



Nuove macchine e modelli di meccanizzazione per l'agricoltura ecocompatibile Parte 2



Danilo Monarca monarca@unitus.it

Agricoltura di precisione:

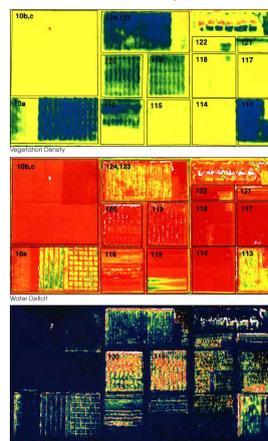
“fare la cosa giusta, al momento giusto, al punto giusto”

(Gebbers e Adamchuk, 2010)

Questo è possibile grazie all'utilizzo di tecnologie, tecniche e metodiche di lavoro in pieno campo che consentano di trattare in modo differenziato singole aree omogenee di terreno.

«È fondamentale tener conto della variabilità nel tempo e nello spazio dei fattori che influiscono sul processo produttivo.»

(R. Casa, M. Pisante)



Dott. Mirko Ciucci

Foto di Susan Moran, Landsat 7 Science Team and USDA Agricultural Research Service (U.S. Government work) / Public domain



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Introduzione

L'agricoltura di precisione si inserisce in un contesto di gestione di precisione del territorio. Questa può essere suddivisa in:

- **Agricoltura di precisione**
- Selvicoltura di precisione
- Acquacoltura di precisione

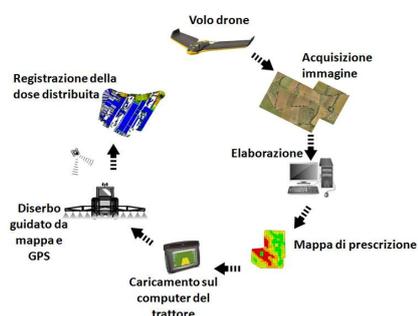
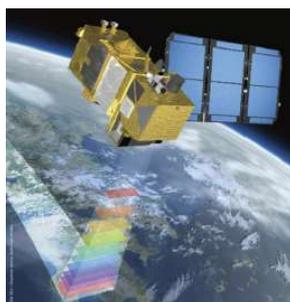
Dell'agricoltura di precisione fanno parte due grandi sezioni:

1. Coltivazione di precisione;
2. Zootecnia di precisione.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Sistema Informativo Aziendale (SIA)

Un SIA è un insieme di strumenti fisici atti a facilitare il processo di decisione, mettendo in condizioni l'operatore di raccogliere dati, elaborarli, archivarli o utilizzarli-

Le componenti fondamentali di un SIA hanno il compito di assicurare la fruibilità dei dati e delle informazioni; si dividono in due famiglie:

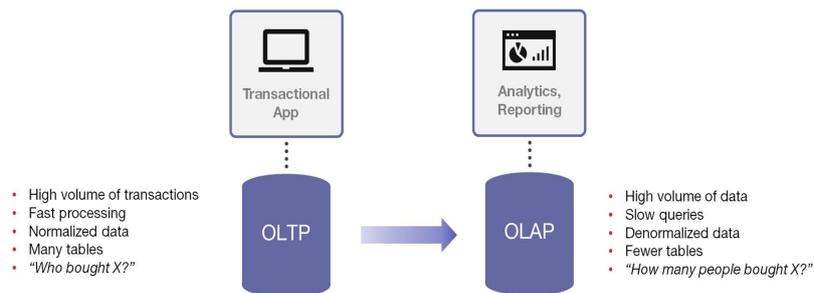
- OLTP – on-line transaction processing, i quali consistono in sistemi operazionali atti a garantire la massima efficienza di gestione delle operazioni svolte dall'utente;
- OLAP – on-line analytical processing, comprendenti sistemi informativi per l'analisi svolta dai responsabili dell'azienda, quali GIS, DBMS.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

OLTP vs OLAP



I sistemi OLTP comprendono tecnologie di diversa natura:

- Tecnologie meccatroniche;
- Tecnologie di posizionamento;
- Tecnologie per la comunicazione;
- Hardware;
- Software.

