VENETO AGRICOLTURA

Introduzione alla Viticoltura di precisione

Marco Sozzi, PhD – Assegnista di ricerca

Innovazioni digitali in viticoltura 2021

TESAF
DEPARTMENT OF LAND, ENVIRONMENT, AGRICULTURE AND FORESTRY

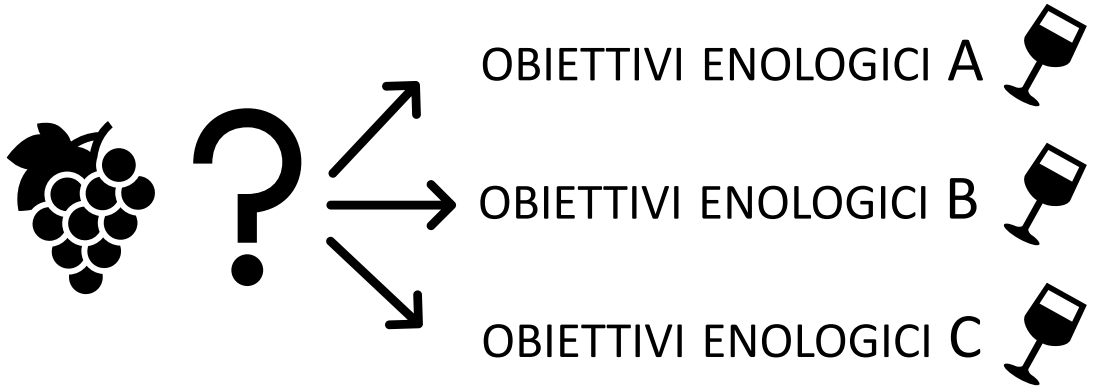
1222·2022 800 ANNI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Obiettivi della lezione

- Comprendere l’importanza della gestione differenziale del vigneto
- Conoscere I diversi sistemi di posizionamento utilizzabili in vigneto
- Conoscere I diversi sensori disponibili in viticoltura e I relativi limiti di utilizzo

Adozione della viticoltura di precisione per la gestione del vigneto



Gestione della variabilità spaziale e temporale:

- Raccolta selettiva
- Gestione differenziale degli input
- **EQUILIBRIO VEGETO PRODUTTIVO**

Cambiamenti climatici

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

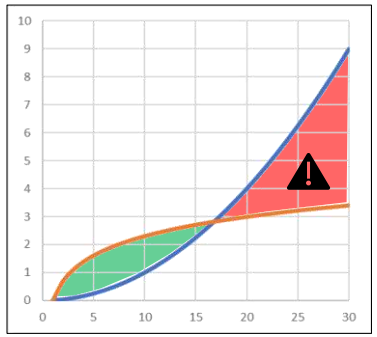
Certificazioni

Cambiamenti nelle abitudini del consumatore

Nuovo PAN e nuova PAC

CLIMATE NEUTRAL 2050

Il trinomio dell'Agricoltura di Precisione



Sistemi di supporto alle decisioni

Raccolgono e processano I dati, convertendoli in **informazioni di valore** per l'utilizzo agronomico **(data-driven models)**

Richiedono dati di buona qualità da parte dei sensori

Macchine per la gestione variabile

www.dcmspreaders.com

Gestione differenziale

- ≠ zona
- ≠ momento
- ≠ prodotto
- ≠ dose

Richiedono l'integrazione efficace con i dati rilevati da sensori e le prescrizioni dei DSS

Tecnologie di monitoraggio

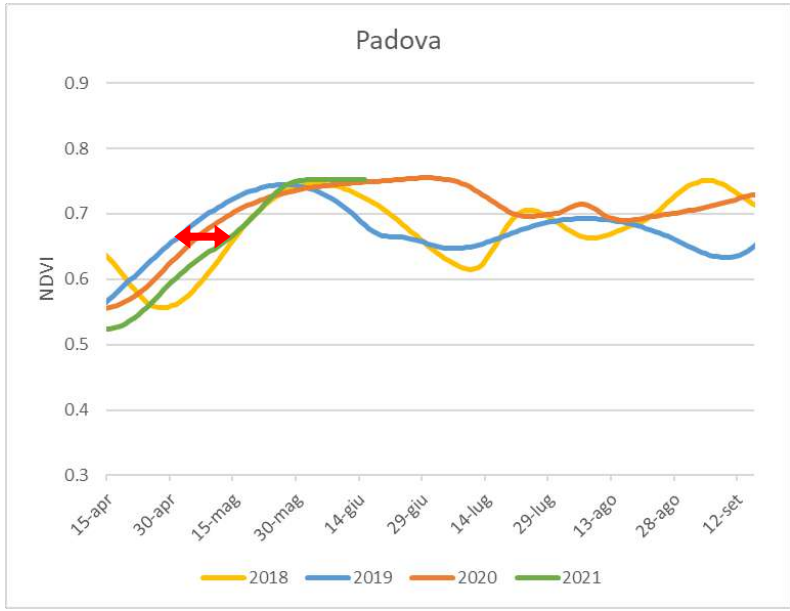
Esistono molti sensori: in situ or ex-situ, con o senza attribute spaziali

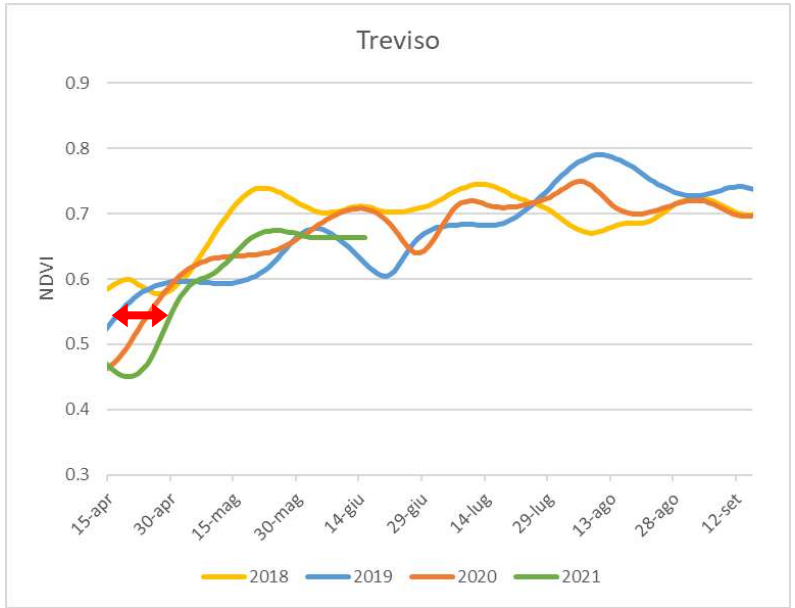
Devono essere efficaci ed user friendly

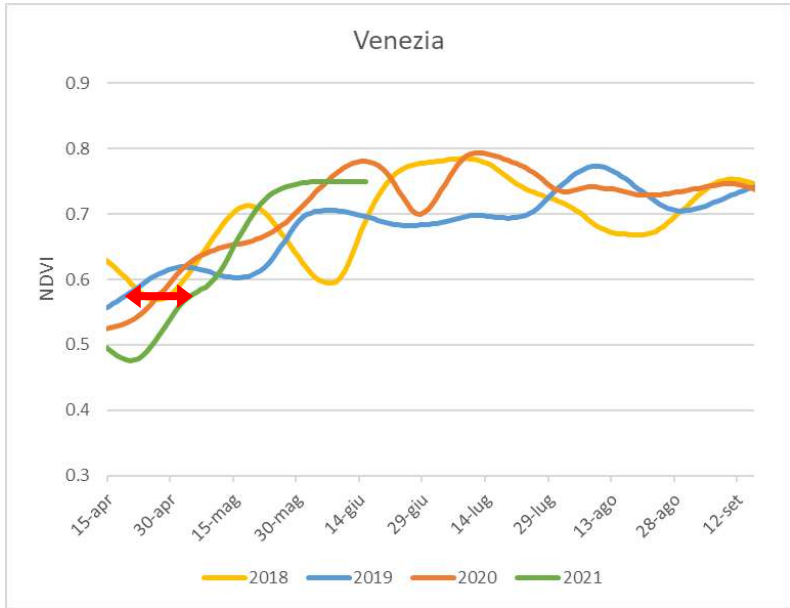
www.teamsmartfarming.com

Come possono essere utili gli strumenti di VdP?

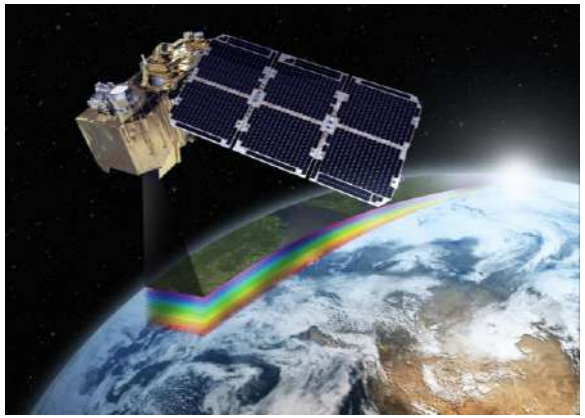
Rilievi NDVI satellitare su 500 vigneti campione scelti in tutto il Veneto (analisi a livello provinciale)







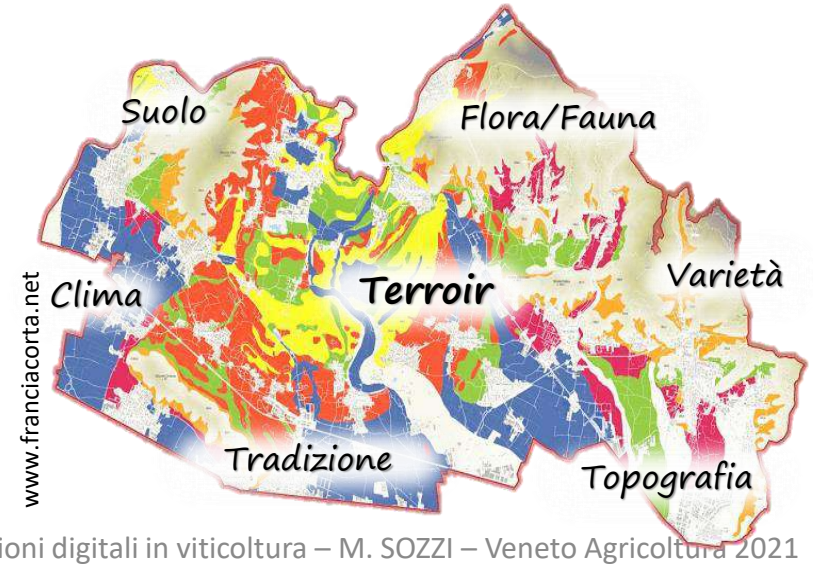
Uno degli strumenti utilizzati in agricoltura di precisione è stato in grado di identificare il ritardo nella ripresa vegetativa di quest'anno.
Ad ogni modo possiamo usare il satellite anche per gestire interventi rateo variabile

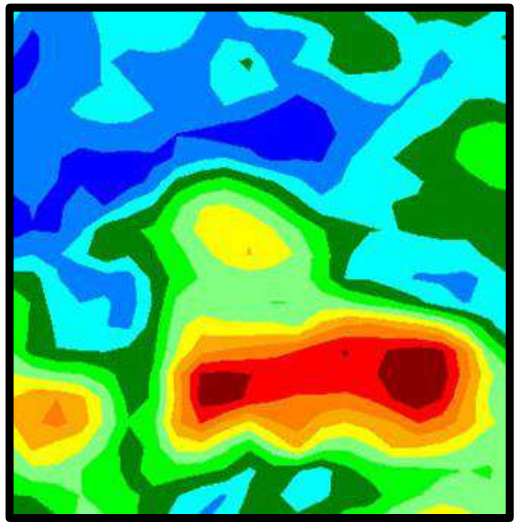


Considerazioni sulla variabilità

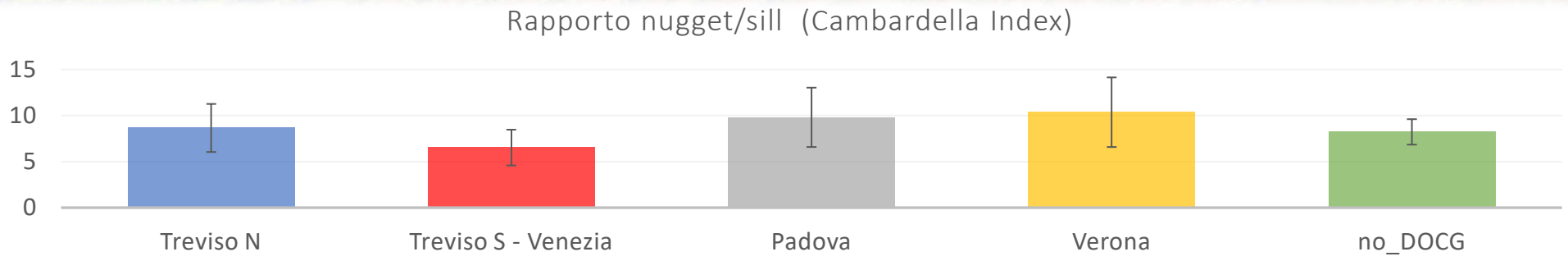
La viticoltura di precisione ci permette di studiare la variabilità di ogni singolo appezzamento, ma è necessario non dimenticare quanto fatto fino ad ora in termini di studio della variabilità ovvero le Zonazioni Viticole

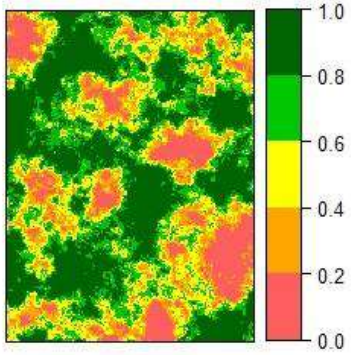
Come si inseriscono le caratteristiche spaziali del mio vigneto all'interno della macrozona di produzione (terroir - denominazione di origine)?



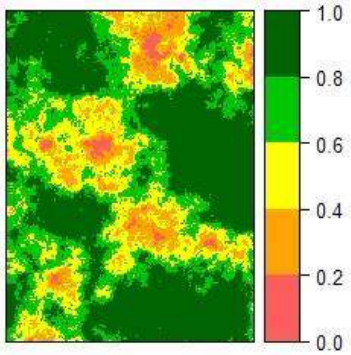


La variabilità nei vigneti Veneti

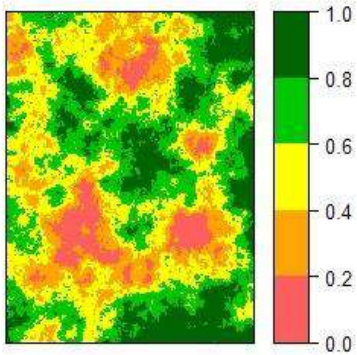




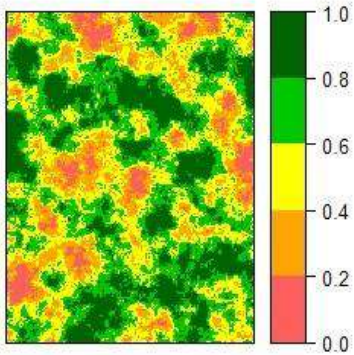
DOCG Treviso nord



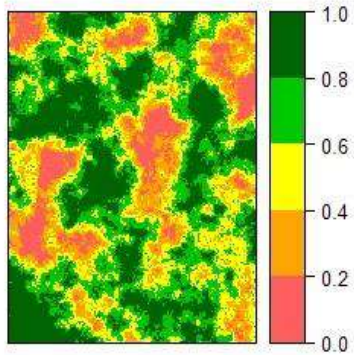
DOCG Treviso sud - Venezia



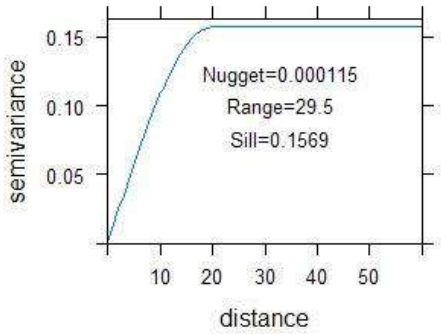
DOCG Padova

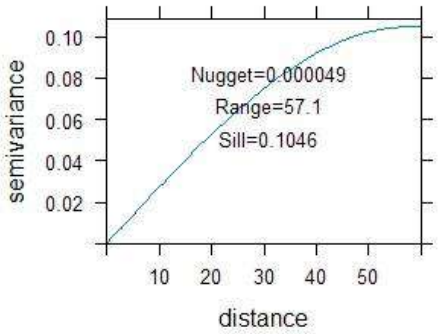


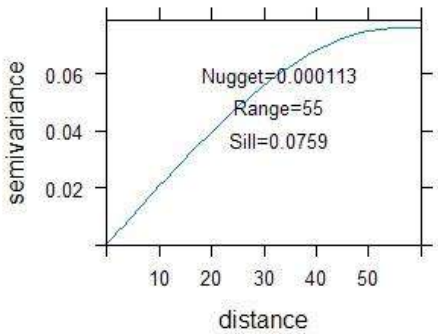
DOCG Verona

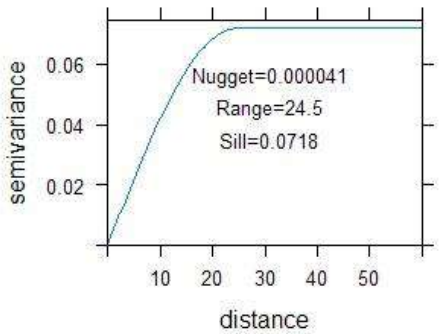


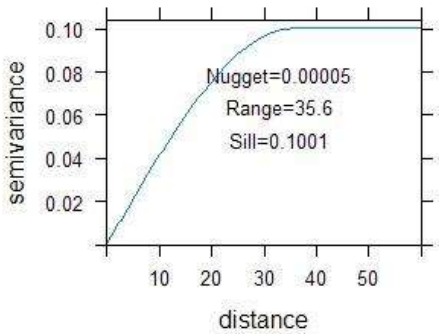
Veneto non DOCG











Tecnologie per la viticultura di precisione

- GNSS
- Sensoristica

La trilaterazione satellitare

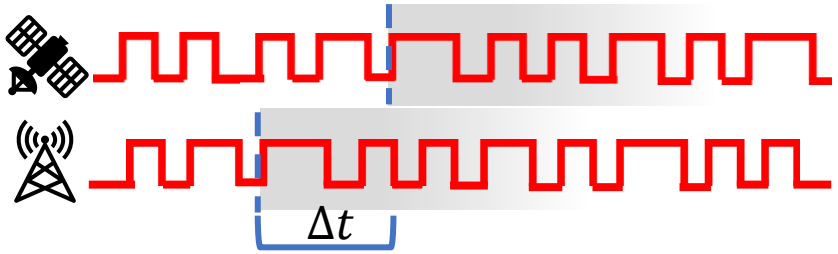
I sistemi di posizionamento satellitare si basano sulla trilaterazione per definire la posizione di punti nello spazio

