

Giornata del Mais 2017
Bergamo, 27 gennaio 2017

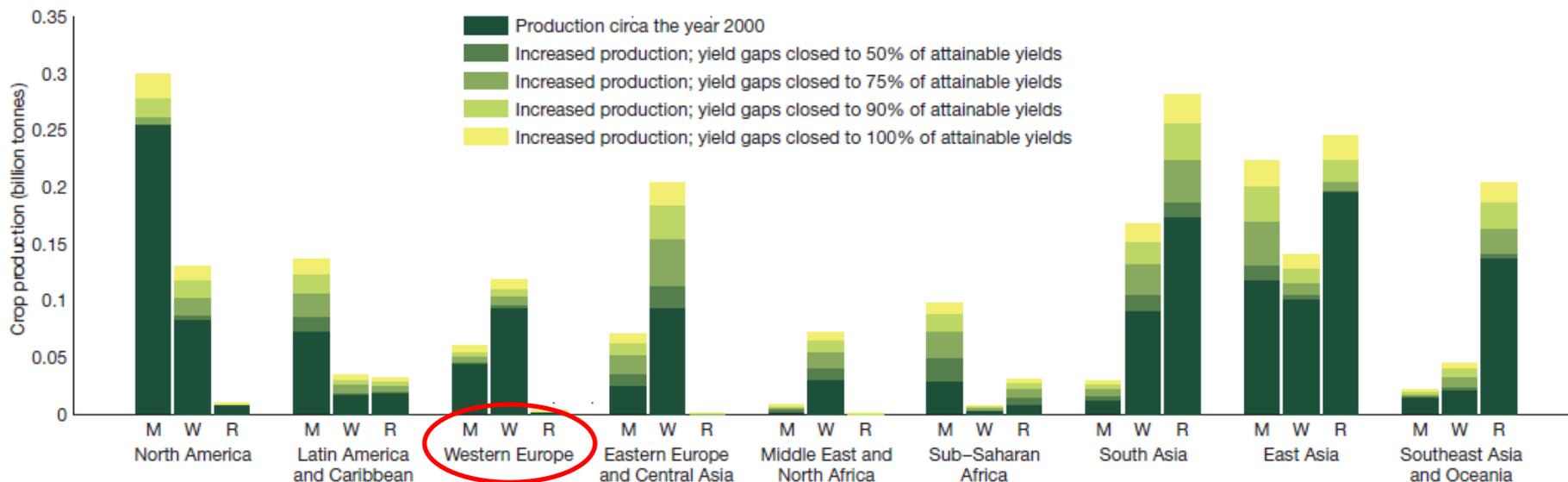
Coltivazione innovativa del mais: tecniche agronomiche e di lavorazione del terreno

Carlo Bisaglia

CREA - Unità di ricerca per l'ingegneria
agraria, Laboratorio di Treviglio

- ✓ La meccanica agraria è sempre evoluta insieme alle tecniche agronomiche con l'obiettivo di rendere più efficiente il **lavoro** e l'uso delle **risorse**.
- ✓ L'evento recente più significativo (fine '90), per la meccanizzazione, è stato l'introduzione di tecnologie legate all'**informatica** e all'**elettronica** (Agricoltura di Precisione) per la **gestione della variabilità**.
- ✓ Nei prossimi 10-15 anni le macchine evolveranno diventando sempre più **semplici nell'"hardware"**, ma sempre più parte di un "ecosistema" di **informazioni**.

Obiettivo irrinunciabile: aumentare le rese



M = Maize
W = Wheat
R = Rice

- ✓ Le lavorazioni ridotte e conservative
- ✓ L'agricoltura di precisione (AdP)
- ✓ Sensori e possibili applicazioni

- L'Agricoltura conservativa: è un approccio alla gestione sostenibile degli agro-ecosistemi.
- Si basa su tre principi: minimo disturbo meccanico del suolo (profondità di lavorazione max. 20 cm), permanente copertura del suolo (almeno il 30%), diversificazione delle specie coltivate.
- Gli interventi di lavorazione del terreno sono ridotti al minimo o evitati, gli input esterni quali agrochimici e nutrienti per le piante di origine minerale o organica sono applicati in modo ottimale (→ Agricoltura di precisione).

- L'Agricoltura di precisione è un insieme di tecniche di gestione della variabilità reso possibile dalla tecnologia.
- Si basa su tre gruppi di tecnologie: un sistema di posizionamento geografico (NAVSTAR GPS, GLONASS, GALILEO GSNN), un sistema di informazione geografica (GIS); varie applicazioni (sensori - remoti o prossimali - attuatori per dosaggio variabile, controllo delle sezioni, sistemi di guida, ecc.).

- **Lavorazioni convenzionali** si basano sull'aratura e su affinamenti successivi
- **Lavorazioni ridotte (o minime)** semplificano gli interventi riducendo o il numero di passaggi o la profondità di lavoro o l'intensità di lavoro (o tutti e tre gli aspetti).
- **Lavorazioni conservative** lasciano in superficie una sufficiente quantità (minimo 30%) di residui colturali o altra biomassa (*cover crops*) per contrastare fenomeni erosivi e aumentare il contenuto di sostanza organica, ridotte profondità di lavorazione (20 cm).

