



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



I JORNADA DE  
**Investigació Universitària  
sobre Canvi Climàtic**

# 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

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

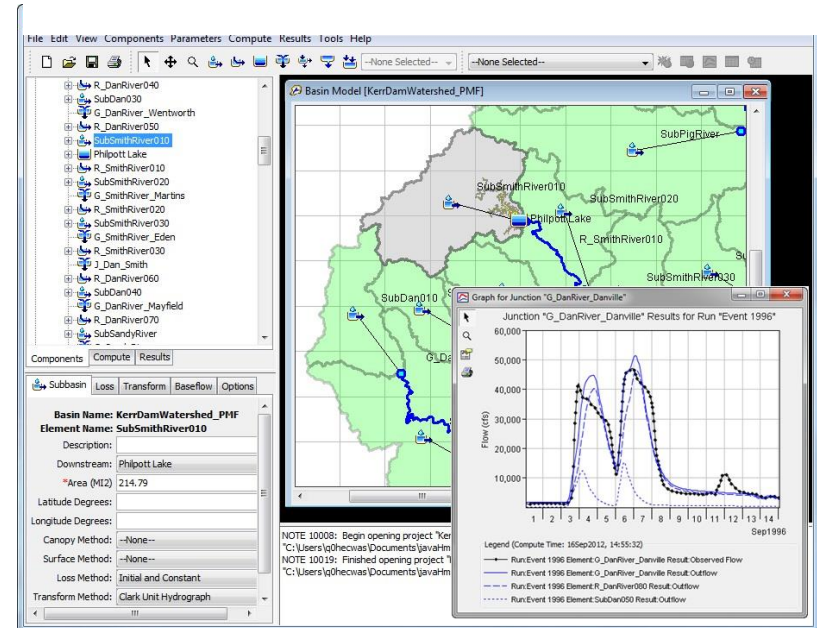
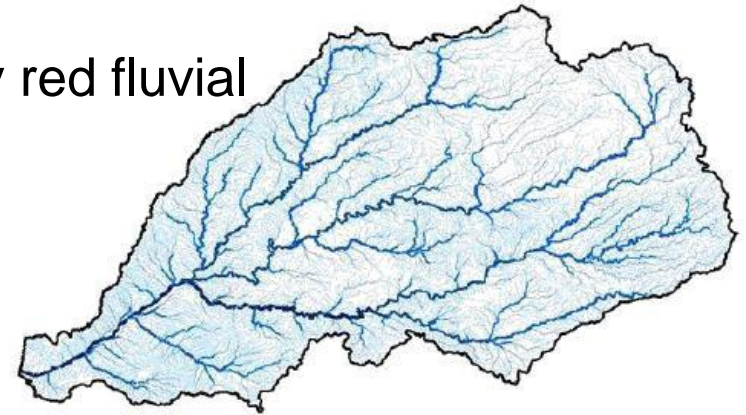
Input

Conjunto de:

- Ecuaciones
- Parámetros
- Variables de estado

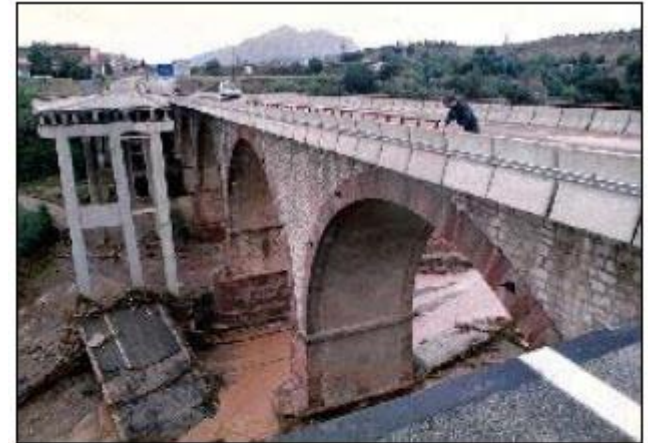
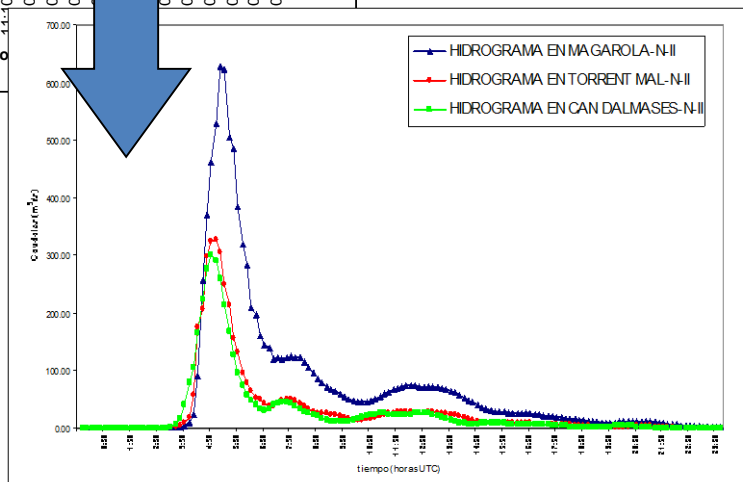
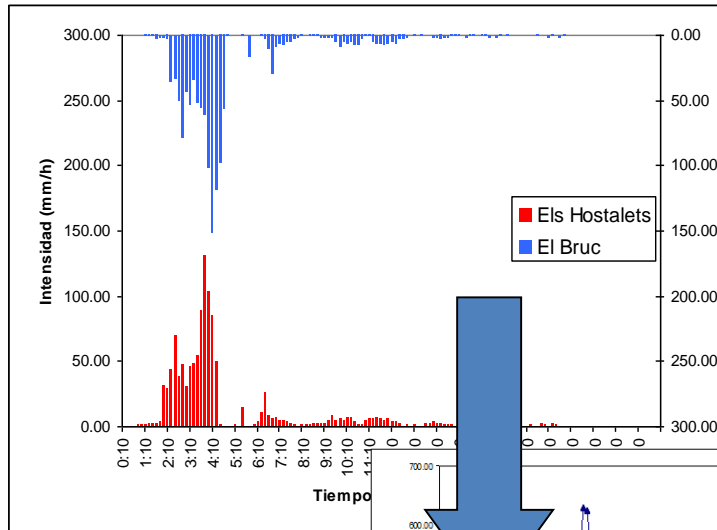
Output

Cuenca y red fluvial



# Simulación hidrológica

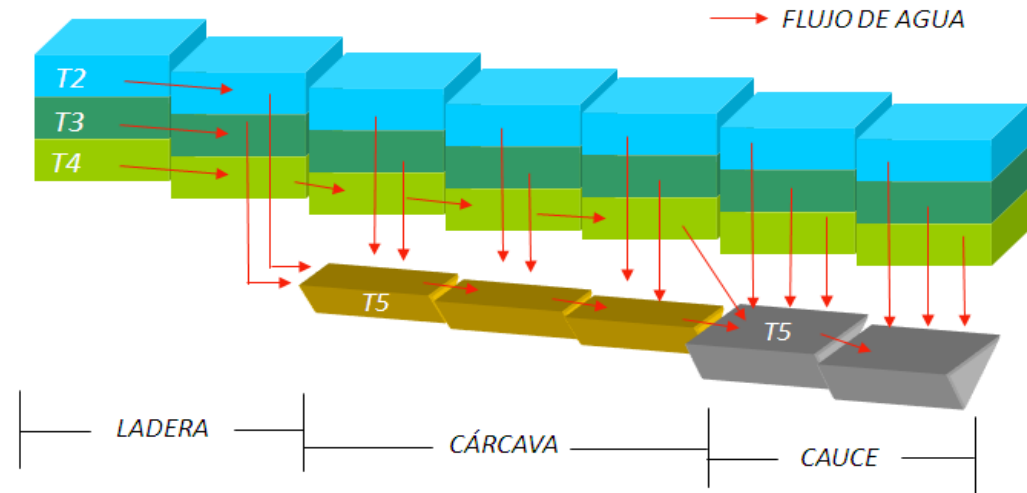
## Reconstrucción del evento de junio de 2000 en Riera Magarola



