







FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'EUROPA INVESTE NELLE ZONE RURALI





3 e 4 Dicembre 2020



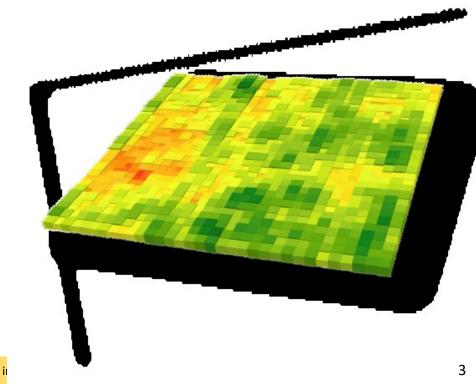






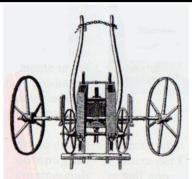
## **Outline**

- 1. Definizione di Viticoltura di Precisione e Digitale
- 2. Sensori per la PV
- 3. Macchine per la PV
- 4. Esempi di PV
- 5. Automazione nella PV



# Evoluzione in Agricoltura (e in viticoltura)

<b>建设的。这是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是是</b>	<b>に関する。 日本の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の一般の</b>	<b>《京教》,《新教》,《西教》,《西教》</b>	<b>発展に対象が出る。 またい はからま</b>	<b>国际 在 一场 1000 大型 加州</b>
1700 (UK) 1750 (FR) 1800 (Ita)	1900	1950	1990	2015
Innovazione tecnica e metodologica	Meccanizzaione (locomobile)	Rivoluzione verde	Agricoltura di precisione	Agricoltura digitale
Cattedre di agricoltura	Riforme agrarie	Concimi chimici	Sistemi di posizionamento ad uso civile	Comunicazione M2M
Aratri ed attrezzi innovativi		Diffusione della meccanizzazione	Sistemi di guida	Automazione spinta
Prime machine per la semina		Biotecnologie agrarie		Decision Farming







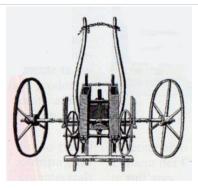




## Evoluzione in Agricoltura (e in Viticoltura)

1850-1880	1920		
Oidio	Selezione		
Fillossera	varietà più produttive		
Peronospora			
Zolfo, Innesto, Rame			

1970	1990	2000	2010
Forme di allevamento meccaizzabili	Valorizazione di varietà presunte autoctone	Viticoltura di precisione	DSS











## Definizione di Agricoltura di Precisione

#### **Precision Ag Definition**

"Precision Agriculture is a management strategy that gathers, processes and analyzes temporal, spatial and individual data and combines it with other information to support management decisions according to estimated variability for improved resource use efficiency, productivity, quality, profitability and sustainability of agricultural production."

Digital agriculture combines precision agriculture benefits with information and communication technologies (ICT) (Shen et al.2010)

DIGITAL AGRICULTURE

PRECISION AGRICUITURE

C IC

#### Metodi

Tipologie di dato

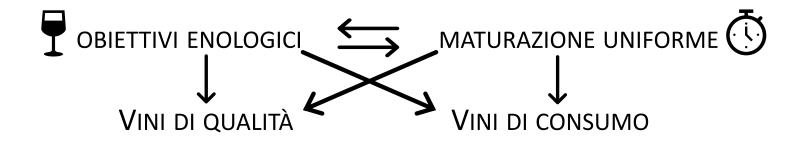
Scopi

Recentemente (estate 2019) l'International Society for Precision Agriculture ha aggiornato la definizione di PA.

La "nuova" definizione integra, raccoglie e unifica quelle proposte da numerosi autori in precedenza

L'agricoltura di precisione è una strategia di gestione che tiene conto della variabilità temporale e spaziale al fine di migliorare la sostenibilità della produzione agricola.

