Agenzia Spaziale Italiana

Il downstream nazionale
tra presente e futuro:
un percorso condiviso con la comunità degli utenti

PRIS4VEG: Development of algorithms for the retrieval of plant functional traits from PRISMA data in agricultural and forest ecosystems

Cinzia Panigada
Università degli Sudi di Milano-Bicocca

Co-authors: Mirco Boschetti, Gabriele Candiani, Raffaele Casa, Roberto Colombo, Katayoun Fakherifard, Rocchina Guarini, Luca Marrone, Francesco Nutini, Simone Pascucci, Monica Pepe, Stefano Pignatti, Marina Ranghetti, Beatrice Savinelli, Giulia Tagliabue, Micol Rossini

13-14
Dicembre 2023

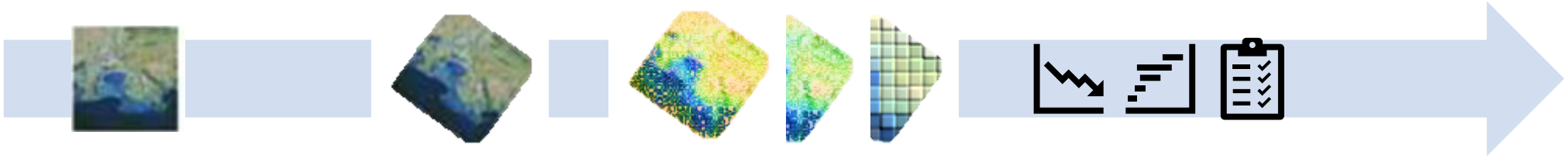
Sede ASI
Via del politecnico snc,
00173 Roma (Italia)

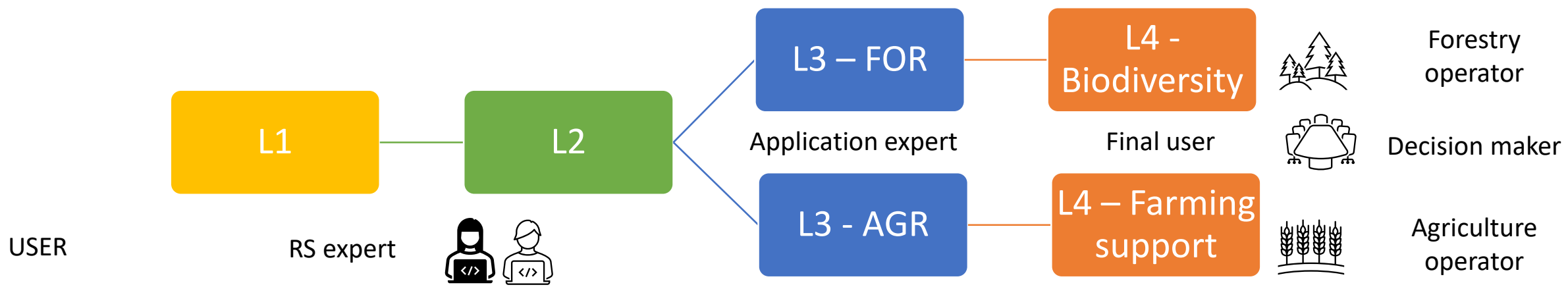
PRIS4VEG - Obiettivi

PRIS4VEG si propone di sviluppare e ottimizzare gli algoritmi per la generazione di prodotti da dati PRISMA per il monitoraggio quantitativo della vegetazione in ecosistemi agricoli e forestali

1) Generazione di prodotti L3 relativi alla vegetazione (e.g. parametri biofisici e biochimici della vegetazione, mappe di land cover e NPV) a partire dai prodotti PRISMA L1 (radianza al sensore) e L2 (riflettanza a terra - BOA)

2) Valutazione del contributo dei prodotti L3 nella generazione di prodotti di livello superiore (L4), ovvero prodotti che sono il risultato di ulteriore processamento (e.g. analisi statistiche o integrazione multi livello) o assimilazione in modellistica agronomico/ambientale

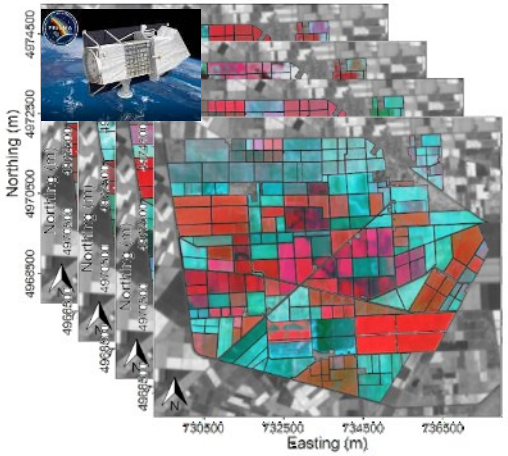




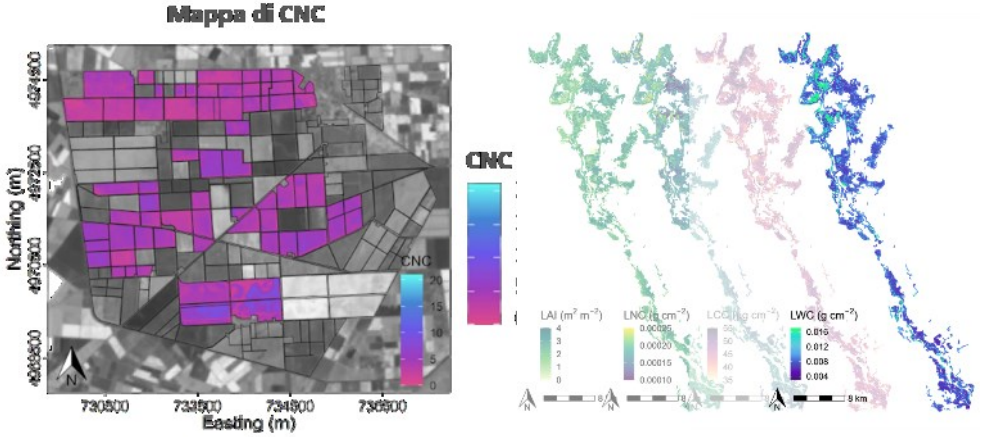
PRIS4VEG - Obiettivi

Prodotti L1 - L2	Prodotti L3

PRISMA TOA e BOA



Mappa parametri biochimici (agricoltura e foreste)



Mappa NPV

Mappa land cover

Valutazione valore aggiunto nella generazione di downstream product

- Stima delle rese e della qualità dei grani (supporto alla gestione delle agro-pratiche)
- Monitoraggio delle pratiche di agricoltura sostenibile (carbon farming)
- Indicatori di stress forestale (abiotici e biotici)
- Indicatori di biodiversità spettrale e funzionale in ecosistemi naturali

