



# Uso dei dati in Agricoltura: il caso delle risaie Italiane

Alessio Bolognesi

*Festival del Riso di Vercelli – 12/09/2025*



# La digitalizzazione

## Contesto:

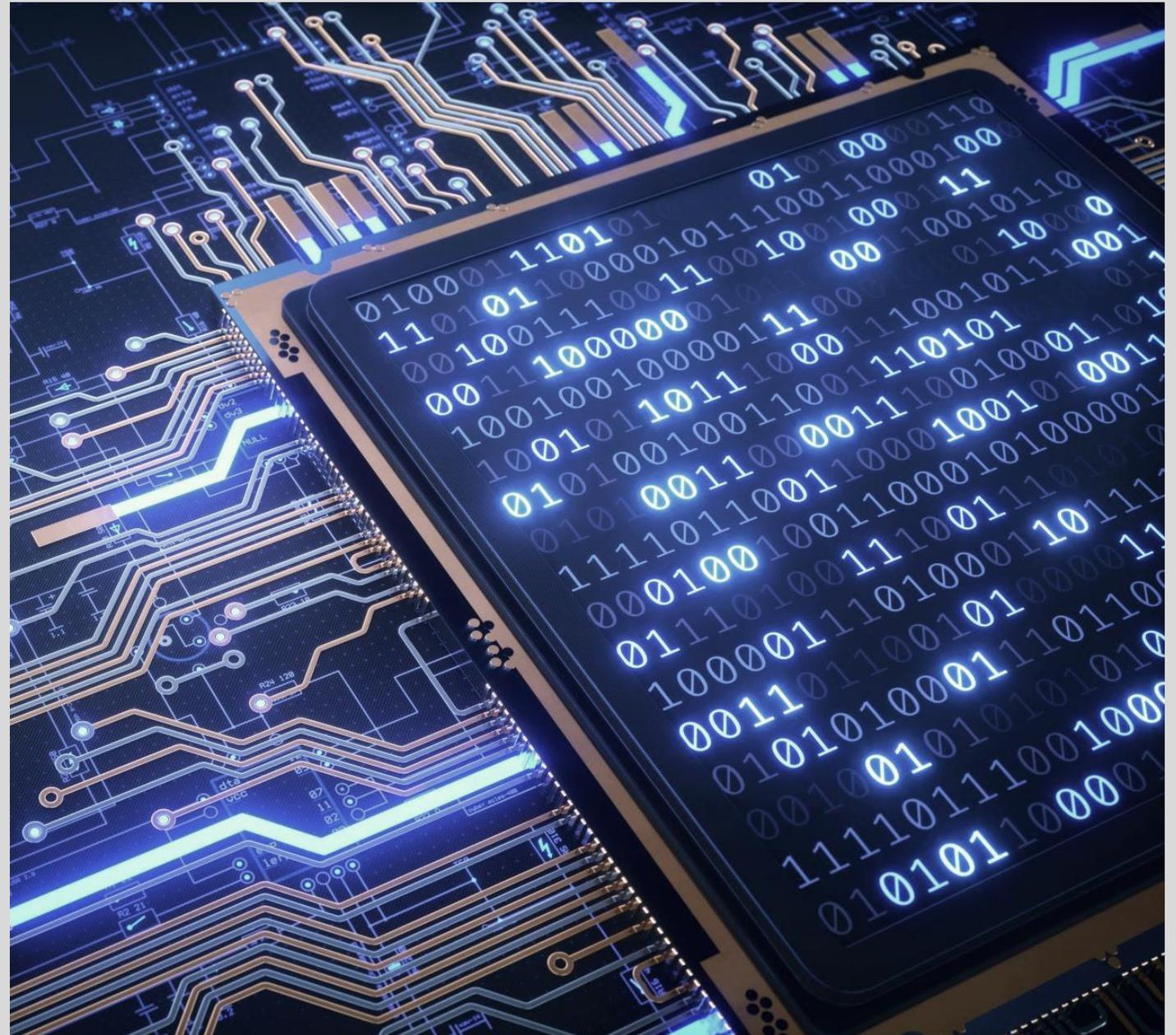
Gli obiettivi di maggiore sostenibilità (sia ambientale che economica) accoppiata ad un mantenimento – se non un aumento – della produttività agricola pongono sfide mai affrontate prima dal settore;