### Adozione della viticoltura di precisione per la gestione del vigneto



Controllo della variabilità spaziale, varietale, gestionale e temporale

Cambiamenti climatici

Cambiamenti nelle abitudini del consumatore

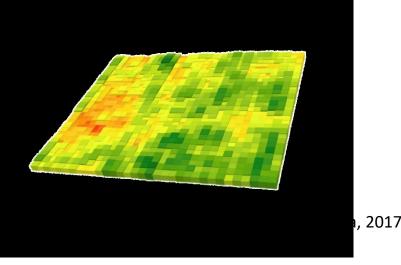
Modificato da Schippa, 2017

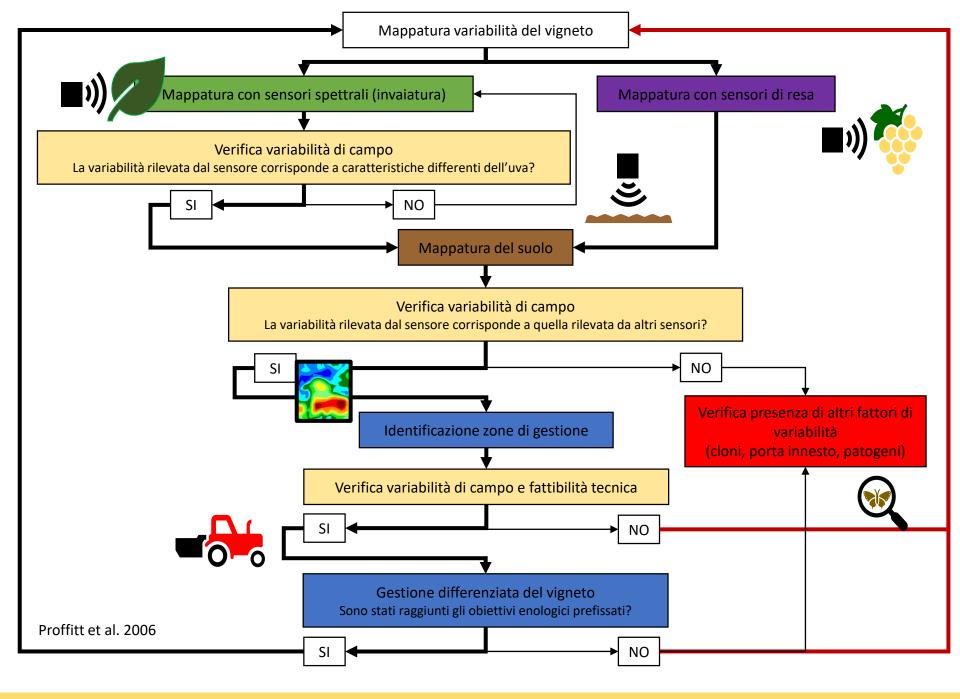
### Adozione della viticoltura di precisione per la gestione del vigneto

#### Situazione attuale nel settore viticolo

- 1. Gestione «esperienziale» ed empirica degli aspetti agronomici
- 2. Realtà aziendali non attente alla variabilità
- 3. Eccessiva concimazione o non concimazion
- 4. Errori nella fase di impianto e nella scelta

VARIABLE RATE TECHNOLOGY (







## Sensori disponibili per la viticoltura

Classification based on sensors type

#### **Imaging sensors**

Multiple measurement in the field of view



#### Non -Imaging sensors

Only one measurement in the field of view



Classification based on sensors target

#### **Crop sensors**



Soil sensors



Classification based on sensors position

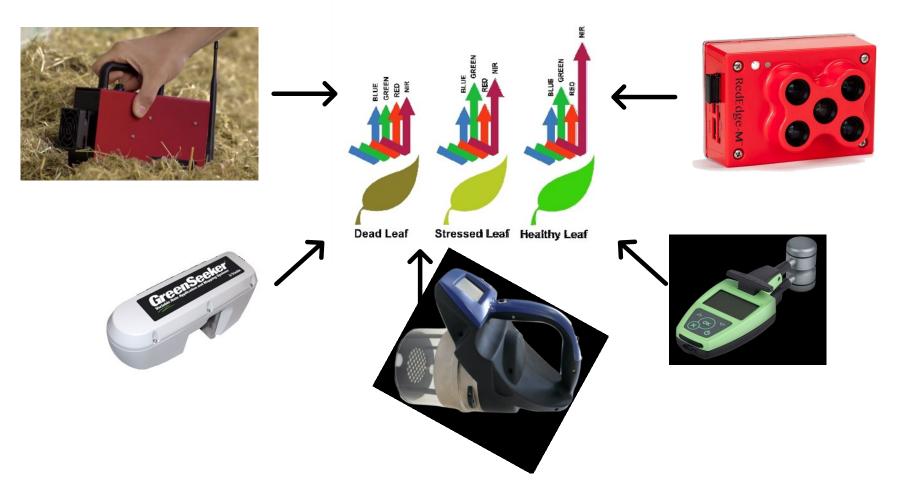
**Proximal sensors** 



**Remote sensors** 



## Sensori disponibili per la viticoltura: sensori spettrali

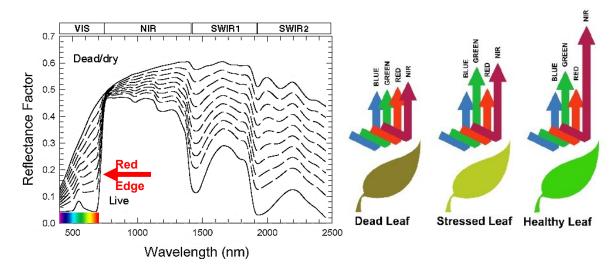


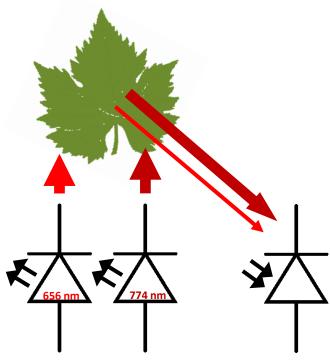
### GreenSeeker e sensori attivi per indici di vegetazione

