

VARIABILITÀ SPAZIALE E INDICI MULTISPETTRALI PER LA SOSTENIBILITÀ DELLA CEREALICOLTURA LUCANA

dott. MICHELE DENORA Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo, Un. Basilicata

dott. MARCO FIORENTINI Dipartimento di scienze agrarie, ambientali e foresta, Un. Politecnica delle Marche

Prof. MICHELE PERNIOLA Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo, Un. Basilicata

Pierce e Nowak nel 1999 hanno definito la Precision Farming come “l'applicazione di tecnologie e principi per la gestione della variabilità spaziale e temporale associata a tutti gli aspetti della produzione agricola con l'obiettivo di migliorarne le potenzialità rispettando la qualità dell'ambiente”. Questa definizione coglie i due aspetti fondamentali della Precision Farming: l'esigenza di definire la variabilità spaziale e temporale connessa con le attività agricole e la necessità di migliorare le produzioni gestendo gli interventi senza sprechi e nel rispetto dell'ambiente.

All'interno di un campo coltivato, per quanto omogeneo, esiste sempre una variabilità più o meno importante. Accanto alla variabilità spaziale delle condizioni di campo, può essere condotto lo studio della variabilità spaziale delle principali caratteristiche vegetative della coltura, studiando i comportamenti della pianta nelle diverse aree omogenee.

Il lavoro svolto dal Dipartimento delle Culture Europee e del Mediterraneo (DiCEM) dell'Università della Basilicata nell'ambito del progetto CERESO PSR Basilicata - misura 16.2 dal titolo “OTTIMIZZAZIONE DEGLI INPUT PER LA SOSTENIBILITÀ DELLA CEREALICOLTURA LUCANA” mira a valutare la relazione tra cinque indici di vegetazione e la mappatura geofisica del suolo. Il livello di relazione tra le due variabili è strettamente connesso allo stadio fenologico e di sviluppo del grano duro. Puntiamo con questa attività a fornire indicazioni sui possibili benefici connessi a questa tecnica.

Materiali e metodi

La prova è stata condotta nel 2019-20 presso Az. Agricola F.lli Lillo (Matera) Latitudine: 40.71° Longitudine 16.66° 6,65 ha (Figura 1), su grano duro (*Triticum durum L.*, var PR22D89). La variabilità spaziale del suolo è stata rilevata mediante miniexplorer con tecnica elettromagnetica, GF Instruments (SOING). Sono state ottenute tre mappe di resistività elettrica (0-50 cm, 0-100 cm e 0-180 cm). Per lo studio sono stati presi i valori medi delle tre profondità.

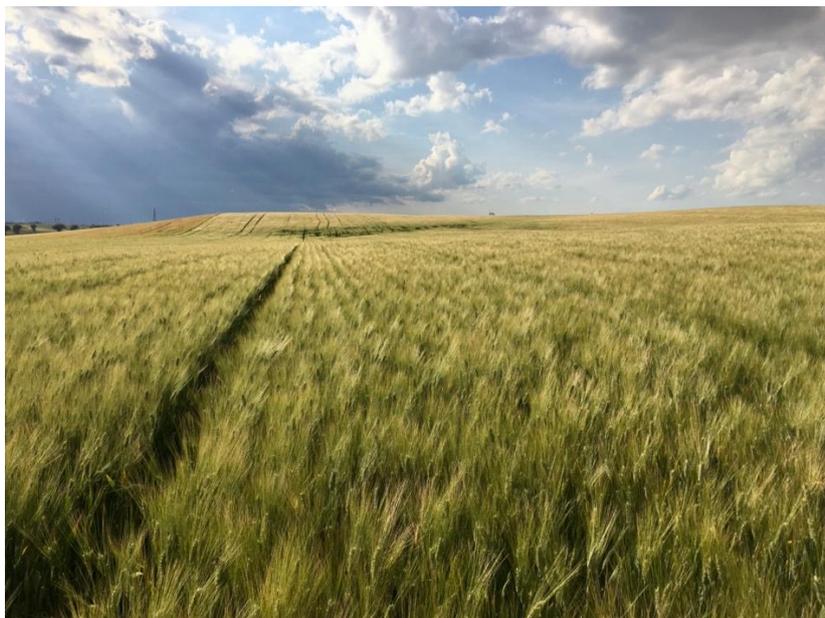


Figura 1. Campo sperimentale

Sono state eseguite 6 missioni di volo UAV (Unmanned Aerial Vehicle), durante tutto il ciclo colturale (Tabella 1). Le immagini sono state acquisite utilizzando un drone Parrot Bluegrass con un sensore multispettrale Parrot Sequoia, il piano di volo è stato impostato utilizzando Pix4Dcapture.

Tabella 1. Missioni di volo

Volo	Date	Stato fenologico
I	16/04/2020	fine accostamento inizio levata
II	05/05/2020	botticella
III	12/05/2020	spigatura
IV	10/06/2020	fioritura
V	18/06/2020	fecondazione e viraggio della cariosside
VI	10/07/2020	maturazione

Ogni immagine acquisita dal volo UAV ha richiesto un lavoro di elaborazione per calcolare gli indici vegetazionali. L'elaborazione delle immagini si è articolata in 3 fasi: (1) generazione di mappe di riflettanza (ortomosaico); (2) calcolo degli indici; (3) estrazione dei dati.