## Focus:

Sensori e macchine innovative forniscono dati che non possono più essere ignorati dai produttori, in quanto forniscono risposte a gran parte delle nuove sfide;

## Obiettivo:

Faremo una breve carrellata di alcune tipologie di sensing per capire quali vantaggi potrebbero apportare alle attività agricole quotidiane.





# Le due macro categorie di sensing

## › Sensing di prossimità, con diverse modalità:

- › Fisso (Wireless Sensor Network): sensori di campo, tra i più comuni per il riso quelli di verifica dell'umidità del suolo o del livello dell'acqua;
- › Mobile: installato sulle machine, effettuano il sensing durante la lavorazione. Oggi si usano anche appositi rover;

### › Vantaggi

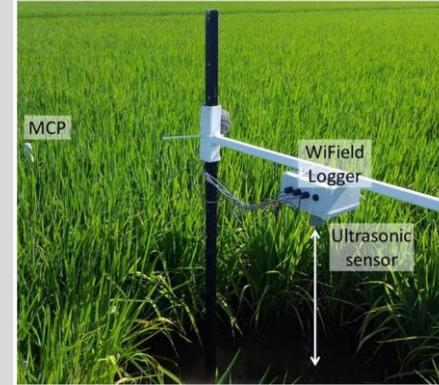
- › Alta risoluzione spaziale
- › Rilevamento in tempo reale

## › Sensing remoto:

- › Realizzato con l'uso di droni e grazie ai satelliti

### › Vantaggi

- › Copertura di interi campi o aree geografiche
- › Monitoraggio continuo nel tempo





# Sensori: l'imbarazzo della scelta



- › **Ottici/multispettrali:**
  - › Utilizzati per calcolare indici vegetativi (NDVI, NDRE)
  - › Applicabili sia su droni che su satelliti e trattori
- › **Spettrometri/NIR:**
  - › Analizzano la riflettanza a diverse lunghezze d'onda per dati nutrizionali
- › **Termici:**
  - › Misurano la temperatura della chioma per rilevare stress idrico
  - › Utilizzati soprattutto in remote sensing tramite droni
- › **SPAD (misura clorofilla):**
  - › Sensori portatili per misure di prossimità sul contenuto di clorofilla fogliare
- › **Conduttività Elettrica (EC):**
  - › Valutano la tessitura e la variabilità fisico-chimica del suolo
  - › Applicabili in modalità trainata
- › **Ultrasuoni/LIDAR:**
  - › Utili per valutazioni strutturali della vegetazione (altezza, densità)



- › **NDVI (Normalized Difference Vegetation Index):**
  - › Calcolato sulla base della riflettanza nello spettro Near-InfraRed e nel rosso
  - › Utilizzato per stimare la **vigoria vegetativa** e la **biomassa totale**;
  - › Rileva la presenza di stress abiotici come **carenze nutrizionali, eccesso d'acqua, compattamento**;
- › **NDRE (Normalized Difference Red Edge Index):**
  - › Usa la banda red-edge invece del rosso o del NIR. Essa è sensibile a **variazioni nella clorofilla** anche in stadi vegetativi avanzati;
  - › Ottimo per valutare **nutrizione azotata, efficienza fotosintetica e inizio della senescenza cellulare**;
- › **LAI (Leaf Area Index):**
  - › Rappresenta l'area fogliare per unità di suolo
  - › Indicatore diretto della **densità vegetativa, chiusura della copertura e dell'efficienza fotosintetica**
- › **GCI (Green Chlorophyll Index) e GNDVI (Green NDVI):**
  - › Derivati da bande nel verde e NIR
  - › Più sensibili della NDVI a **variazioni nella clorofilla**, utili per la **diagnosi precoce di carenze nutrizionali**



