

Progetto: Agricoltura di precisione: una risorsa ed una possibilità per le aziende della Puglia

Acronimo AgriPuglia



Modulo 2 *Pomodoro da industria*

Telerilevamento da drone nel pomodoro

Dott. Agr. Michele Loiodice



REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia – Legge regionale n. 55/2018
"Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione"



CHÈUVA

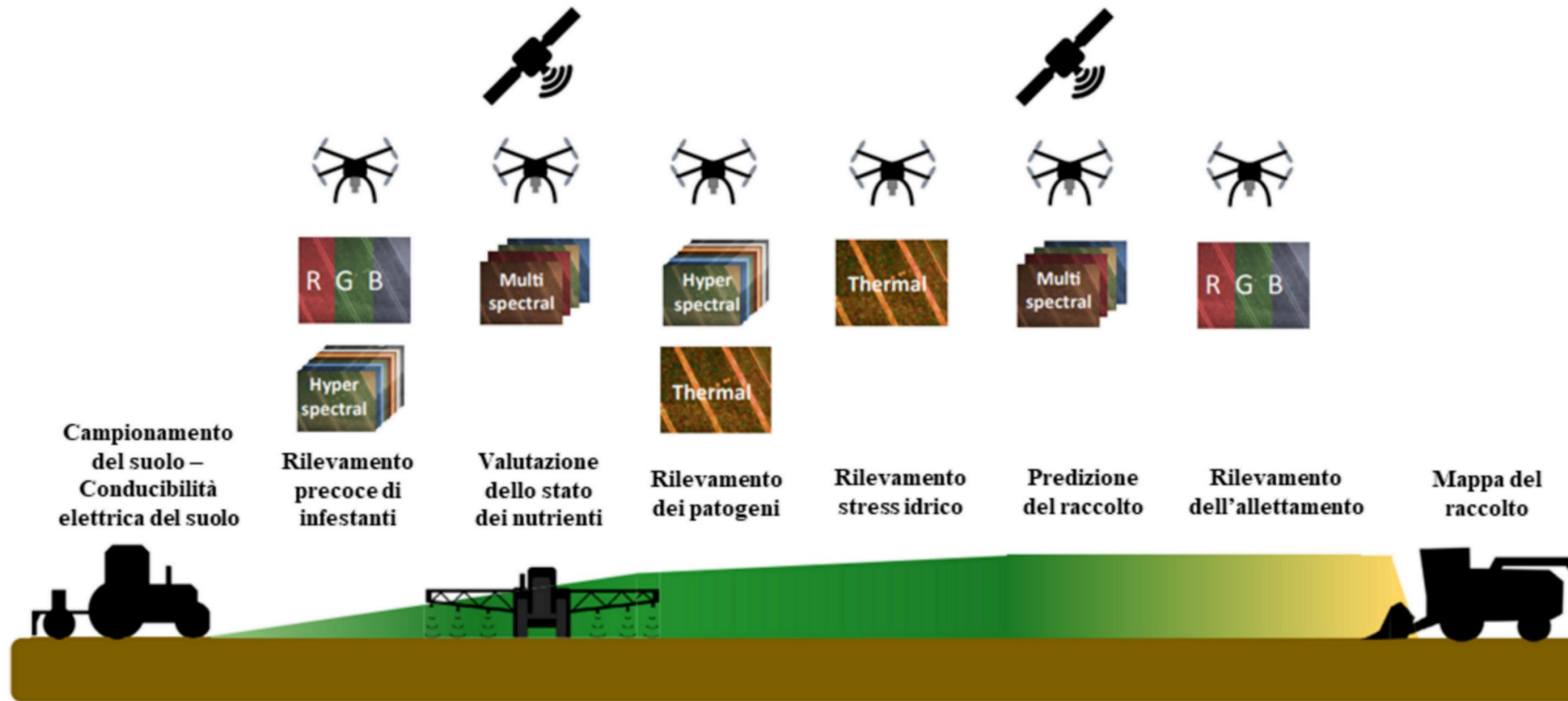
Agricoltura di precisione

Pierce e Novak (1999) : ***“un sistema che fornisce gli strumenti per fare la cosa giusta, nel posto giusto, al momento giusto”***, dove per "cosa giusta" si intende un intervento agronomico.

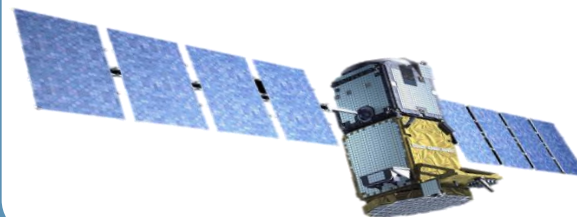


















*Necessario l'uso di almeno due tecnologie: es.
Telerilevamento e Rateo Variabile.*



Agricoltura di precisione



Sistemi di telerilevamento

	<p>“Gratis” ~0.01 €/ha* ~0.3 €/ha*</p>	     
	<p>~60 €/ha ~70-120 €/ha</p>	     
	<p>~4-15 €/ha*</p>	 <p>N-Sensor</p>   



Sistemi di telerilevamento

Piattaforma	Risoluzione spaziale	Frequenza e tempestività	Risoluzione spettrale
	sentinel-2 10-20 m	1 – 30 gg (dipende da nuvole) consegna: ~1-10 gg	4-10 bande
	RAPIDEYE 5 m		ampiezza 15-70 nm
	WorldView-2 2 m		
	0.05 – 0.15 m	a richiesta consegna ~2 -7 gg	2-4 bande ampiezza 50- 200 nm
	0.5 – 5 m	a richiesta consegna immediata	2-4 bande ampiezza 3- 20 nm

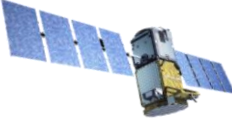


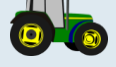


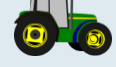
















Sistemi di telerilevamento

Tecnica agronomica	Frequenza temporale richiesta, tempestività	Risoluzione spaziale richiesta	Risoluzione spettrale richiesta
Fertilizzazione	Elevata, soprattutto per conc. azotata	Media (10-20 m in funzione dello spandiconcime)	Media-elevata
Trattamenti fitosanitari	Elevata	Elevata (cm)	Elevata
Diserbo	Elevata	Elevata (cm)	Elevata
Irrigazione	Elevata	Media (in funzione del metodo irriguo)	Media (IR termico)
Semina	Bassa	Media (in funzione della seminatrice)	Media-elevata
Lavorazioni	Bassa	Media (in funzione dell'attrezzatura)	Media-elevata



Sistemi di telerilevamento e applicazioni in AdP

Compatibilità tra piattaforma ed esigenze della tecnica agronomica			
	Satellite	Drone	Sensore prossimale
Tecnica agronomica			
Fertilizzazione	concim. azotata 	 	concim. azotata 
Trattamenti fitosanitari			
Diserbo	 	Pre-semina Post-emergenza 	✓ in pre-semina (su sodo) 
Irrigazione	 	???	
Semina		???	
Lavorazioni		???	

 Non praticabile
 sperimentale
 operativa



Risoluzione satelliti

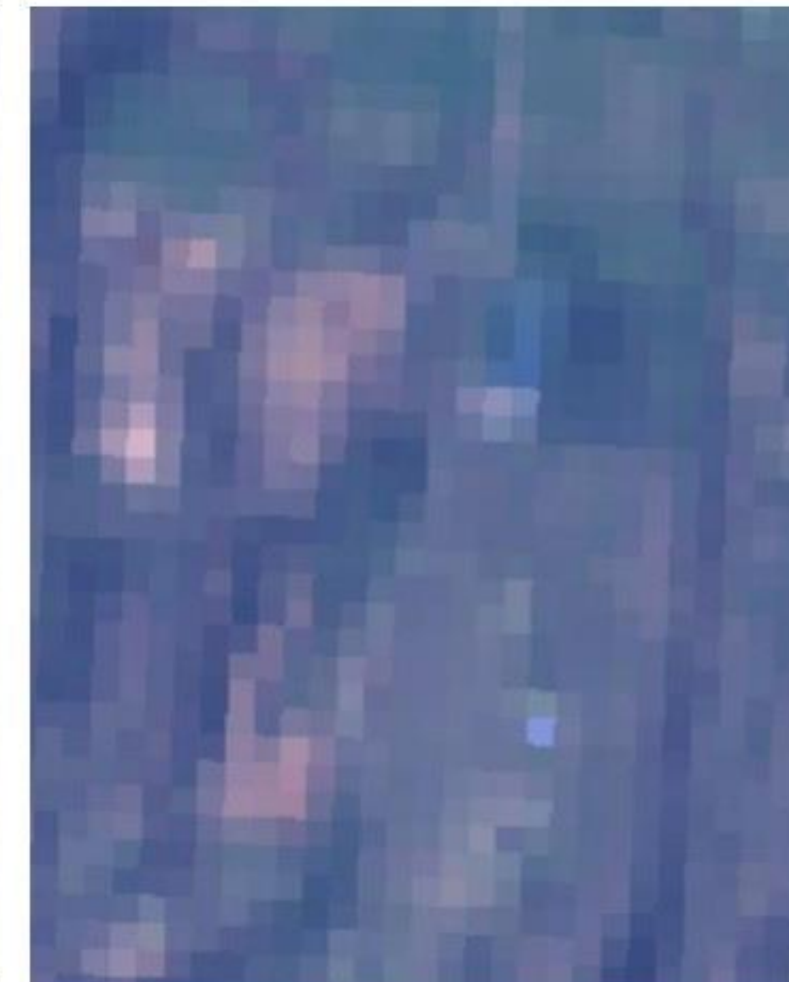
Quickbird 70 cm (Google Earth)



Sentinel-2 10 m



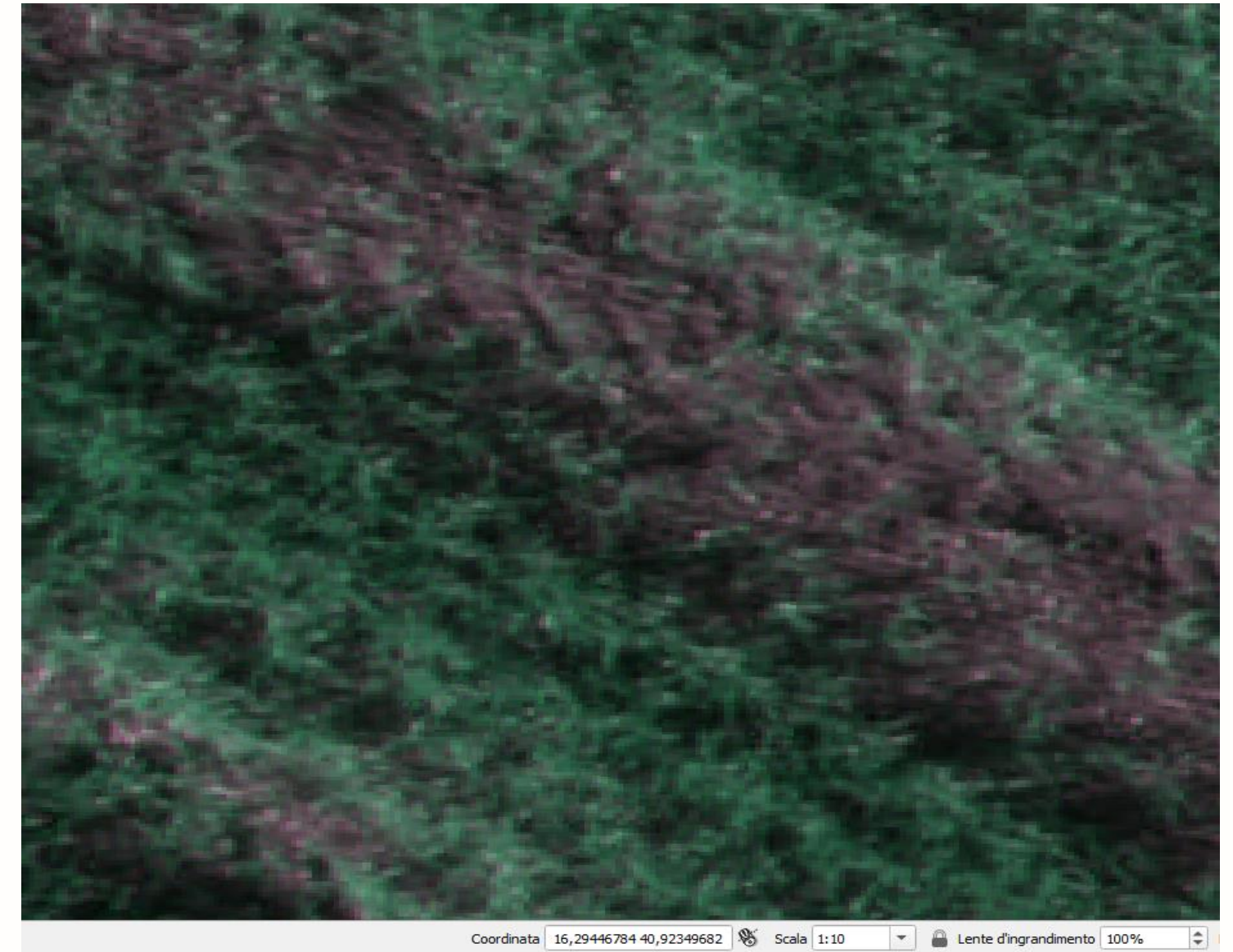
Landsat 30 m



Risoluzione drone



Scala 1/1000



Scala 1/10



REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia – Legge regionale n. 55/2018 "Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione



CHÈUVA

I droni

Ala fissa



Multirottore



I droni

GPS



GPS + MODULO RTK
(REAL TIME KINEMATIC)



I droni RTK con Base GNSS

- Base GNSS collegata alla rete SIT PUGLIA;
- Collegamento BASE-DRONE;
- Correzione automatica della posizione del drone.



Droni e Sensori

1. RGB: immagine a colori (red - green - blue);
2. Spettrale: registra la quantità di energia riflessa di oggetti nelle diverse lunghezze d'onda dello spettro elettromagnetico;
3. Lidar: utilizza raggi laser per la stima della biomassa delle colture e per rilevare le proprietà del suolo.
4. Termici: sensibile all'infrarosso, produce immagini termografiche.



Diversi utilizzi

1. Sensore RGB e Lidar: fotogrammetria e ricostruzione dei volumi;
2. Sensore multispettrale: mappe di vigore;
3. Sensore termico: mappe termiche.



Mappatura del campo e programmazione del volo

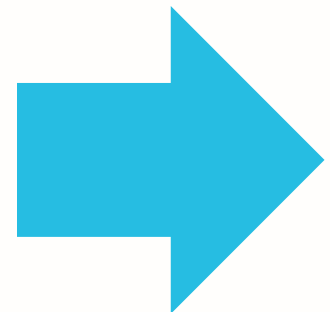
- Identificazione dei confini del campo;
- Creazione del KML;
- Importazione nel software di volo;
- Settaggio parametri di volo:
 1. Altitudine di volo;
 2. Sidelap;
 3. Frontlap;
 4. Controllo GSD;
- Caricamento programma di volo nel drone.

Dettagli del layer

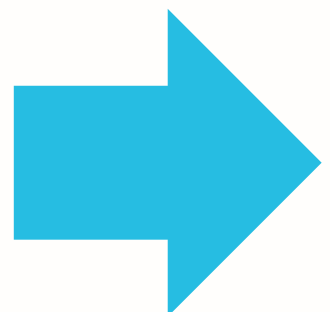
Acquisizione	05/03/24 08:41:02 ora solare Europa occidentale Durata: 00:15:24
Centro	40.4527589, 17.2698877 (WGS84)
Area	~0,984 ha
GSD	0,681 cm/px
Bande	5 (Green, Red, Red edge, NIR, Alpha)



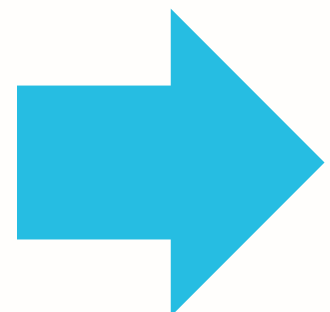
Cosa si acquisisce con il drone?



Immagini contenenti dati



Ortomosaico, mappe di vigore e indici di vegetazione



Mappa di prescrizione



Input e output del rilievo

Dati dell'immagine

Posizione di acquisizione

Dato RGB - Spettrale - Termico - Lidar

Ortomosaico, mappe di vigore e indici di vegetazione

Ortomosaico e Modello di superficie;
Indici: NDVI - GNDVI - NDRE - CWSI - SAVI - SOIL MASKED INDEX

Mappe di prescrizione

Concimazioni, trattamenti e irrigazioni a rateo variabile.



Posizione di acquisizione

- Fondamentale per la ricostruzione digitale del campo;
- Importante è l'uso di droni RTK per la precisione e l'accuratezza del modello;
- Software di elaborazione dati: Pix4d Fields - Mapper;
- Ortorettifica ed esegue lo stitching delle foto.



Nuvola densa



Risultato di una prima elaborazione delle immagini

Dettaglio



REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia - Legge regionale n. 55/2018 "Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione

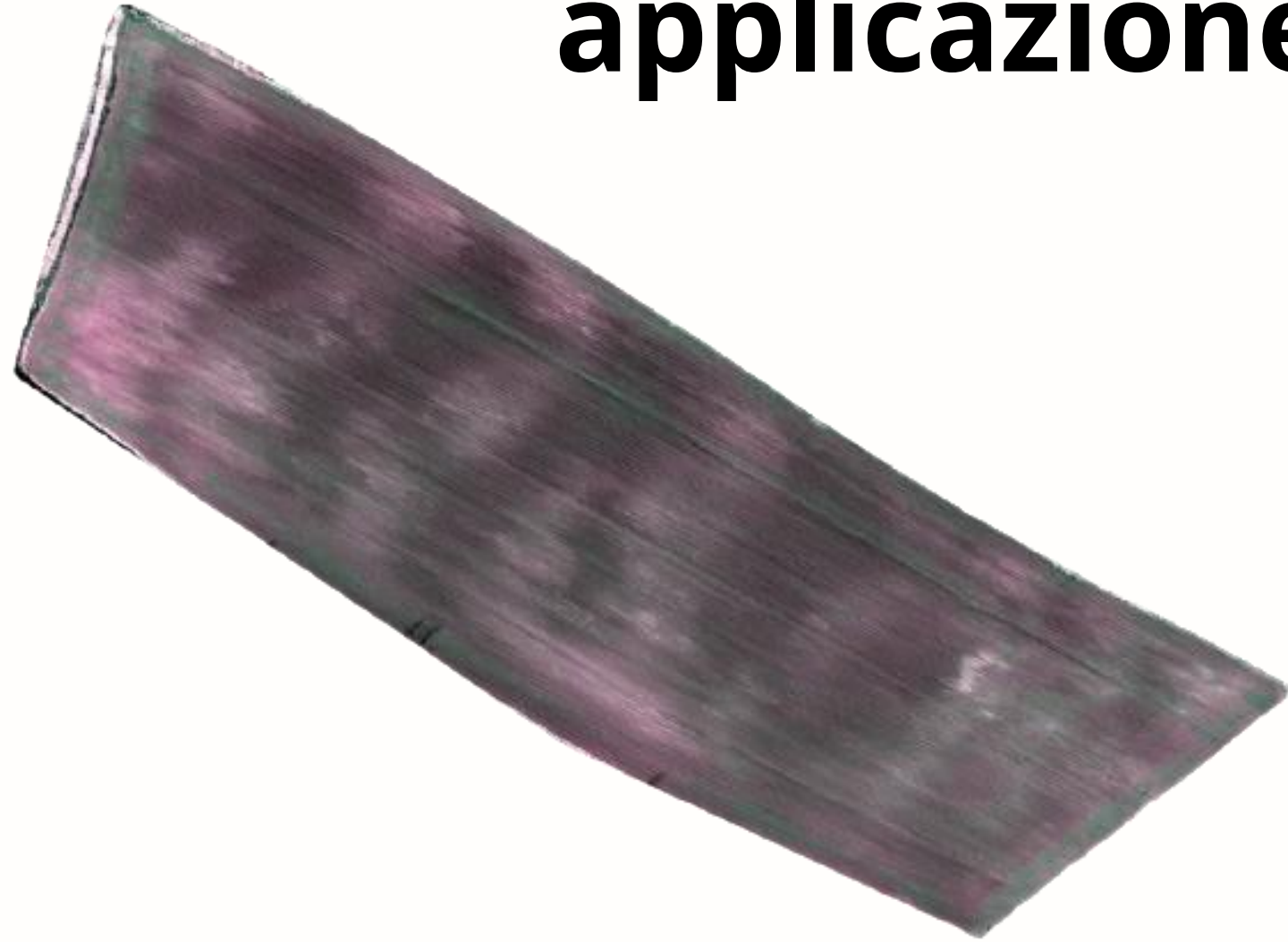


CHÈUVA

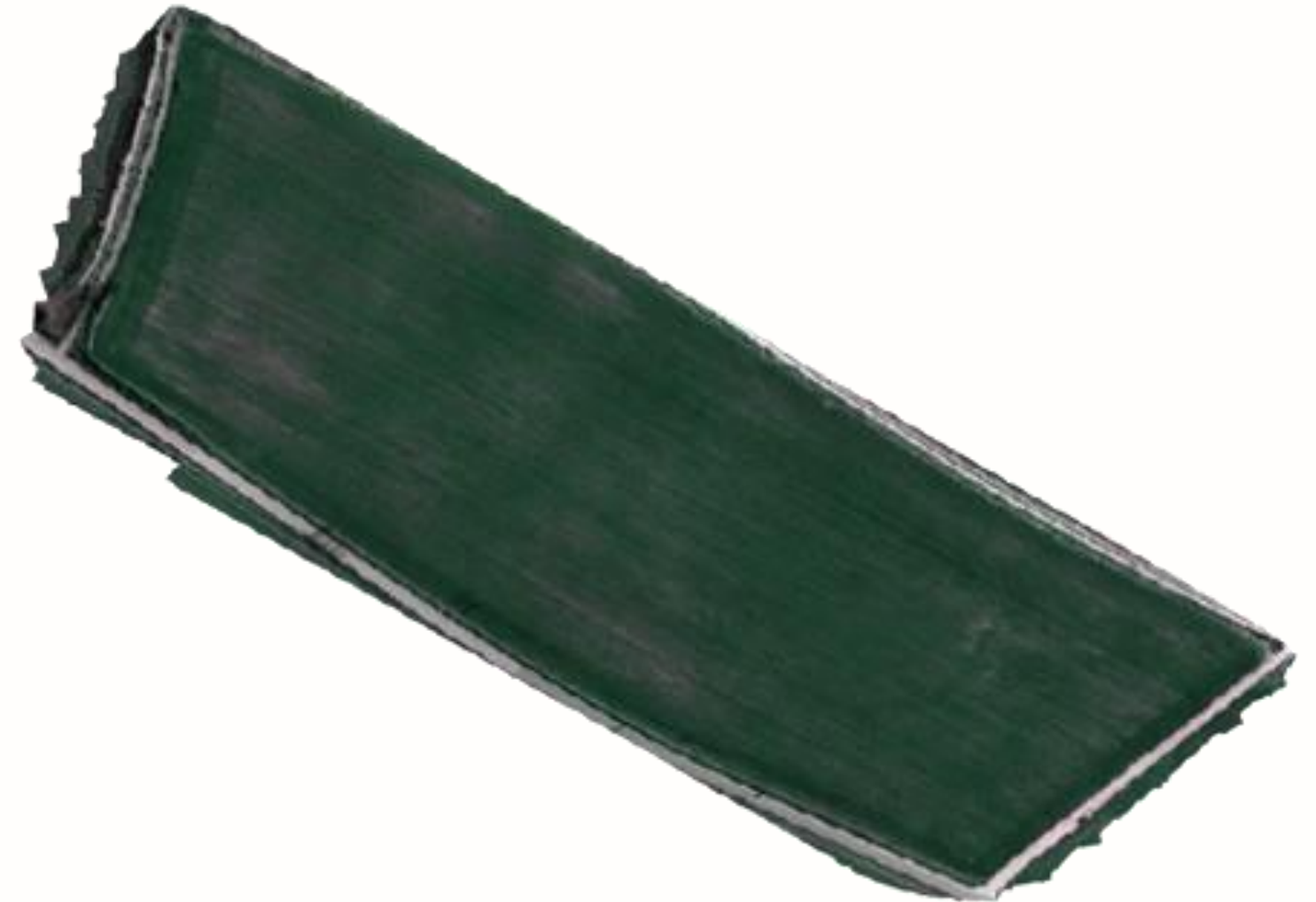
Ortomosaico e DEM



Ortomosaico e sua applicazione



Emergenza



Sviluppo



REGIONE PUGLIA

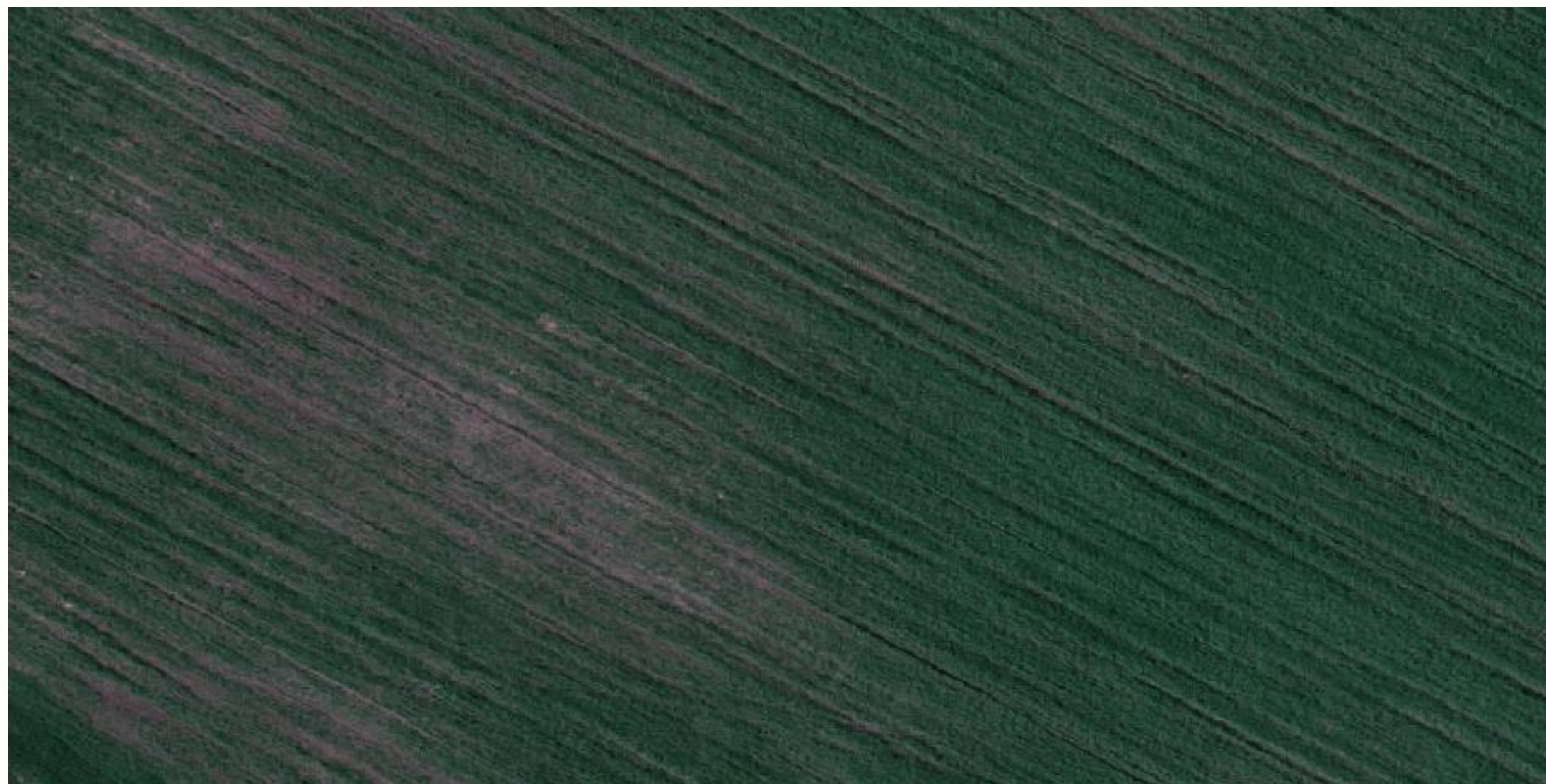
Progetto realizzato con finanziamento della
Regione Puglia - Legge regionale n. 55/2018
"Avviso pubblico per la presentazione di Progetti
pilota per la promozione e lo sviluppo
dell'Agricoltura di Precisione



CHÈUVA

Ortomosaico e sua applicazione

Valutazione visiva dell'uniformità del campo e ricerca di eventuali fallanze



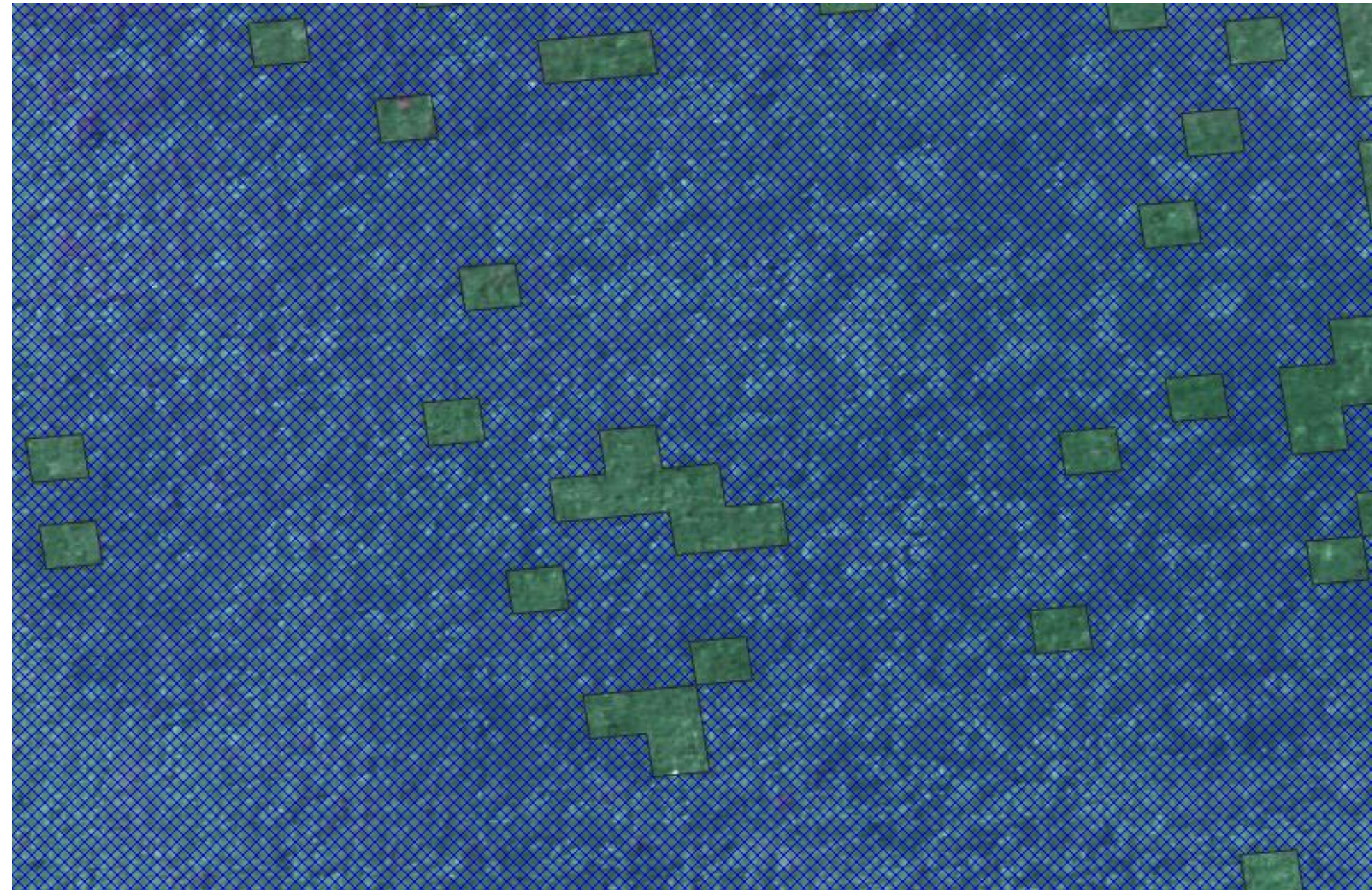
REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia - Legge regionale n. 55/2018
"Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione"



CHÈUVA

Riconoscimento infestanti



REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia – Legge regionale n. 55/2018 "Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione"



CHÈUVA

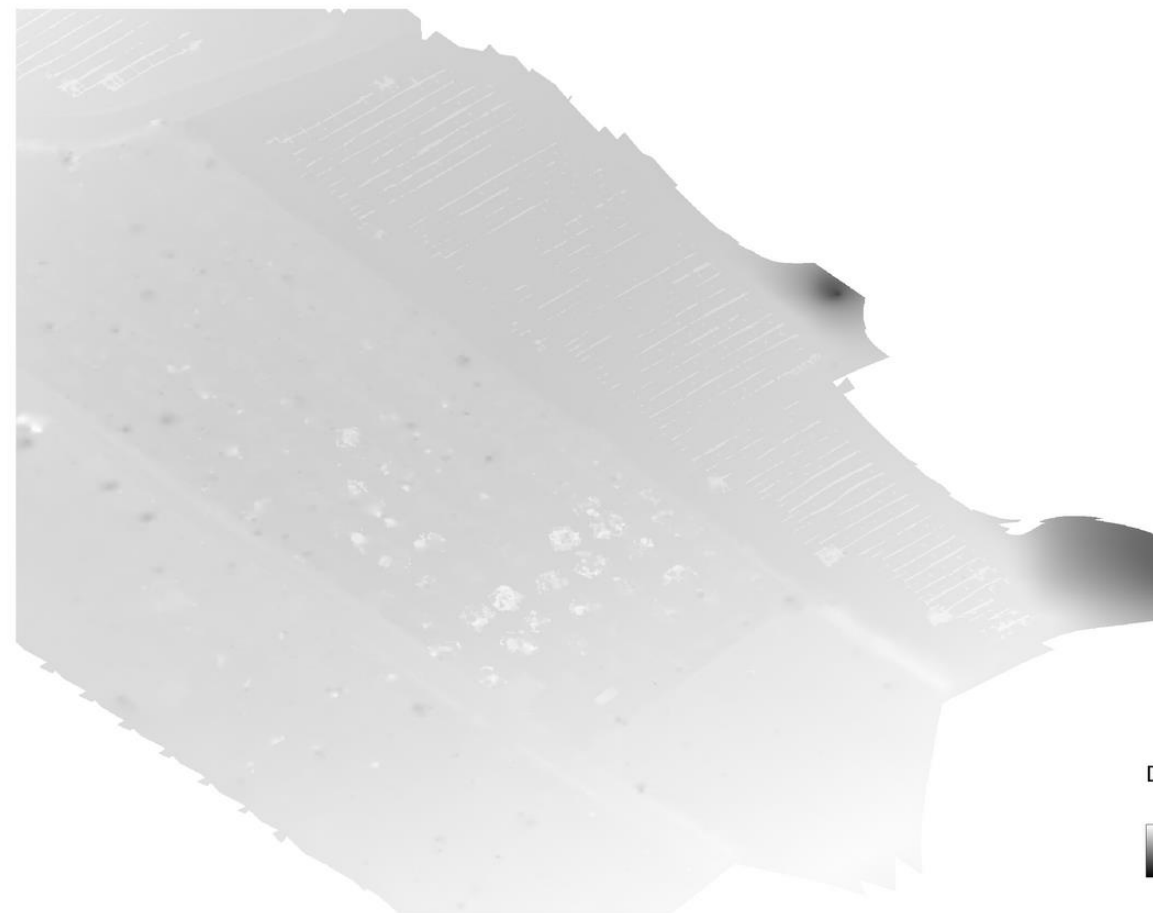
DEM, DSM e DTM

- DEM – è un modello di elevazione generale che comprende DTM e DSM
- DSM – è il modello che descrive l'andamento della superficie terrestre con gli oggetti che ci stanno sopra
- DTM – è il modello della superficie terrestre filtrata dagli elementi antropici o vegetazionali



