

22-23 de octubre de 2025
Zaragoza



Línea Temática B

Impacto del riego estimado por satélite en la modelación hidrológica: análisis del balance hídrico y desempeño del modelo TETIS en la cuenca del río Po

Nathaly Güiza-Villa, Nicolas Cortés-Torres, Félix Francés
Universitat Politècnica de València



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



iiama
Instituto de Ingeniería del
Agua y Medio Ambiente





Área Po 72,000 km²

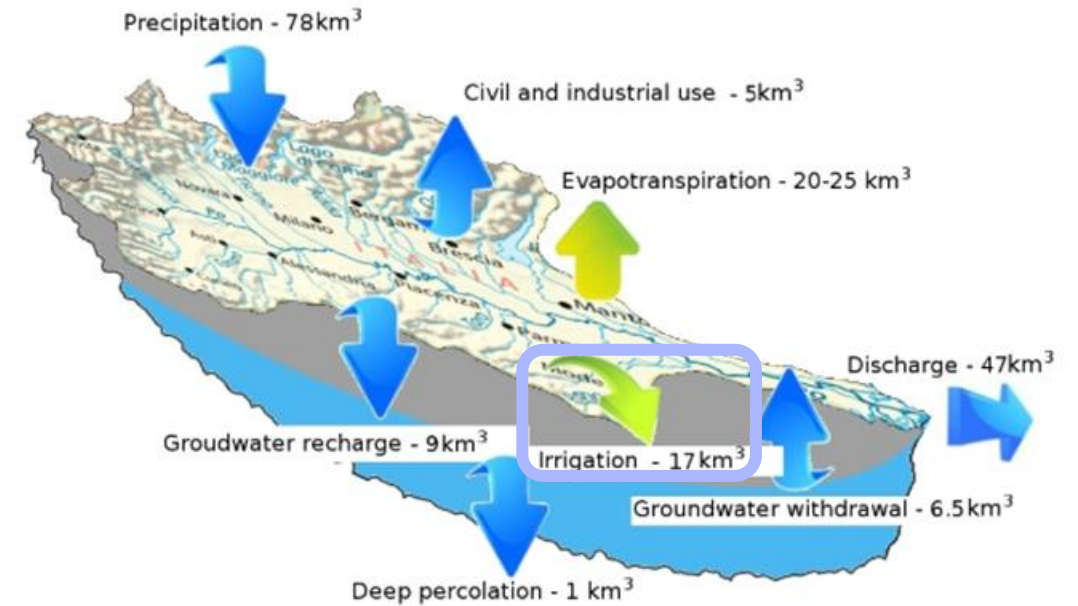
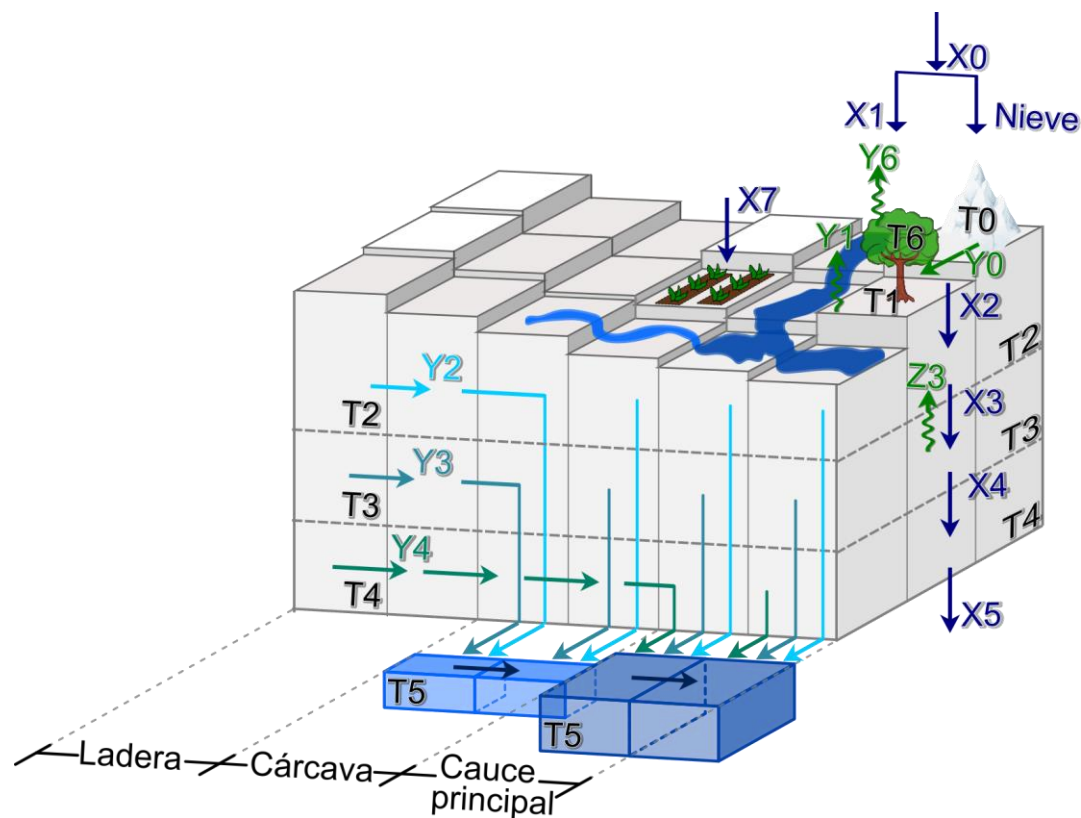