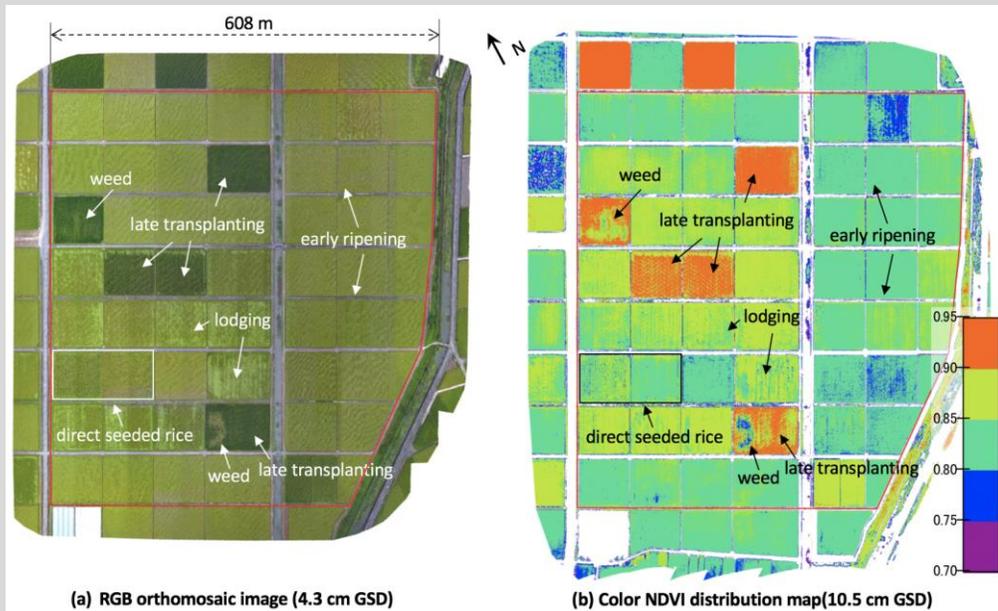
# Sensori: indici vegetative 2/2

- › **Indici termici (es. Crop Water Stress Index - CWSI):**
  - › Basati sulla temperatura delle foglie
  - › Utili per monitorare lo **stress idrico, apertura/chiusura stomatica, e evapotraspirazione**
- › **Indice SAVI (Soil-Adjusted Vegetation Index):**
  - › Migliora l'accuratezza delle analisi NDVI in presenza di suolo nudo o scarsa copertura vegetale
- › **Indice VARI (Visible Atmospherically Resistant Index):**
  - › Utilizzabile con camere RGB standard, utile per agricoltura a basso costo



## > Funzioni pratiche

- > Fornire input per mappe prescrittive (fertilizzazione, trattamenti, irrigazione)
- > Valutare effetto di pratiche agronomiche (es. irrigazione a rateo variabile)
- > Supportare la stima della resa attesa e della qualità del raccolto



## > Analisi dei dati

1. Raccolta dati da sensori e telerilevamento
2. Integrazione con dati agronomici (genotipo, semina, trattamenti)
3. Analisi temporale e spaziale
4. Integrazione con informazioni GIS:
  - > Topologia del suolo (pendenza, esposizione, drenaggio)
  - > Tipologia del terreno (tessitura, capacità idrica, salinità)

## > Creazione di

- > Valutazioni precoci e indicazioni su lavorazioni e trattamenti
- > Mappe di vigoria
- > Mappe di resa
- > Mappe di prescrizione (azoto, fungicidi, diserbanti selettivi, irrigazione, ecc.)