# El modelo hidrológico TETIS

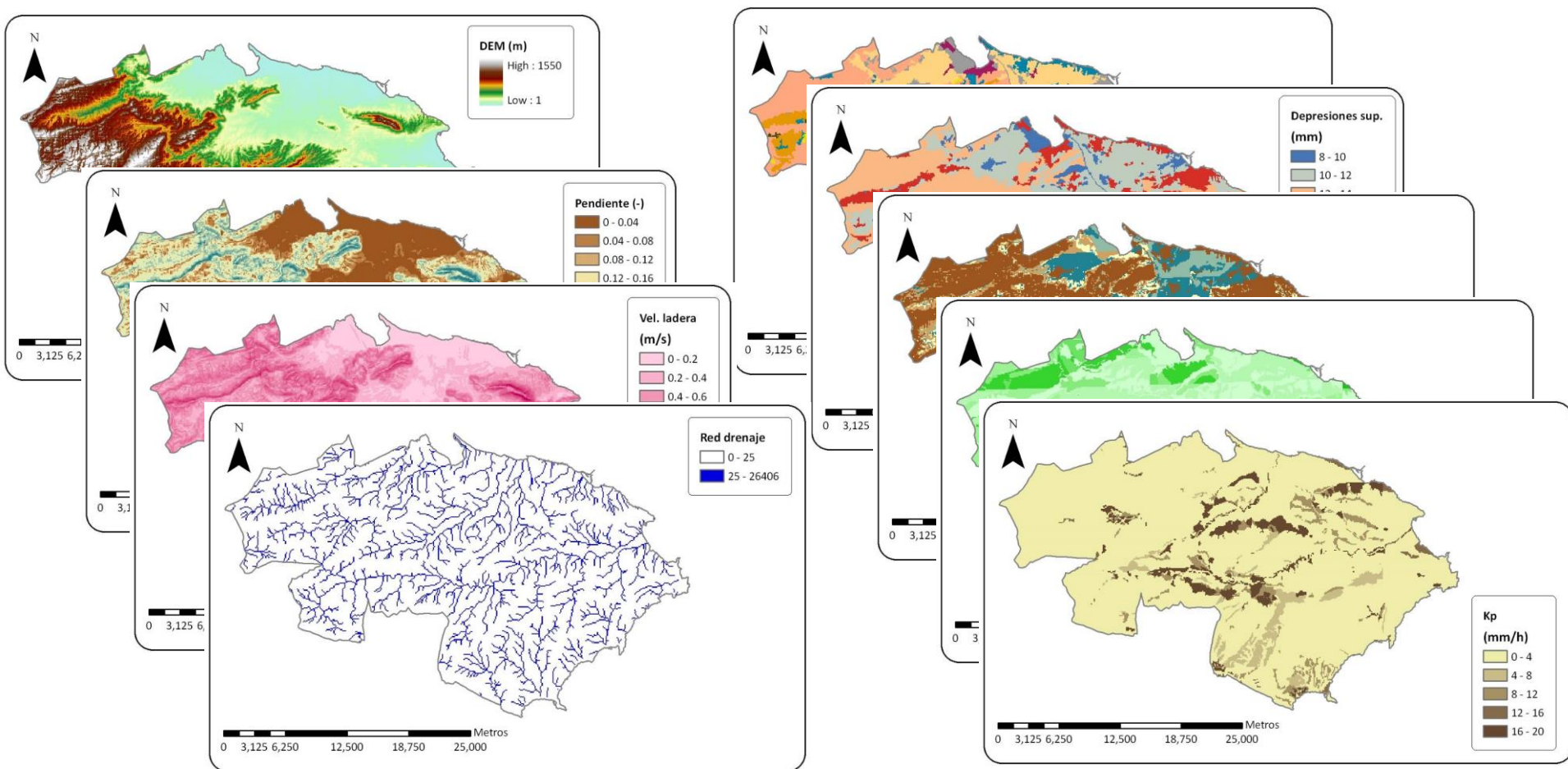
- ❑ Desarrollado por la UPV desde 1994 (v 8.3 en la web)
- ❑ **Distribuido en el espacio:**
  - => Reproducción variabilidad espacial Ciclo Hidrológico
  - => Reducción del efecto de escala espacial
  - => Explotación de toda la información espacial existente
- ❑ Modelo **integral:**

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



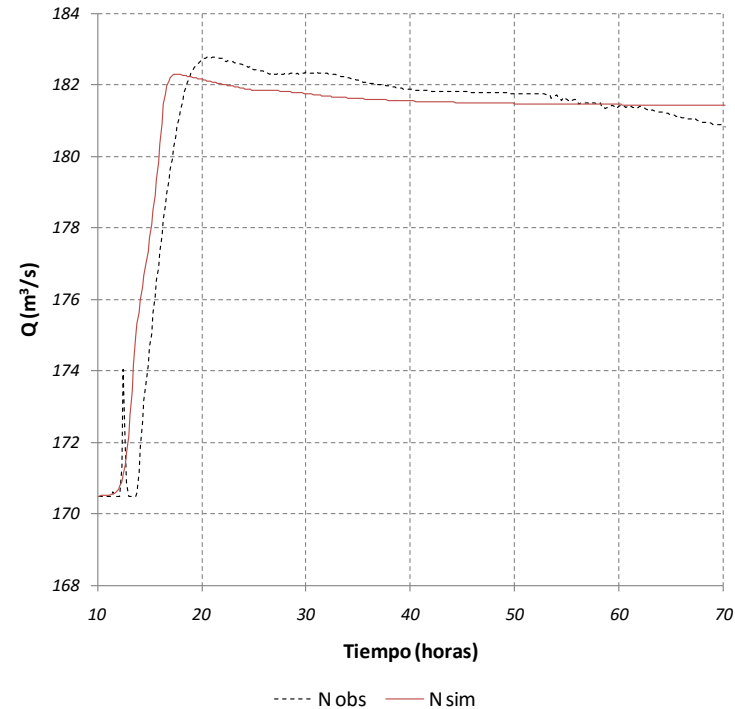
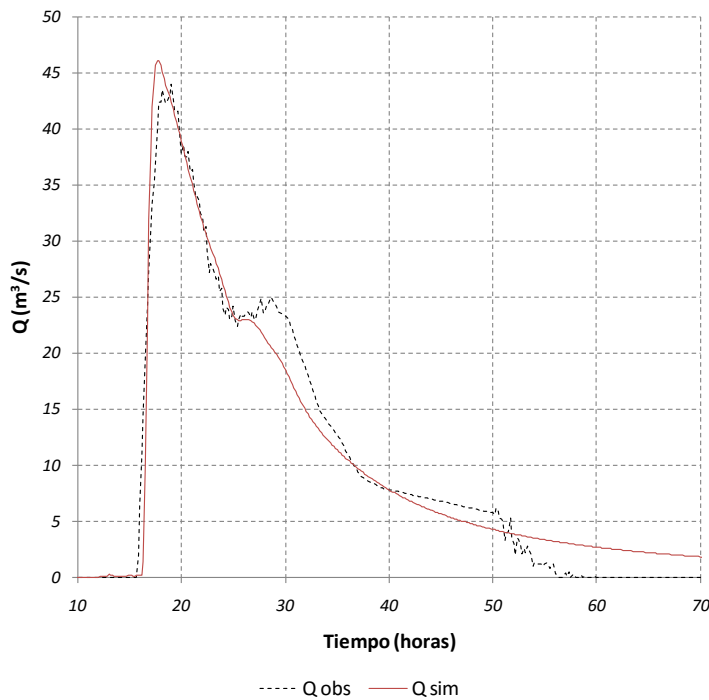
# Modelación hidrológica con TETIS

## □ Estimación de parámetros espaciales



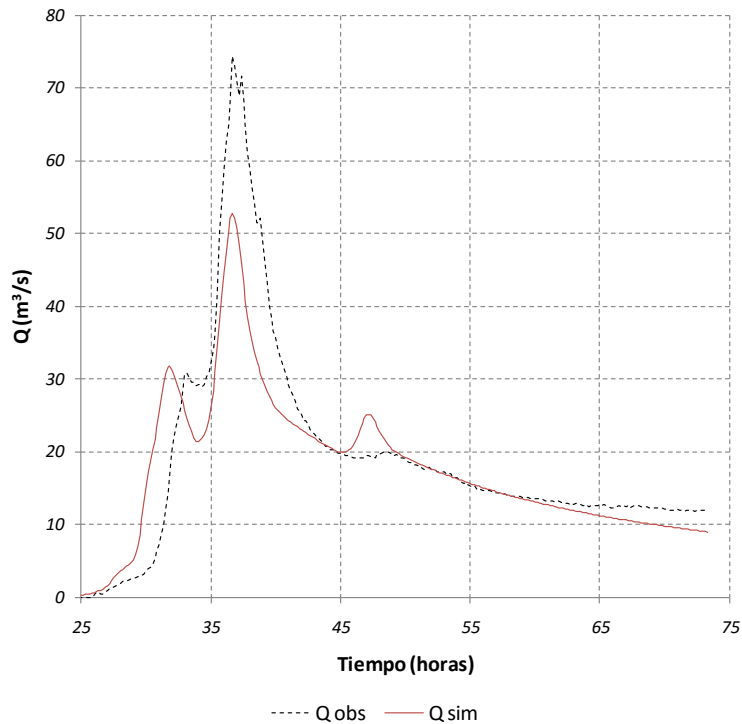
# Modelación hidrológica con TETIS

- **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)