Il GreenSeeker è un sensore spettrale (spettroradiometro) attivo, basato su sorgente di luce selettiva

Misura la riflettanza a 774nm (NIr) e a 656nm (Red), permettendo di calcolare l'NDVI

La modulazione della radiazione emessa permette di limitare l'influenza della luce solare





## GreenSeeker e sensori attivi per indici di vegetazione











### Sensori disponibili per la viticoltura: sensori spettrali

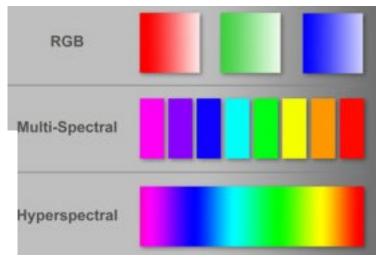
#### Sensori per la vegetazione

 I sensori di imaging (camere multispettrali) rilevano la riflettanza da 450 nm a 900 nm e permettono di calcolare molteplici indici







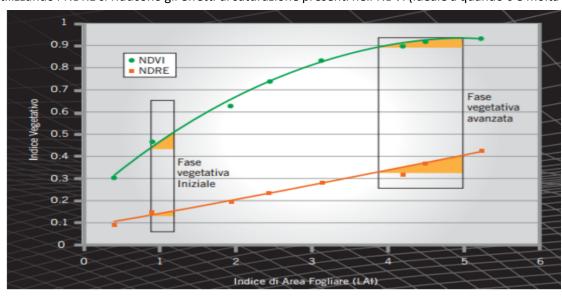


### Indici di vegetazione

#### 3 indici di vegetazione utilizzati in viticoltura

$$NDVI = rac{NIr - Red}{NIr + Red} \quad NDRE = rac{NIr - Red\ Edge}{NIr + Red\ Edge} \quad PCD_{plant\ cell\ density} = rac{NIr}{Red}$$

Utilizzando l'NDRE si riducono gli effetti di saturazione presenti nell'NDVI (ideale a quando c'è molta biomassa)

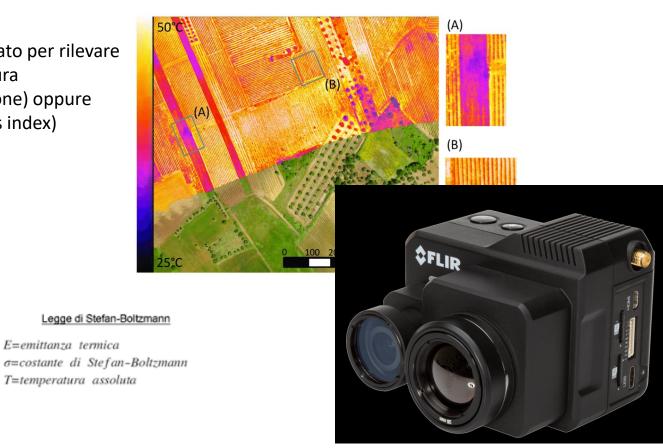




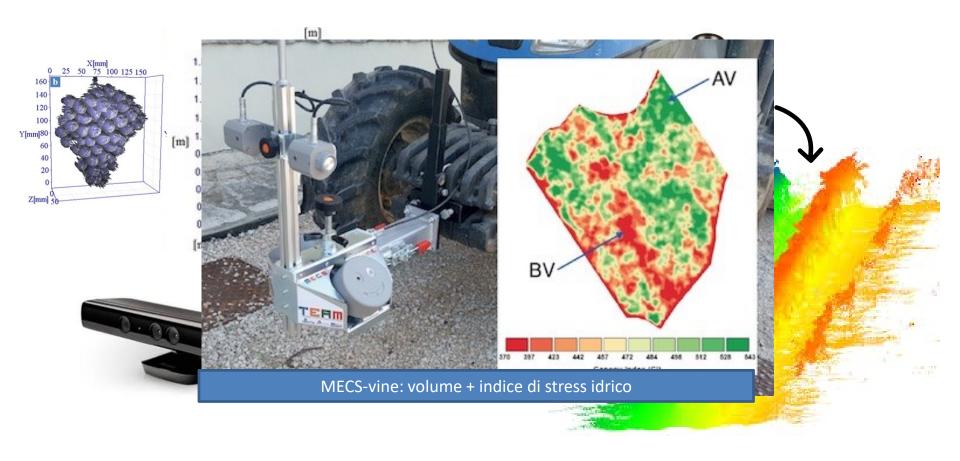
### Sensori spettrali termici

Il dato termico può essere utilizzato per rilevare stress idrici (maggiore temperatura fogliare=minore evapotraspirazione) oppure calcolare CWSI (crop water stress index)