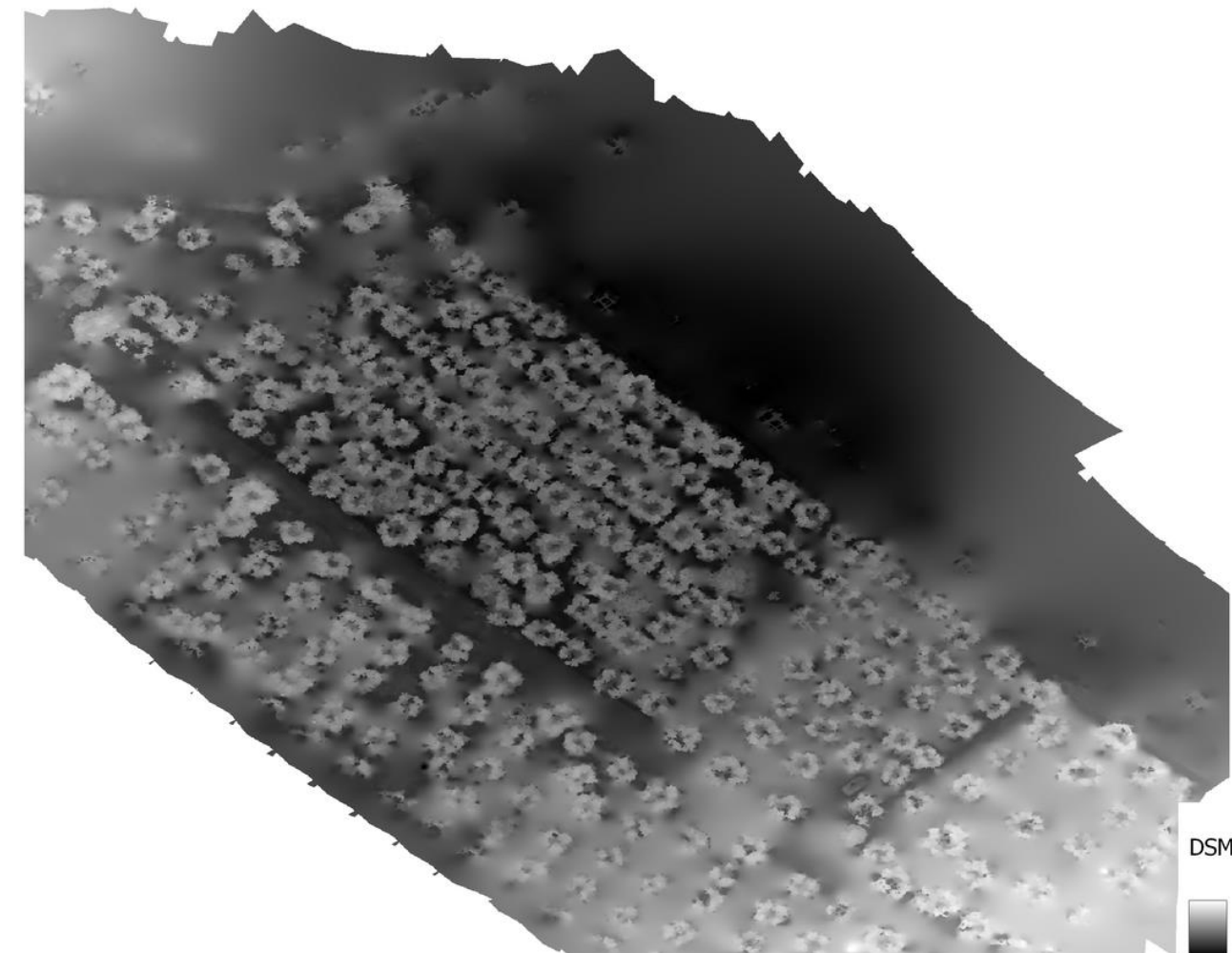
Differenza tra DTM e DSM

DTM



DTM
Banda 1 (Gray)
245,643082
208,038452

DSM



DSM
Banda 1 (Gray)
249,239319
238,329407



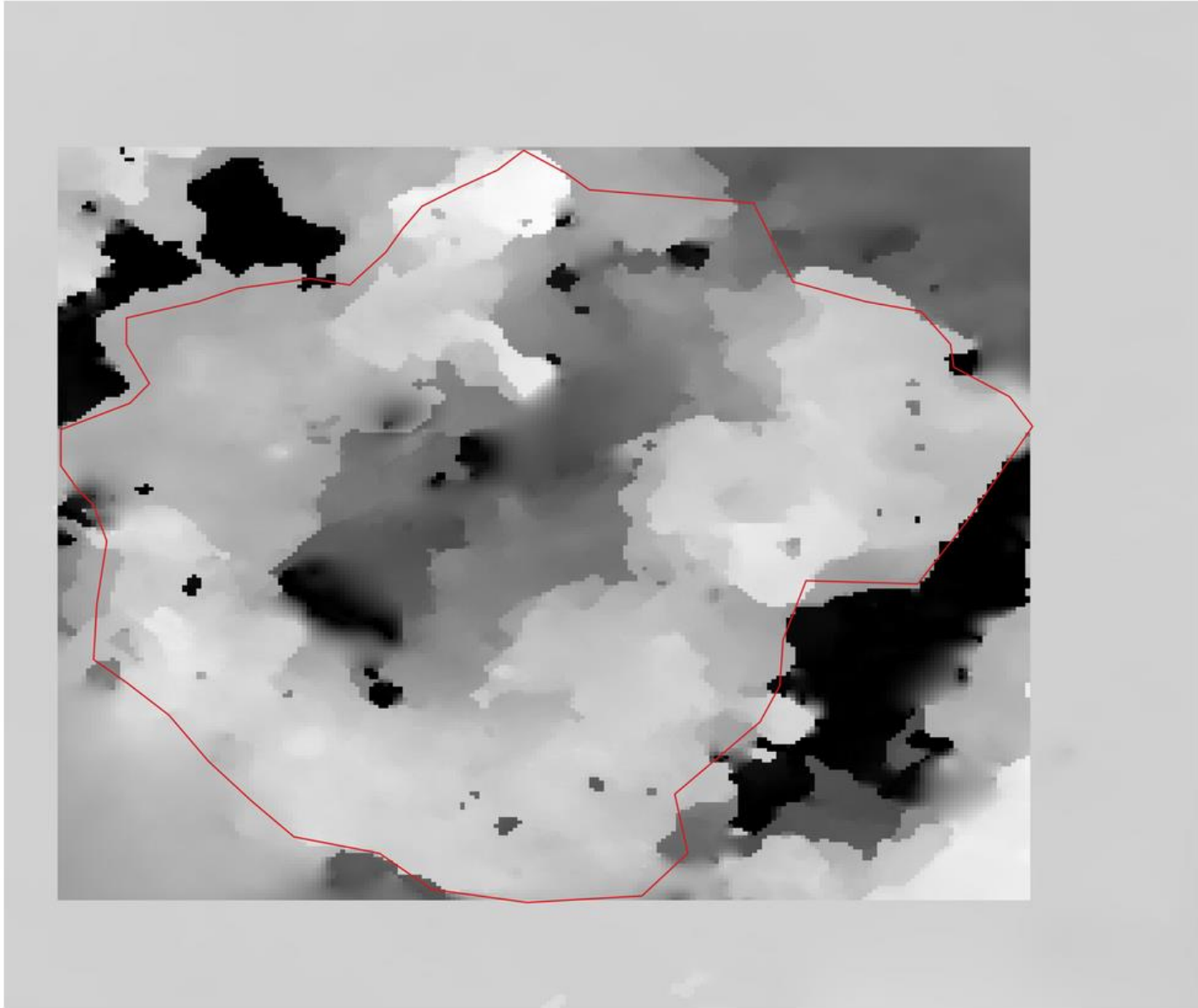
REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia - Legge regionale n. 55/2018 "Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione

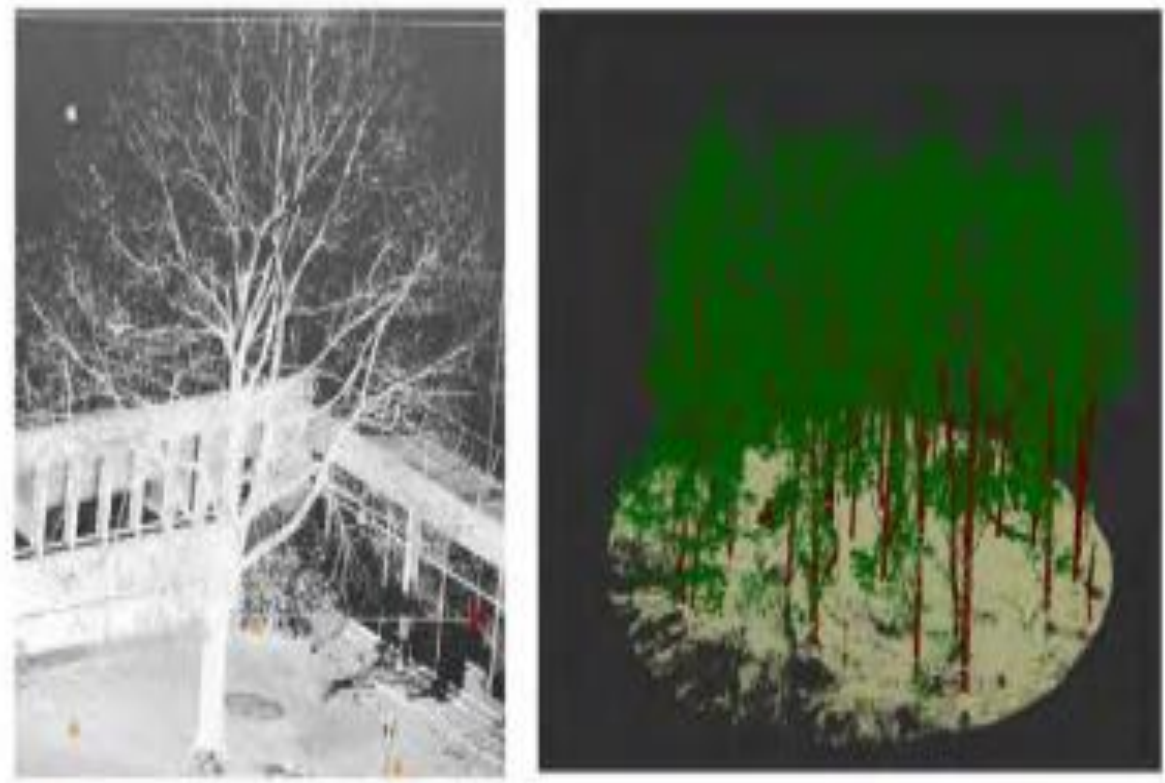


CHÈUVA

Calcolo del volume della pianta



albero
Altezza
Banda 1 (Gray)
4,71036
0



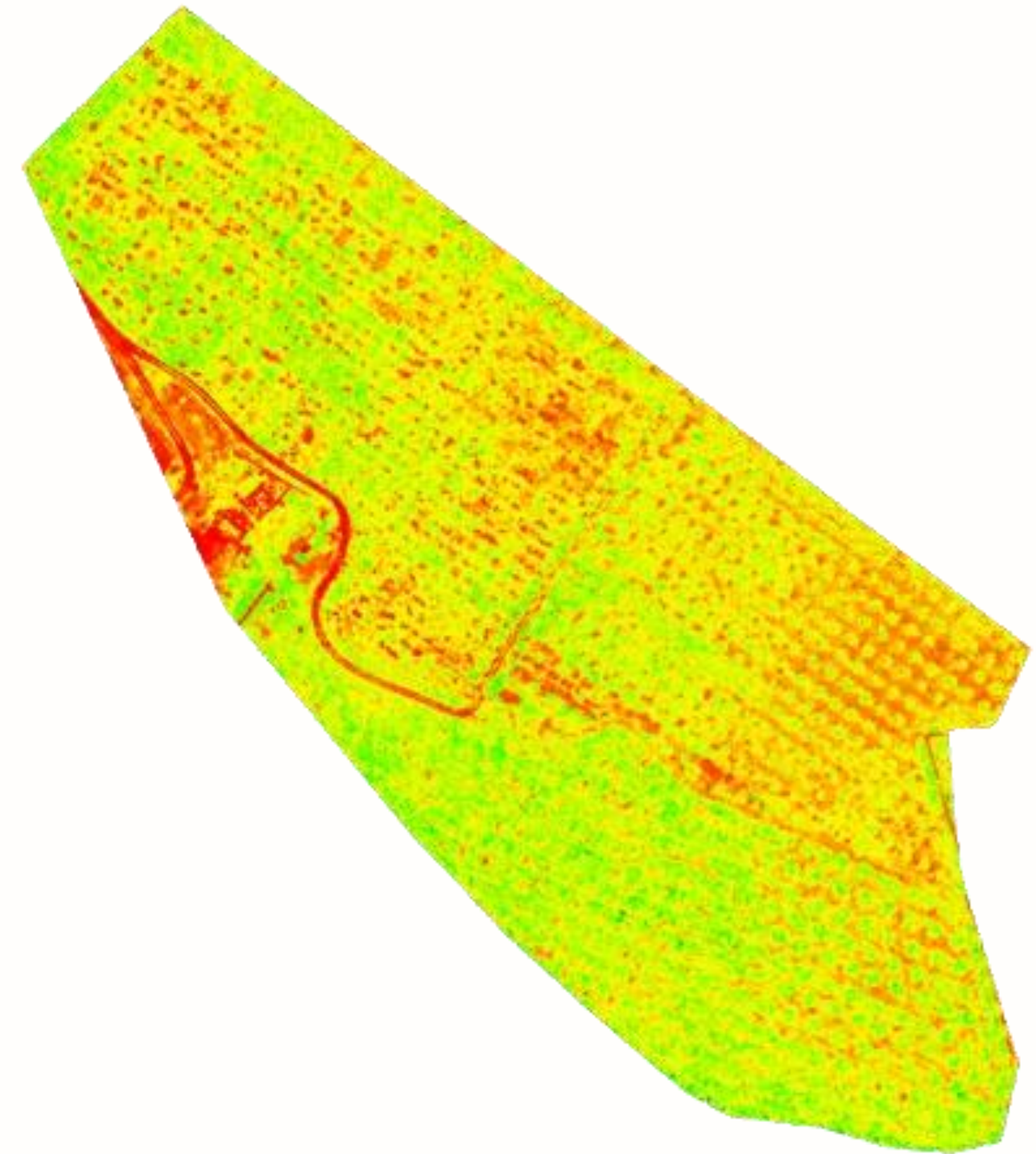
Esempio di tecnologia Lidar



INDICI DI VEGETAZIONE NDVI

$$(NIR - red)/(NIR + red)$$

Il più comune in agricoltura, caratterizza la densità della vegetazione e consente di valutare il vigore.

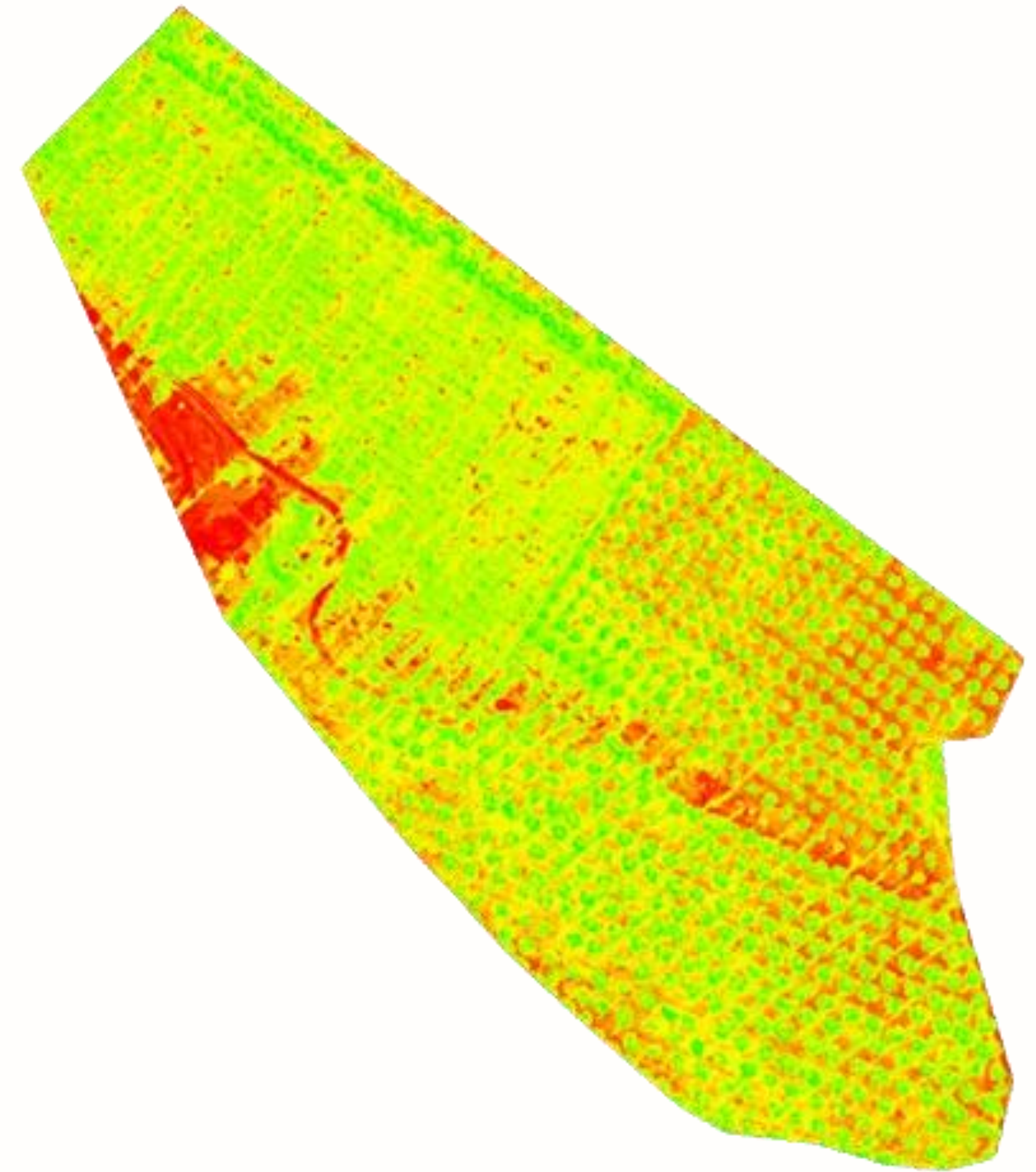


SAVI

$$((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + L)) * (1 + L)$$

con L che varia da 0 a 1 - solitamente da 0.25 (veg. densa) a 0.75 (rada)

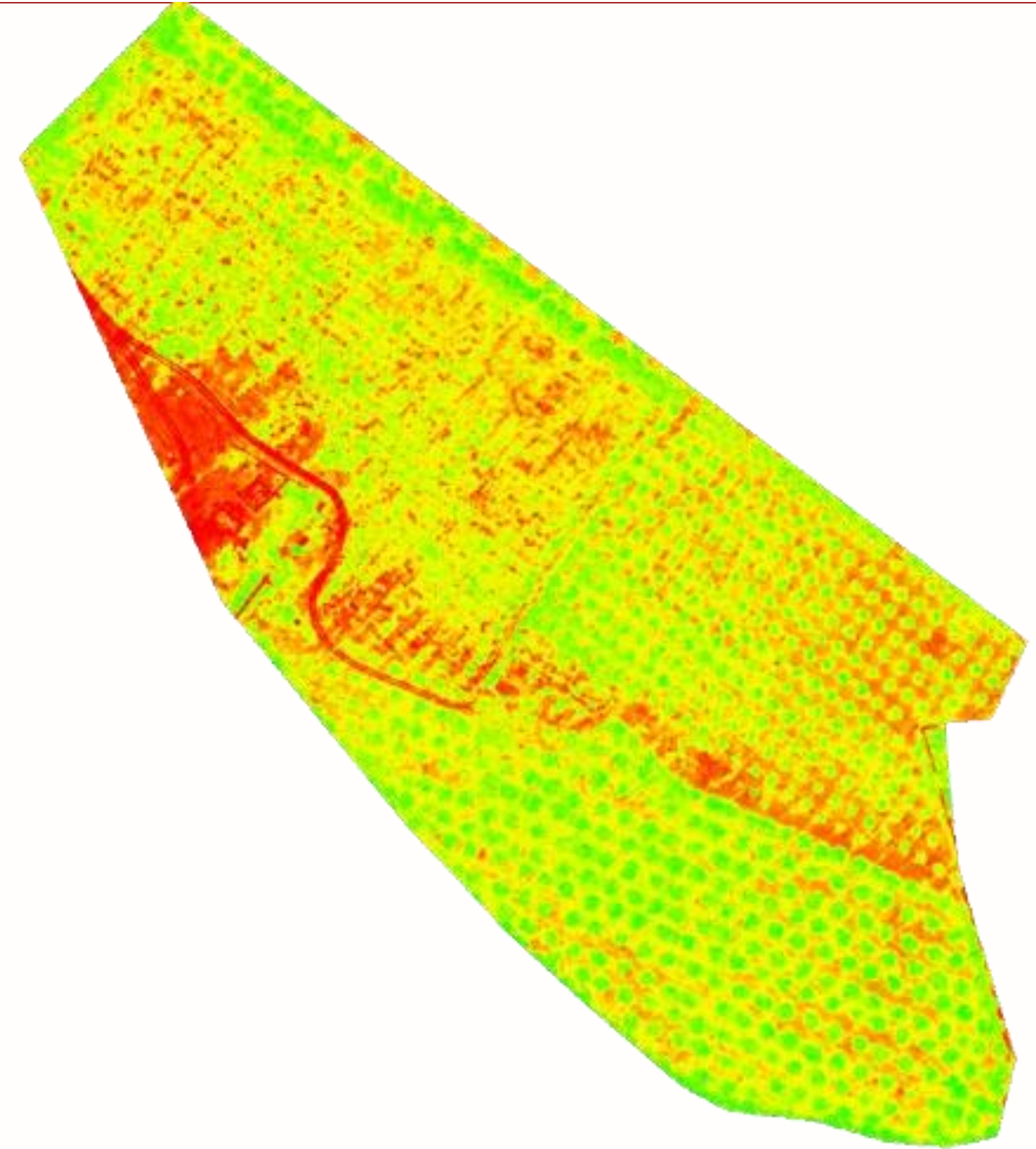
NDVI corretto per considerare l'effetto del suolo. Sfrutta L che è l'indice di copertura vegetale del suolo al momento dell'acquisizione; indicato per le fasi iniziali della coltura.