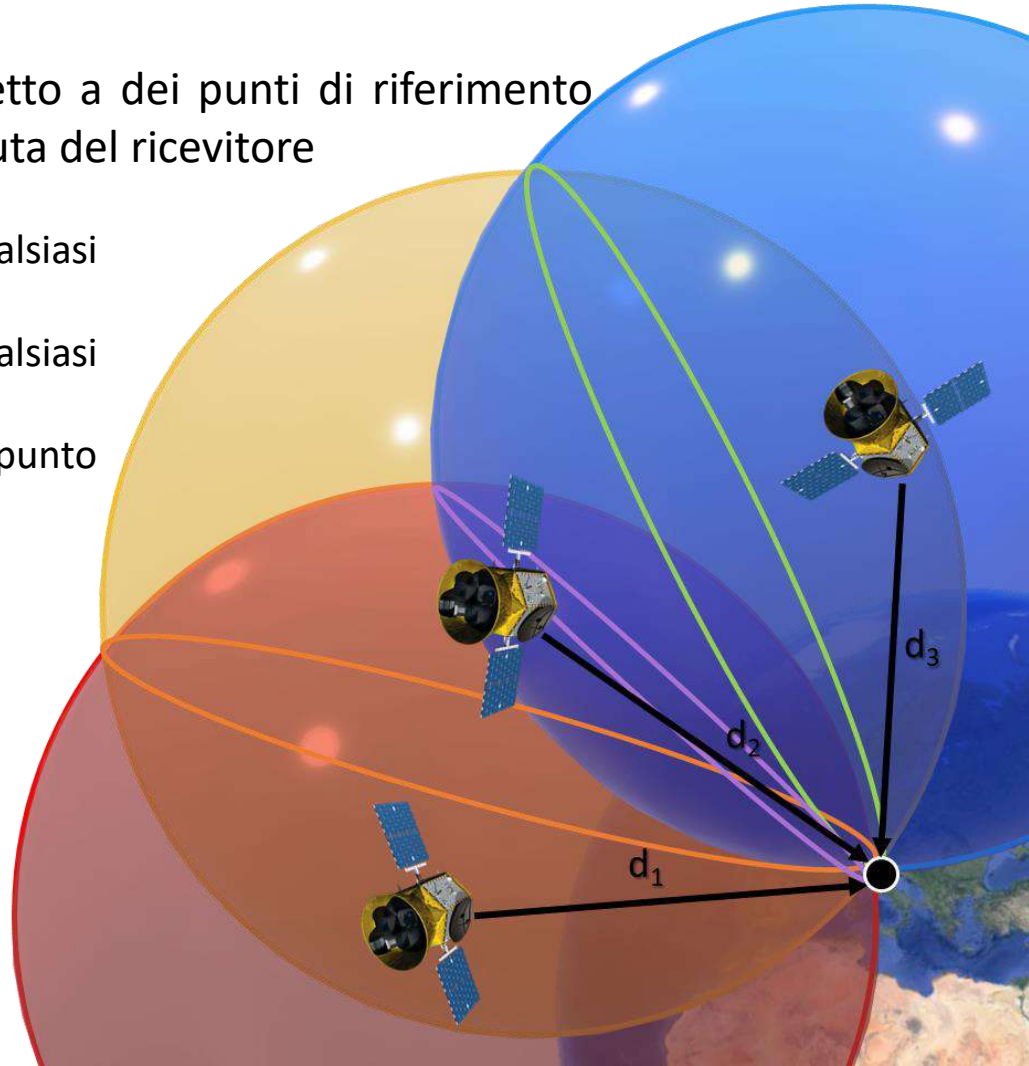
La trilaterazione utilizza la posizione relativa del ricevitore satellitare rispetto a dei punti di riferimento (satelliti), la cui posizione è nota (effemeridi), per ricavare la posizione assoluta del ricevitore

- Conoscendo 1 distanza ricevitore-satellite, il ricevitore potrebbe trovarsi in qualsiasi punto nello spazio a quella distanza dal satellite
- Conoscendo 2 distanze ricevitore-satellite, il ricevitore potrebbe trovarsi in qualsiasi punto di intersezione tra le sfere
- Conoscendo 3 distanze ricevitore-satellite, il ricevitore potrebbe trovarsi solo nel punto di intersezione delle 3 sfere

La distanza ricevitore-satellite viene definita attraverso il timing di ricezione del segnale radio inviato da satellite

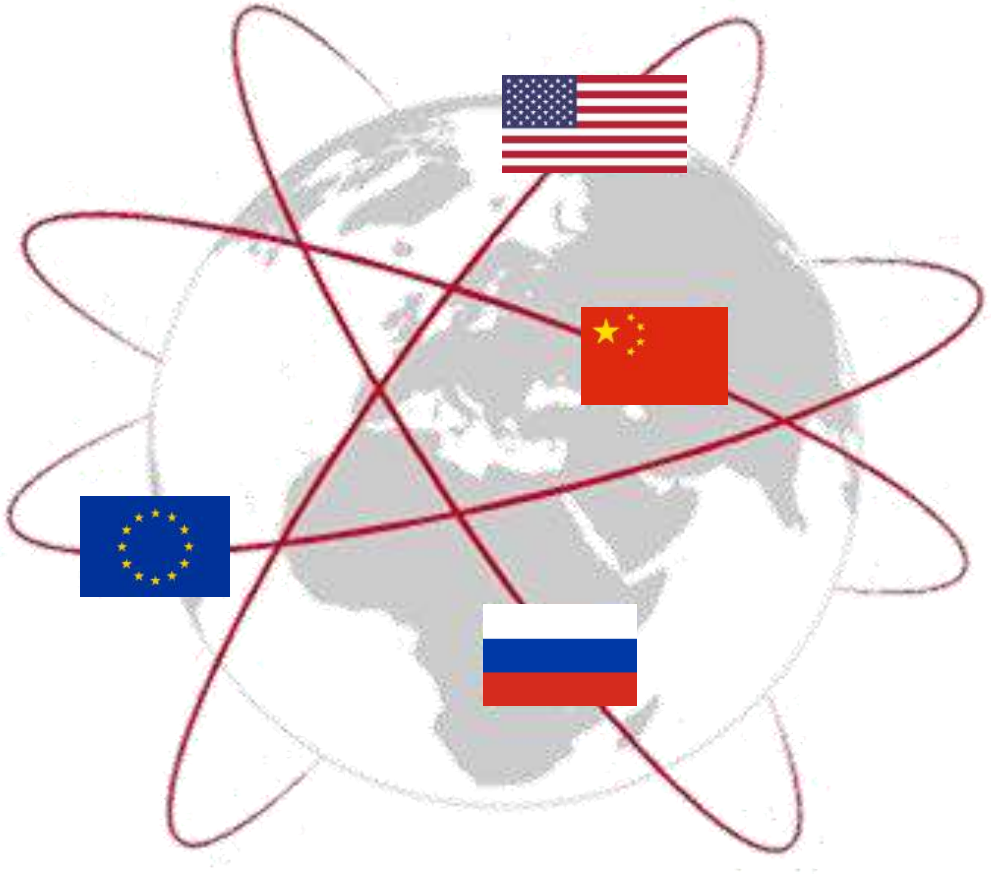
$$d_n = \Delta t * c$$





Constellazioni di satelliti per il posizionamento (GNSS)

Numerosi stati hanno sviluppato il proprio sistema di posizionamento satellitare (inizialmente per scopi militari)



1- Navstar-GPS

NAVigation Satellite Timing And Ranging Global Positioning System è stato il primo sistema di posizionamento ad essere sviluppato. I primi satelliti sono stati lanciati negli anni ’70 dal dipartimento della difesa statunitense. Il sistema, nato per esigenze militari, è stato reso parzialmente disponibile ad usi civili nel 1995 (selective availability). È stato reso completamente disponibile nel 2000.

Comprende 24 satelliti (+7 di scorta) orbitanti ad una quota di 20200 km (Periodo di orbita 12h, Δt medio 0.067s).

Il segnale è trasmetto in tre frequenze in banda L:

- L1 a 1575.45MHz
- L2 a 1227.60MHz
- L5 a 1176.45MHz

Non tutti i segnali sono utilizzabili a scopi civili

Constellazioni di satelliti per il posizionamento (GNSS)

2- GALILEO

GALILEO è la constellazione di satelliti per il posizionamento sviluppata dall'European Global Navigation Satellite Systems Agency (GSA). Diversamente dale alter constellazioni GALILEO è stato sviluppato per applcazioni civili. Ad oggi (2020) è composto da 22 satelliti, ma a regime comprenderà 30 satelliti, orbitanti ad una quota di 24000 km.

Il segnale è trasmetto in diverse frequenze in banda L:

- L1/E1 a 1575.45MHz
- E5b a 1207.14MHz
- L5/E5a a 1176.45MHz
- E6 a 1278.78MHZ

Non tutti i segnali sono utilizzabili gratuitamente

3- Glonass

GLObal Navigation Satellite System, sviluppato a partire dal 1982 in URSS. Parzialmente abbondonato negli anni '90, è stato riabilitat negli anni 2000. Composto da 31 satelliti di cui 24 operative, orbitanti ad una quota di 19100 km.

Il segnale è trasmetto in due frequenze in banda L:

- L1 a 1602MHz
- L2 a 1246MHz

4- Compass-Beidou

Constellazione di satelliti progettati dalla repubblica popolare cinese composta da 30 satelliti.

Il segnale è trasmetto in due frequenze in banda L:

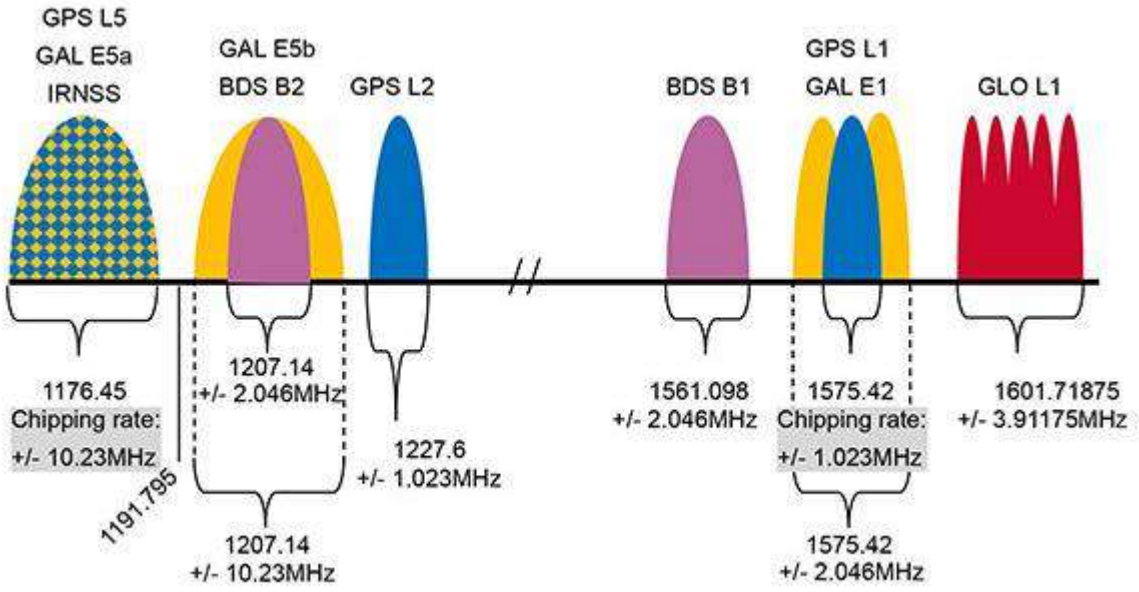
- L1 a 1561.098MHz
- E6 a 1268.52MHz
- E5b a 1207.14MHz

Constellazioni di satelliti per il posizionamento (GNSS)

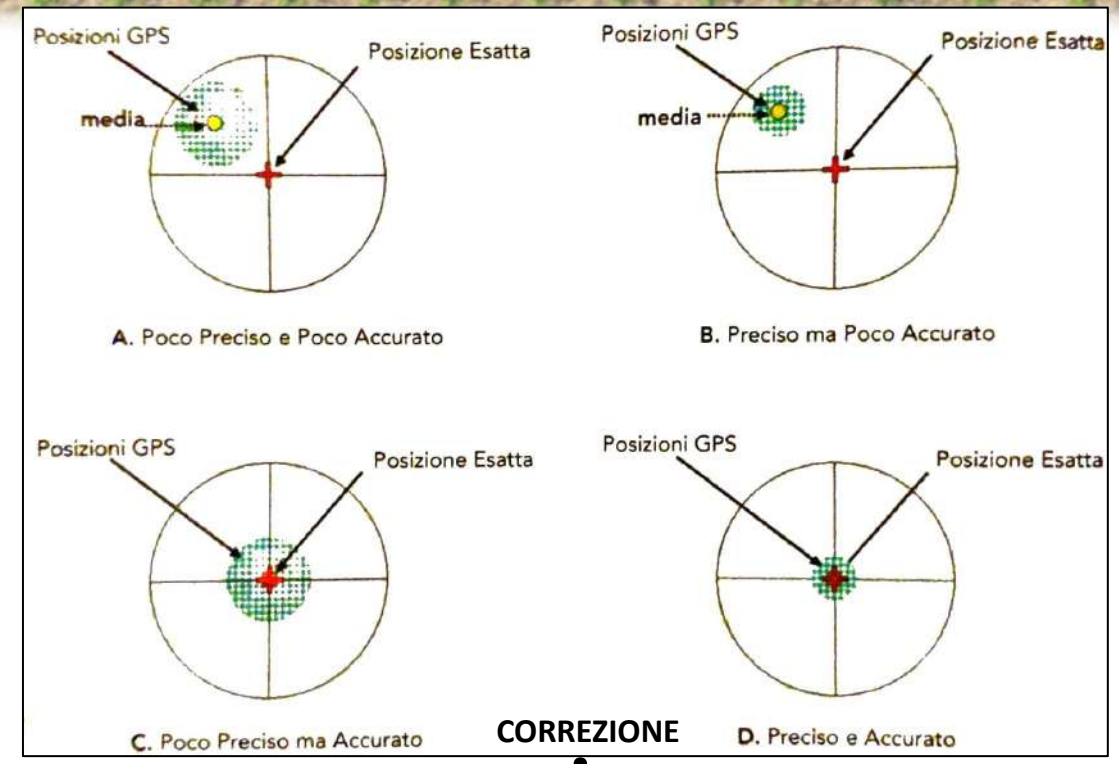
5- Altre constellazioni regionali

Indian Regional Navigational Satellite System (IRNSS)

Quasi-Zenith Satellite System (QZSS)



La combinazione L1/L5 permette una migliore stima del ritardo ionosferico e riduce l'errore Multipath



CORREZIONE

Non Differenziale

- Integrazione del segnale di fase
- Kalman filter con odometri, accelerometri e giroscopio

Differenziale

- SBAS
- RTK

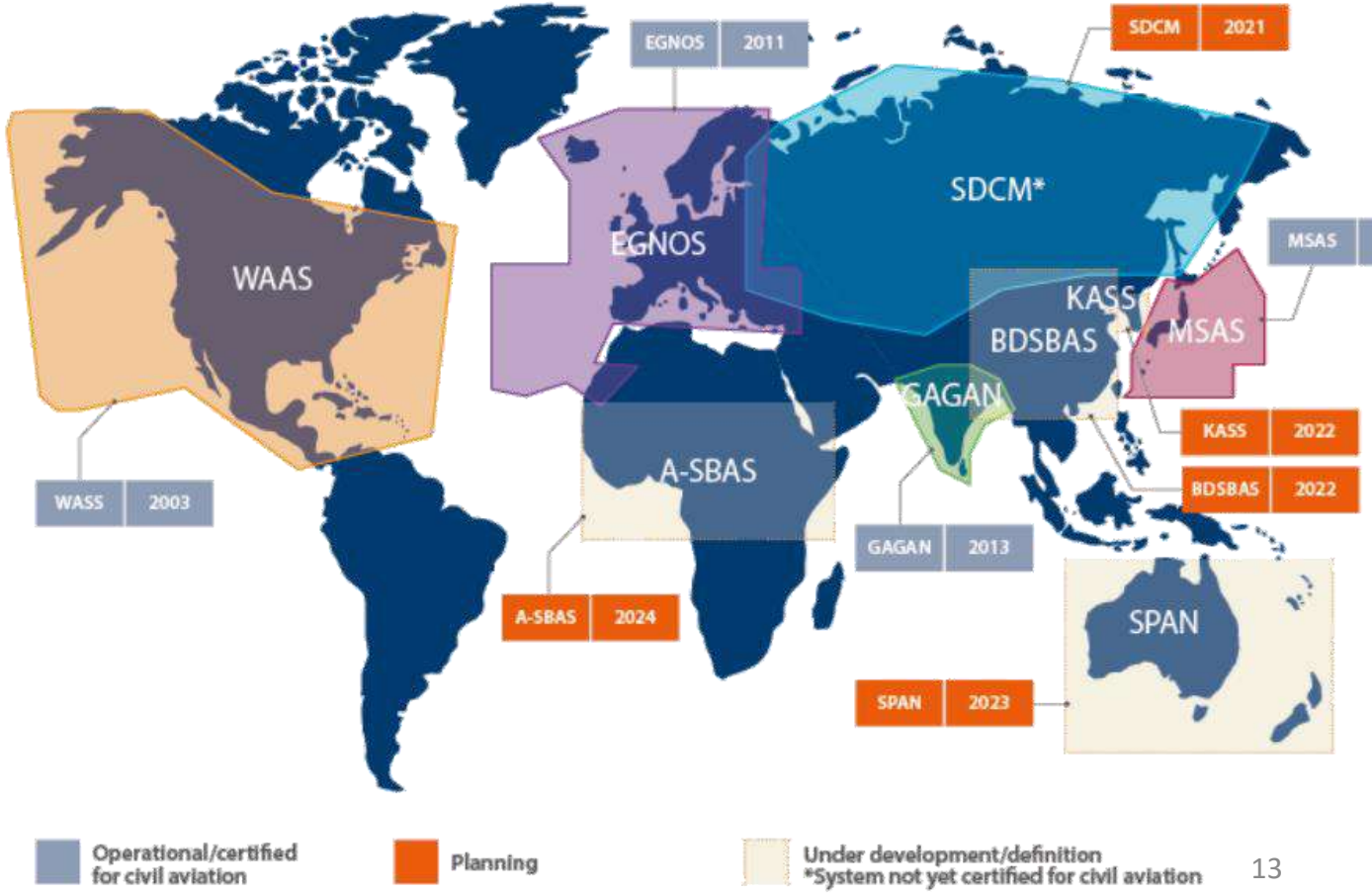
Satellite Based Augmentation System (SBAS)

I sistemi SBAS permettono di migliorare accuratezza, continuità e integrità del segnale di posizionamento fornito dai GNSS, integrando il dato con informazioni ricavate da satelliti geostazionari (35790 km) e da stazioni di controllo sulla Terra. Le stazioni a terra misurano i fattori ambientali che possono influenzare il segnale GNSS e calcolano le relative correzioni.

Queste correzioni vengono poi trasmesse nell'area geografica di riferimento utilizzando satelliti geostazionari che fungono da potenziamento del messaggio GNSS originale. Richiede ricevitori specifici

Esistono provider privati (es. Omnistar) e pubblici:

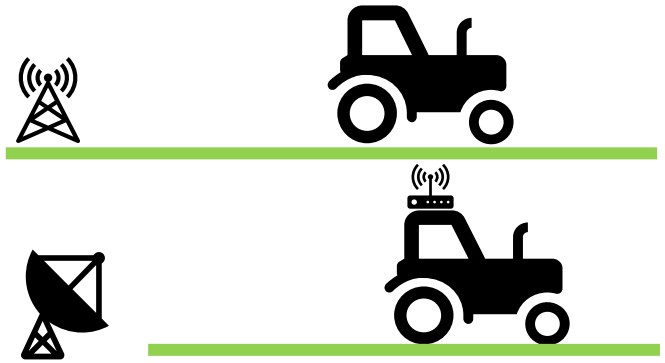
- **EU:** European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS)
- **USA:** Wide Area Augmentation System (WAAS)
- **Japan:** Michibiki Satellite Augmentation System (MSAS)
- **India:** GPS-aided GEO-Augmented Navigation (GAGAN)
- **China:** BeiDou SBAS (BDSBAS) (in sviluppo)
- **Russia:** System for Differential Corrections and Monitoring (SDCM) (in sviluppo)



Real Time Kinematic (RTK)

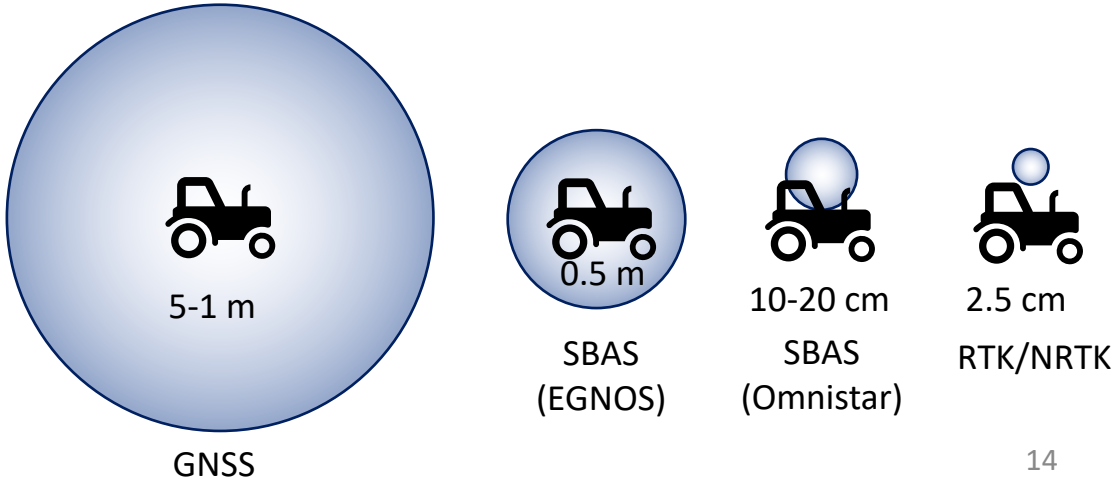
Nei sistemi Real Time Kinematic (RTK) la stazione fissa (master) è situata a breve distanza (<5km) dal ricevitore (rover) garantendo la visibilità degli stessi satelliti. La precisione della misurazione di posizione, con ricevitore a doppia frequenza, può arrivare al centimetro.