PRIS4VEG - Aree di Studio

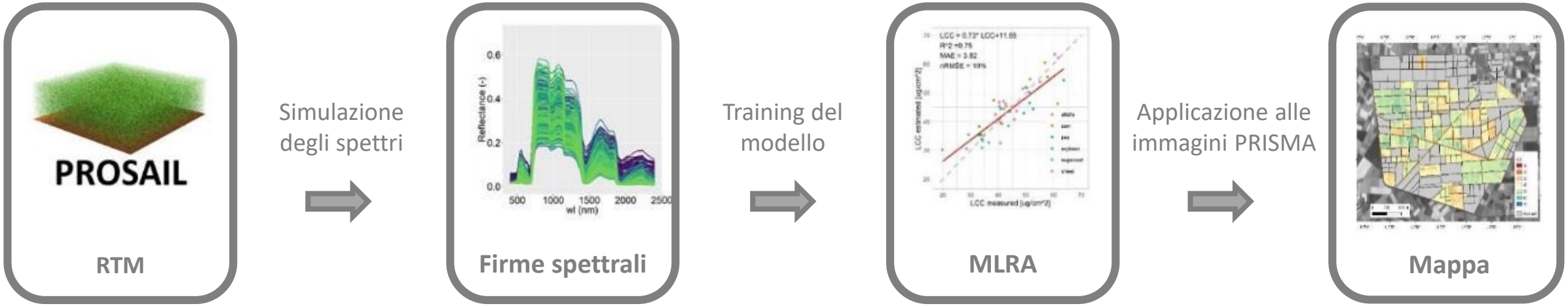
Sites	Characteristics	Issues
Parco Regionale del Ticino (IT - MI) FOR1 45°30'03''N, 8°46'00''E	A large natural residual area of the Po River plain (Northern Italy). Different ecosystems in relation to fluvial geomorphology.	Biotic and abiotic stresses. Presence of alien species
Bavarian Forest National Park (DE) FOR2 48°58'00''N, 13°24'16''E	Mixed forest red spruce and beech	Biotic stresses (bark beetles). Different level of biodiversity induced by biotic and abiotic stresses.
Jolanda di Savoia (IT - FE) AGR1 44°52'48''N, 11°58'30''E	Large agricultural area (3850 ha) located in north-east Italy, in the town of Jolanda di Savoia, FE. It produces durum and soft wheat, barley, corn, sugar beet, alfalfa, soybean, rice and medicinal plants.	Precision farming facilities to improve resource management
Maccarese (IT – RM) AGR2 41°52'14"N 12°14'02"E	Large farm (3200 ha). It produces durum and soft wheat, barley, corn, sugar beet, alfalfa, soybean, rice and medicinal plants.	Soil properties available. Precision farming facilities to improve resource management

ECOSISTEMI NATURALI

ECOSISTEMI AGRICOLI

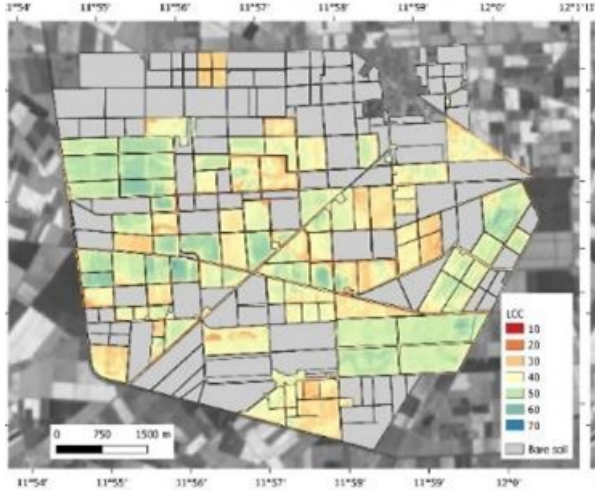
PRIS4VEG – Metodologia per la stima di parametri della vegetazione

- MLRA = algoritmi di regressione basati su tecniche Machine Learning
- Approccio ibrido = RTM + MLRA
  - RTM: modelli di trasferimento radiativo simula la firma spettrale della vegetazione (es. PROSAIL-PRO)
  - MLRA: algoritmi di regressione ML utilizzano le simulazioni di un RTM per addestrare un modello per la stima dei parametri biofisici di interesse

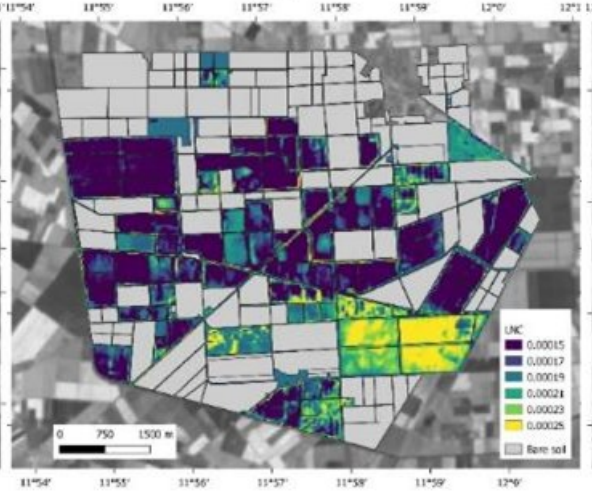


Risultati – Mappe di parametri in agricoltura

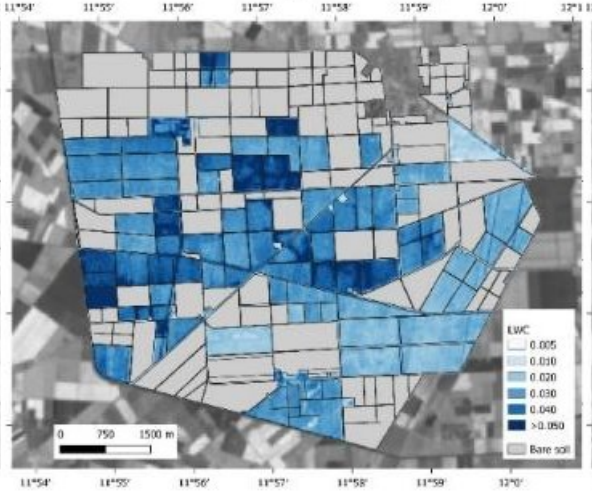
LCC [µg cm^{-2}]



LNC [g cm^{-2}]

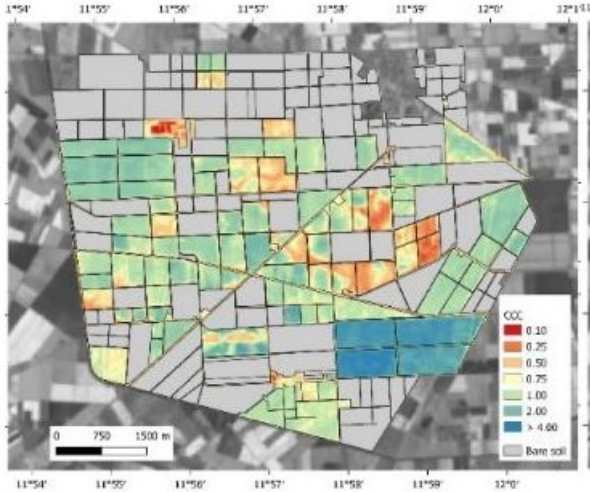


LWC [g cm^{-2}]