Fig. 3. Mean annual main hydrological fluxes for the Po River basin.

Montanari (2012) based on Autorita di Bacino del Fiume Po (2006)

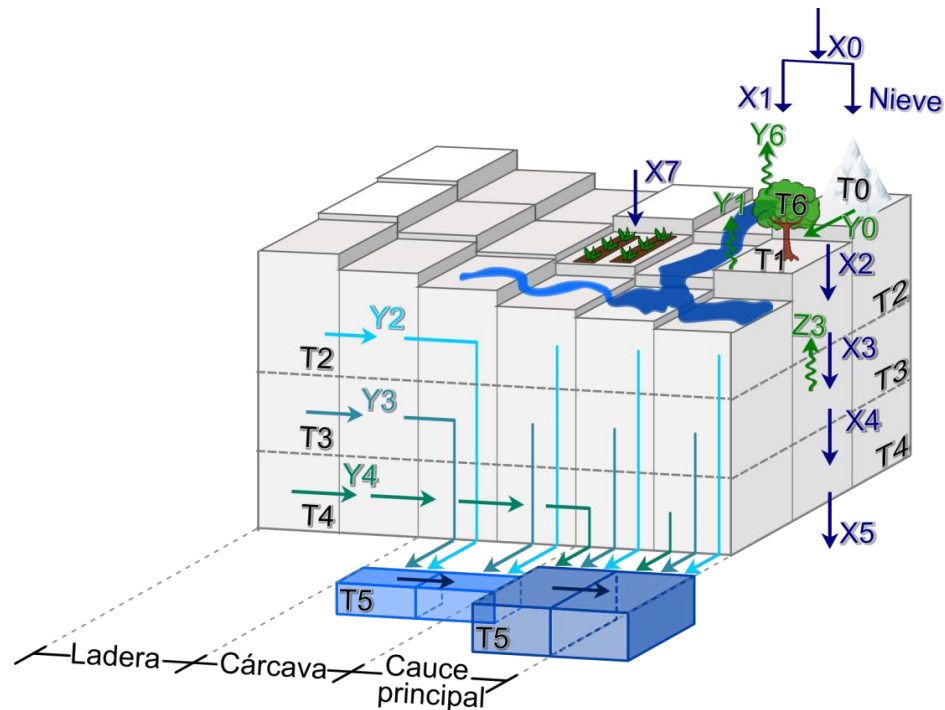
El riego es un 20% de la precipitación

Materiales y métodos: Modelo TETIS



Fuente	Res. espacial	Parámetro distribuido TETIS
GMTED 2010	1 km	DEM y sus mapas resultantes (direcciones de flujo, celdas drenantes acumuladas, pendientes, velocidad de flujo en ladera)
Corine Land Cover 2018	100 m	Coberturas de suelo
3D-Soils Hydro Grid	1 km	Parámetros hidráulicos suelo (Ks, FC, WP, Kss)
ISRIC World Soil Information	250 m	Profundidad del suelo hasta la roca
GLHYMPS v2.0	-	Parámetros hidráulicos acuífero (Kp, Kps, Ksa)

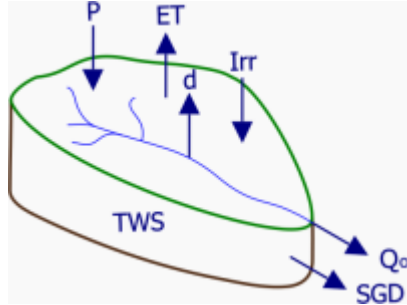
Materiales y métodos: Modelo TETIS



Forzamiento	Res. espacial	Res. temporal	Fuente
Precipitación	1 arcmin	Diaria	EMO1 (Gomes, G. et al. 2020)
Temperatura			
Evapotranspiración			
Riego	1 km	Semanal	Space High resolution Irrigation (Dari et al, 2023)
Variable de estado			
Nieve	-	Diaria	ARPA
Caudal	-	Mensual	(Autorità di Bacino del Fiume Po, 2016)
Abstracciones caudal	-	Mensual	MODIS/Terra (Running, S.; Mu, Q.; Zhao, M., 2021)
Evapotranspiración	1 km	Semanal	SMAP (Lakshmi, V. & Fang, B, 2023)
Humedad superficial	1 km	Diaria	