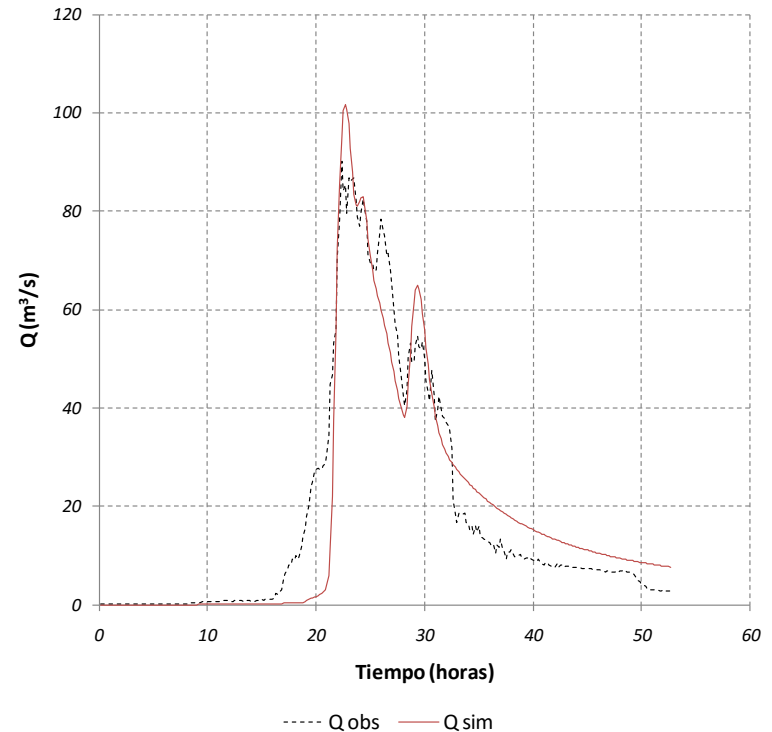


# Modelación hidrológica con TETIS

## ☐ Validación espacio-temporal



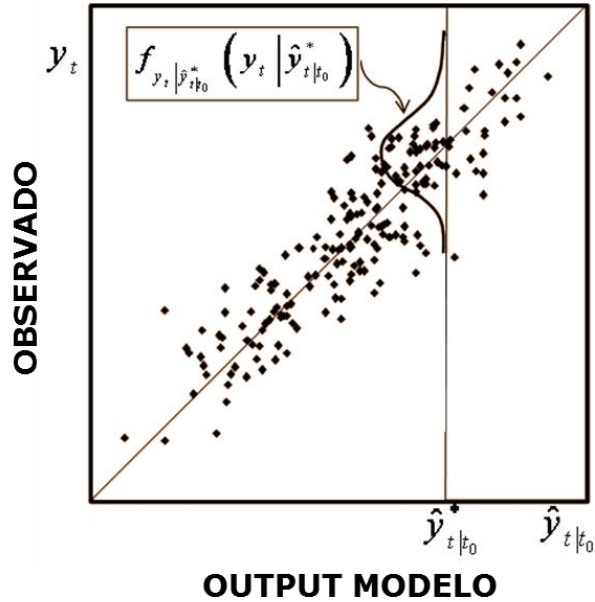
Estación de aforo de Marina Baixa, evento de Mayo 2002



Estación de aforo de Guadalest, evento de Octubre 2007

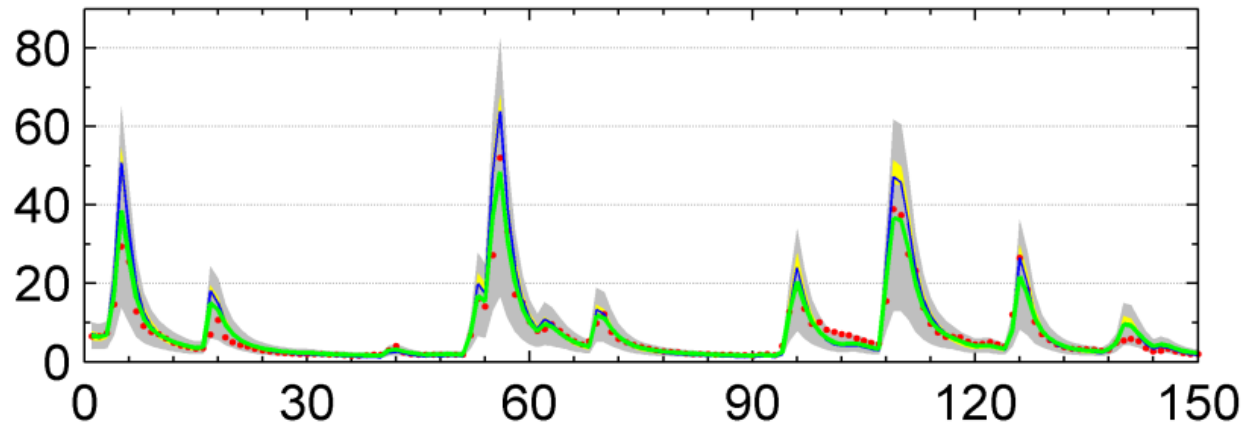


# Inclusión de la incertidumbre



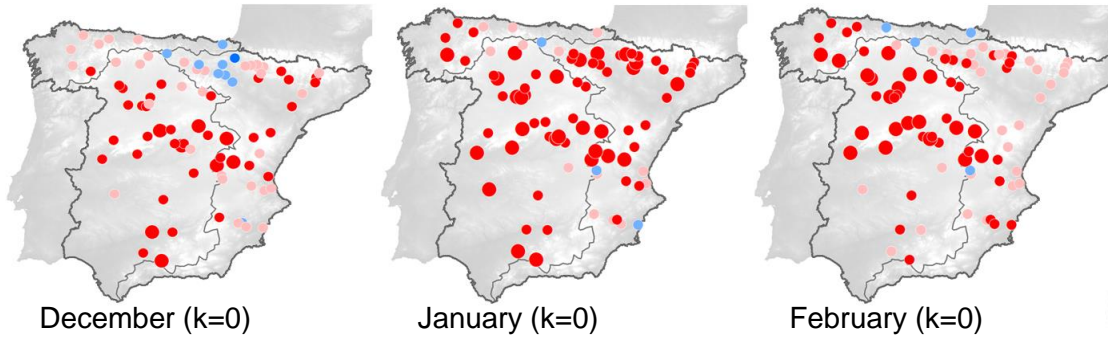
$$Q_{tpred} = Q_{tsim} + b_t + \sigma_{\varepsilon_t} \left[ \phi_p^{-1}(B) [\sigma_z a_t] \right]$$