GNDVI

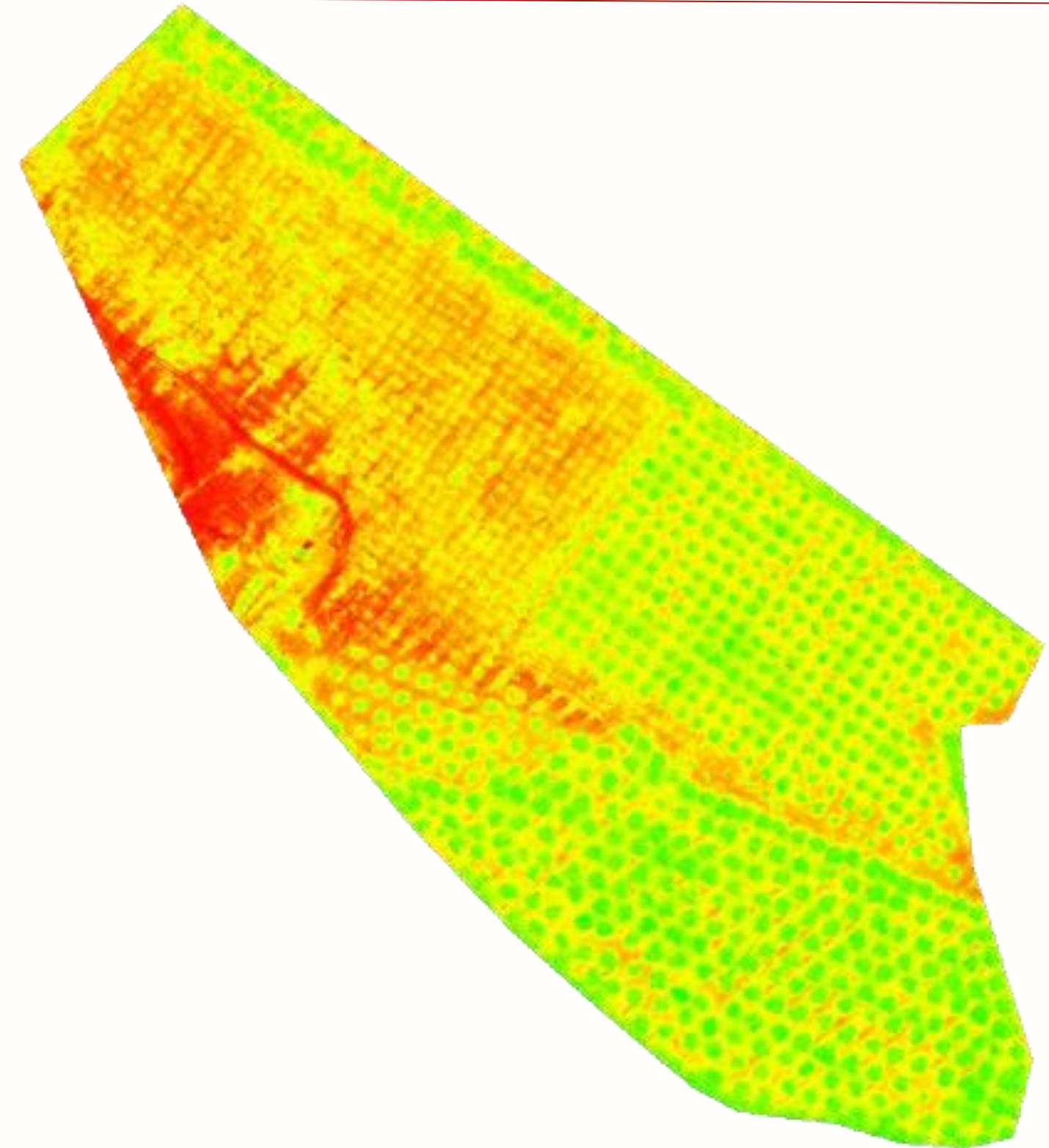
$$(NIR - Green) / (NIR + Green)$$

E' un indicatore dell'attività fotosintetica della copertura vegetale. Viene spesso utilizzato per valutare il contenuto di umidità e la concentrazione di azoto nelle foglie delle piante. E' più sensibile alla concentrazione di clorofilla di NDVI.

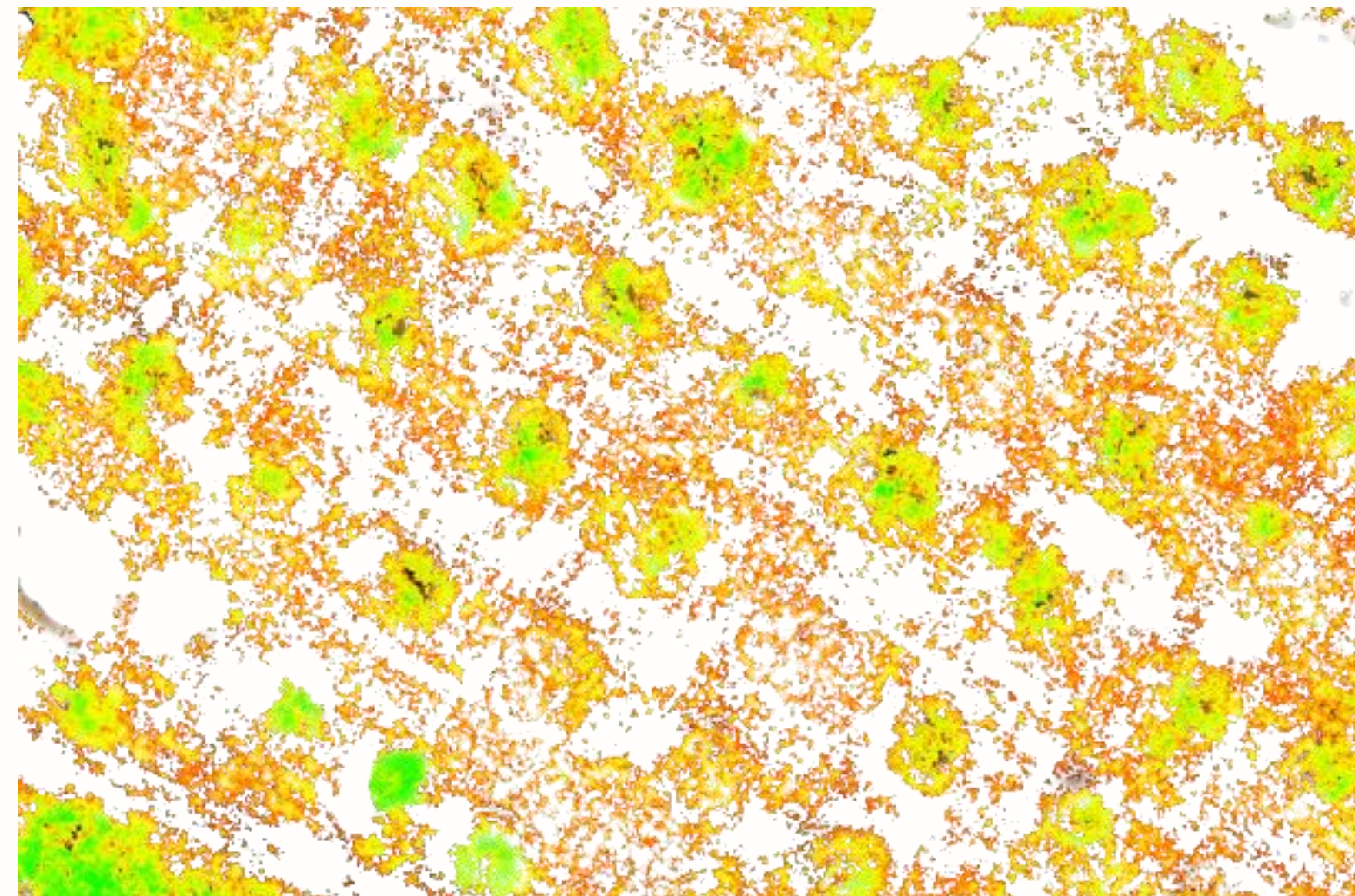
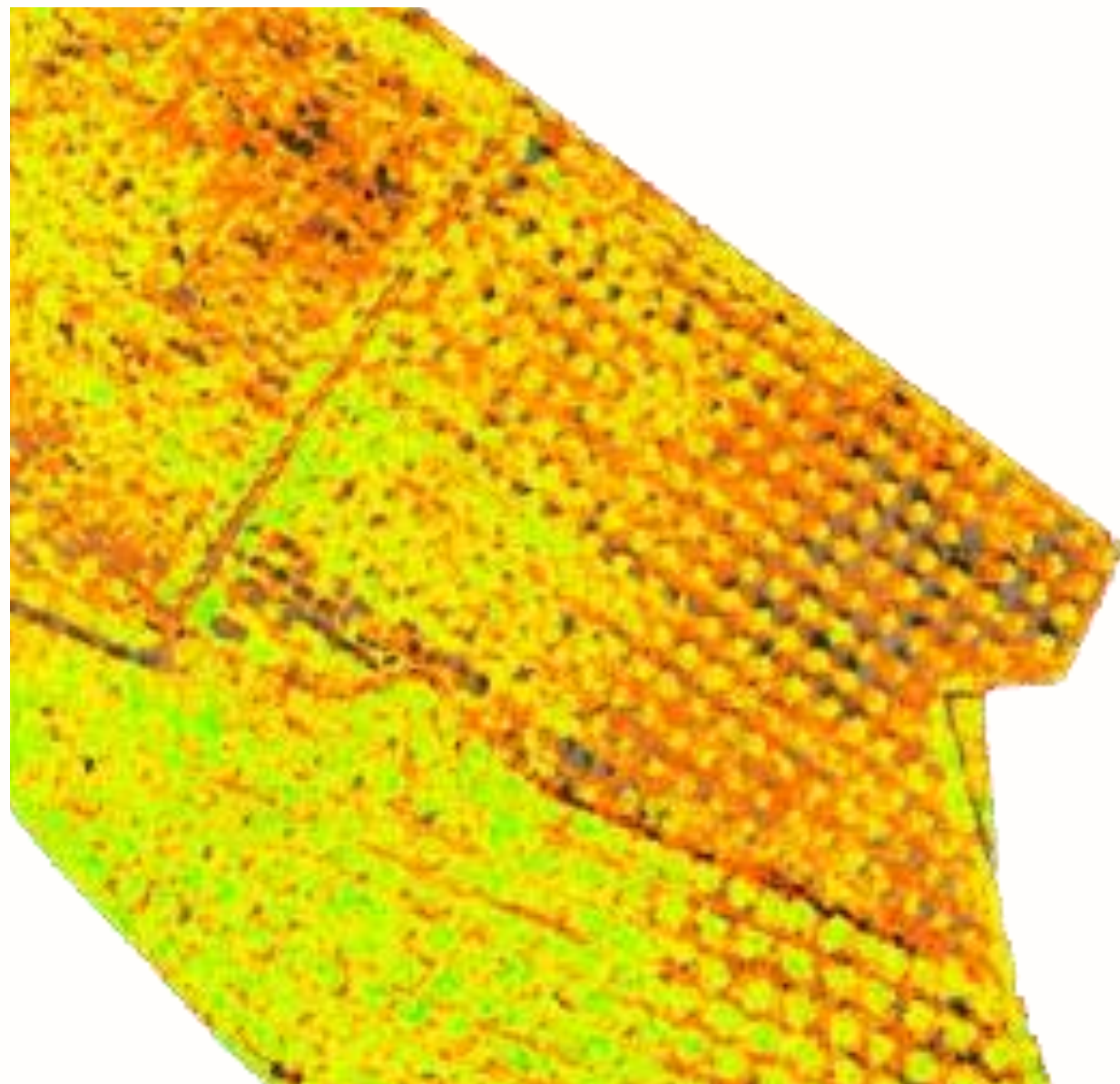


NDRE

$(\text{NIR} - \text{RedEdge}) / (\text{NIR} + \text{RedEdge})$
È un indice di vegetazione utilizzato per misurare il contenuto di clorofilla nelle piante. Basse quantità di clorofilla possono indicare: piante malate, piante infestate da parassiti, piante con carenze nutrizionali, piante danneggiate. Riesce a rilevare anche la vegetazione inferiore e non solo quella più alta.