1. Antenna fissa posta in prossimità dell'appezzamento o nel centro aziendale, la quale trasmette al rover in onde radio il segnale di correzione (2 ricevitori master e rover)
2. Rover dotato di connessione GSM/GPRS/UMTS riceve la correzione da una rete di stazioni GNSS permanenti (Network RTK) tramite protocollo di comunicazione Ntrip (1 ricevitore, ma con modem GSM)



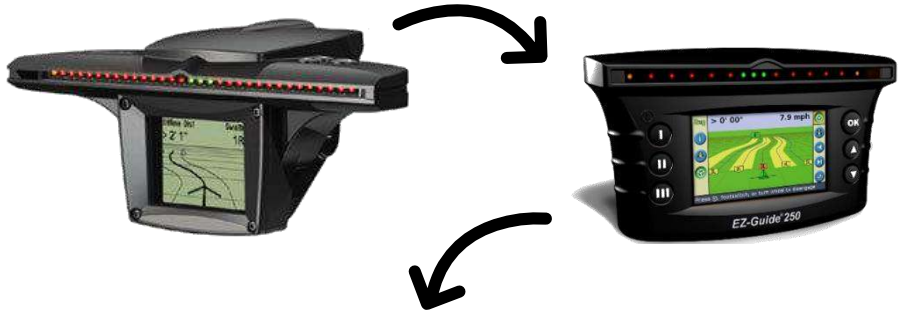
Come per le correzioni SBAS, anche i servizi RTK/NRTK sono forniti da società private e da agenzie pubbliche.

SPIN3 GNSS: posizionamento interregionale satellitare tra Lombardia, Piemonte e Valle d'Aosta



GNSS e Sistemi di guida in vigneto

Se precisione ed accuratezza dei GNSS garantiscono la ripetibilità del dato è possibile utilizzare i sistemi di posizionamnto satellitare per predisporre sistemi di guida assistita o semi-automatica



www.agriculture.trimble.com

www.clemens-america.com

www.braunmacchineagricole.com

Vantaggi dei sistemi di guida:

- Riduzione sovrapposizione
- Risparmio di tempo e fattori di produzione
- Riduzione stress operatore
- Combinazione di operazioni (es. interceppo+trincia)

Controllo automatico degli attrezzi

1. Rollhacke Braun
Lavorazione del suolo nel sottofila

2. VPA: sensore LIDAR *(Light detection and ranging)*
Sensore laser di tipo attivo

3. VPA: computer di bordo
Impostazione dei parametri di lavoro

4. VPA: centralina di controllo
Gestione dei cilindri idraulici sulla base delle posizioni dei tronchi delle piante rilevati dal sensore

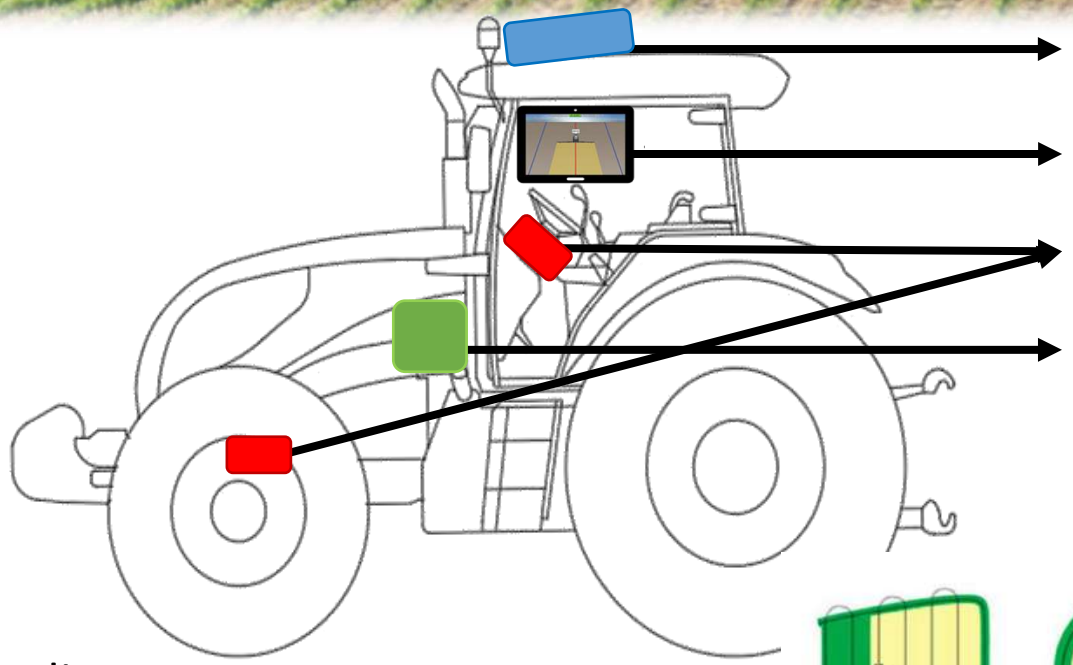
Controllo automatico degli attrezzi

I TEMPI DELLA PROVA (1)		
	VPA - Automatico	Manuale
Tempo di lavoro medio (s)	94,0	133,0
Tempo di manovra medio (s)	43,0	61,0
Tempo totale medio (s)	137,0	194,0
Variazione percentuale tempi di lavoro	–29,3	
Variazione percentuale tempi di manovra	–29,5	
Variazione percentuale tempi totali	–29,4	

(1) Sui filari di pari lunghezza.

Componenti fondamentali di un sistema di guida

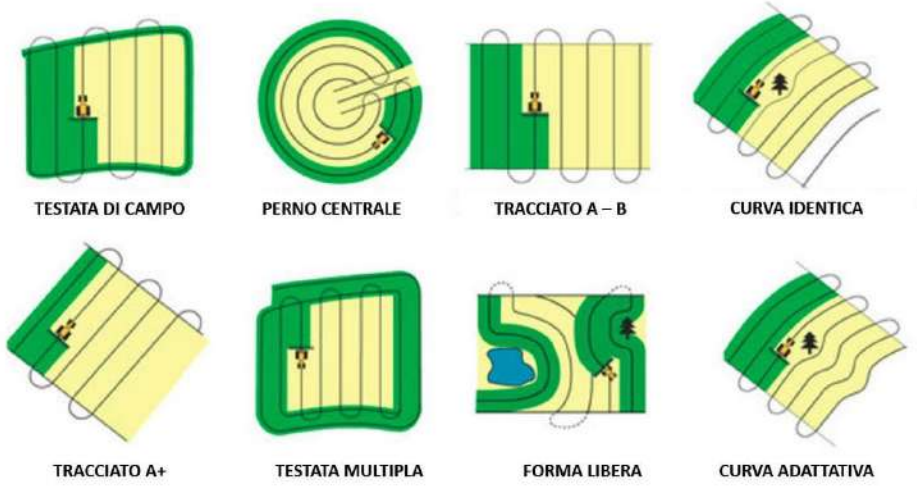
I sistemi di guida possono mantenere il parallelismo nella guida o gestire completamente lo sterzo (svolte e percorsi irregolari)



- Antenna GNSS
- Interfaccia Grafica
- Attuatori (opzionali)
- Unità di controllo elettronico

Due logiche di funzioanmento principali:

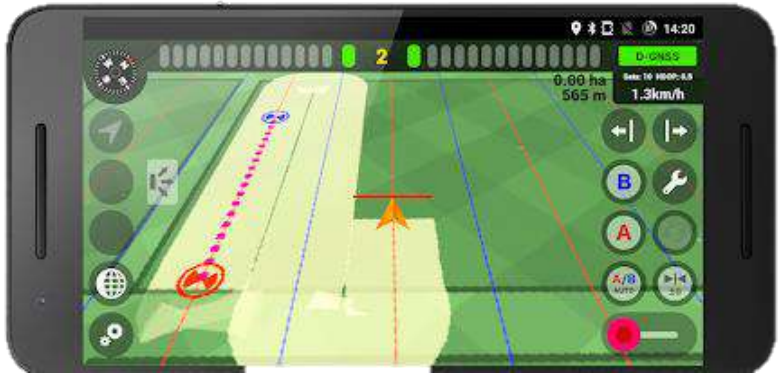
- Traiettoria A→B: l'operatore definisce un punto iniziale A ed uno finale B che vengono ripetuti automaticamente in maniera parallela in funzione della larghezza della macchina (trattore e/o operatrice)
- Traiettoria Curva: ad ogni nuova passata viene ripetuta la traiettoria curva precedente (ideale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



Tipologie di guida

Livello 1→ Guida Assistita

Lo sterzo viene movimentato dall'operatore in funzione delle indicazioni fornite da un segnalatore luminoso. Non ci sono attuatori che agiscono sullo sterzo e l'installazione è molto semplice. Richiede il costante intervento dell'operatore



Tipologie di guida

Livello 2→Guida Semi-Automatica

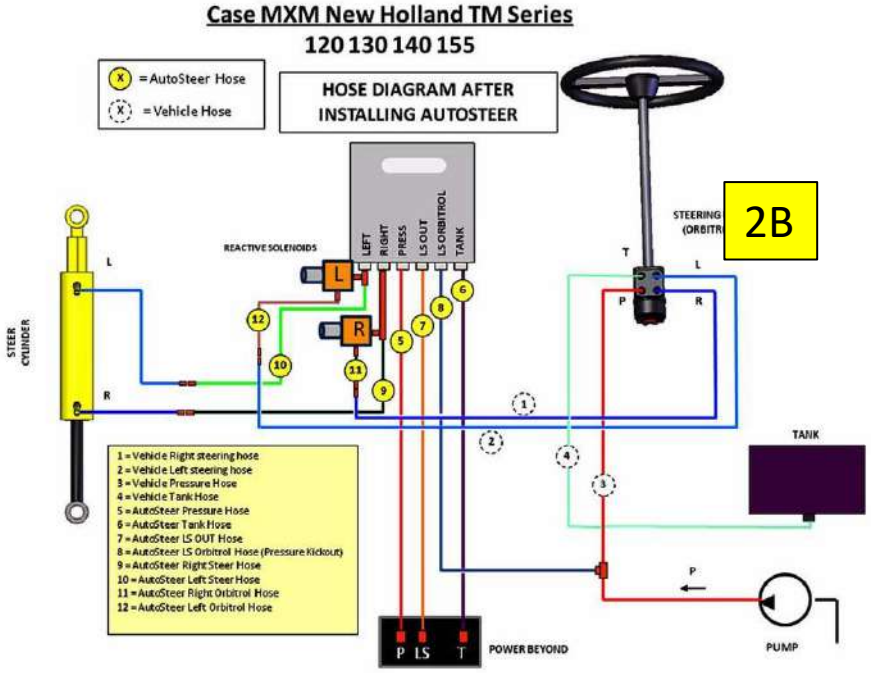
Un attuatore agisce automaticamente sullo sterzo ed interviene nella definizione della direzione di avanzamento.
L'attuatore puo essere:

2A- Motore elettrico passo-passo applicato suol piantone dello sterzo o alla corona del volante (di solito after market)

2B- Elettrovalvola proporzionale che agisce sul circuito idraulico dello sterzo. Possono essere presenti dei trasduttori di posizione sui semiasse di sterzo per garantire maggiore precision

2A

2B



2B

2A

2A

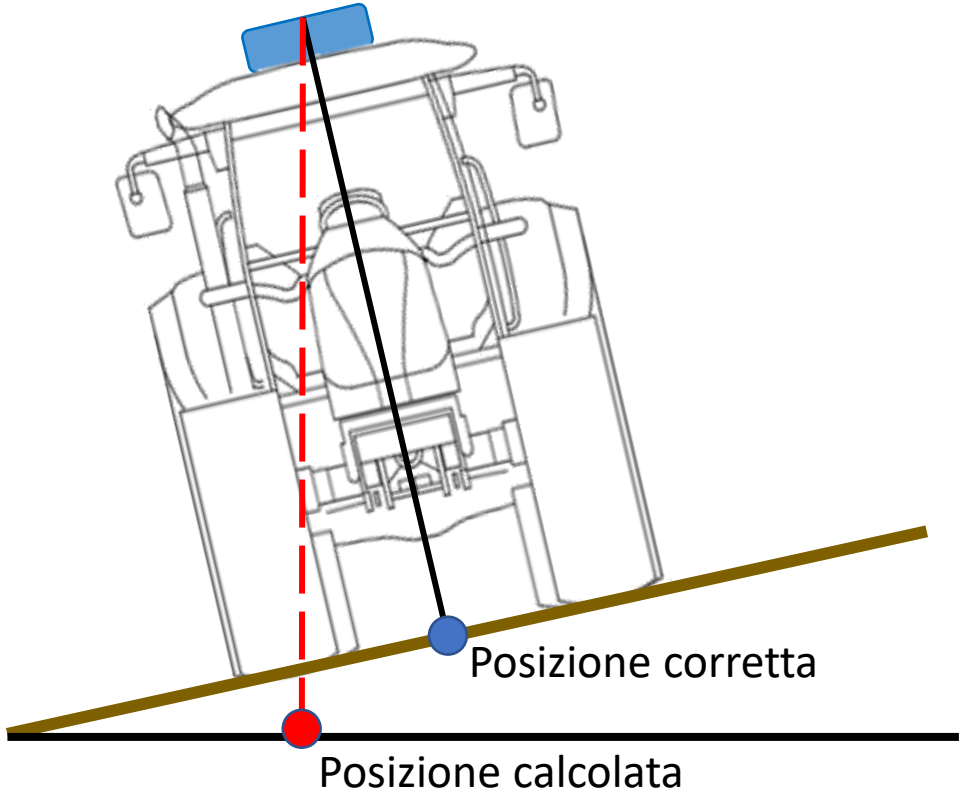
Altri sistemi di guida

In assenza di precisione GNSS sufficiente o in maniera complementare si possono usare sistemi di visione locale che comandano gli attuatori di sterzo o direttamente la macchina operatrice

- Tastatori meccanici
- Sensori ottici o lase scanner che guidano macchine operatrici
- Camere 3D che correggono la traiettoria
- Sonar, Radar e camere per l'identificazione di ostacoli

Correzione sistemi di guida

In un terreno con un'inclinazione del 10 % un trattore alto 2.5 metri con antenna posta sopra la cabina, incorre in un errore di posizionamento di circa 26 centimentri



Le antenne sono pertanto inegrate con inclinometri e giroscopi per compensare questo sfasamento

La copertura di macchine operatrici eventualmente utilizzate devono essere ugulmente corretta per corregge lo scivolamento

- Doppia antenna trattore/operatrice
- Dispositivi sterzanti sull'operatrice

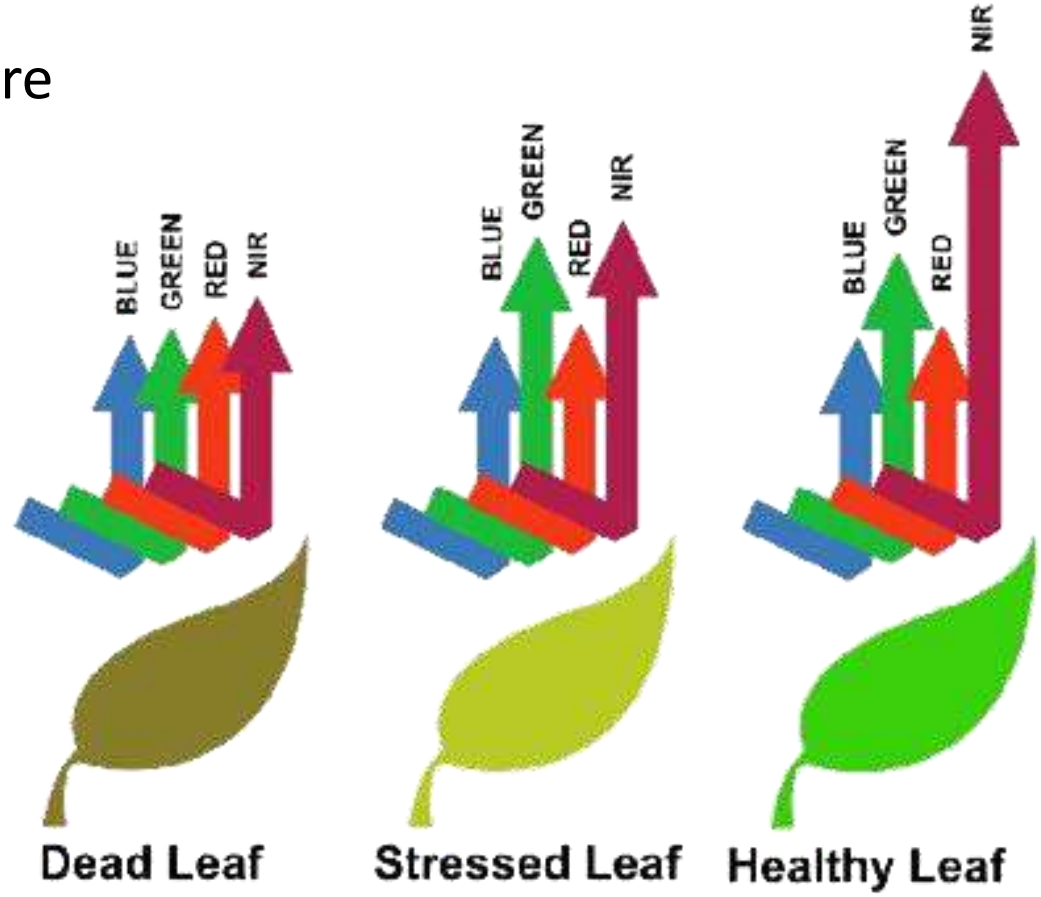
Tecnologie per la viticultura di precisione

- GNSS
- Sensoristica

Sensori disponibili per la viticoltura

Analizzando la risposta spettrale in termini di riflettanza, assorbanza o trasmittanza delle strutture vegetali (foglie, grappli/acini o apici) è possibile stabilire in contenuto delle molecole convolte nei processi di maturazione utilizzando sensori opportunamente calibrati:

- Sensori d'immagine o puntuali
- Sensori multispettrali o iperspettrali



Sensori disponibili per la viticoltura

Alcuni sensori possono resituire direttamente il contenuto di zuccheri ed antociani misurando la fluorescenza su specifiche lunghezze d'onda

Sensori spettrali normalmente utilizzati per la stima del vigore vegetativo (NDVI/NDRE) possono essere utilizzati per calibrare modelli di maturazione (tecnologica/fenolica)