 $E \ = \ \sigma \ T^4$ 

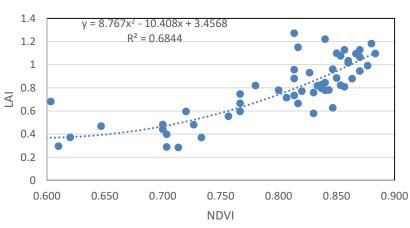


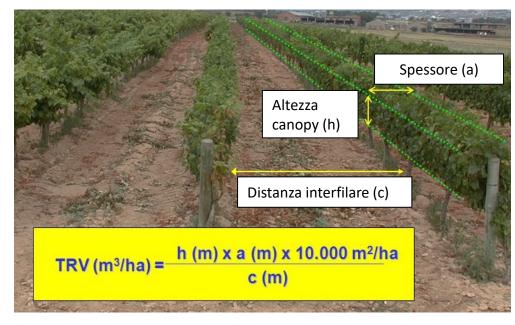
## Sensori disponibili per la viticoltura: ricostruzione spaziale



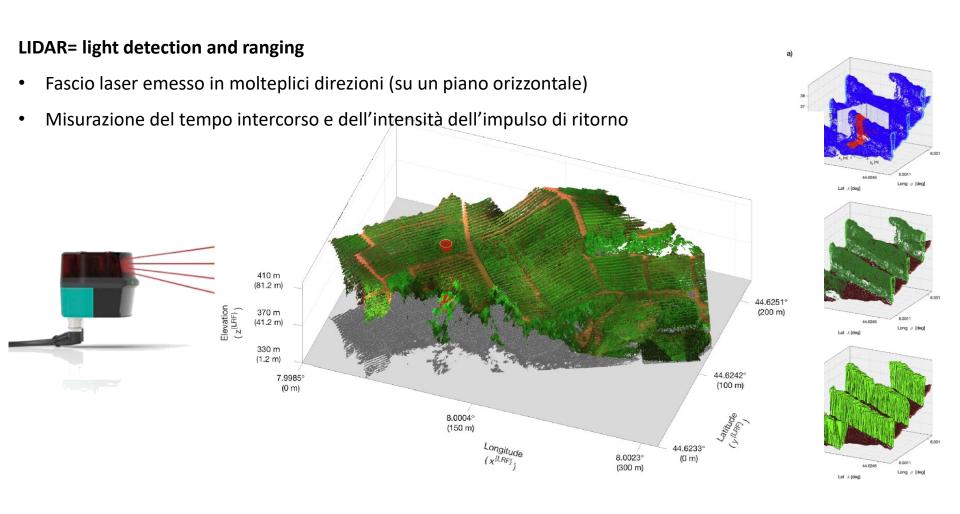
## Relazione tra i dati rilevati, LAI e TRV



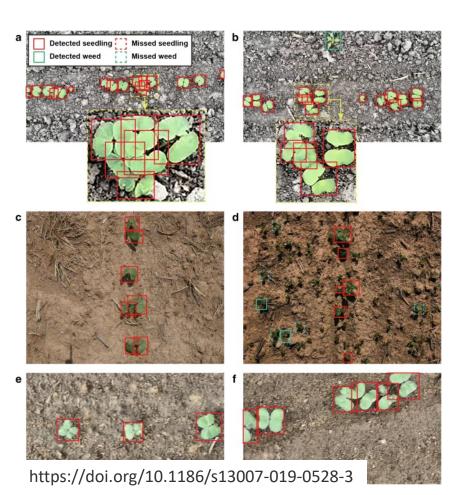




## Sensori per la ricostruzione spaziale LIDAR



## Classificazione di pixel tramite ML e DL



https://play.google.com/store/apps/details?id=com.riis.sheepcounter

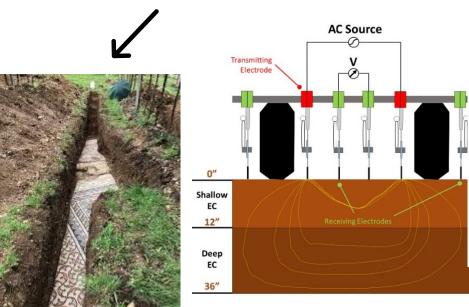


https://doi.org/10.3390/rs10111690

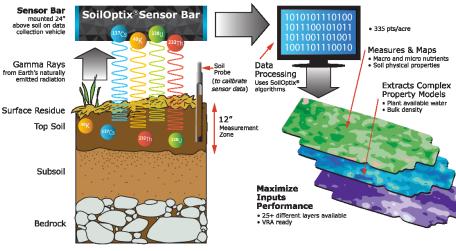
(b)