Dott. Mirko Gucci



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

TECNOLOGIE TRASVERSALI

- **GNSS** (sistemi globali di navigazione tramite satellite) affidabili, precisi, 3 flotte, correzioni migliori;
- **SISTEMI DI GUIDA** semiautomatici;
- **SENSORI** per coltura, terreno e macchine;
- **FUNZIONI A CONTROLLO AUTOMATICO**;
- **Protocolli ISOBUS** per trattori e operatrici;
- **OPERATRICI A FUNZIONAMENTO VARIABILE O AUTONOMO**;
- **IL FARM CLOUD**;



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

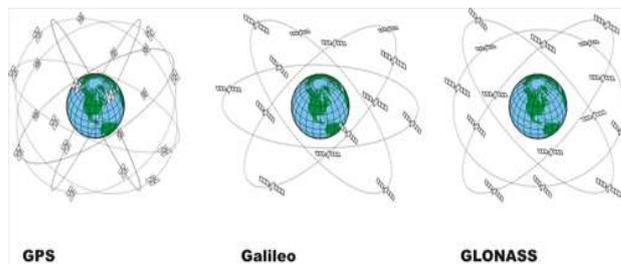


GNSS: Global Navigation Satellite System

Un sistema GNSS può essere diviso in tre parti (o segmenti):

1. Segmento spaziale (satelliti);
2. Segmento di controllo (stazioni permanenti a terra);
3. Segmento di utilizzo (insieme degli utenti).

(A. Calcante, M. Lazzari, L. Sartori)



Dott. Mirko Ciucci



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



CLASSIFICAZIONE SISTEMI GNSS

GLONASS – Sistema di navigazione Russo;

GALILEO – Sistema di navigazione Europeo esclusivamente per uso civile;

COMPASS – Sistema di navigazione Cinese;

NAVSTAR-GPS – Sistema di navigazione statunitense, creato per scopi militari e dal 2000 completamente fruibile



Dott. Mirko Ciucci



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Sistemi di guida automatica

- Di serie o after-market.
- Un ricevitore GNSS capta il segnale GPS, una centralina elabora segnali e fornisce all'operatore l'immagine della traiettoria da seguire sul campo.
- La precisione dipende, oltre che dal sistema, anche dal tipo di segnale su cui ci si appoggia; la massima precisione (2 cm) si ha piazzando un altro ricevitore fisso a terra che funge da base di appoggio per una triangolazione del segnale.



Consiste in un servomeccanismo che interviene direttamente sul volante, o un elettrovalvola che agisce sul circuito idraulico del volante.

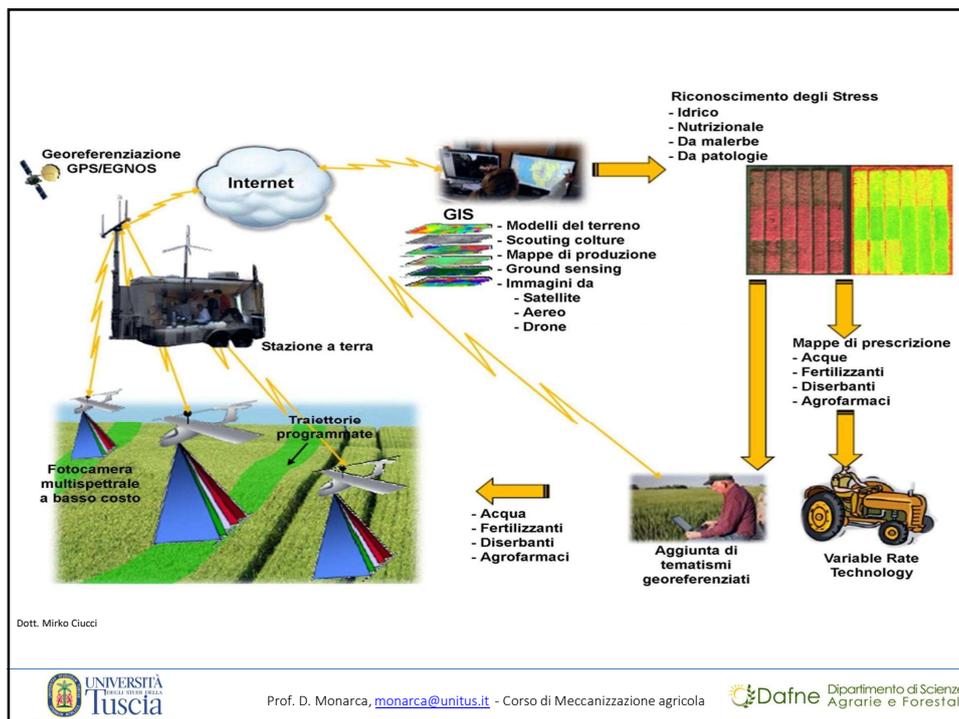
Può effettuare traiettorie parallele ad un segmento AB, oppure traiettorie curve registrando la presenza di eventuali ostacoli.