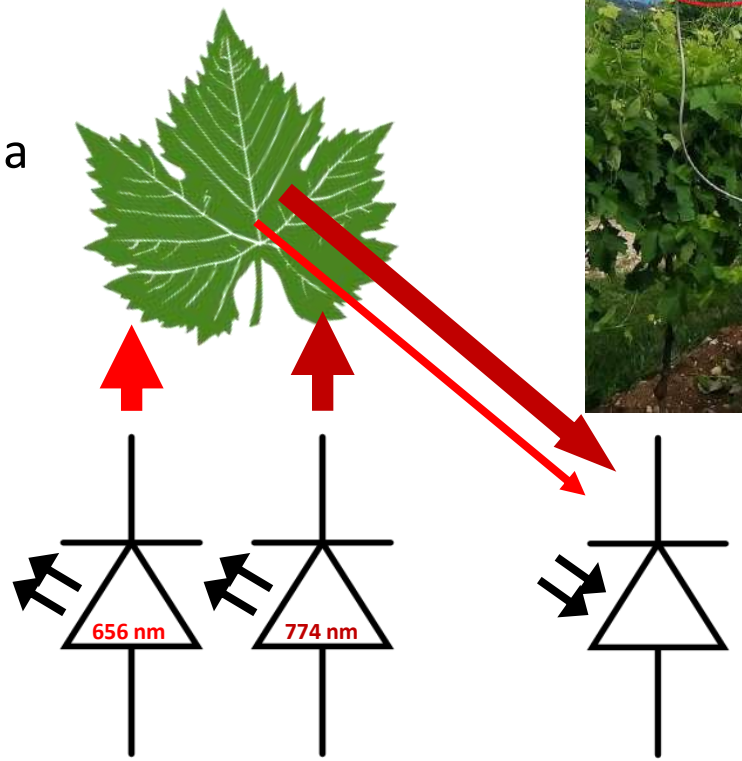
Sensori per il vigore

Es:
sensore GreenSeeker (GS) prodotto da Trimble

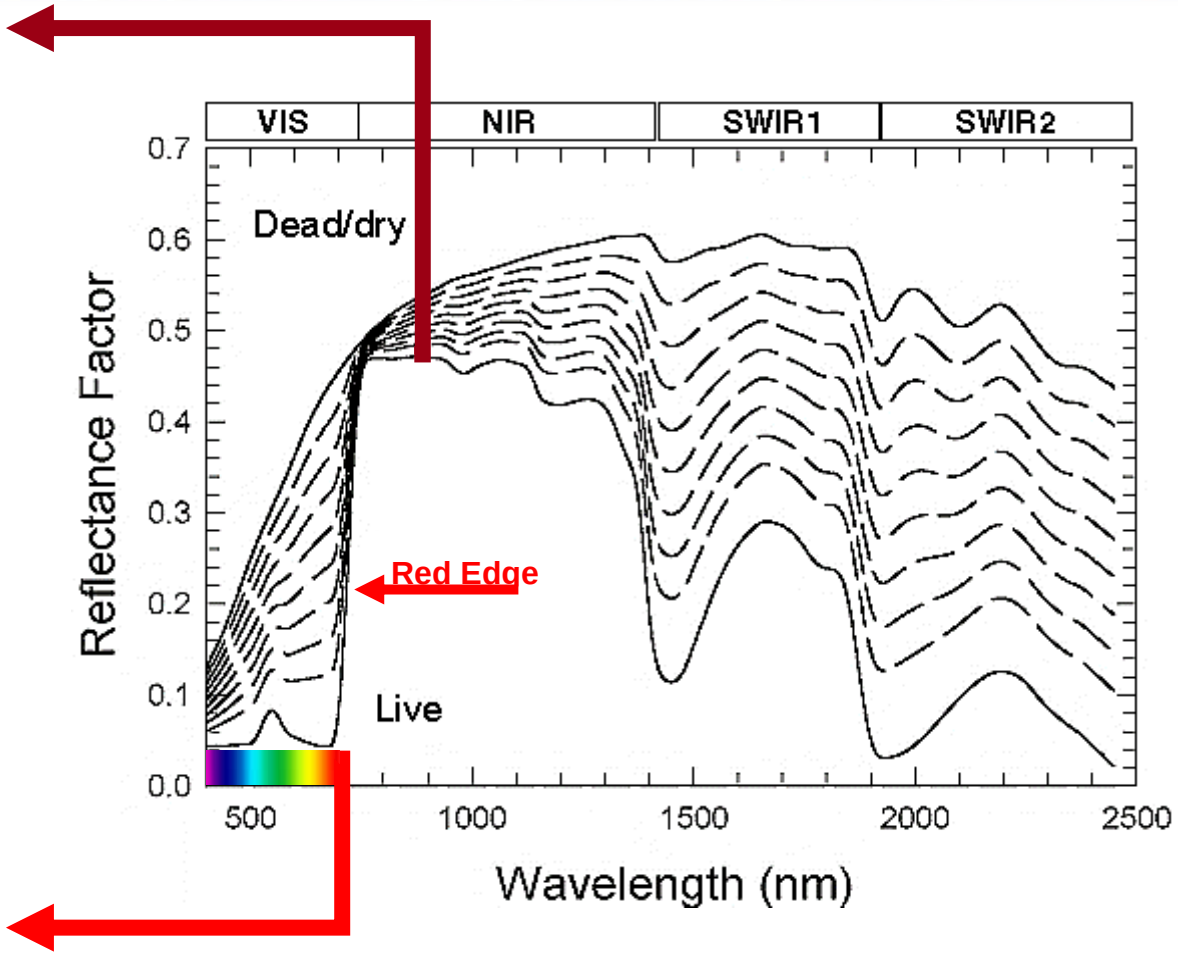
Si tratta di un sensore attivo dasato su una sorgete di radiazione selettiva (2 led)

La riflettanza della vegetazione viene misurata a 774nm e a 656nm

NDVI calculation



Firma spettrale della vegetazione

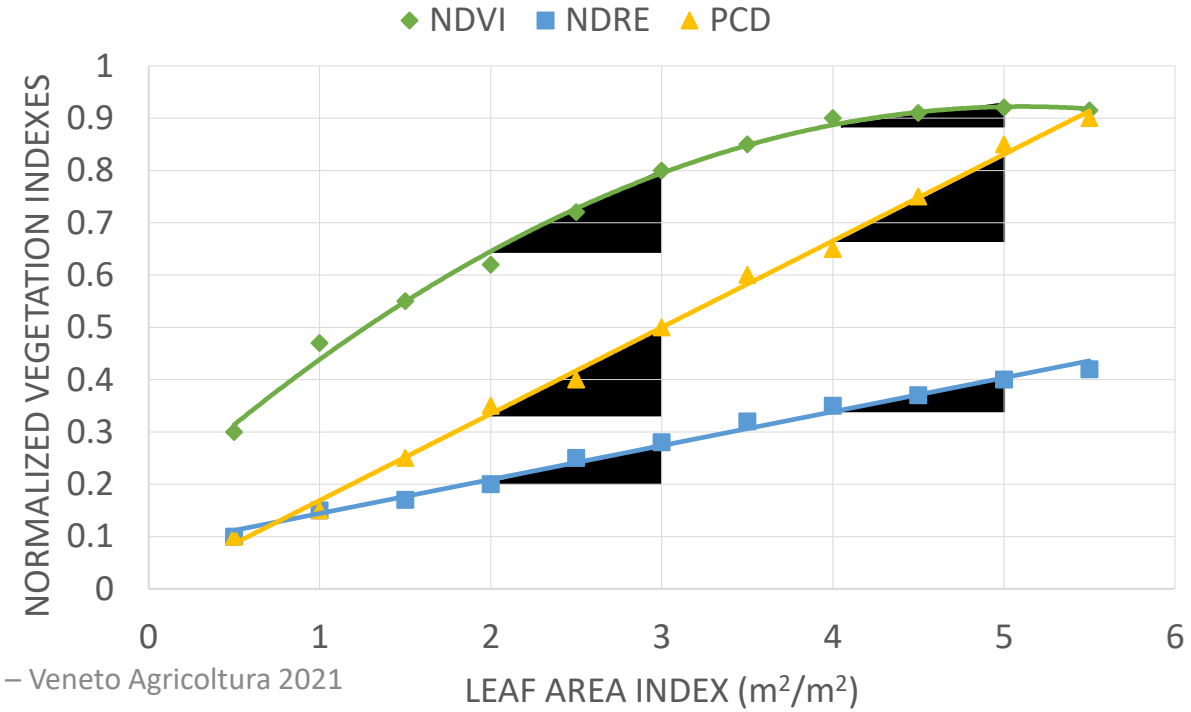


Valutazione del vigore attraverso indici di vegetazione

Tre indici di vegetazione utilizzati in viticoltura (per rilievo del vigore):

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

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



Indici di vegetazione

$$NDVI = \frac{NIr - Red}{NIr + Red}$$

Riferimento

$$\frac{Wide\ Dynamic\ Range}{Vegetation\ Index} = \frac{\alpha\ *\ NIr - Red}{\alpha\ *\ NIr + Red}$$

$$GNDVI = \frac{NIr - Green}{NIr + Green}$$

Riduzione saturazione

$$SAVI = \frac{NIr - Red}{NIr + Red + L} * (1 + L)$$

Riduzione effetto del suolo

$$\frac{TCARI}{OSAVI} = \frac{3(Red\ Edge - Red) - 0.2\ (RedEdge\ - Green) * \frac{RedEdge}{Red}}{(1 + 0.16)\ \frac{NIr\ - Red}{NIr + Red + 0.16}}$$

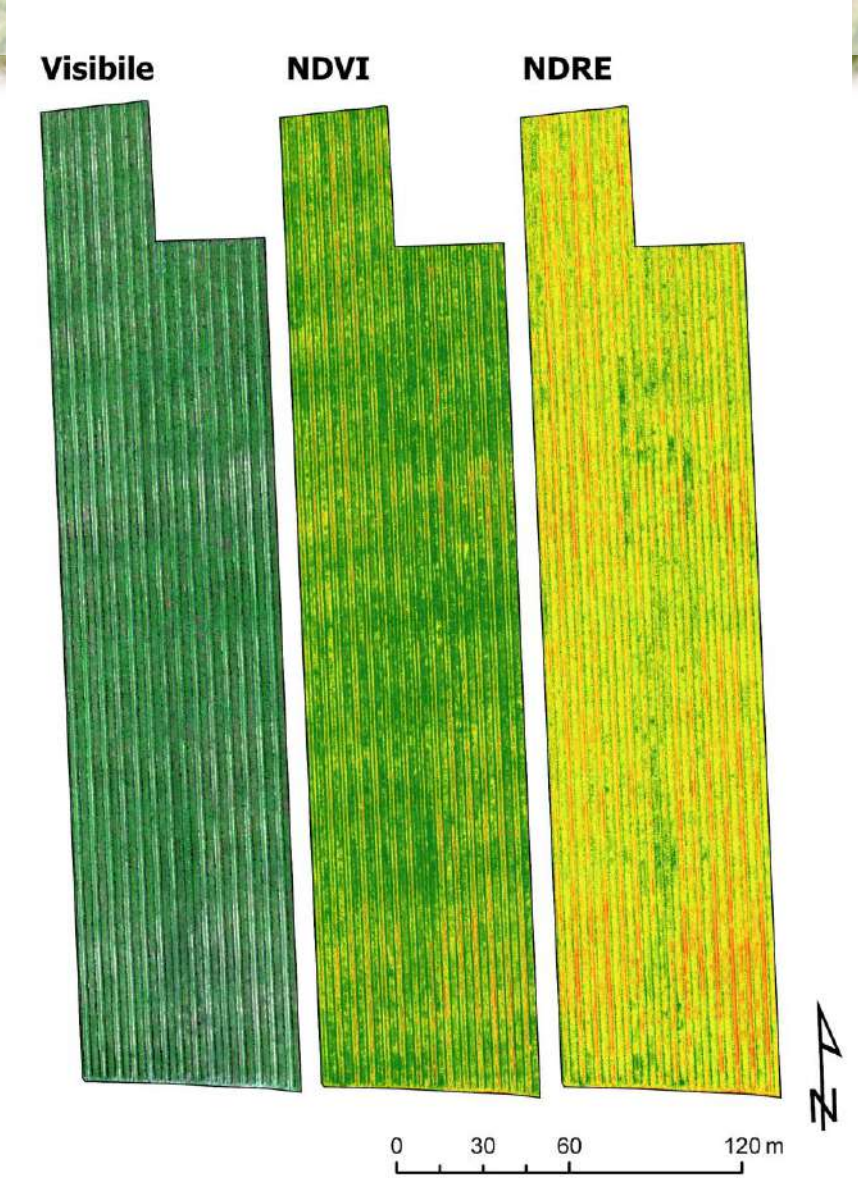
Clorofilla

$$NDMI = \frac{NIr - SwIr}{NIr + SwIr}$$

Moisture Index

$$NMDI = \frac{NIr - (SwIr1\ - SwIr2)}{NIr + (SwIr1\ - SwIr2)}$$

Drought Index

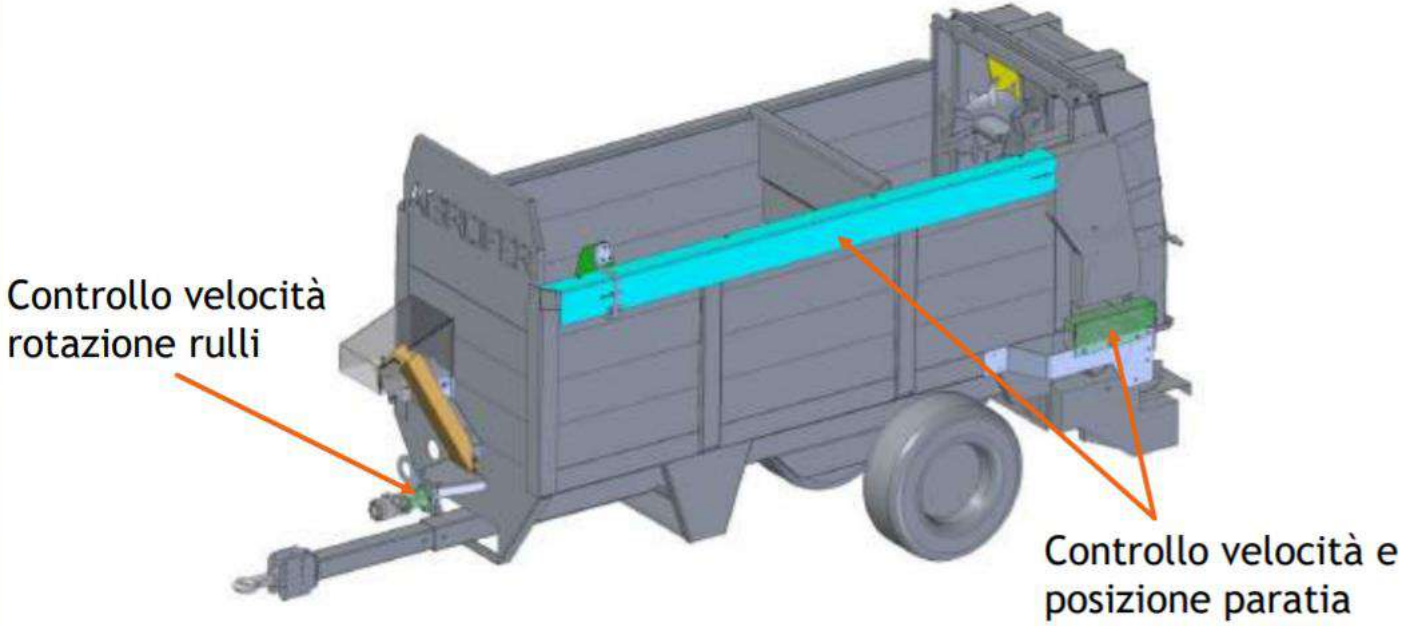


Premessa per l'applicazione della Concimazione VRT

Prouttore	VRT	ISOBUS	INTERRATORE	GESTIONE DX/SX	CELLE DI CARICO	FUNZIONAMENTO
A	si	si	si	no	si	A caduta
B	si	no	no	si	no	Centrifugo
C	si	si	no	no	si	A caduta
D	si	no	no	no	si	Centrifugo
E	no	no	si	no	no	Centrifugo
F	si	si	si	si	si	Centrifugo

tura

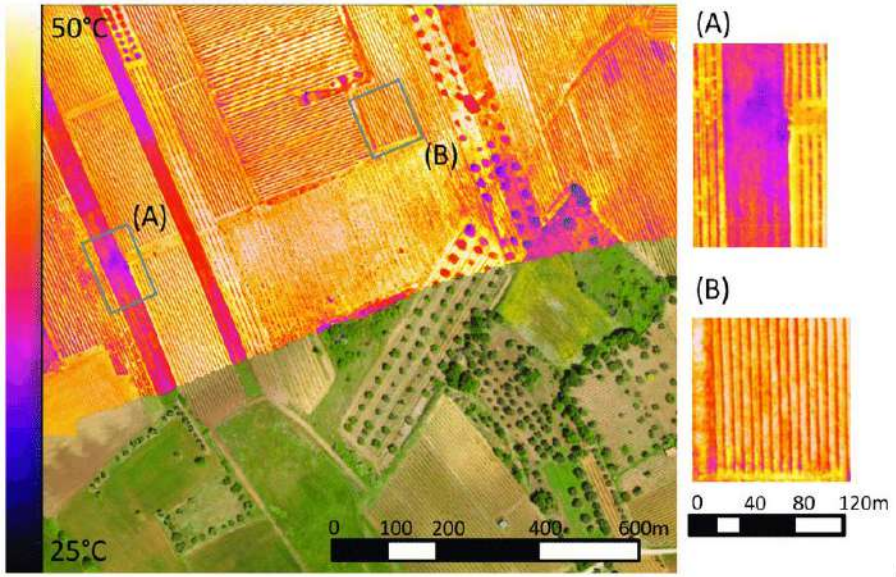
Concimazione Organica Variabile



Progetto LIFE VITISOM, Casella, TEAM, TerraDAT, Appleby Italiana

Sensori disponibili per la viticoltura: sensori spettrali termici

•DOI: 10.3390/rs10040641



Sensori per la vegetazione

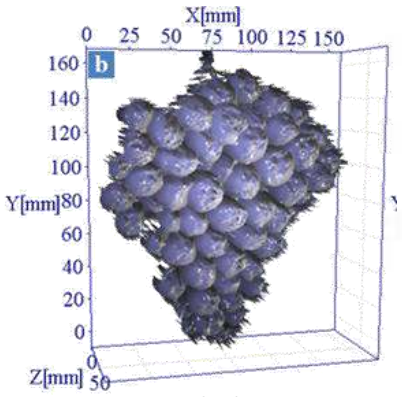
- Puntuali o di imaging
- Il dato termico può essere utilizzato per rilevare stress idrici (maggiore temperatura fogliare=minore evapotraspirazione) oppure calcolare CWSI (crop water stress index)