Materiales y métodos: Diseño experimental

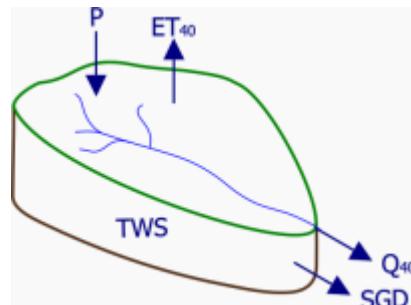
Realidad



Forzantes

Calibración

SC40

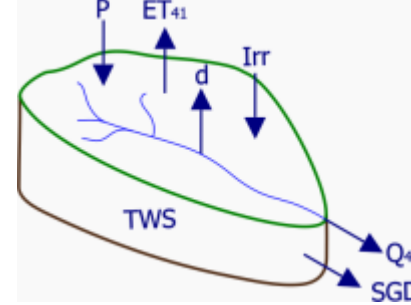


- Precipitación de EMO1

Caudal observado

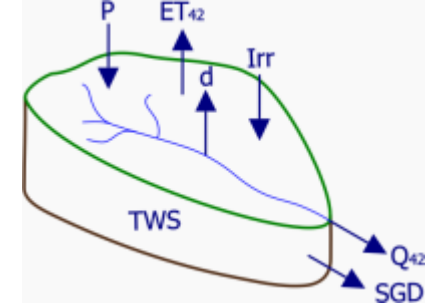
Línea base

SC41



- Precipitación de EMO1
- Riego estimado por satélite
- Abstracciones

SC42



- Precipitación de EMO1
- Riego estimado por satélite
- Abstracciones

Caudal observado

P: Precipitación

Irr: Irrigación

ET: Evapotranspiración

d: Abstracciones

Q: Caudal a la salida de la cuenca

SGD: Descarga Directa al Mar

Materiales y métodos: desempeño caudal y comparación espaciotemporal

Desempeño caudal

Kling-Gupta Efficiency metric (KGE)

(Gupta et al., 2009; Kling et al., 2012)

$$KGE = 1 - ED$$

$$ED = \sqrt{(r - 1)^2 + (\alpha - 1)^2 + (\beta - 1)^2}$$

$$\beta = \mu_s / \mu_o$$

Comparación espaciotemporal ET y SSM

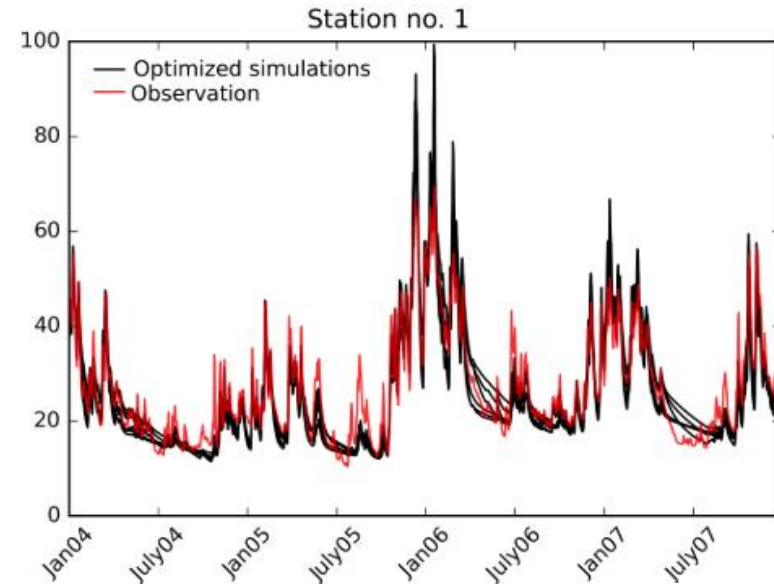
SPAtial Efficiency metric (SPAEF) (Koch et al., 2018)

$$SPAEF = 1 - \sqrt{(\alpha - 1)^2 + (\beta - 1)^2 + (\gamma - 1)^2} \quad (2)$$

$$\alpha = \rho(\text{obs}, \text{sim}), \beta = \left(\frac{\sigma_{\text{sim}}}{\mu_{\text{sim}}} \right) / \left(\frac{\sigma_{\text{obs}}}{\mu_{\text{obs}}} \right) \text{ and } \gamma = \frac{\sum_{j=1}^n \min(K_j, L_j)}{\sum_{i=1}^n K_j}$$