## Sensori disponibili per la viticoltura: variabilità del suolo

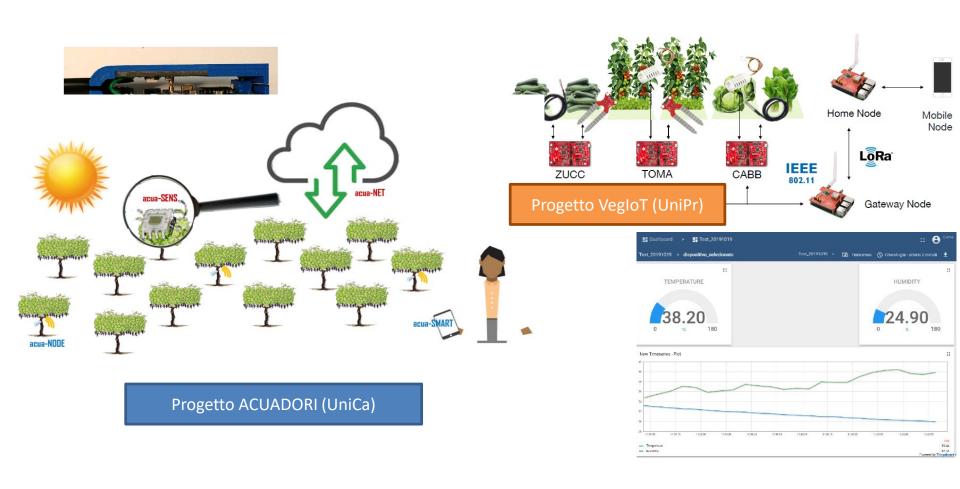








## Sensori disponibili per la viticoltura: reti di sensori (WSN)



## Sensori disponibili per la viticoltura: sensori di resa



2 Yield Sensor: load cells under the discharge conveyor belt

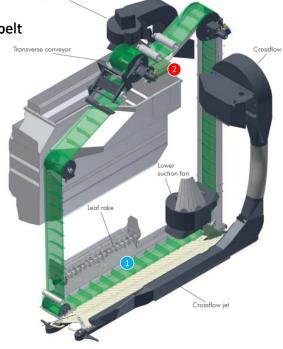
Hopper

Harvester with yield

**Yield sensor** 



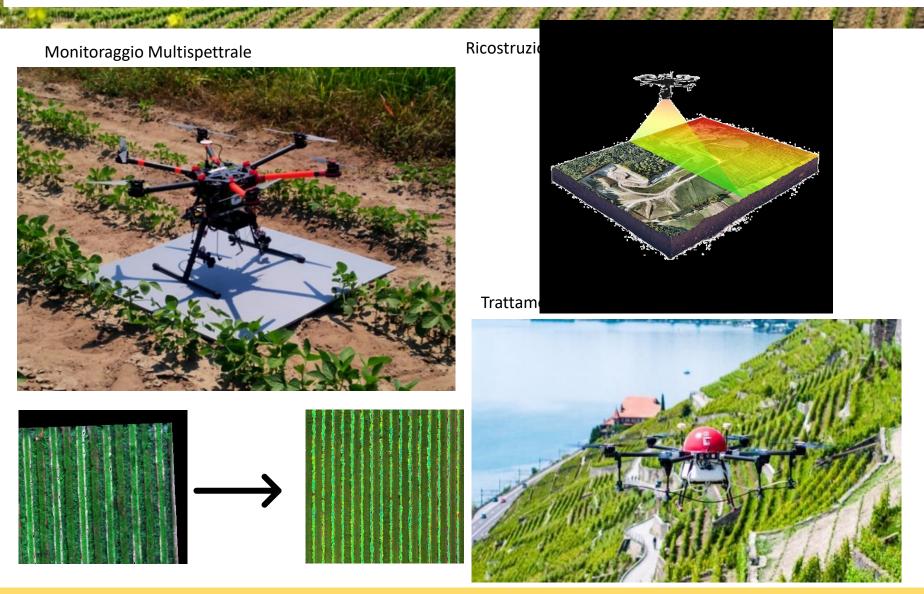








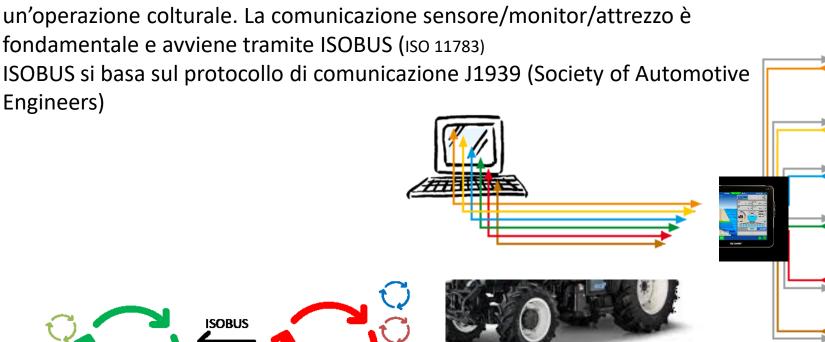
## Altri utilizzi dei droni in agricoltura