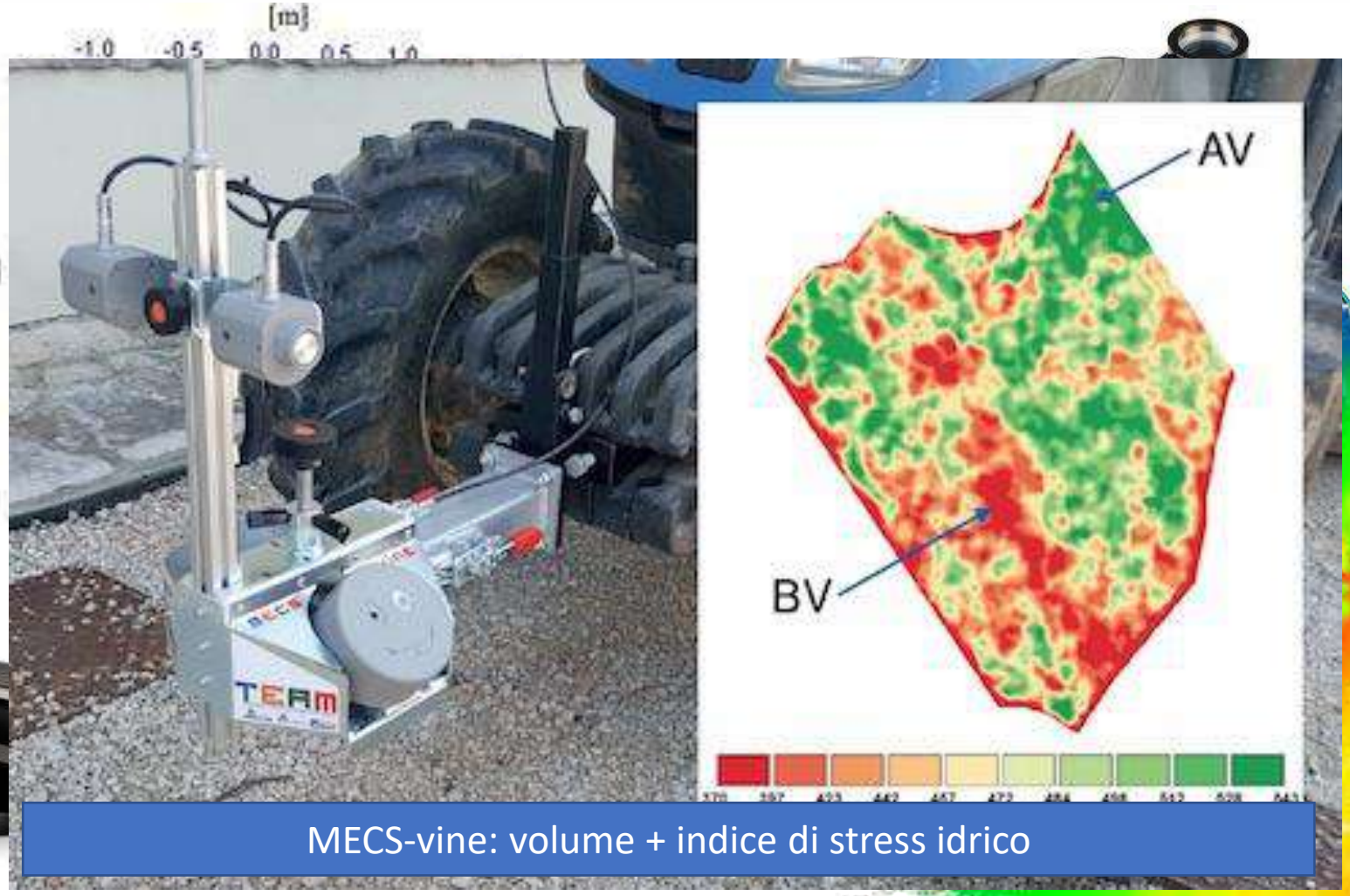
Legge di Stefan-Boltzmann

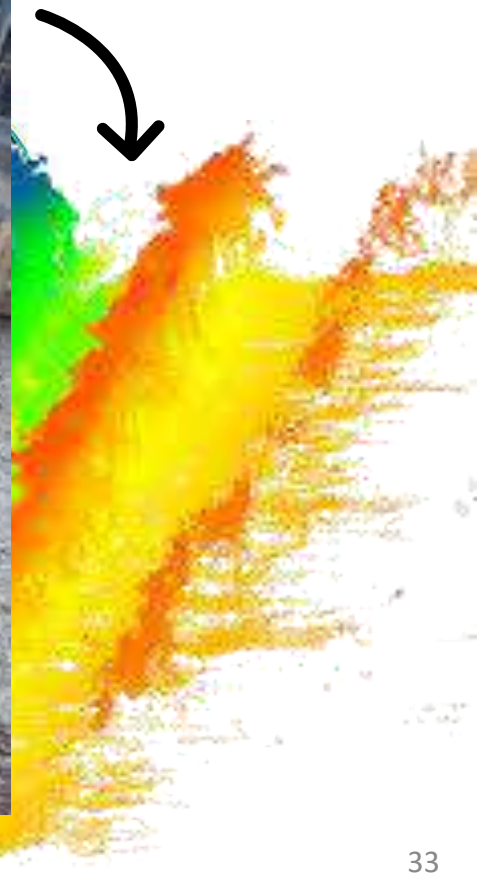
$$E = \sigma T^4$$

E=emittanza termica
σ=costante di Stefan-Boltzmann
T=temperatura assoluta

Sensori disponibili per la viticoltura: ricostruzione spaziale

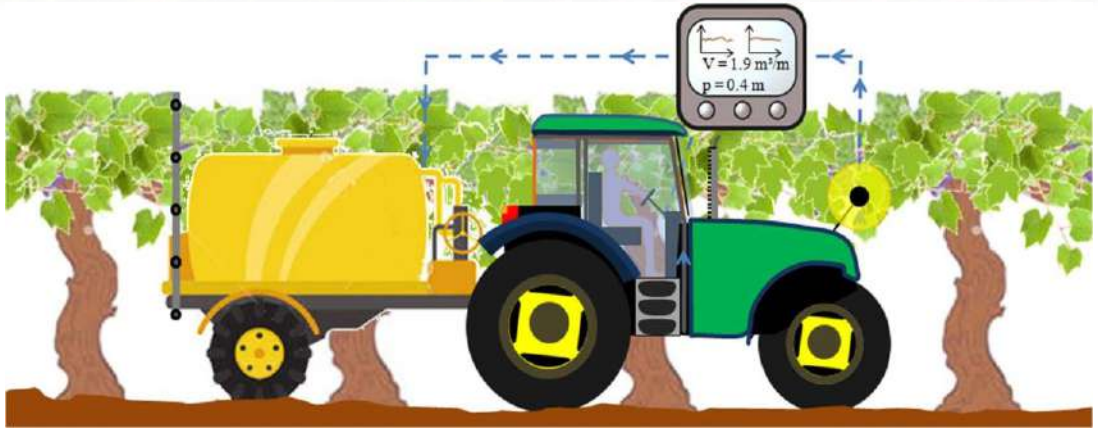


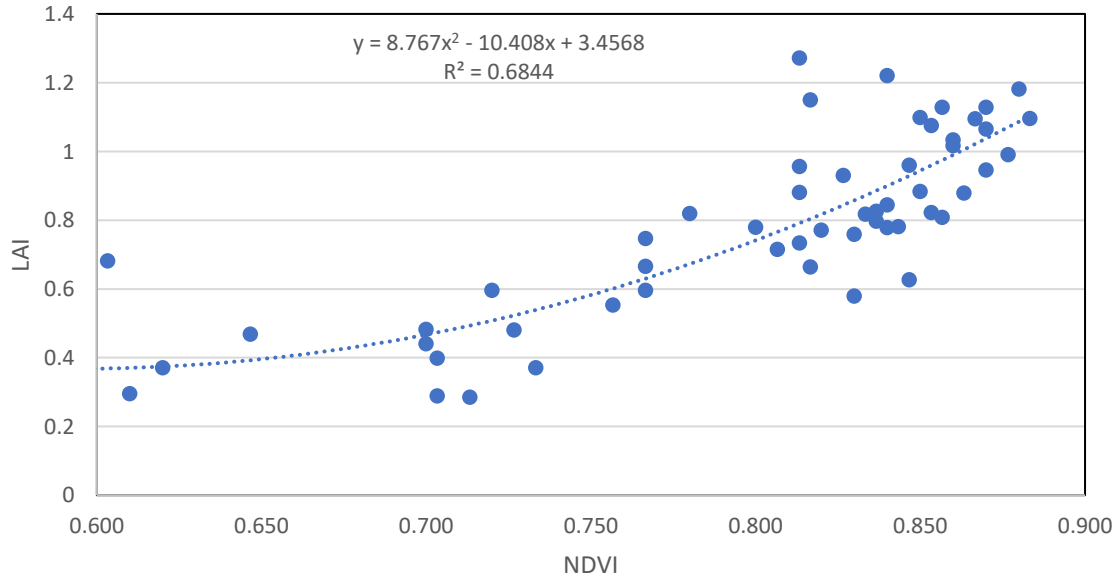


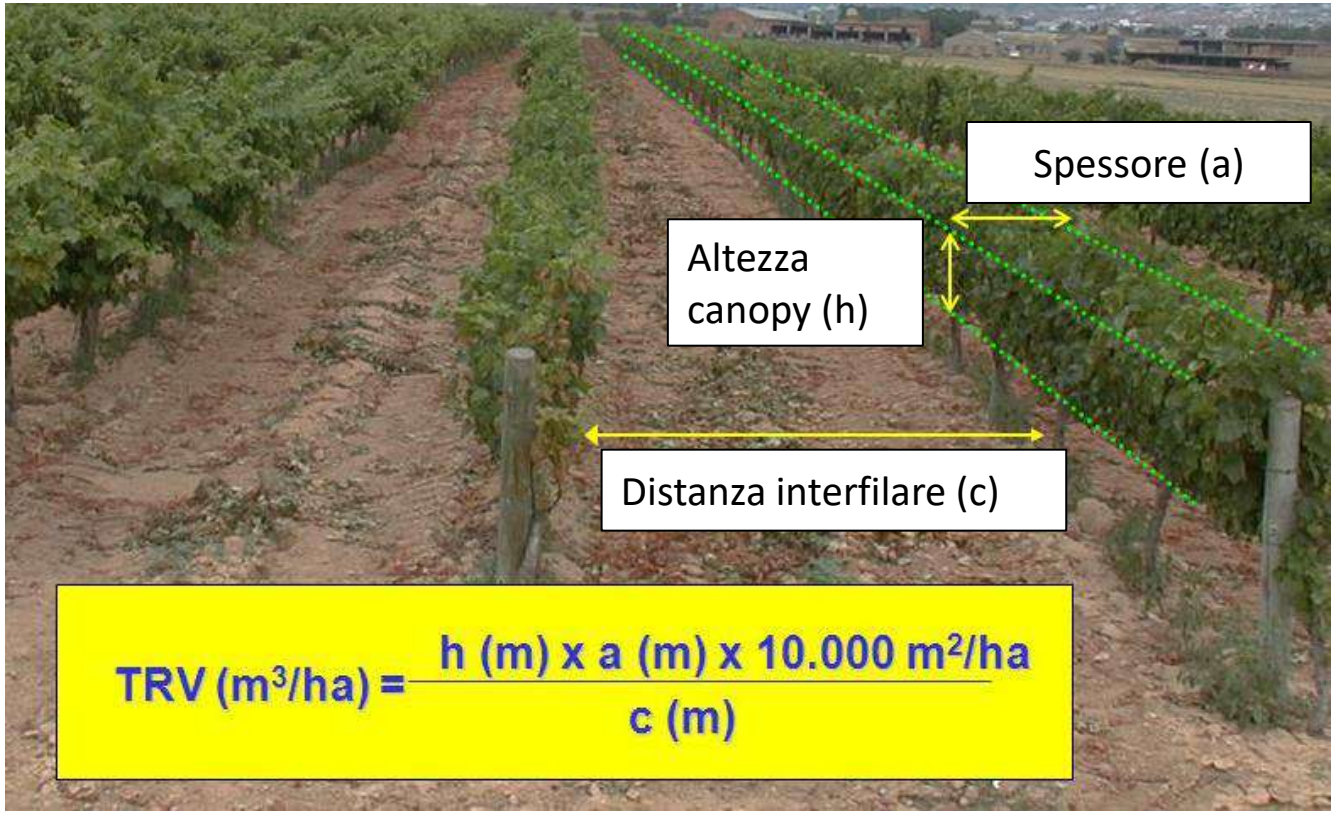


MECS-vine: volume + indice di stress idrico

Relazione tra i dati rilevati, LAI e TRV

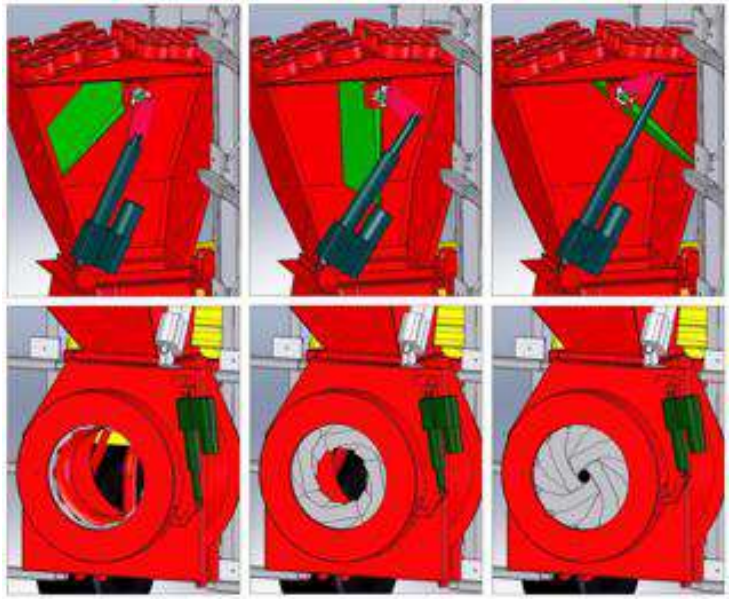


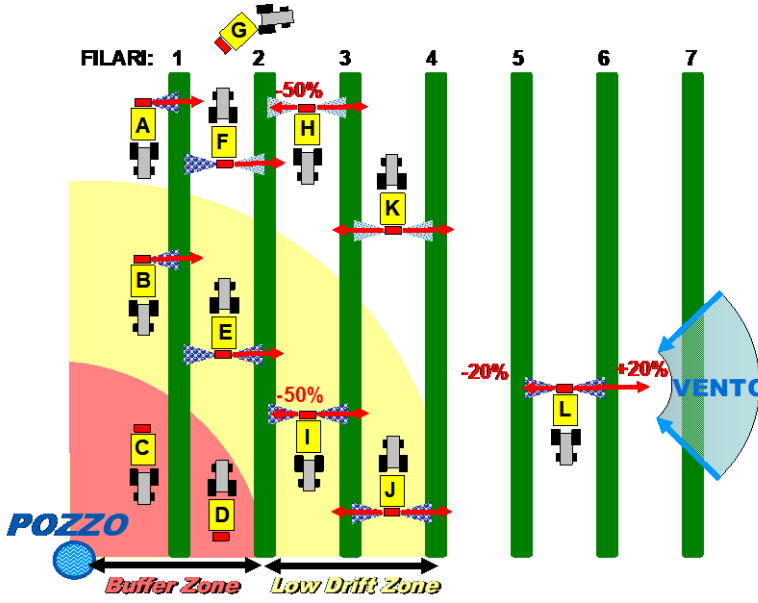




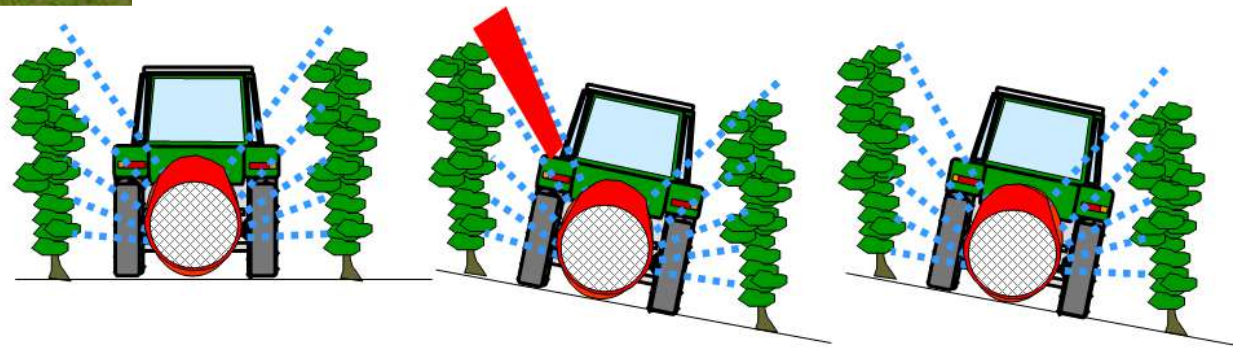
Irroratrici VRT

sensori ad ultrasuoni in grado di identificare la presenza, le dimensioni e l'intensità vegetativa del bersaglio da trattare





sistema che gestisce la portata del ventilatore e la ripartizione dell'aria sui due lati della macchina, e livello di polverizzazione delle gocce (attivando alternativamente gli ugelli convenzionali oppure quelli antideriva) in funzione delle condizioni di vento presenti al momento dell'esecuzione del trattamento.



Irroratrici 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.

CAFFINI

NOBILI

ADAPTIVE
Canopy Reading System

Interfaccia (HMI)
in cabina con display touch screen 7"

Interface in cabin (HMI) with touch screen 7" display

Informazioni relative ai parametri di lavoro impostati e allo stato del sistema

Information on working parameters and on system status

Informazione sulla velocità da mantenere per una corretta funzionalità

Speed information for a correct functioning

Menu utente

User menu

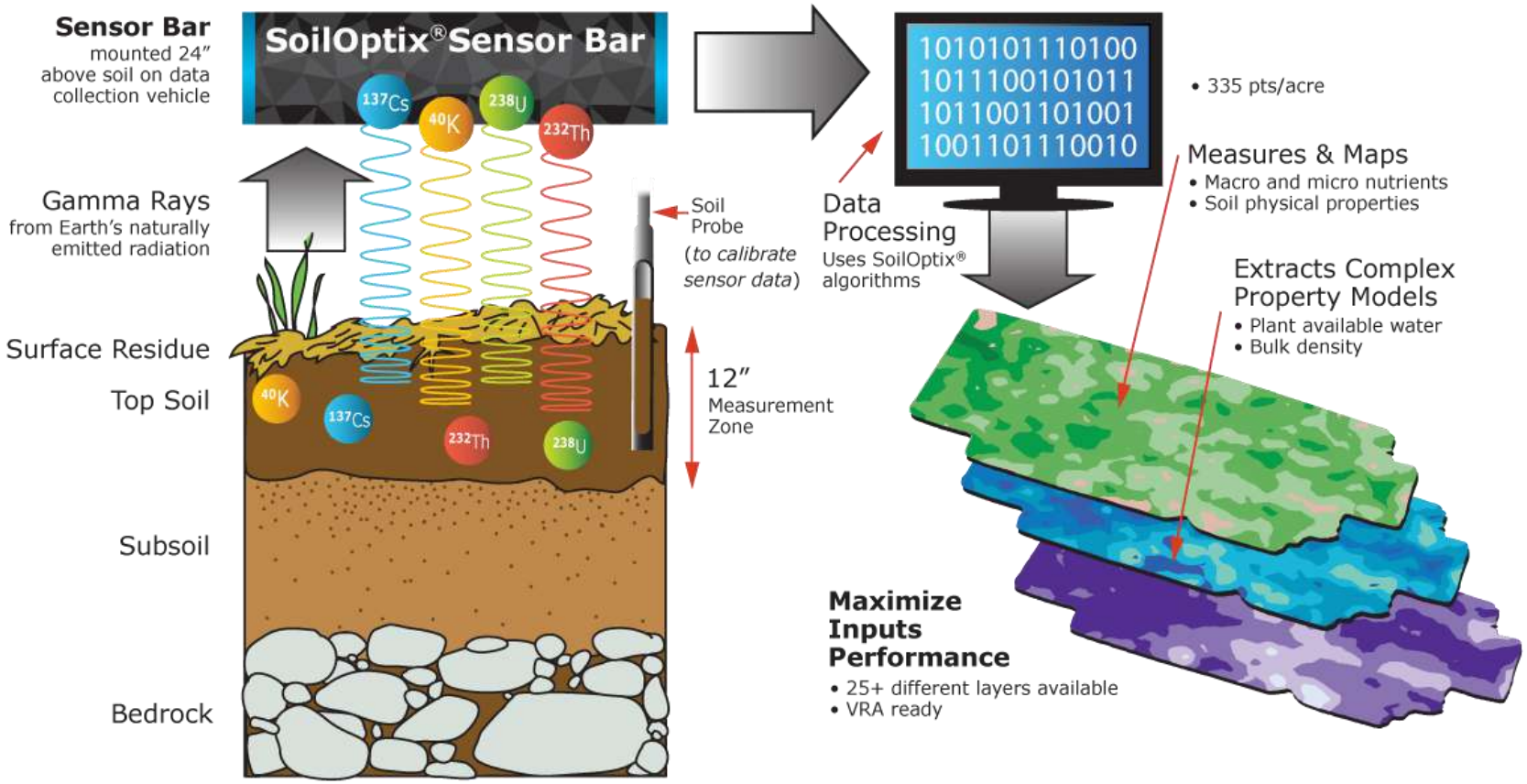
Gruppo di comando elettrico per la regolazione del circuito