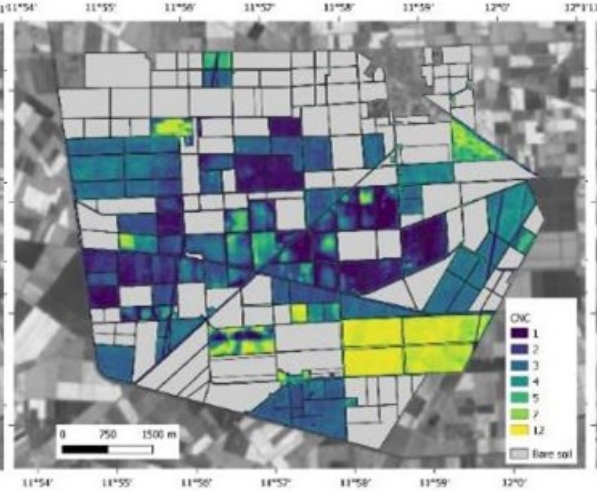


LAI [m^2 m^{-2}]

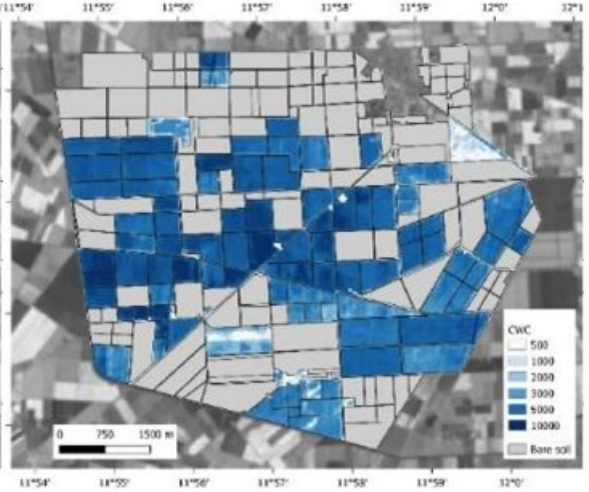
CCC [g m^{-2}]



CNC [g m^{-2}]



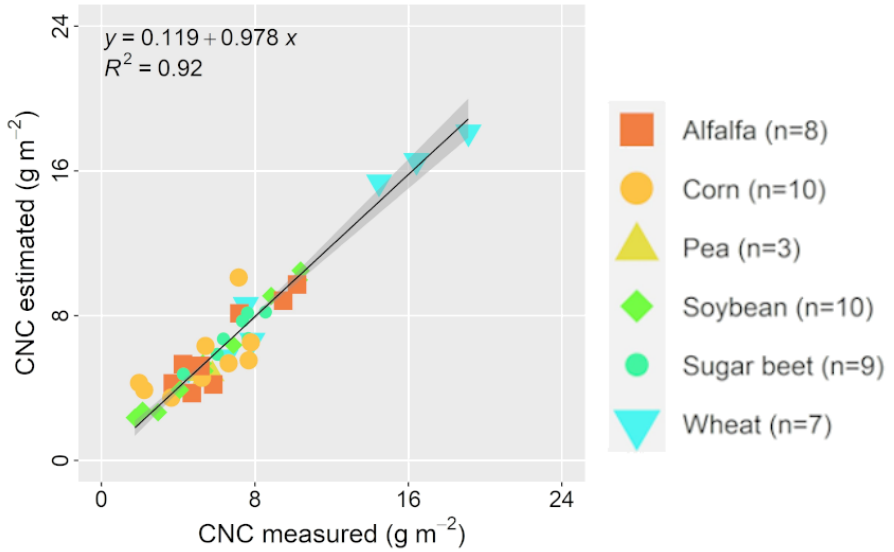
CWC [g m^{-2}]



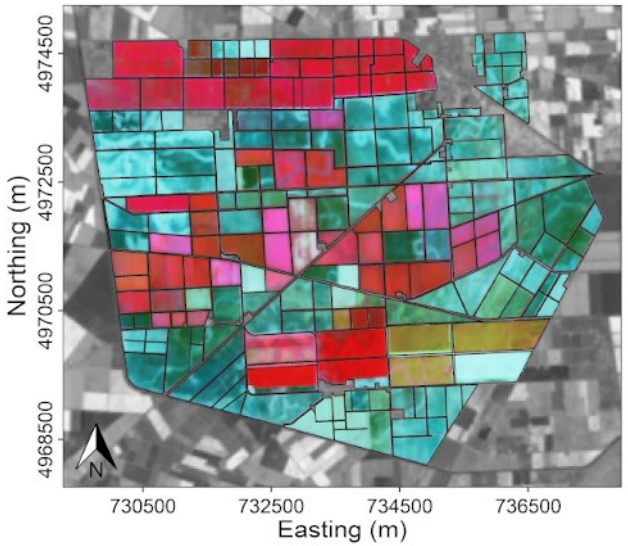
Credits: CNR-IREA

Risultati – analisi temporale del CNC

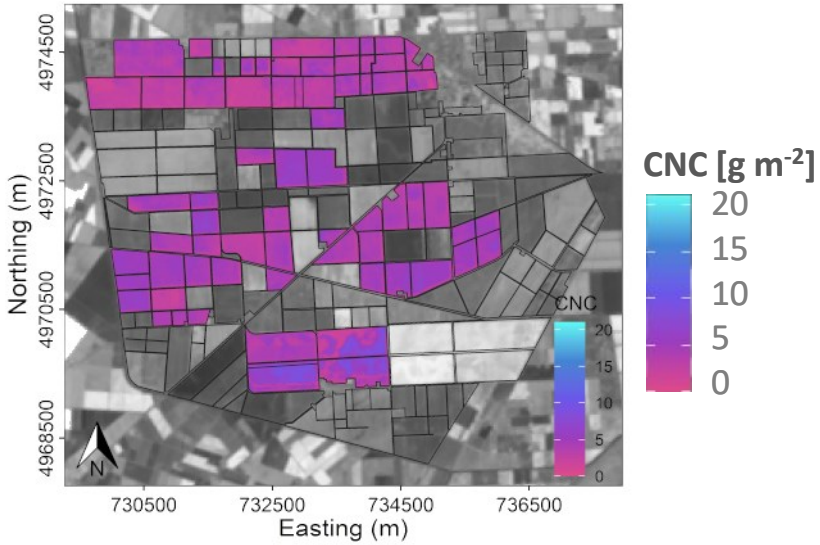
CNC – Risultati



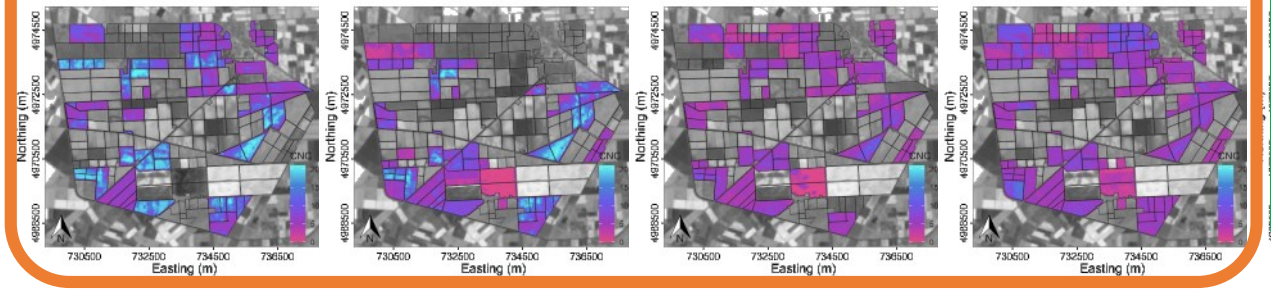
PRISMA (falsi colori)



