

**VRAI**



**UNIVERSITÀ  
POLITECNICA  
DELLE MARCHE**

**Prof. Adriano Mancini  
Università Politecnica delle Marche**

**Dott Luca Coviello  
Università di Trento, ENOGIS**

**Dott. Agr. Francesco Maria Martini  
Università Politecnica delle Marche**

  
**È TEMPO DI AGRICOLTURA**



Unione Europea / Regione Marche  
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020  
FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI



# **Intelligenza Artificiale per il monitoraggio delle colture cerealicole biologiche**

Bologna 9 Settembre 2022

- Tecnologie a supporto della stima della resa
  - Droni
  - Satelliti
- Intelligenza Artificiale e Stima della Resa
- Conclusioni e Sviluppi Futuri

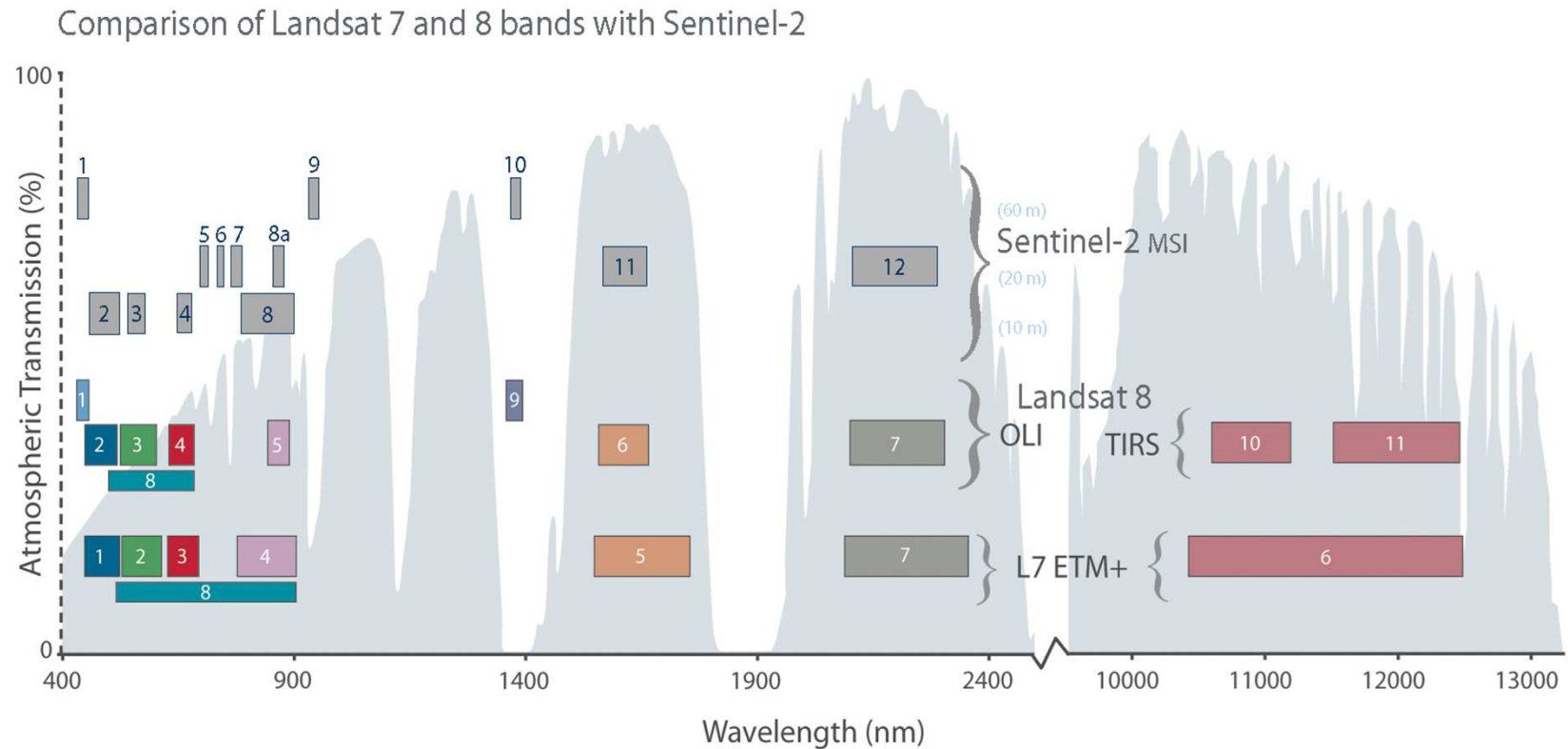
- Gestione predittiva su grano nel biologico
- Miglioramento della qualità/quantità del raccolto e della sostenibilità ambientale (efficienza trattamenti, risparmio economico)
- Monitoraggio andamento colturale e previsioni di resa (variabili/puntuali)
- Utilizzo immagini satellitari (sentinel e PlanetScope) ed Intelligenza Artificiale