Electric control unit for the circuit setting

Sensore laser di scansione

Scan laser sensor

Sensori per la variabilità del suolo: lettori raggi gamma



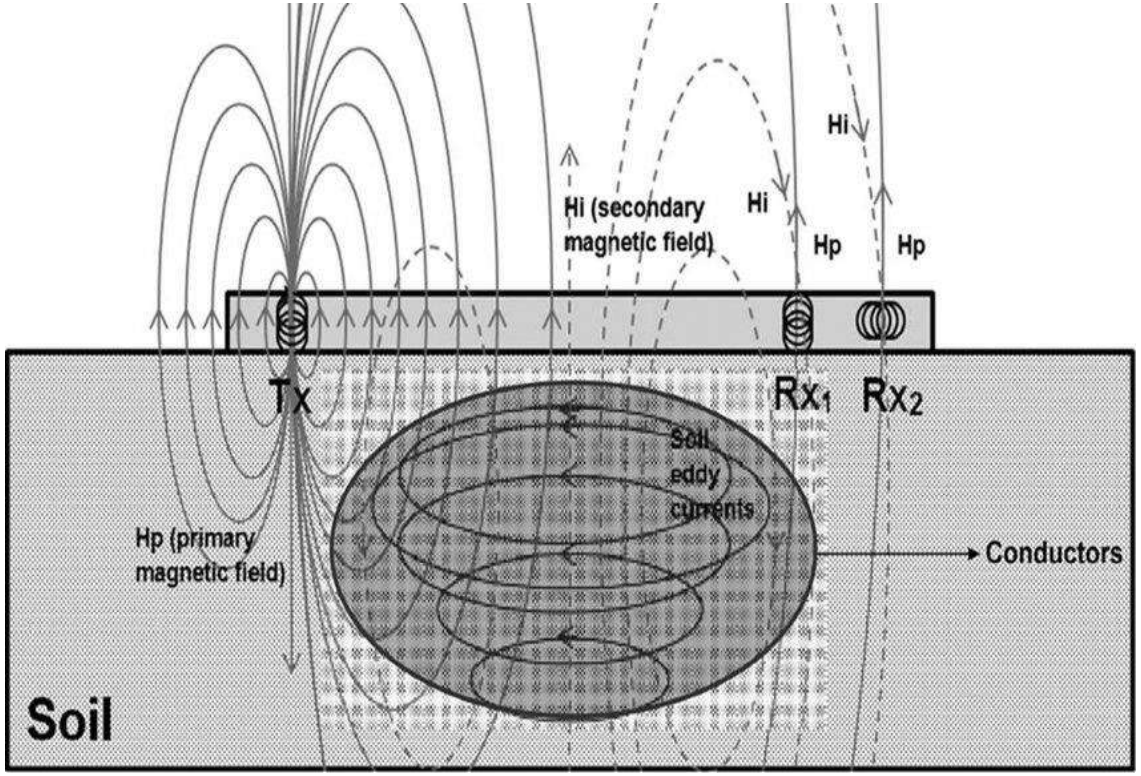
Argilla → maggiore concentrazione di isotopi radioattivi

↓

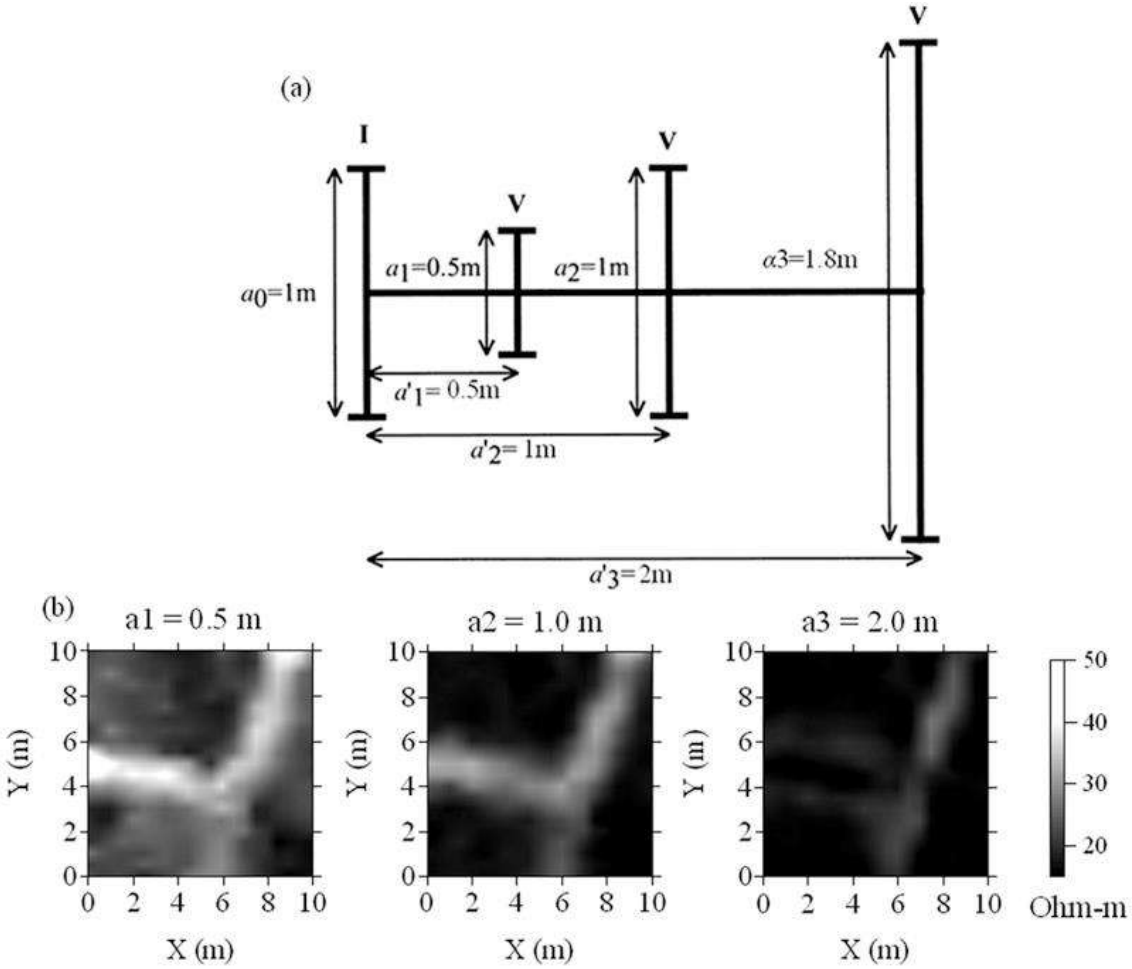
Lettura raggi gamma per identificare variabilità della tessitura

https://www.youtube.com/watch?v=npFVoBRAOs4

Sensori per la variabilità del suolo: Induzione elettromagnetica



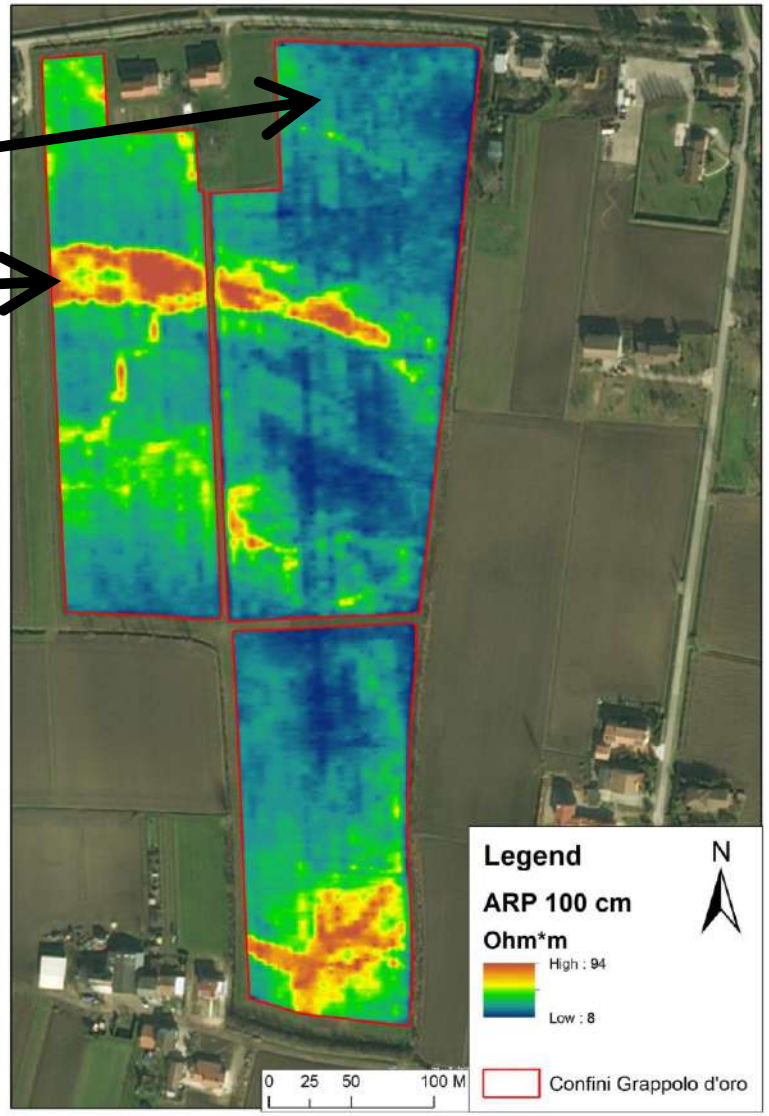
Sensori per la variabilità del suolo: Georesistivimetri



Utilizzo di georesistivimetri per la scelta del porta-innesto

	Porta innesto	Vigore	Affinità con VV	Resistenza Calcare Attivo %	Indice Potere Clorosante	Terreno						Resistenza Fillossera	Resistenza Nematodi MELOIDOGYNE
						Umido	Ciottoloso	Sabbioso	Argilloso	Acido	Salino		
Berlandieri x Riparia	Kober 5BB	2.5	4	20	40	2	-1	1	2	2	-1	3	2.5
	SO4	2.5	2	17	30	0	1.5	2	1	2	1	3	3
	420A	0	1.5	20	40	-2	2	0	2	0	-2	2	0
Berlandieri x Rupestris	1103 Paulsen	3	4	17	30	1	3	3	3	3	2	4	2
	110 Richter	3	1	17	30	-2	3	2	2	1	-1	4	2
	140 Ruggeri	4	0	40	90	-2	4	2	2	1	-1	4	2
Diversi	Fercal	2.5	0	40	120	2	2	0	1	-2	1	3	2
	M1	0	2	24	48	2	0	1	1	2	0	3	
	M2	3	2	21	43	1	2	2	2	0	1.5		
	M3	-1	1.5	17	30	1	1	1	1	1	-1		
	M4	2.5	1.5	17	30	0	3	2	2	0	3		

Tabella da Manuale di Viticoltura, Paliotti – Poni – Silvestroni



Sensori remoti: l'utilizzo di droni

Multicotteri

- Richiede poco spazio di atterraggio
- Può rimanere fisso su un punto

Ala fissa

- Vaste aree in poco tempo (peso limitato)
- Alta autonomia
- Poche vibrazioni sul sensore
- Richiede spazio di atterraggio

Droni, ecco il nuovo regolamento europeo

Categorie e requisiti per chi vuole volare

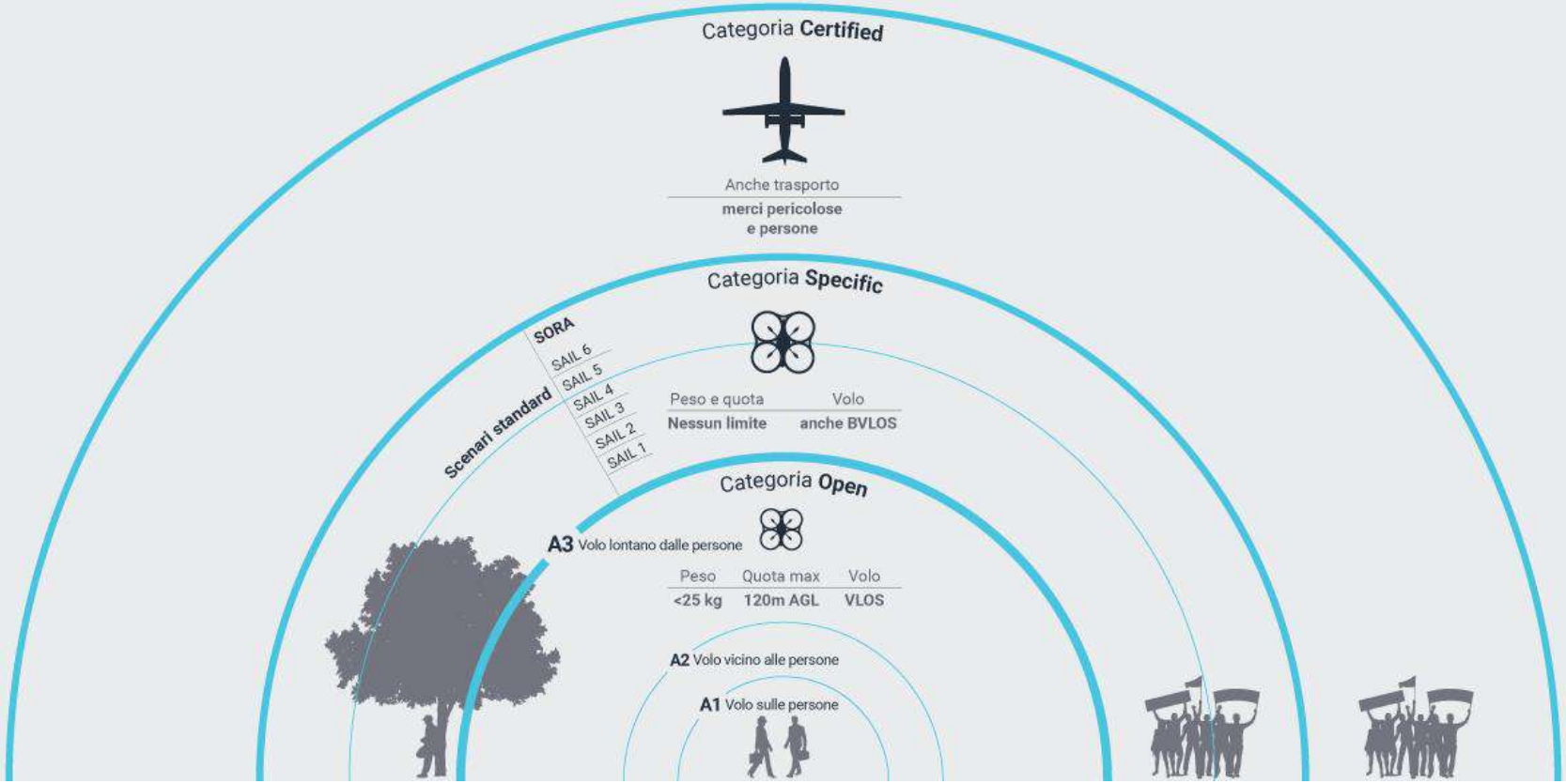
Con il nuovo regolamento viene introdotto il principio della proporzionalità relativo al livello di rischio: per ogni operazione, all'aumentare del rischio aumentano i requisiti richiesti per chi vuole volare.

Si parte dalla **categoria Open**, quella con il **livello di rischio più basso**, suddivisa in tre sottocategorie di volo: A1 sopra le persone, A2 vicino alle persone e A3 lontano dalle persone.

Si passa poi alla **categoria Specific**, nella quale si può volare senza limiti di massa e di quota, anche in BVLOS.

Infine, la **categoria Certified**, dove rientrano le operazioni con il più alto livello di rischio, incluse ad esempio il trasporto di persone e merci pericolose.

Fonte: Bozze Norme Attuative Regolamento Basico EASA
Design: Deep Blue | www.dblue.it



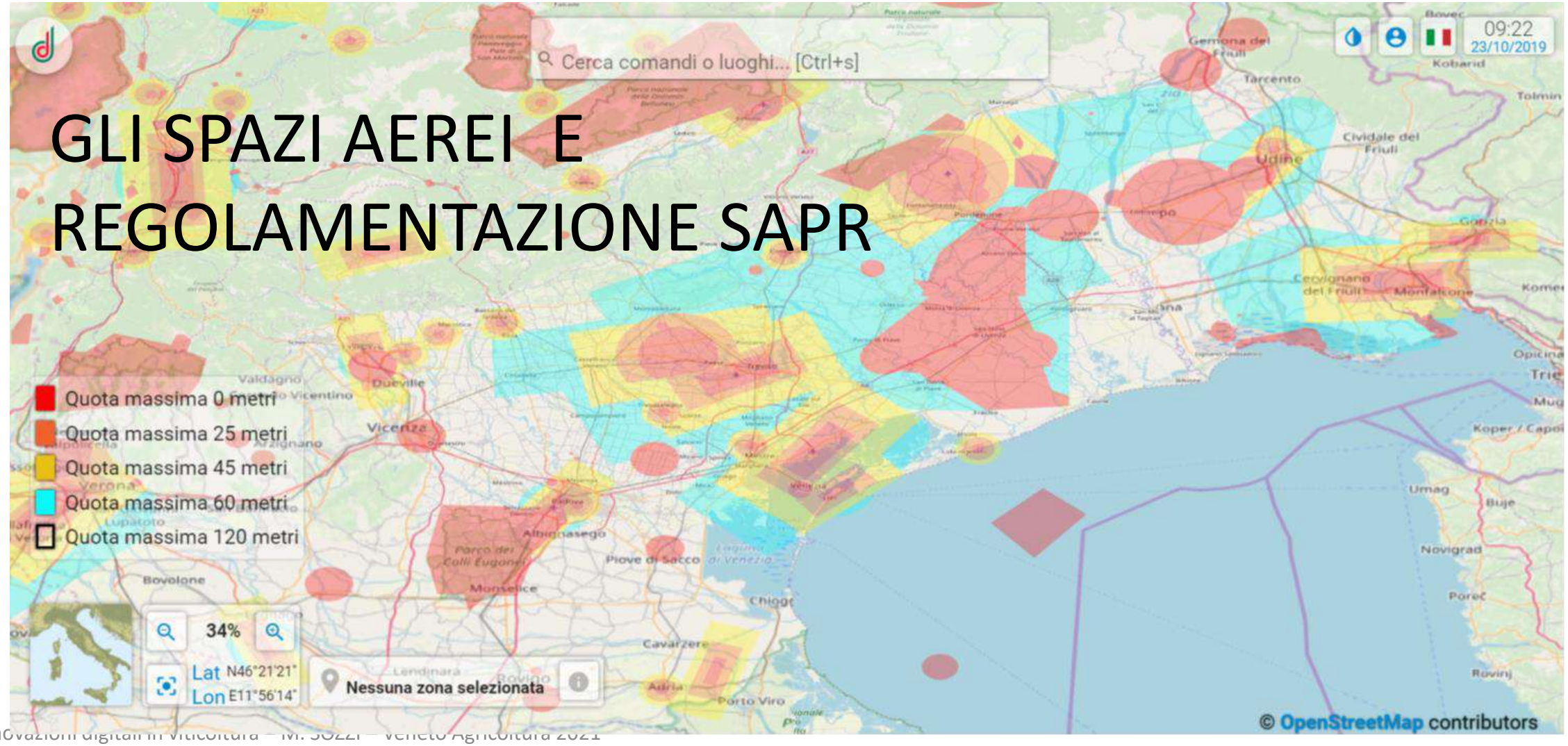
Nuova normativa per l'utilizzo dei droni

