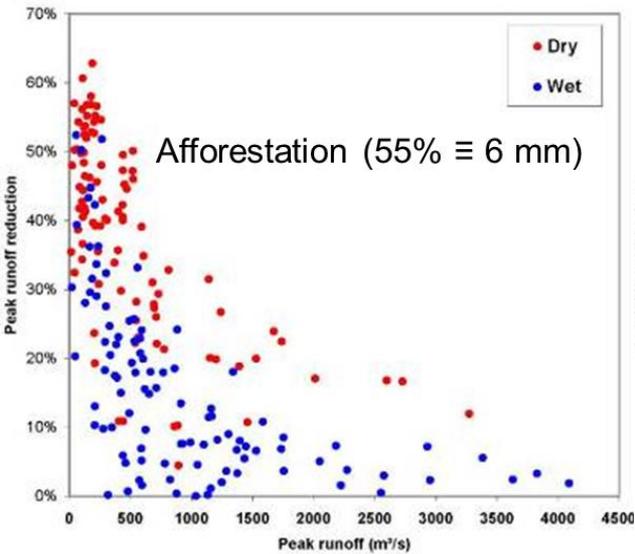
Incendio



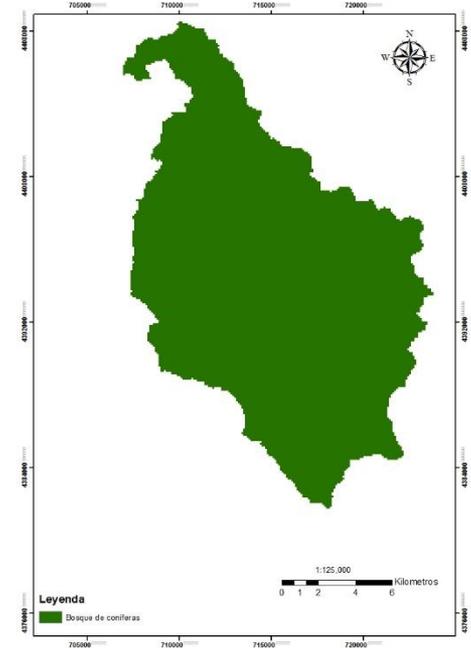
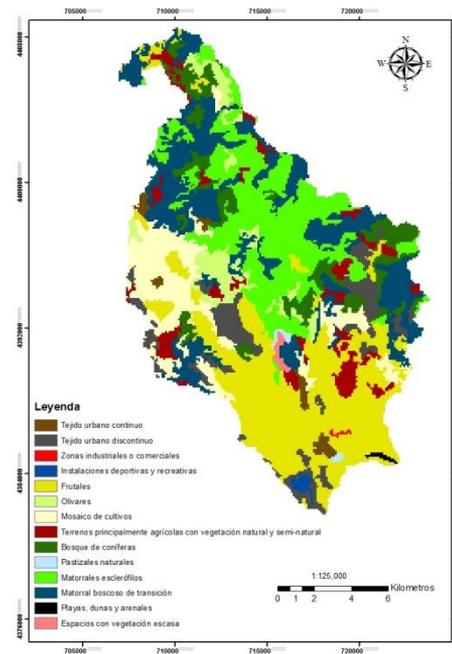
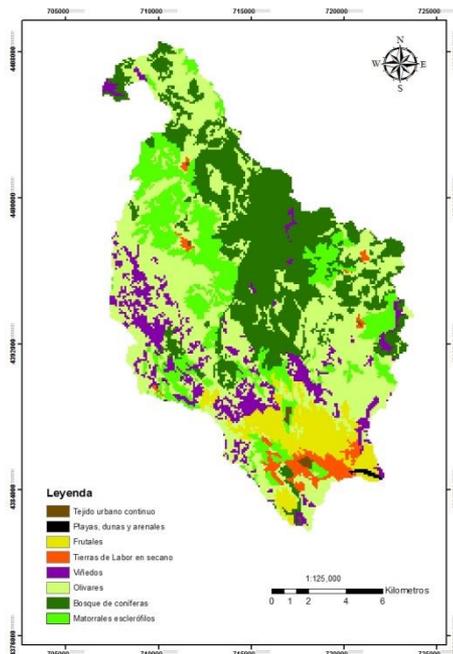