## SATs vs UAVs

- Risoluzione Temporale
  - 1-10 giorni (SATs) – on-demand per il drone 
- Risoluzione Spaziale
  - 2-60m (SATs) – 0.025+ nel caso del drone 
- Configurazione Spettrale
  - 4-12 bande (SATs) – 4-5 bande 
- Costi
  - Sentinel-2 / Landsat sono gratuiti. Planet gratuiti per scopi di ricerca. I costi dei dati acquisiti possono variare in modo significativo (acquisto drone, acquisto sensore, pilota, co-pilota, trasferta...)
  - Può essere costoso per aree di ridotta dimensione 
- Uso combinato drone + SAT è la giusta *dimensione*

## ■ Evoluzione Satelliti – Dal Landsat al Sentinel-2

- Open Science (anche Business)



## SAT #1

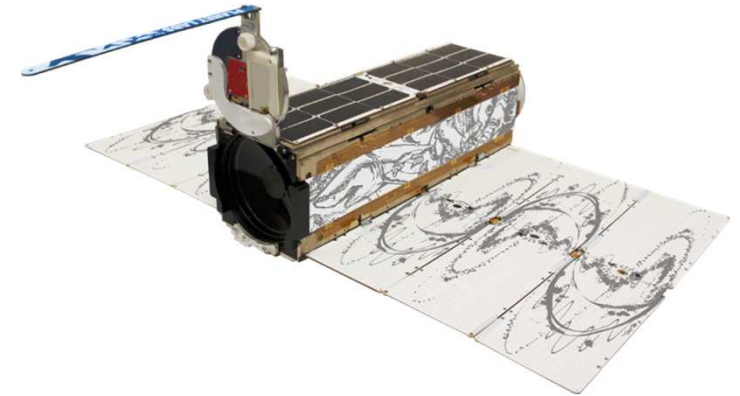
- Sentinel-2
  - Periodo di rivisitazione: 5 giorni (caso migliore)
  - GSD da 10m to 60m
  - # of bande: 13
- Landsat 8
  - Periodo di rivisitazione : 16 giorni
  - GSD: da 15m a 100m
  - # of bande: 11

Band	CWA	BWA	CWB	BWB	GSD
1 Coastal	442.7	21	442.2	21	60
2 Blue	492.4	66	492.1	66	10
3 Green	559.8	36	559.0	36	10
Band 4 Red	664.6	31	664.9	31	10
5 Veg.RE	704.1	15	703.8	16	20
6 Veg.RE	740.5	15	739.1	15	20
7 Veg.RE	782.8	20	779.7	20	20
Band 8 NIR	832.8	106	832.9	106	10
8A Narrow NIR	864.7	21	864.0	22	20
9 Water vapour	945.1	20	943.2	21	60
10 SWIRCirrus	1373.5	31	1376.9	30	60
11 SWIR	1613.7	91	1610.4	94	20
12 SWIR	2202.4	175	2185.7	185	20



