

# **Estudio matemático de la serie temporal de los datos sobre el nivel de estrés hídrico en España de FAO**

**Claudia Sánchez Arnau, Pedro Fernández de Córdoba, Isabel Sánchez del Toro**



**GENERALITAT  
VALENCIANA**

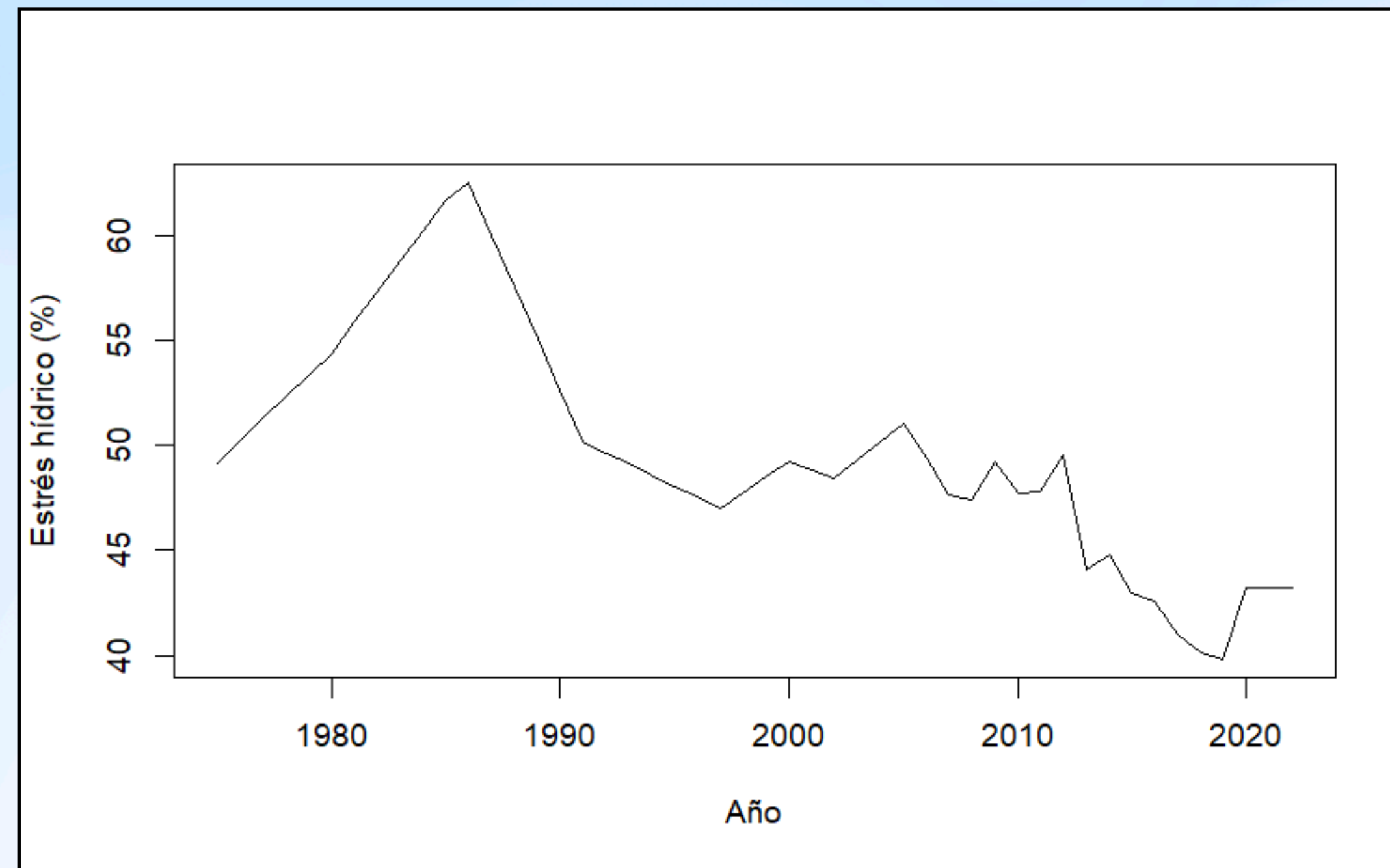
Conselleria d'Educació,  
Investigació, Cultura i Esport