Le tecnologie: aratri mono- o pluri-vomere con versoio a sezione cilindrica, elicoidale, fenestrata, dotati o meno di avanvomere per un miglior interrimento dei residui.



Gli effetti: il terreno è sottoposto ad inversione degli strati con esposizione agli agenti atmosferici, completo interrimento di residui e infestanti, eliminazione del compattamento ma possibile formazione di suola di aratura. **Devono seguire operazioni secondarie di affinamento.**

Le tecnologie: coltivatori pesanti ad **ancore** (diritte, ricurve, inclinate) disposte su una o più barre trasversali



Gli effetti: il terreno non è sottoposto ad inversione degli strati, non viene esposto agli agenti atmosferici, ridotta compattazione, minor energia e consumo, maggior capacità di lavoro.

Gestione dei
residui



Regolazioni e
affinamento



Spesso sono necessarie lavorazioni di affinamento successive, ma ridotte e con attrezzi leggeri (ad es.: erpici o coltivatori leggeri)

Le tecnologie: macchine combinate composte da utensili in sequenza (ancore, dischi, rulli) disposti, in più ranghi, su telai regolabili



Gli effetti: rottura e affinamento del terreno. Riduzione dei passaggi. Ridotta profondità di lavoro (~ 15 cm). Possibile lavorazione a due strati.

Le tecnologie: macchine combinate composte da utensili in sequenza (ancore, dischi, rulli) disposti, in più ranghi, a cui è abbinata la seminatrice. Dotazioni AdP: GPS e ISOBUS



Gli effetti: rottura, affinamento e semina in un unico passaggio. Riduzione dei passaggi. **Elemento da valutare: affinamento del terreno**

Le tecnologie: la lavorazione riguarda solo strisce di terreno (larghezza 15-20 cm) entro le quali avverrà la semina (cantieri separati, cantieri riuniti). Dotazioni AdP: necessaria guida semi-automatica GPS + RTK.



Gli effetti: Il terreno è lavorato a profondità ridotte (15-25 cm), con spazi interfilari regolabili (40-75 cm). Il 60-70% della superficie rimane coperta dai residui colturali della coltura precedente.

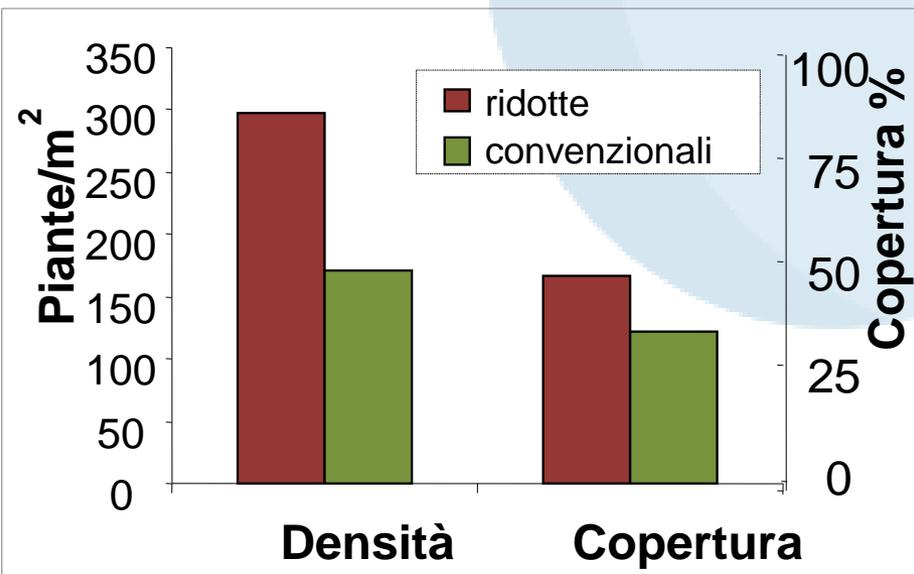
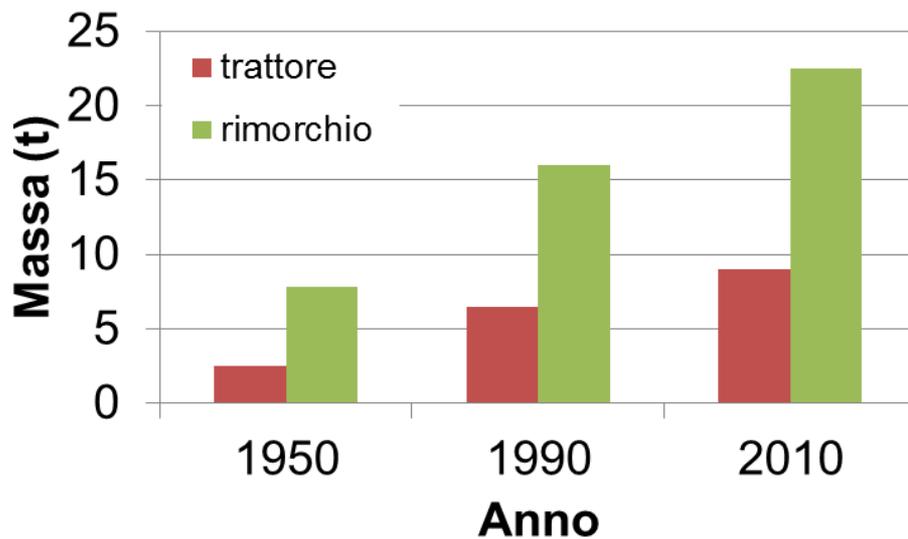
Le tecnologie: seminatrici speciali dotate di utensili in sequenza (preparazione fila, assolcatori, chiudisolco, compattatori). Dotazioni AdP: GPS e ISOBUS