# Sfide nell'analisi dei dati



## > **Due problemi principali:**

- > **Quantità:** Rilevamenti multi-temporali e multi-sorgente generano quantità senza precedenti di dati da elaborare e archiviare. Ciò è ancora più rilevante in caso di elaborazione real-time.
- > **Interoperabilità:** Dati ed informazioni provenienti da sorgenti diverse devono poter essere integrati (lo vedremo dopo).



# Approcci all'analisi dei dati 1/2



## › Edge Computing:

### › Vantaggi:

- › Bassa latenza, elaborazione in tempo reale
- › Riduzione della banda richiesta per trasmettere dati grezzi
- › Maggiore privacy dei dati aziendali

### › Svantaggi:

- › Limitazioni hardware e di capacità computazionale
- › Meno flessibilità per analisi complesse che rende difficile integrare dati da più fonti

## › Cloud Computing:

### › Vantaggi:

- › Capacità potenzialmente illimitata di calcolo e storage
- › Facilità di aggiornamento e scalabilità
- › Accesso remoto e condivisione multiutente

### › Svantaggi:

- › Richiede connettività stabile
- › Maggiori rischi legati alla sicurezza e alla governance dei dati (**cybersecurity** / data privacy)

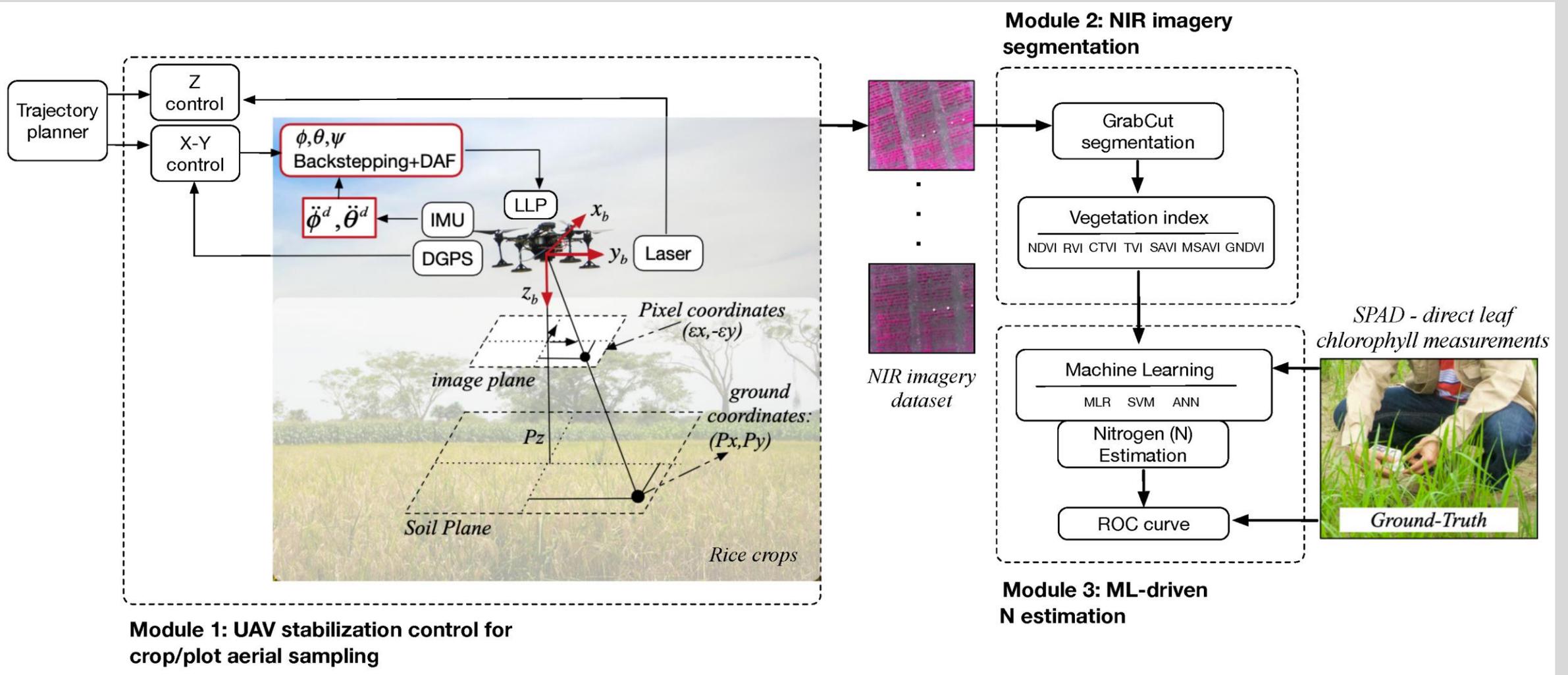


## › **Ruolo dell'Intelligenza Artificiale:**

- › Algoritmi di machine learning e deep learning per:
  - › Classificazione automatica di immagini satellitari
  - › Previsione di resa basata su serie storiche
  - › Diagnosi precoce di patologie
  - › Automazione di processi decisionali agronomici
  - › Macchine autonome
  - › ...
- › **Problema:** Necessità di dataset ben **strutturati, etichettati e interoperabili**
- › Si sta aprendo anche il grande tema delle **AI evolutive**, che aprirà nuove sfide ma anche nuove possibilità