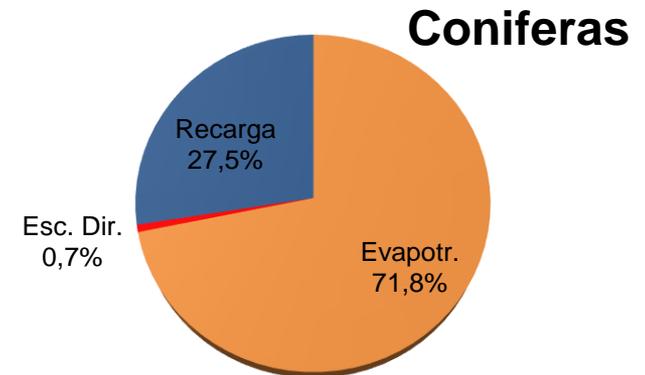
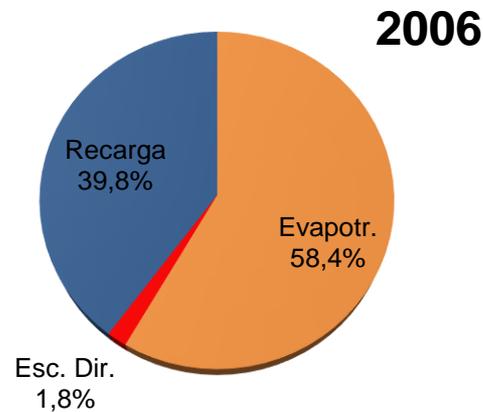
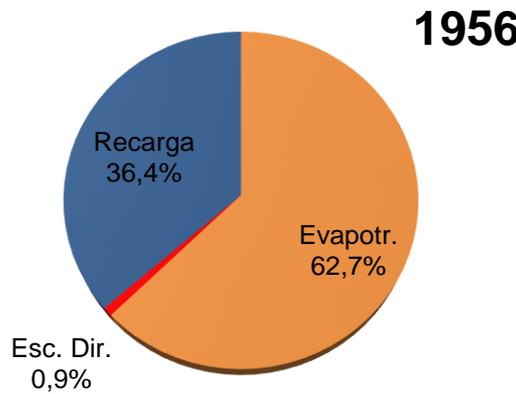
Medidas de Adaptación Hidrológica