## SAT #2

- PlanetScope
  - Periodo di rivisitazione : 1-2 giorni
  - GSD: 3.0-3.5m
  - # of bande: 4 (RGB + NIR)



PlanetScope bands	CW (nm)	BW	GSD (m)
Blue	485	60	3
Green	545	90	3
Band - Red	630	80	3
Band - NIR	820	80	3

- 5 bande Sensore Multi Spettrale
  - Misesense RedEdge
  - Immagini radiometricamente corrette (ground targets e DLS)



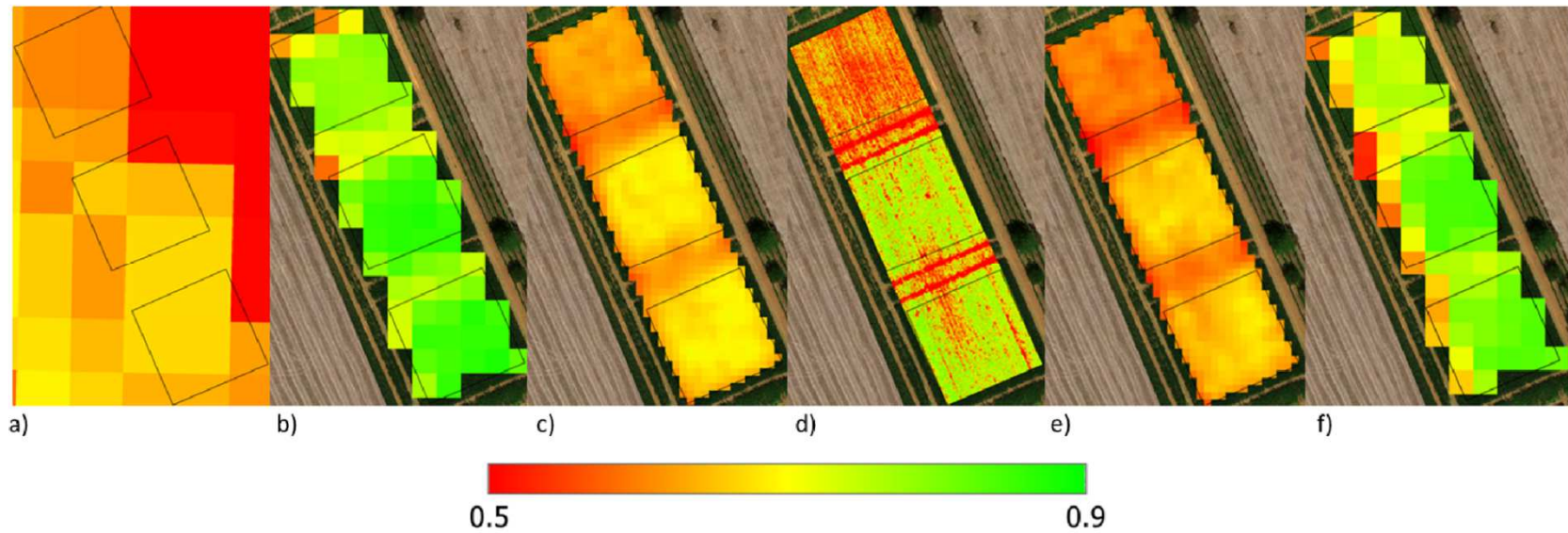
Band	Central wavelength (nm)	Bandwidth (nm)
Blue	475	20
Green	560	20
Red	668	10
NIR	840	40
Red Edge	717	10