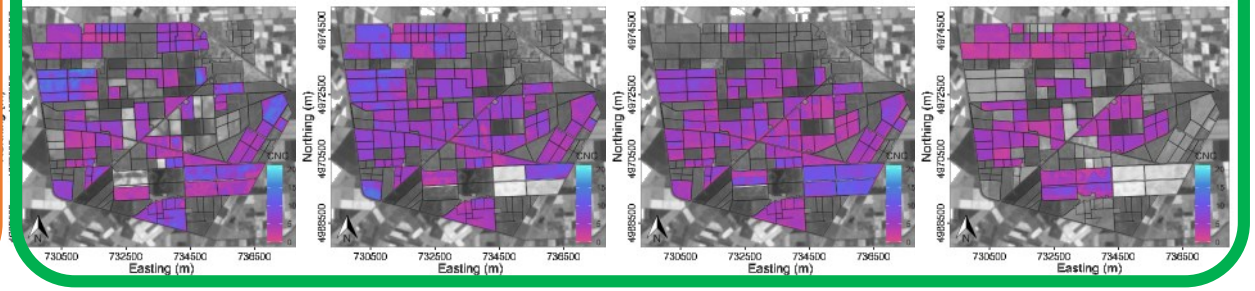
Mappa di CNC



07/04/2020 | 11/05/2020 | 17/05/2020 | 23/05/2020



26/06/2020 | 14/07/2020 | 31/07/2020 | 16/09/2020

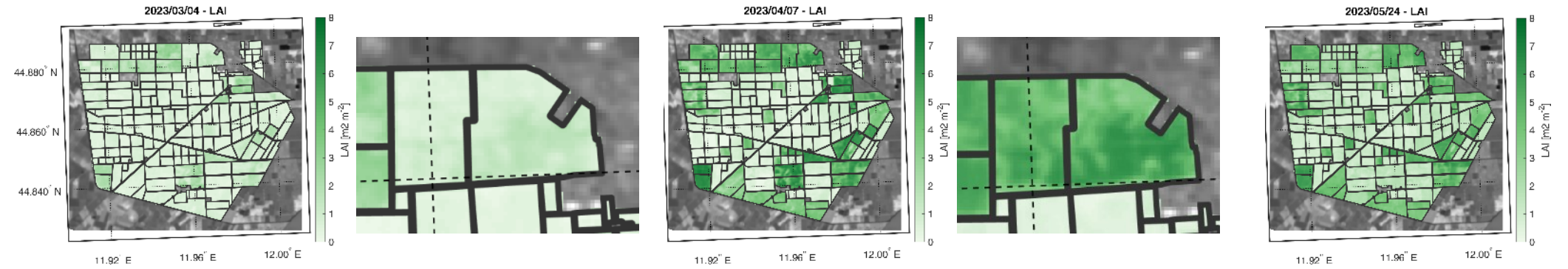


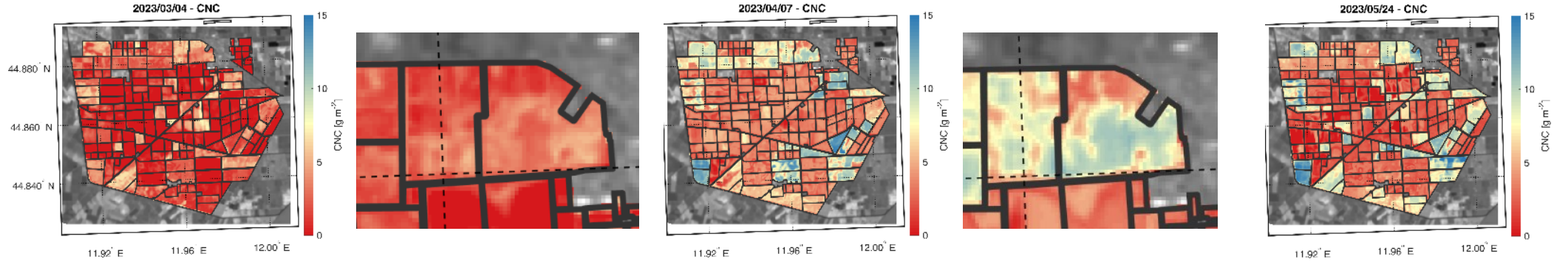
Colture vernine

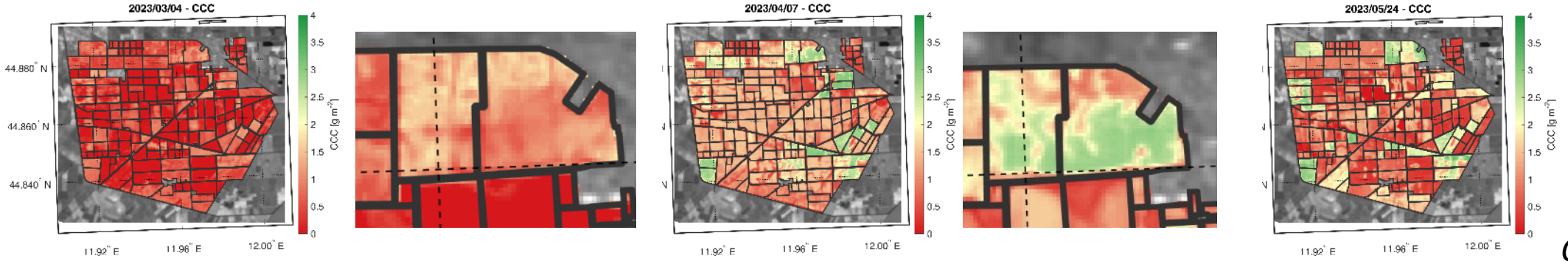
Colture estive

Credits: CNR-IREA

Risultati – mappe parametri biofisici 2023