Soil masked index

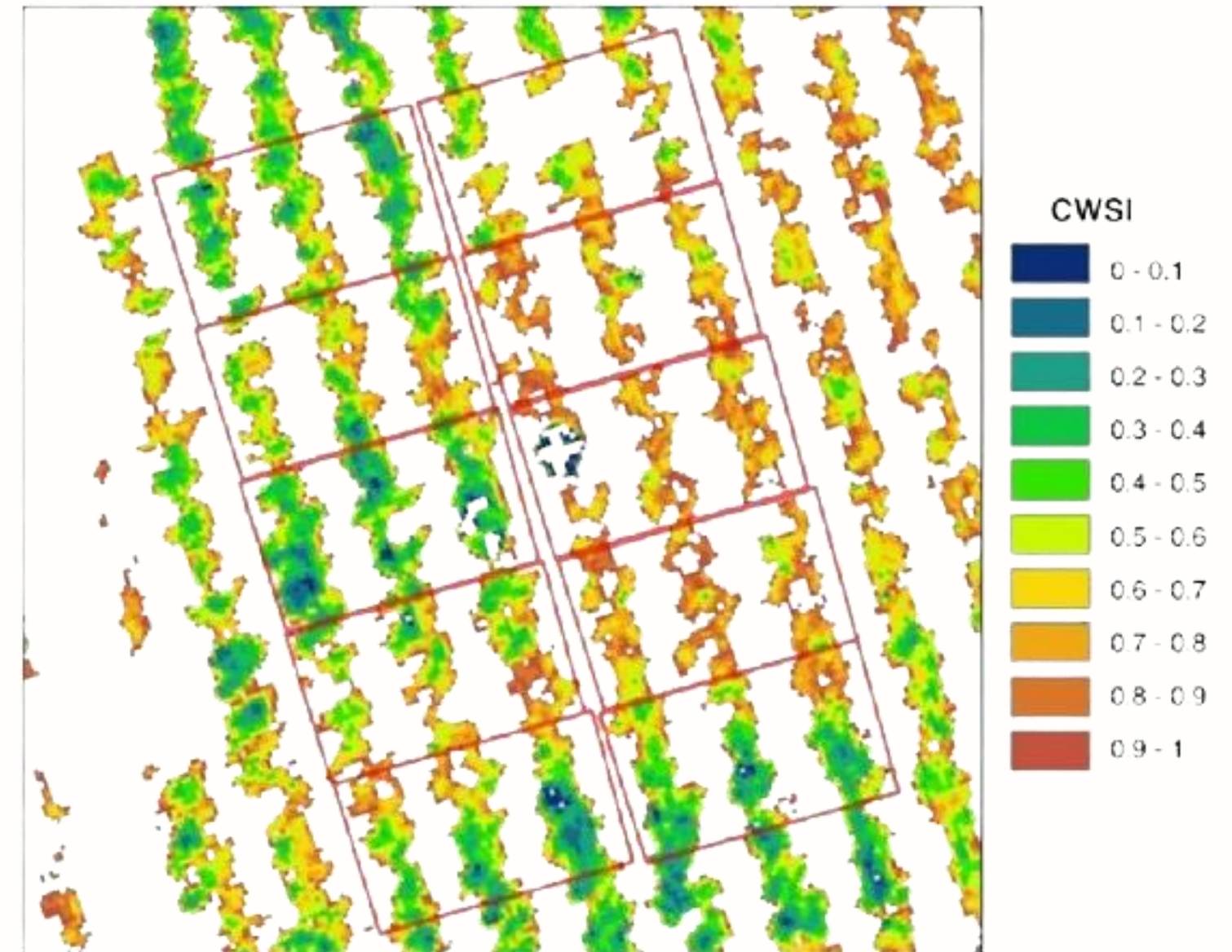


Consente di nascondere i pixel con valori più bassi di una soglia prescelta, in modo tale da calcolare l'indice solo sui filari ad esempio nel caso di colture con interfila lavorata.

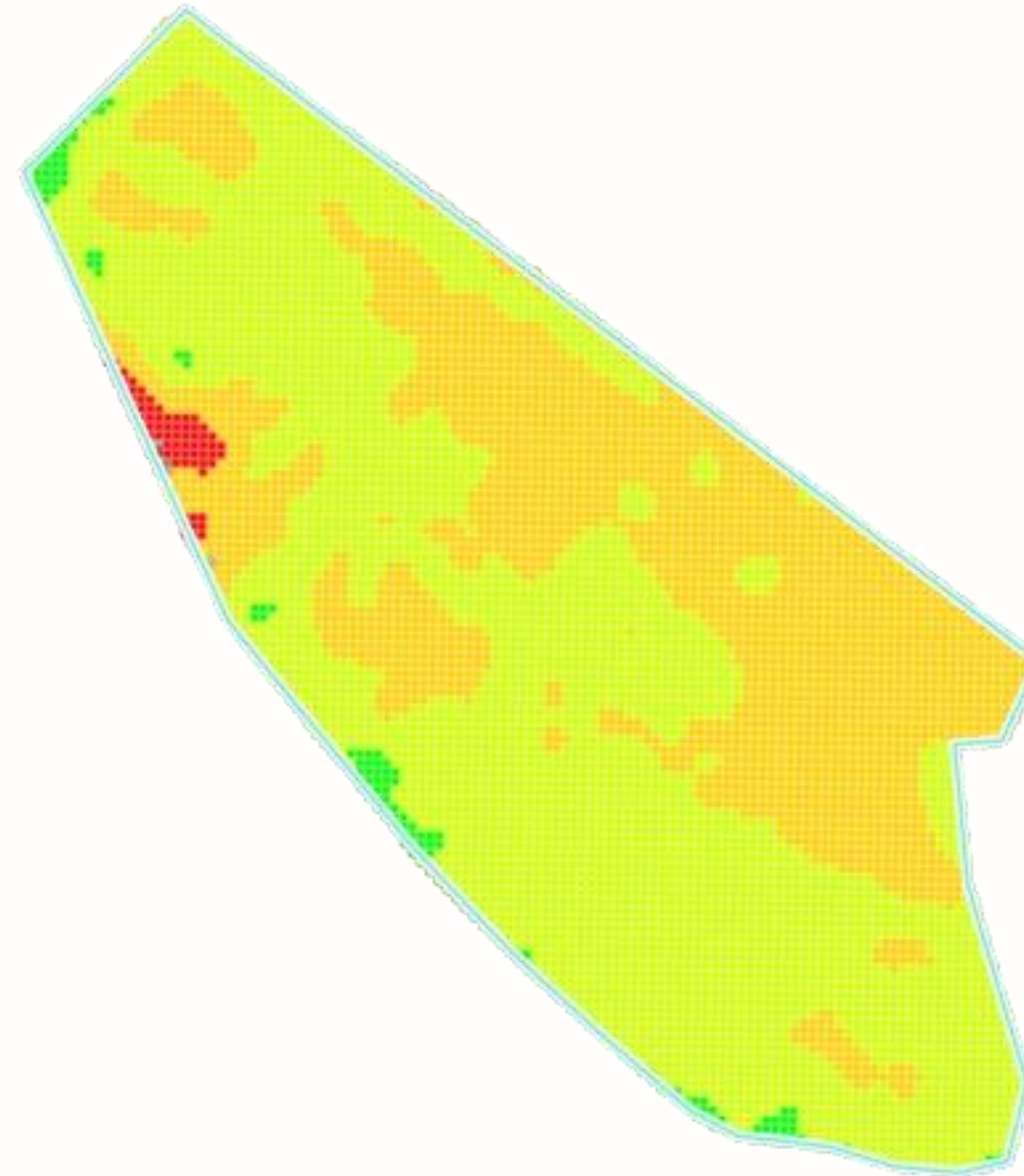
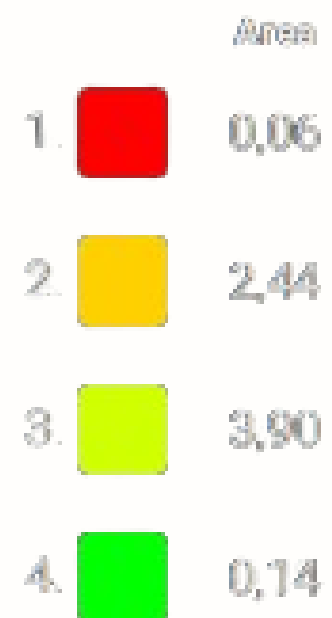


CWSI

Necessita di sensore termico e permette di studiare gli stress idrici delle piante rilevandone la temperatura. Questo indice è molto importante nella pianificazione di interventi di irrigazione.