Efectividad de medidas en Rambla del Poyo

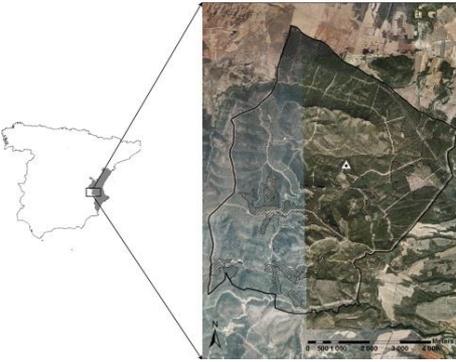
Disminución del caudal pico con incremento del almacenamiento de 6 mm



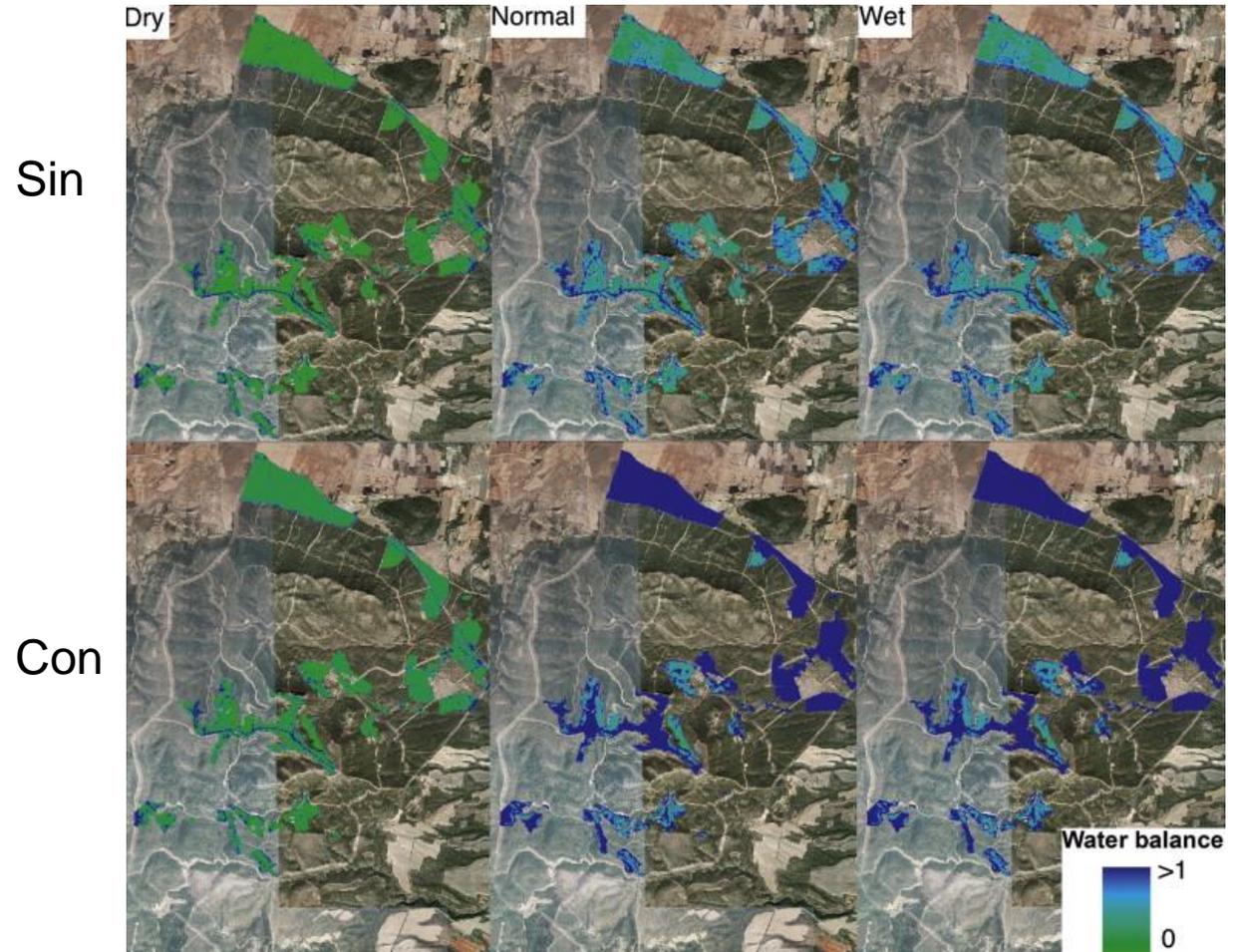
Impacto de reforestación en el Carraixet



Gestión ecohidrológica del bosque



Monte Público de Ayora-La Hunde



- ❑ **Complejidad** de los procesos y sus interacciones potenciales
 - ⇒ No se puede combatir el CC con “reglas generales”
 - ⇒ Modelos matemáticos máxima precisión

- ❑ **Incertidumbre** inherente:
 - Escenarios de emisión
 - Usos futuros
 - Modelos climáticos
- ⇒ Toma de decisiones con incertidumbre

- ❑ Existen **teleconexiones** entre los índices climáticos y el Ciclo Hidrológico, incluyendo las crecidas
 - Explotar esta teleconexión para predicciones climáticas

- ❑ Cambio Global: clima y usos del suelo
- ❑ Distinguir entre impacto, mitigación y adaptación
- ⇒ **La gestión del territorio** puede ser una buena herramienta de **adaptación**, tanto para recursos como para crecidas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



iiama

Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente

Muchas gracias por su atención

Prof. Dr. Félix Francés García (ffrances@upv.es)

Grupo de investigación en Modelación Hidrológica y Ambiental

lluvia.dihma.upv.es