Gli effetti: Il 100% della superficie rimane coperta dai residui colturali della coltura precedente. Gestione infestanti quasi esclusivamente per via chimica. Basso impatto energetico ed economico

Compattamento
del terreno

Gestione
infestanti e residui



Lavorazione	Costo	Impatto su produzione	Effetto su s.o.	Controllo erosione	Compattamento	Gestione reflui
Aratura	*****	*	*	*	*****	*****
Ancore	****	*	**	**	****	***
Combinate	**	***	***	****	***	***
Semina diretta	***	***	**	***	****	*
Strip tillage	**	**	***	****	***	***
Sodo	*	****	****	*****	**	

La scelta delle macchine dipende dagli obiettivi agronomici



Applicazione	Obiettivi	Stato dell'arte
Interfacce uomo-macchina e macchina-macchina	Monitorare e gestire tutte le applicazioni di AdP	Terminali indipendenti o universali (ISOBUS)
Sistemi di guida	Evitare sovrapposizioni, ridurre l'affaticamento	Assistita o semi-automatica
Traffico controllato	Minimizzare il compattamento del suolo	Macchine specifiche, sistemi di guida, software
Registrazione degli spostamenti delle macchine	Tracciabilità, sicurezza	Sistemi di registrazione imbarcabili
Mappatura del terreno	Localizzare le caratteristiche fisico-chimiche del terreno	Sensori geofisici (es.: EMI), sistemi di localizzazione campioni
Monitoraggio delle colture	Mappare lo stato fisiologico delle colture	Sensori ottici (NDVI)
Sistemi di visione artificiale	Riconoscere difetti, garantire salubrit�	Monitorare e valutare frutta, ortaggi, ecc.
Sensori remoti	Monitorare lo stato delle colture	Immagini aeree o satellitari (es.: satelliti Sentinel 2)
Applicazioni a dose variabile	Controllo delle dosi di fertilizzanti o fitofarmaci	Rende possibili trattamenti specifici riducendo sprechi e impatto ambientale
Applicazioni a sezioni variabili	Controllo della semina	Evita sovrasemine
Monitoraggio delle produzioni	Localizza informazioni sulla produzione	Consente di realizzare mappe di produzione
Sistemi di supporto alle decisioni	Software per documentazioni, previsioni, elaborazioni, ecc.	In fase di sviluppo e diffusione

Sistemi di guida

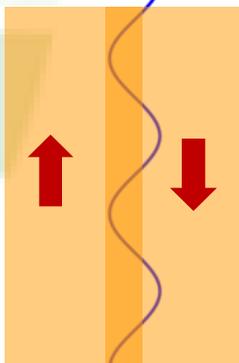
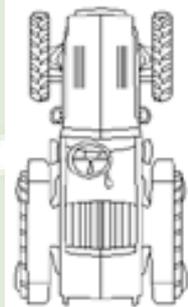
Guida assistita



Guida semi-automatica

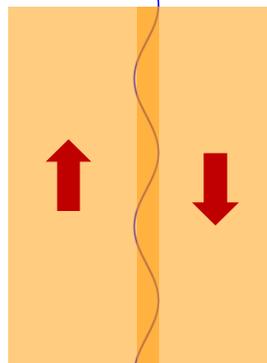
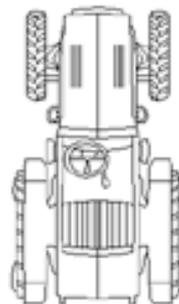


Guida manuale



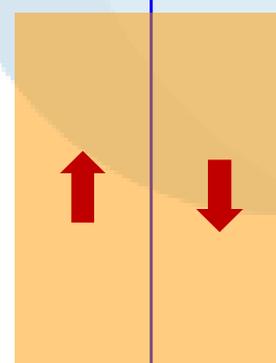
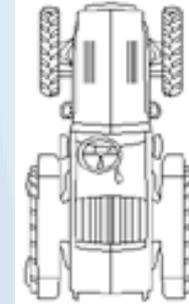
Errore di sovrapposizione $\pm 10\%$ larghezza di lavoro

