

# **Modelo predictivo de humedad del suelo basado en datos meteorológicos y sondas de humedad. Aplicación en entornos mediterráneos**

## **Predictive model for soil moisture based on meteorological and sensor data. Application in Mediterranean environments**

D. Casado (1), J. Molina (2), J.D. Ruiz Sinoga (2), J.A. Sillero (2)

(1) Universidad de Málaga - Programa de Doctorado de Economía y Empresa. (2) Universidad de Málaga

### **RESUMEN**

Este trabajo presenta el desarrollo y validación de un modelo predictivo para estimar la humedad del suelo en diferentes condiciones climáticas y edáficas, utilizando datos de sondas instaladas en tres localizaciones del sur de España: La Mayora, Cabo de Gata y Cortes de la Frontera. El modelo se alimenta de datos horarios de humedad del suelo, precipitaciones y temperatura, complementados con parámetros internos como el umbral de escorrentía y la radiación extraterrestre. La metodología distingue dos fases fundamentales: infiltración y secado. Durante la infiltración, el modelo considera la retención de agua en el suelo frente a pérdidas por escorrentía y percolación. Se establecen umbrales de escorrentía (húmedo, intermedio y seco) en función de las precipitaciones acumuladas en las últimas 120 horas. Además, se introduce la estimación de percolación ( $Ph$ ,  $Pi$ ,  $Ps$ ) como variable optimizada mediante un algoritmo Nelder-Mead, minimizando el error cuadrático medio. En la fase de secado, se observa un comportamiento exponencial decreciente de la humedad, modulada por la evapotranspiración y un factor  $k$  que ajusta la velocidad de secado según el tiempo transcurrido desde la última infiltración. Se incorpora el concepto de "codo" en la curva de secado, asociado al punto de marchitez real, que condiciona la activación del factor  $k$ . Asimismo, se añade una variable de drenaje ( $Pd$ ) para mejorar la estimación en suelos saturados. El modelo se entrena y valida con series temporales que abarcan más de 10.000 registros por localización, aplicando una división 85%-15% entre entrenamiento y test. Los resultados muestran un buen ajuste, tanto en las fases de entrenamiento como de validación. En conclusión, el modelo propuesto ofrece una estructura flexible para estimar la dinámica de humedad en el suelo, integrando procesos físicos y parámetros optimizados. Su aplicación es relevante para la gestión agrícola y la planificación hídrica en entornos mediterráneos, donde la variabilidad espacial de las precipitaciones y la heterogeneidad del suelo condicionan la disponibilidad de agua. Futuras líneas de trabajo incluyen la ampliación de datos con estaciones locales y la incorporación de características específicas del terreno (pendiente, sombra, profundidad) para mejorar la precisión del modelo.