Dott. Mirko Ciucci



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali



funzioni a controllo automatico

- **MAPPATURA DELLE PRODUZIONI:** Sensore massico che intercetta il flusso di prodotto misurandolo; può essere associato a sistemi GPS.
 - **RACCOLTA DEI FORAGGI:** metal detector anteriore per prevenire l'ingresso di corpi estranei nel macchinario.
- NUTRIZIONE E DIFESA DELLE COLTURE:** tecnologia VRT (Variable Rate Technologies) applicata a sistemi spandiconcime, concimazioni sito-specifico, irroratrici.
- SEMINA E/O TRAPIANTO:** fotocellule per il monitoraggio della regolarità di semina.



Dott. Mirko Ciucci

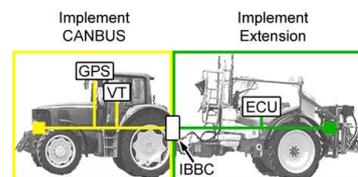
Protocolli ISOBUS



Dott. Mirko Ciucci

È un protocollo standardizzato di comunicazione fra trattrici e le macchine operatrici

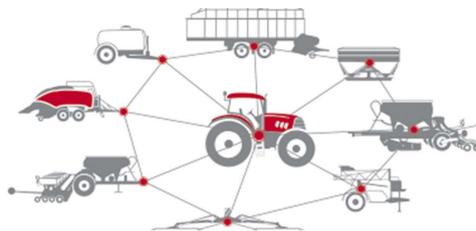
- Utilizzo di unità di controllo automatica (Tractor-ECU) e di un modulo di controllo per la macchina operatrice (Implement-ECU).
- Trasmissione dei dati all'interno della cabina.
- Interfaccia standard con un connettore universale.
- Diagnostica per mezzo di analisi dei vari sensori.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

OPERATRICI A FUNZIONAMENTO VARIABILE E/O AUTONOMO



Dott. Mirko Ciucci



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

IL FARM CLOUD



Per ovviare a difficoltà professionali, organizzative nel gestire sistemi hardware e software, interviene il *cloud*, composto da tre attori:

1. Il fornitore di servizi (cloud provider);
2. Il cliente amministratore (administrator) che configura il servizio e ne regola i diritti di accesso;
3. Il cliente finale (user).



Dott. Mirko Ciucci



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Sensori:

Si caratterizzano per:

- **Campo di misura**, intervallo di valori della grandezza misurata.
- **Accuratezza**, errore massimo fra il valore misurato e il valore vero;
- **Risoluzione**, minima variazione della grandezza misurata che genera un cambiamento di segnale.



Ci sono diversi tipi di sensori:

- Sensori di posizione resistivi;
- Sensori Hall;
- Sensori ad induzione;
- Sensore piezoelettrico;
- Sensori di forza;
- Sensori di temperatura;
- Sensori massici.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



L'utilizzo di un sistema di sensori offre l'opportunità di automatizzare la raccolta dei campioni sul suolo e sulle colture ad un maggiore livello d'intensità.

Sensori remoti

Con l'ausilio dei dati forniti dai sistemi di telerilevamento satellitare, dalle immagini di foto aeree e dalle avanzate tecniche elettroniche di monitoraggio si possono automaticamente monitorare le colture e le condizioni del suolo nello spazio e nel tempo.

Sensori del suolo

- Contenuto di sostanza- organica
sensori ottici
- Contenuto idrico- raggi IR o microonde
- Proprietà fisiche- penetrometri e sensori ad induzione elettromagnetica

Sensori della pianta

- Livello nutritivo- sensori ad ind. elettromagnetica ed all'IR
- Stato della coltura-riflettanza, radiometri, analizzatori d'immagine IR
- Infestanti- sensori di riflessione della luce visibile o all'IR, analisi d'immagine.