Guida assistita



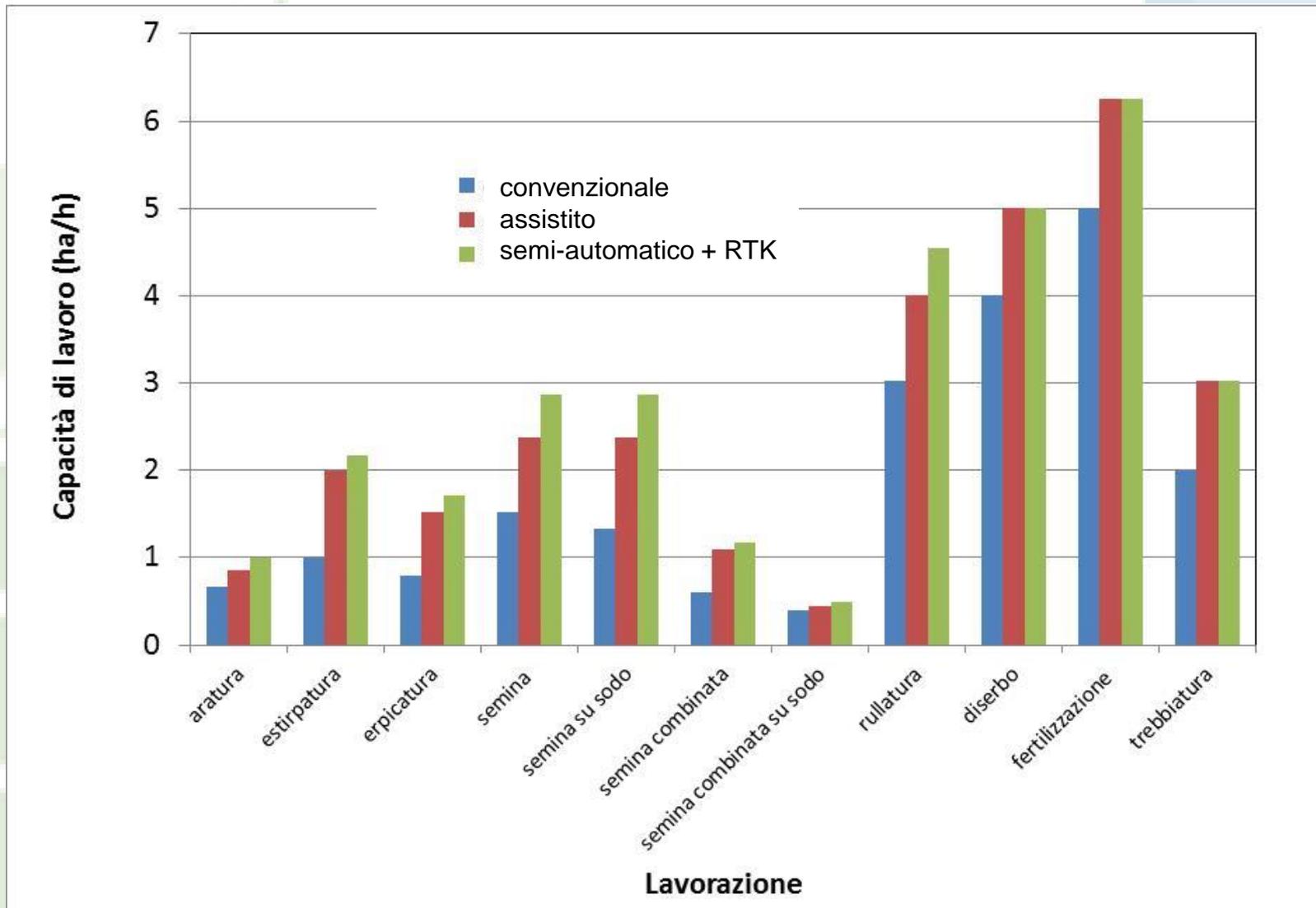
10 cm

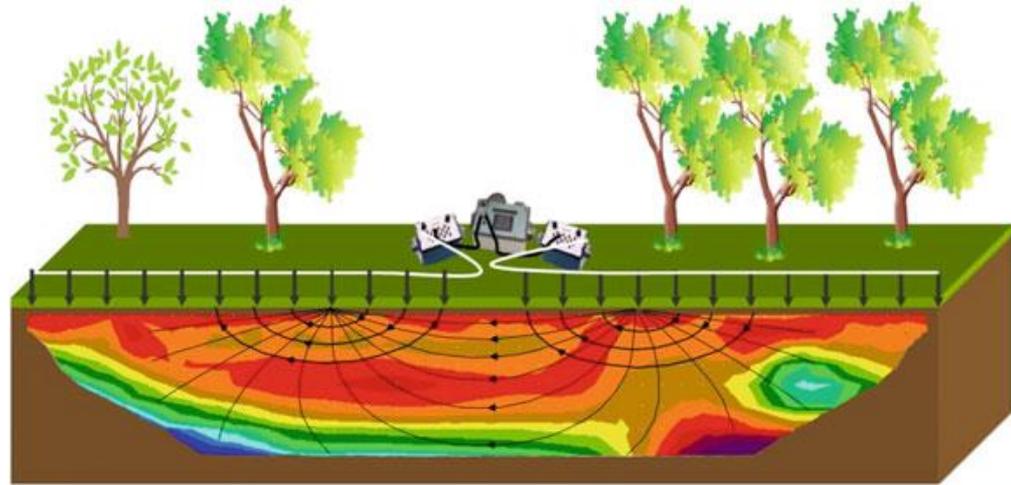
Guida semi-
automatica + RTK
(Real Time Kinematic)