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

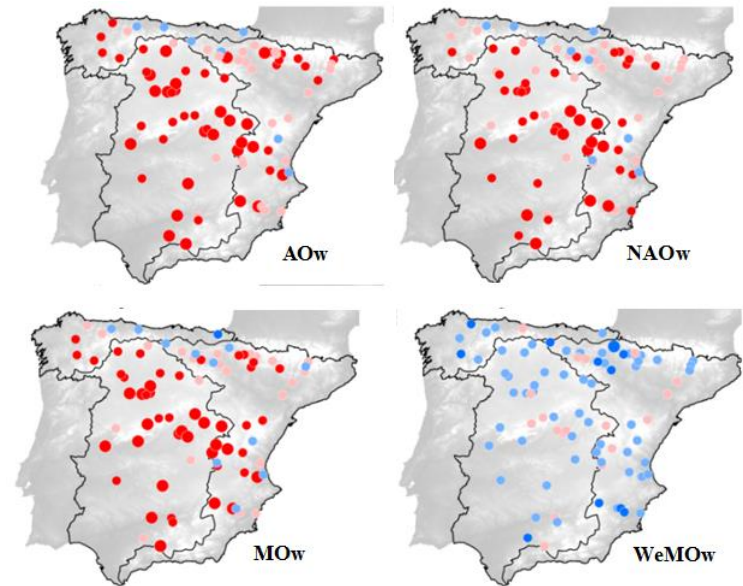


# Teleconexión: análisis de correlación

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



Correlations between winter indices and monthly floods

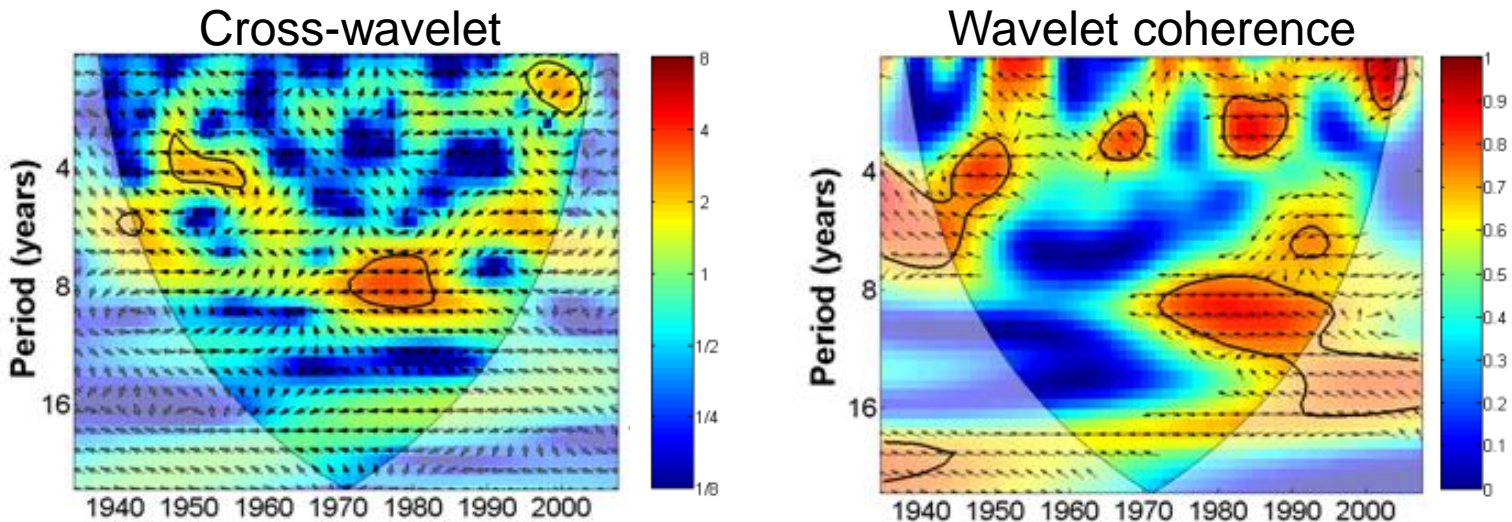


Correlation between winter NAO index and annual floods



# Teleconexión: análisis espectral

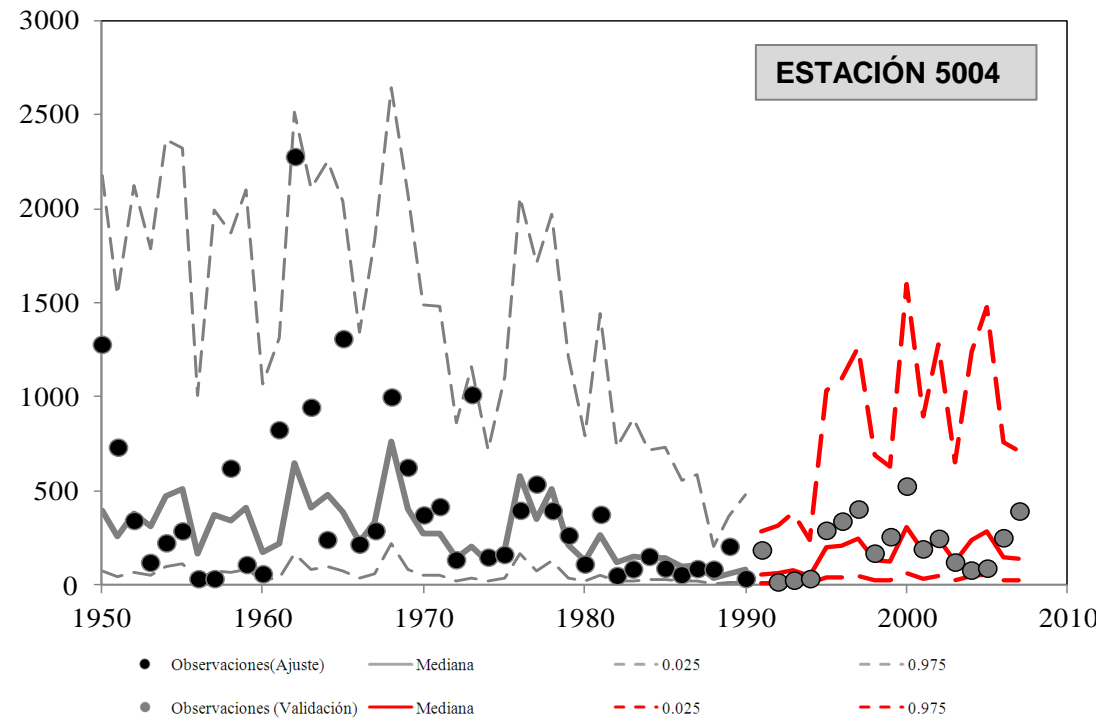
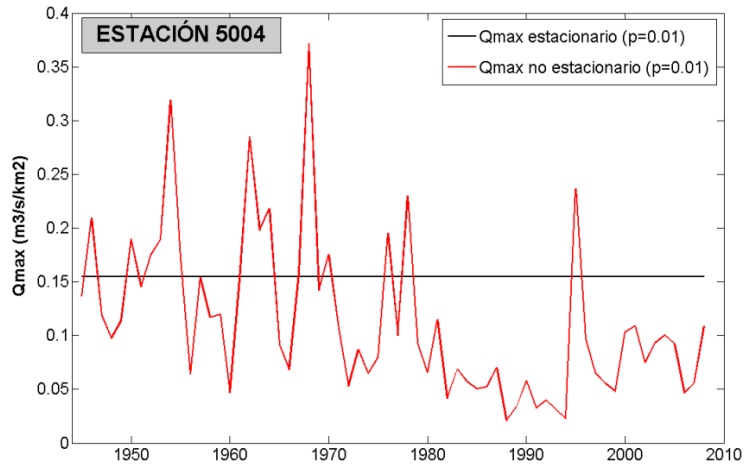
- Cross and coherence wavelet spectra between annual flood peaks (station 2015) and NAO winter index:



✓ 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**

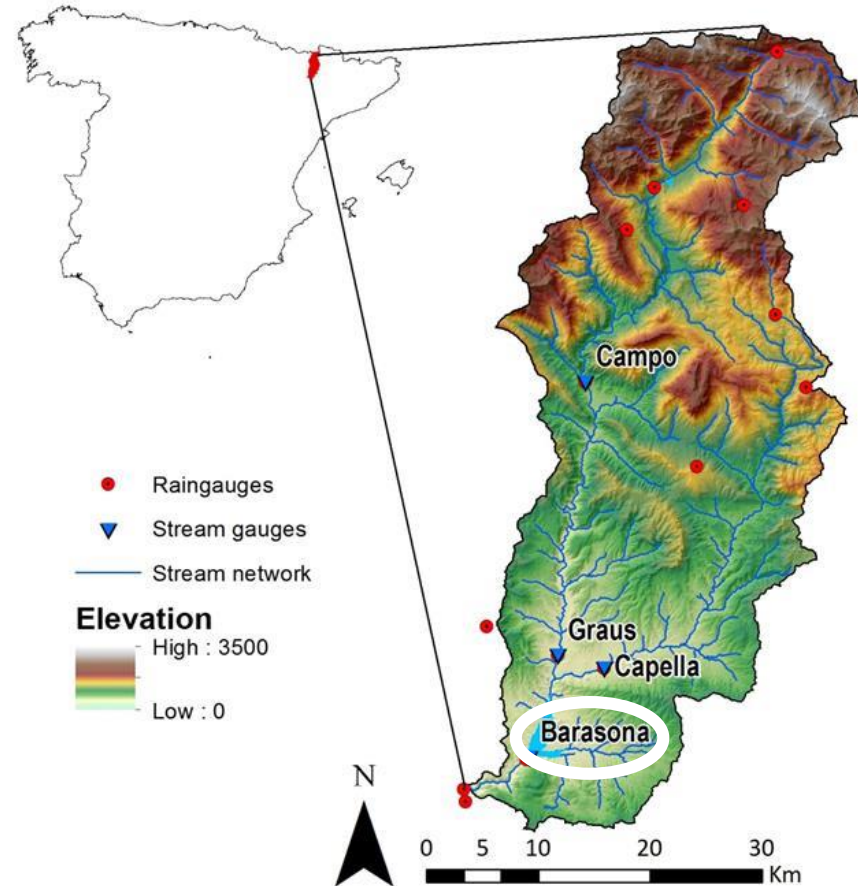
# Análisis estadístico no estacionario



# Impacto del Cambio Climático

# La cuenca: río Ésera

- Cuenca del río Ésera (Pirineo aragonés)
  - 1500 km<sup>2</sup>
  - Cuenca de alta montaña
  - Altamente erosionable (margas y *badlands*)
  - Embalse de Barasona en el desagüe de la cuenca (92.2 Hm<sup>3</sup>)

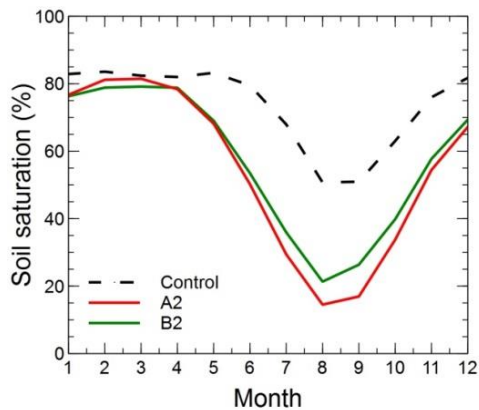
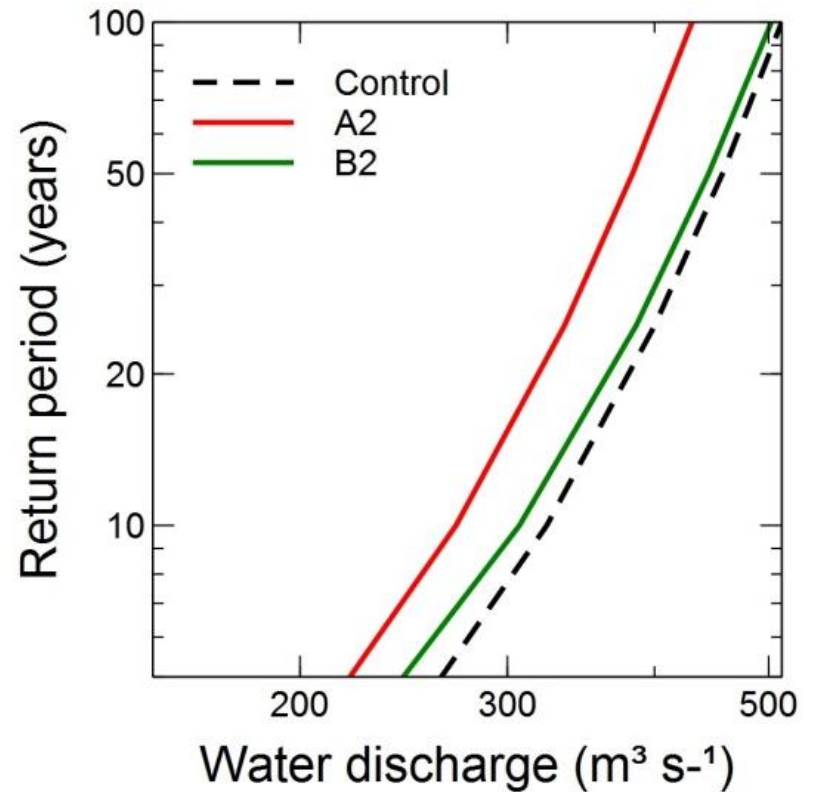
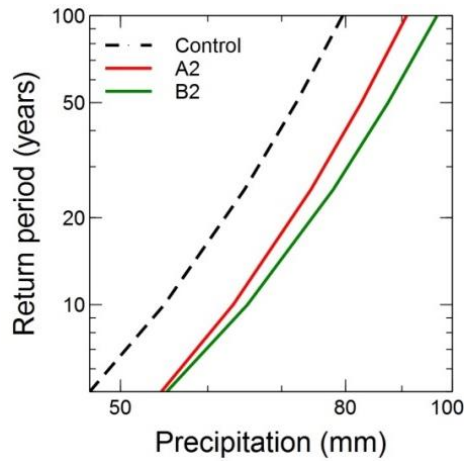


# Escenarios de emisión 2071-2100 AR4-IPCC

## □ 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 <sup>3</sup> /year)	594	372	395	-37%	-33%
Sediment yield (ton/ha/year)	5.23	3.09	6.38	-41%	+22%