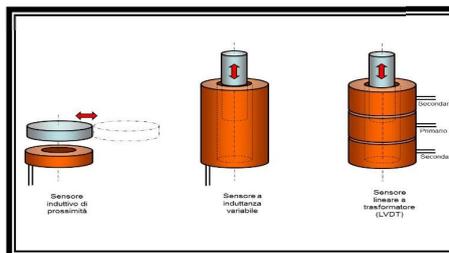
Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Sensori di posizione

Usati per misurare la posizione di determinati componenti degli apparati meccanici, si dividono in:

- ❖ Sensori di posizione resistivi;
- ❖ Sensori hall;
- ❖ Sensori a induzione.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Sensori di velocità

Sono usati anche per la gestione di altri parametri importanti come per es. la gestione dello slittamento delle ruote motrici o la regolazione della dose di fertilizzante o fitosanitario distribuita.



Calcolano la reale velocità di avanzamento della macchina, permettendo così di calcolare la capacità operativa della stessa.

Si dividono in:

- Sensori radar doppler
- Sensori a induzione



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Sensori di portata

Misuratori di portata dei fluidi

Sensori a turbina

Regolazione dei getti nelle macchine irroratrici e nei sistemi di irrigazione



Misuratori di portata massica

Sensori piezoelettrici, celle di carico con estensimetri

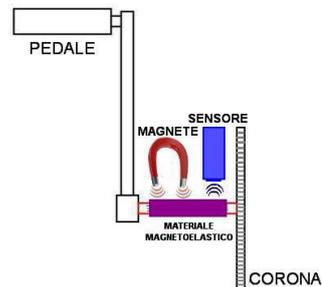
Misura della portata di granella, trinciato, ecc..



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



I **sensori di forza** vengono applicati nei punti di collegamento tra organi meccanici, al fine di gestire convenientemente lo sforzo applicato, e in tramogge per misurare il peso del prodotto contenuto (fertilizzante, granella, mangime ecc.).



I **sensori magnetoelastici** vengono invece applicati per rilevare gli sforzi di trazione (ad esempio sull'attacco a tre punti della trattrice o sulla barra di carico dei carri)



Sensori di temperatura

La temperatura riveste una particolare importanza dato che da essa dipende il buon funzionamento e il grado di usura dei dispositivi, così come la salvaguardia della qualità delle produzioni.

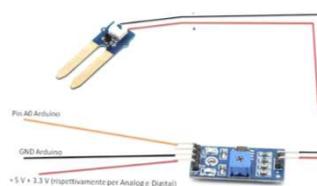
I principali sensori di temperatura sono:

- ❖ Termo-resistenze o RTD
- ❖ Termistori
- ❖ Termocoppie

Sensori di umidità

I sensori di umidità, infine, vengono applicati nelle macchine da raccolta per misurare il contenuto in acqua dei foraggi, della granella o altri prodotti.

I sistemi più diffusi misurano le proprietà dielettriche del prodotto, fortemente correlate alla sua umidità



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Agricoltura di precisione

SISTEMI DI TELEMETRIA

Dott. Gabriele Medori



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

COS'È LA TELEMETRIA?

Insieme di metodi di osservazione aventi lo scopo di fornire la posizione di un oggetto e di misurare/gestire un fenomeno che avviene a distanza dal luogo di osservazione.



È una tecnica recente?



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

NO!

La telemetria trova la sua massima espressione nella F1, settore dove viene applicata già da oltre trent'anni.

Nel 2000 si inventa addirittura la telemetria bidirezionale, gli ingegneri potevano cioè intervenire direttamente dai box sui settaggi della vettura.



Nel 2003 viene però proibita la telemetria bidirezionale.

