

## Uso di Artificial Neural Network per la predizione della biomassa e sviluppo fenologico nel mais

Alessandro Farbo<sup>1</sup> [0000-0002-8784-8404], Federica Ghilardi<sup>1</sup> [0000-0001-6447-9442]

<sup>1</sup> Department of Agriculture, Forestry and Food Sciences, city of Turin, L.go Braccini 2, 10095 Grugliasco, TO, Italy

### Abstract.

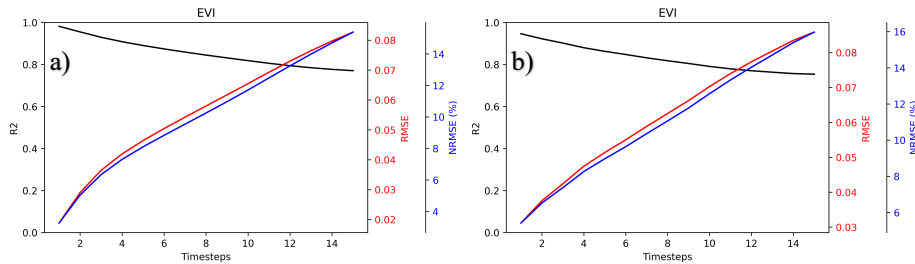
Il cambiamento climatico ha avuto un impatto crescente sulla frequenza e intensità degli eventi meteorologici estremi, inclusi ondate di calore e siccità. Questi fenomeni sono particolarmente problematici nelle regioni dell'Europa meridionale, dove l'agricoltura è un settore economico vitale. L'aumento delle temperature e i pattern irregolari delle precipitazioni pongono sfide significative alla gestione e produttività delle colture, richiedendo soluzioni innovative per mitigare questi effetti.

L'Agricoltura di Precisione (AP) si offre come approccio promettente per migliorare le pratiche di gestione agricola. L'AP mira a ottimizzare l'utilizzo di risorse come fertilizzanti e acqua, garantendo una produzione agricola sostenibile ed efficiente. In quest'ottica, l'uso del telerilevamento a supporto dell'AP permette di monitorare la biomassa e valutare lo stato di salute per le diverse colture tramite l'impiego di indici spettrali come l'Enhanced Vegetation Index (EVI) [1]. I dati satellitari ottici (come quelli Sentinel-2 – S2) soddisfano i requisiti dell'AP grazie alla combinazione di molteplici fattori quali risoluzione spaziale, temporale e spettrale e al facile accesso senza alcun costo per l'utilizzatore. Tuttavia l'impiego dei dati S2 in AP presenta ancora notevoli limiti legati soprattutto al tempo che intercorre fra l'acquisizione, il rilascio, il processamento, l'analisi e l'uso in campo dei dati telerilevati e al rischio di assenza dei dati in momenti chiave della coltura o della loro inutilizzabilità a causa della copertura nuvolosa.

Alcuni recenti studi hanno proposto una possibile alternativa che riguarda la previsione di indici spettrali chiave tramite l'impiego di Artificial Neural Networks (ANNs) specializzate nell'analisi delle serie temporali [2,3]. Tuttavia, gli studi attuali si sono concentrati solamente sulla previsione dell'indice NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) che, seppur fondamentale per il monitoraggio della vegetazione, soffre del ben noto "effetto saturazione" ad elevati livelli di biomassa. Considerando tutti questi aspetti, il presente studio si concentra sulla proposta di un nuovo strumento per le applicazioni dell'AP su l'intera Pianura Padana, dove è stato confrontato un modello Random Forest (RF) ed una ANN per prevedere i valori di EVI e del mais fino a 15 giorni nel futuro. Affidandosi a studi precedenti con l'obiettivo di colmare le lacune evidenziate [2,3], è stato addestrato un modello LSTM [3] utilizzando dati meteorologici (ERA5 Land) [4] e dati derivati da S2 come variabili di input, prevedendo l'indice EVI a livello di campo.

Le predizioni dell'indice di biomassa EVI derivate dal modello LSTM riportano errori (RMSE) crescenti da 0.019 ad un giorno nel futuro, 0.054 a 7 giorni nel futuro fino a 0.083 a 15 giorni nel futuro (Fig. 1a). Similmente, le predizioni di EVI derivate dal

modello RF riportano errori (RMSE) crescenti da 0.031 ad un giorno nel futuro, 0.059 a 7 giorni nel futuro fino a 0.086 a 15 giorni nel futuro (Fig. 1b).



**Fig. 1.** a) riporta l'evoluzione delle tre metriche utilizzate per misurare l'accuratezza delle previsioni di EVI a differenti orizzonti temporali (1-15 giorni) per il modello LSTM; b) riporta l'evoluzione delle tre metriche utilizzate per misurare l'accuratezza delle previsioni di EVI a differenti orizzonti temporali (1-15 giorni) per il modello RF.

Il presente studio dimostra per la prima volta la fattibilità di predire l'indice EVI sia da modelli specializzati nell'analisi delle serie temporali (LSTM) che da modelli più semplici non sequenziali (RF).

I risultati confermano il potenziale di entrambe le metodologie nell'apportare migliorie nel contesto dell'AP, offrendo una soluzione valida alle sfide agricole poste dal cambiamento climatico nelle regioni mediterranee.

## Riferimenti bibliografici

1. Farbo, A.; Trombetta, N.G.; de Palma, L.; Borgogno-Mondino, E. Estimation of Intercepted Solar Radiation and Stem Water Potential in a Table Grape Vineyard Covered by Plastic Film Using Sentinel-2 Data: A Comparison of OLS-, MLR-, and ML-Based Methods. *Plants* **2024**, *13*, 1203.
2. Cavalli, S.; Penzotti, G.; Amoretti, M.; Caselli, S. A Machine Learning Approach for NDVI Forecasting Based on Sentinel-2 Data.; October 23 2023; pp. 473–480.
3. Farbo, A.; Sarvia, F.; De Petris, S.; Basile, V.; Borgogno-Mondino, E. Forecasting Corn NDVI through AI-Based Approaches Using Sentinel 2 Image Time Series. *ISPRS J. Photogramm. Remote Sens.* **2024**, *211*, 244–261, doi:10.1016/j.isprsjprs.2024.04.011.
4. Farbo, A.; Sarvia, F.; De Petris, S.; Borgogno-Mondino, E. PRELIMINARY CONCERNS ABOUT AGRONOMIC INTERPRETATION OF NDVI TIME SERIES FROM SENTINEL-2 DATA: PHENOLOGY AND THERMAL EFFICIENCY OF WINTER WHEAT IN PIEMONTE (NW ITALY). *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.* **2022**, *XLIII-B3-2022*, 863–870, doi:10.5194/isprs-archives-XLIII-B3-2022-863-2022.