**Huerta  
Futura**  
PROMETEO 2024  
CIPROM/2023/32

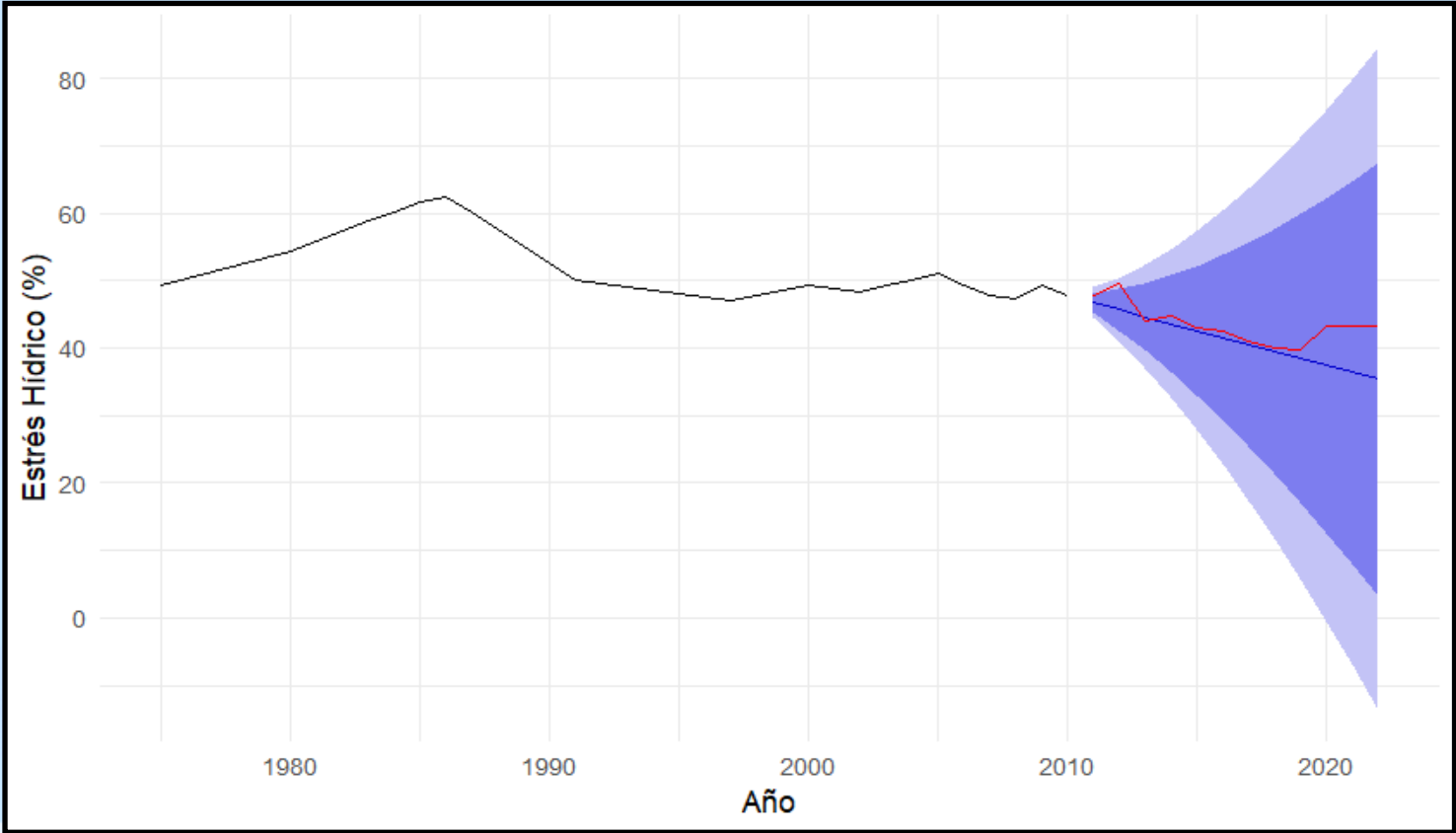
# Introducción

El **estrés hídrico (ODS 6.4.2)** se define como la proporción entre la extracción total de agua dulce y los recursos renovables de agua dulce disponibles en un país, teniendo en cuenta las necesidades de caudales ambientales.