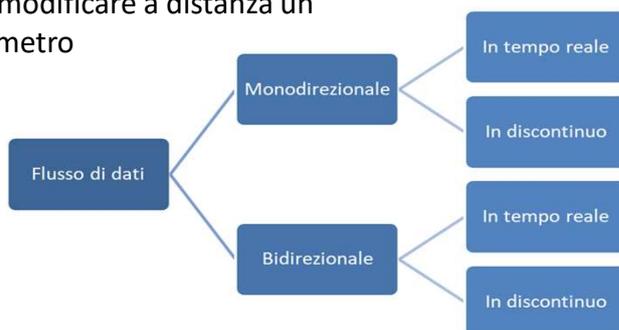
Ogni veicolo da corsa è monitorato in ogni suo punto istante per istante.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

- **Monodirezionale:** si ha un flusso di dati in un'unica direzione, questi sistemi servono per il rilevamento dei dati
- **Bidirezionale:** si ha un flusso dei dati in entrambe le direzioni, con questi sistemi si può misurare e modificare a distanza un determinato parametro



Una serie di sensori alloggiati sulle macchine misurano centinaia di parametri fisici in tempo reale. I dati vengono raccolti da un registratore e poi inviati all'osservatore tramite segnale radio



Il flusso di dati in F1 avviene:

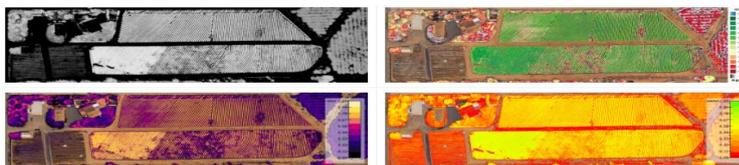
- **Via cavo**
- **Tramite rete Ethernet e interfaccia ATLAS (Advanced telemetry linked acquisition system) – ma salvando i dati**



ESEMPI PRATICI IN AGRICOLTURA

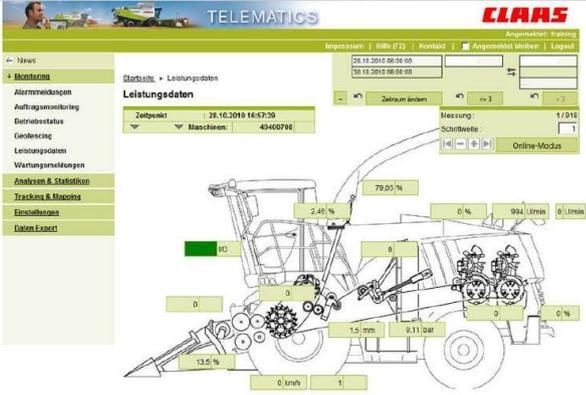


Con i droni durante le fasi di volo, grazie al software fornito in dotazione è possibile generare una mappa molto accurata di tutta la zona coltivata, creando così le mappe di vigore vegetativo. Più voli si fanno, maggiore sarà il dettaglio che potremmo ottenere nelle differenti fasi della maturazione e sviluppo delle piante



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali



Si può controllare:

- lo stato di manutenzione del trattore
- la posizione del trattore
- i parametri operativi della macchina
- I consumi, ecc..

Diversi costruttori hanno messo appunto sistemi di telemetri, come ad esempio JDLinks da John Deere o Class Telematics da Claas per consentire di analizzare direttamente dal proprio PC i segnali provenienti dalle varie centraline del trattore





Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

 Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

CLAAS

Claas telematics: sistema di telemetria introdotto dalla Claas nel 2008. Il sistema memorizza tutti i dati letti dai sensori installati nella macchina e li invia tramite connessione internet mobile a un server permettendo all'operatore di analizzare la produttività della sua flotta aziendale su internet



Fendt ad Agritechnica 2011 ha presentato il Fendt GuideConnect. Con tale sistema un operatore può guidare due trattori contemporaneamente stando alla guida in uno dei due. Questo è possibile grazie al CanBus che collega la centralina ai diversi sensori ed attuatori presenti nel trattore.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Machine Sync: consente la condivisione delle mappe di copertura e delle traiettorie di guida tra macchine operanti nello stesso campo. Tutto ciò è possibile tramite l'unità Machine Communication Radio di John Deere o il gateway telematico modulare (MTG) di JDLink.



In questo modo tutti coloro che lavorano nel campo possono individuare facilmente le aree già completate, mentre il controllo della sezione **evita automaticamente la doppia applicazione nelle fasi di irrorazione, fertilizzazione o semina.** Le traiettorie di guida condivise assicurano che i **passaggi di tutti i veicoli coincidano perfettamente**

Il dispositivo mobile è estremamente importante, poiché consente al gestore di accedere e godere di tutte le risorse del sistema ovunque si trovi, senza bisogno di un computer.



