
Corso di Meccanizzazione di precisione

Precisione nella guida delle macchine agricole

Prof. Ing. Francesco Santoro

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti (Di.S.S.P.A.)

Università di Bari Aldo Moro

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole

- Gli operatori utilizzano enormi energie psico-fisiche per controllare contemporaneamente le funzioni di lavoro delle macchine operatrici e la direzione di avanzamento dei mezzi.
- Questo impegno si accresce se occorre distribuire fattori della produzione che richiedono la percorrenza di traiettorie parallele ed equidistanti limitando il più possibile sovrapposizioni e porzioni di terreno e/o di coltura non coperte.
- La precisione di guida manuale è anche influenzata dalle condizioni meteorologiche (presenza di nebbia, lavorazioni notturne).
- Con la guida manuale è impossibile evitare sovrapposizioni tra una passata e la successiva , soprattutto con operatrici ad elevata larghezza di lavoro.

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole

Un requisito fondamentale dell'agricoltura di precisione è la conduzione dei mezzi agricoli lungo traiettorie predefinite.

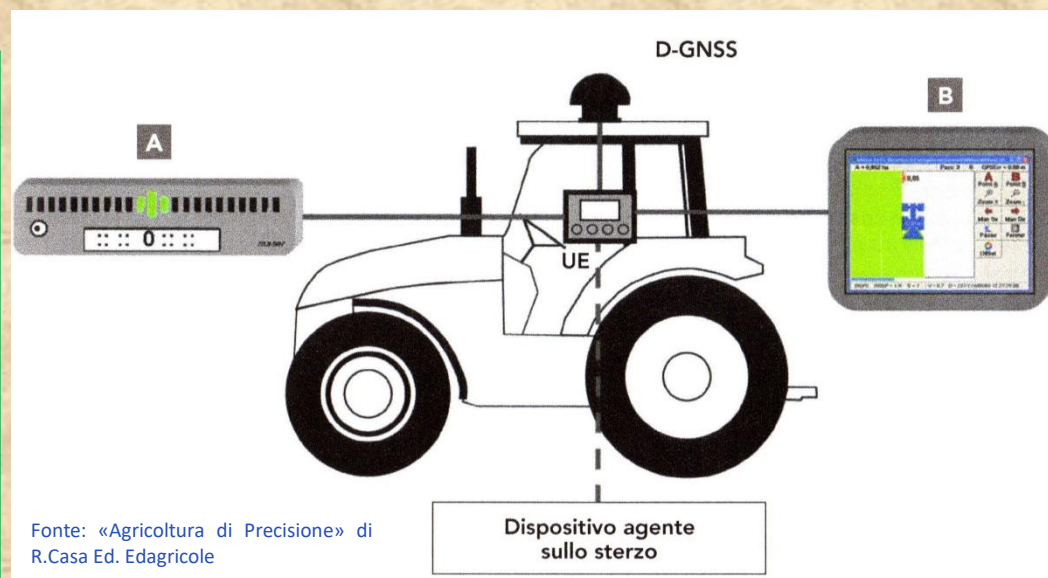
Per soddisfare tale requisito si inseriscono con successo i sistemi di guida che consentono:

- una maggiore precisione delle lavorazioni;
- un risparmio di tempo e, almeno potenzialmente, di fattori della produzione (gasolio, agro-farmaci, fertilizzanti, etc.);
- un minore affaticamento e, quindi, un minor pericolo di incidenti;
- la possibilità di impiego di operatori tecnicamente preparati ma con una limitata esperienza, anche in operazioni complesse.

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole

Un sistema di guida comprende un computer di bordo collegato con un ricevitore GNSS e un'interfaccia grafica e/o optoelettronica (es. barra a led) che indica all'operatore la corretta traiettoria da seguire sul campo.