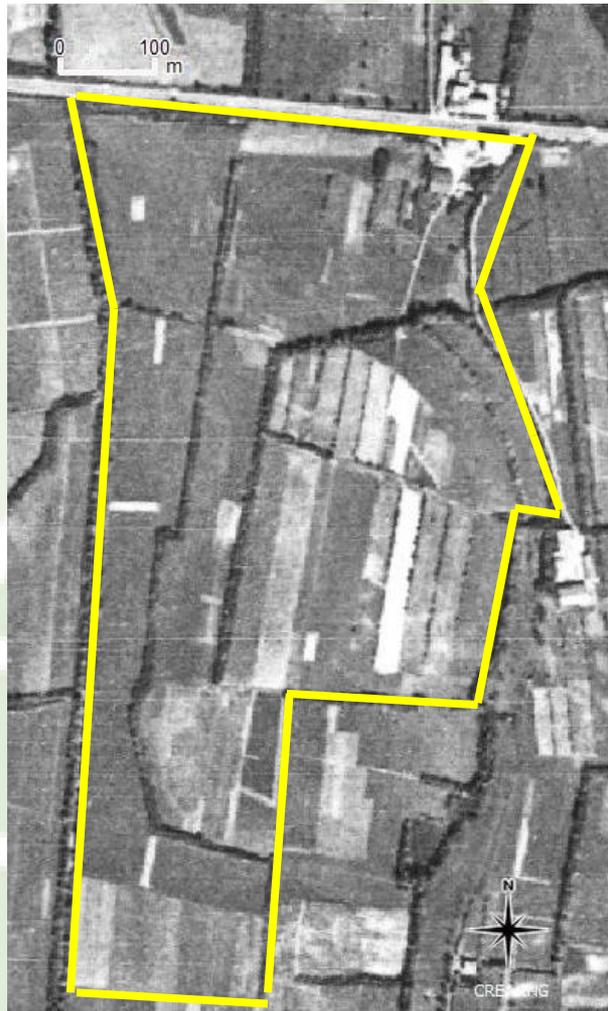
2,5 cm

- ✓ Aumento della capacità di lavoro
- ✓ Maggior velocità e accuratezza (10-13%)
- ✓ Maggior larghezza effettiva
- ✓ Maggior periodo utile (aumenta le ore di lavoro, ad es.: si opera anche con bassa visibilità)
- ✓ Minor affaticamento dell'operatore
- ✓ Funzioni supplementari (raccolta dati, confini, ritorno al punto di sospensione, gestione delle testate, ecc.)
- ✓ Indispensabile nelle lavorazioni a strisce (strip tillage), utile nelle concimazioni localizzate, nella difesa delle colture, nella semina e nel trapianto