Il sistema **AgCommand** è un pioniere nel monitoraggio delle macchine agricole a distanza e utilizza il concetto di telemetria (trasmissione automatica dei dati tramite segnale GPRS - segnale cellulare)

AgCommand consente di monitorare dall'ufficio tutto il lavoro svolto dall'apparecchiatura sul campo.



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Possibili evoluzioni:

- Controllo a distanza
- Manutenzione e prevenzione rotture
- Risparmio carburanti
- Prevenzione furti
- Mappatura real time delle produzioni
- Applicazioni alla sicurezza sul lavoro
- Sensori Man down per la sicurezza dell'utente



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Strumenti disponibili a livello nazionale e regionale

Priorità della Politica Agricola Comune (PAC) 2014-2020 con la finalità di garantire la sicurezza alimentare, mitigare i cambiamenti climatici e ridurre l'impatto dell'agricoltura sull'ambiente

Anche il programma Horizon 2020 prevede un budget di 4,6 miliardi dedicato ai temi agricoli.



Programmi di sviluppo rurale di 13 regioni italiane: previste strategie di intervento che aprono ampi spazi di attuazione e diffusione dei metodi di gestione agronomica e degli approcci decisionali dell'Agricoltura di Precisione.

Agricoltura di precisione

VANTAGGI

L'agricoltura si trova sempre più ad affrontare degli scenari economici, sociali e ambientali in rapida evoluzione che la obbligano a individuare innovazioni tecnologiche atte a:

- mettere a punto sistemi colturali a basso impatto ambientale e a costo ridotto, attraverso l'impiego di strumenti per il controllo automatico della distribuzione di tutti i fattori di produzione a logorio totale, con particolare riguardo ai potenziali inquinanti (fertilizzanti e fitosanitari);
- attuare, da parte della direzione dell'impresa agricola, forme di gestione proattiva dei processi, con conseguenti incremento della produttività del lavoro e riduzione dei costi di produzione;



UNIVERSITÀ
TUSCIA

Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dafne Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali



L'agricoltura di precisione introduce nelle pratiche di lavoro le forme di monitoraggio e controllo che principalmente alleggeriscono le attività dell'uomo non in termini fisici, ma in termini di lavoro. Basti pensare ad esempio alla guida di un trattore effettuata in modo manuale oppure attraverso sistemi di guida

L'affaticamento mentale viene diminuito dall'uso della tecnologia.

UNIVERSITÀ
TUSCIA

Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola

Dafne Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

Ma quali sono i vantaggi di queste tecniche?



- Ottimizzazione degli input utilizzati come fitofarmaci e fertilizzanti con conseguente miglioramento dell'acqua e dell'aria

- Riduzione dei volumi di acqua irrigua utilizzata



- Impiego razionale dei fattori decisionali, agevolando gli operatori e riducendo la stanchezza fisica, i tempi di esecuzione dei lavori, i task ripetitivi e l'intensità, annullando errori e massimizzando il profitto (es. guida automatica)

- Distribuzione controllata in base al reale fabbisogno della coltura (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci)



- Impiego di sensori per il monitoraggio in tempo reale dello stato di salute delle colture, controllo dell'insorgenza di fitopatogeni o condizioni ambientali



- Riduzione della pressione esercitata dai sistemi agricoli sull'ambiente

- Efficienza operativa: maggior numero di operazioni colturali possibili (o superfici lavorate) per unità di tempo

- Tracciabilità avanzata (Infotrac) dalla produzione al consumo/vendita



- Storizzazione e creazione di banche dati online (cloud computing) per lo sviluppo di Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD) ed una consultazione facilitata



- Riduzione infiltrazioni sostanze chimiche nelle falde acquifere (N lisciviato può essere ridotto fino al 75%)



- Ottimizzazione delle richieste energetiche necessarie
- Ottimizzazione logistica delle operazioni di pre- e post-raccolta nonché razionalizzazione dei dati per la ettarocoltura



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Principali vantaggi:

Aumento della velocità di lavorazione grazie alle tecnologie di guida assistita

Minor sovrapposizioni trasversali del veicolo durante le fasi di lavorazione grazie ai sistemi di guida automatica