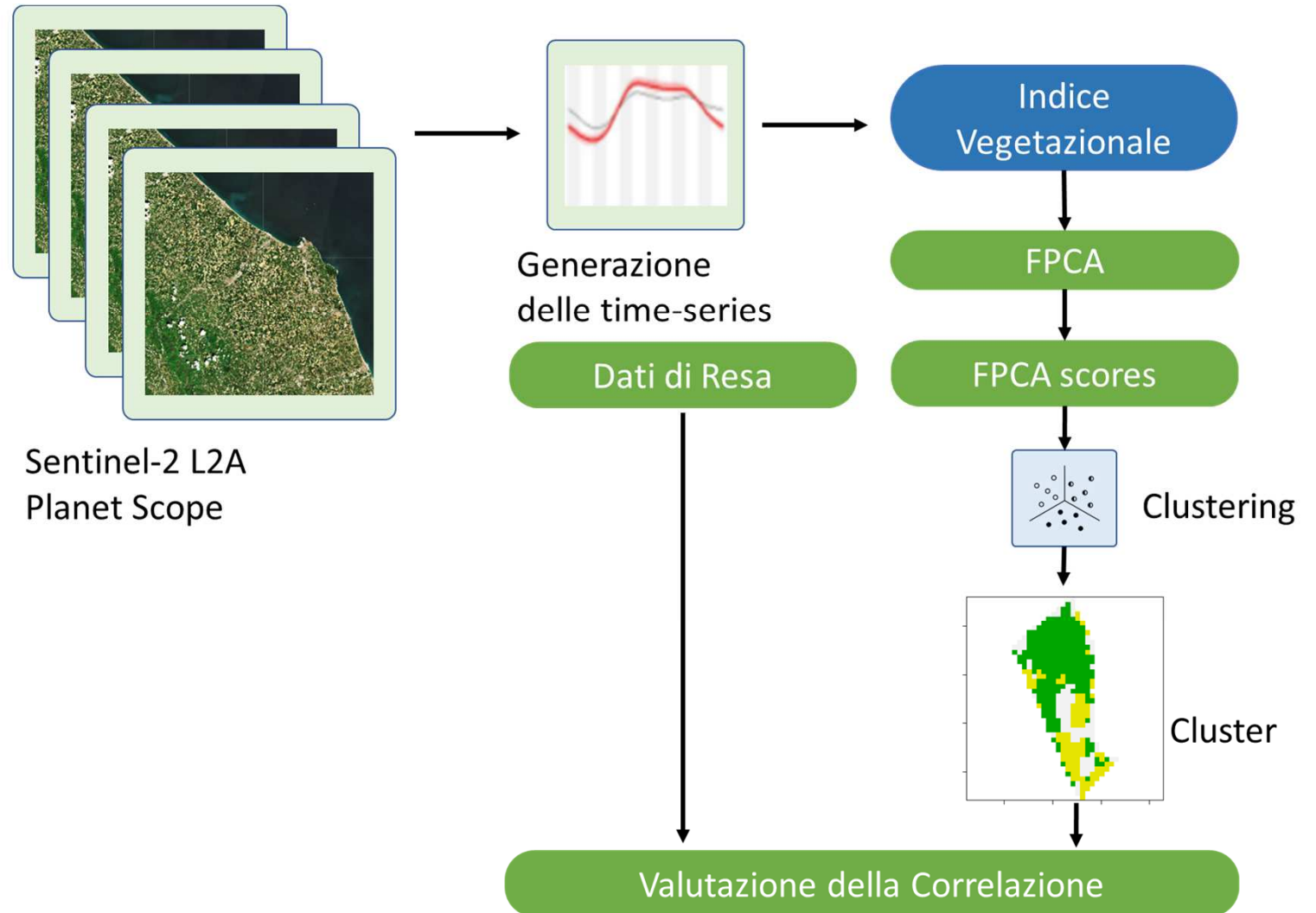
## ■ Comparazione SATs e droni

- La risoluzione gioca un ruolo chiave per identificare le aree che richiedono maggiore attenzione