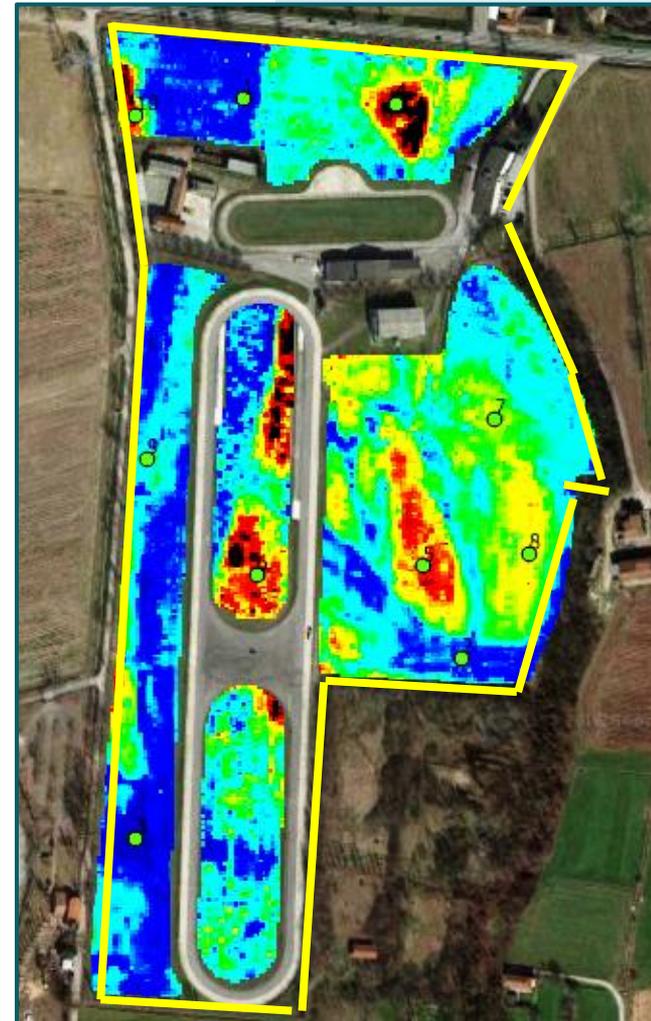
1954



2014



2016

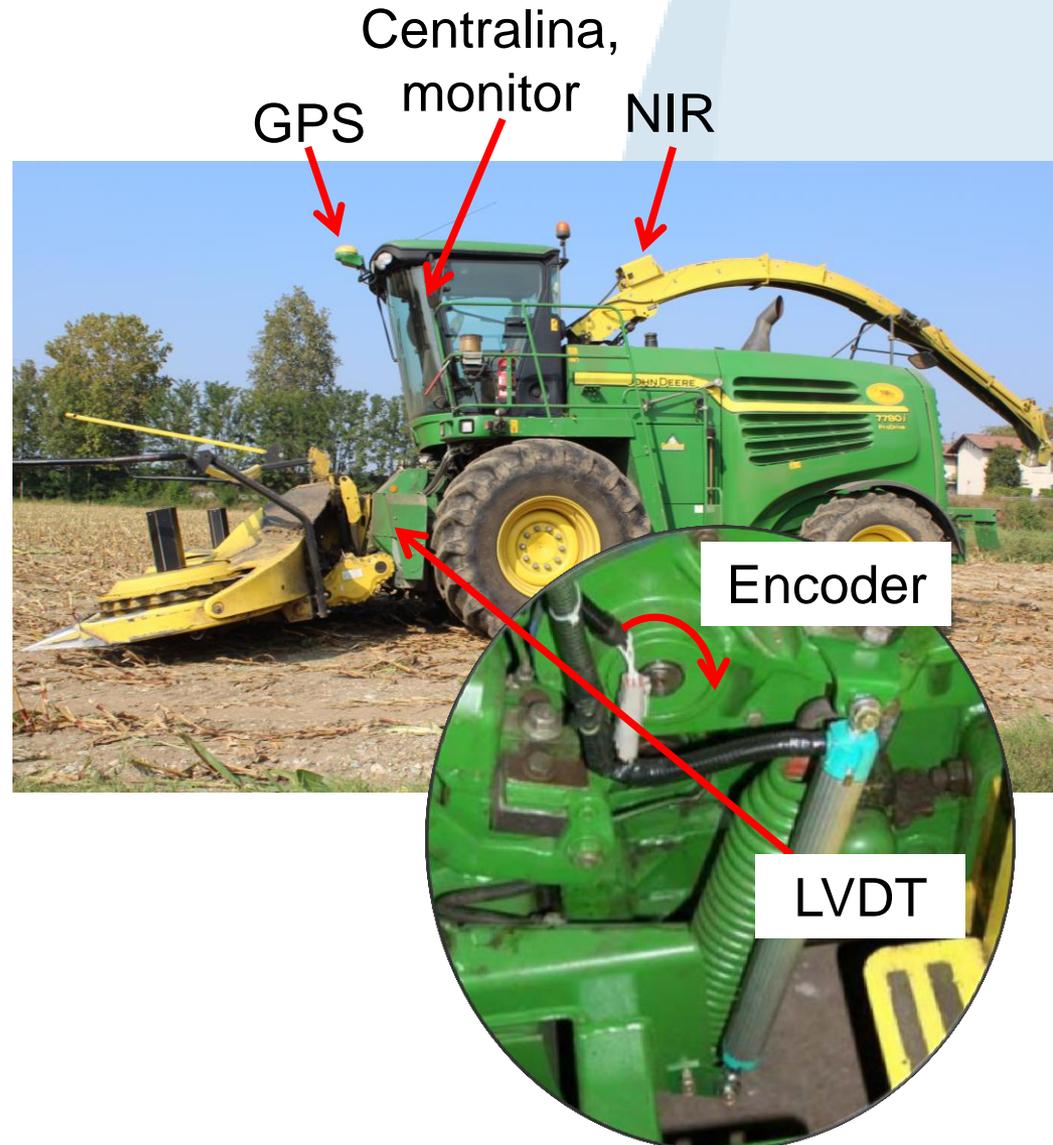
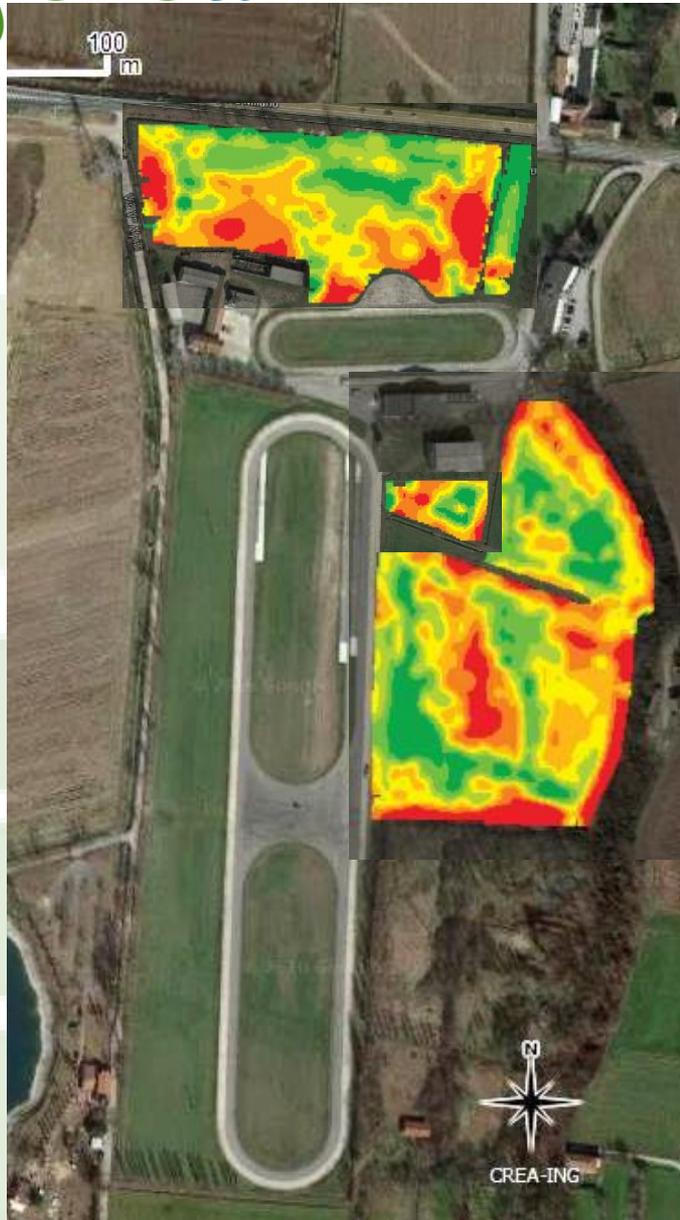