Partendo dai file tiff. grezzi acquisiti dall'UAV, la mappa di riflettanza ortomosaica è stata generata utilizzando il software PIX4D©. Gli indici (Tabella 2) sono stati calcolati utilizzando il software statistico R (3.5.1., 2018).

Tabella 2: Indici vegetazionali calcolati

Indice vegetazionale	Formula
MSAVI2	$MSAVI2 = \frac{2 * NIR + 1 - \sqrt{(2 * NIR + 1)^2 - 8(NIR - Red)}}{2}$
NDRE	$NDRE = \frac{NIR - Red\ Edge}{NIR + Red\ Edge}$
NDVI	$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$
EVI2	$EVI2 = 2.5 * \frac{NIR - Red}{NIR + (2.4 * red) + 1}$
WV.VI	$WV.VI = \frac{NIR^2 - Red}{NIR^2 + Red}$

Risultati

Come riportato dalla Tabella 3, il coefficiente di determinazione della relazione tra gli indici di vegetazione e la mappa di resistività non è significativo fino alla fioritura. Mentre in fioritura si raggiunge il valore massimo di correlazione di 0,53 (valore medio). Dopo la fioritura il valore di correlazione diminuisce per ogni indice di vegetazione fino alla maturità del grano dove viene mostrata una correlazione non significativa (Tabella 3). L'indice di vegetazione che ha mostrato una relazione più elevata con la mappa di resistività è l'NDVI, che ha raggiunto un R² di 0,56 durante la fioritura, mentre l'indice di vegetazione che ha riportato il R² più basso è stato il WV.VI. Le mappe NDVI sono riportate nella figura 2, dove è possibile apprezzare l'evoluzione dell'NDVI durante tutto l'anno. Mentre nella figura 3 è possibile valutare la sovrapposizione della mappa di resistività, NDVI e la gestione delle zone definita dall'analisi del cluster per la gestione delle aree omogenee.

Tabella 3. Coefficiente di determinazione (R^2) della relazione tra gli indici di vegetazione e la mappa di resistività durante tutto il ciclo colturale.

Indice	Date					
	16/04/2020	05/05/2020	12/05/2020	10/06/2020	18/06/2020	10/07/2020
NDRE	0.05	0.01	0.04	0.52	0.28	0.03
NDVI	0.02	0.01	0.08	0.56	0.35	0.02
MSAVI2	0.02	0.01	0.07	0.55	0.30	0.01
EVI2	0.02	0.01	0.06	0.55	0.31	0.01
WV.VI	0.03	0.02	0.11	0.45	0.23	0.01

Figura 1. Mappe NDVI durante tutto il ciclo colturale.