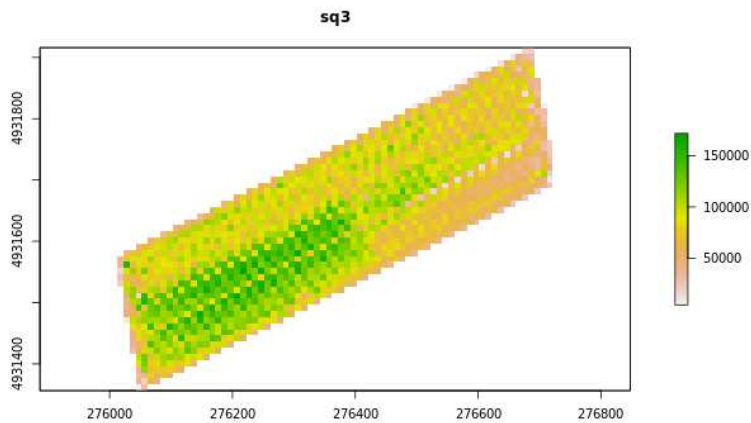
Workflow Analisi Dati

- Per ogni nuova immagine si aggiorna la potenziale mappa di resa

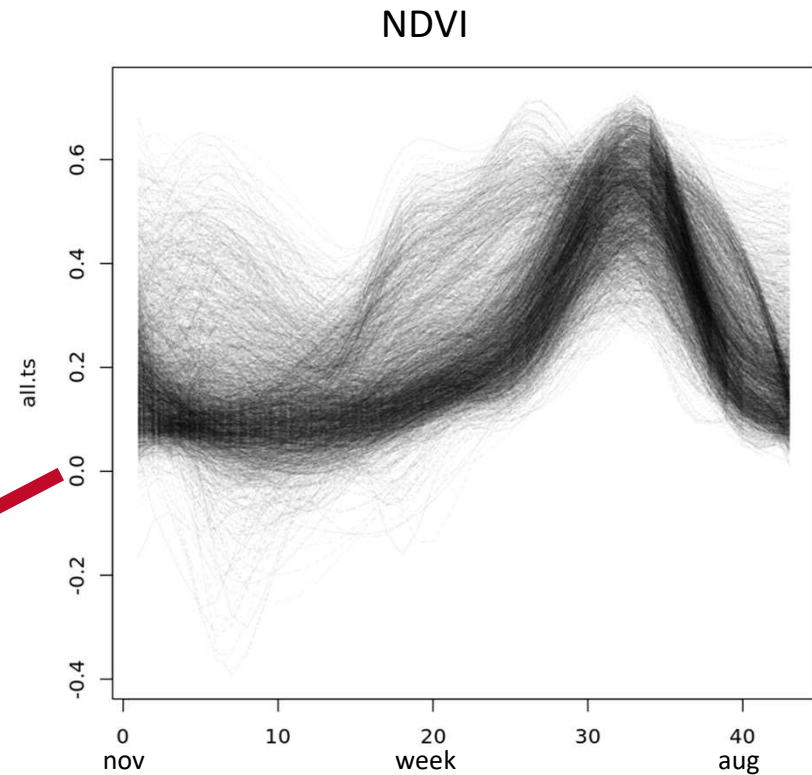


## Dati

- Sentinel-2 durante tutta la stagione
  - da semina a raccolta, Nov – Lug
  - RGB, NIR, Red Edge => NDVI, NDRE
- Dati di resa variabile/puntuale multivarietà