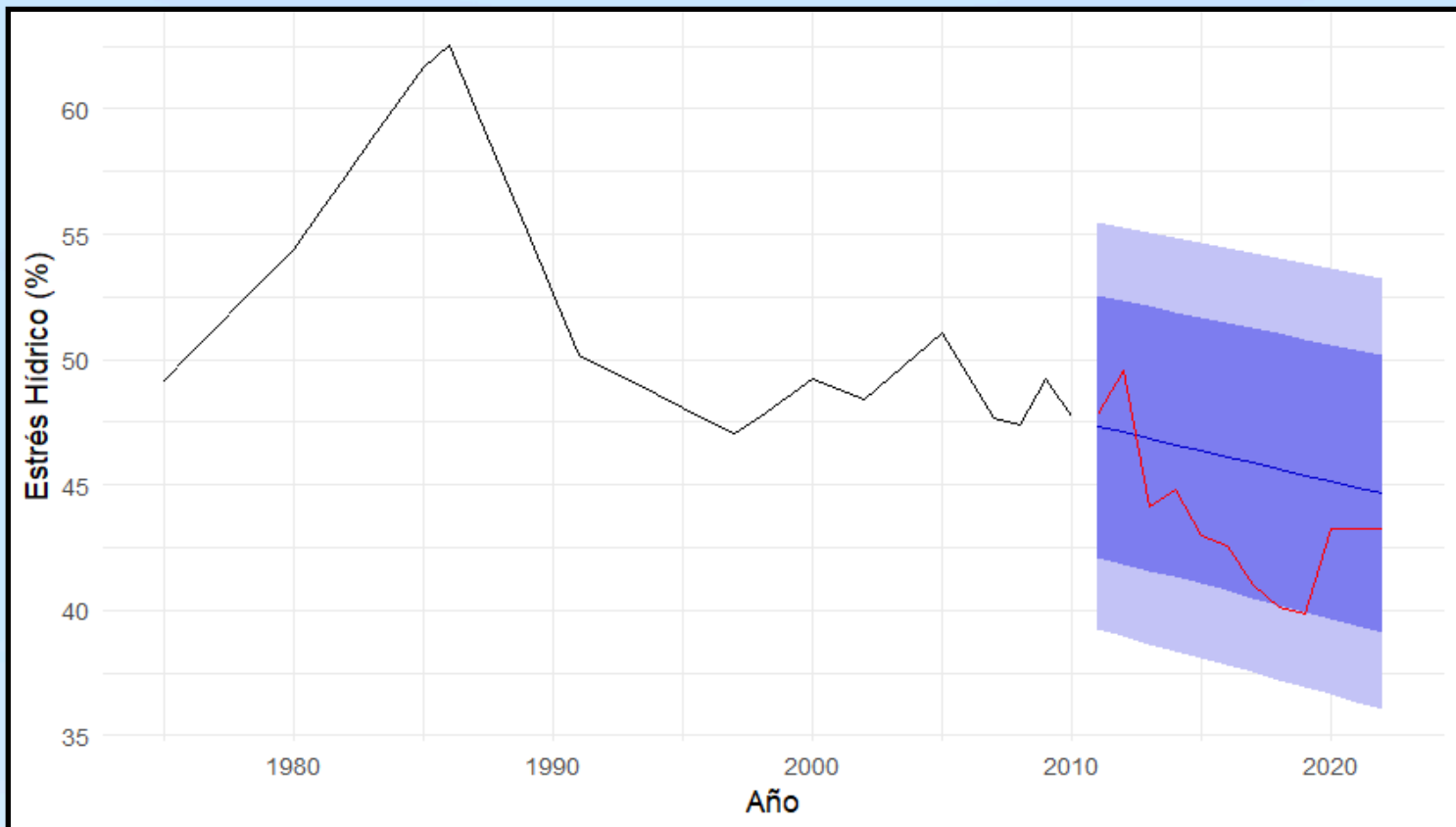


*Serie temporal del nivel de estrés hídrico según los datos anuales de Aquastat*

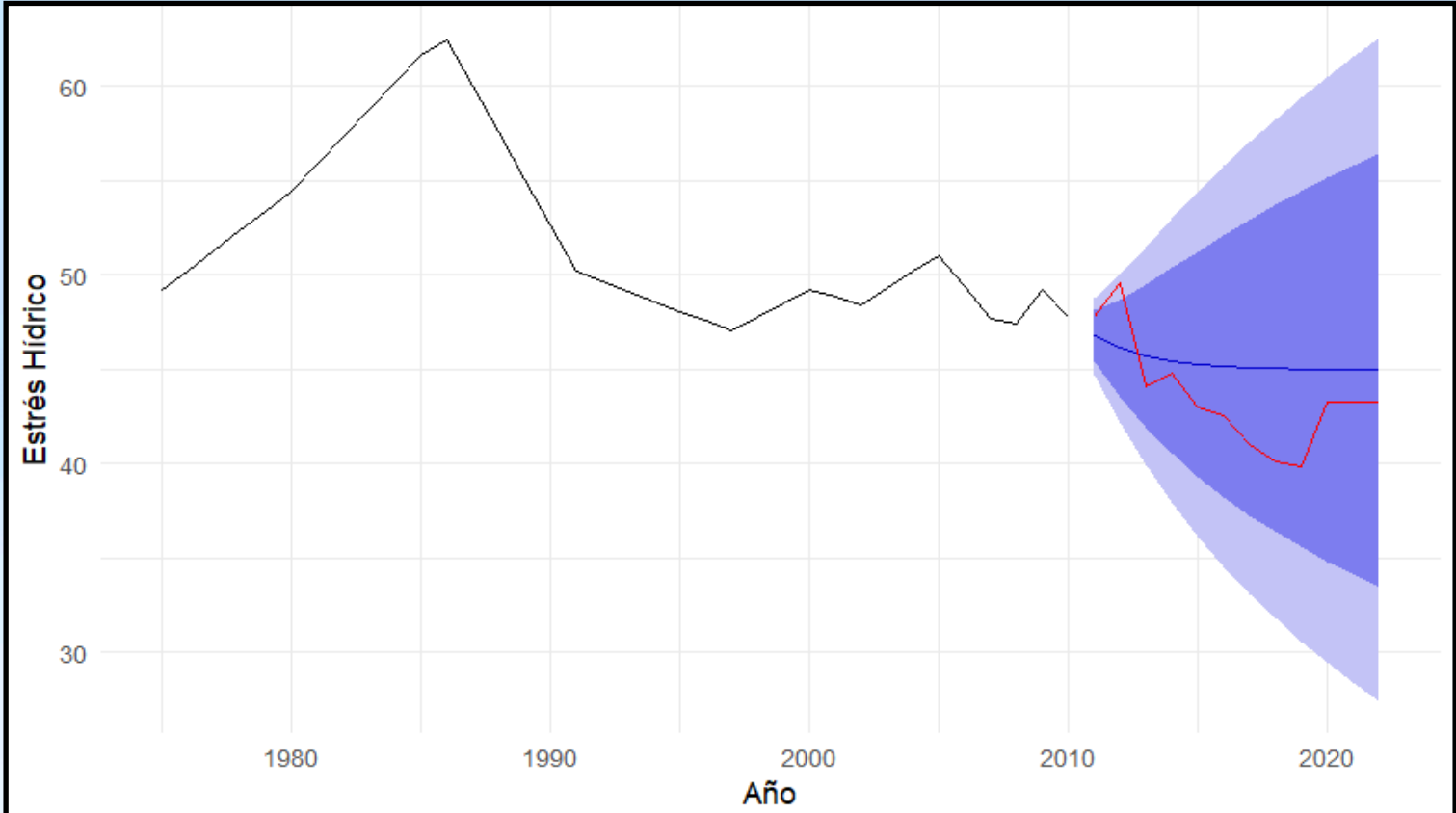