Per operazioni a basso rischio è richiesto un test online

UAS operator registration number

FIN87astrdge12k

Sensori remoti: l'utilizzo di droni



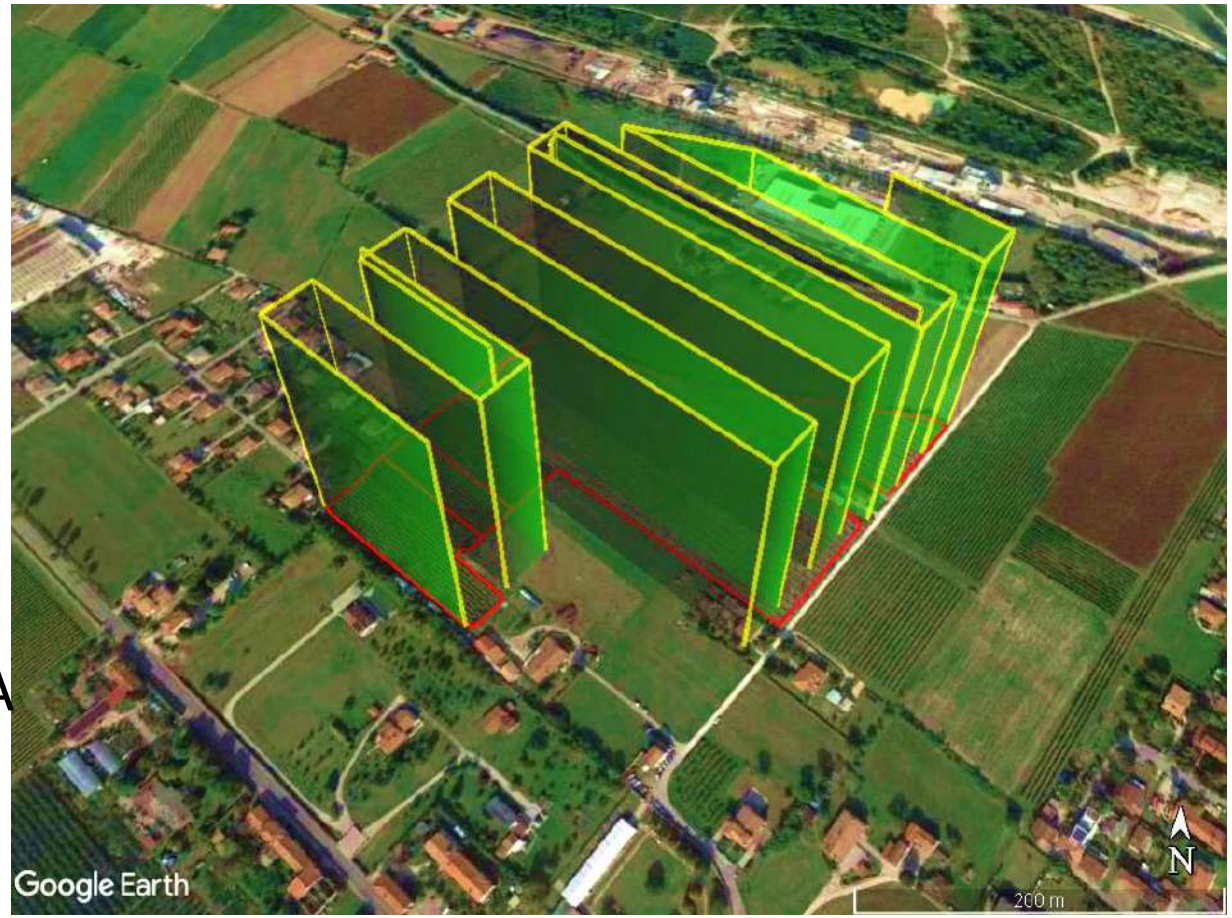
Come volare con i droni

1. **Autorizzazione (se area critica)**
2. **Pianificazione di volo**
   Duarata batterie, sovrapposizione tra immagini, quantità di prodotto da distribuire
3. **Predisposizione postazione**
4. **Avvio operazioni di volo e chiamat all'aria**
5. **Rilievo**
6. **Atterraggio**

Esempio:

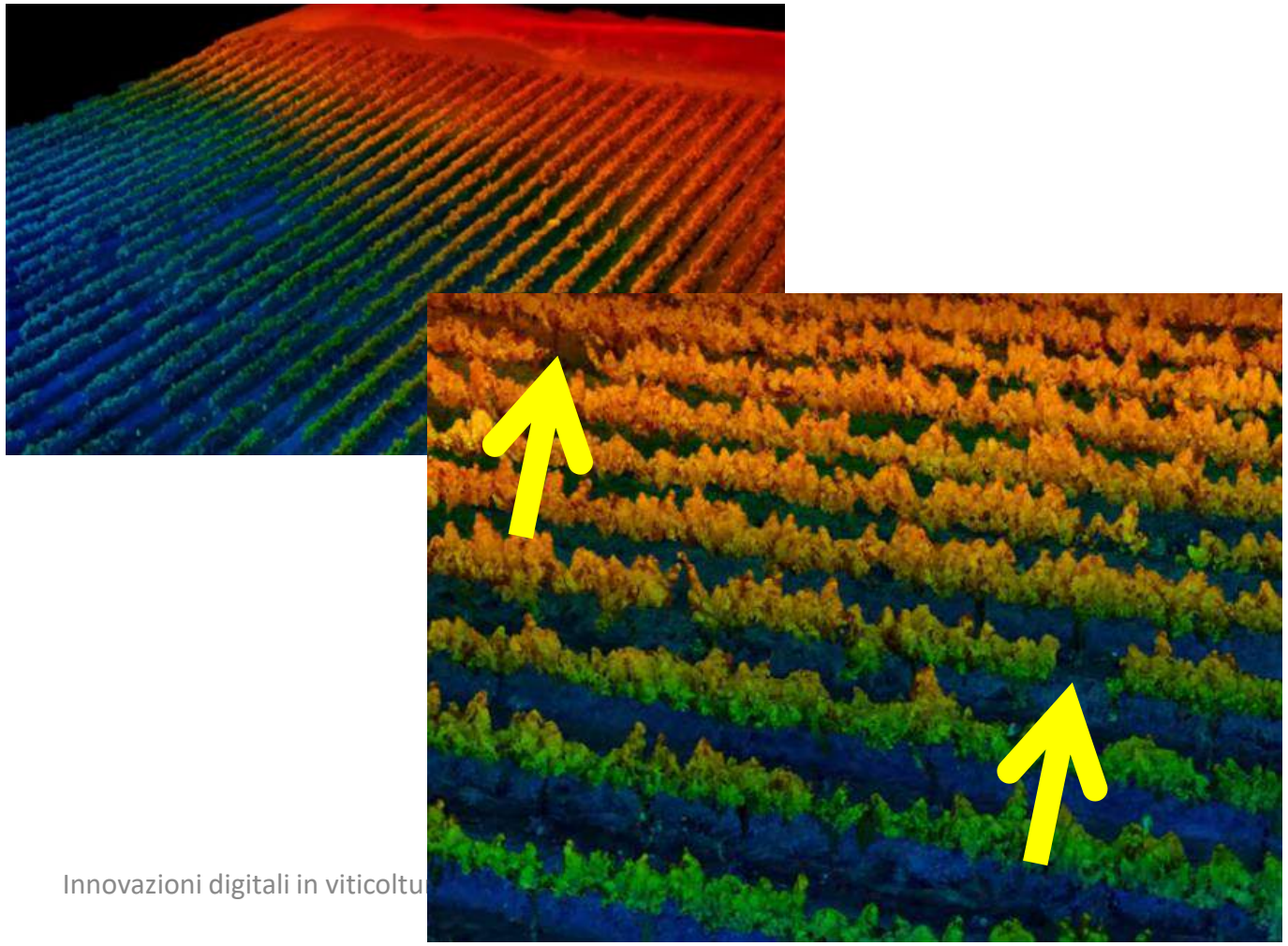
Volo effettuato con camera multispettrale MAIA World View

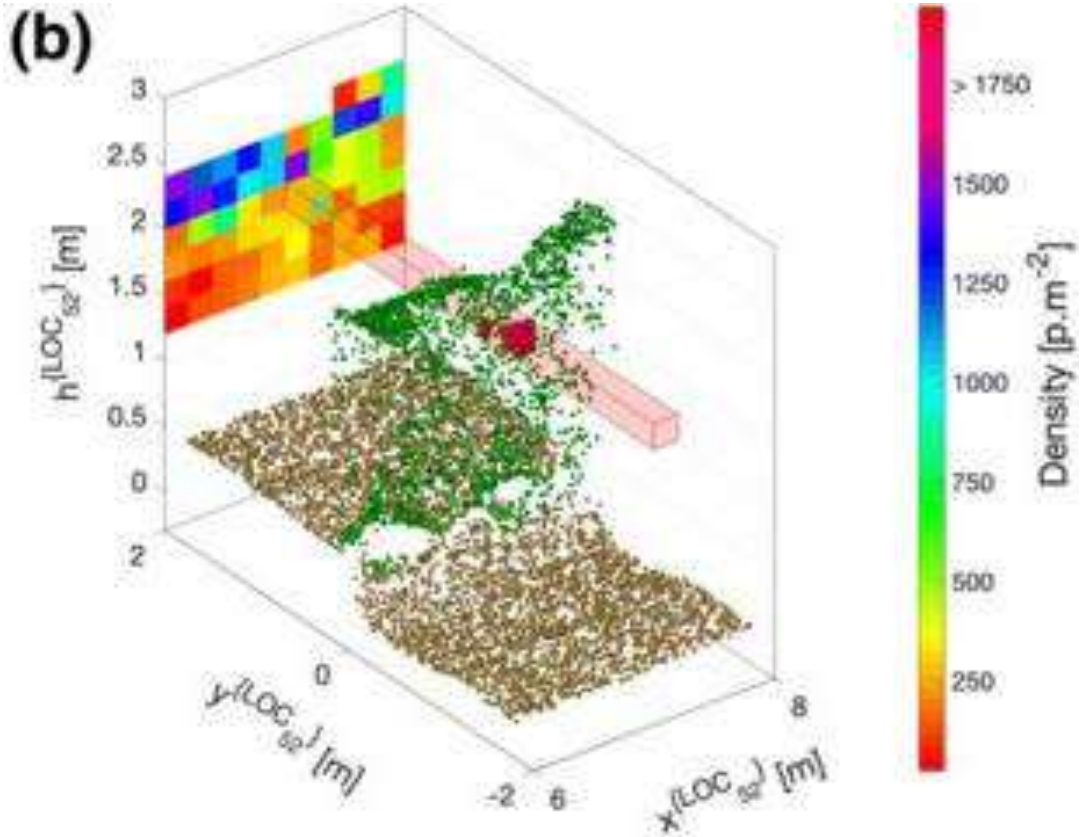
- Quota di volo 113 m AGL
- Velocità 7 m/s
- 3 Voli (uno per ogni varietà) con rotta pianificata



Sensori disponibili per la viticoltura: l'utilizzo di droni

Le analisi tridimensionali permettono la stima dei volumi di biomasse, per il calcolo del vigore (LAI), il riconoscimento di fallanze o la stima della numerosità.





https://doi.org/10.1007/s11119-019-09699-x

Classificazione di pixel tramite ML o DL

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

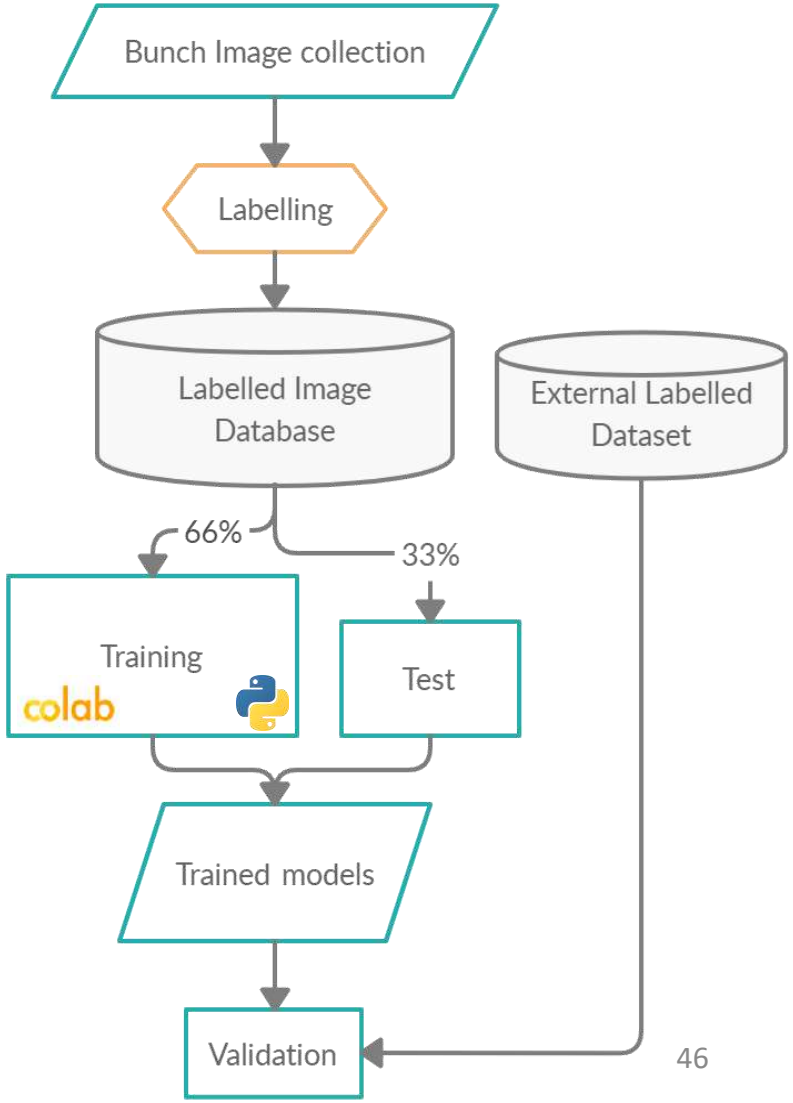
I dati vengono analizzati e combinati per mezzo di capcità di calcolo fornita da un computer per ottenere risultati di esclusiva pertinenza dell'intelligenza umana

MACHINE LEARNING

Algoritmi e metodologie statistiche permettono ad un elaboratore di apprendere ed identificare da/e pattern di dati (SVM, Kmean, Random Forest e ANN)

DEEP LEARNING

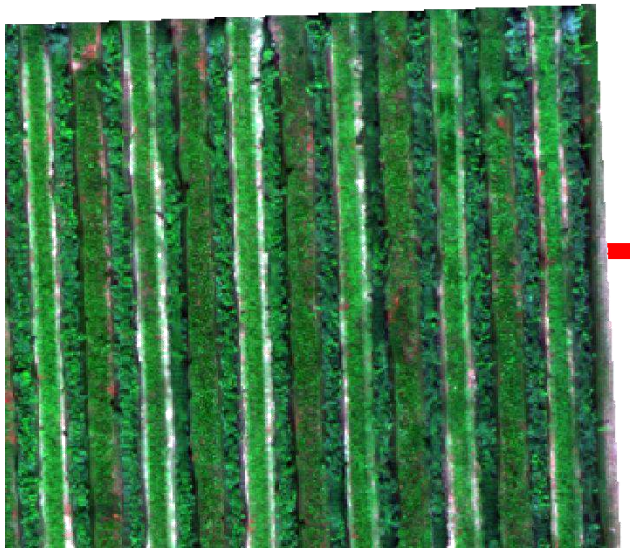
Diverse ANN vengono utilizzate e combinate consentendo l'apprendimento profondo (DNN, CNN, RNN)



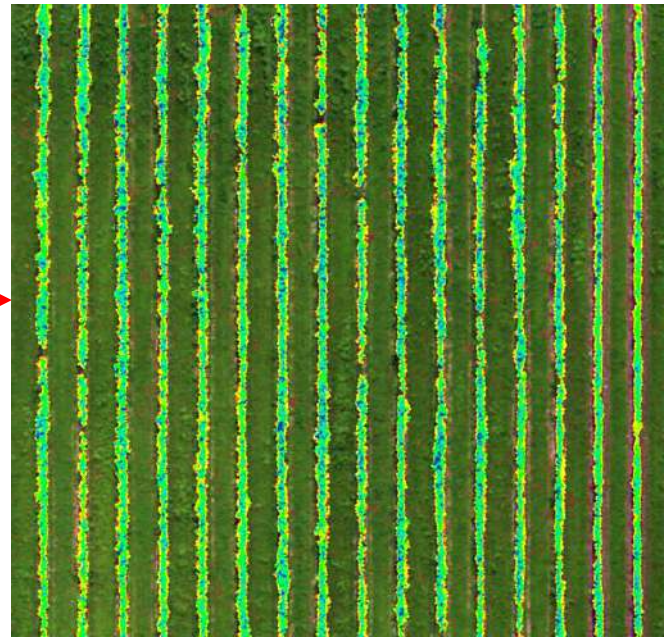
Classificazione di pixel tramite ML

Eliminazione dell'interfila

Correzione radiometrica con SW del costruttore della camera → Fotogrammetria e georeferenziazione del dato → Estrazione pure-vine pixel attraverso classificazione supervisionata (support vector machine) → Calcolo Indici di Vegetazione)