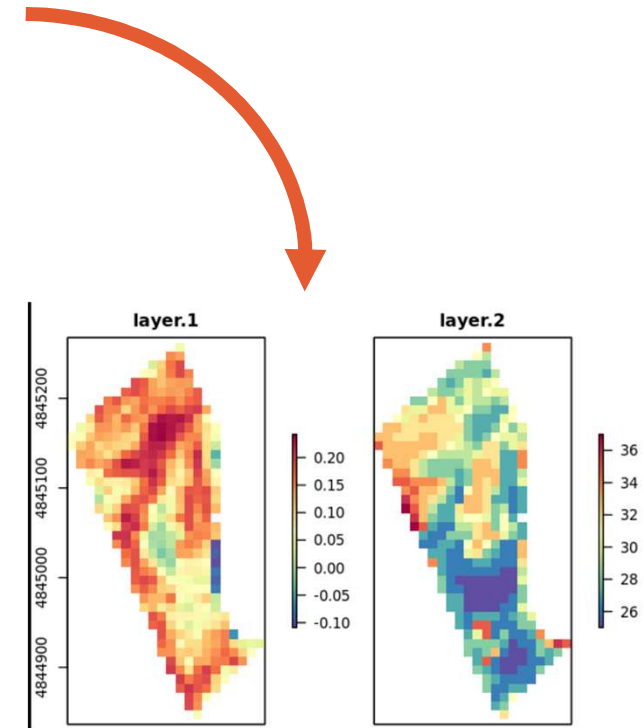
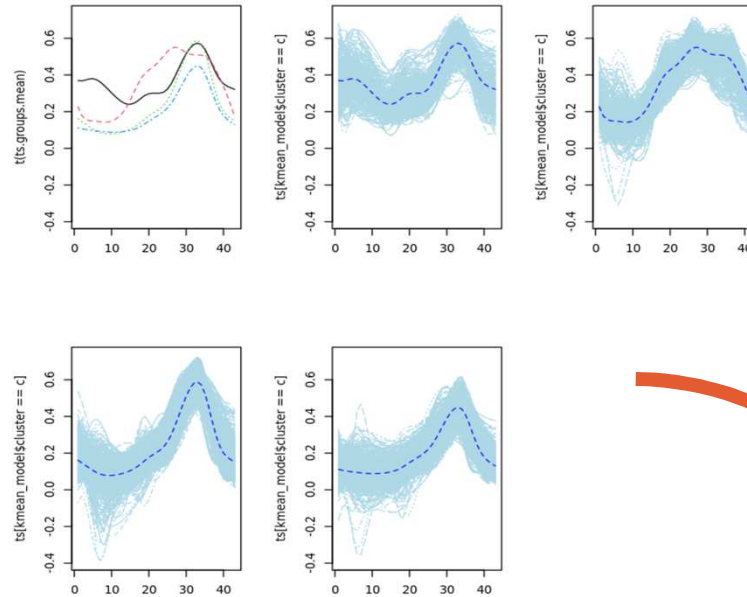
Resa (aggregata a 10m x 10m)



