Monitoraggio dei parametri strutturali e dielettrici delle colture mediante riflettometria interferometrica GNSS

De Petris S.[1][0000-0001-8184-9871] e Borgogno-Mondino E.[1][0000-0003-4570-8013]

[1] Department of Agriculture, Forest and Food Sciences, University of Turin, L.go Braccini 2, 10095, Grugliasco (IT). samuele.depetris@unito.it; enrico.borgogno@unito.it

Abstract. Questo studio valuta il potenziale della riflettometria interferometrica GNSS (GNSS-IR) per il monitoraggio della crescita della vegetazione e la valutazione dello stato idrico di un campo agricolo, attraverso tecniche di telerilevamento prossimale. La ricerca analizza se i segnali GNSS riflessi, sulla base delle misure del rapporto segnale-rumore (SNR), possano fornire indicatori affidabili della struttura della copertura vegetale e delle proprietà dielettriche.

I dati sono stati raccolti tra giugno e settembre 2025 mediante un'antenna GNSS installata all'interno di un prato sperimentale situato a Mondovì (Piemonte, Italia nord-occidentale), operante con più costellazioni satellitari, nello specifico GPS e GLONASS. Il sistema ha registrato sia i segnali diretti sia quelli riflessi dal suolo e dalla vegetazione circostante. La tecnica GNSS-IR sfrutta l'interferenza tra questi segnali per ricavare parametri fisici, come l'altezza del riflettore, che in questo contesto consente di stimare l'altezza del centro di fase della vegetazione rispetto alla superficie del suolo. Monitorando nel tempo le variazioni dell'altezza stimata del riflettore, è possibile dedurre le dinamiche di crescita della coltura.

Le variazioni dell'ampiezza e della fase del pattern di interferenza sono sensibili alle proprietà dielettriche della superficie riflettente, influenzate principalmente dal contenuto idrico del suolo e delle piante. La tecnica GNSS-IR, pertanto, non consente soltanto di stimare l'altezza della vegetazione, ma offre anche la possibilità di monitorare le condizioni idrologiche senza ricorrere a campionamenti distruttivi o a sensori invasivi.

Le stime dell'altezza della vegetazione e dei parametri di umidità del suolo sono state confrontate con i corrispondenti valori di riferimento rilevati in campo mediante misurazioni con asta graduata e sensori di umidità del suolo interrati. I risultati preliminari suggeriscono che la tecnica GNSS-IR è in grado di stimare l'altezza della copertura vegetale con un elevato grado di coerenza, fornendo al contempo indicazioni indirette sulle variazioni dello stato idrico della vegetazione e del suolo.
Questi risultati aprono prospettive promettenti per lo sviluppo di strategie innovative di monitoraggio nell'ambito dell'agricoltura di precisione, sfruttando le infrastrutture GNSS esistenti per ottenere parametri biofisici fondamentali con attrezzature aggiuntive e complessità operativa ridotte.

Parole chiave: GNSS-IR, struttura della vegetazione, umidità del suolo