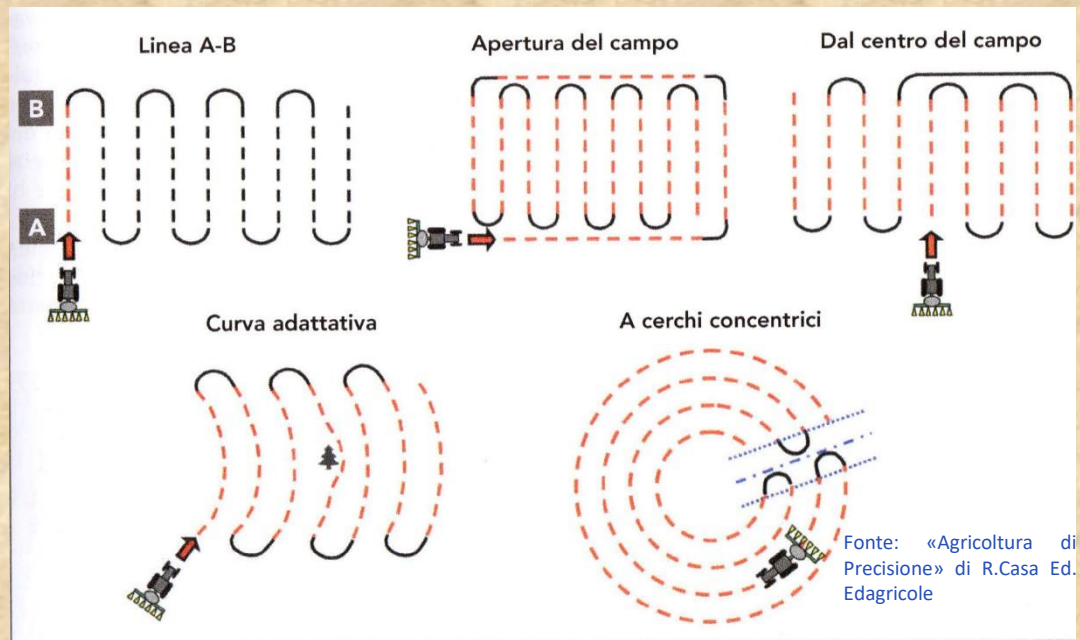
I sistemi di guida, **mantenendo il parallelismo tra passate**, consentono di percorrere vari tipi di traiettorie in funzione delle operazioni da svolgere, della forma degli appezzamenti, di eventuali ostacoli e della consuetudine dell'operatore.



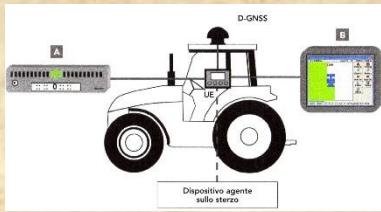
I sistemi di guida applicati alle macchine agricole

2 logiche di funzionamento: la «**traiettoria A-B**» e la «**traiettoria curva**».

Traiettoria A-B: l'operatore memorizza, agendo sull'unità di elaborazione, il punto iniziale (A) ed il punto finale (B) della prima passata. Si generano in automatico le traiettorie ad essa parallele, tra loro distanti di un valore pari alla larghezza di lavoro della macchina operatrice.



Traiettoria curva: la nuova passata viene tracciata prendendo come riferimento quella appena conclusa. In tal modo è possibile adattare i percorsi considerando anche eventuali ostacoli presenti sull'appezzamento.



I sistemi di guida applicati alle macchine agricole

In commercio sono disponibili i seguenti sistemi a crescente complessità tecnologica:

- **Guida assistita:** consente all'operatore di correggere la traiettoria del mezzo agricolo agendo manualmente sul volante, seguendo le indicazioni fornite dal sistema (barra di guida).
- **Guida semi-automatica:** sensori ed attuatori consentono la correzione automatica della traiettoria, limitando l'intervento dell'operatore alle manovre di fine campo.
- **Guida automatica:** richiede l'uso di GNSS ad elevata accuratezza in quanto la conduzione del mezzo avviene senza l'intervento dell'operatore a bordo (può anche non essere presente)

Questi sistemi interagiscono in varia misura con il **sistema ISOBUS** del trattore

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole - Guida assistita

(due differenti sistemi di visualizzazione)

barra di LED



Display grafico



- Le correzioni da apportare per seguire la giusta traiettoria sono indicate dall'accensione sequenziale di LED.
- Il LED centrale (verde) è acceso se la traiettoria è corretta.
- I LED rossi (destra e sinistra) si illuminano se il veicolo devia dalla traiettoria.
- L'operatore corregge la traiettoria.

- Informazioni decisamente più complete.
- Gestione delle svolte in capezzagna: l'operatore osserva in tempo reale il percorso, semplificando notevolmente il riallineamento del trattore con la traiettoria appena conclusa.
- Schermi *touchscreen* consentono un'interazione semplice ed immediata con il sistema.

