

Optimización de la modelización de la gestión del agua en un modelo SWAT+ para el Tercio Superior de la Cuenca del Tajo.



Aruca Pedrero Redondo, Eugenio Molina Navarro y Alejandro Sánchez Gómez



¿Qué es la modelización hidrológica?

Permite representar la realidad de forma simplificada de forma que, con la aplicación de modelos matemáticos, se consigue reproducir el comportamiento de una cuenca hidrográfica [1]. Para este estudio se ha utilizado el modelo SWAT+.



Figura 1. Logo de SWAT+

El tercio superior de la cuenca del Tajo (UTRB)

La cuenca del Tajo es la más extensa de toda la Península Ibérica, localizada en el centro de la misma. Cuenta con una población de más de 10 millones de habitantes. El área de estudio (UTRB) abarca desde el nacimiento del río Tajo hasta su paso por Talavera de la Reina (34.000km²). Cuenta con 36 embalses principales, 20 trasvases (incluido el Tajo-Segura) y unas 101.800 ha de regadío.

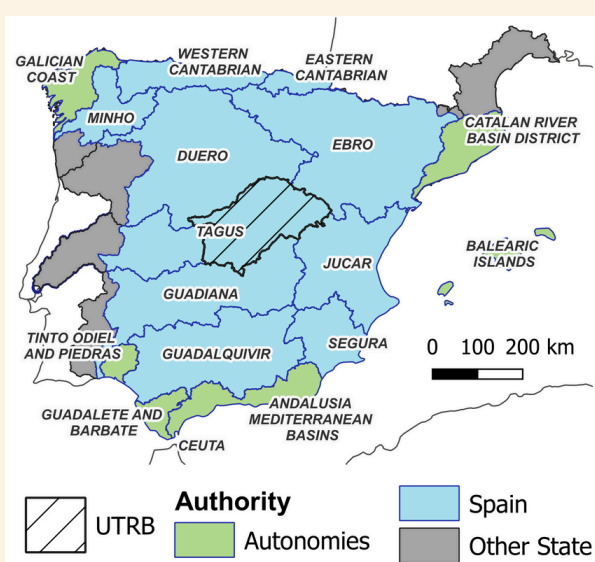


Figura 2. Localización de la cuenca [2].

¿De dónde partimos?

Modelo de partida

- Alta heterogeneidad.
- Calibrado y validado.
- Simulación de embalses satisfactoria, pero con margen de mejora.
- Simulación de trasvases: 90% → Tajo-Segura: 79%
- Simulación de regadíos: 409hm³/año // 73% agua simulada.

Líneas de mejora

- Mejorar las simulaciones de los trasvases, sobretudo el Tajo-Segura.
- Mejorar las estadísticas de los embalses más grandes del modelo.
- Aumentar la demanda suplida de regadío.

Modificaciones aplicadas

Se han incluido 5 nuevos embalses, La Jarosa, Navacerrada, Las Nieves, Navalmedio y La Bujeda, para mejorar la simulación de los trasvases asociados.

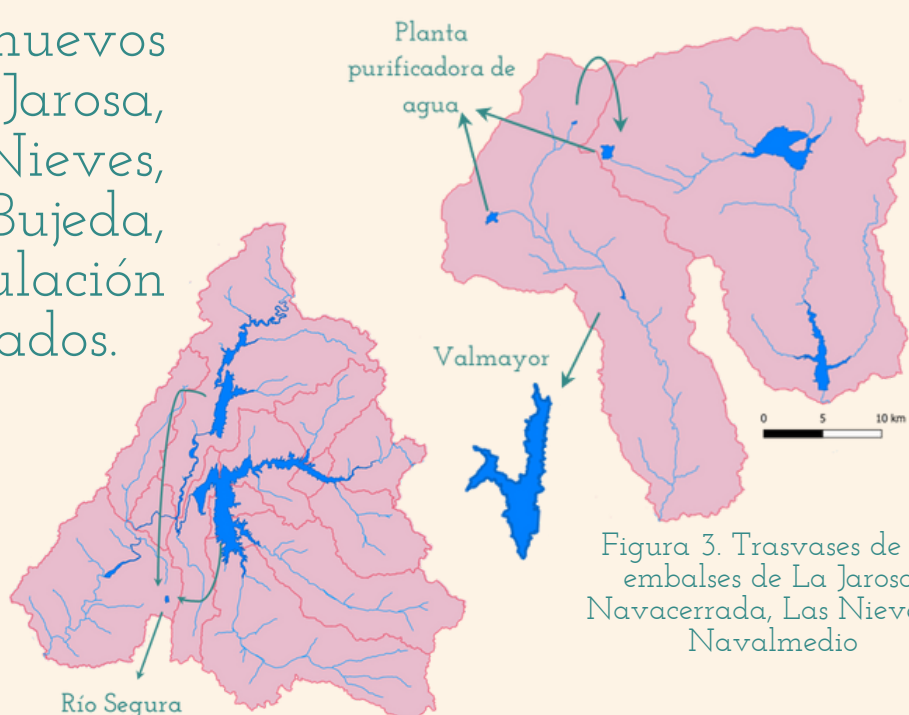


Figura 4. Trasvases asociados al Tajo-Segura

Se han modificado y recalculado el área de drenaje (routing) de los acuíferos para asignar a cada embalse, la cantidad de agua subterránea que le corresponde, tal y como se presenta en la figura 3. Para ello, se hizo uso de la calculadora de campos del programa QGIS.

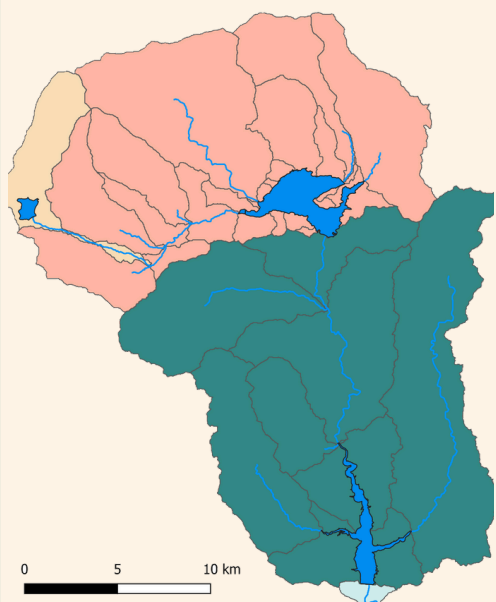


Figura 5. Ejemplo del routing de un acuífero. Cada color representa el área de drenaje de cada embalse.

Se creó un script de R para extraer las zonas de regadío del área de estudio de la codificación del SIOSE.

Tras ello, se superpusieron los resultados con las áreas ya incluidas en el modelo (procedentes del CORINE) y se corrigieron aquellas áreas dudosas con la ayuda del Mapa de Cultivos [3].

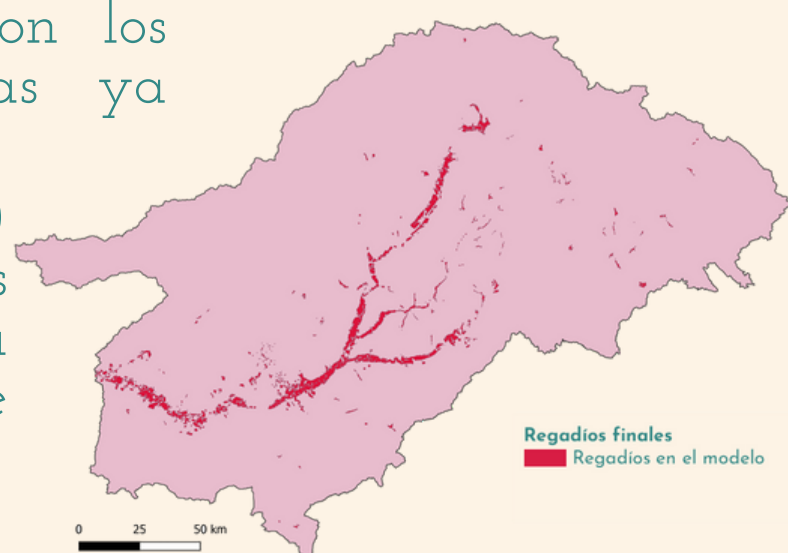


Figura 6. Áreas de regadío finalmente incluidas en el modelo.

Modificaciones finales y resultados

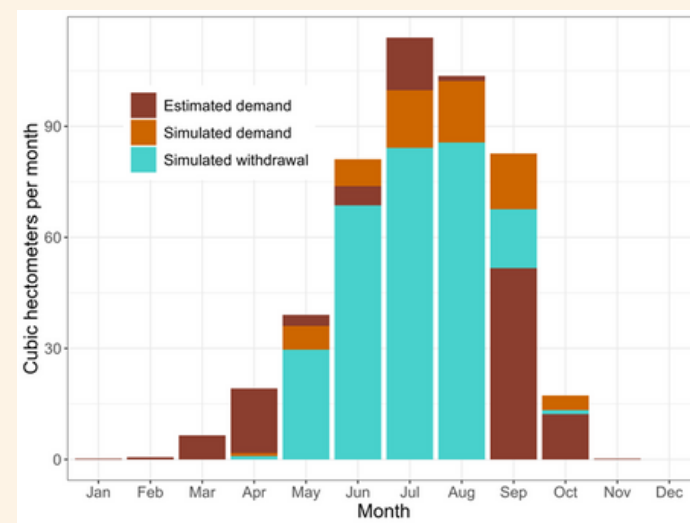


Figura 7. Demanda estimada y simulada y el agua simulada del nuevo modelo.

REGADÍOS:

La **demanda simulada** del modelo ha aumentado de 409 a 421 hm³ igualando así la **demanda estimada**. Asimismo, la **demanda satisfecha** ha incrementado de 299 a 350 hm³.

TRASVASES:

La simulación de los trasvases se ha visto optimizada gracias a la inclusión de sus embalses asociados. También se aumenta el agua del Tajo-Segura, logrando una simulación del modelo casi un 98%.

	MEJORAS TRASVASES (% agua trasvasada)		
	Modelo anterior	Modelo modificado	Diferencia
Trasvase Tajo-Segura	79,2	100	20,8
Canal La Jarosa	39,7	98,2	58,6
Canal Navacerrada	39,9	97,2	57,3
Canal Las Nieves	51,2	70,1	18,9
Canal Navalmedio	93,6	80,4	-13,2
TOTAL MODELO	90	97,7	7,7

Tabla 1. Porcentajes de agua trasvasada desde los nuevos embalses y del total del modelo.

ESCORRENTÍA EN EL PUNTO DE SALIDA:

Se ha conseguido ajustar la simulación a los caudales observados, evidenciándose que las mejoras implementadas son satisfactorias.

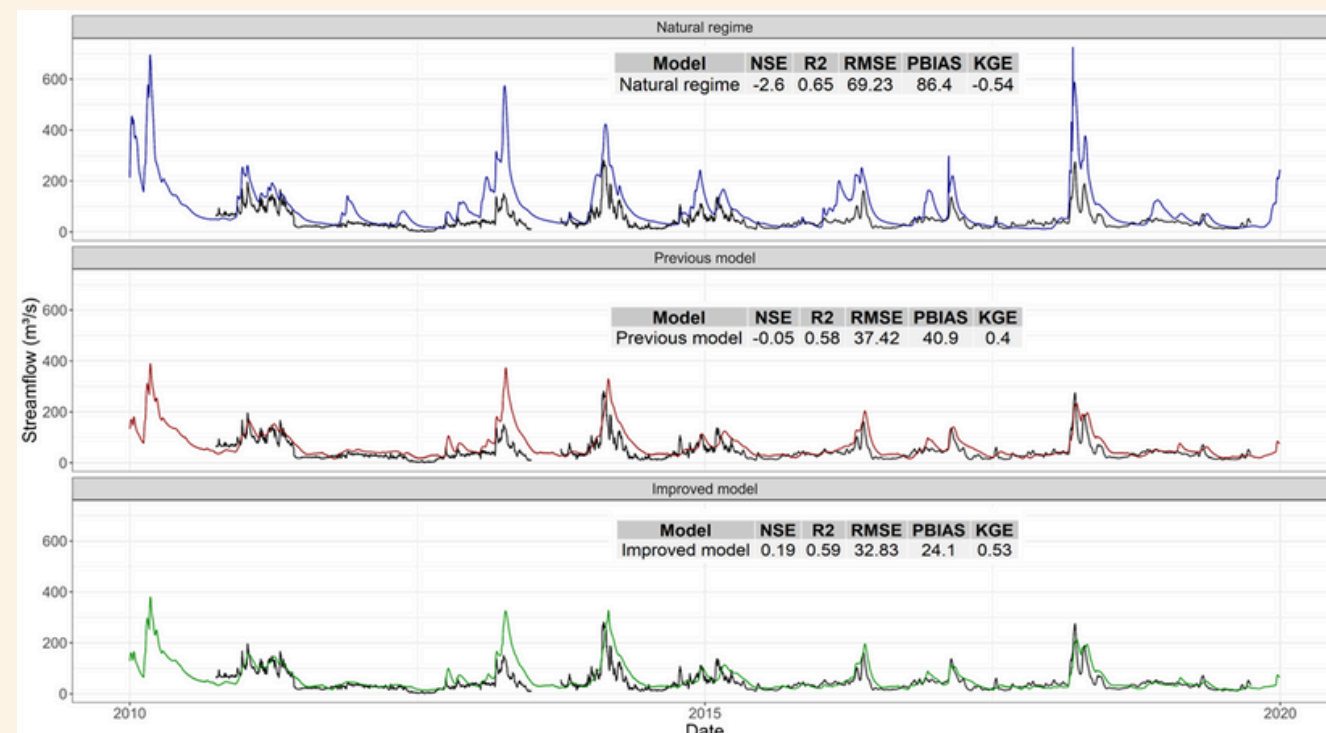


Figura 8. Hidrogramas en Talavera de la Reina en régimen natural, con el modelo antiguo y con el nuevo.

Referencias

- [1] Pascual, J.A. and Díaz-Martín, M. (2016) Guía práctica sobre la modelización hidrológica y el modelo HEC-HMS. Cuadernos de Geomática, 4. IMDEA AGUA, Centro para el Conocimiento del Paisaje, Alcalá de Henares. ISBN 978-84-617-7002-1
- [2] Sánchez-Gómez, A. (2025) Advancing towards reliable modelling with SWAT+: Hydrology, water management and climate change impacts in the Upper Tago River basin. Tesis doctoral. Universidad de Alcalá.
- [3] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2025) Mapa de cultivos y aprovechamientos de España [en línea].