# Series temporales



*Predicción de la variable Estrés Hídrico en España con Holt-Winters aditivo*



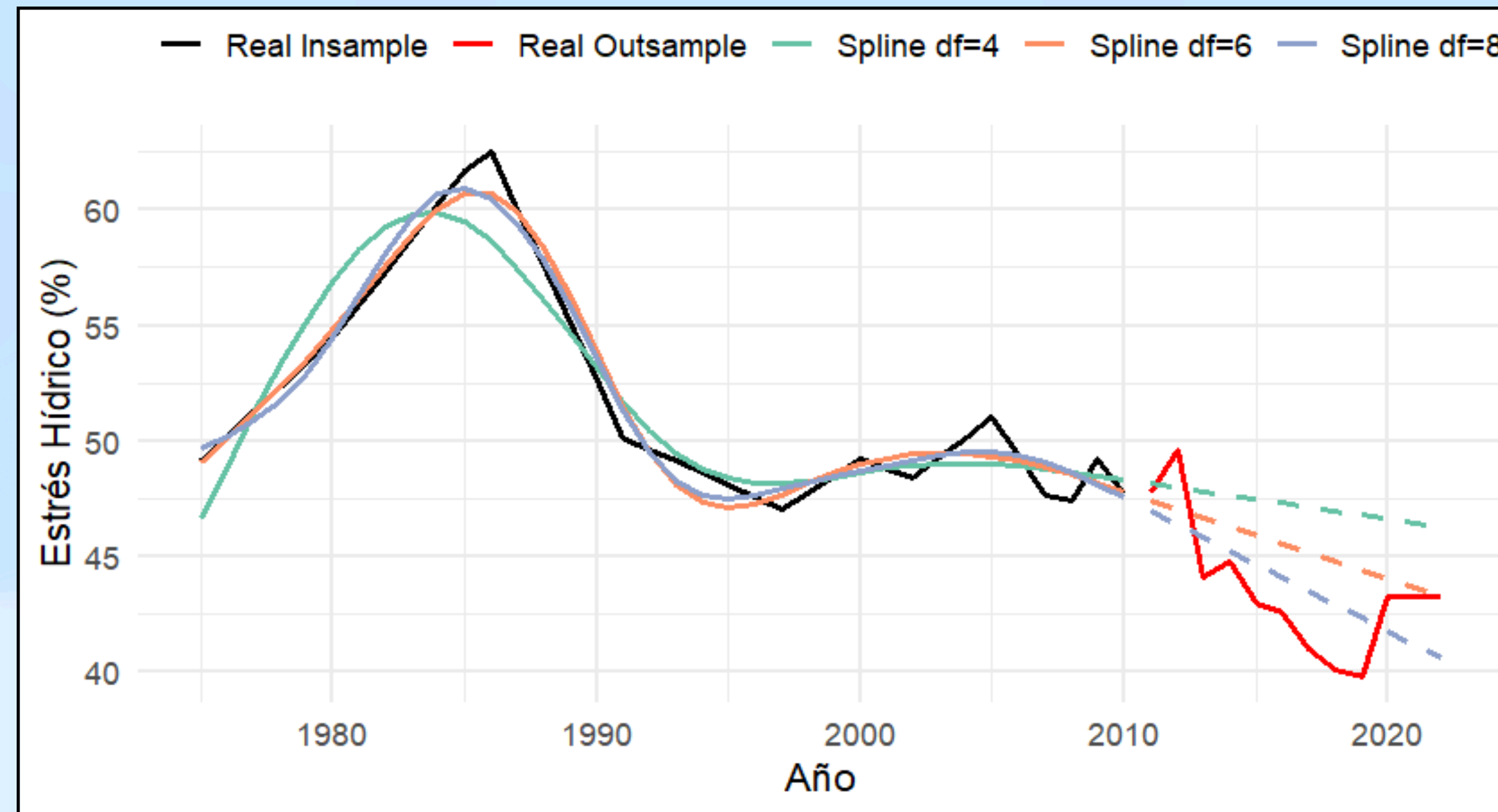
*Predicción de la variable Estrés Hídrico en España con un modelo lineal*



*Predicción de la variable Estrés Hídrico en España con un modelo ARIMA*

	Holt-Winters	Lineal	ARIMA
MAPE	5.89 %	6.95 %	6.05 %
MAE	2.585	2.942	2.573
RMSE	3.694	3.348	2.944