Zonazione



Rilievo NDVI pomodoro 06/09/2023

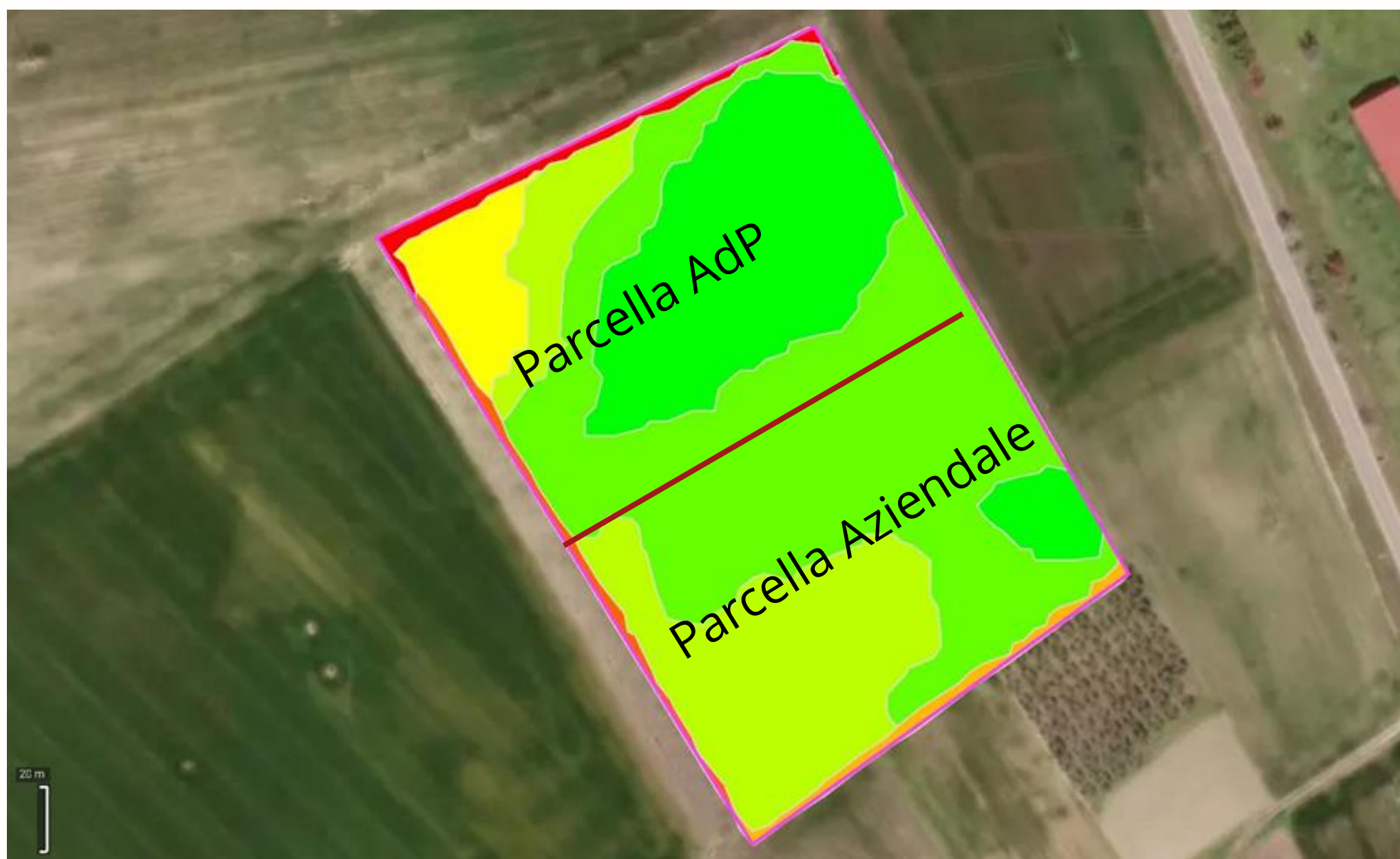









Tabella prescrizioni

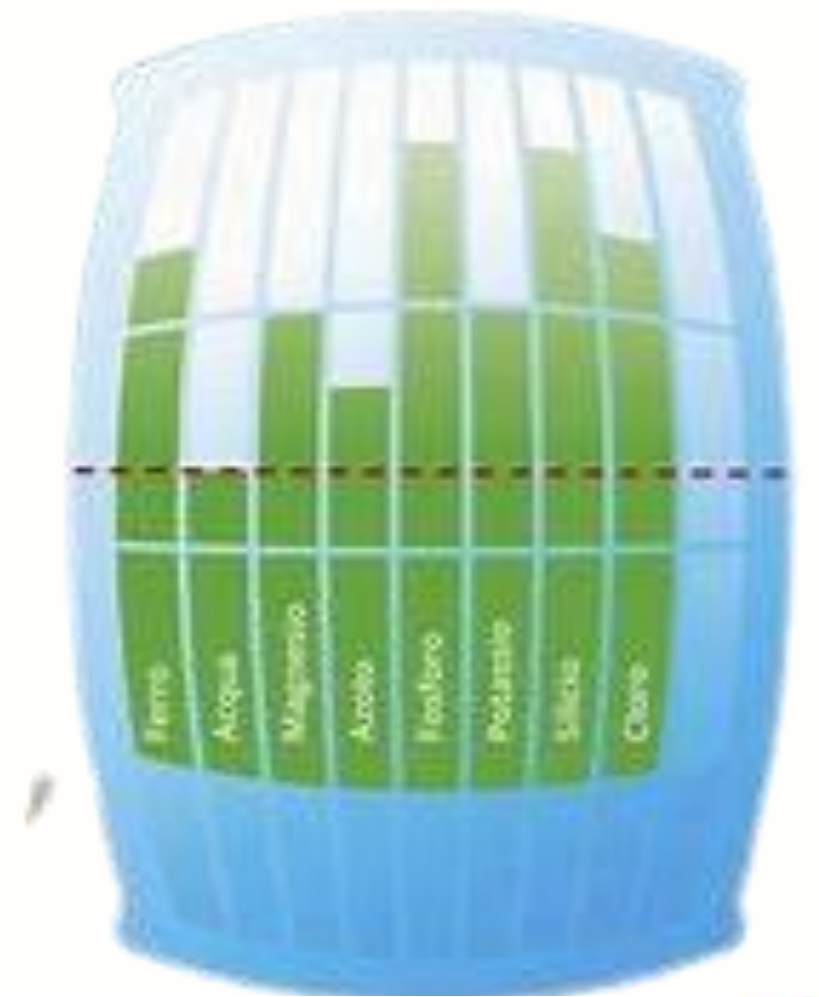
Zona	Valore medio	Area [ha]	Quantità [unità/ha]	Quantità [unità]
	0,259	618,490	0	0,000
	0,285	518,911	0	0,000
	0,534	561,945	0	0,000
	0,589	0,163	0	0,000
	0,614	0,288	0	0,000
	0,639	0,618	0	0,000
	0,674	1,129	0	0,000
Totale:		2,367		0,000



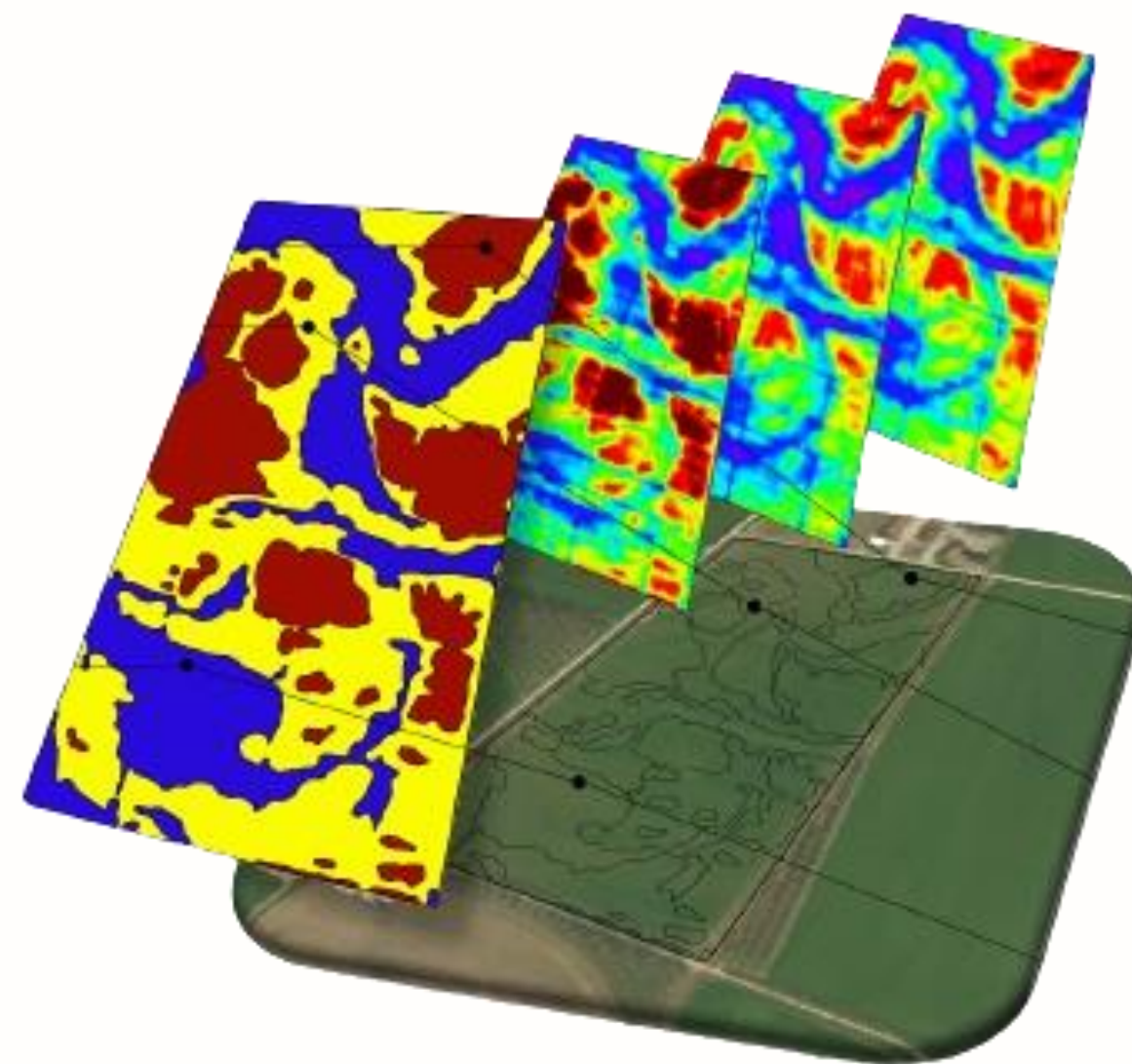
Cosa prescrivere?

Legge del Minimo: afferma che la crescita delle colture, e di conseguenza la produzione, non dipende dalla disponibilità totale dei nutrienti somministrati e disponibili per le piante.

Ma che sarà il nutriente meno presente a condizionare e limitare la crescita delle colture.



Analisi puntuali o mappatura del suolo?







REGIONE PUGLIA

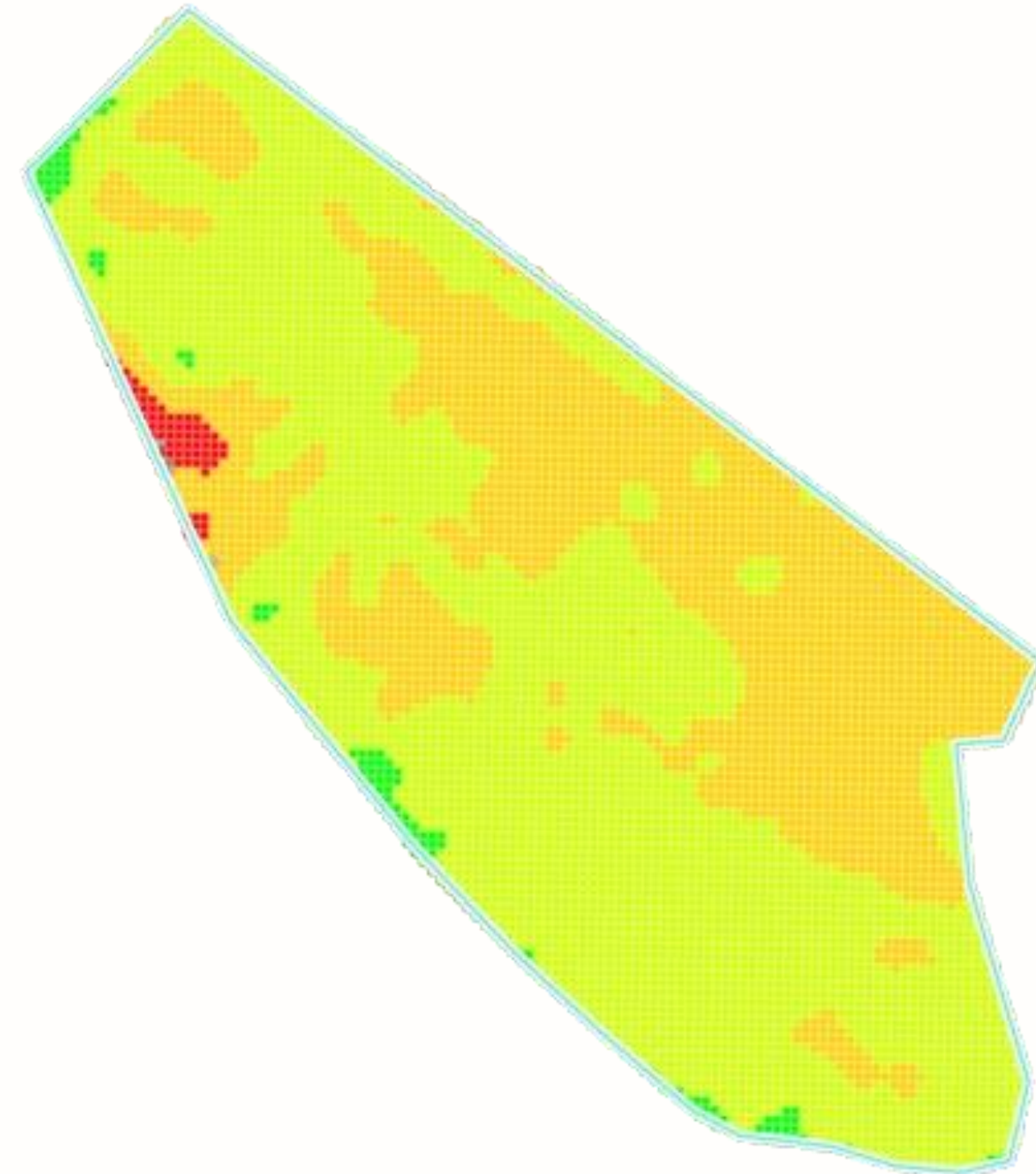
Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia - Legge regionale n. 55/2018 "Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione



CHÈUVA

Dose di prodotto e Rateo variabile

Prescrizioni			
	Area	kg/ha	Quantità
1. 	0,06	30	1,92
2. 	2,44	20	48,76
3. 	3,90	10	38,96
4. 	0,14	5	0,70



Esportazione mappe di prescrizione

Shape file, xml, missioni di volo

Dipende dal sistema di distribuzione e dalla Casa Produttrice



REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della Regione Puglia - Legge regionale n. 55/2018 "Avviso pubblico per la presentazione di Progetti pilota per la promozione e lo sviluppo dell'Agricoltura di Precisione



CHÈUVA

***Grazie,
domande?***



REGIONE PUGLIA

Progetto realizzato con finanziamento della
Regione Puglia – Legge regionale n. 55/2018
"Avviso pubblico per la presentazione di Progetti
pilota per la promozione e lo sviluppo
dell'Agricoltura di Precisione



CHÈUVA