Miglior controllo del dosaggio di concimi, sementi, ecc.. grazie ai sensori prossimali e alle mappe di prescrizione



Miglior comunicazione di dati tra il trattore e le macchine operatrici grazie alle tecnologie ISO-Bus

Riduzione del compattamento del suolo fino a valori dell'85% grazie al Traffico controllato che riduce il passaggio delle macchine sugli appezzamenti

Migliore gestione delle colture grazie alle tecnologie che permettono di mappare le produzioni e quindi ottimizzare i processi produttivi



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola





AGRICOLTURA DI PRECISIONE



	Agricoltura conservativa	Agricoltura di precisione
Economici		
Riduzione dei consumi di gasolio	X	
Efficienza dei fattori produttivi		X
Aumento delle produzioni		X
Aumento della redditività	X	X
Miglioramento della qualità e sanità delle produzioni		X
Ambientali		
Aumento della sostanza organica	X	
Riduzione dei fenomeni erosivi	X	
Qualità delle acque superficiali e profonde	X	X
Riduzione dei gas serra	X	X
Mitigazione climatica	X	X
Aumento dell'efficienza dell'acqua	X	X
Gestionali		
Riduzione manodopera	X	
Miglior gestione dei mezzi	X	X
Riduzione delle potenze	X	X



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



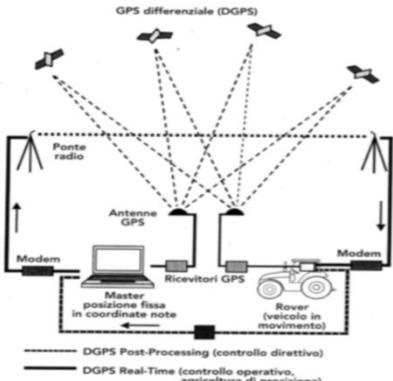
Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

L'adozione di tecniche di AP su macchine motrici ed operatrici consente un automazione delle **attività di controllo operativo in campo**

EFFICIENTAMENTO



Cantiere evoluto Guida assistita



Intervenendo sia sull'**ambito decisionale operativo** (distribuzione dei fattori secondo logiche specifiche, guida assistita o automatica) che sull'**ambito decisionale direttivo** (organizzazione del lavoro e modalità di svolgimento delle operazioni)



Prof. D. Monarca, monarca@unitus.it - Corso di Meccanizzazione agricola



Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali

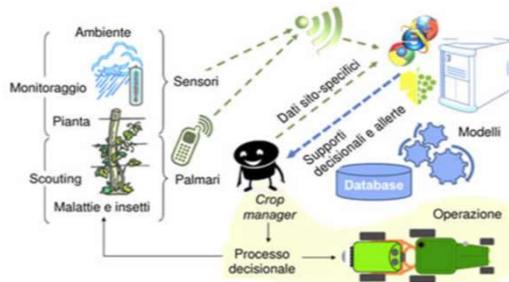
Sistemi di supporto delle decisioni

I DSS (Decision Support System – sistema di supporto alle decisioni) raccolgono, organizzano, interpretano e integrano in modo automatico le informazioni necessarie per consigliare le azioni più appropriate a dare risposta alle più diverse esigenze colturali.

- Minore apporto di prodotti chimici
- Minor consumo delle risorse naturali
- Elevati standard produttivi sia in termini qualitativi che quantitativi
- Incremento dei bilanci economici delle aziende agricole



Il servizio è stato progettato in modo tale che le informazioni relative alla coltura ed all'ambiente giungano al DSS attraverso un flusso continuo alimentato da sensori agrometeorologici automatici e da attività di analisi e monitoraggio.



Caso pratico:

granoduro.net® è un servizio web interattivo che fornisce supporti decisionali dalla semina alla raccolta per la coltivazione di varietà di frumento duro di alta qualità riferiti alle condizioni agronomiche ed ambientali di ogni singolo appezzamento.

Tali informazioni vanno ad implementare basi di dati che costituiscono il punto di partenza di un processo che, attraverso l'uso di strumenti avanzati di calcolo, di una base di conoscenze e di sistemi di interpretazione, porta alla formulazione di supporti decisionali.