# Splines

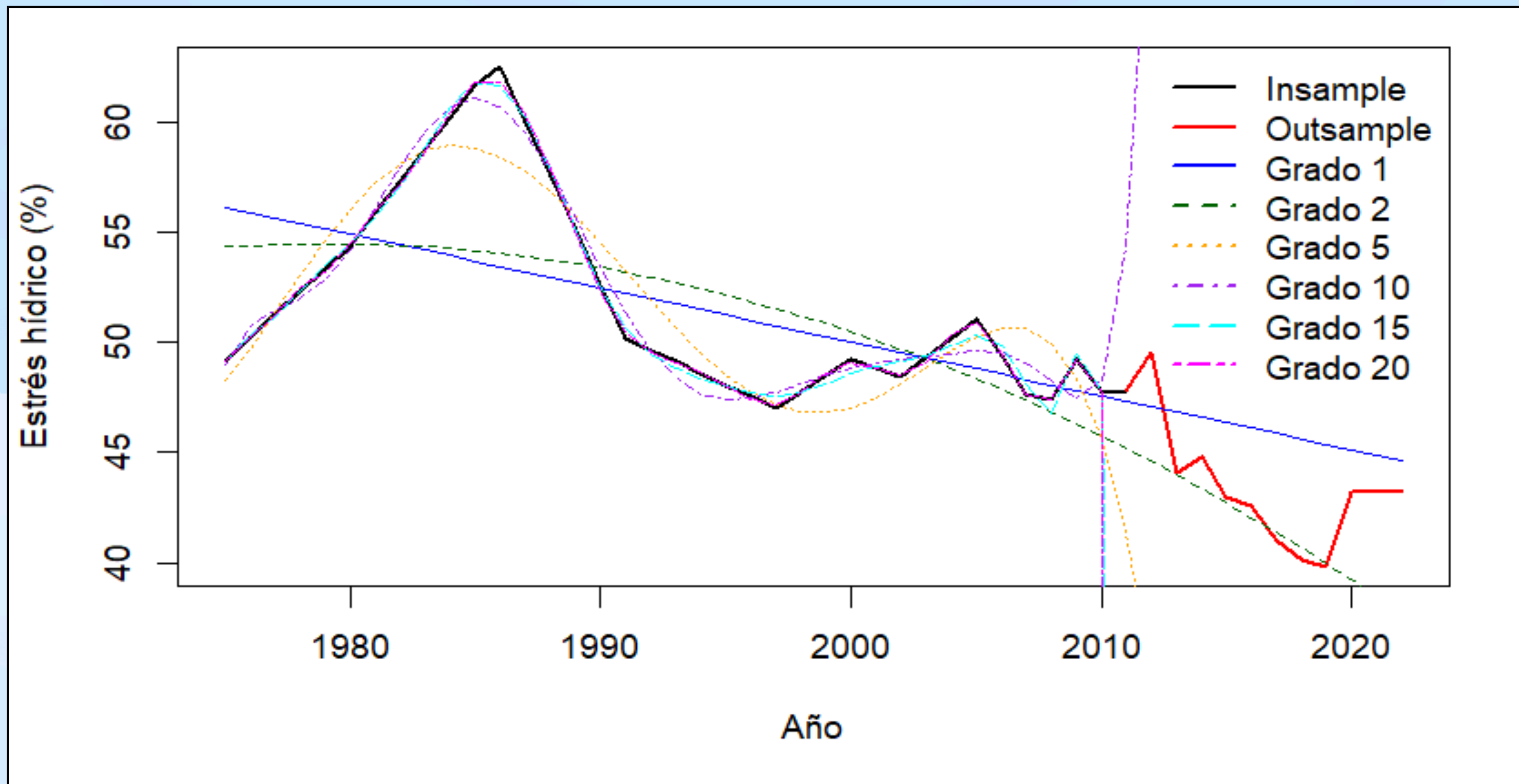


*Ajuste de la variable Estrés Hídrico en España con Splines.*

Grados de libertad	4	6	8
MAPE	9.368 %	3.954%	4.403%
MAE	5.429	2.298	2.800
RMSE	4.526	1.951	2.104