Throughout the experimental site different soil conditions do exist as consequence of soil structure and of the changes farming activity went through during the time.

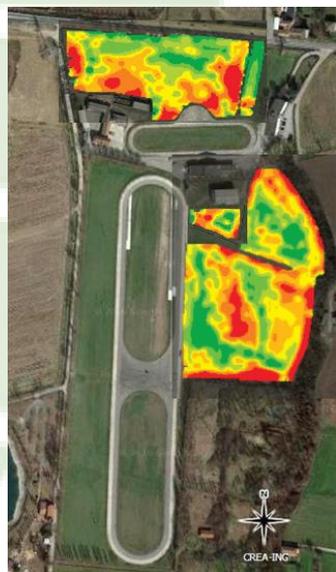
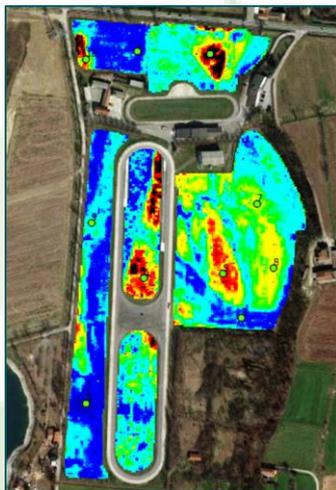
Table 1 Coefficient of variation of the analyzed soil parameters

Soil parameter	CV
Total N (g kg ⁻¹)	31.1%
Active Limestone (g kg ⁻¹)	89.5%
Total Limestone (g kg ⁻¹)	69.4%
Exchangeable Ca ⁺⁺ (meq 100g ⁻¹)	29.2%
Cationic Exchange Capacity (meq 100g ⁻¹)	23.2%
Conductivity (1:5 extract) (dS m ⁻¹)	12.6%
pH	2.5%
Phosphorus (Olsen) (mg kg ⁻¹ of P)	38.4%
Exchangeable Mg ⁺⁺ (meq 100g ⁻¹)	59.1%
Exchangeable K ⁺ (meq 100g ⁻¹)	31.0%
C/N ratio	24.9%
Exchangeable Na ⁺ (meq 100g ⁻¹)	17.1%
Organic Matter (g kg ⁻¹)	46.4%
Silt (g kg ⁻¹)	22.2%
Clay (g kg ⁻¹)	65.6%
Sand (g kg ⁻¹)	26.2%