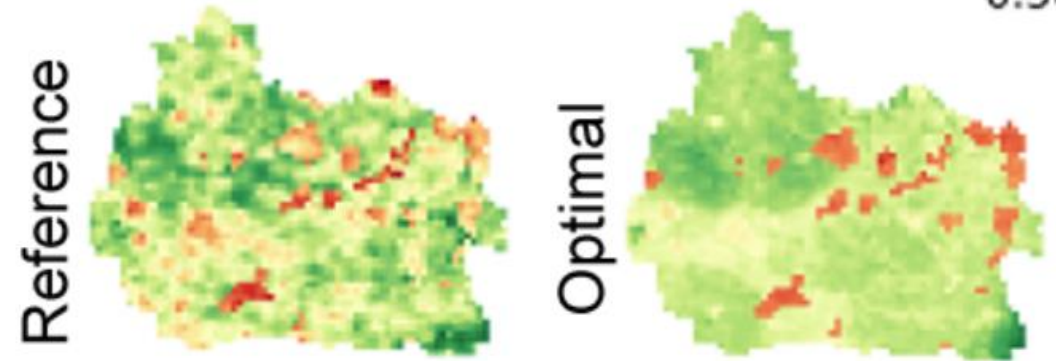
Comparación dinámica temporal ET y SSM

$$R^2 = \frac{\sigma_{XY}^2}{\sigma_X^2 \sigma_Y^2}$$



(Koch et al., 2018)

0.56



(Koch et al., 2018)

Resultados: cambios balance hídrico

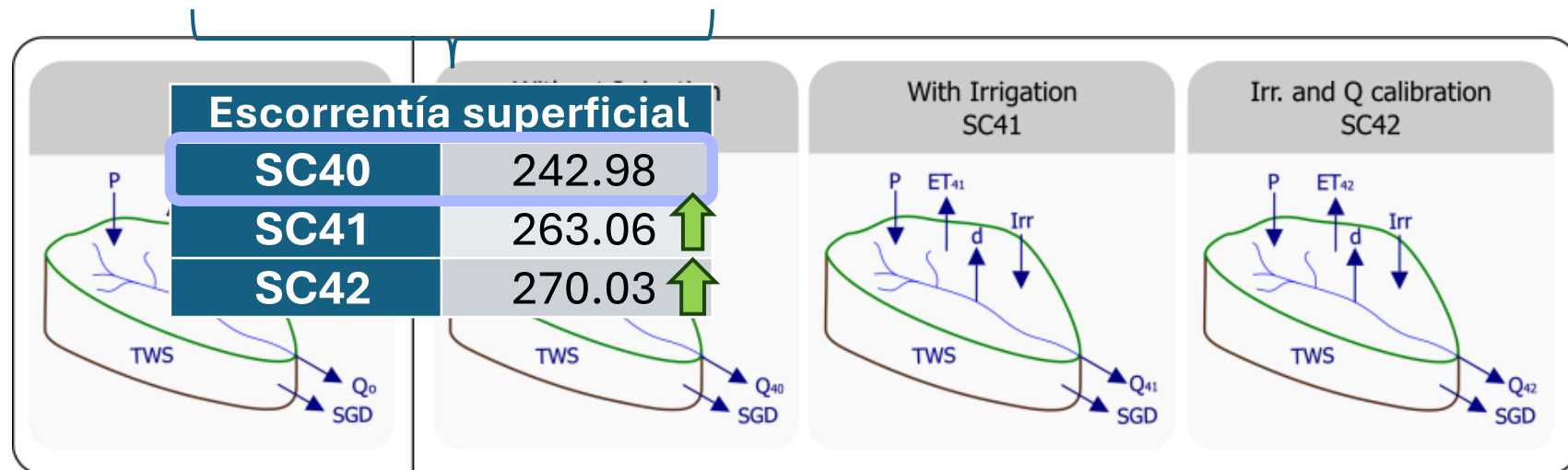
Exp.	Balance				Flujos internos				
	ET	DDM	Q	ΔS	Escorrentía directa	Interflujo	Infiltración	Percolación	Flujo Base
SC40	517	71.2	316.4	66.1	181.52	61.46	272.8	211.3	74.2
SC41	↑586.6	139.6	↑307.4	↓75.5	↑198.55	↑64.51	↑371	↑307	↑92.5
SC42	↓477.1	0	↓423.3	↑53.3	↓137.51	↑133.22	↑546.3	↑413.1	↑360.4