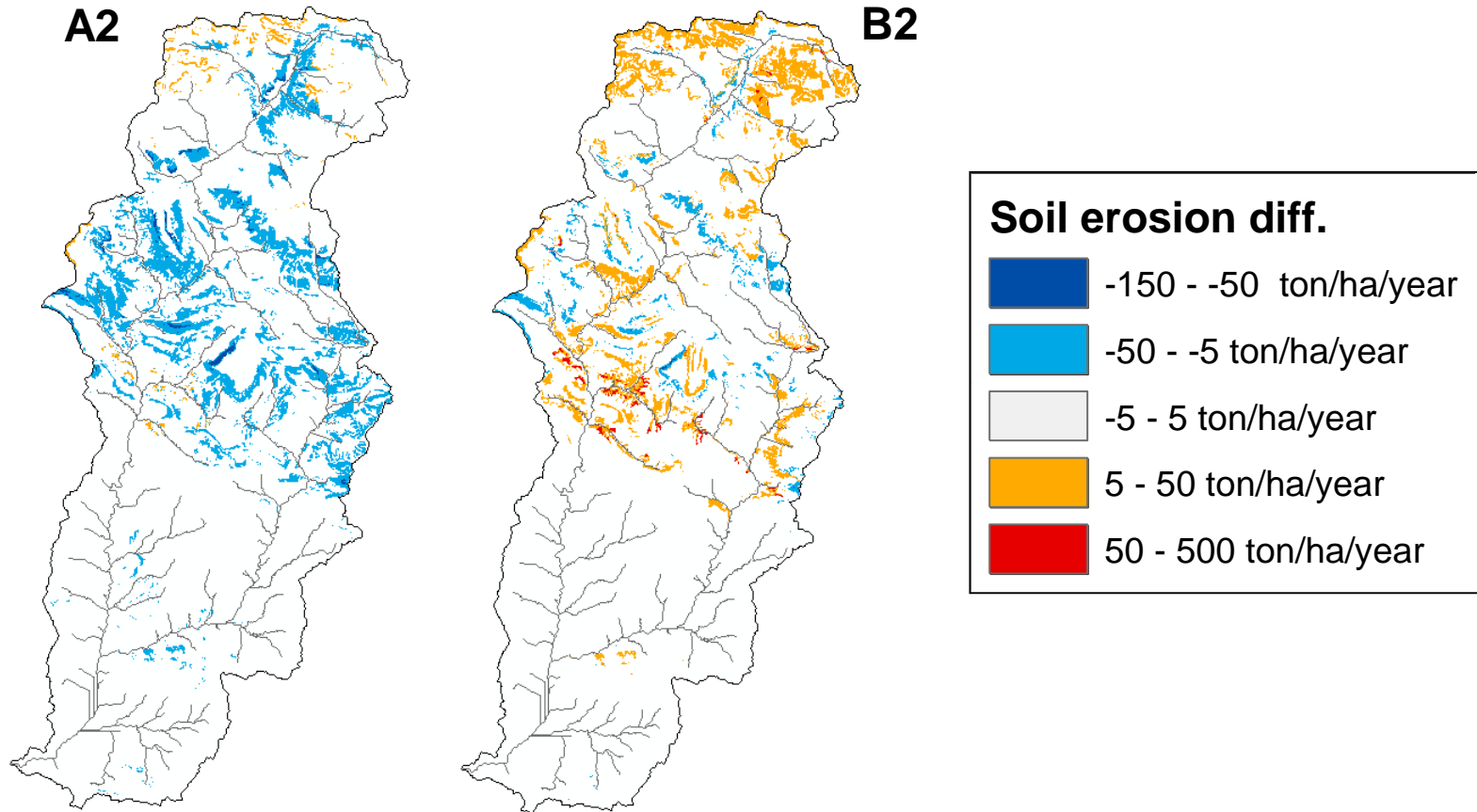
# Impacto en crecidas





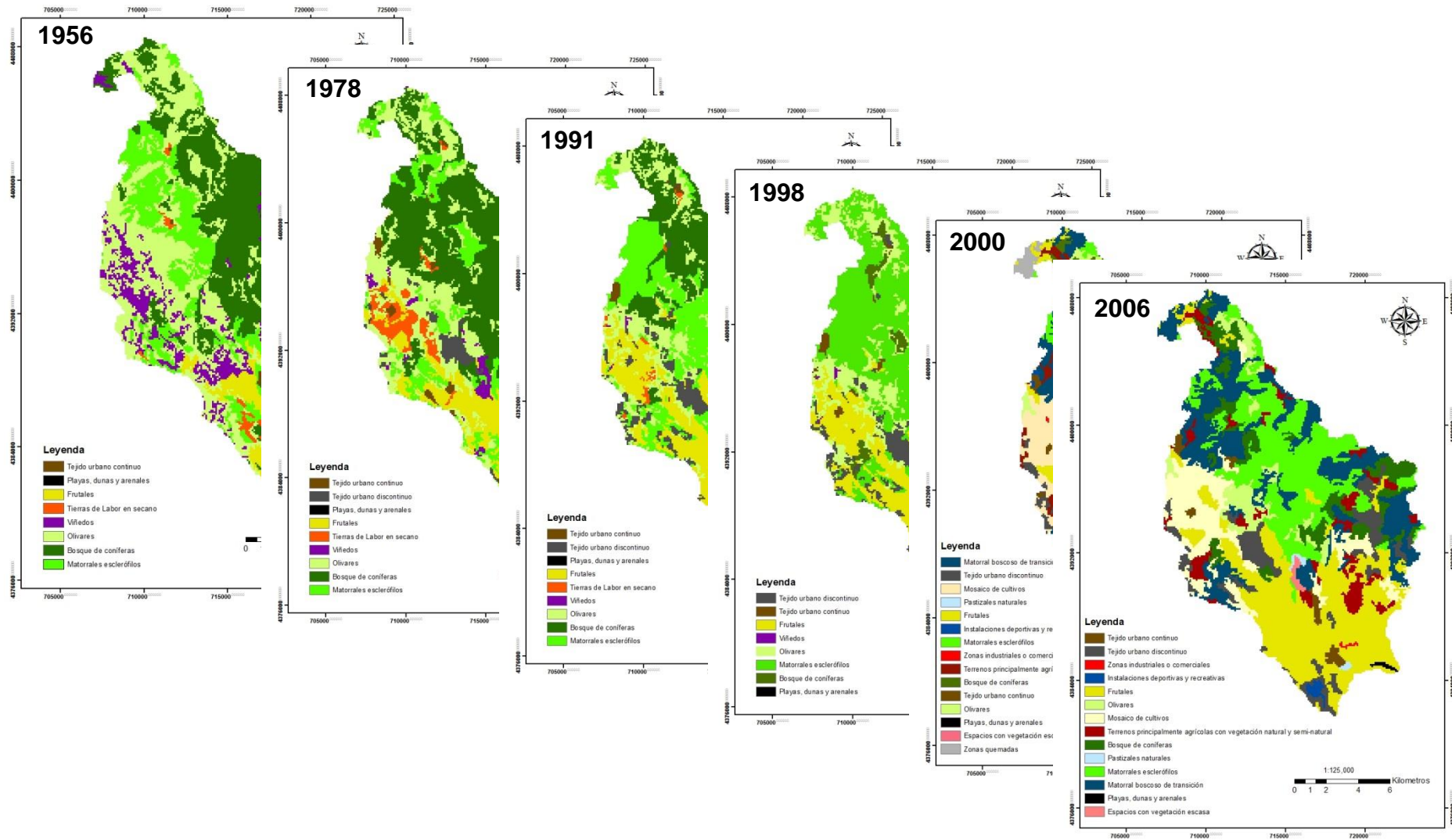
# Impacto en erosión

- Diferencia en erosión respecto del control:



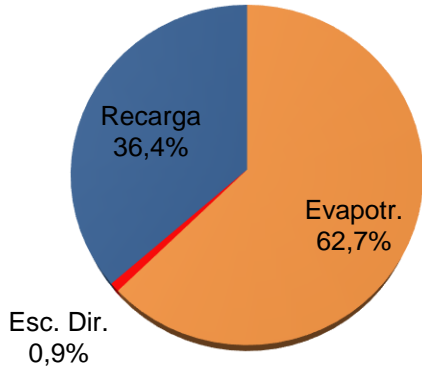
# Impacto de los Cambios de Usos del Suelo

# Evolución histórica de usos en el Carraixet

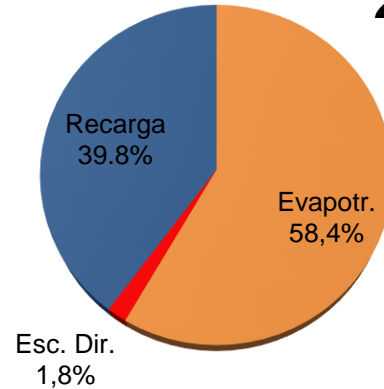


# Impacto en el balance del Carraixet

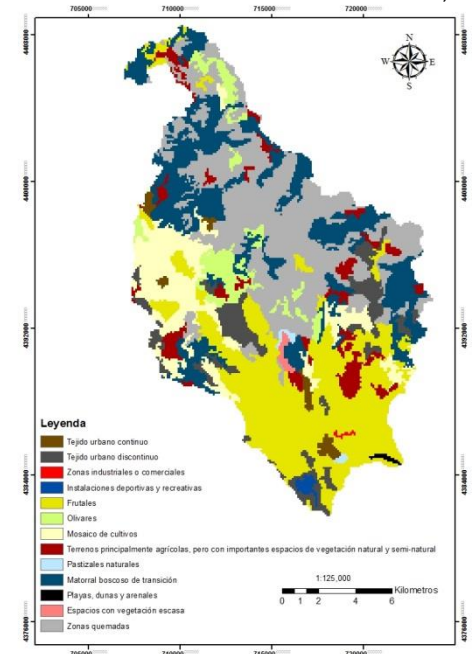
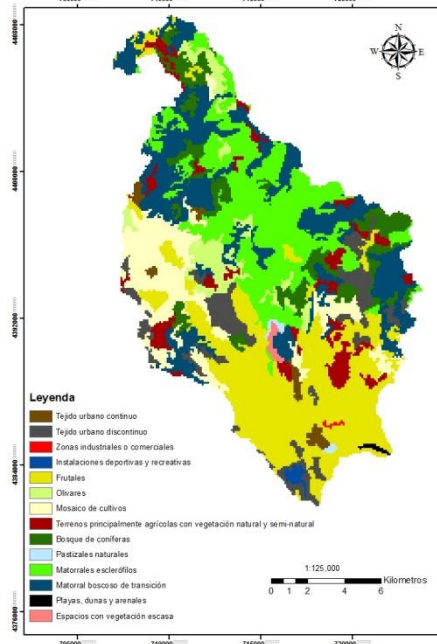
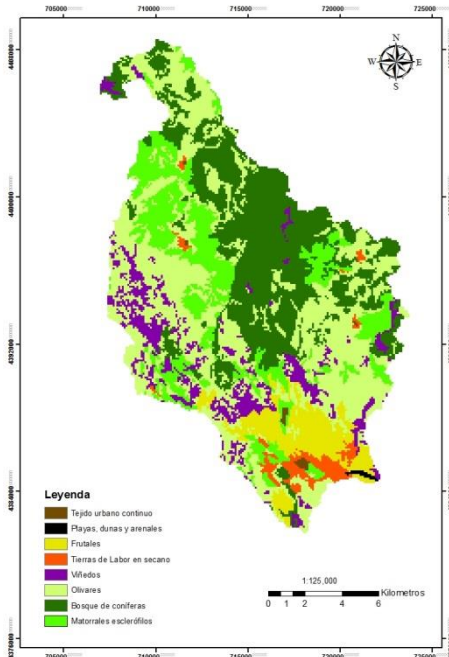
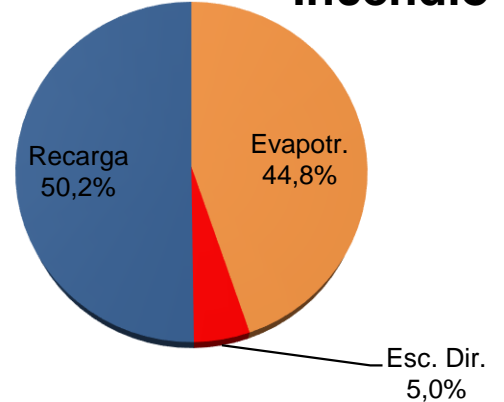
1956