# Ajuste de polinomios

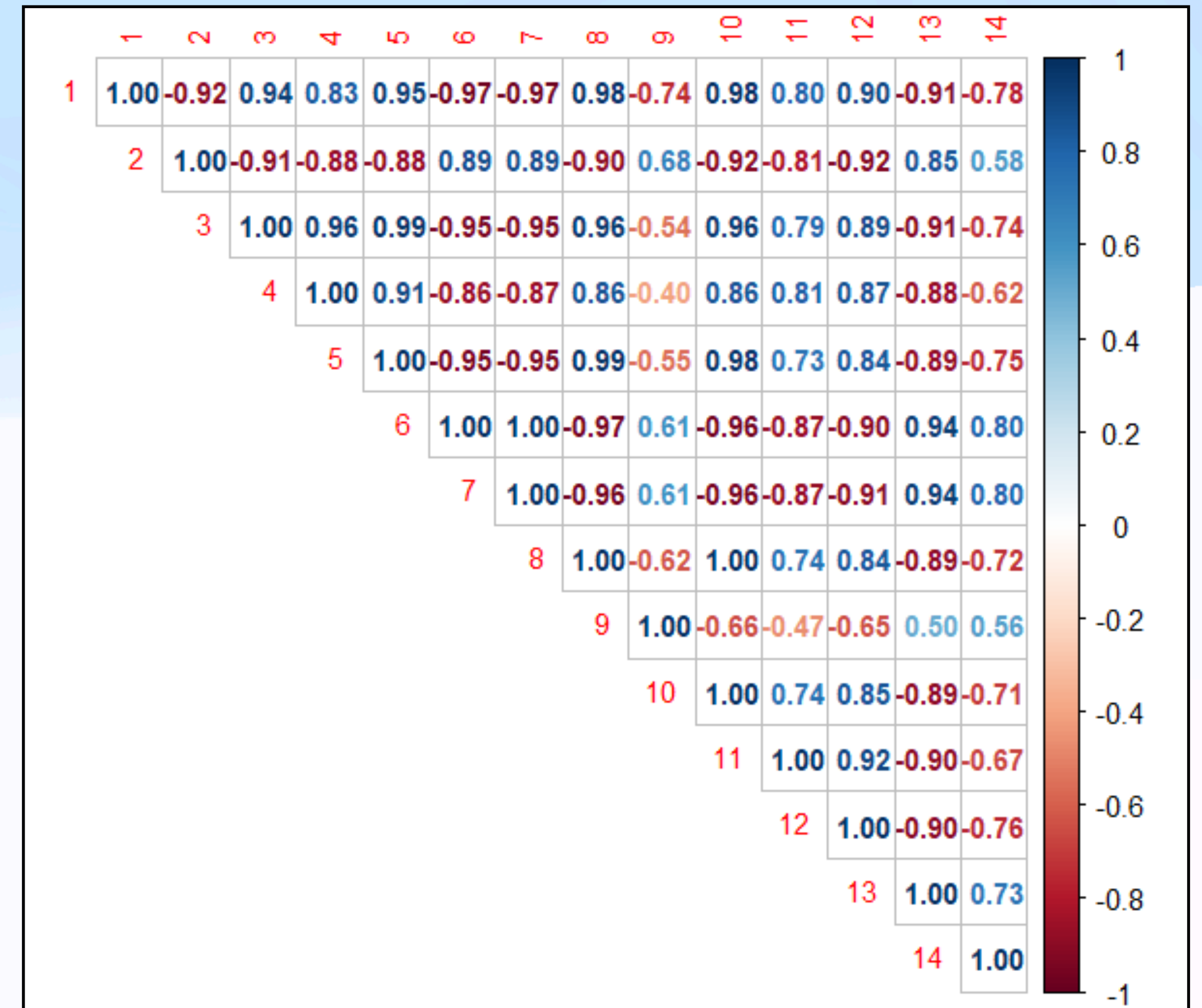


*Ajuste de la variable Estrés Hídrico en España con polinomios.*

# Estudio en combinación con otras variables

Selección de variables para estudiar su relación con el estrés hídrico:

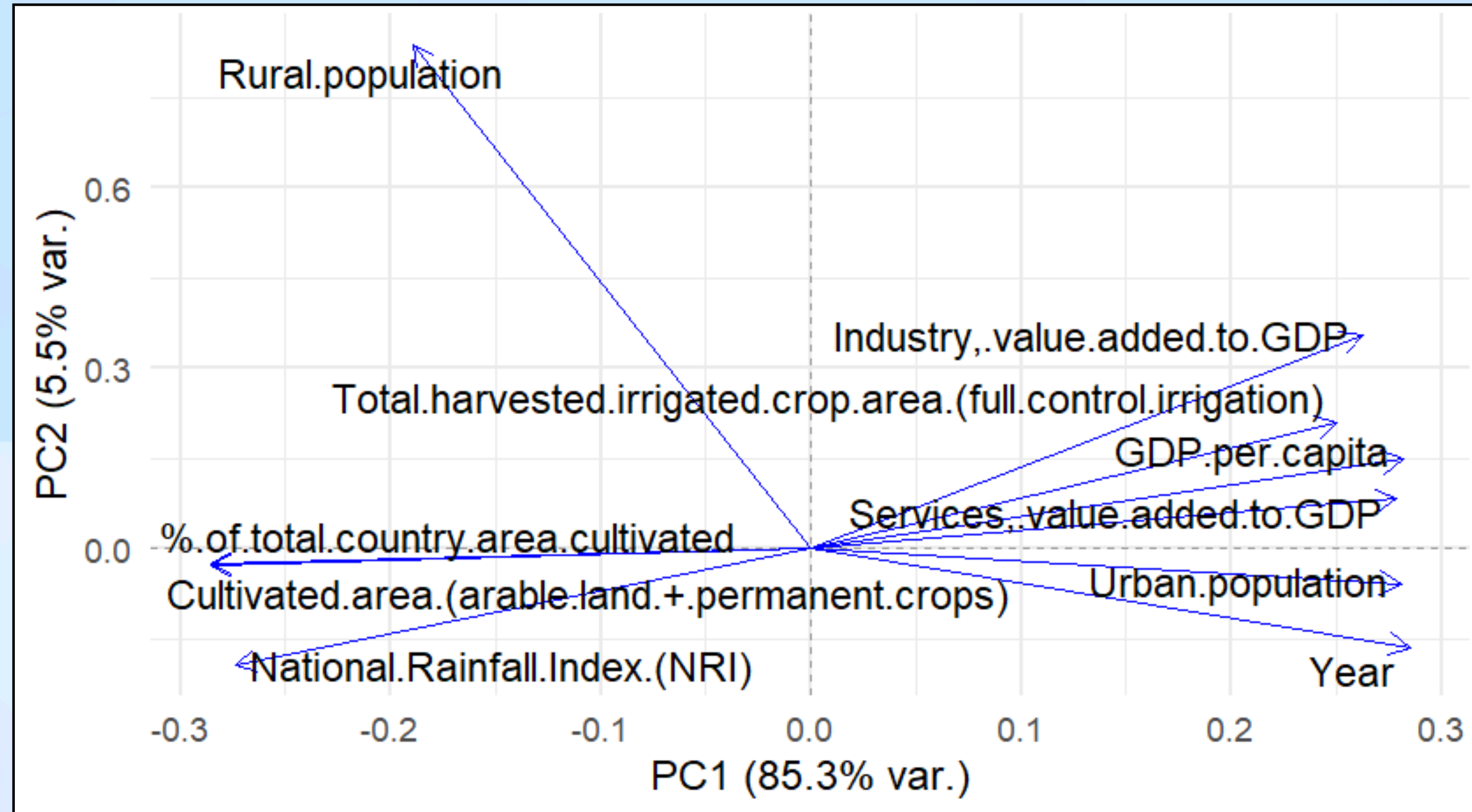
1. Year
2. Agriculture, value added (%GDP)
3. GDP per capita
4. Industry, value added to GDP
5. Services, value added to GDP
6. % of total country area cultivated
7. Cultivated area (arable land+permanent crops)
8. Population density
9. Rural population
10. Urban population
11. Total harvested irrigated crop area
12. Total dam capacity
13. National Rainfall Index (NRI)
14. SDG 6.4.2. Water Stress



Matriz de correlaciones de las variables seleccionadas



# Estudio en combinación con otras variables



*Análisis de Componentes Principales para la selección de variables*

# Conclusiones

- La aplicación de técnicas para series temporales obtiene resultados razonables en los tres modelos planteados, aunque peores que un modelo de Splines con una buena elección del grado de libertad.
- Gran correlación entre las variables, obteniendo por PCA que aquellas de más utilidad para recoger la variabilidad de los datos son “Rural population”, “Industry, value added to GDP” y “National Rainfall Index (NRI)”.
- Mejores resultados con datos más desagregados (tanto geográfica como temporalmente) o con series temporales más largas.

Error en modelos de series temporales

	Holt-Winters	Lineal	ARIMA
MAPE	5.89 %	6.95 %	6.05 %
MAE	2.585	2.942	2.573
RMSE	3.694	3.348	2.944

Error en modelos de Splines

Grados de libertad	4	6	8
MAPE	9.368 %	3.954%	4.403%
MAE	5.429	2.298	2.800
RMSE	4.526	1.951	2.104