*resa = f(???)*

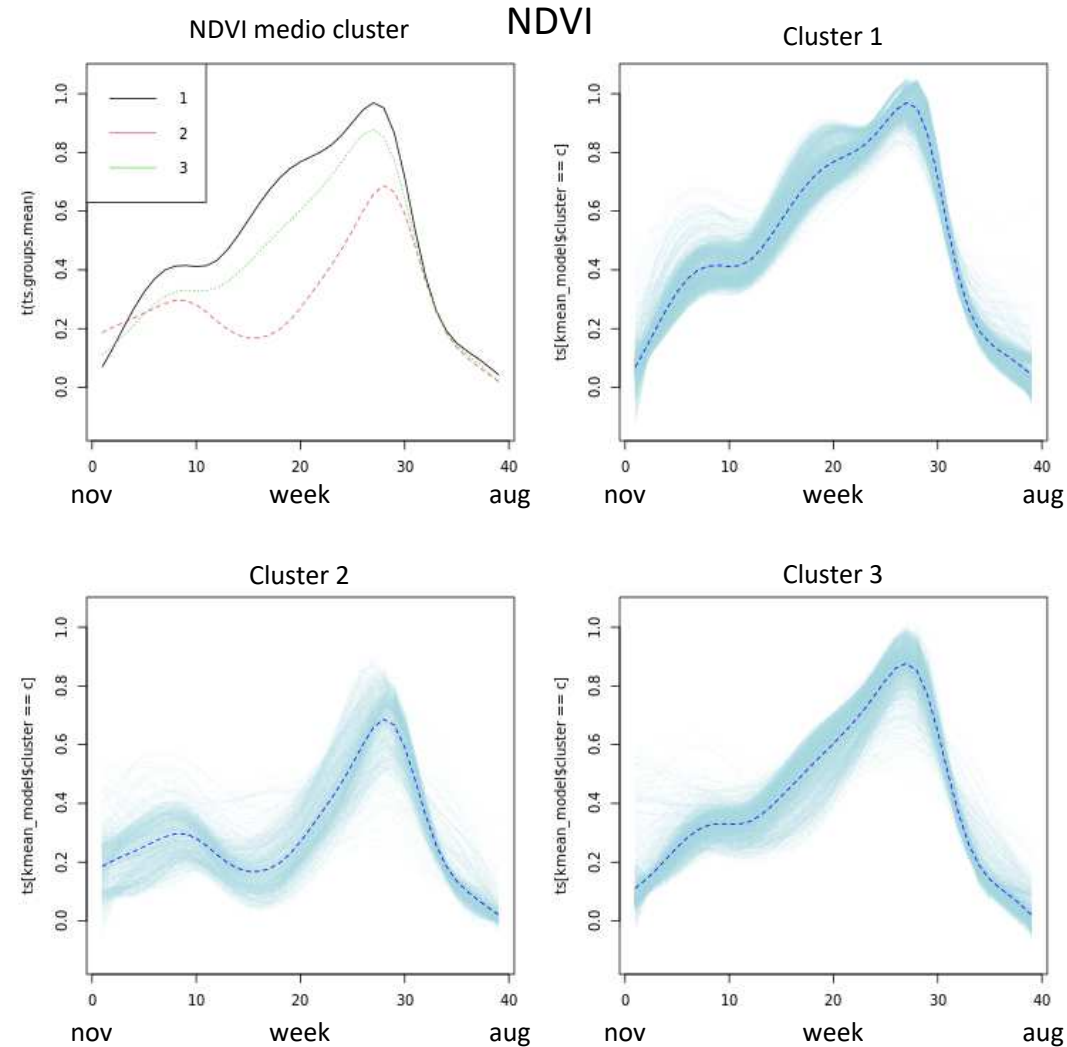
## Metodi

- Analisi timeseries (serie temporali) indici derivati da Sentinel-2
  - NDVI, NDRE
- f-PCA (functional PCA)
  - Clustering per identificazione zone di gestione separata (management zones)
  - Correlazione con resa