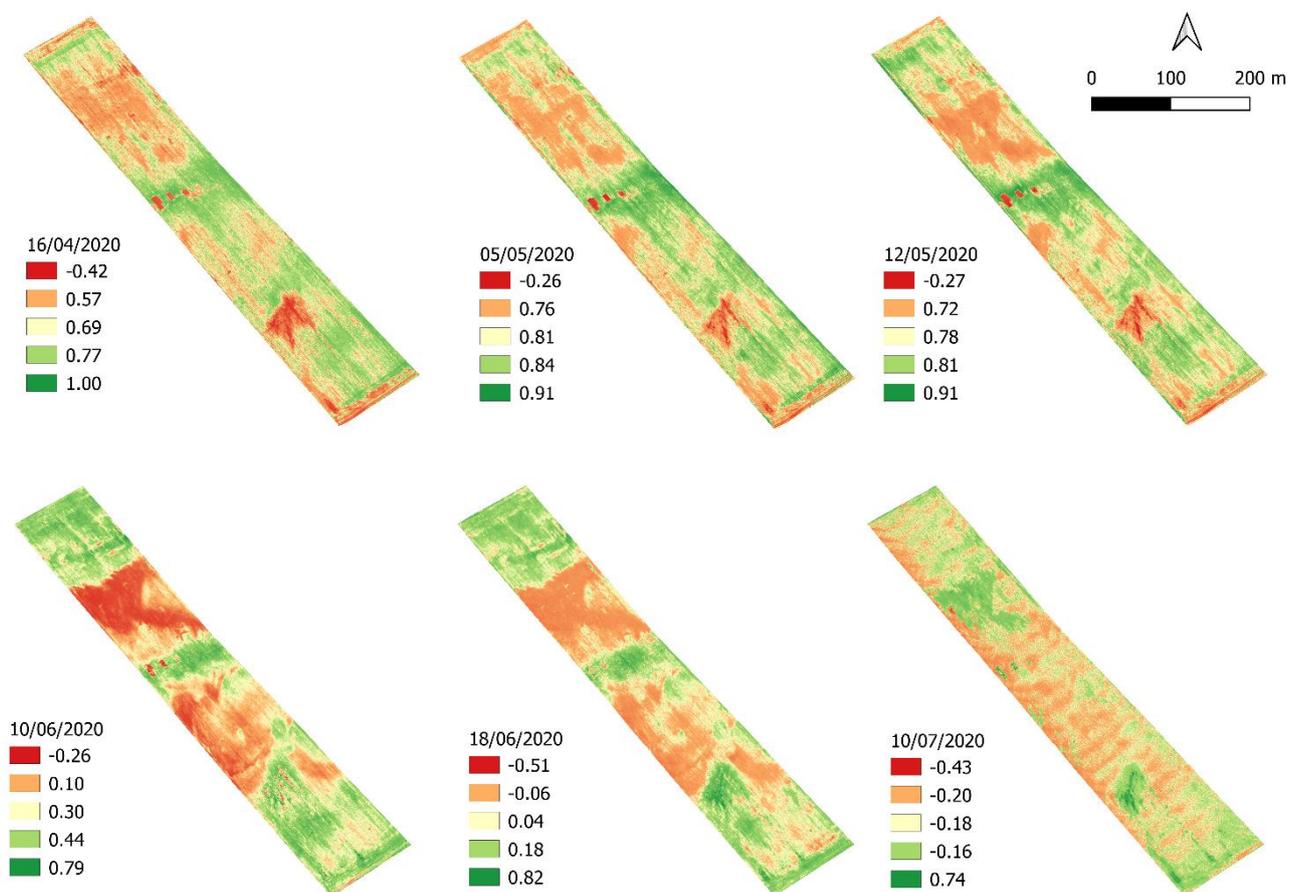
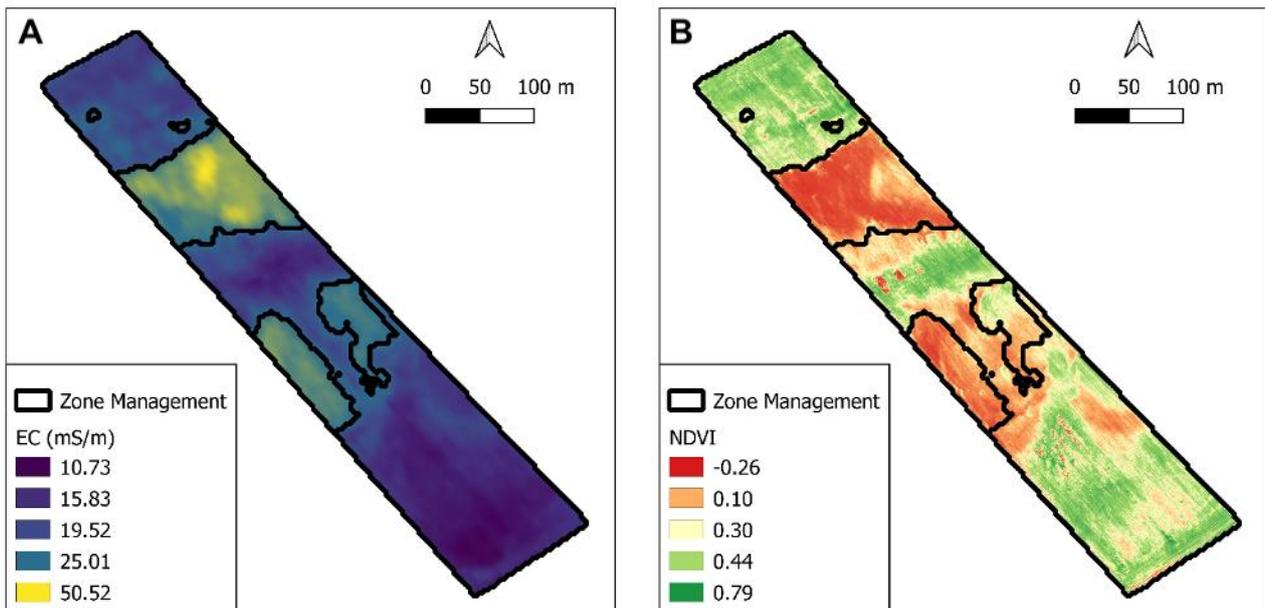


Figura 2. Sovrapposizione della mappa di resistività (A) e NDVI (B) e gestione delle zone definita dall'analisi del cluster.



Conclusioni

Con questa attività abbiamo dimostrato che la correlazione tra le 6 mappe NDVI e la mappa della resistività dipende fortemente dallo stadio fenologico e di sviluppo del grano duro. Durante l'intero sviluppo della coltura non vi è alcuna correlazione significativa, tranne durante la fioritura quando la correlazione lineare raggiunge 0,53 dell' R^2 . Inoltre, NDVI era il miglior indice di vegetazione da correlare con la mappa di resistività, mentre il peggior era il WV.VI.

Quindi, suggeriamo di eseguire l'acquisizione di immagini multispettrali da UAV durante le fasi fenologiche della fioritura per attribuire la variabilità spaziale delle colture alle diverse condizioni del suolo.