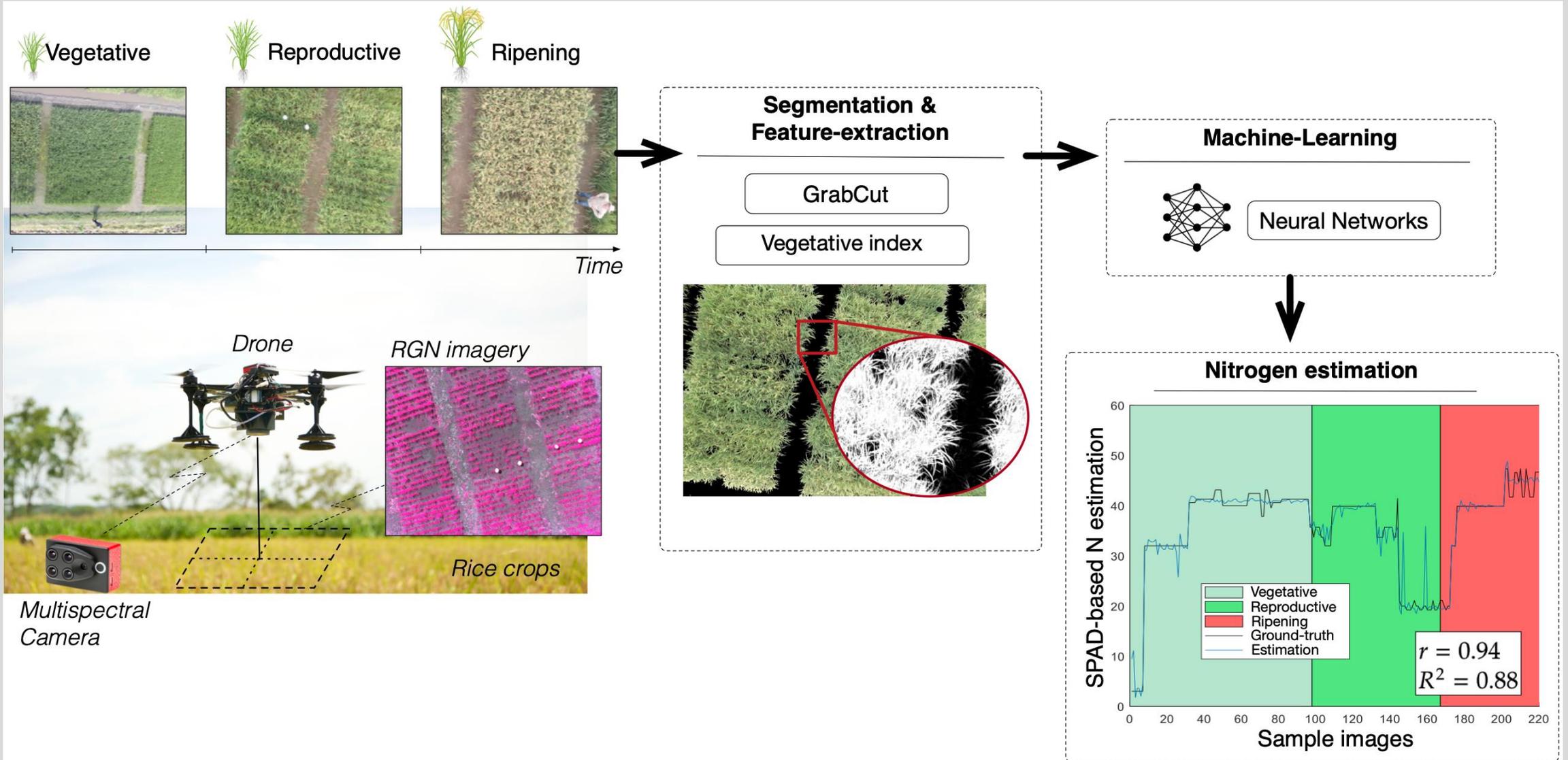
# Esempio di uso di AI



Fonte mdpi.com: Estimation of Nitrogen in Rice Crops from UAV-Captured Images



# Esempio di uso di AI



Fonte mdpi.com: Estimation of Nitrogen in Rice Crops from UAV-Captured Images



# Interoperabilità dei dati



## › **ISOBUS & ISO-XML:**

- › Standard per comunicazione tra trattori, attrezzi e software
- › Generazione e lettura di task file (mappe prescrittive)

## › **ADAPT Data Model (AgGateway):**

- › Standardizzazione della struttura dei dati agronomici
- › Superamento delle incompatibilità tra piattaforme
- › Permette a software diversi di condividere dati in modo armonizzato

## › **AgIN (AEF):**

- › Architettura in sviluppo per l'interoperabilità globale
- › Federazione di dati con governance decentralizzata
- › Favorisce un ecosistema collaborativo e sicuro per la condivisione di dati tra produttori, agronomi, costruttori e ricercatori

## › **ISO SFCC (Smart Farming Coordinating Committee):**

- › Forum internazionale ISO che promuove la standardizzazione globale delle tecnologie per la smart agriculture
- › Lavora per armonizzare i protocolli di comunicazione e la gestione dei dati in ambito agricolo
- › Coinvolge esperti da enti normativi, produttori di macchine e istituti di ricerca