ET: Evapotranspiración

DDM: Descarga Directa al Mar

Q: Caudal a la salida de la Cuenca

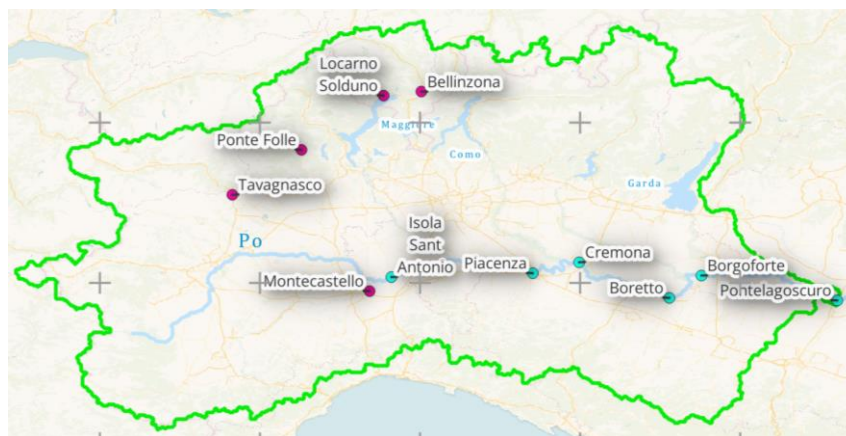
ΔS : Cambio en el almacenamiento



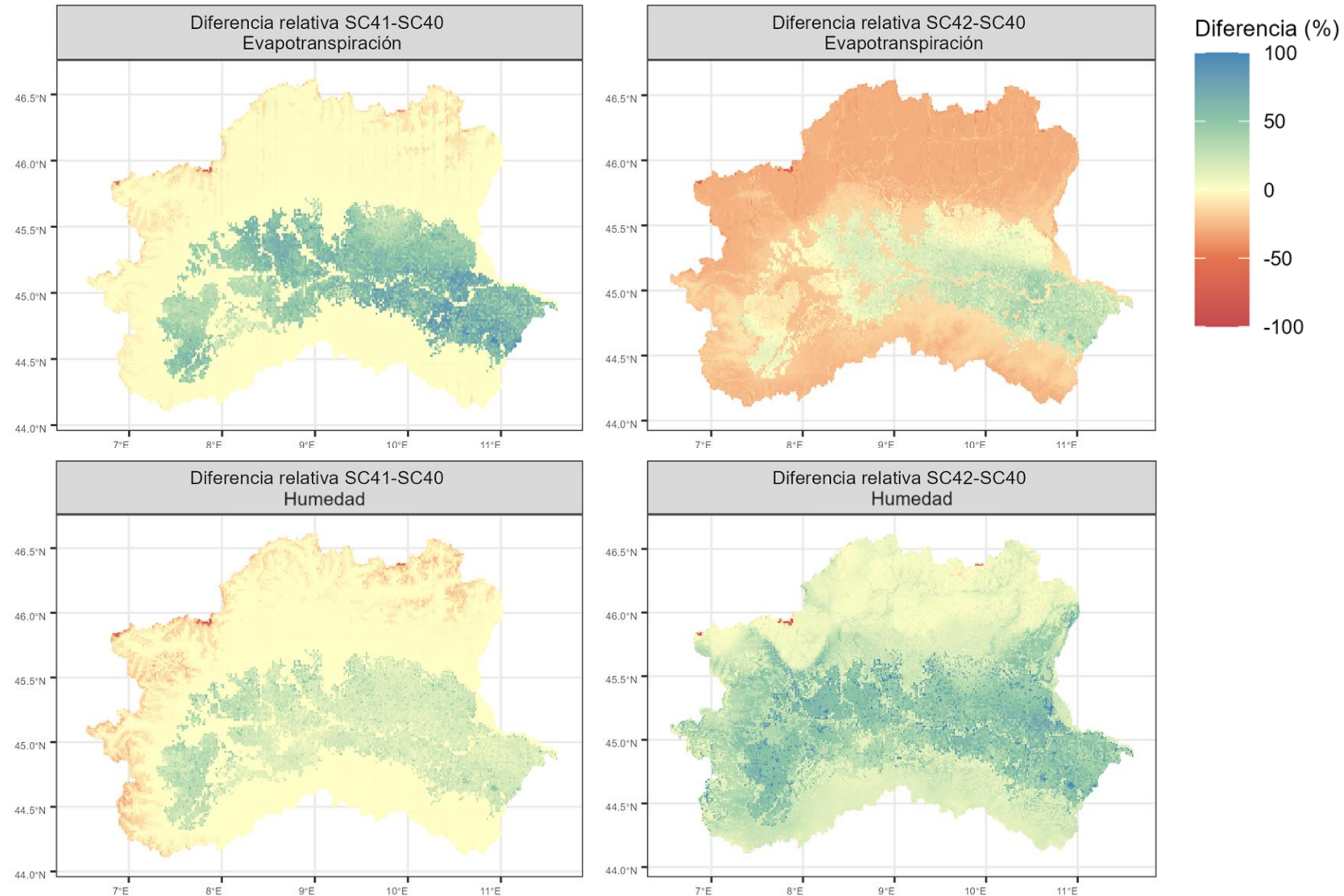
Resultados: evaluación desempeño caudal

KGE Caudal simulado vs observado