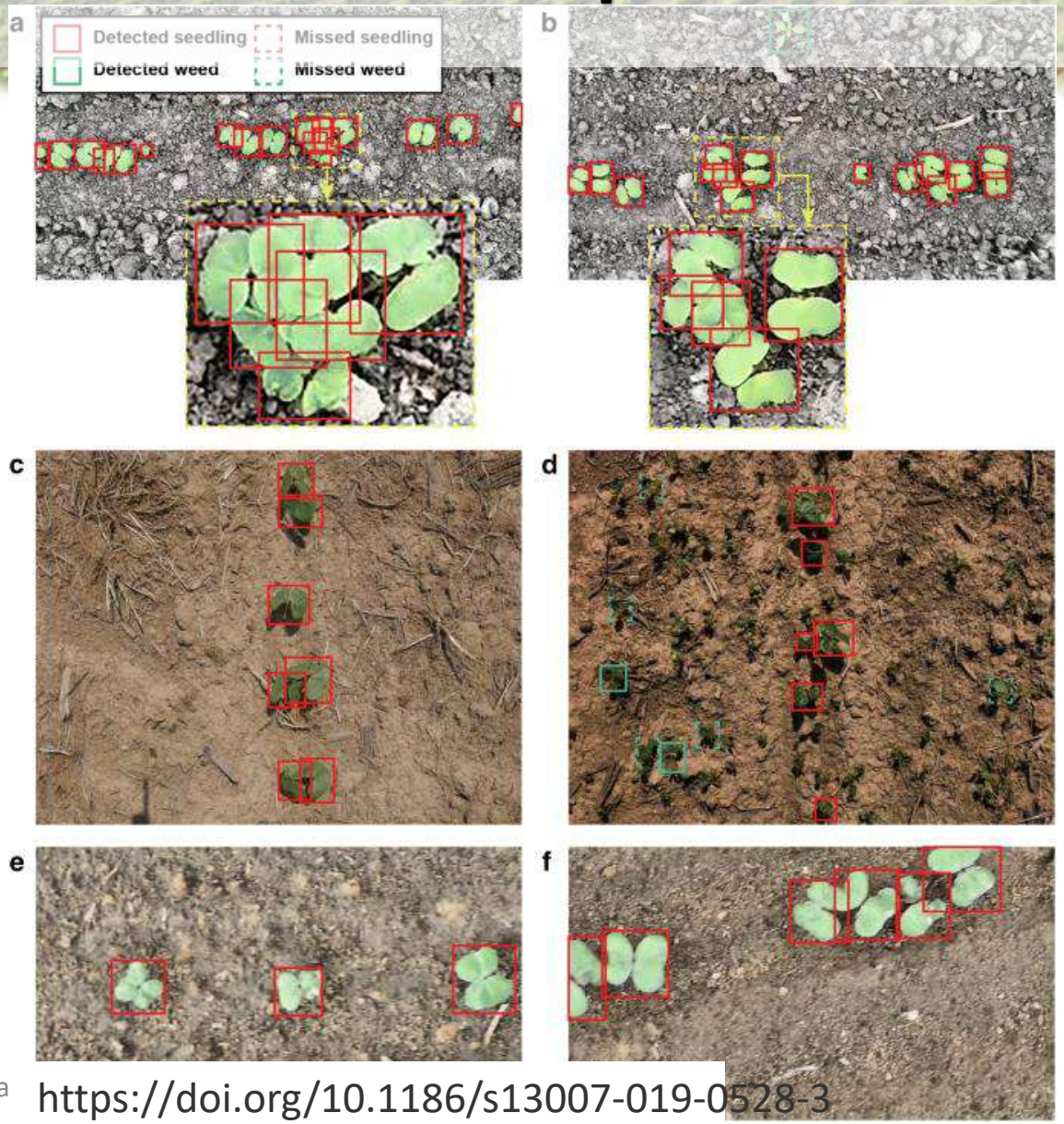


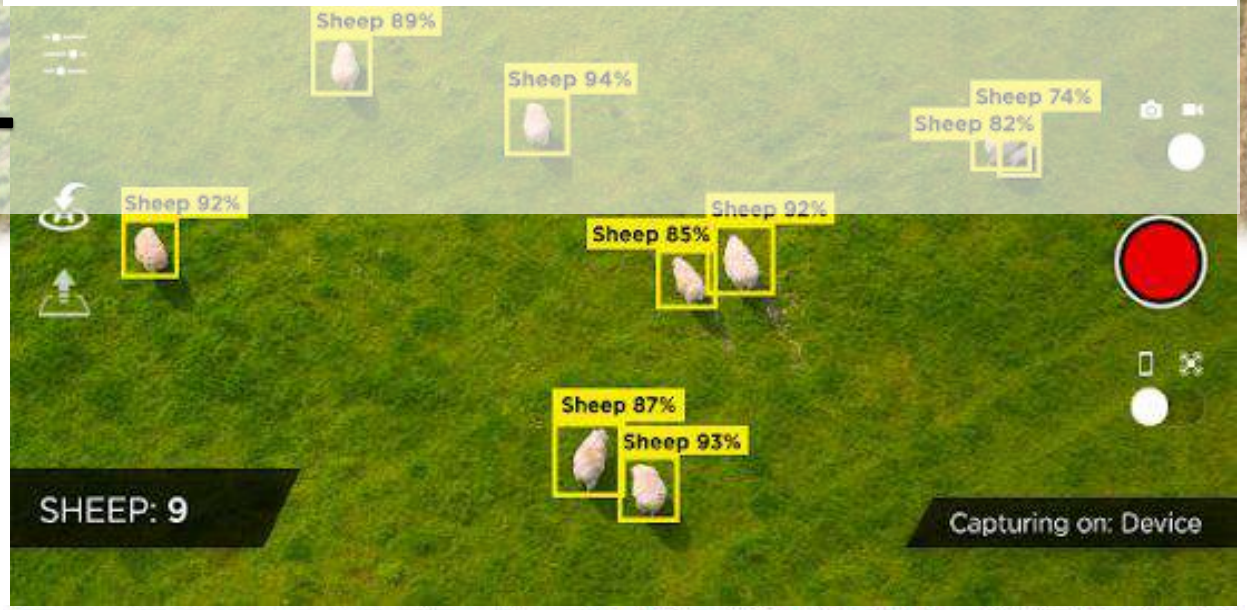
SVM Classification Algorithm →

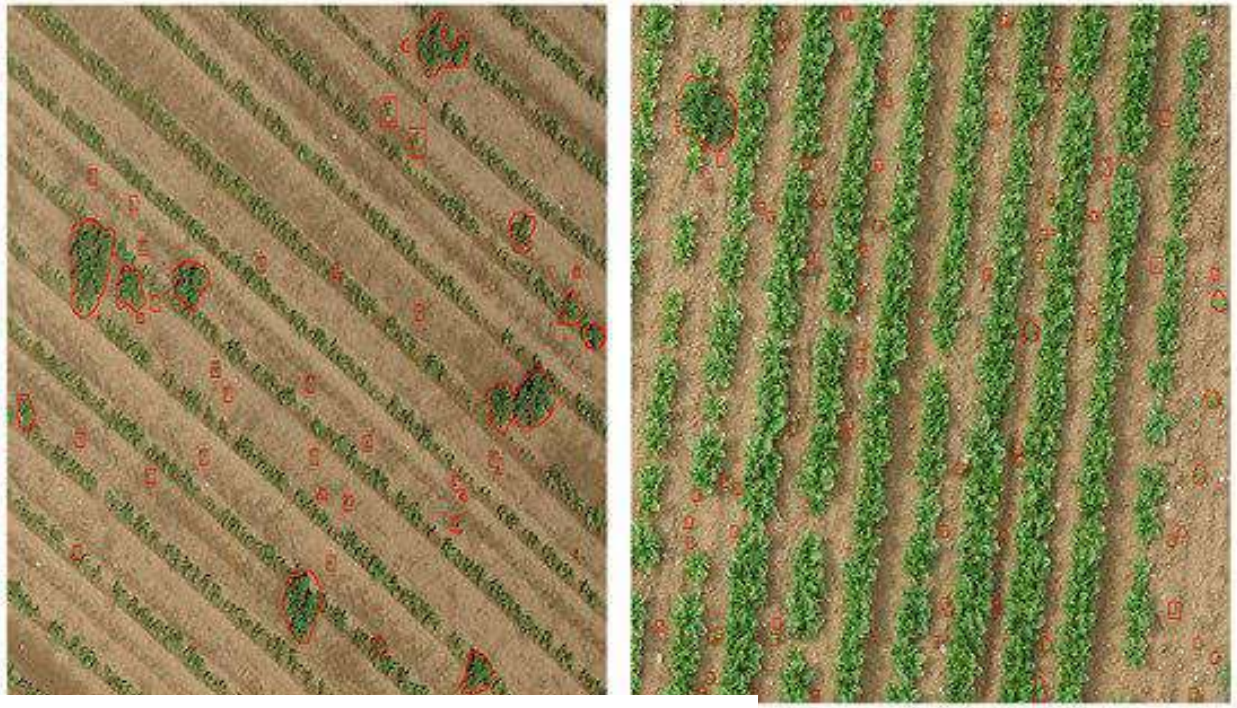


Classificazione di pixel tramite DL

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







(b)

https://doi.org/10.1186/s13007-019-0528-3

https://doi.org/10.3390/rs10111690

Sensori disponibili per la viticoltura: l'utilizzo di droni

Servizi di impollinazione

Su noce per coprire la fase terminale della fio impianti giovani

Distribuzione Trichogramma (x Ostrinia nubilalis)

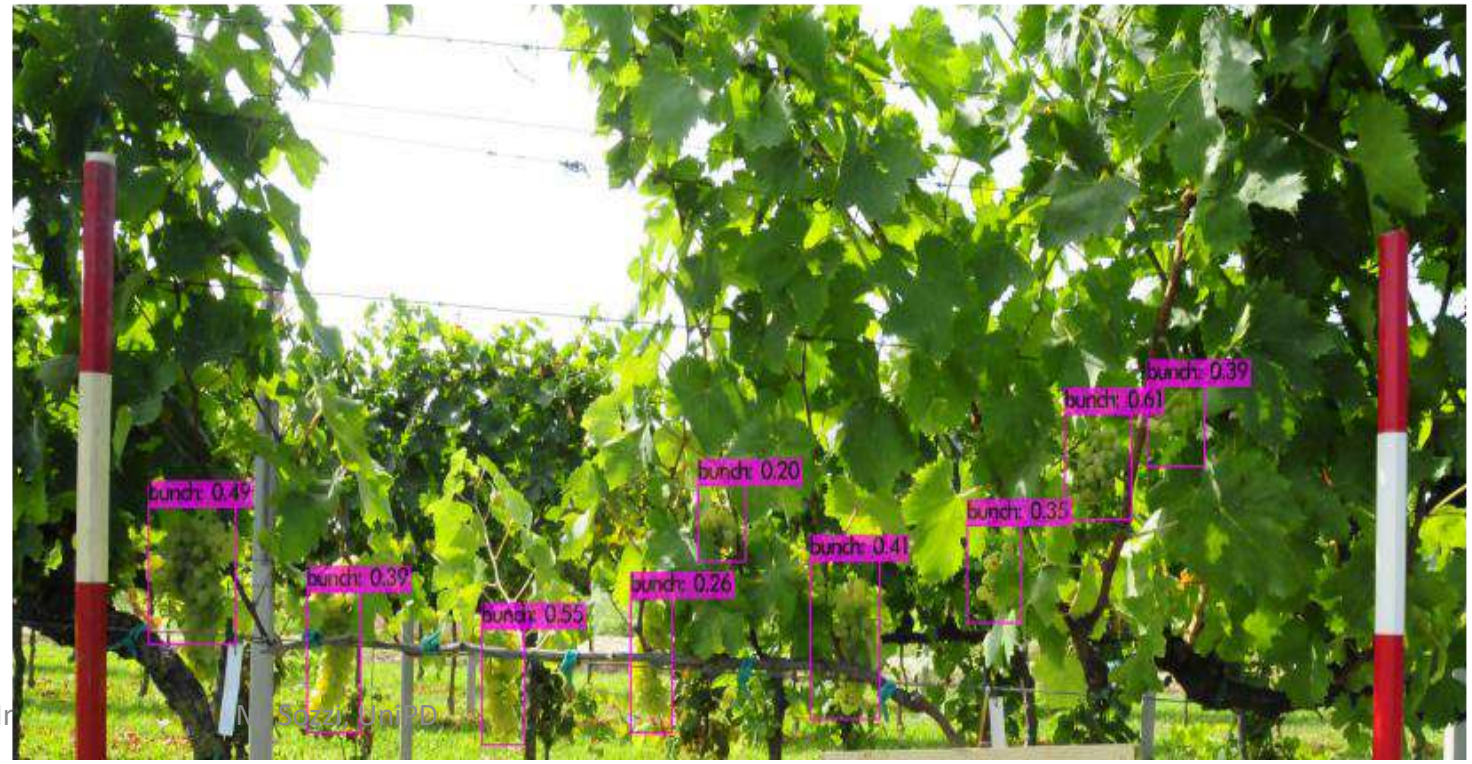
Monitoraggio ambientale

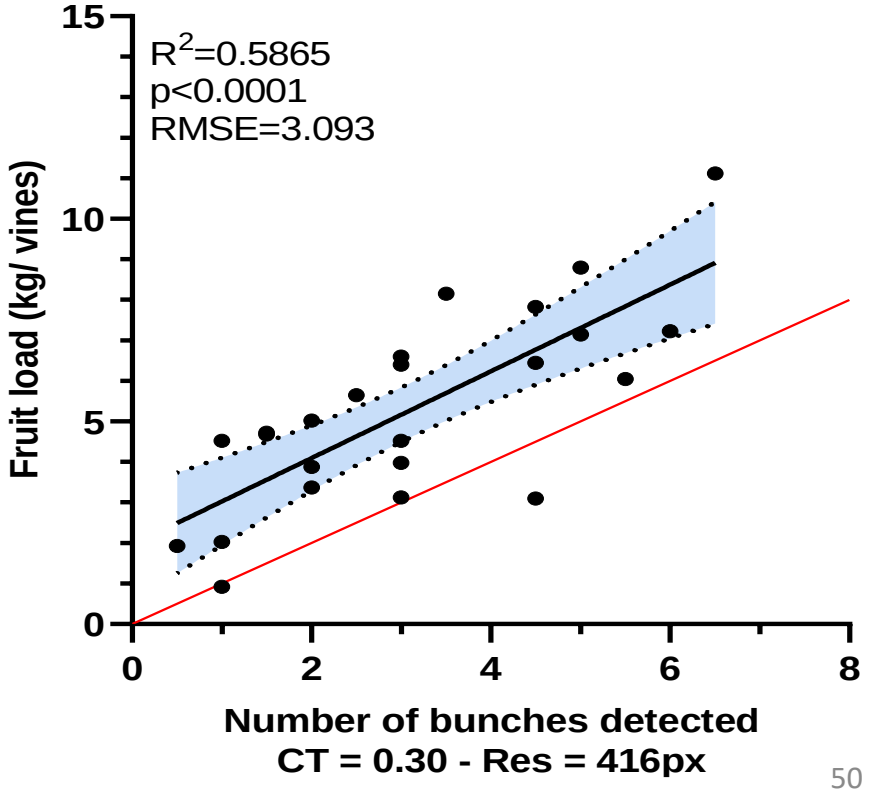
Trattamenti fitosanitari (in UE solo FR e Svizzera)

Stima del carico di frutti attraverso analisi d'immagine

È possibile allenare reti neurali per identificare e localizzare oggetti (melerbe, danni da patogeno e frutti)

La rete risultato di tale allenamento è stata capace di stimare il carico di grappoli (kg/ceppo) su viti allevate a Sylvoz (cv Glera), nonostante la copertura fogiare, con un errore di 3 kg/ceppo





Sistemi di mappatura per vendemmiatrici

La mappatura delle produzioni del vigneto può essere considerata come un punto di partenza per lo studio della variabilità, sebbene possono essere usati di fatto altri strumenti, forse più economici, sia come punto di arrivo finale di tutto il processo in cui si arriva a separare fisicamente il prodotto sulla base delle sue caratteristiche qualitative

- sull'apparato convogliatore quando la vendemmiatrice scarica il prodotto in continuo;
- a livello dei serbatoi di raccolta quando la vendemmiatrice prevede l'accumulo del prodotto sulla macchina e lo scarico in capezzagna;
- a livello dei nastri trasportatori

Vendemmia selettiva

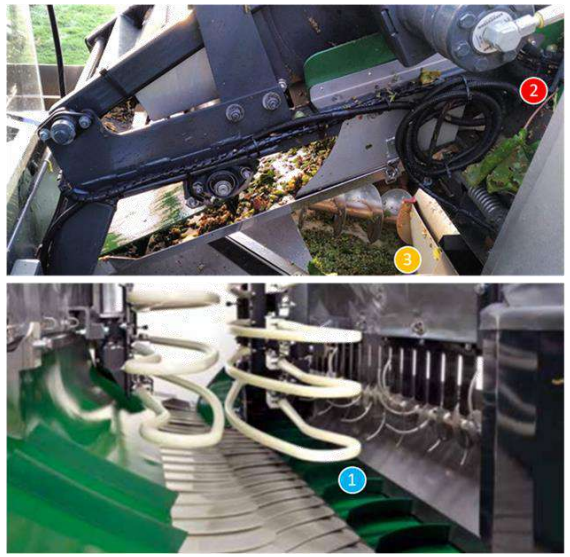
- Temporale -2 interventi-
- Con 2 serbatoi di raccolta

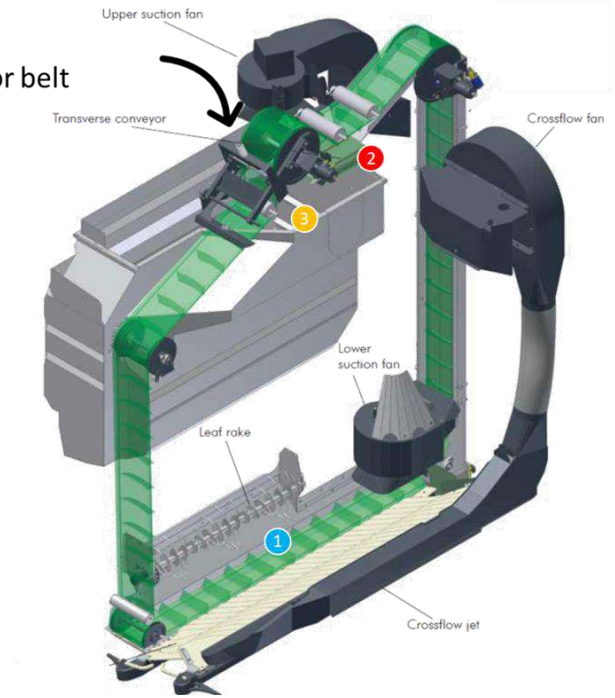
BRAUD EnoControl – Multiplex Force A

Sistemi di mappatura per vendemmiatrici

Adattamento di sensore ad impatto CNH

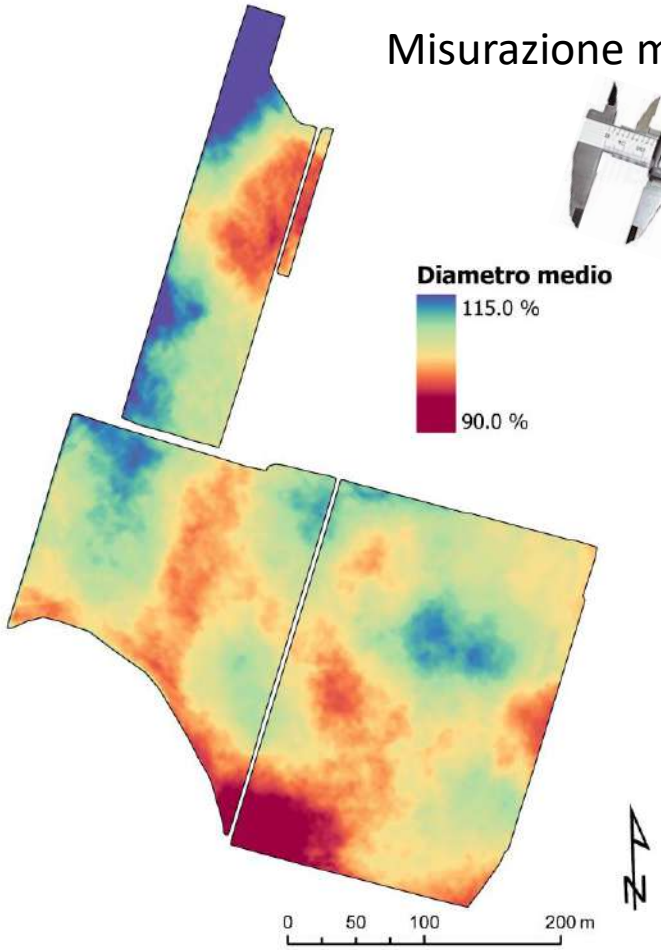
1. Load line
2. Yield Sensor: load cells under the discharge conveyor belt
3. Hopper





Adattamento di sistema di pesatura rulli per macchina cogli bietole

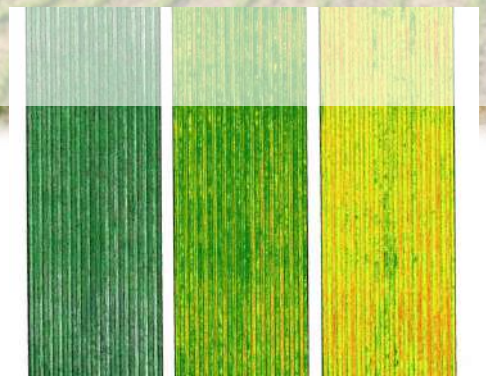
Altri rilievi del vigore vegetativo



Misurazione manuale con calibro

Stima indiretta attraverso parametri macchina + studio tempi di lavoro

Qualche conclusione su queste tecnologie



- Negli ultimi anni il livello di tecnologia diffuso in agricoltura è aumentato in maniera significativa: **È NECESSARIO DIFFONDERE LE COMPETENZE NECESSARIE AL LORO UTILIZZO**

- In viticoltura vi è stata un'ampia diffusione di strumenti di monitoraggio, ma la diffusione di sistemi di guida e macchine VRT è ancora limitata:
  LA VITICOLTURA DI PRECISIONE NON È SOLO MAPPE DI VIGORIA

- La definizione di azioni agronomiche può essere supportata da tecnologie sito-specifiche, ma per l'interpretazione del dato è fondamentale l'esperienza dell'agronomo:
  IN UNO SCENARIO COMPLESSO LA SENSORISTICA SUPPORTA MA NON SOSTITUISCE L'ESPERIENZA

La riduzione del numero di sostanze attive (o del quantitativo distribuibile) e le nuove normative sui concimi/biostimolanti richiedono un adeguamento della pratica colturale in un'ottica di maggiore efficienza

Le conseguenze del cambiamento climatico e la maggiore frequenza di eventi climatici estremi rende necessari strumenti di monitoraggio più efficaci e tecniche agronomiche adattate al contesto

INDIRIZZI DELLA RICERCA

VENETO AGRICOLTURA

Grazie per l'attenzione

Marco Sozzi, PhD – Assegnista di ricerca
marco.sozzi@unipd.it

TESAF
DEPARTMENT OF LAND, ENVIRONMENT, AGRICULTURE AND FORESTRY

1222·2022 800 ANNI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA