

**22-23 de octubre de 2025
Zaragoza**



Línea Temática B

**Análisis del postprocesamiento meteorológico e hidrológico en la
incertidumbre de las predicciones estacionales en la cuenca del río Júcar**

*David De León Pérez, Dariana, Isamel Avila-Velasquez, Héctor Macian-Sorribes, Sergio
Salazar-Galán, Manuel Pulido-Velazquez y Félix Francés*

Universitat Politècnica de València – Universidad Pablo de Olavide



**UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA**



**UNIVERSIDAD
PABLO DE
OLAVIDE
SEVILLA**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

Introducción

Pronóstico hidrológico estacional

- Esencial para una **gestión eficaz** de los recursos hídricos



Pronóstico hidrológico estacional

- Esencial para una gestión eficaz de los recursos hídricos
- Propagación de **incertidumbre meteorológica** afecta **fiabilidad** en pronóstico de **caudales**.

Pronóstico hidrológico estacional

- Esencial para una gestión eficaz de los recursos hídricos
- Propagación de **incertidumbre meteorológica** afecta **fiabilidad** en pronóstico de **caudales**.

Sigue siendo difícil obtener
estimaciones fiables con los
modelos crudos:
INCERTIDUMBRE ELEVADA

Pronóstico hidrológico estacional

- Esencial para una gestión eficaz de los recursos hídricos
- Propagación de incertidumbre meteorológica afecta fiabilidad en pronóstico de caudales.

Sigue siendo **difícil obtener estimaciones fiables** con los modelos crudos:
INCERTIDUMBRE ELEVADA

Información adicional (e.g., variables macroclimáticas) y/o **modelos postproceso** para mejorar el rendimiento.

Pronóstico hidrológico estacional

- Esencial para una gestión eficaz de los recursos hídricos
- Propagación de incertidumbre meteorológica afecta fiabilidad en pronóstico de caudales.
- **Corrección en pronóstico** (meteo e hidro) es crucial para **mejorar confiabilidad** y apoyar toma de decisiones.

Sigue siendo difícil obtener estimaciones fiables con los modelos crudos:
INCERTIDUMBRE ELEVADA

Información adicional (e.g., variables macroclimáticas) y/o **modelos postproceso** para mejorar el rendimiento.

Pronóstico hidrológico estacional

- Esencial para una gestión eficaz de los recursos hídricos en cuencas mediterráneas semiáridas
- Propagación de **incertidumbre meteorológica** afecta **fiabilidad** en pronóstico de **caudales**.
- **Corrección en pronóstico** (meteo e hidro) es crucial para **mejorar confiabilidad** y apoyar toma de decisiones.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



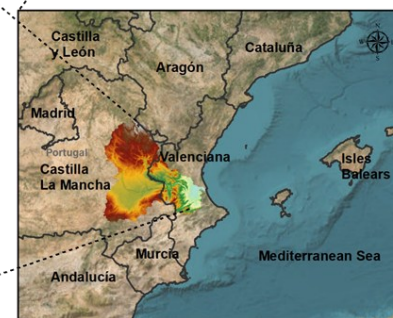
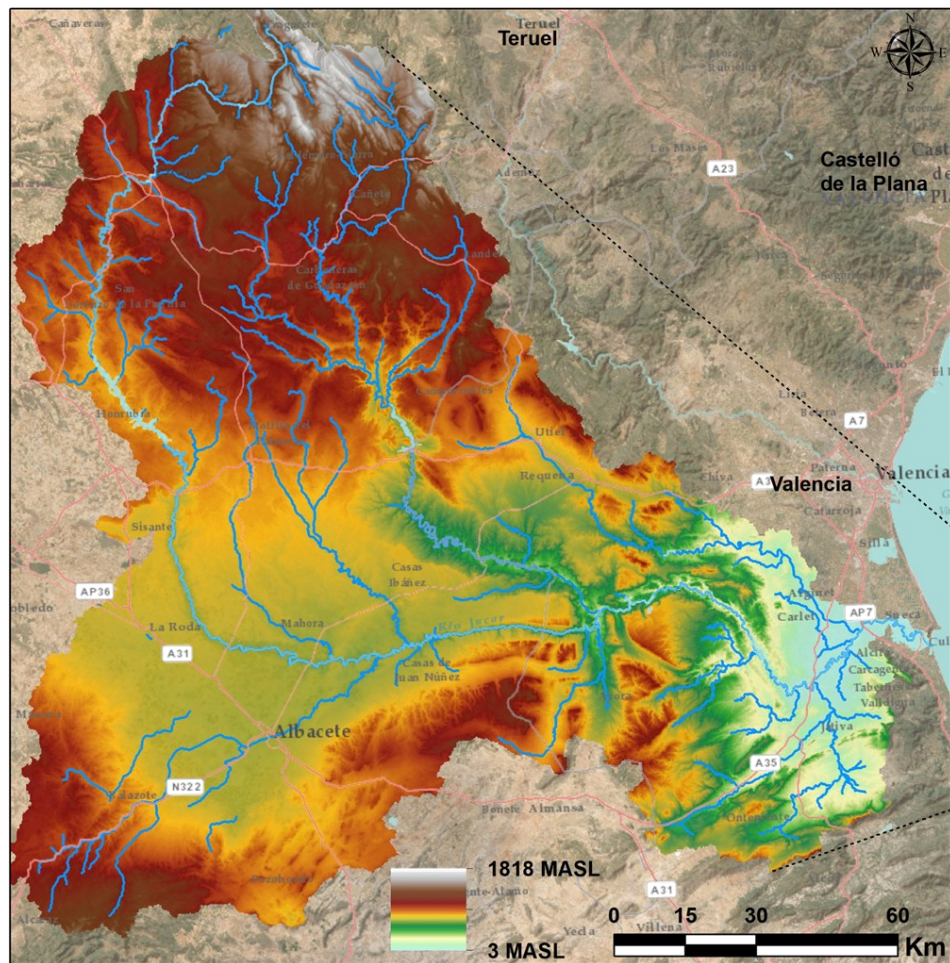
UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

Área de estudio

Área de estudio

Cuenca del río Júcar

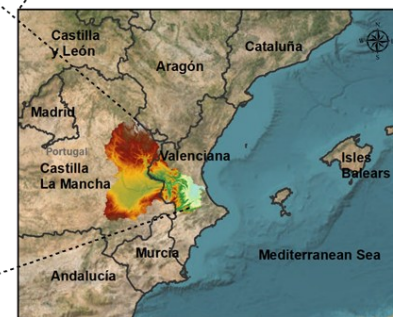
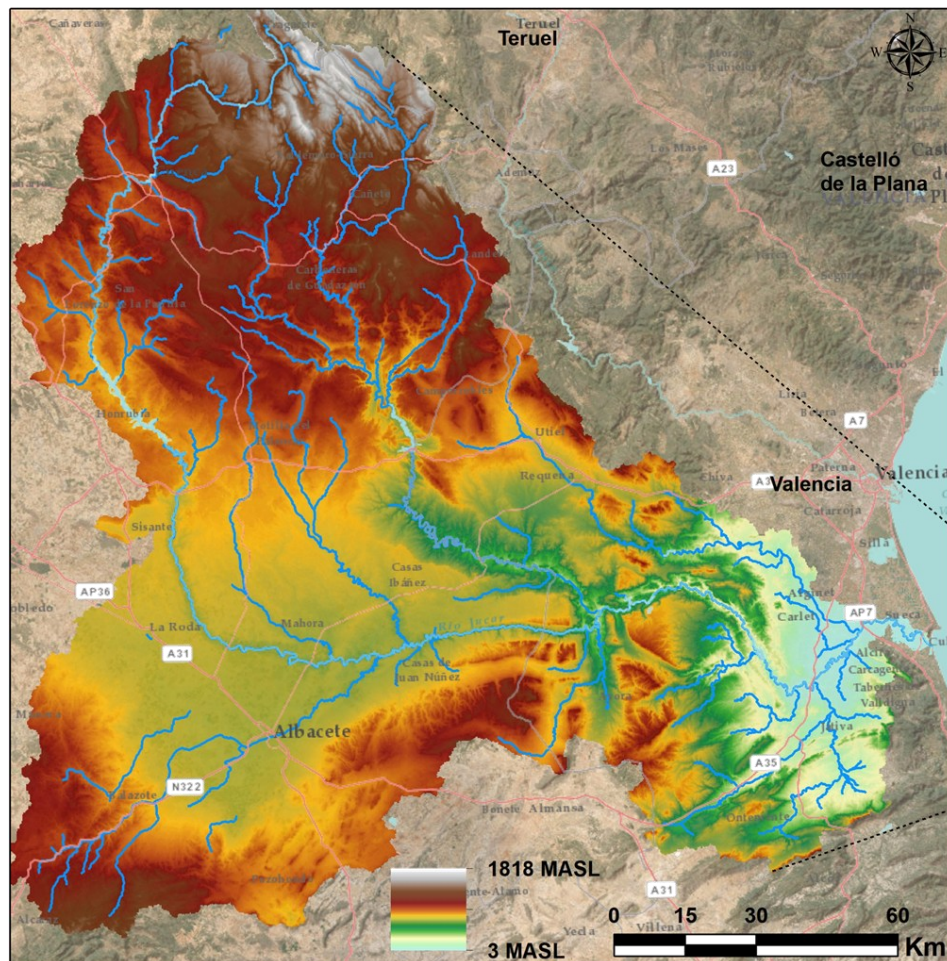
➤ Área: 22,200 km²



Área de estudio

Cuenca del río Júcar

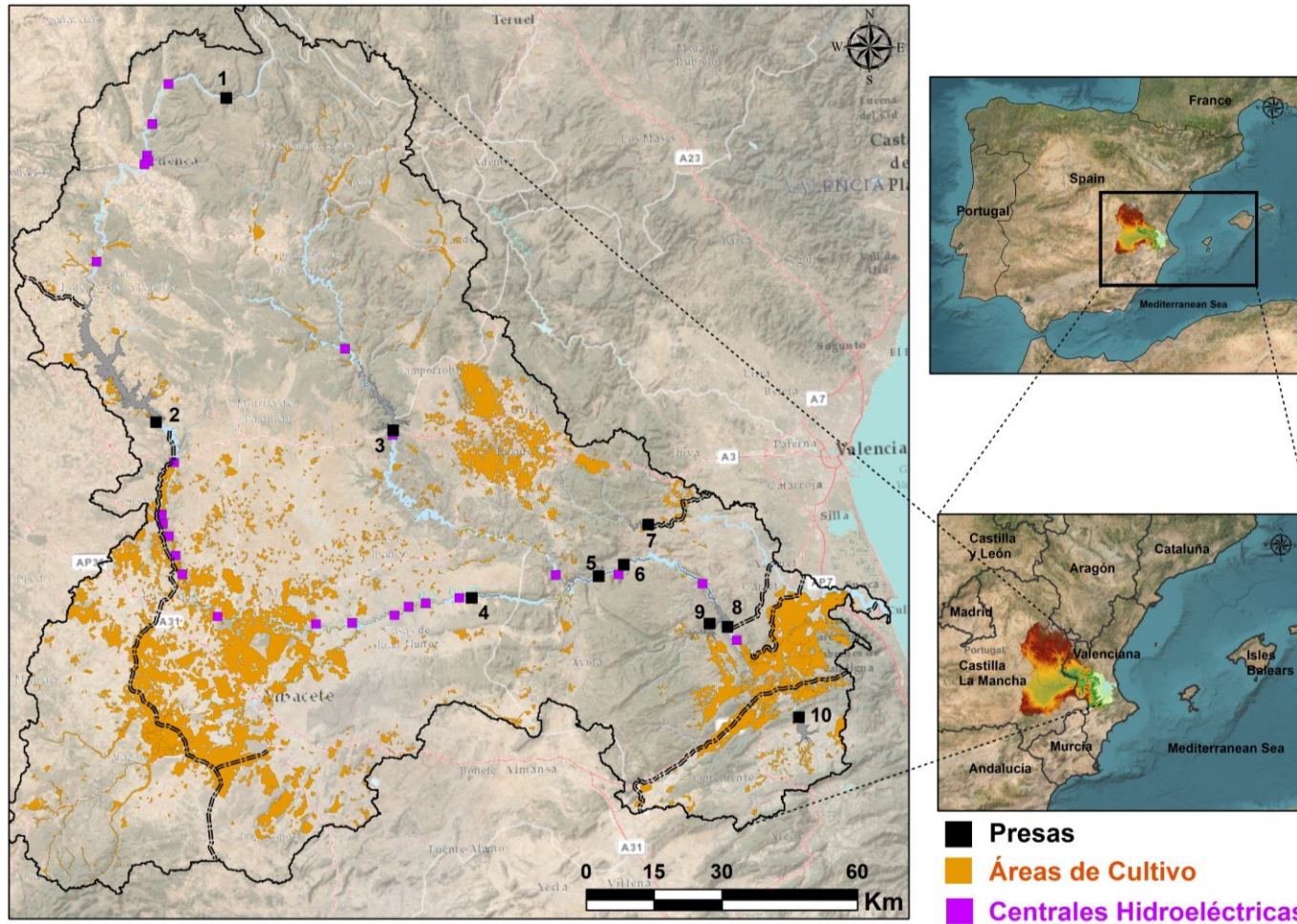
- Área: 22,000 km²
- Clima típicamente mediterráneo, precipitaciones con alta variabilidad



Área de estudio

Cuenca del río Júcar

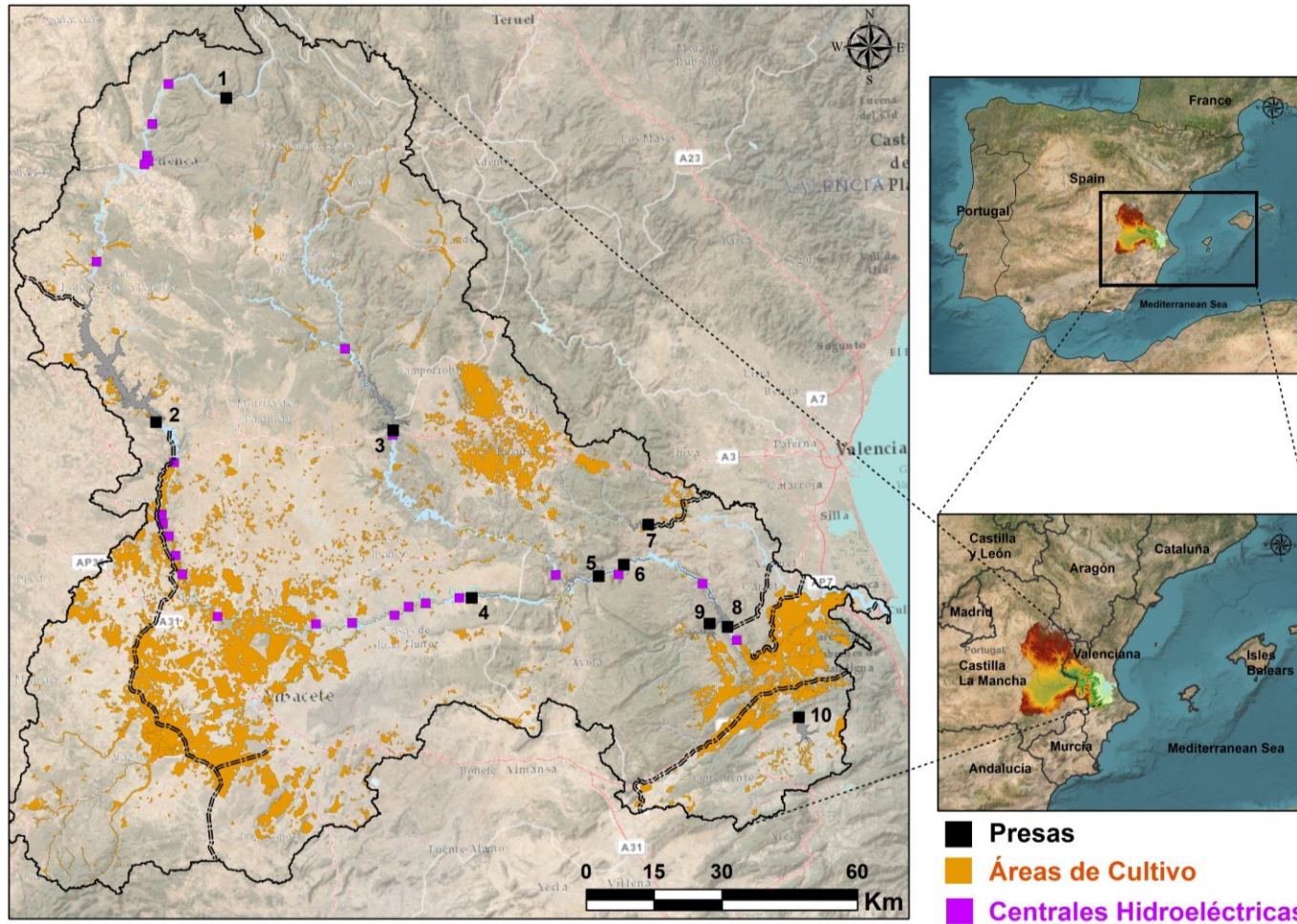
- Área: 22,000 km²
- Clima típicamente mediterráneo, precipitaciones con alta variabilidad
- Altamente antropizada (Embalses, Riego, abastecimiento...)



Área de estudio

Cuenca del río Júcar

- Área: 22,000 km²
- Clima típicamente mediterráneo, precipitaciones con alta variabilidad
- Altamente antropizada (Embalses, Riego, abastecimiento...)
- Déficit hídrico y elevada presión antrópica que agrava los problemas de planificación y operación





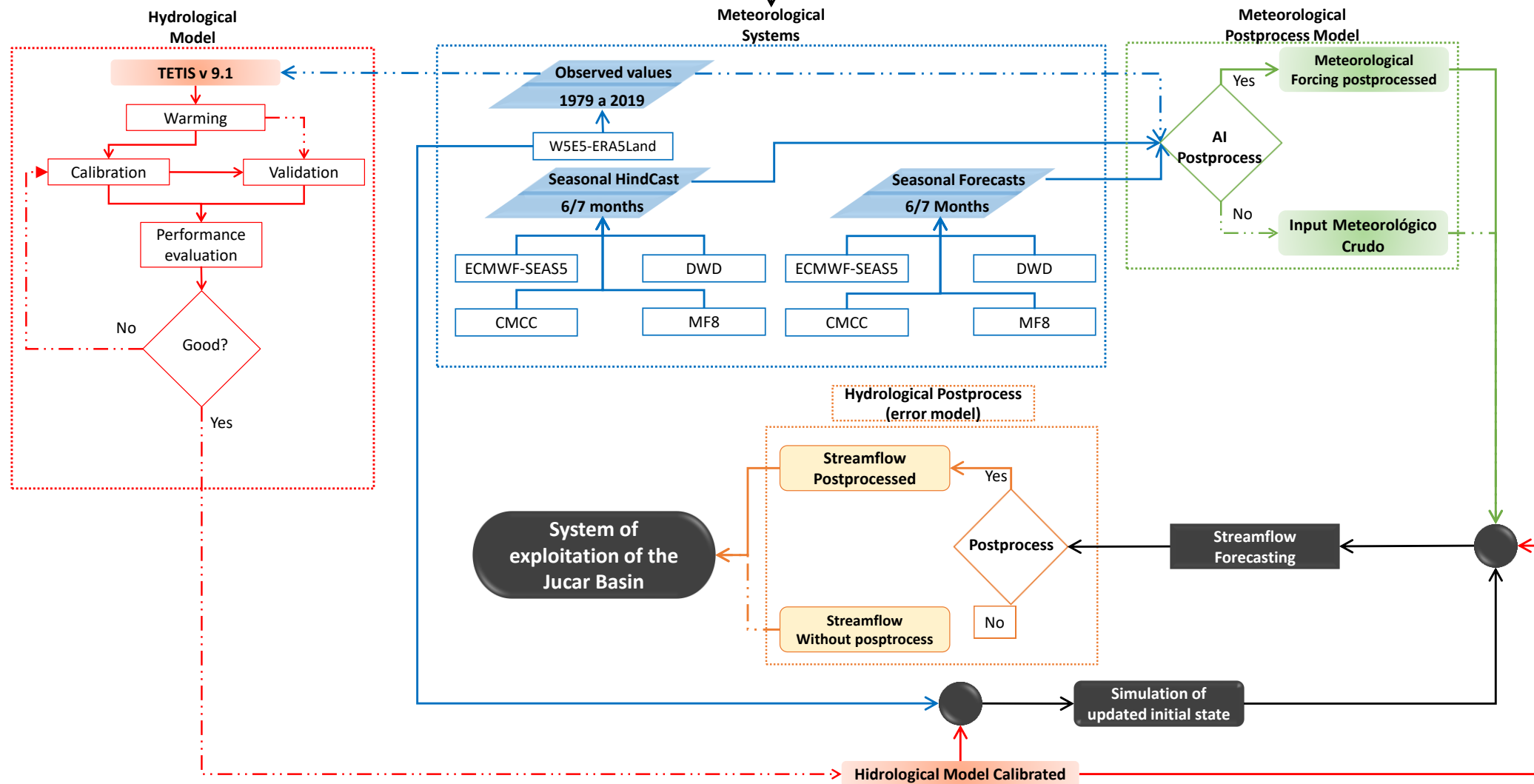
UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



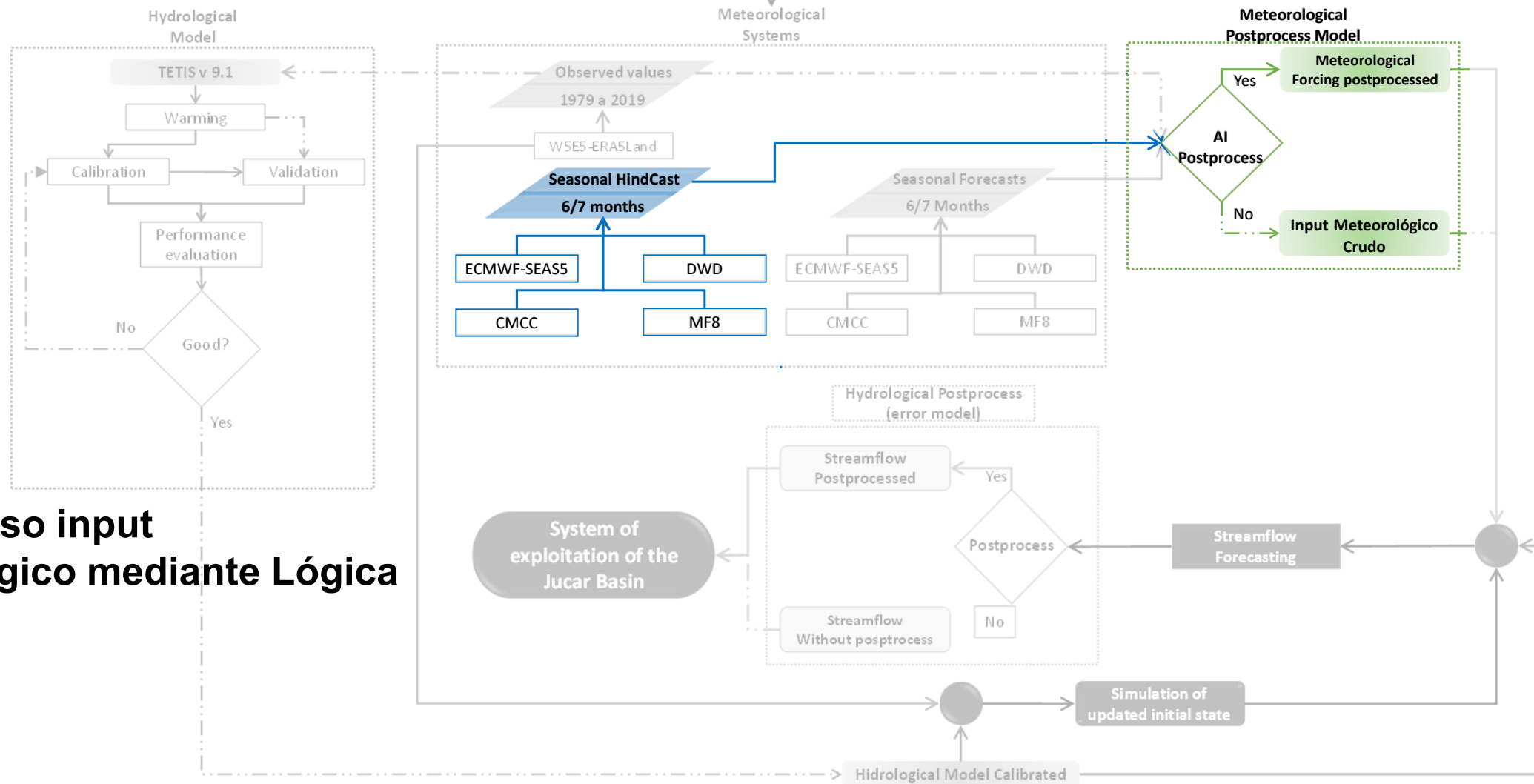
UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

Metodología

Metodología



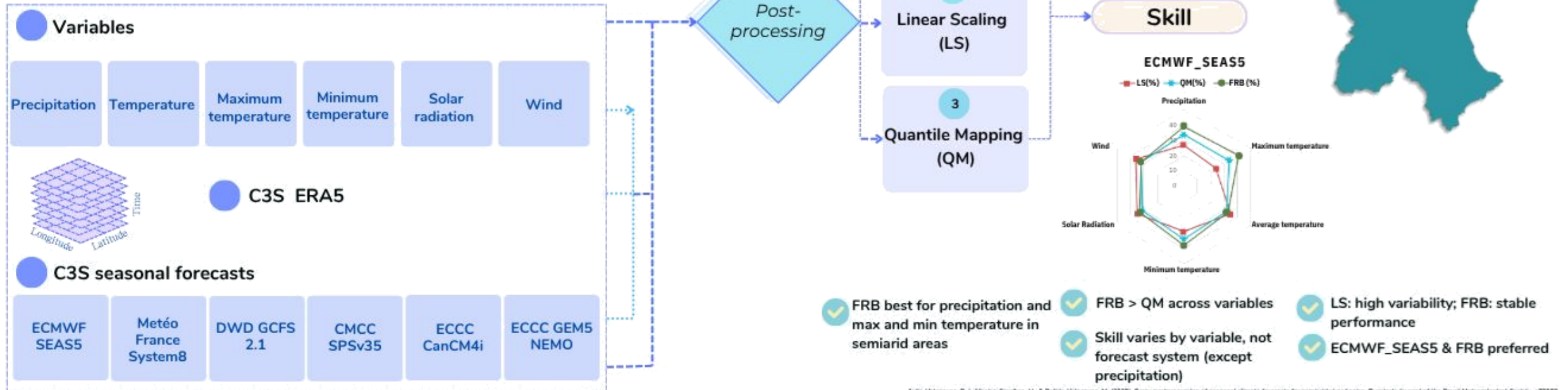
Metodología



**Postproceso input
Meteorológico mediante Lógica
Difusa**

Fuzzy post-processing of seasonal climate forecasts for semiarid river basins

Improving seasonal forecast applicability for extreme event response in the Júcar Basin

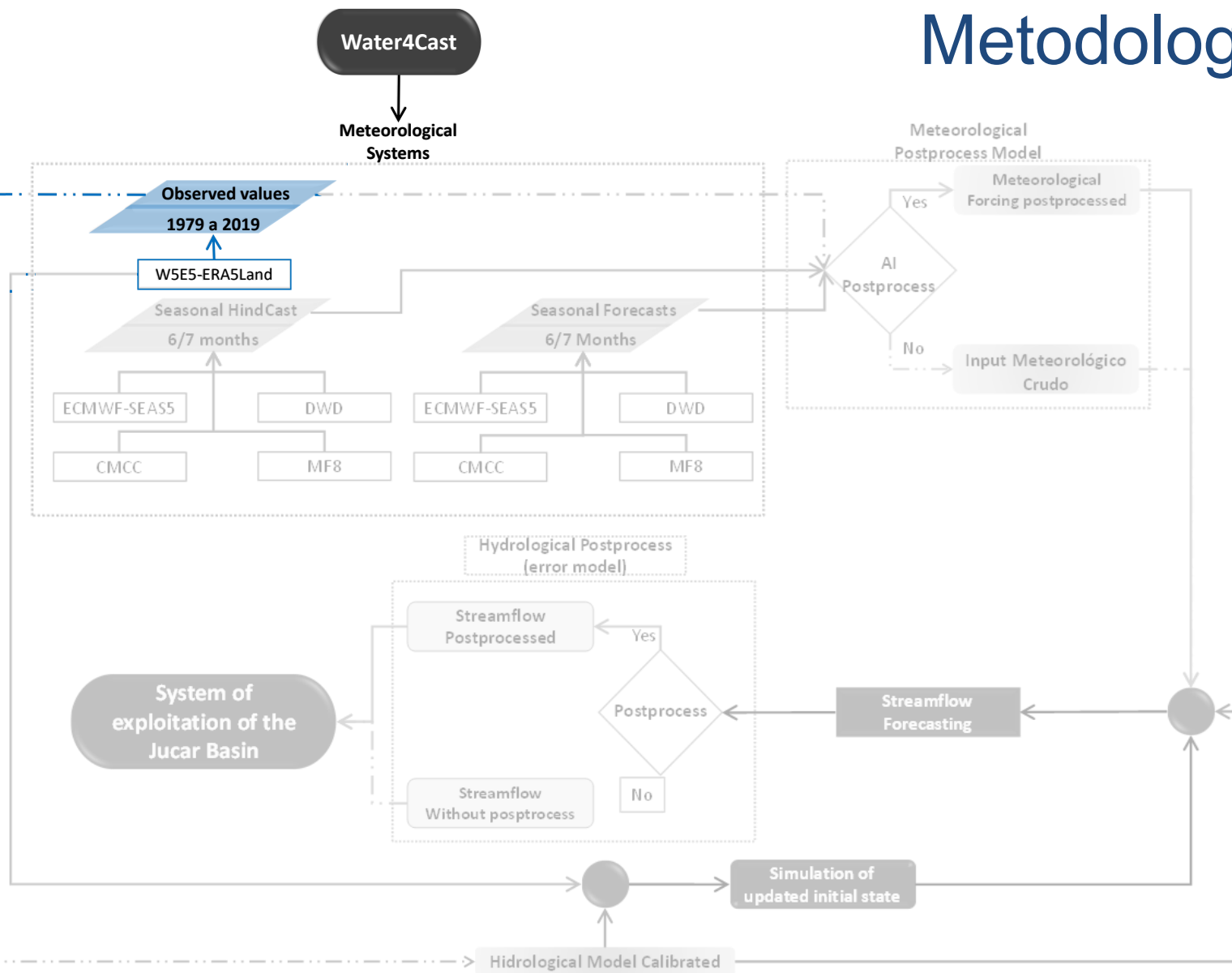
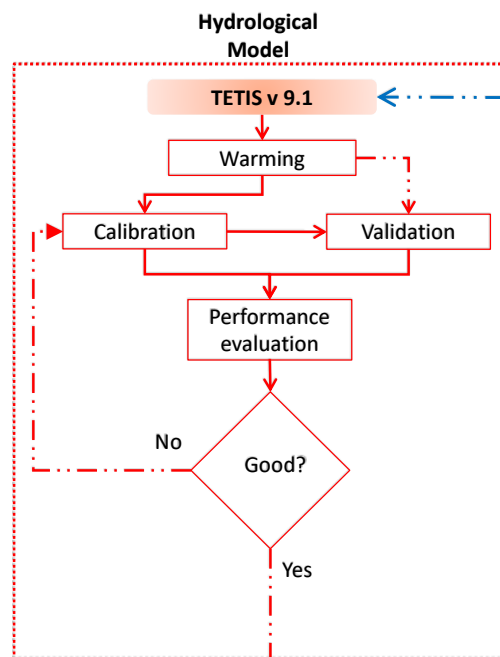


Avila-Velasquez, D. I., Macian-Sorribes, H., & Pulido-Velazquez, M. (2025). Fuzzy postprocessing of seasonal climate forecasts for semiarid river basins. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, e70050.

Source: Avila-Velasquez, D.I., Macian-Sorribes, H. & Pulido-Velazquez, M. (2025) Fuzzy postprocessing of seasonal climate forecasts for semiarid river basins. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, e70050. Available from: <https://doi.org/10.1002/qj.70050>

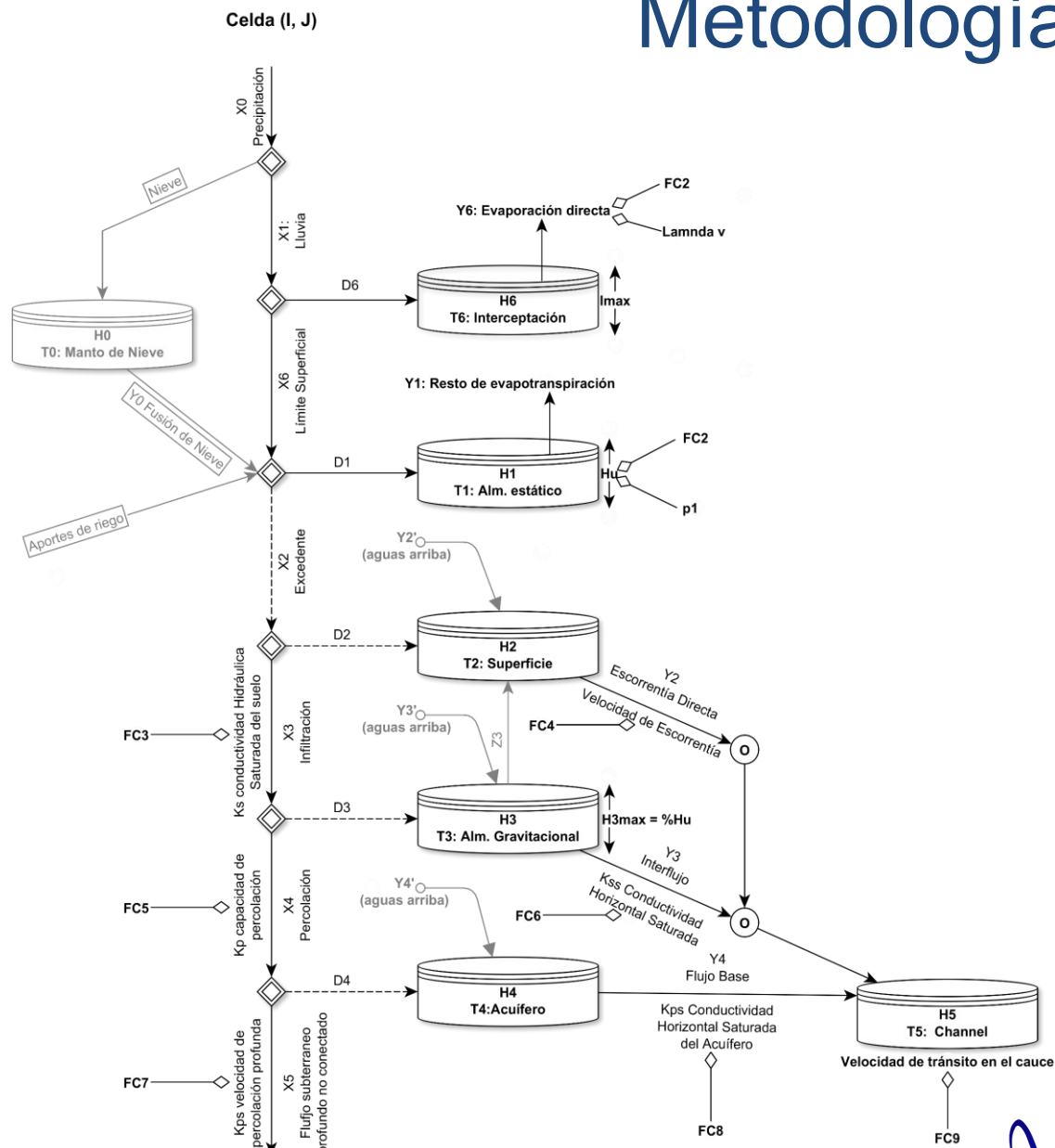
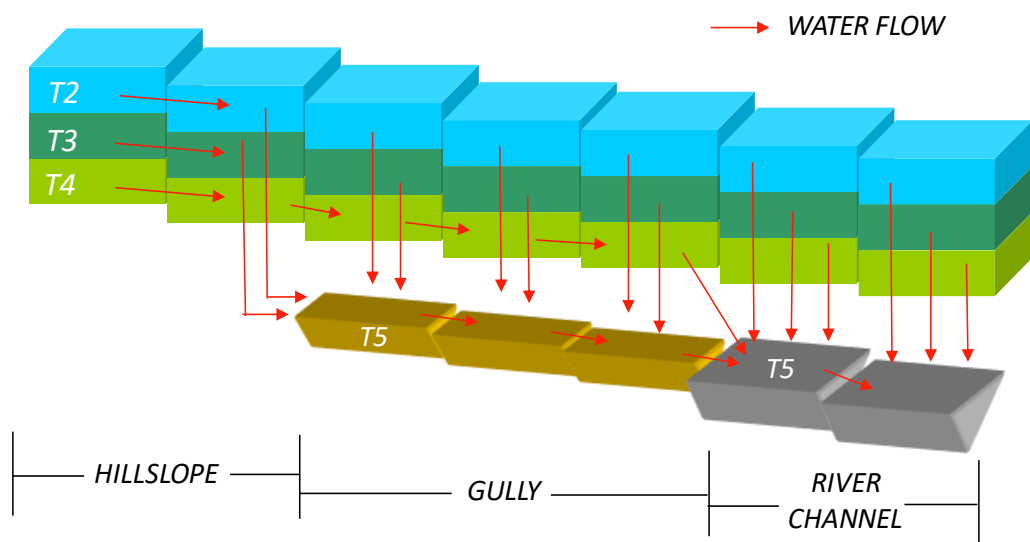
Metodología

Calibración del modelo hidrológico

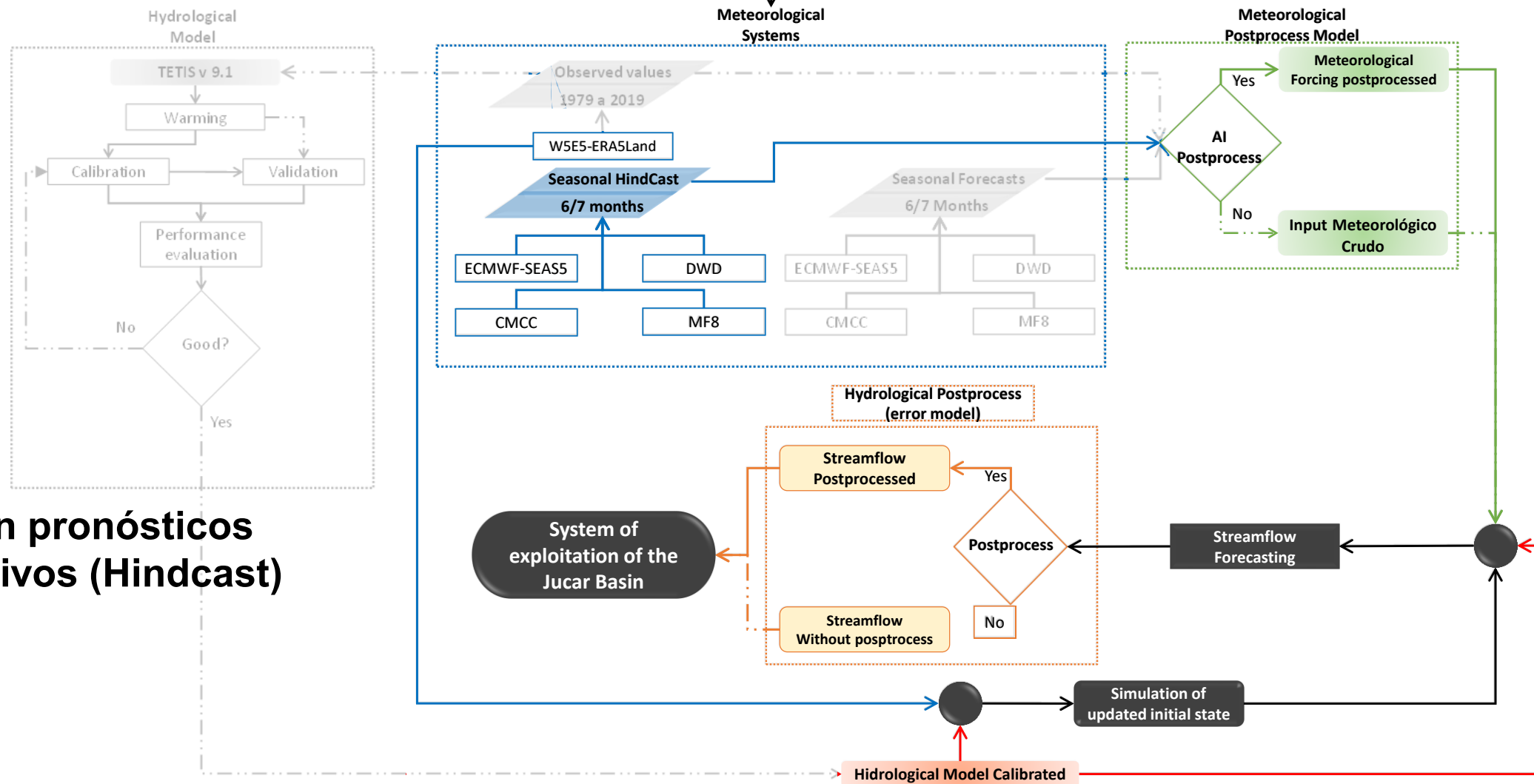


TETIS v9.1

- Modelo hidro-ecológico integral
- Modelo conceptual
- **Distribuido** en el espacio
- Estructura parsimoniosa de **parámetros efectivos**

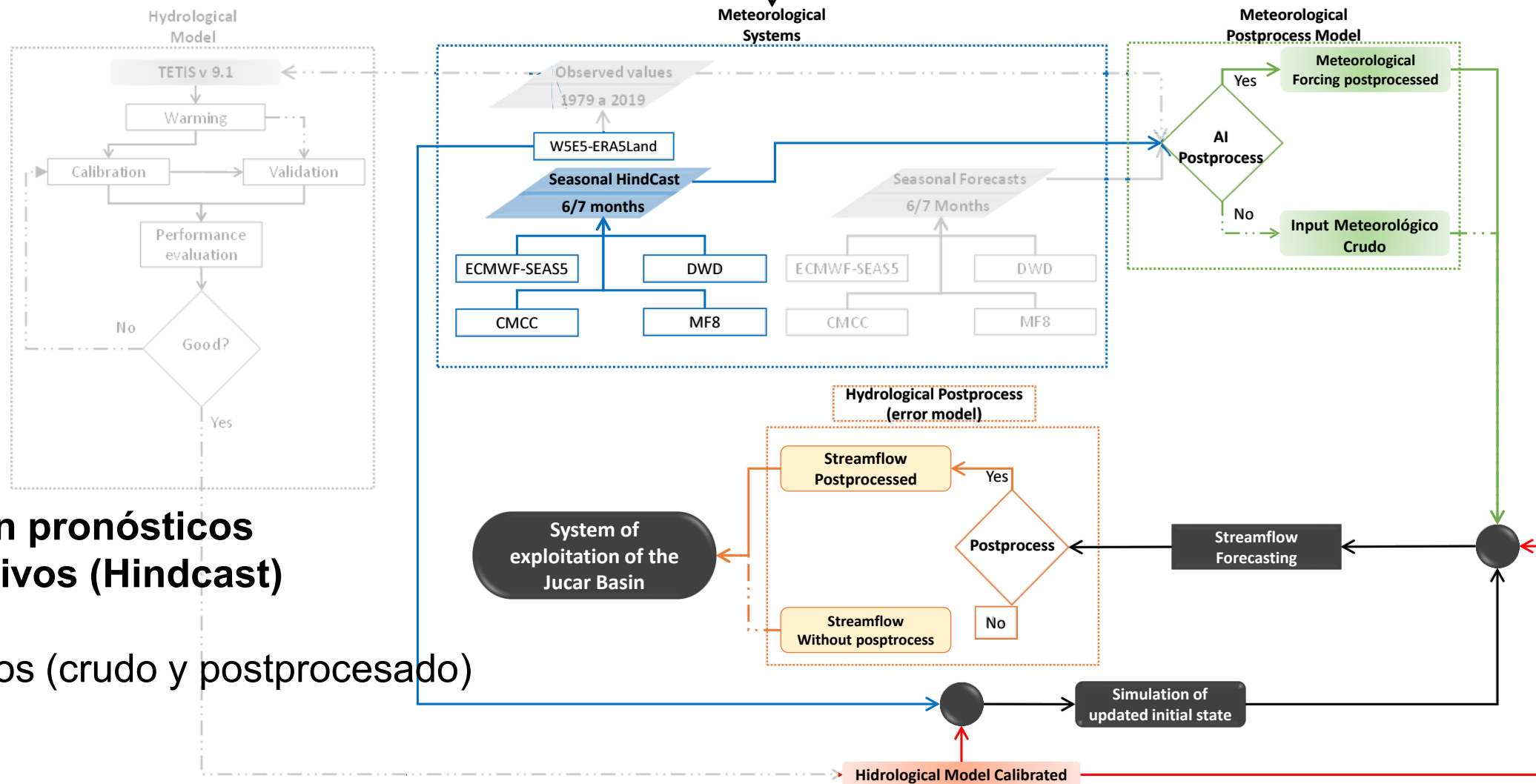


Metodología



**Simulación pronósticos
retrospectivos (Hindcast)
4 Modelos**

Metodología

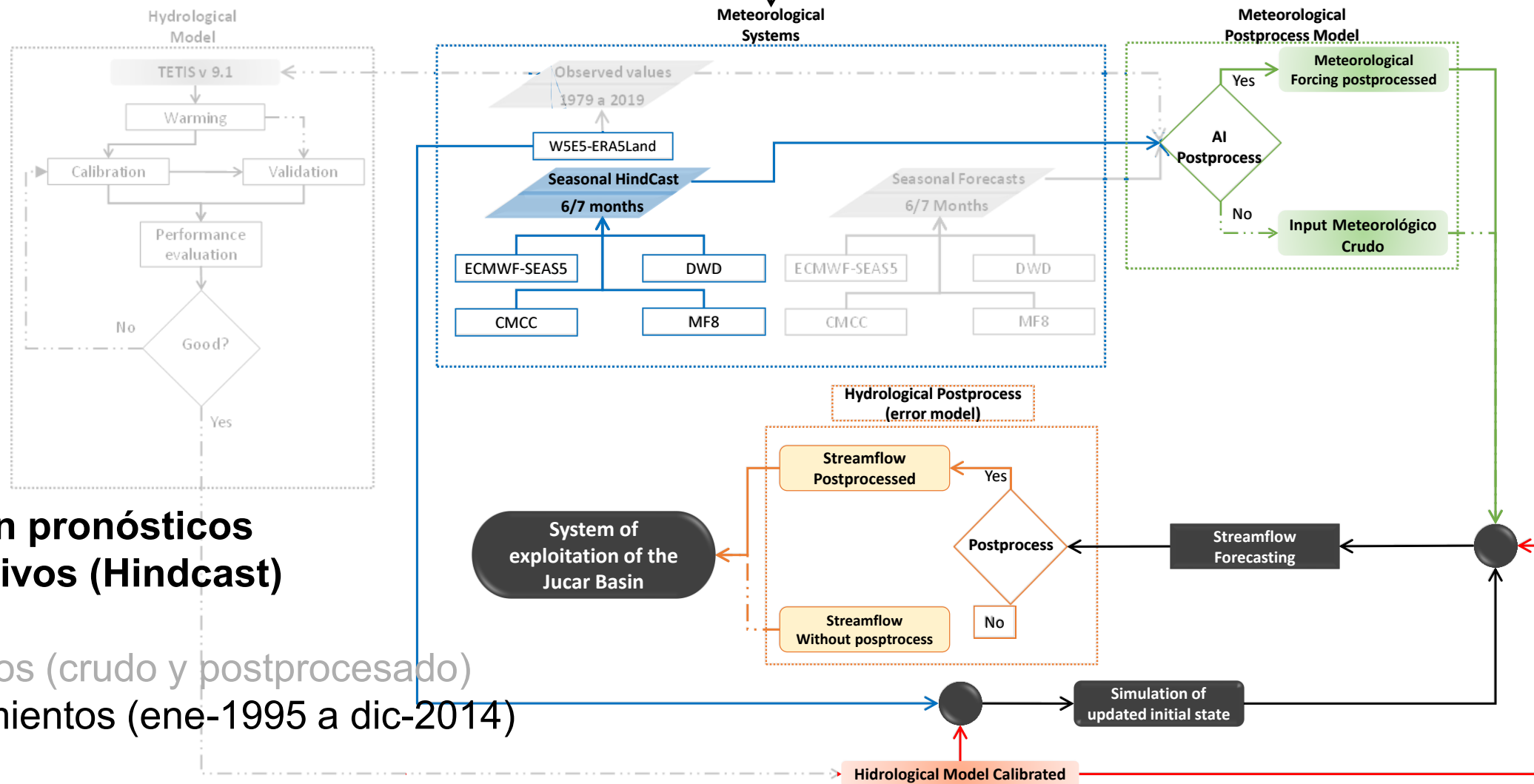


Simulación pronósticos retrospectivos (Hindcast)