2006



Incendio

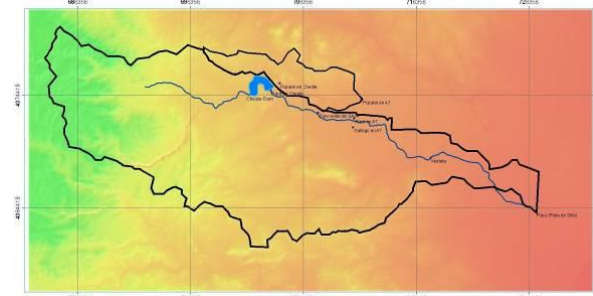
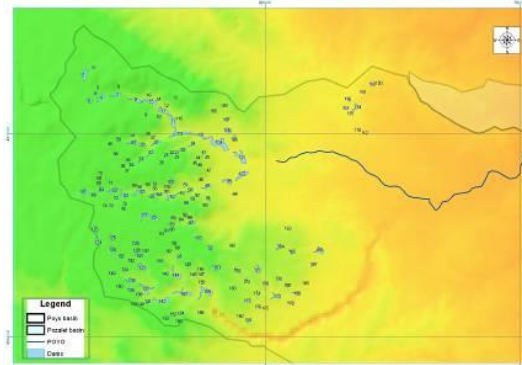
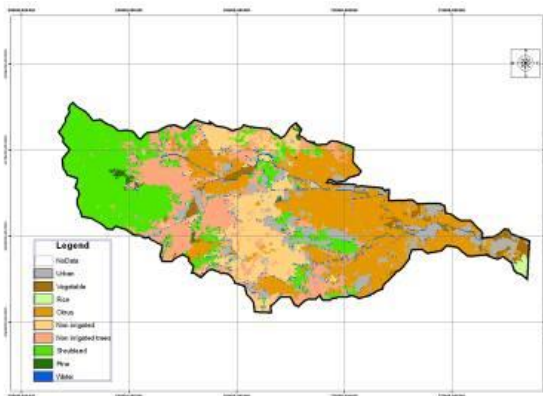
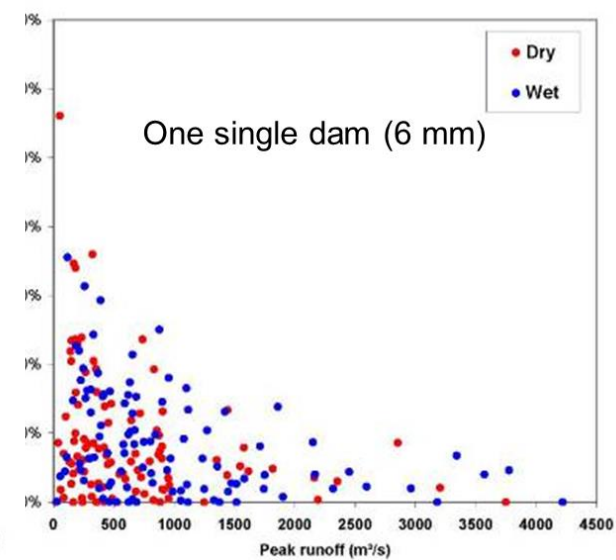
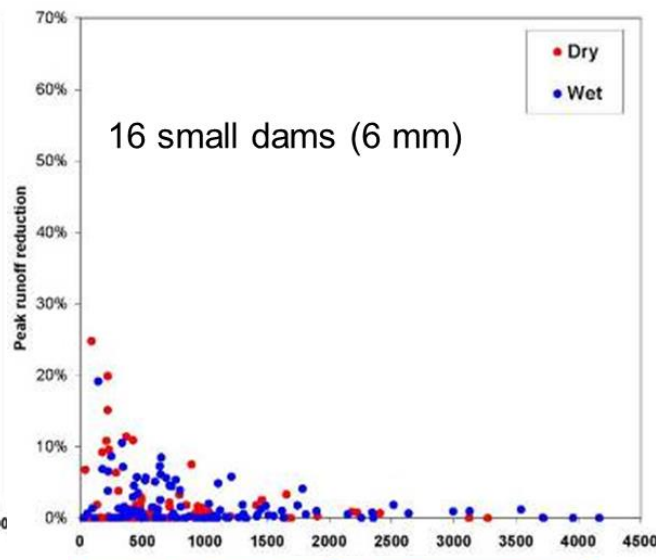
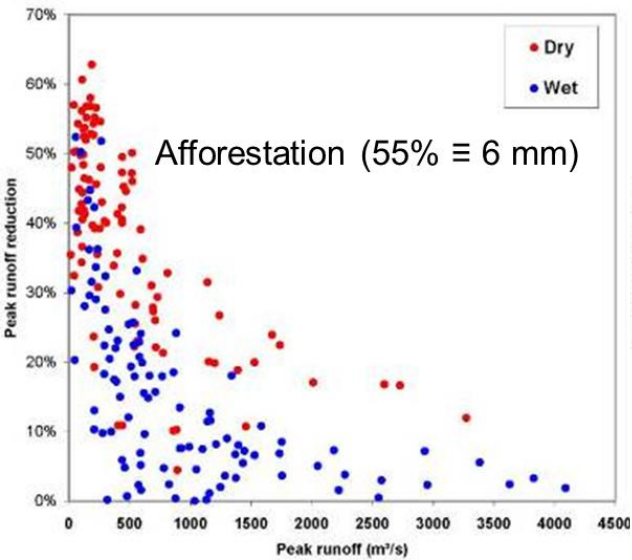