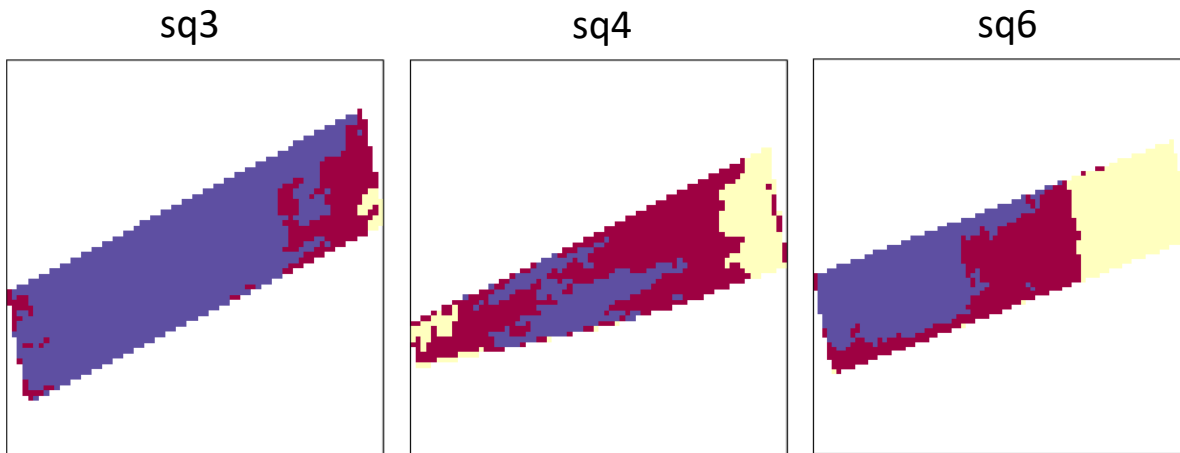
## Clustering con fPCA

- Identificazione di 3 cluster con andamenti diversi nell'NDVI (focus su picco)
  - Input: serie immagini temporali su 3 campi di frumento
  - Cluster 1 > Cluster 3 > Cluster 2
- Ogni singola curva rappresenta un pixel delle immagini satellitari (10m x 10m)



Clustering per composizione campi

- Dal risultato clustering all'efficienza dei campi
  - sq3: maggior parte di punti del cluster 1 (alto)
  - sq4: maggior parte di punti del cluster 3 (medio)
  - sq6: circa 33% per cluster
- Domanda: i cluster correlano con la resa?



## ■ Questione di correlazione

- Allo stato attuale l'f-PCA (e il Clustering) viene calcolata in vari momenti e soprattutto **fine stagione**
- Utile per analizzare a posteriori l'andamento della stagione, o fare una comparazione tra diverse annate
- È possibile cercare di sviluppare una pipeline metodologica simile per un Clustering **predittivo?**

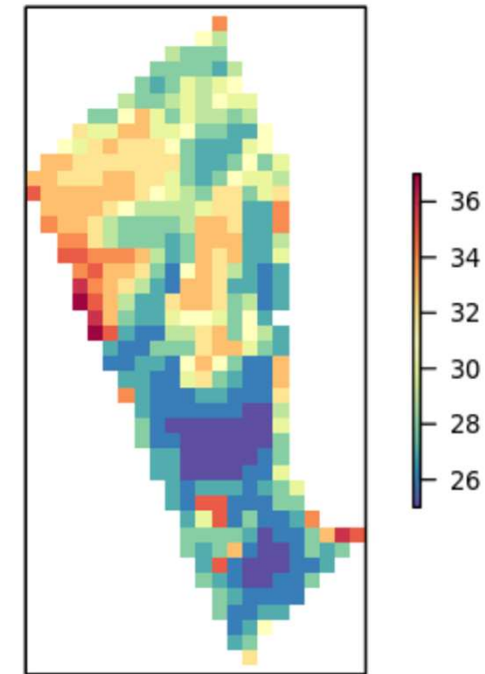
- Sì, avendo la possibilità di «calibrare» il modello su una o più stagioni usando dati da satellite ed anche raccolti da sensori a terra bordo trebbia

	NDVI		
	w10-36	w10-18	w10-27
RMSE	600.87	707.29	646.27
MAE	459.66	548.90	499.45
RMSE %	10.35	12.14	11.14
MAE %	7.43	8.85	8.08
Correlazione	0.88	0.83	0.86



## Conclusioni

- Il monitoraggio lungo il corso della stagione consente di indentificare fin da subito l'insorgere di problemi
- Da qui la necessità di creare zone di gestione differenziate al fine di uniformare la prestazione
- Quanto ottenuto dall'analisi dei dati per generare beneficio necessita di una corretta gestione di precisione => necessità di adottare soluzioni proprie dell'Agricoltura 4.0
- La stima della resa consente anche di supportare la verifica di situazioni anomale alla fine della stagione.





**Grazie per l'attenzione!**

**Domande?**

**Adriano Mancini**

Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy  
a.mancini@univpm.it

<https://vrai.dii.univpm.it/>