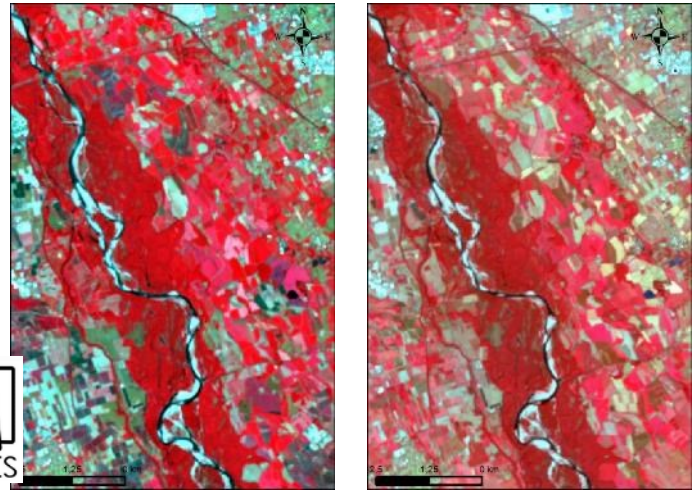




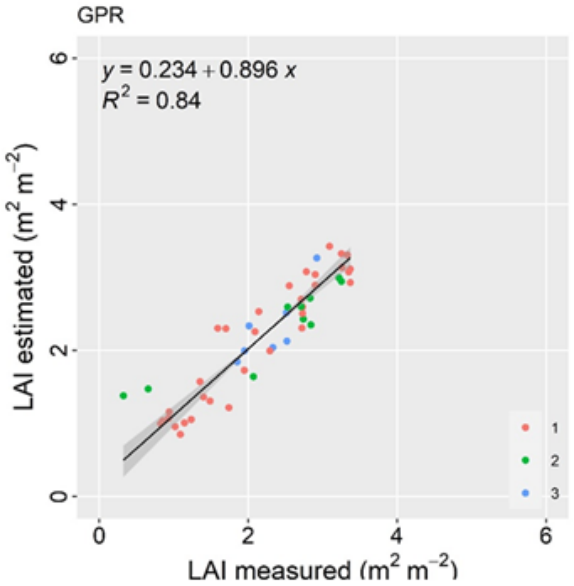
Credits: CNR-IREA

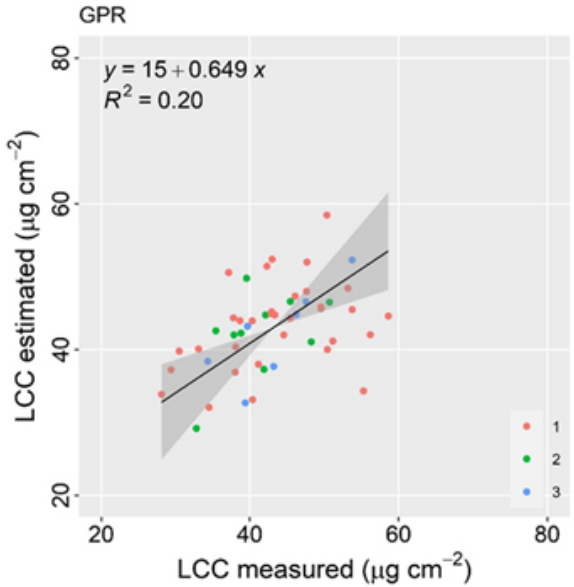
Risultati – Stima di parametri in foresta

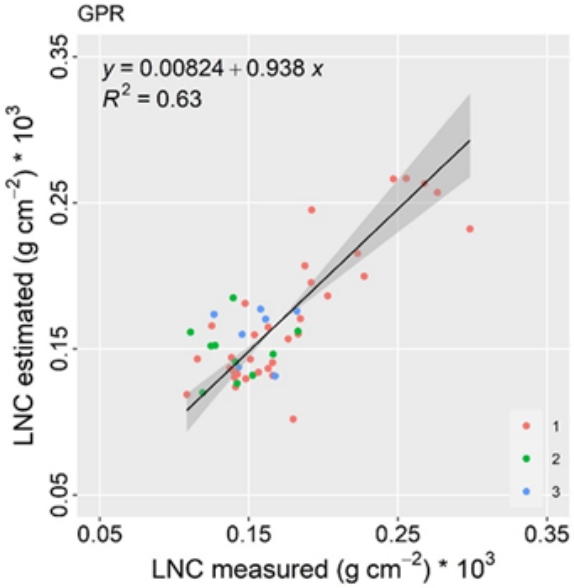
Immagini PRISMA L2 coregistrate

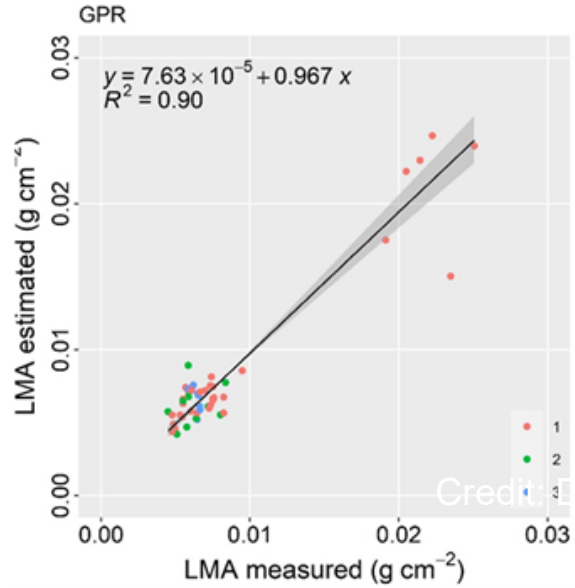


Dati di campo (misure su foglie e LAI)