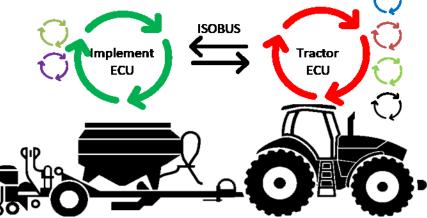




### Macchinari per la viticultura di precisione

La variabilità rilevata attraverso i vari sensori deve essere elaborata e tradotta in un'operazione colturale. La comunicazione sensore/monitor/attrezzo è fondamentale e avviene tramite ISOBUS (ISO 11783)

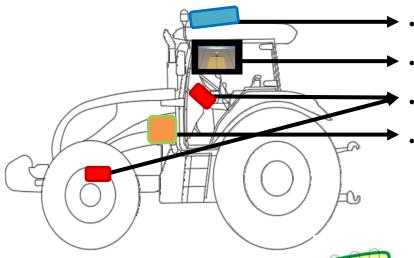






## Sistemi di guida (anche in viticoltura)

I sistemi di guida possono mantenere il parallelismo nella guida o gestire completamente lo sterzo (svolte e percorsi irregolari)



#### Due logiche di funzioanmento p

- Traiettoria A→B: l'operatore definisce un punto iniziale A ed uno finale B che vengono ripetuti automaticamente in maniera parallela in funzione della larghezza della macchina (trattore e/o operatrice)
- Traiettoria Curva: ad ogni nuova passata viene ripetuta la traiettoria curva precedente (ideale per ostacoli)







Unità di controllo elettronico





TRACCIATO A+







TIPLA FORMA LIBERA

Antenna GNSS

Interfaccia Grafica

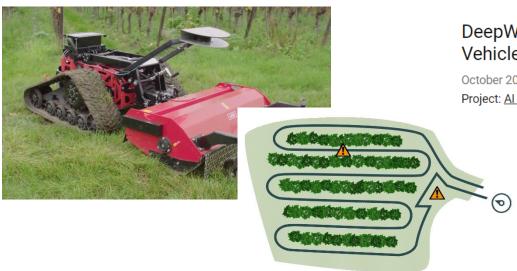
Attuatori (opzionali)

## Sistemi di guida (anche in viticoltura)

#### Altri sistemi di guida:

Vehicle2Vehicle: veicolo autonomo copia pedissequamente il persorso di un trattore condotto da conducente (connessione Bluetooth o WIFI)

- Tastatori meccanici
- Sensori ottici o lase scanner che guidano macchine operatrici
- Camere 3D che correggono la traiettoria (JD AutoTrac Vision)
- Sonar, Radar e camere per l'identificazione di ostacoli (NH<sup>Drive</sup>)



DeepWay: a Deep Learning Estimator for Unmanned Ground Vehicle Global Path Planning

October 2020

Project: Al & Remote Sensing

Mazzia · Francesco Salvetti Diogo Aghi Marcello Chiabara



### Spandiconcime VRT

Gli spandiconcime a rateo variabile utilizzano un sistema di Dosaggio Proporzionale all'Avanzamento Elettronico (DPAE)

La gestione della dose avviene attraverso tre tipologie di sistemi::

Sistema a pesata a celle di carico





• Sistema basato sulla misurazione uena coppia sui uisco

Sistema basato sulla modifica del fattore di flusso in funzione della portata







chiusura/apertura rapida - fast closing/opening







## Spandiconcime VRT

Ogni sistema necessita di una calibrazione specifica in base al prodotto da distribuire

> Test su spandiconcime per valutarne le performance operative

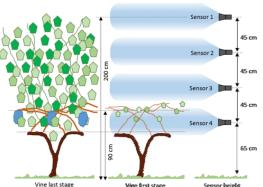






### Atomizzatori VRT









### Atomizzatori VRT

#### CAFFINI SpA



#### Smart Synthesis

Irroratrice per colture arboree con ventola azionata da un motore elettrico e con ugelli a modulazione di lunghezza di impulso.

In cosa consiste l'innovazione: entrambe le soluzioni sono adottate su una irroratrice per colture arboree per la prima volta: il motore elettrico che aziona la ventola, e gli ugelli a modulazione di lunghezza di impulso.

Vantaggi attesi: il motore elettrico per il ventilatore permette di controllare con precisione anche il flusso di aria, a seconda delle caratteristiche locali della coltura. Inoltre, gli ugelli a modulazione di lunghezza di impulso aumentano la controllabilità dell'irrorazione della miscela. Il risultato complessivo è una riduzione nell'impatto ambientale.