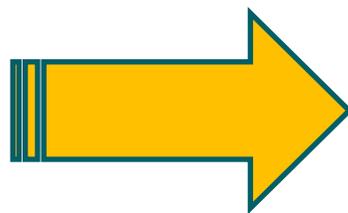




Individuazione di aree omogenee



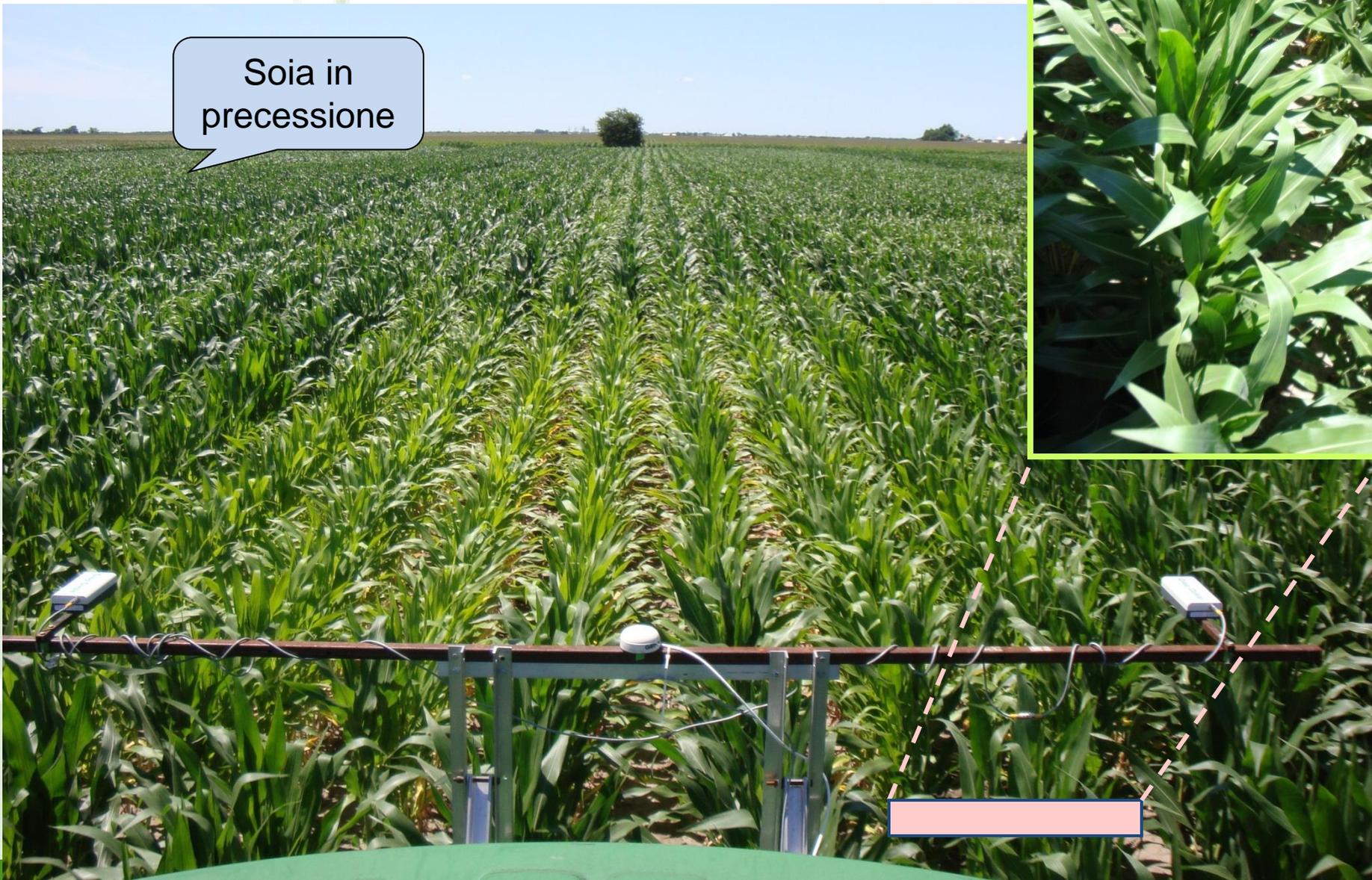
- Aree a bassa resa
- Aree ad alta resa



Adottare
strategie
specifiche per
ogni area
omogenea



Soia in
precessione



Agricoltura conservativa

- ✓ Riduzione delle perdite di carbonio organico dovute alle lavorazioni intensive.
- ✓ Riduzione delle emissioni di CO₂ (3,0-3,5 t/ha, stime).
- ✓ Aumento della biodiversità nello strato attivo di terreno.

Agricoltura di precisione

- ✓ Riduzione di consumi e manodopera (20%).
- ✓ Aumento medio produzioni (15%).
- ✓ Riduzione media trattamenti (10%)
- ✓ Riduzione emissioni di CO₂

- La meccanizzazione attuale offre soluzioni tecnologiche in sintonia con le tecniche agronomiche più sostenibili per fornire uno strumento concreto alla riduzione degli input e alla sostenibilità dei processi produttivi.
- Sono ancora bassi i livelli di penetrazione nelle aziende agricole, anche se in crescita e sostenute dai PSR.
- Non va scordato il ruolo dei contoterzisti che stanno investendo in attrezzature conservative e per l'AdP.
- L'inter-operabilità delle tecnologie e la formazione degli operatori giocheranno un ruolo fondamentale (e a costo relativamente basso) rispetto ai vantaggi conseguibili.