Experimento	Pontelagoscuro	Isola Sant Antonio	Piacenza	Cremona	Boretto	Borgoforte
SC40	0.513	0.34	0.459	0.49	0.504	0.417
SC41 ↓	0.37	0.28	0.379	0.381	0.357	0.285
SC42 ↑	0.622	0.569	0.68	0.64	0.601	0.487



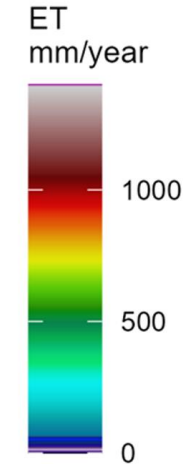
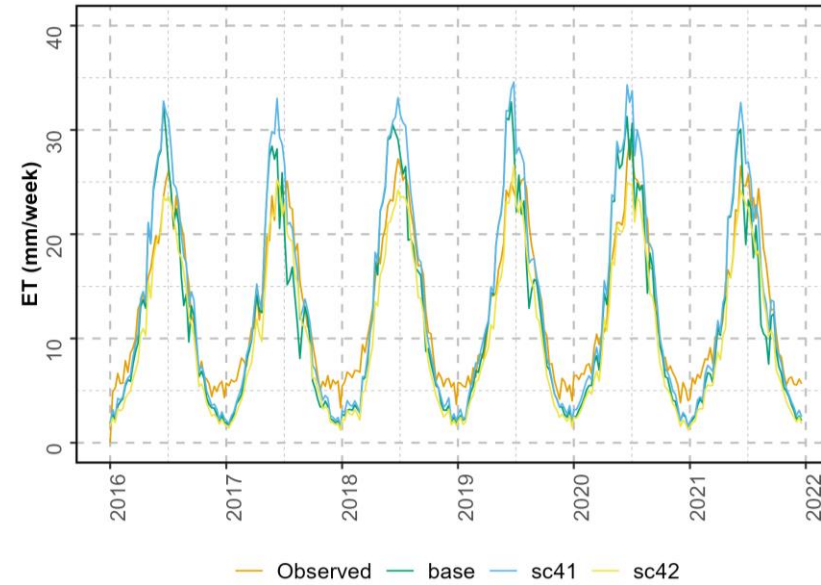
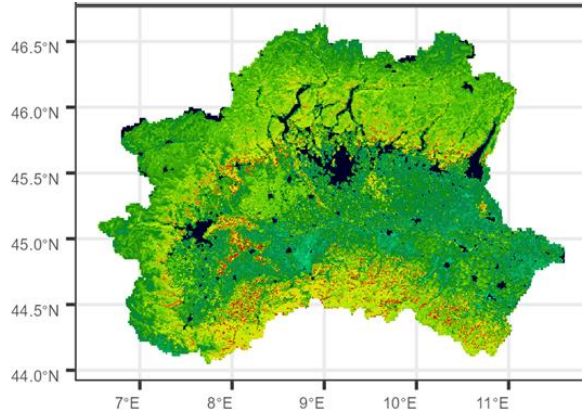
Resultados: cambios relativos