# Medidas de Adaptación Hidrológica

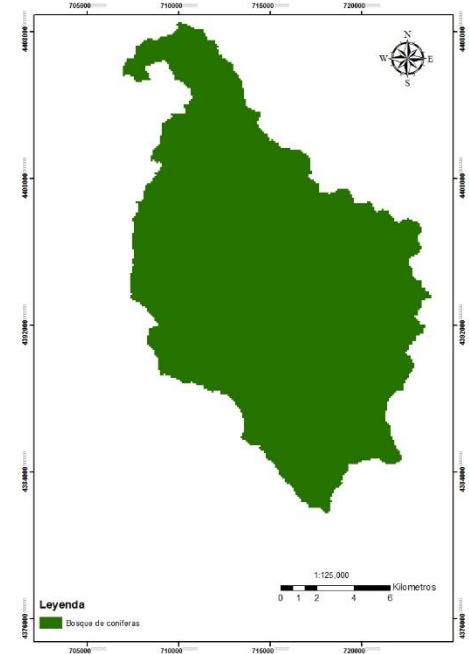
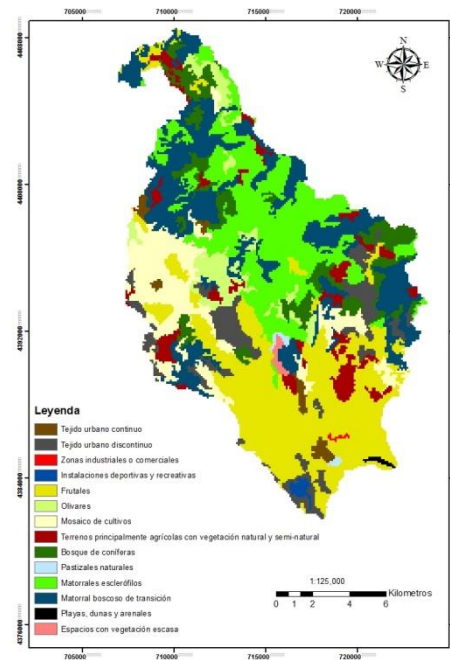
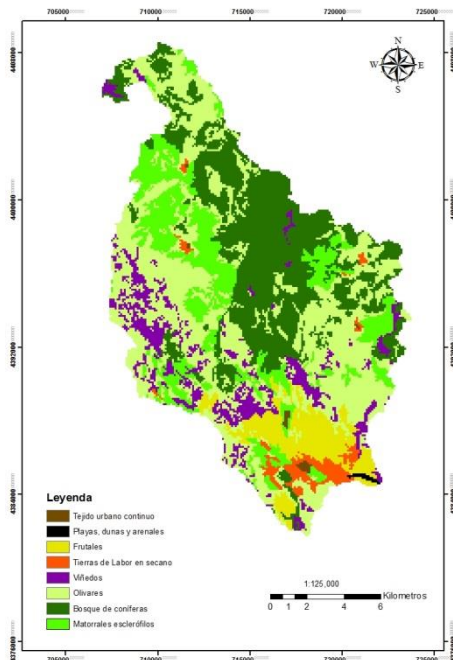
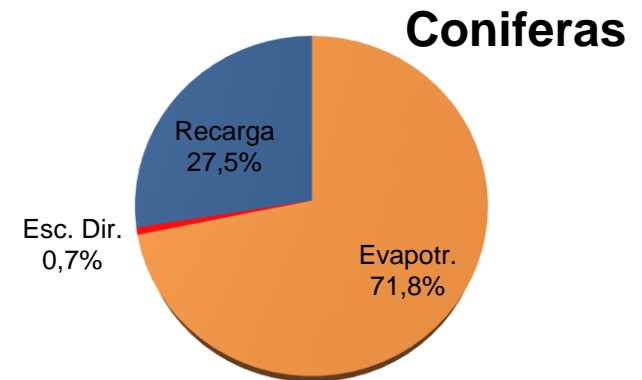
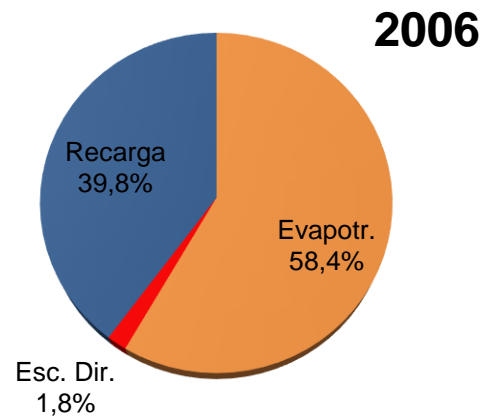
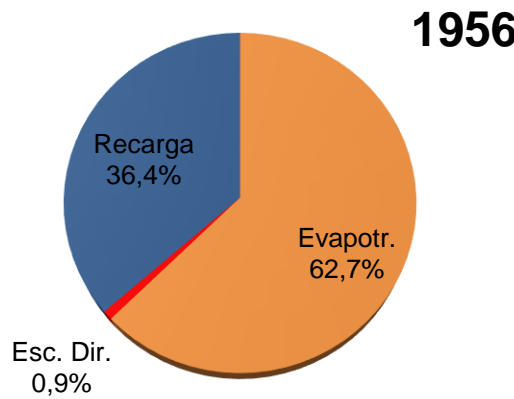


# Efectividad de medidas en Rambla del Poyo

Disminución del caudal pico con incremento del almacenamiento de 6 mm

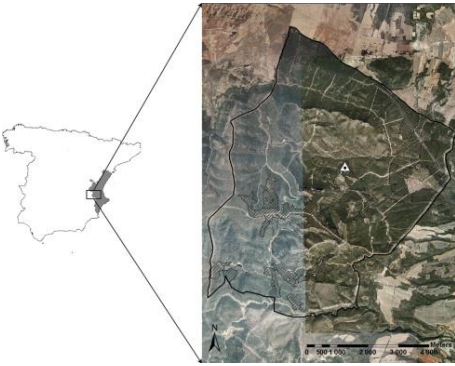


# Impacto de reforestación en el Carraixet

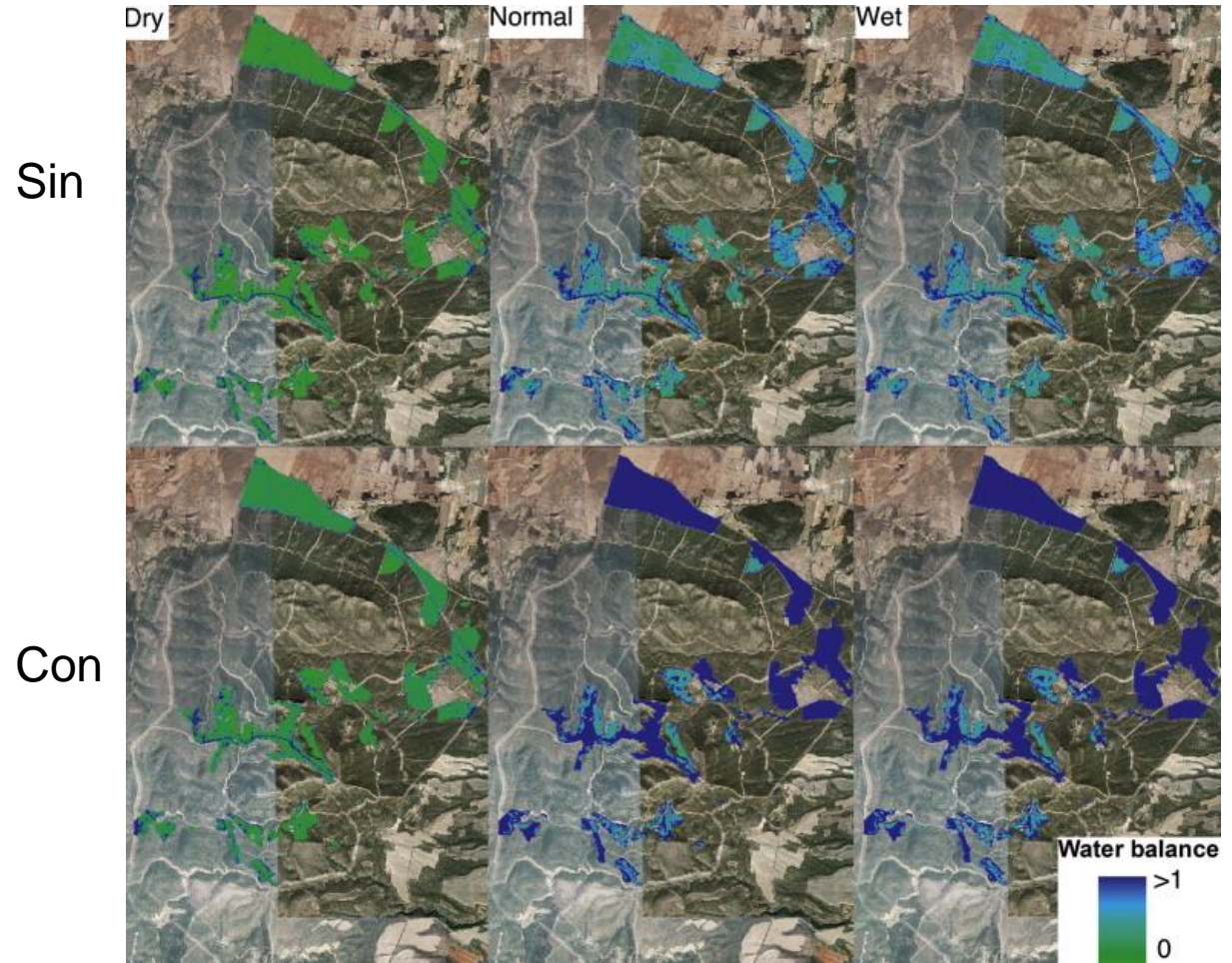




# Gestión ecohidrológica del bosque



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](mailto:ffrances@upv.es))

Grupo de investigación en Modelación Hidrológica y Ambiental

[lluvia.dihma.upv.es](http://lluvia.dihma.upv.es)

