

**guida automatica (senza operatore a bordo)**

**semi-automatica**

**assistita – con operatore che controlla in remoto**

**semi-automatica**

**la guida semi-automatica dei veicoli lungo percorsi ottimali.**

**I sensori impiegati si dividono in:**

**1. sensori meccanici, che mantengono le macchine**

**allineate con le file della coltura, agendo sullo sterzo;**

**2. sensori ottici e laser scanner, che individuano il bordo della coltura e guidano la macchina**

**3. camere 3D, che rilevano le piante , mediante analisi dell'immagine in real-time, correggono la traiettoria della macchina in funzione**

**dell'operazione.** Questi dispositivi consentono, quindi, di effettuare il controllo operativo in tutte quelle operazioni in cui sono ben visibili riferimenti a terra, semplificando il sistema, senza perdere la possibilità di operare in modo ottimale

**Guida semi-automatica**

**Si** tratta di soluzioni con il più alto contenuto di tecnologia, spesso completamente integrate nel sistema di bordo presente nella cabina (Fig.2) In linea generale, la correzione della traiettoria, in via automatica da parte del sistema di gestione del dato di posizione elimina lo scarto legato al tempo di reazione dell'operatore o alla difficoltà di correggere in tempo reale la direzione di avanzamento durante la gestione dell'operatrice; ciò migliora la precisione finale raggiunta dal sistema.

Attualmente, i sistemi di guida semi-automatica si dividono in due categorie in funzione del dispositivo utilizzato:

**Volante elettrico:** rispetto alla guida manuale riduce i normali ed inevitabili errori principalmente causati da ritardi nella risposta da parte dell'operatore. Solitamente è composto da un motore elettrico che agisce tramite pignone aderente alla corona del volante o direttamente al piantone dello sterzo.

**Sterzo idraulico:** consente di realizzare un sistema di guida semiautomatica completo ed affidabile, benché più costoso e tecnicamente complesso rispetto al precedente. In questo caso, infatti, il dispositivo di controllo non è di tipo meccanico, bensì consta di un'elettrovalvola proporzionale inserita sul circuito idraulico dello sterzo e comandata dal computer di bordo. Figura 1 -

Particolare di un sistema di guida assistita Figura 2 - Particolare di un sistema di controllo applicato una trattore dotata di sistema di guida semi-automatica edizione aprile 2017

**Sistemi di guida senza GNSS** In tutti quei casi in cui può risultare inutile o difficoltosa l'adozione di tecnologia GNSS, è possibile disporre di dispositivi che permettono la navigazione dei mezzi agricoli senza l'impiego di sistemi di posizionamento satellitari. In particolare, queste tecnologie utilizzano sensori montati sulle macchine in grado di individuare zone ben precise dell'appezzamento (o della coltura) tali da permettere **la guida semi-automatica dei veicoli lungo percorsi ottimali. I sensori impiegati si dividono in: 1. sensori meccanici, che mantengono le testate delle macchine raccogliatrici allineate con le file della coltura, agendo idraulicamente sullo sterzo; 2. sensori ottici e laser scanner, che individuano il bordo della coltura e guidano la macchina operatrice mantenendo sempre piena la testata di raccolta; 3. camere 3D, che rilevano solchi o andane e, mediante analisi dell'immagine in real-time, correggono la traiettoria del trattore in funzione dell'operazione.** Questi dispositivi consentono, quindi, di effettuare il controllo operativo in tutte quelle operazioni in cui sono ben visibili riferimenti a terra, semplificando il sistema, senza perdere la possibilità di operare in modo ottimale e con i vantaggi tipici di una guida semi-automatica. Precisione di guida Oltre ai diversi sistemi di guida assistita o semi-automatica disponibili sul mercato italiano, un ulteriore aspetto che deve essere considerato è il livello di precisione e ripetibilità con la quale questi dispositivi operano. Tale aspetto risulta essere infatti cruciale e fortemente condizionato dal tipo di correzione e segnale che l'antenna GNSS integrata al sistema di guida è in grado di ricevere. Sulla base del grado di correzione, e di conseguenza del livello di precisione ottenibile, si possono distinguere in linea di massima tre categorie:

- Sistemi di correzione GPS (Global Positioning System), con errore di  $\pm 30$ cm: il segnale di posizionamento viene fornito solo dai satelliti disponibili nel momento in cui si sta operando in campo. Questo comporta l'accumulo di un errore derivante da diverse componenti (es. limitato numero di satelliti a disposizione in quel momento, velocità di avanzamento, sfasamento degli orologi satellitari, ecc.). La correzione del segnale è legata ad abbonamenti

gratuiti senza canoni di licenza. • Sistemi di correzione DGPS (Differential Global Positioning System), con errore  $\pm 10$  cm: il sistema prevede l'utilizzo di un ricevitore satellitare a doppia frequenza con correzione differenziale derivante da satellite geostazionario che permette di ridurre l'errore dai 10 ai 20 cm. L'ampia forbice di errore è legata al tipo di satellite geostazionario al quale si fa riferimento in base alla copertura del segnale disponibile. • Sistema di correzione RTK (Real Time Kinematic) con errore  $\pm 2$  cm: il sistema si basa sull'impiego di un ricevitore a doppia frequenza con correzione differenziale a terra con base station (RTK) che assicura una precisione di più o meno 2 cm. In questo caso il segnale di correzione viene inviato alla macchina in movimento (rover) tramite onde radio o segnale UMTS. Con questo sistema è possibile ad esempio memorizzare i tracciati di un'operazione colturale per poterli poi impiegare negli interventi agronomici successivi con la stessa accuratezza di posizionamento.