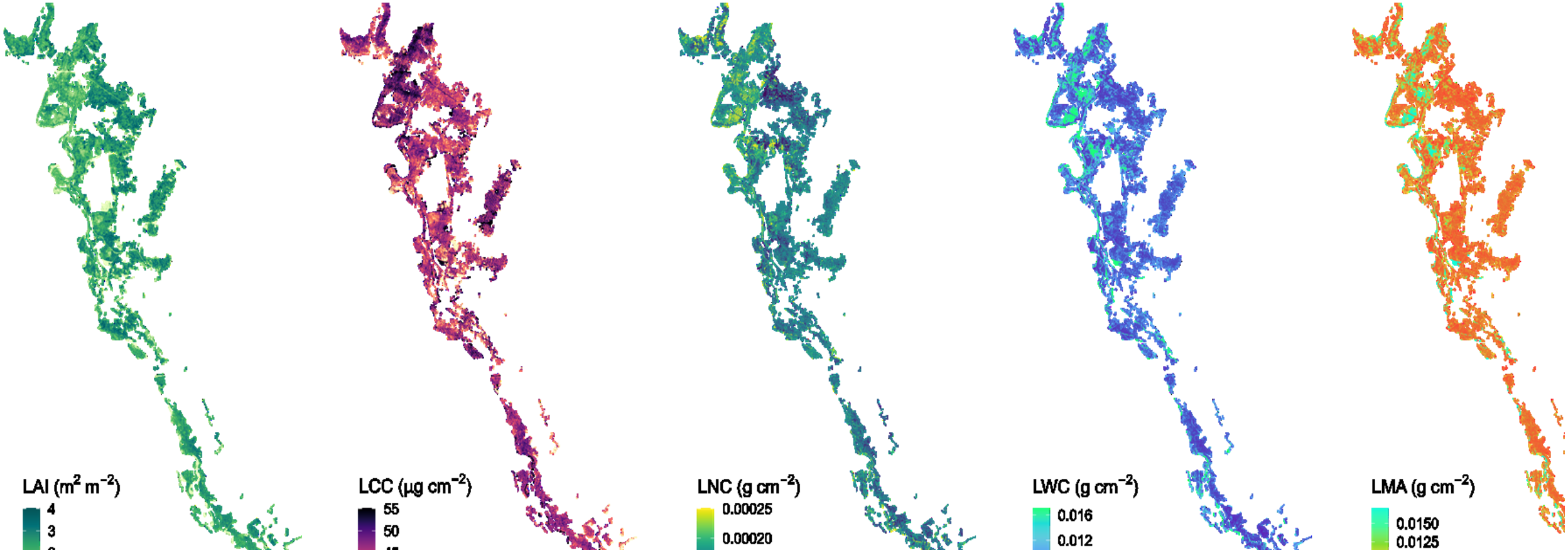




Credit: D

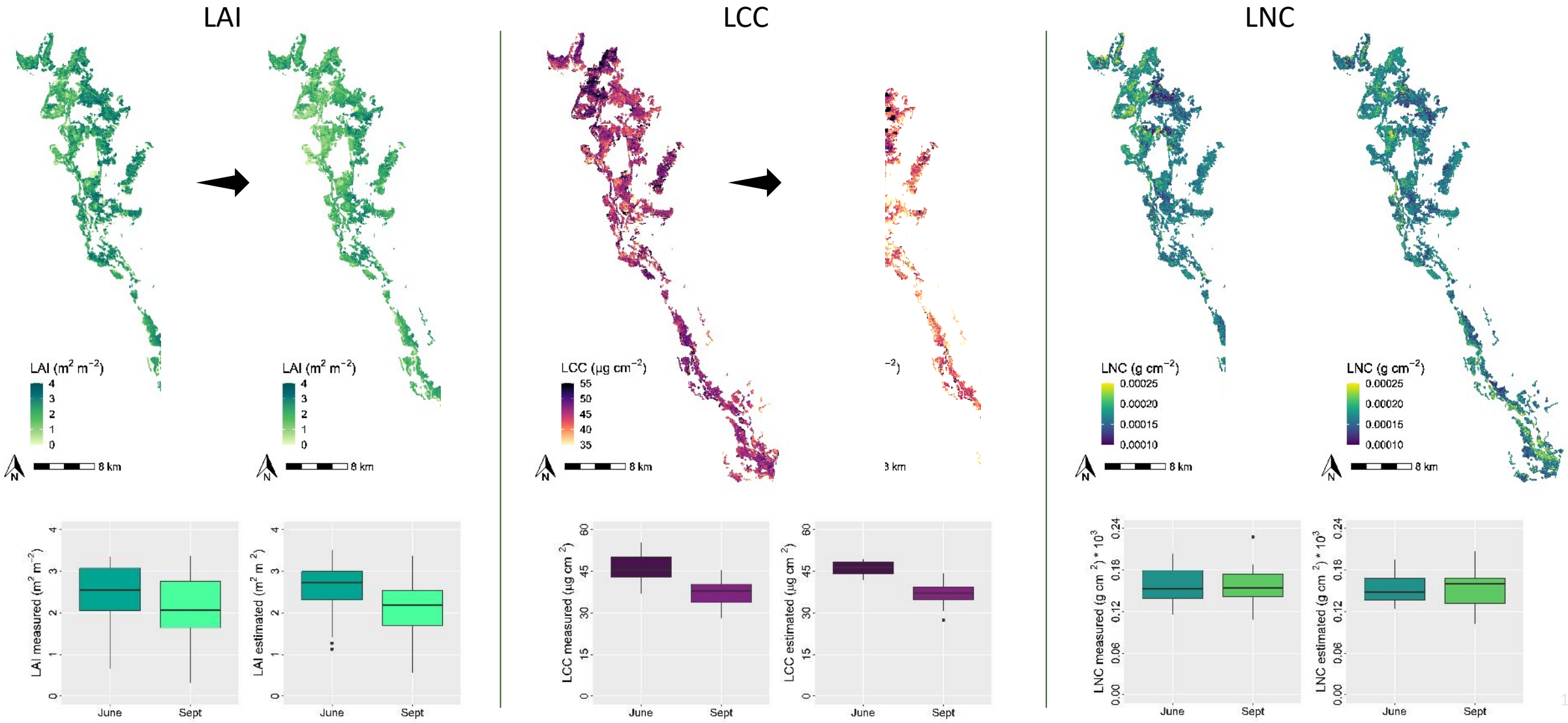
Risultati – Stima di parametri in foresta

Effetti della siccità dell’estate del 2022 sui boschi del Parco del Ticino



Risultati – Stima di parametri in foresta

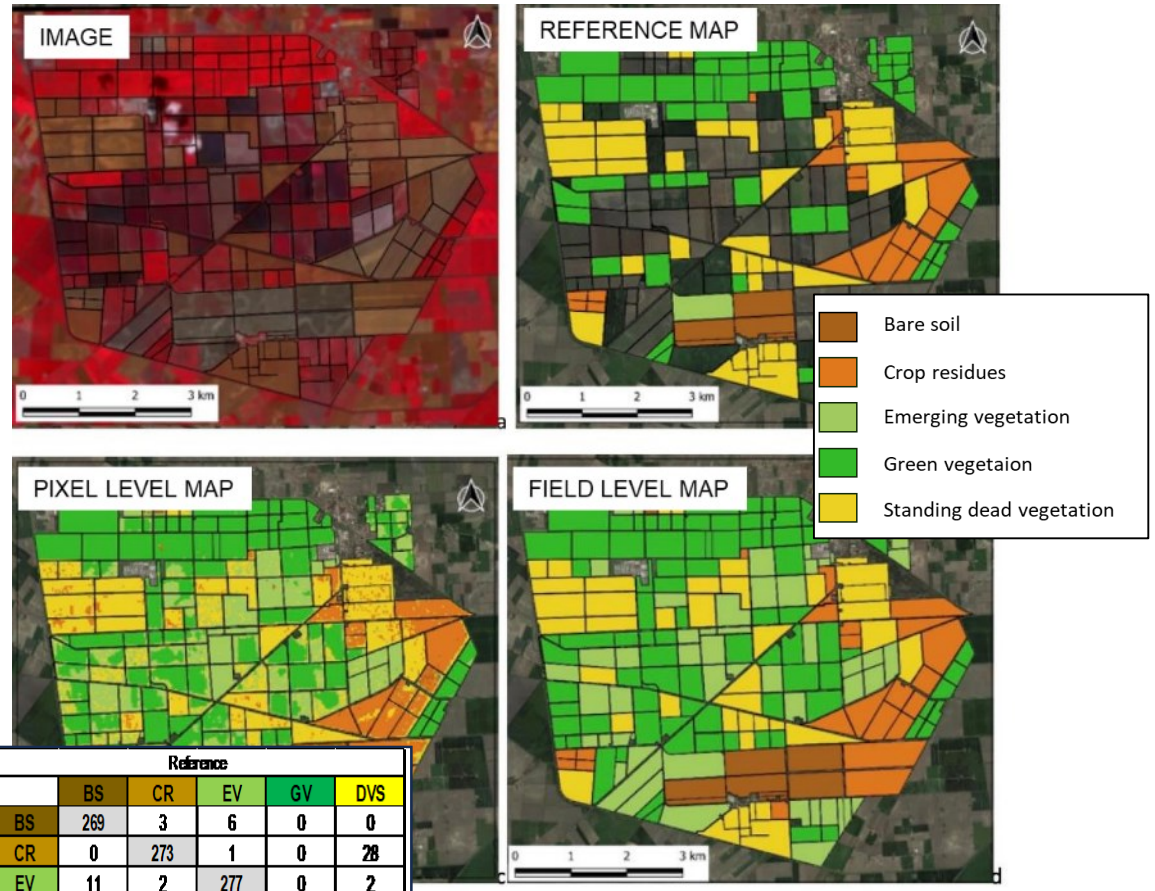
Effetti della siccità dell'estate del 2022 sui boschi del Parco del Ticino



Risultati – Mappa di NPV

Mappatura NPV (residui colturali) a partire dalla feature di assorbimento della cellulosa e lignina

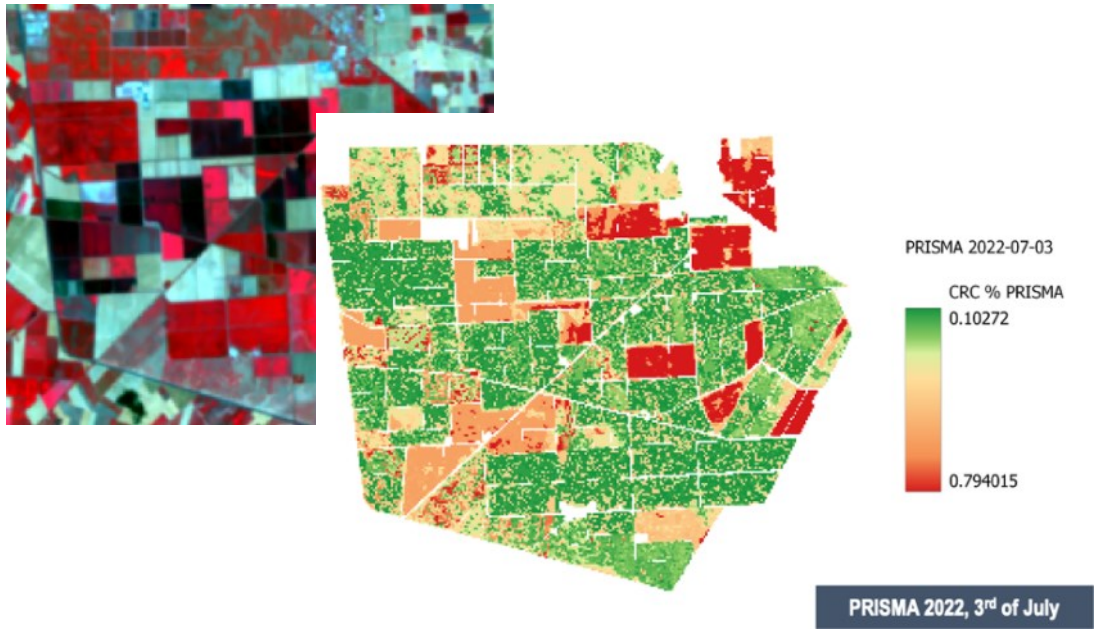
Mappa categorica → Condizioni del campo

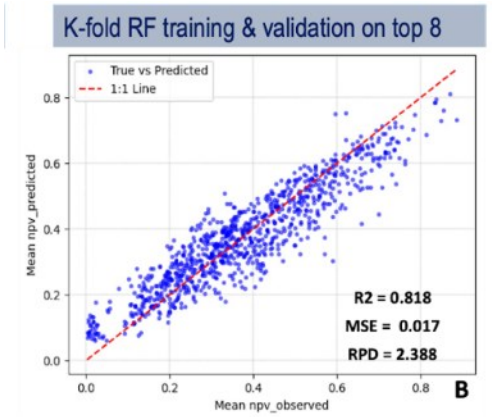


		Reference				
		BS	CR	EV	GV	DVS
Prediction	BS	269	3	6	0	0
	CR	0	273	1	0	28
	EV	11	2	277	0	2
	GV	0	0	0	298	0
	DVS	2	21	16	0	270
Sensitivity		0.9539	0.913	0.9233	1	0.9
Specificity		0.9925	0.9754	0.9873	1	0.9669
Overall Acc.	0.9378					
K coeff.	0.9222					

Accuratezza mappa
OA = 94; K = 0.92

Mappa quantitativa → Copertura residui colturali [%]



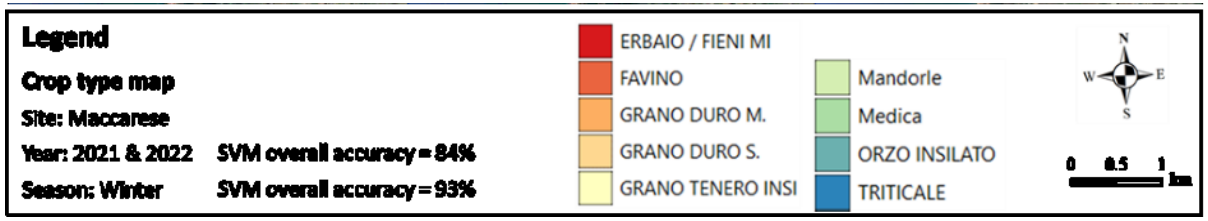


Cross valdiation
R^2_{cv}= 0.82 MSE = 0.017; RPD = 2.4

Test on independent data set
R^2= 0.77 MSE = 0.028; RPD = 2.01

Credits: CNR-IREA

Risultati – Mappa di land cover



L'algoritmo Convolutions Neural Network mostra risultati più promettenti rispetto al SVM nella mappatura delle diverse tipologia di crop nei siti AGR (i.e. Maccarese/Jolanda) (92<OA<97 %)

Credits: CNR-IMAA

PRIS4VEG – Conclusioni

- PRIS4VEG contribuisce allo sviluppo di metodologie di elaborazione di dati PRISMA (L1 e L2) che possono fornire prodotti downstream utili ad applicazioni nell'ambito dell'agricoltura digitale e della gestione di ecosistemi naturali

- Sono state sviluppate metodologie robuste per la stima di parametri biochimici e biofisici della vegetazione

    - Approcci ibridi (ML + RTM) hanno mostrato buone accuratezze nella stima di parametri biochimici e biofisici della vegetazione in ecosistemi agricoli

    - In ecosistemi naturali si osservano migliori risultati utilizzando algoritmi ML puri

    - Le mappe dei parametri mostrano potenzialità in applicazioni quali: 1) la stima della resa di colture in agricoltura e 2) l'individuazione di condizioni di stress (e.g. senescenza anticipata) in ecosistemi naturali a seguito di eventi meteorologici estremi

- E' stato dimostrato che l'alta risoluzione spettrale di PRISMA permette una buona stima della presenza di residui colturali sia a livello qualitativo che quantitativo

- In ambiente agricolo si sono ottenuti ottimi risultati nella mappatura delle diverse colture sia vernine che estive