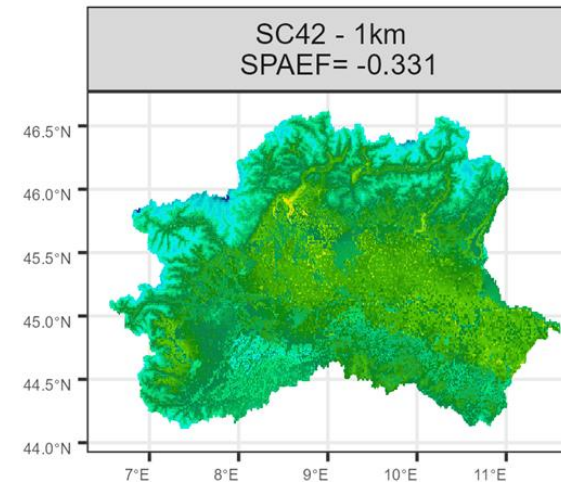
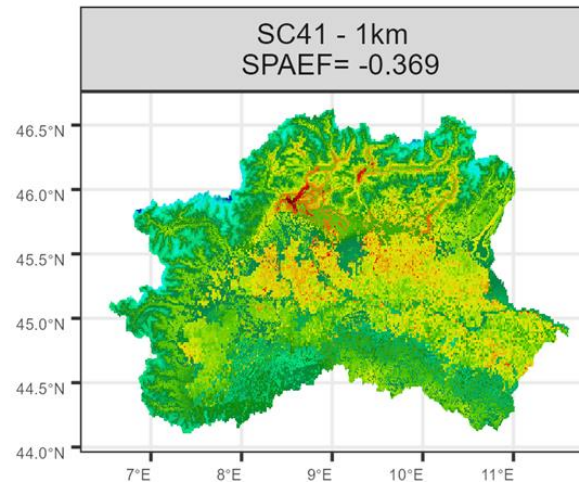
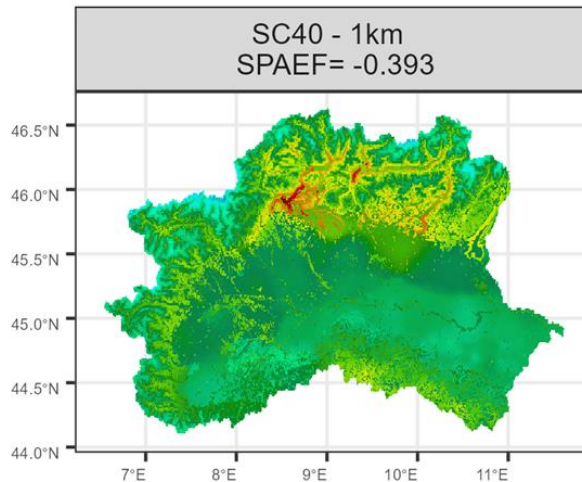
Resultados: comparación espaciotemporal evapotranspiración

MODIS/Terra

(Running, S.; Mu, Q.; Zhao, M., 2021)



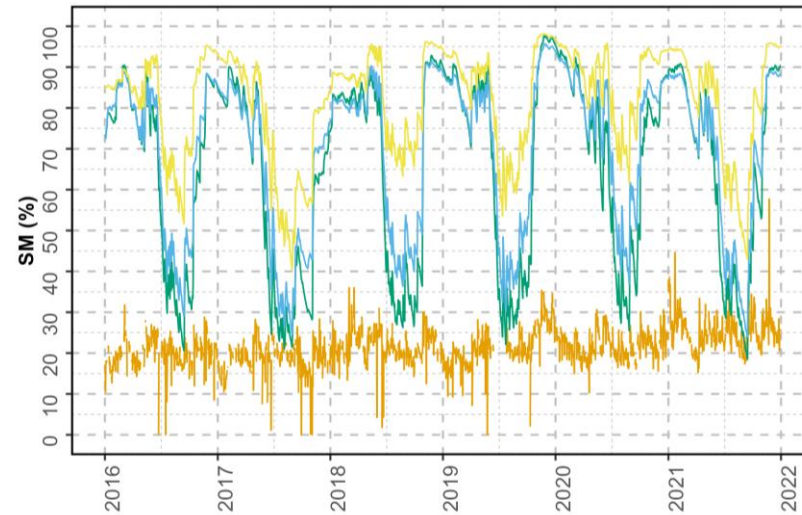
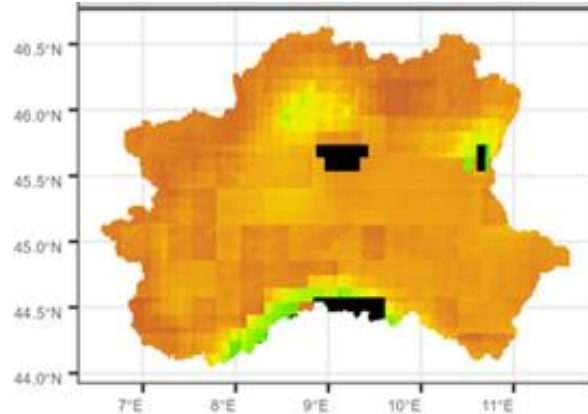
Exp.	SPAEF	R ²
SC40	-0.393	0.821
SC41	-0.369	0.912
SC42	-0.331	0.971