4 Modelos

2 Escenarios (crudo y postprocesado)

Metodología



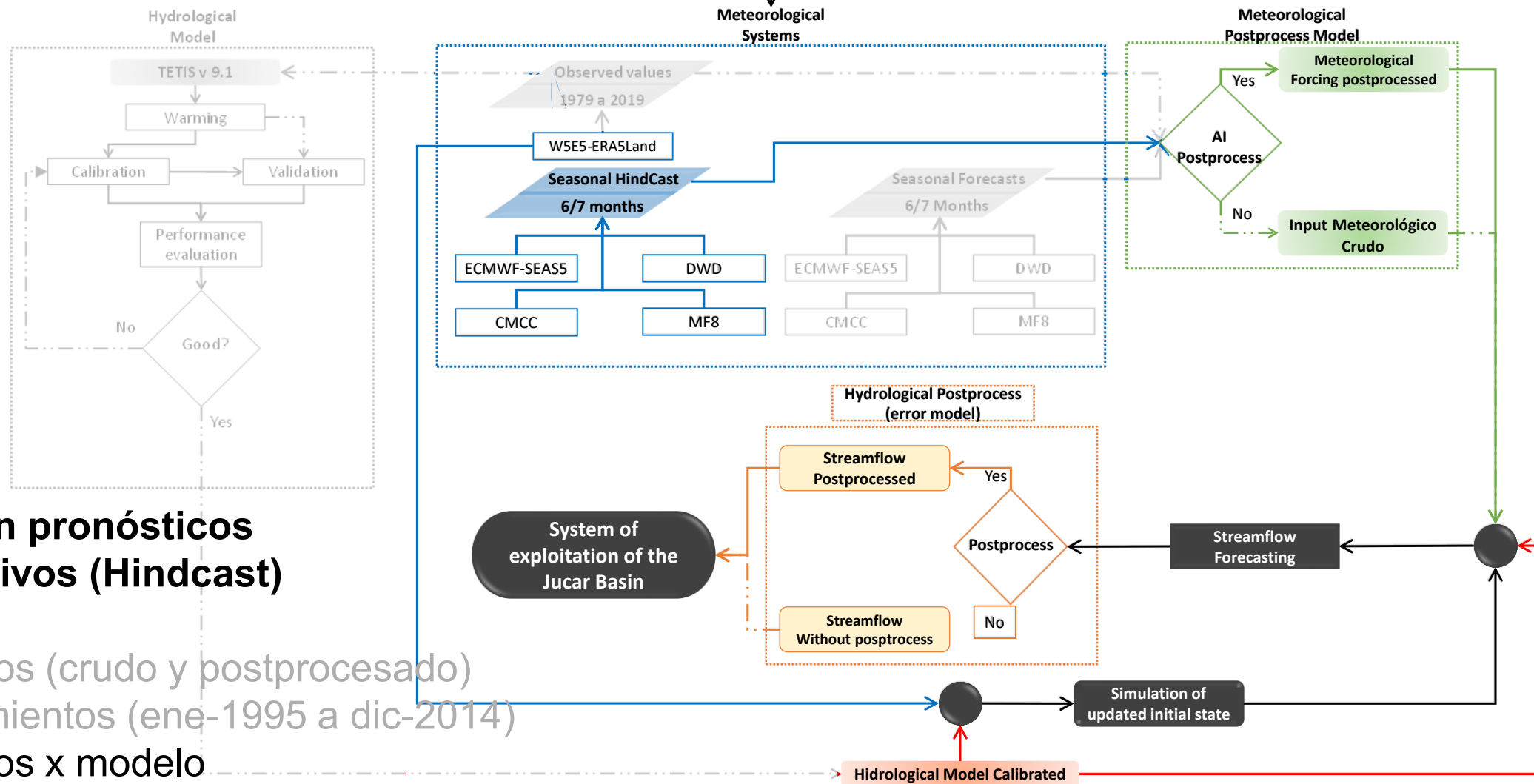
Simulación pronósticos retrospectivos (Hindcast)

4 Modelos

2 Escenarios (crudo y postprocesado)

240 lanzamientos (ene-1995 a dic-2014)

Metodología



Simulación pronósticos retrospectivos (Hindcast)

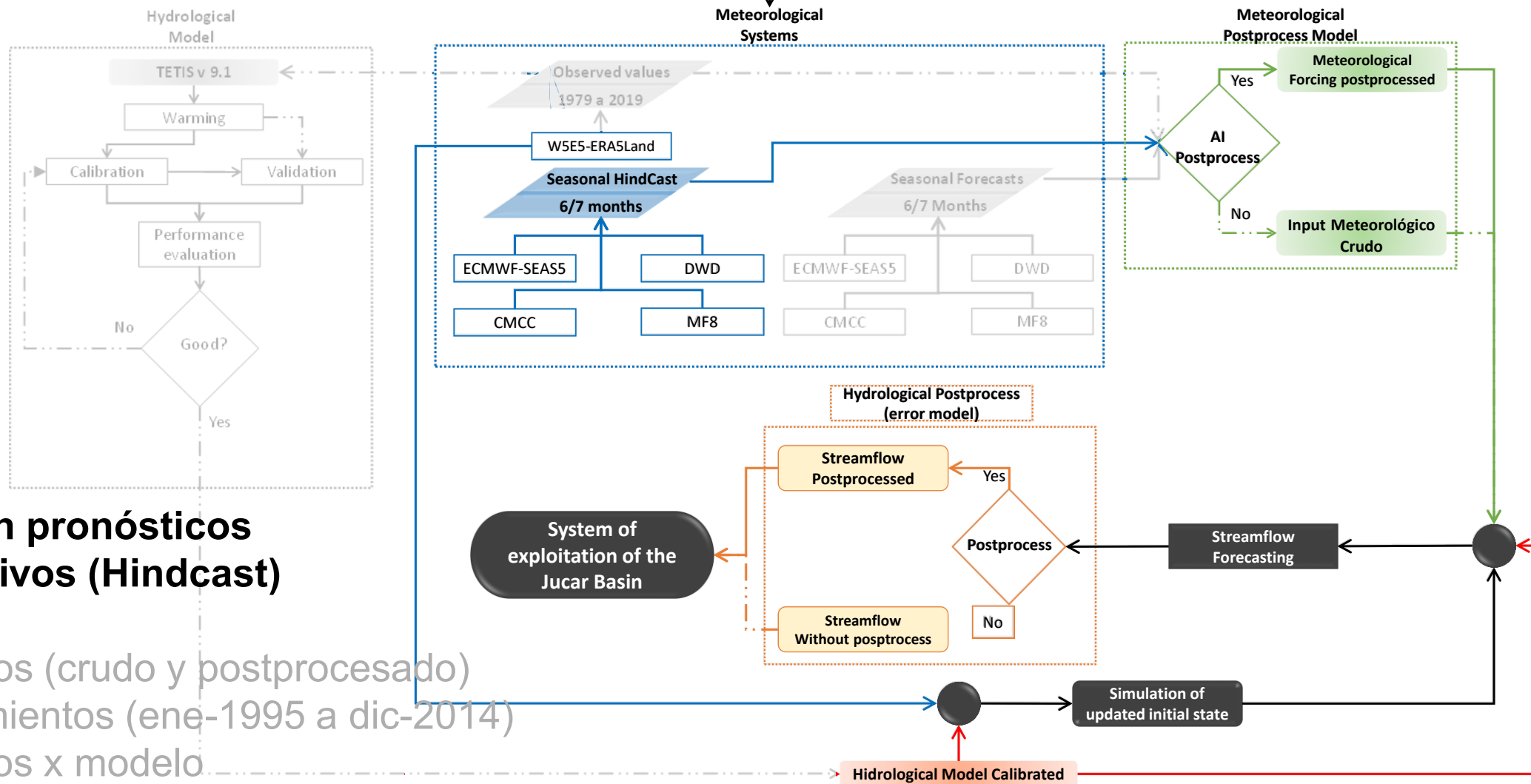
4 Modelos

2 Escenarios (crudo y postprocesado)

240 lanzamientos (ene-1995 a dic-2014)

30 Miembros x modelo

Metodología



Simulación pronósticos retrospectivos (Hindcast)

4 Modelos

2 Escenarios (crudo y postprocesado)

240 lanzamientos (ene-1995 a dic-2014)

30 Miembros x modelo

Total 57.600 simulaciones



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

Resultados



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

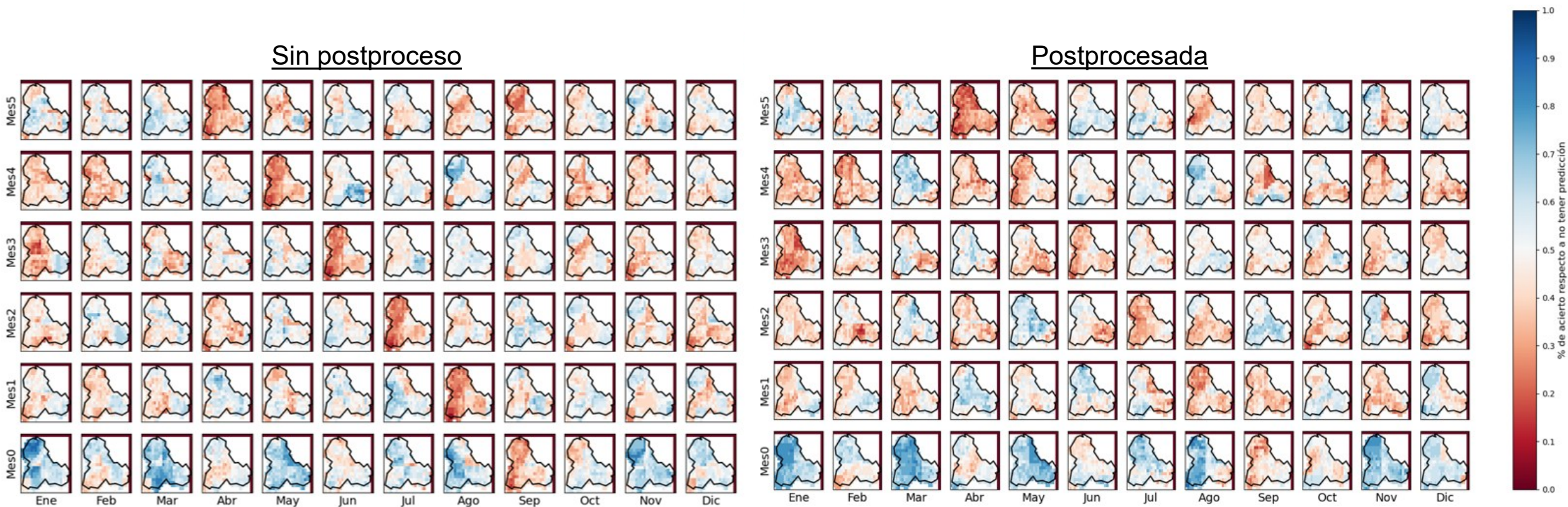
Resultados

Habilidad del modelo postproceso meteorológico

Habilidad del modelo postproceso meteorológico

Sin postproceso

Postprocesada



Predicciones meteorológicas de **precipitación** del sistema **ECWF-SEAS5**.

Los colores azules indican porcentajes de skill mayores del 50% y los rojos menores del 50%