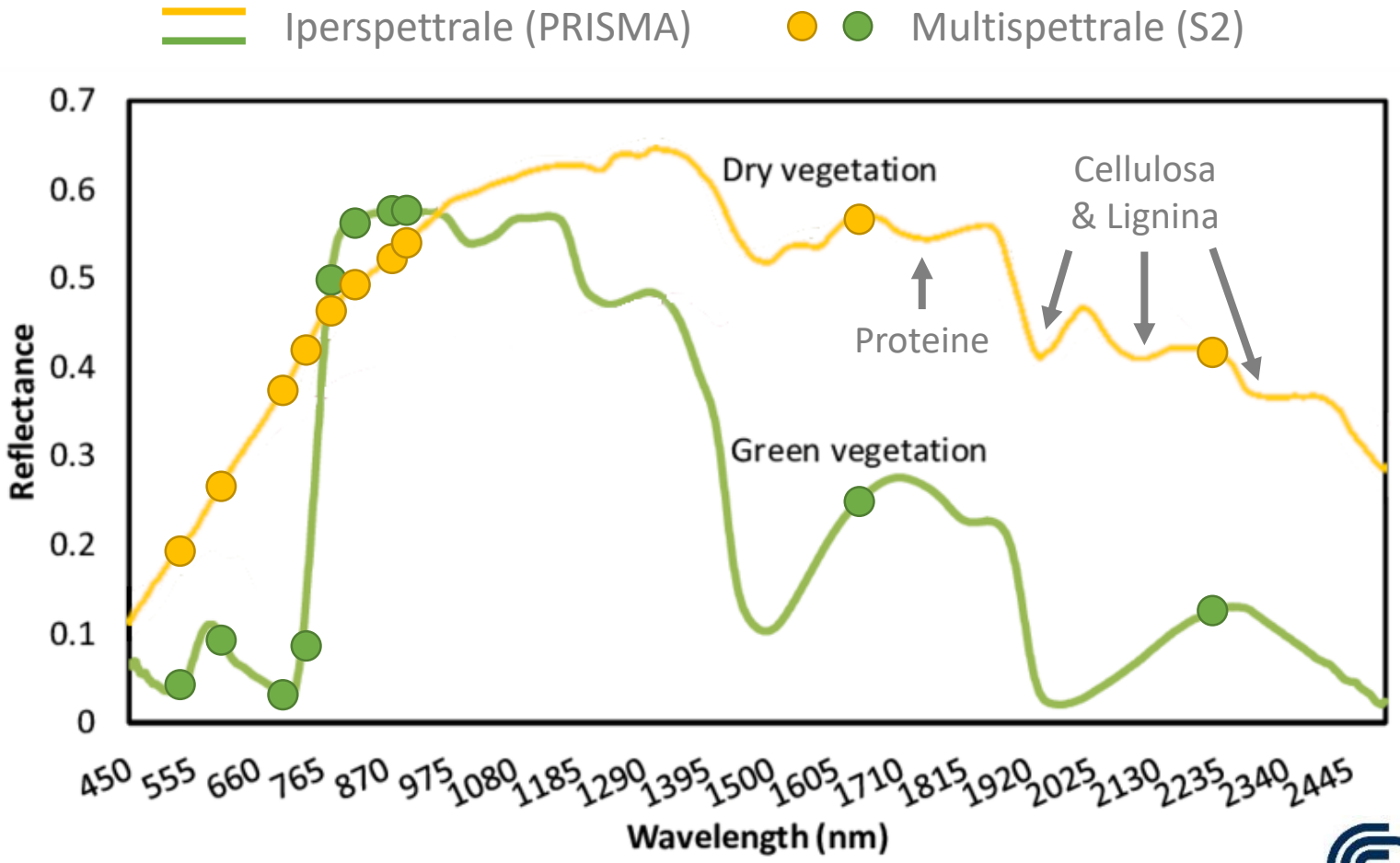
Grazie per l’attenzione

PRIS4VEG – Multispettrale versus Iperspettrale

Sensori multispettrali vs Sensori iperspettrali

Green vegetation

Dry vegetation



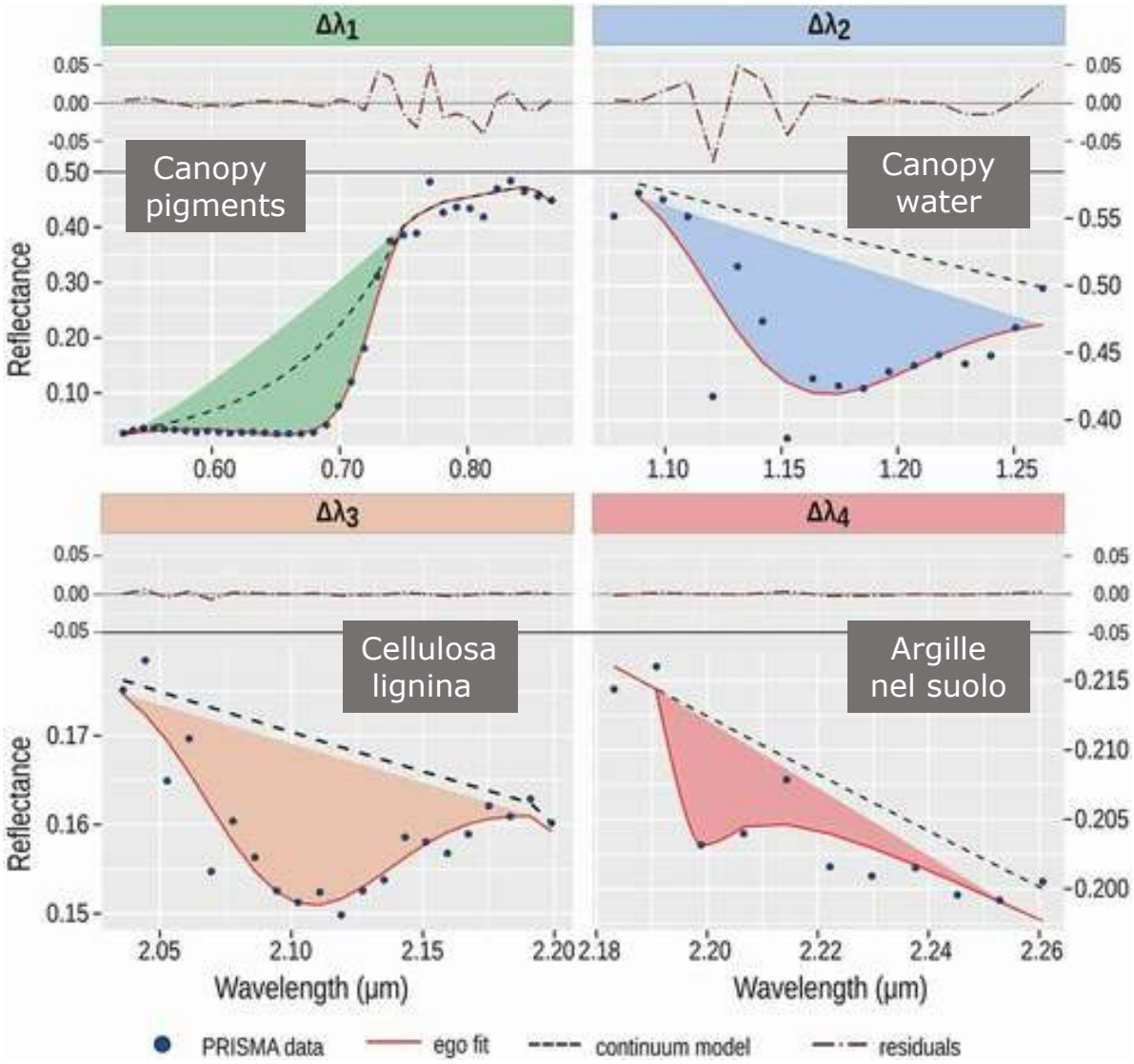
Credits: CNR-IREA

PRIS4VEG – Multispettrale versus Iperspettrale

Sensori multispettrali vs Sensori iperspettrali

Green vegetation

Dry vegetation



Credits: CNR-IREA