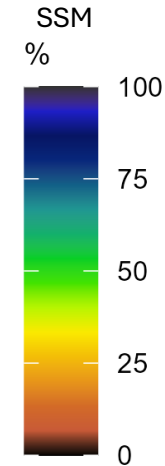
Resultados: comparación espaciotemporal humedad

SMAP

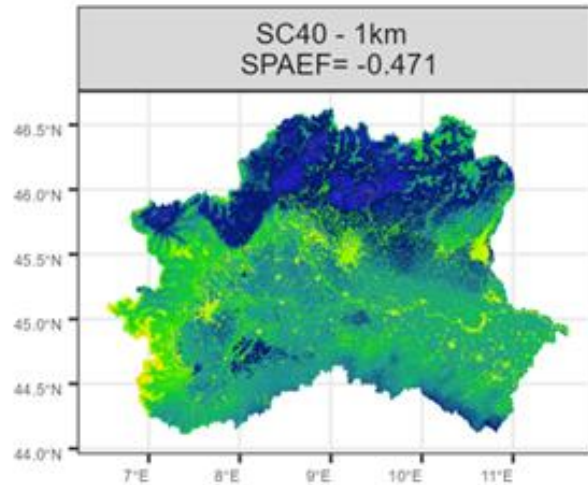
(Lakshmi, V. & Fang, B, 2023)



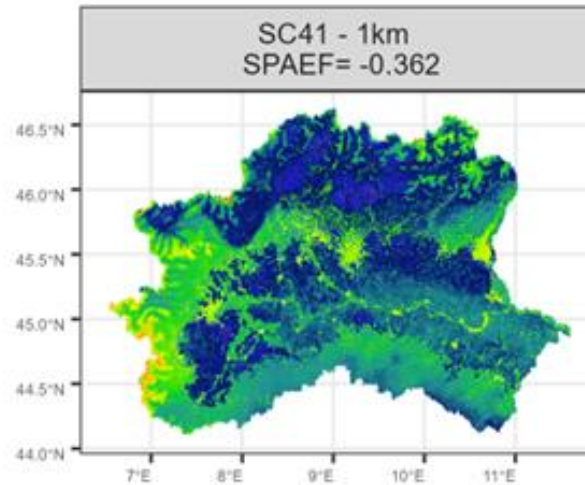
— Observed — base — sc41 — sc42



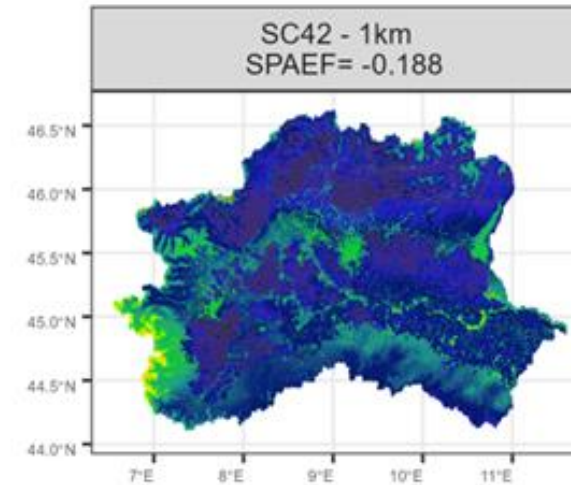
Exp.	SPAEF	R ²
SC40	-0.471	0.1
SC41	↑ -0.362	0.114 ↑
SC42	↑ -0.188	0.135 ↑



SC40 - 1km
SPAEF= -0.471



SC41 - 1km
SPAEF= -0.362



SC42 - 1km
SPAEF= -0.188

- El modelo es sensible a la inclusión del riego, tanto en la zona irrigada (SC41) como en el resto de la cuenca (SC42)
- Existe un efecto importante en el balance hídrico que puede indicar una representación más fiable la realidad del sistema
- La representación del caudal mejora con la inclusión del riego y su recalibración
- Hemos encontrado discrepancias en la información satelital entre ella y con el simulado que hacen dudar de su calidad

¡Muchas gracias por su atención!

Nathaly Güiza-Villa (nguivil@upv.edu.es),
Nicolas Cortes-Torres, Félix Frances.

Esta investigación ha sido financiada por la Agencia Espacial Europea (ESA) con el proyecto 4DHydro initiative, por la Generalitat Valenciana con el proyecto WATER4CAST 2.0 y, por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España con el proyecto TETISPREDICT.

<https://gimha.upv.es/>

Grupo de Investigación de Modelación Hidrológica y Ambiental (GIMHA)

Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente (IIAMA)

Universitat Politècnica de València (UPV), Valencia, España