### Gestione della chioma e del terreno VRT



1: chioma nella zona ad alto vigore prima della sfogliatura



2: chioma nella zona ad alto vigore dopo la sfogliatura ad alta intensità



3: chioma nella zona a medio vigore dopo la sfoglitura a media intensità



4: chioma nella zona a basso vigore dopo il passaggio della macchina, non sfogliata.





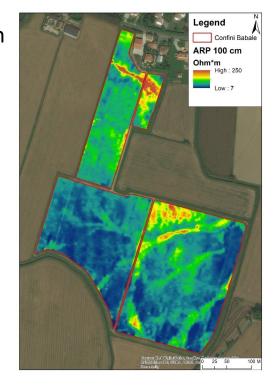


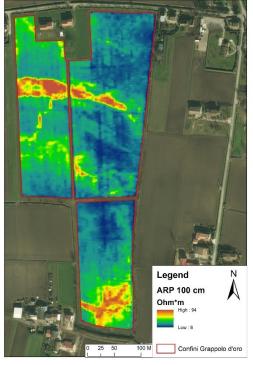


### Caso 1: Az. Pastore → Analisi del suolo

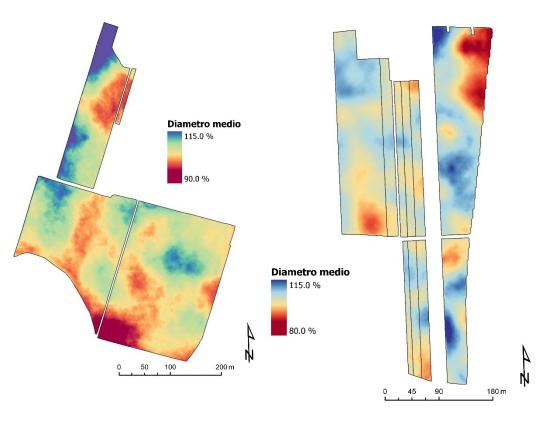
- Analisi variabilità del suolo con georesitivimetro
- 3 profondità:
  - 0.5 m
  - 1.0 m
  - 2.0 m



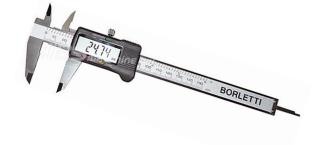




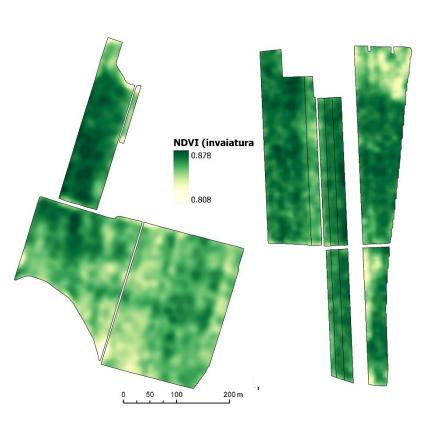
## Caso 1: Az. Pastore → Misurazione diametro medio



- Misurazione manuale con calibro
- 600 misurazioni a ettaro



## Caso 1: Az. Pastore → Analisi spettrale prossimale





- Rilievi durante la stagione vegetativa con sensore GreenSeeker
- Correzione SBAS e RTK

## Caso 1: Az. Pastore → Analisi delle rese



## Caso 1: Az. Pastore → Definizione delle zone omogenee



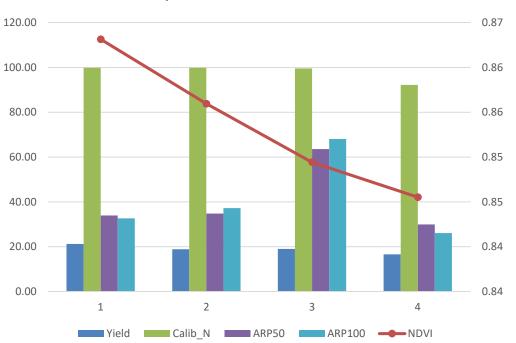


- Definizione zone omogenee con software MZA
  - ARP 50 cm
  - ARP 100 cm
  - Calibri
  - NDVI invaiatura
  - Resa
- Prova di risposta a diversi livelli di concimazione

40

# Caso 1: Az. Pastore → Definizione delle zone omogenee

### Dalle rese alle asportazioni



	N	$P_2O_5$	$K_2O$	MgO	CaO
Fabbisogno				-	
(asportazioni)	-65.72	-9.35	-95.24	12.37	-70.64
Perdite lisciviazione	-21.00				
Perdite					
denitrificazione	-5.00				
Apporti pioggia	5.36				
Apporti					
microrganismi	5.00				
Apporti suolo	14.15	0.00	0.00		
Residui foglie	10.00				
Residui sarmenti	18.59	2.18	16.17	2.78	20.24