# Conclusioni e prospettive 1/2

- › L'integrazione dei dati raccolti da sensori, satelliti e fonti agronomiche permette una visione olistica della coltura e del sistema suolo-pianta
- › L'utilizzo combinato di modelli predittivi e strumenti digitali consente decisioni più tempestive e mirate
- › L'adozione di tecnologie interoperabili è la chiave per una gestione efficace e sostenibile
- › **Le aziende agricole possono:**
  - › Migliorare l'efficienza e ridurre i costi
  - › Ottimizzare l'uso di input (fertilizzanti, acqua, agrofarmaci)
  - › Aumentare la sostenibilità ambientale e la tracciabilità, grandi sfide dell'agricoltura moderna
  - › **Migliorare la qualità del prodotto, orgoglio dell'agricoltura Made In Italy**



## Conclusioni e prospettive 2/2



### › **Prospettive future:**

- › Adozione crescente dell'intelligenza artificiale per l'agricoltura predittiva
- › Espansione di reti di sensori IoT sul campo
- › Maggiore sinergia tra ricerca, industria e agricoltori nella co-progettazione di soluzioni digitali
- › Integrazione con strumenti di supporto alle decisioni (DSS) basati su dati in tempo reale
- › Collaborazione a livello internazionale per standard comuni e interoperabilità globale



# Grazie per l'attenzione

Alessio Bolognesi