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

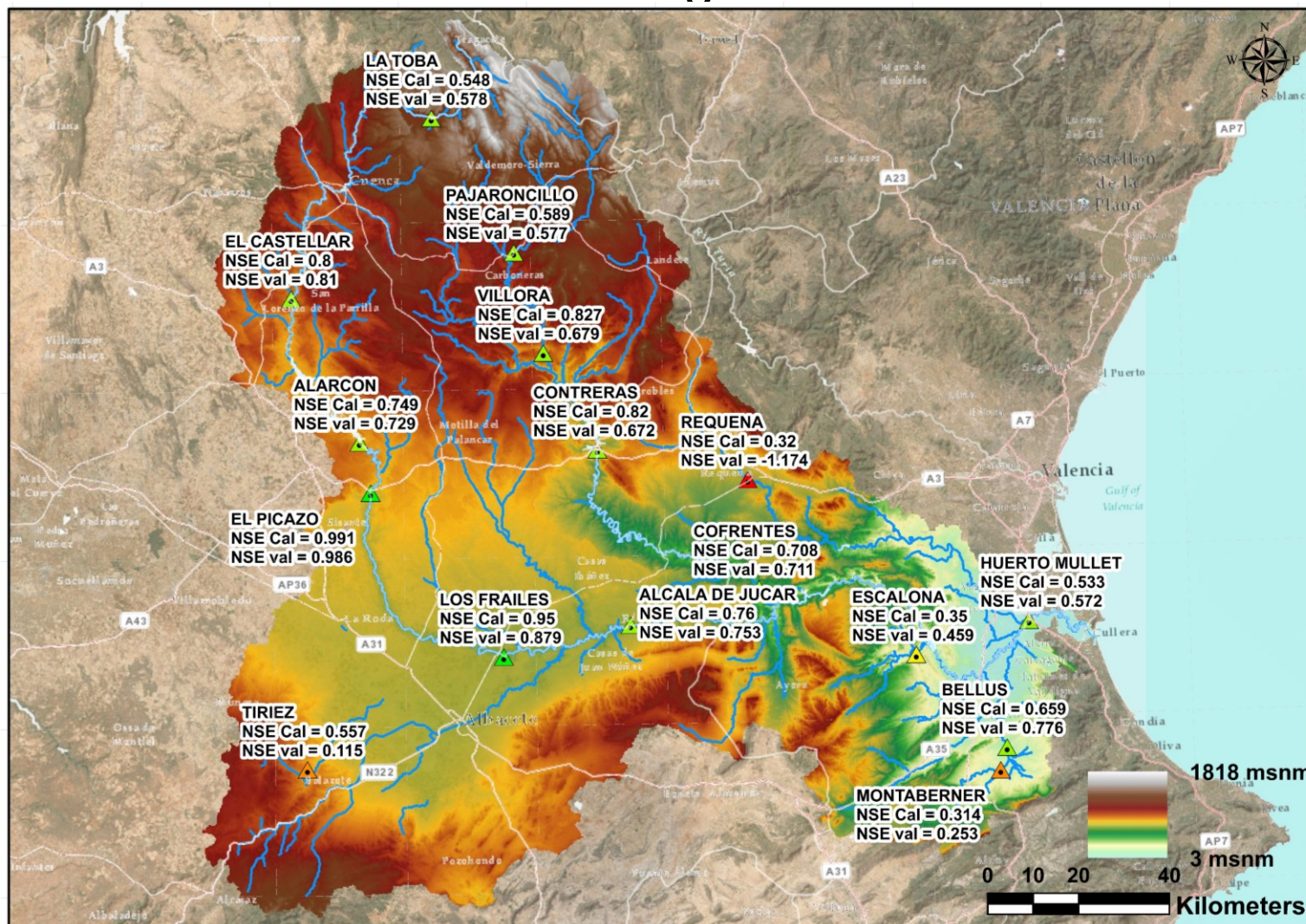


UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

Resultados

Calibración-Validación del modelo hidrológico

Calibración-Validación del modelo hidrológico





UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



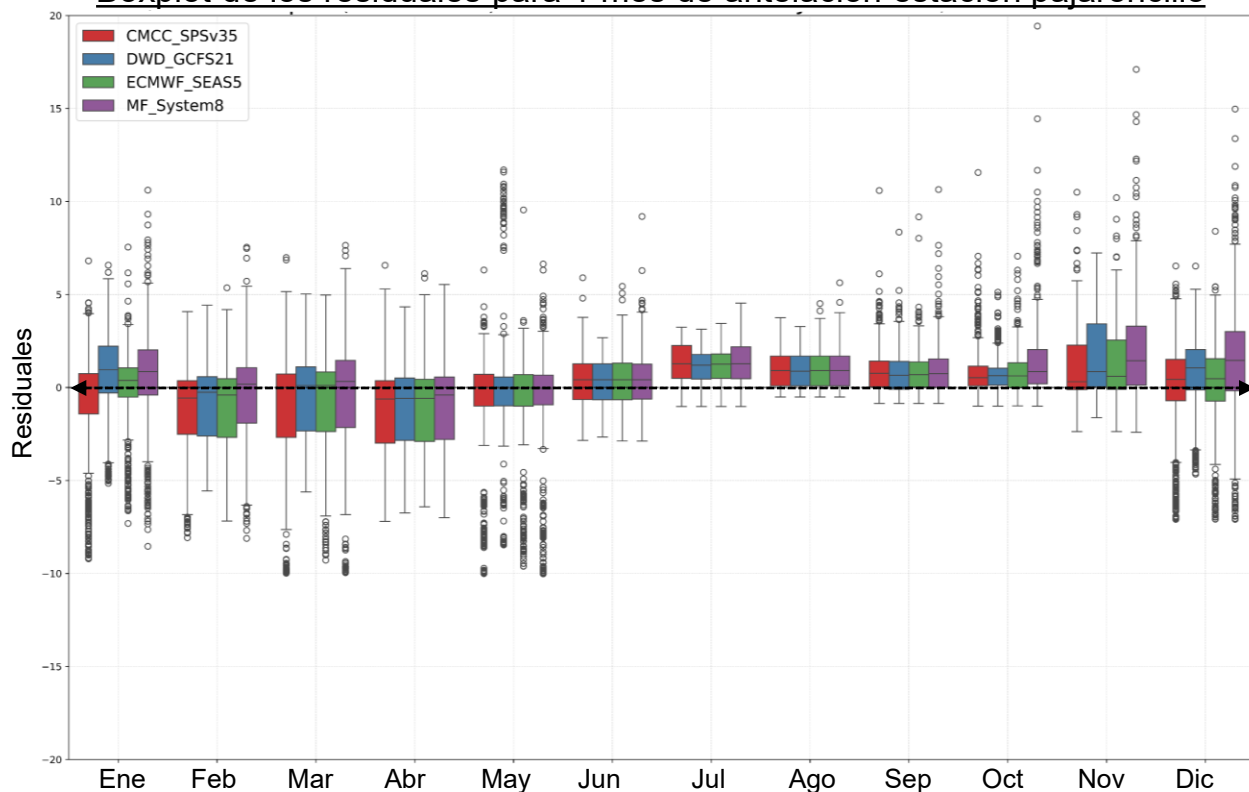
UNIVERSIDAD
**PABLO
OLAVIDE**
SEVILLA

Resultados

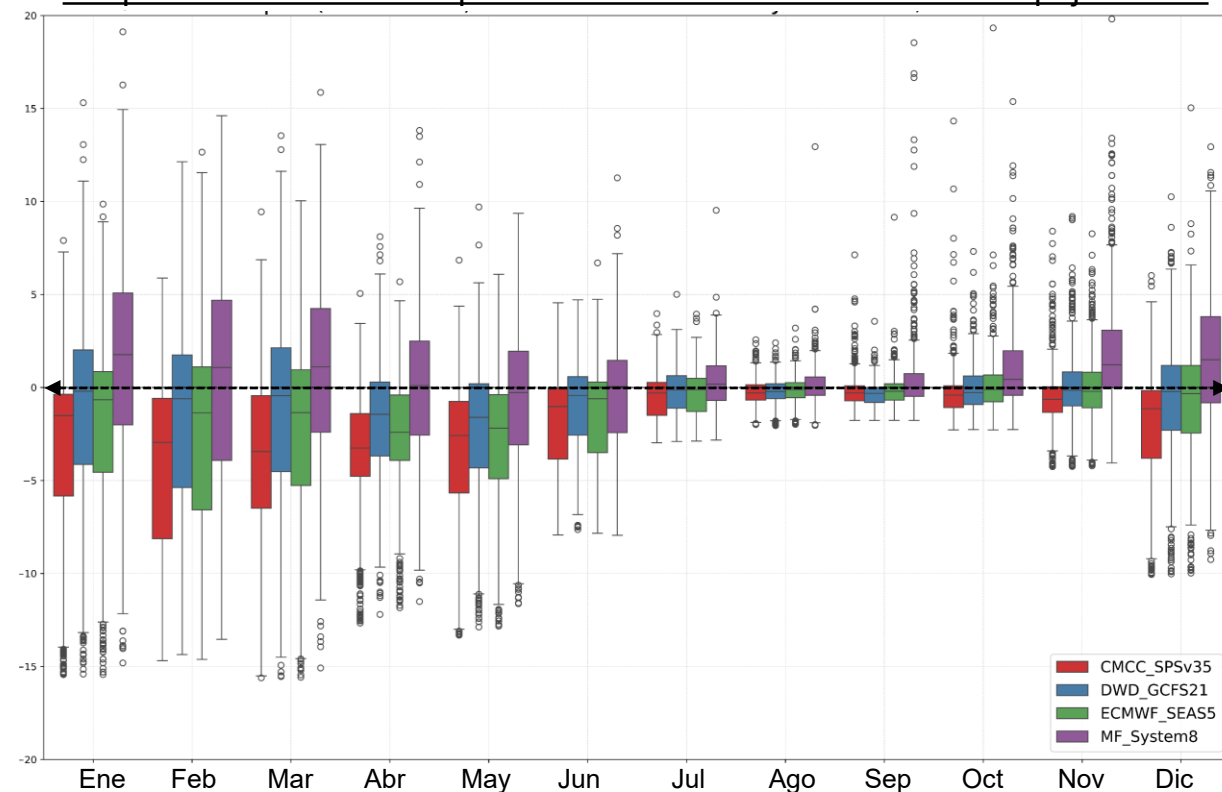
Evaluación de los residuales de los pronósticos retrospectivos

Evaluación de los residuales de los pronósticos retrospectivos

Boxplot de los residuales para 1 mes de antelación estación pajaroncillo

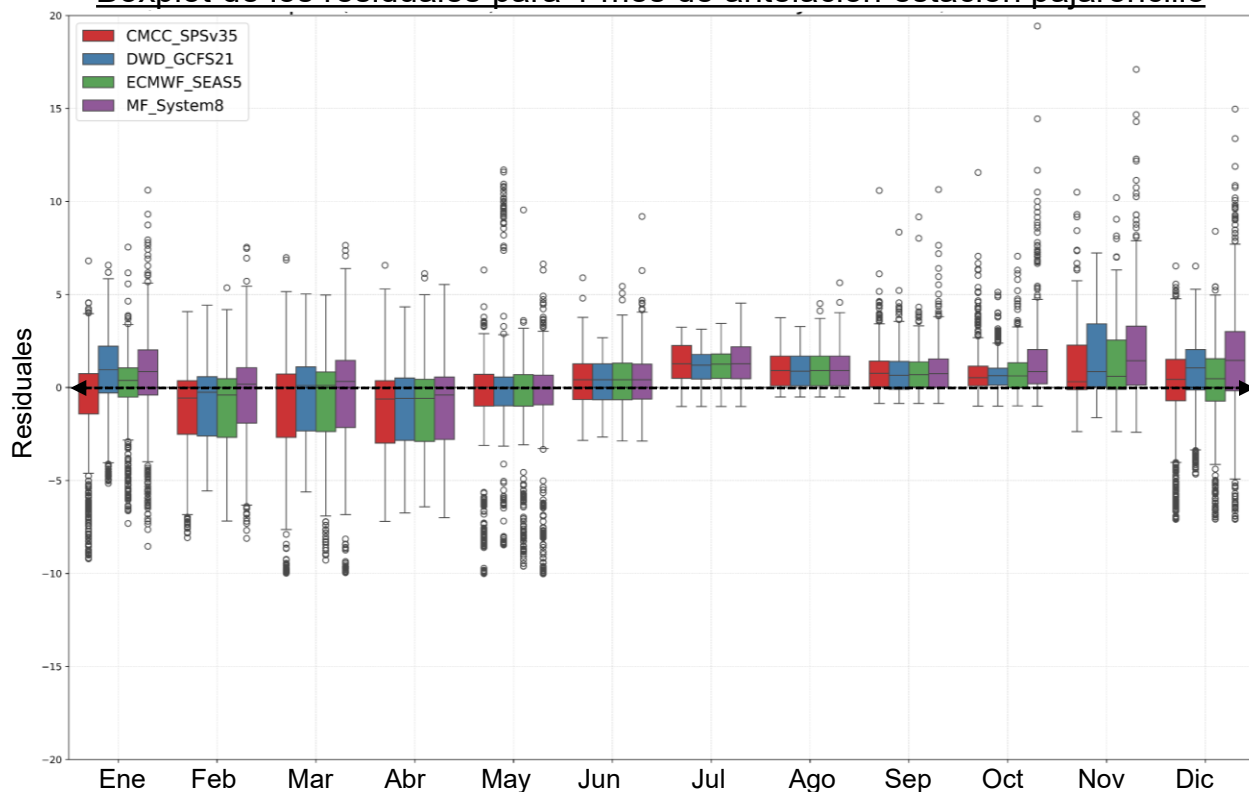


Boxplot de los residuales para 6 meses de antelación estación pajaroncillo

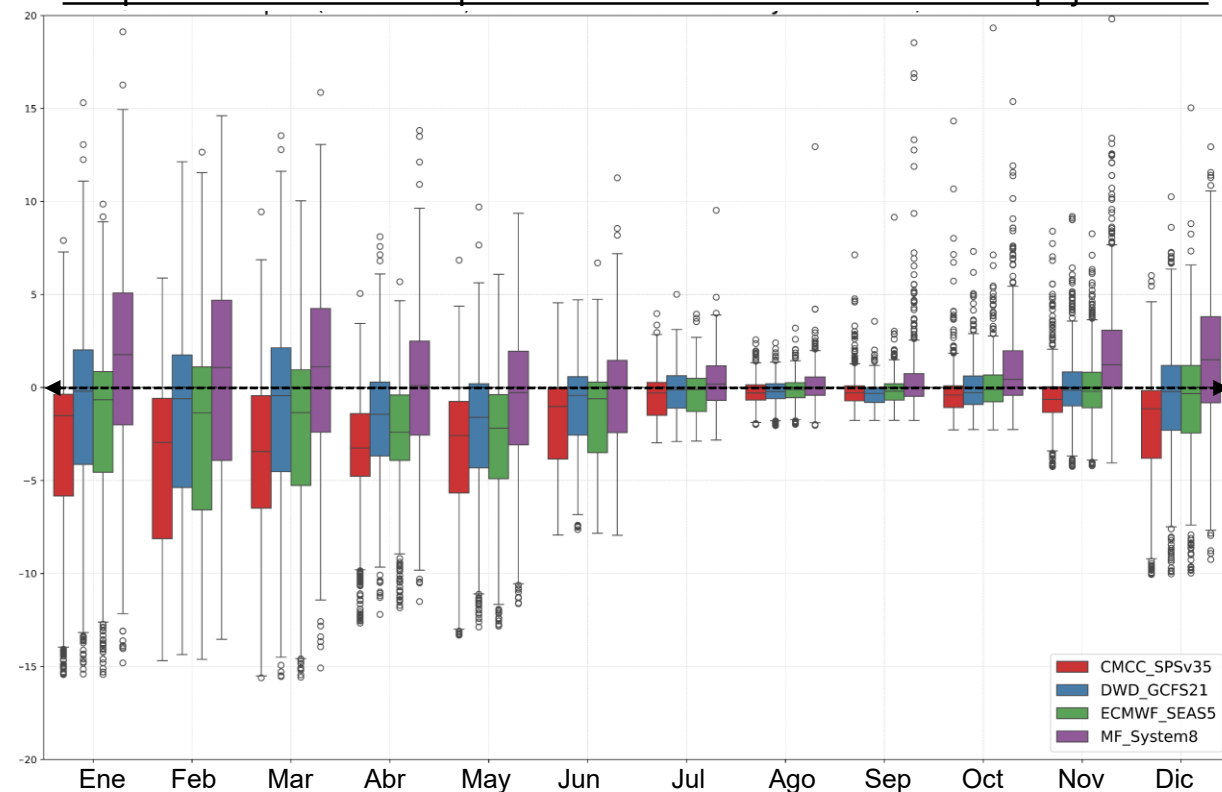


Evaluación de los residuales de los pronósticos retrospectivos

Boxplot de los residuales para 1 mes de antelación estación pajaroncillo



Boxplot de los residuales para 6 meses de antelación estación pajaroncillo

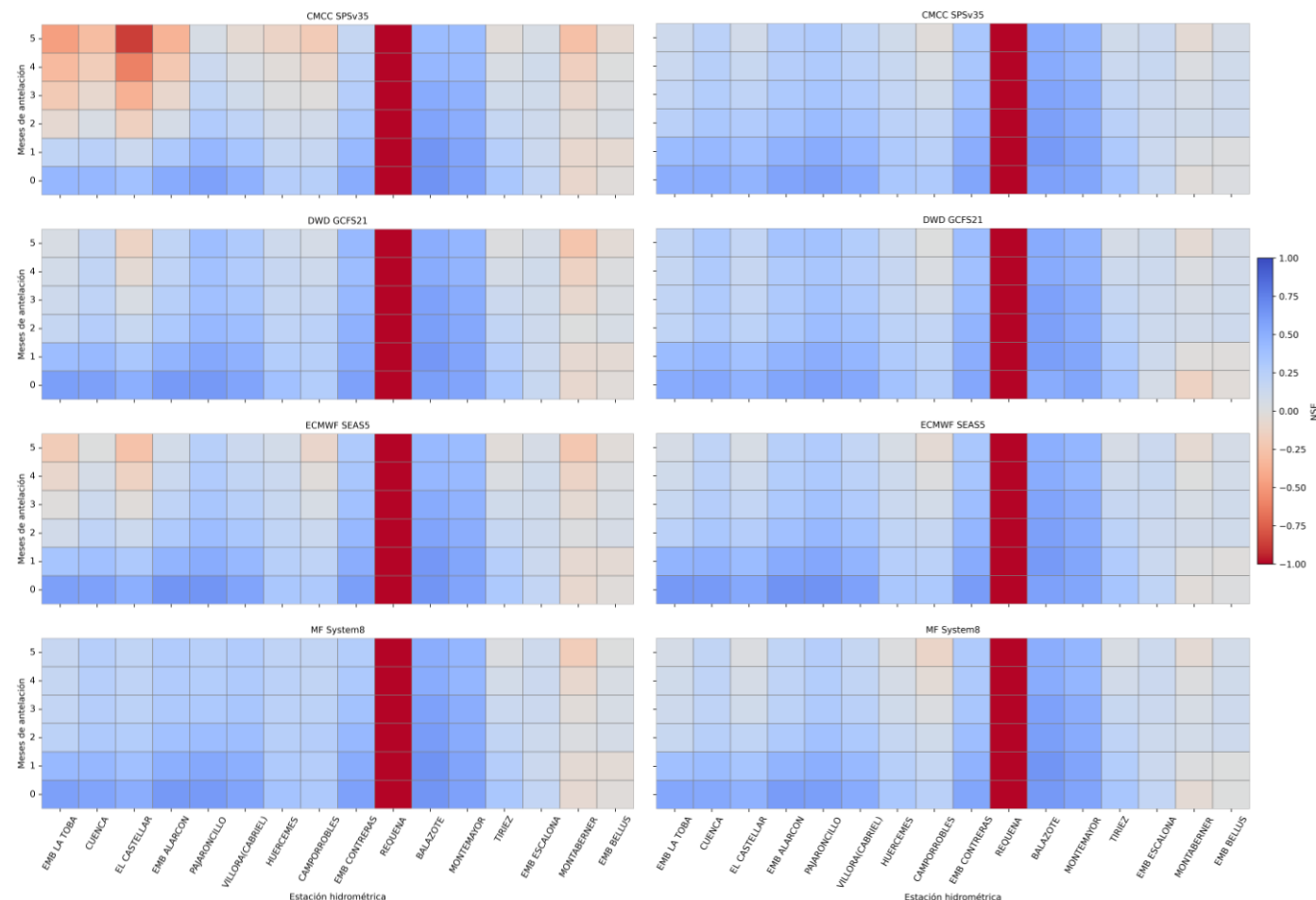


Ya que la **mediana** de los residuales es **cercana a cero**, posiblemente es un **buen estimador del conjunto**

Análisis de los caudales simulados (mediana del conjunto) para cada escenario

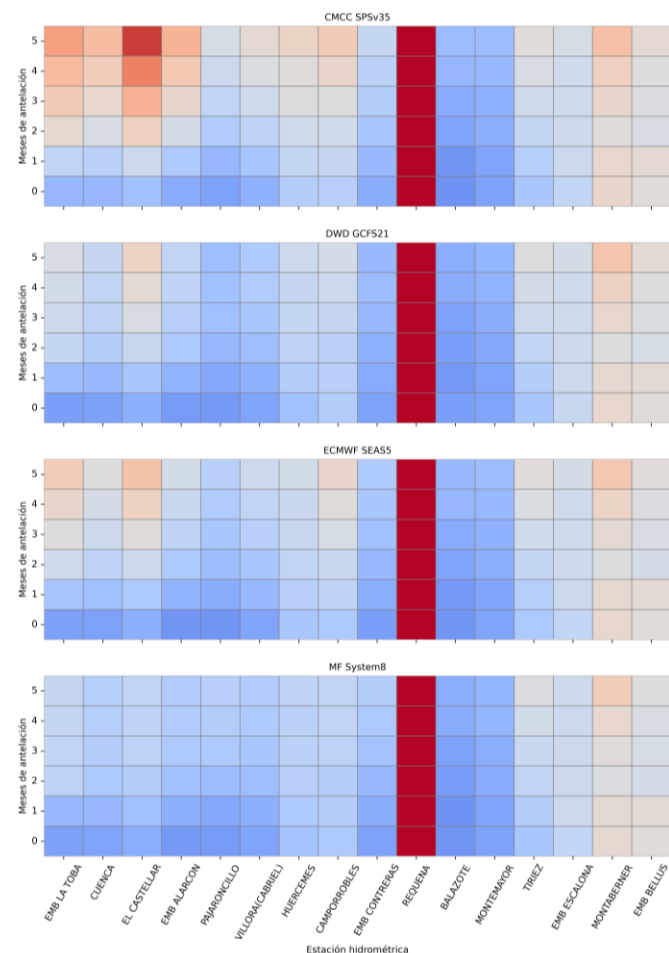
Meteo cruda – Hidro cruda

Meteo ajustada – Hidro cruda

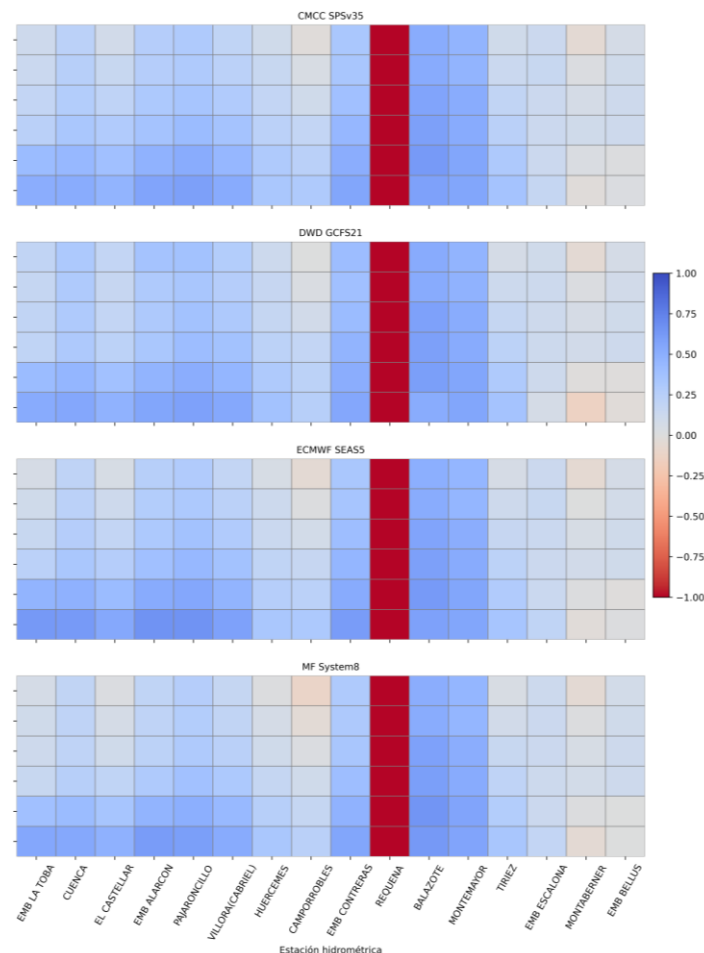


Análisis de los caudales simulados (mediana del conjunto) para cada escenario

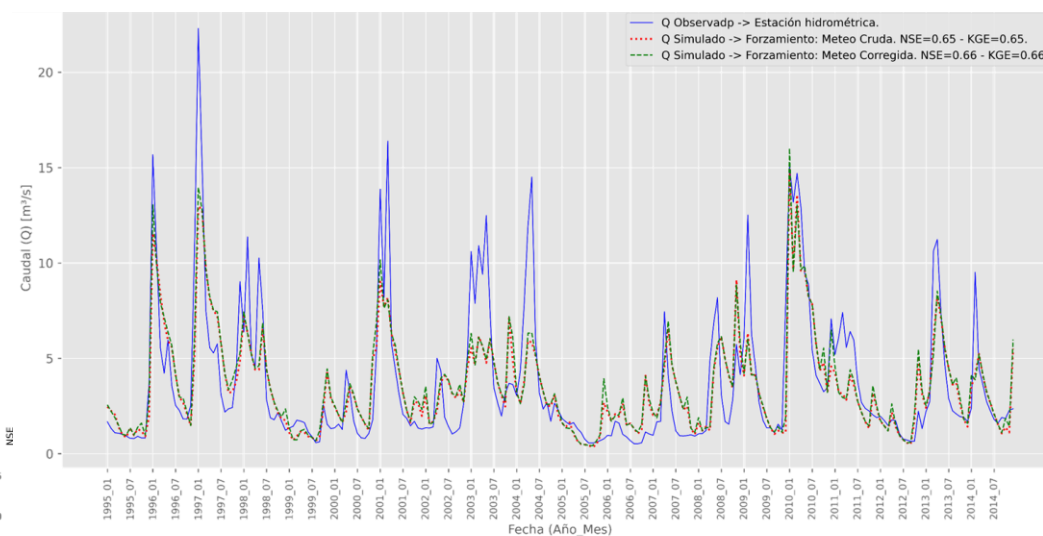
Meteo cruda – Hidro cruda



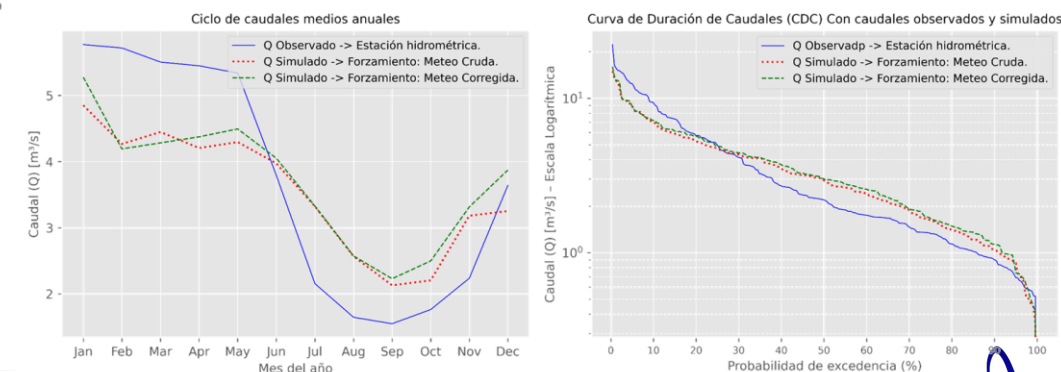
Meteo ajustada – Hidro cruda



Mediana del conjunto 1 mes de antelación

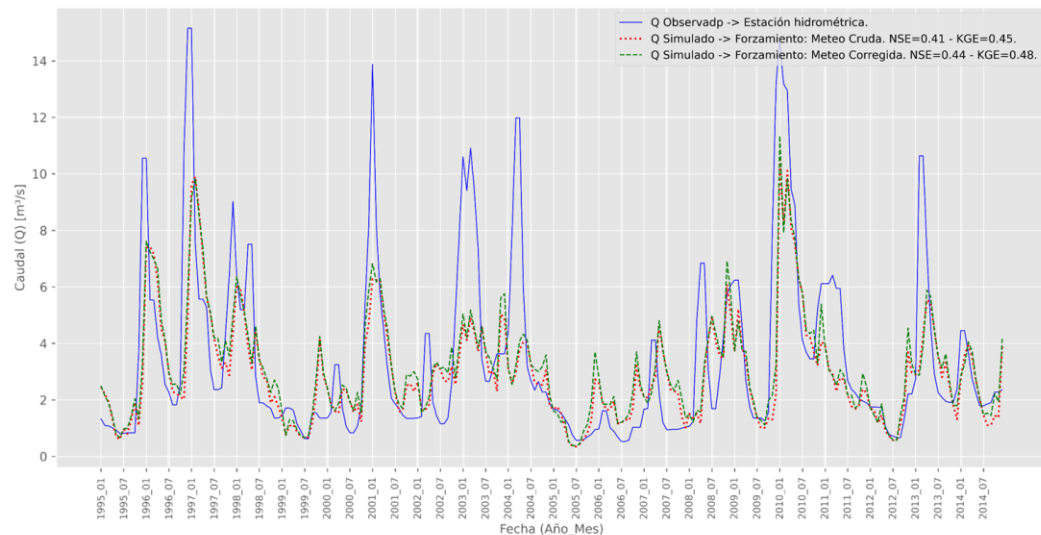


Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5



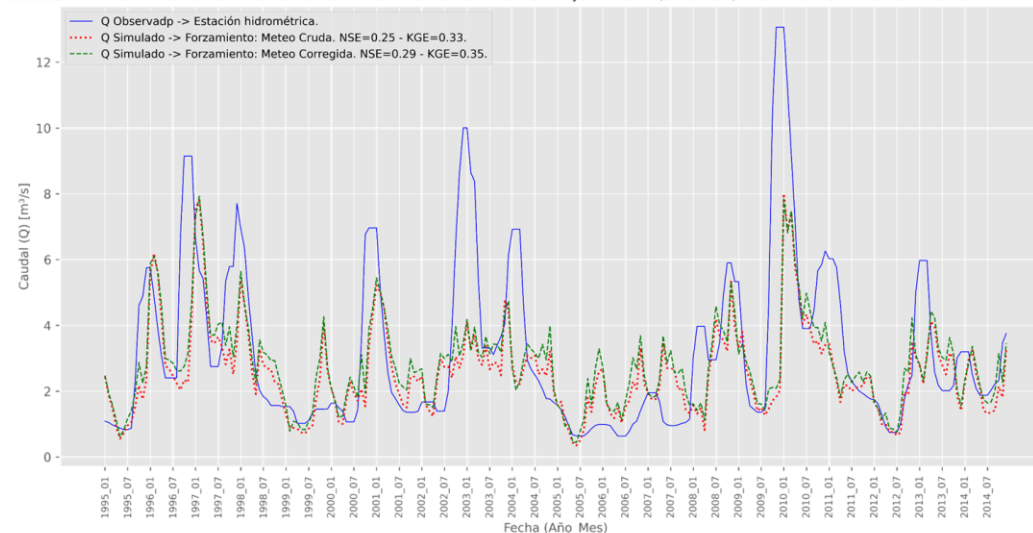
Análisis de los caudales simulados (mediana del conjunto) para cada escenario

Mediana del conjunto promediada a 3 meses los subsecuentes

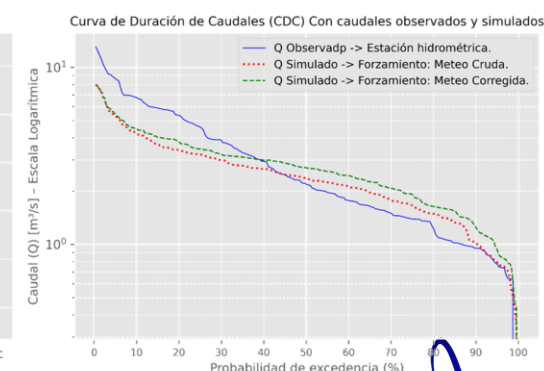
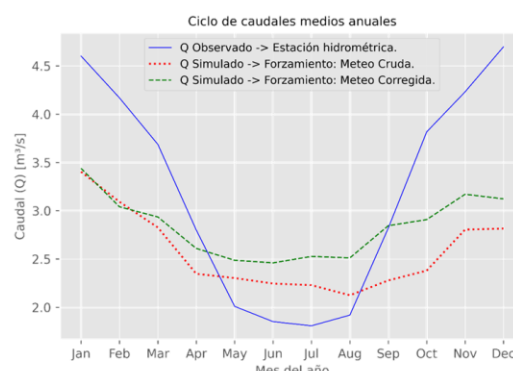
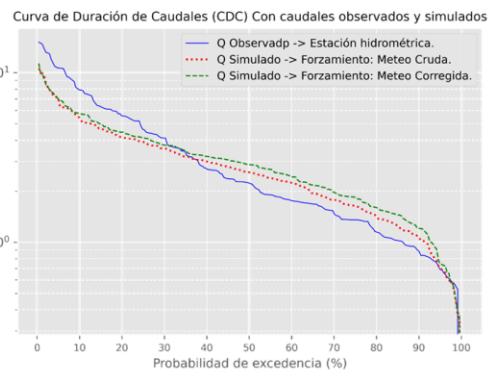
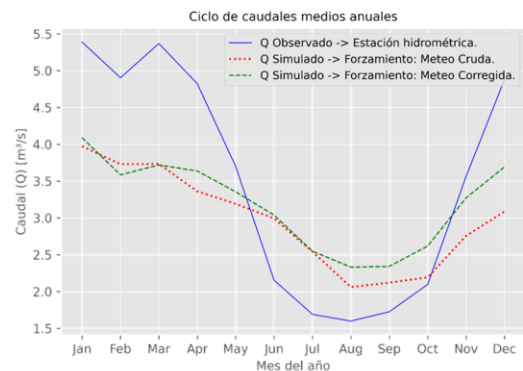


Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5

Mediana del conjunto promediada a 6 meses a los subsecuentes



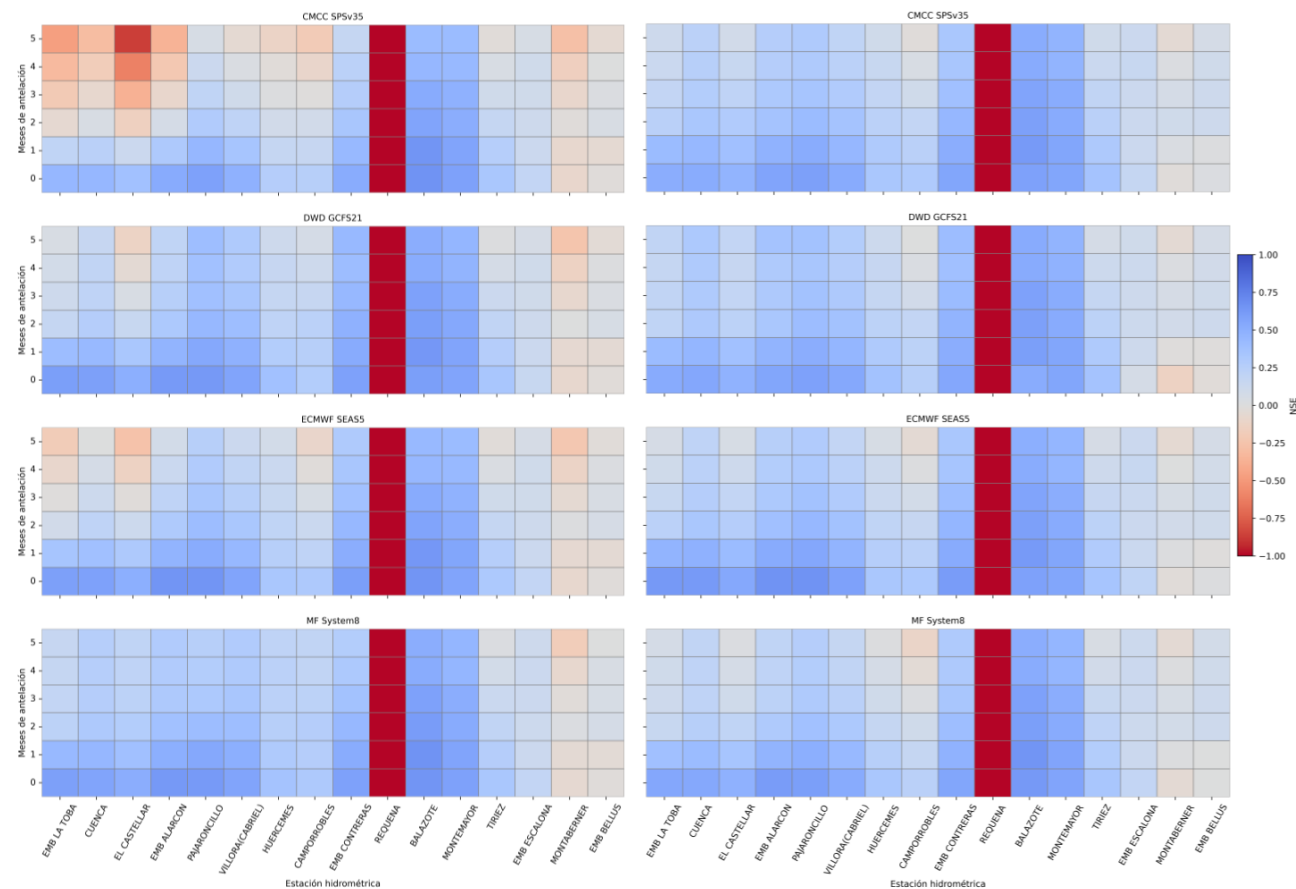
Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5



Análisis de los caudales simulados (mediana del conjunto) para cada escenario

Meteo cruda – Hidro cruda

Meteo ajustada – Hidro cruda



Si corregimos el sesgo en hidrología, ¿mejora el resultado?

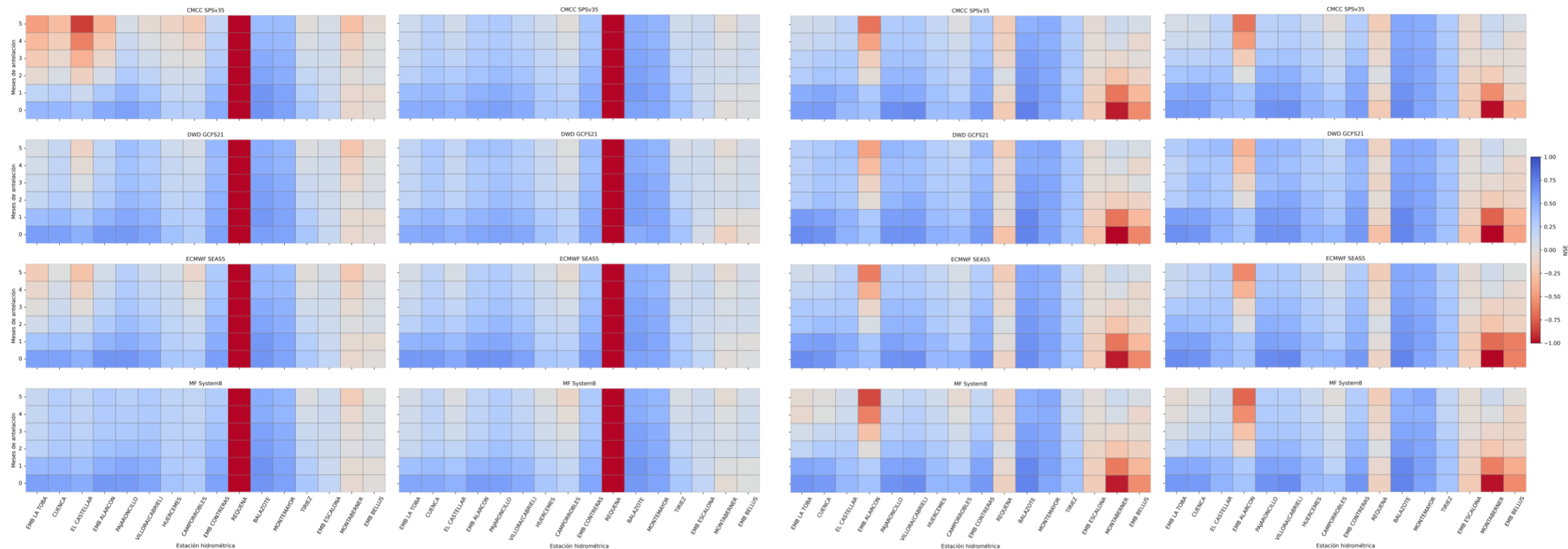
Análisis de los caudales simulados (mediana del conjunto) para cada escenario

Meteo cruda – Hidro cruda

Meteo ajustada – Hidro cruda

Meteo cruda – Hidro ajustada

Meteo ajustada – Hidro ajustda



**Corrección de sesgo sobre la mediana del conjunto
mediante Mapeo de Cuantiles**

Resultados

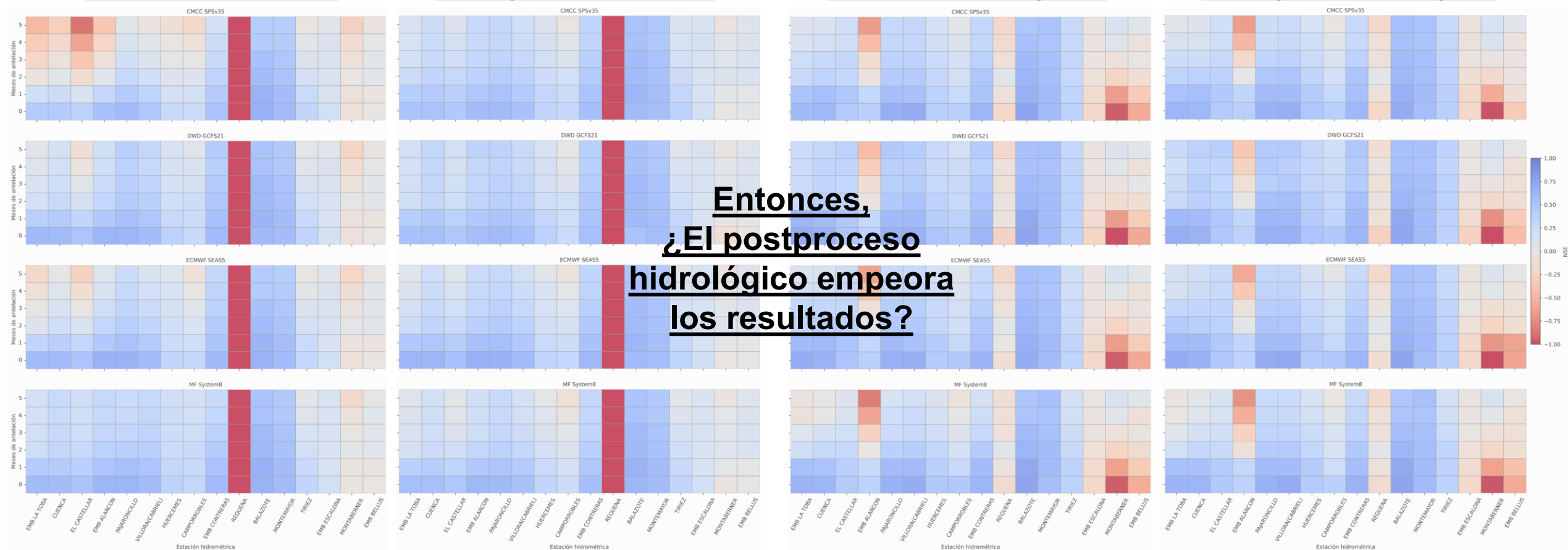
Análisis de los caudales simulados (mediana del conjunto) para cada escenario

Meteo cruda – Hidro cruda

Meteo ajustada – Hidro cruda

Meteo cruda – Hidro ajustada

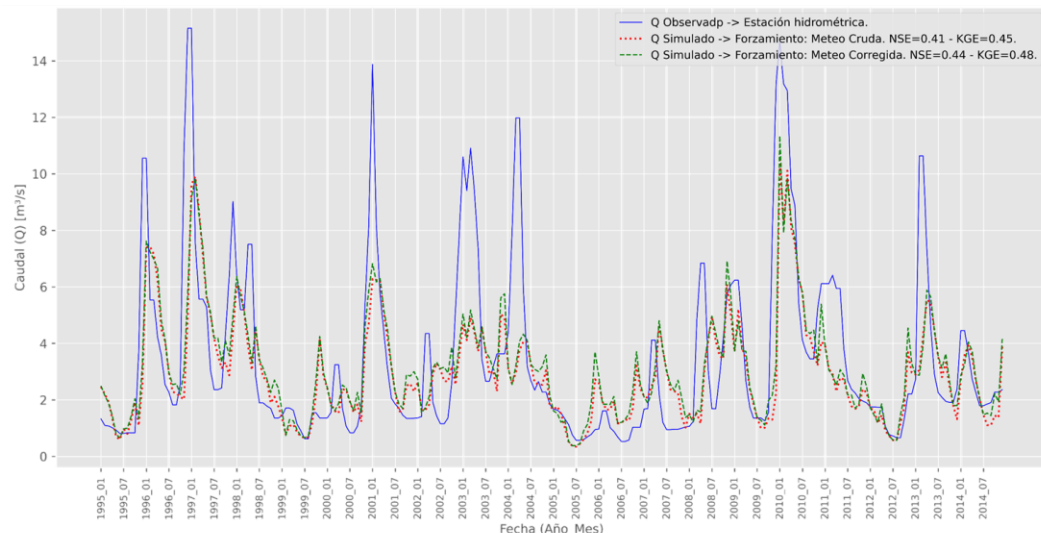
Meteo ajustada – Hidro ajustda



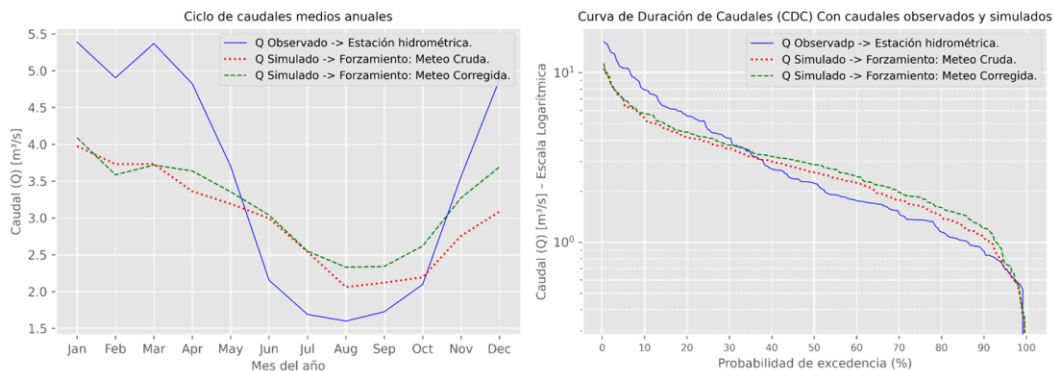
**Corrección de sesgo sobre la mediana del conjunto
mediante Mapeo de Cuantiles**

¿El postproceso hidrológico empeora los resultados?

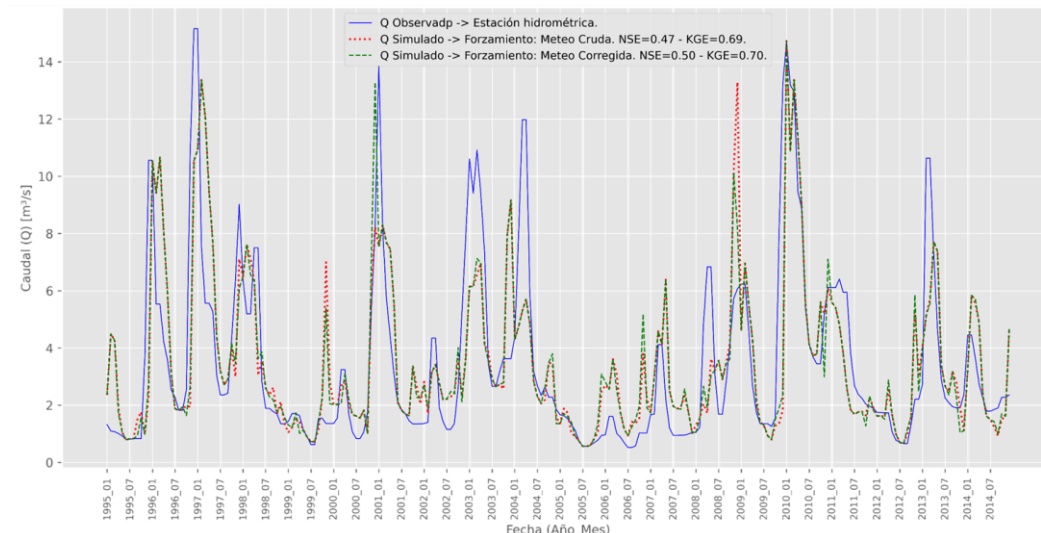
Mediana del conjunto promediada a 3 meses los subsecuentes



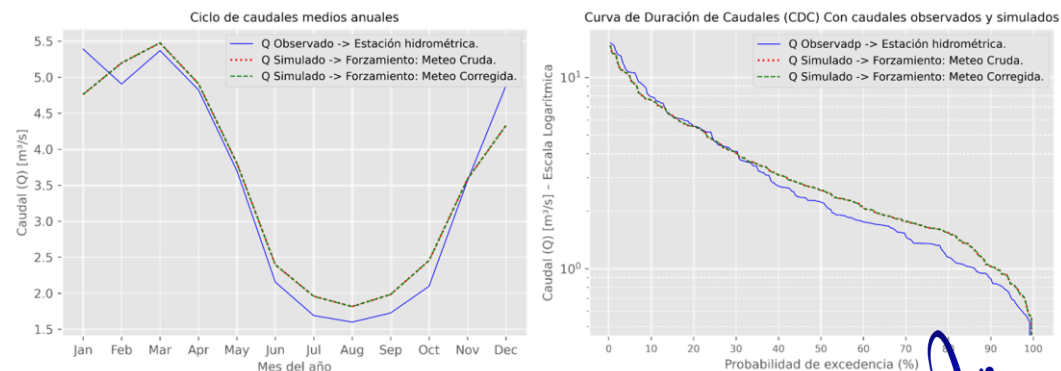
Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5 - SIN CORRECCION DE SESGO HIDRO



Mediana del conjunto promediada a 3 meses a los subsecuentes

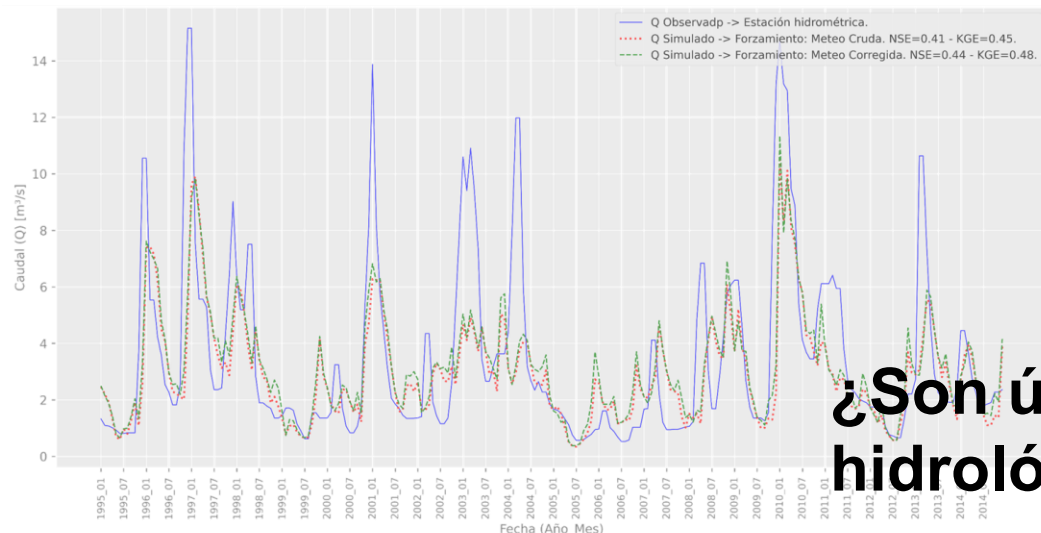


Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5 - CON CORRECCION DE SESGO HIDRO

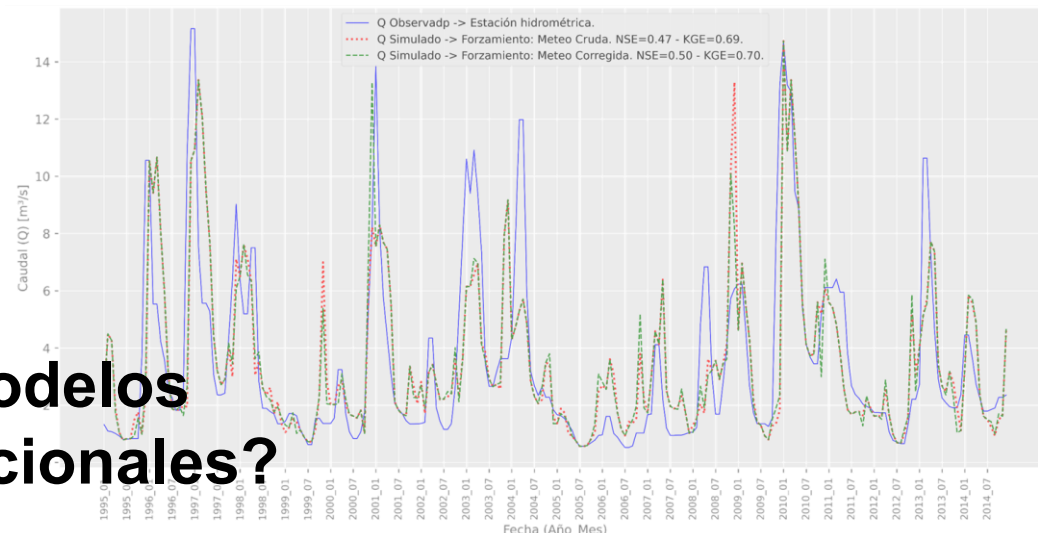


¿El postproceso hidrológico empeora los resultados?

Mediana del conjunto promediada a 3 meses los subsecuentes



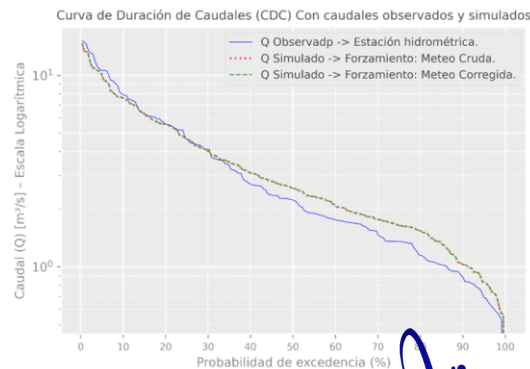
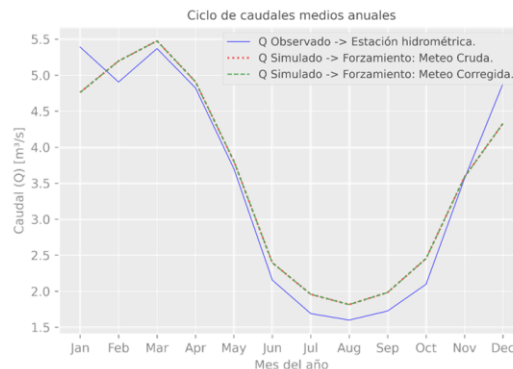
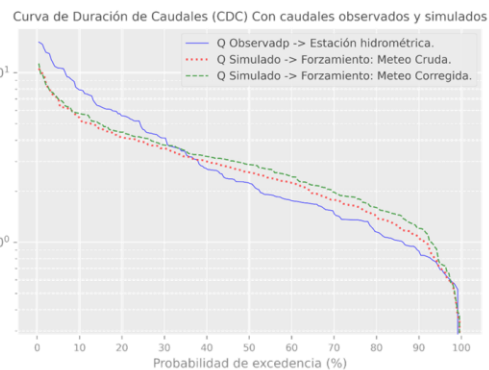
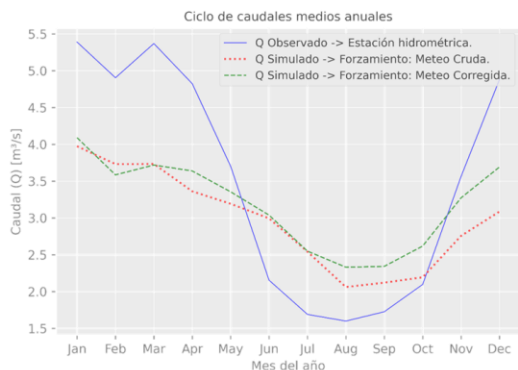
Mediana del conjunto promediada a 3 meses a los subsecuentes



¿Son útiles los modelos
hidrológicos estacionales?

Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5 - SIN CORRECCION DE SESGO HIDRO

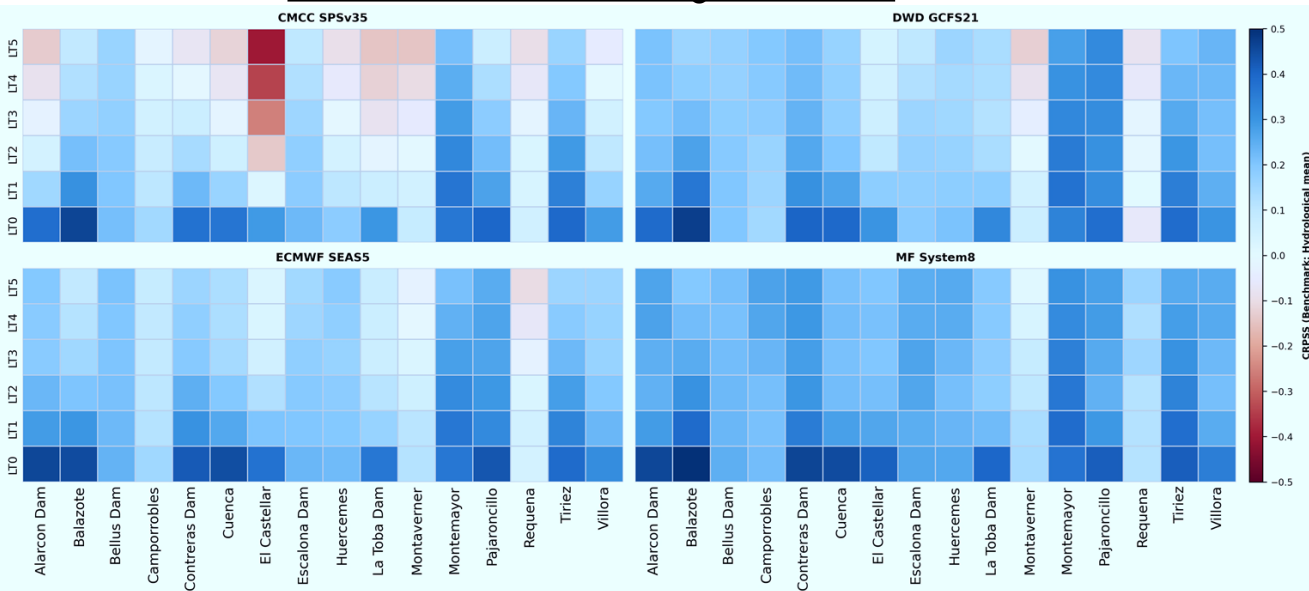
Pajaroncillo: ECMWF-SEAS5 - CON CORRECCION DE SESGO HIDRO



¿Son útiles los modelos hidrológicos estacionales?

CRPSS: Pronóstico Meteo cruda – Hidro cruda

Benchmark, Media hidrológica mensual



Skill probabilístico de los caudales simulados versus usar la media hidrológica como predictor

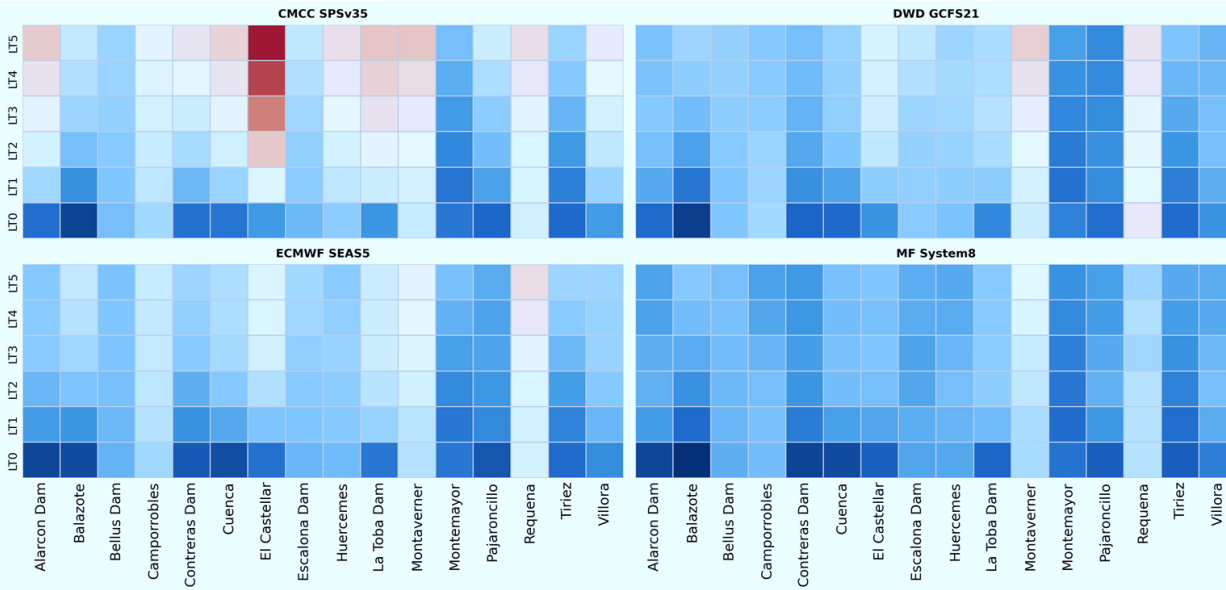
Blancos no mejora ni empeora

Rojo peor

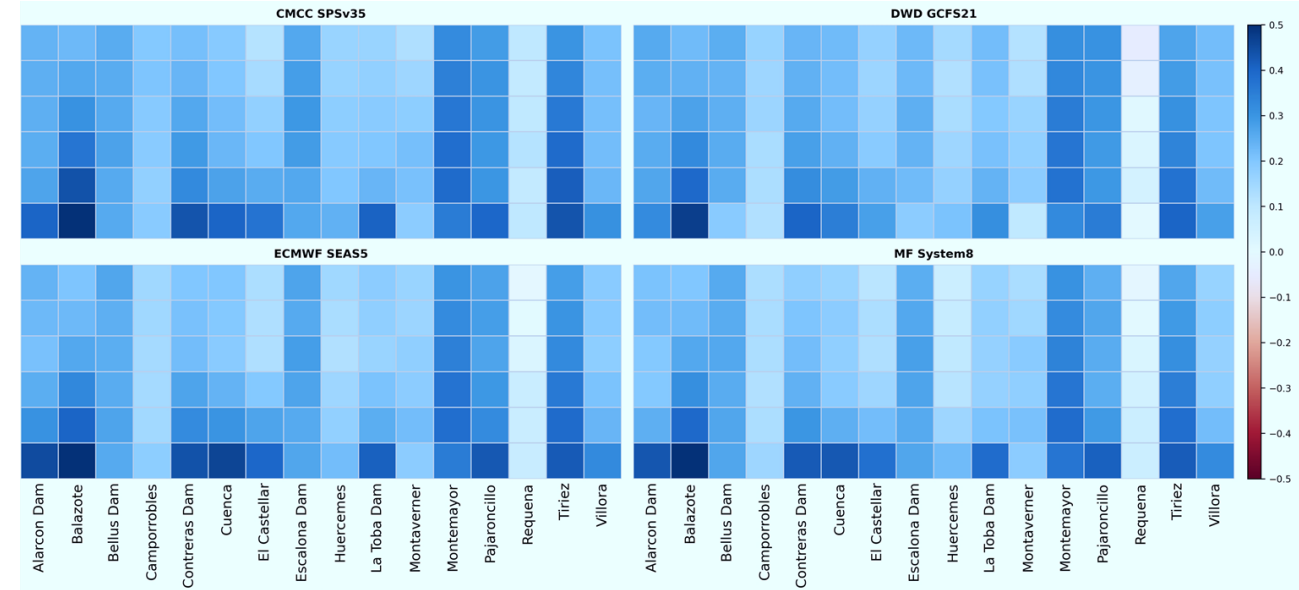
Azul mejor

¿Son útiles los modelos hidrológicos estacionales?

CRPSS: Pronóstico Meteo cruda – Hidro cruda
Benchmark, Media hidrológica mensual



CRPSS: Pronóstico Meteo ajustada – Hidro cruda
Benchmark, Media hidrológica mensual



Skill probabilístico de los caudales simulados versus usar la media hidrológica como predictor

Blancos no mejora ni empeora

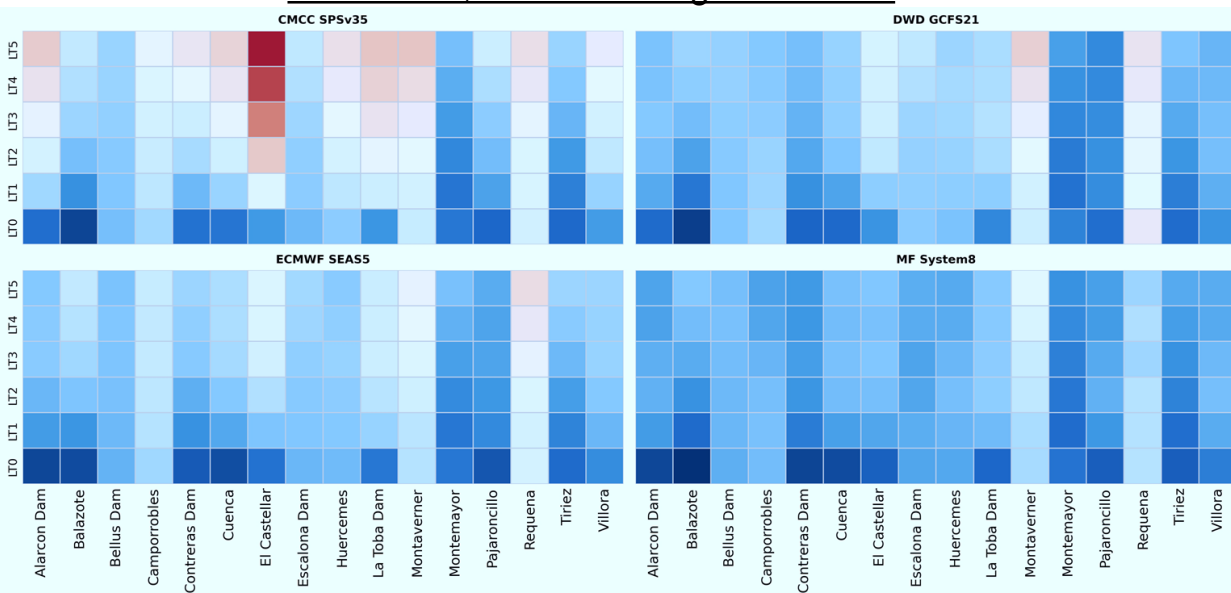
Rojo peor

Azul mejor

¿Son útiles los modelos hidrológicos estacionales?

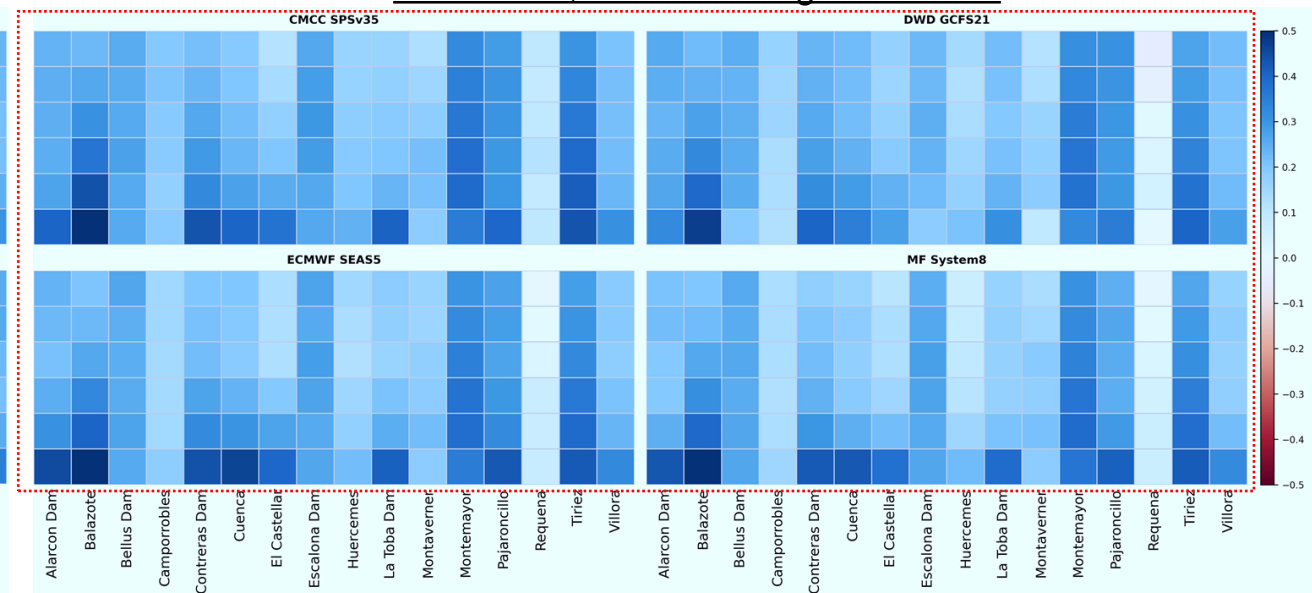
CRPSS: Pronóstico Meteo cruda – Hidro cruda

Benchmark, Media hidrológica mensual



CRPSS: Pronóstico Meteo ajustada – Hidro cruda

Benchmark, Media hidrológica mensual



Skill probabilístico de los caudales simulados versus usar la media hidrológica como predictor

Blancos no mejora ni empeora

Rojo peor

Azul mejor

Conclusiones

- Mejora demostrable: El postproceso meteorológico mejora la precisión de los pronósticos hidrológicos. La corrección con lógica difusa incrementó el skill entre 10-20%, según la variable, ubicación y antelación
- Corrección dual necesaria: La combinación de ajustes meteorológicos e hidrológicos reduce incertidumbres en escenarios críticos y horizontes de predicción extendidos
- Aplicabilidad operacional: La metodología integrada permite generar predicciones estacionales más fiables para la gestión de recursos hídricos
- Marco replicable: La metodología propuesta constituye una herramienta valiosa para planificación de cuencas con características similares ante la creciente variabilidad climática y el cambio climático.

¡Muchas gracias por su atención!

David De León Pérez(ddeleo1@upv.edu.es),
Dariana Avila V., Héctor Macian S., Sergio Salazar G., Manuel Pulido V. y Félix Francés

Este estudio fue financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Convocatoria de Doctorados en el Exterior 885-2), por la Generalitat Valenciana (Proyecto WATER4CAST 2.0), el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (Proyecto TETISPREDICT) y la Consejería de Universidades, Investigación e Innovación de la Junta de Andalucía (EMERGIA, convocatoria 2021)

<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