Apporti nutrizionali dei sarmenti sarmenti								
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO			
%ss	0.81	0.09	0.70	0.12	0.876			
kg pianta piante/ha								
sarmenti	0.6	3700						
Kg/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO			
2220.00	18.59	2.18	16.17	2.78	20.24			

## Caso 2: Az. S. Pietro di Feletto → Analisi satellitare e prossimale

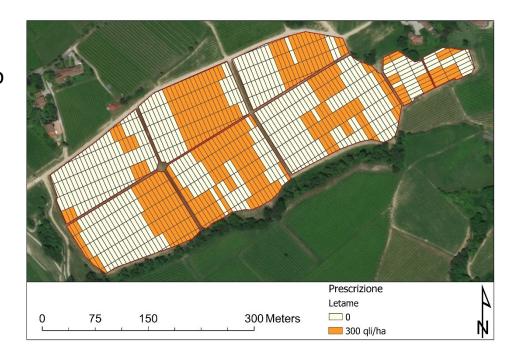


## Caso 2: Az. S. Pietro di Feletto → Definizione prescrizione

#### **OBIETTIVO:**

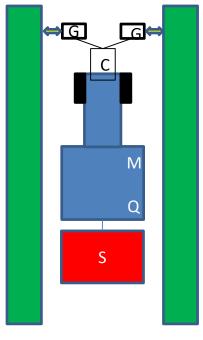
Corregge la variabilità spaziale attraverso l'utilizzo di ammendante organico

Aumento della S.O ipotizzando una maggiore mineralizzazione nelle aree meno produttive



### Caso 2: Az. S. Pietro di Feletto Concimazione OnTheGo





3m 0,75m 0,75m 1,5m

- Segnale:

S

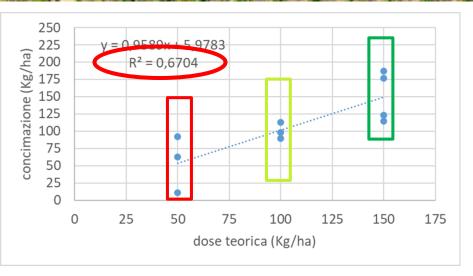
- Due sensori GreenSeeker™ [G]: posti a 1,5m da terra, rilevano l'NDVI dai filari
- Centralina Trimble RT200 [C]: media i dati NDVI dei due sensori e li invia al monitor
- Monitor Trimble FM 1000 [M]: associa ad un valore di NDVI una dose di concime e comunica con la centralina dello spandiconcime
- Centralina Kuhn Quantron A [Q]: gestisce completamente lo spandiconcime
- Spandiconcime Kuhn MDS 12.1Q [S]
- Trattore New Holland T4 110.F



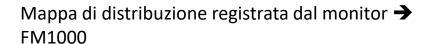


### Caso 2: Az. S. Pietro di Feletto → Concimazione OnTheGo





← Correlazione tra dose di concime attesa e dose effettivamente distribuita nei punti campione





### Caso 2: Az. S. Pietro di Feletto → Risulati



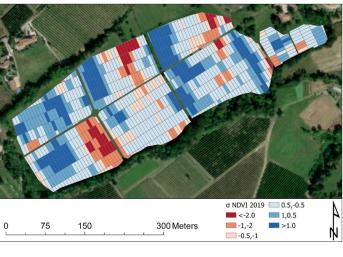


NDVI rilevato in pre-raccolta

**←**2019

2020→





NDVI standardizzato rilevato
in pre-raccolta

←2019

2020





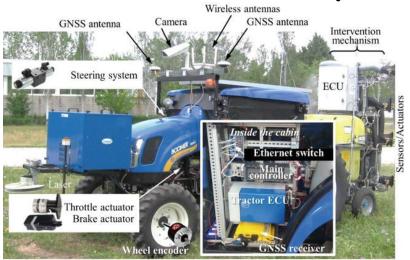
### **Definizione di Robot**

#### **Definizione generale di Robot:**

Macchina o attrezzatura capace di eseguire una serie complessa di azioni in maniera automatica e programmabile tramite un computer

UGV: unmanned ground vehicles
Applicazioni in agricoltura

#### Automazione di machine pre esistenti



#### Macchine appositamente sviluppate



# Robot per la lotta fitosanitaria



GUSS: Autonomous orchard sprayers



ICARO x4: applicazione UVC 130K €

# Robot per il controllo delle malerbe





2.5 ton NAÏO OZ
Batterie da
NAÏO OZ
17K \$
80 kWh
(10h)
350K \$



NAÏO TED



**VITIROVER** 



# Robot per il monitoraggio in vigneto (ricostruzione 3D e stima rese)

#### **VINBOT**



#### VINEROBOT 50K €



# Altri Robot per il vigneto







Possibilità di agganciare atrrezzi allìattacco a 3 punti 200K €

#### **VISION ROBOTICS GRAPEVINE PRUNER**