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole - Guida semiautomatica

L'operatore, durante la guida del trattore, oltre che seguire le indicazioni fornitegli dai sistemi di guida, svolge simultaneamente altri compiti, quali:

- sorvegliare la corretta esecuzione del lavoro;
- controllare la macchina operatrice;
- osservare dove il trattore si sta dirigendo.

Sono tutte operazioni impegnative, che richiedono elevata concentrazione per lunghi periodi.



I sistemi di guida semi-automatica sono stati progettati e realizzati per sollevare il trattorista dal controllo continuo della rotta del mezzo.

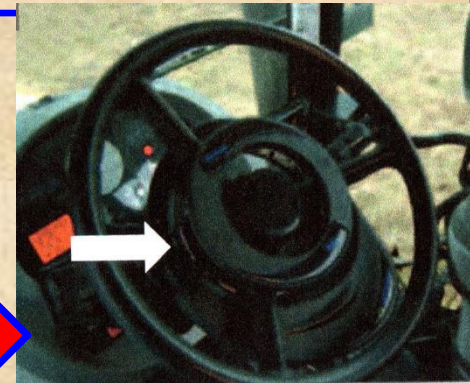
I sistemi di guida applicati alle macchine agricole - Guida semiautomatica con volantino elettrico

Il **volantino elettrico**, rispetto alla guida manuale, riduce i normali ed inevitabili errori causati soprattutto da ritardi nella risposta dell'operatore. Solitamente è composto da un motore elettrico che agisce mediante due possibili meccanismi:



con pignone aderente alla corona del volante

fissato direttamente al piantone dello sterzo



I 2 sistemi ruotano in autonomia il volante in funzione della correzione necessaria.

Per la fase di svolta a fine campo, compito del trattorista, i 2 sistemi hanno una frizione che «sgancia» il motore se la coppia fornita dalle braccia dell'operatore supera quella del motore elettrico, restituendo all'uomo il controllo della macchina

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole - Guida semiautomatica con sterzo idraulico

Lo **sterzo idraulico**, consiste in un'elettrovalvola proporzionale inserita nel circuito idraulico dello sterzo e comandata dal computer di bordo.

Il computer di bordo, ricevendo i dati di posizione dal ricevitore satellitare, calcola lo scostamento rispetto alla traiettoria ideale e regola quindi l'afflusso dell'olio idraulico al pistone che agisce sulle ruote diretrici



Il risultato è una correzione della traiettoria immediata e molto efficace

Il dispositivo non è trasferibile da un trattore all'altro

Per motivi di sicurezza, tutti i **dispositivi** per la guida semi-automatica **devono essere disattivati durante i trasferimenti stradali**

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole - Guida automatica

Un esempio commerciale di **guida automatica** è denominata **V2V** (*vehicle to vehicle*). E' un sistema di controllo che, utilizzando una connessione wireless Wi-Fi o Bluetooth, permette di guidare, anche durante la fase di svolta, un mezzo agricolo autonomo da parte di un secondo veicolo con conducente a bordo.

- Un operatore a bordo di una falciatrinciacaricatrice durante la raccolta, per esempio, può guidare lungo un percorso ottimale il trattore con il carro per caricare il trinciato, mantenendo il giusto allineamento tra i due mezzi agricoli.
- La trincia funziona da **master** e sincronizza il movimento del trattore col rimorchio, che opera come **slave**.
- Il sistema elimina il rischio di collisione tra i veicoli e riduce errori e stress dell'operatore.
- Entrambi i mezzi devono essere dotati di sistema di posizionamento RTK

I sistemi di guida applicati alle macchine agricole

Sistemi di navigazione dei mezzi agricoli che non utilizzano il GNSS

Si utilizzano sensori montati sulle macchine che individuano zone ben precise dell'appezzamento (o della coltura) tali da consentire la guida-semi-automatica dei veicoli lungo percorsi ottimali.

I sensori impiegati si dividono in:

- **Sensori meccanici**, che mantengono le testate delle macchine raccogliatrici allineate con le file della coltura, agendo idraulicamente sullo sterzo;
- **Sensori ottici e laser scanner**, che individuano il bordo della coltura, mantenendo sempre piena la testata di raccolta;
- **Camere 3D**, che rilevano solchi e andane e, mediante analisi dell'immagine, in real-time, correggono la traiettoria del trattore in funzione dell'operazione.

Questi dispositivi consentono di effettuare, in modo ottimale, la guida semi-automatica in tutte le operazioni in cui sono ben visibili i riferimenti a terra.