

● UN SUPPORTO PER AUMENTARE L'EFFICIENZA DELL'AZIENDA AGRICOLA

DSS, sistemi fondamentali per l'agricoltura di precisione

di P. D'Antonio, C. Fiorentino,
M. Massari, F. Modugno

Con l'avvento dell'elettronica, la produttività nei vari settori ha visto una crescita esponenziale negli ultimi decenni. Lo sviluppo del calcolo digitale, ha permesso di rendere più veloci tutti i processi che necessitavano di elaborazioni di dati molto complesse.

Quando ai computer è stata data la possibilità di comunicare tra loro, scambiando dati ad alta velocità, tutti questi processi hanno acquisito ancor maggior efficienza e versatilità.

L'agricoltura moderna utilizza ormai sensori e attuatori come elementi fondanti del rilievo e della gestione dei processi colturali.

La possibilità di quantificare in modo preciso i fattori disponibili e interporli ha radicalmente cambiato l'agricoltura in meglio. **La presenza delle risorse naturali e la messa in atto di assistenza tecnica sono diventate interamente complementari, giovando alla sostenibilità dell'intero meccanismo produttivo.** Sostenibilità che va intesa non solamente dal punto di vista ambientale, ma anche da quello economico e sociale. Ogni produzione deve essere sufficientemente competitiva sul mercato in termini di quantità e soprattutto di qualità del prodotto.

Quando si parla di agricoltura e biodiversità in Europa non si può prescindere da una serie di problematiche correlate alle pratiche intensive. Il cambiamento climatico è una realtà cruciale che non può e non deve essere ignorato. I consumatori chiedono cibo più sano a un prezzo non necessariamente alto. Gli agricoltori, invece, vogliono aumentare la produttività delle loro aziende agricole senza rinunciare al rispetto dell'ambiente e delle politiche ambientali. Questo obiettivo potrebbe essere raggiunto approssimando il problema scientificamente e selezionando le specifiche pratiche conservative adatte a ciascuna area geografica. **Gli agricoltori hanno bisogno di ottenere tutte le informazioni e**

I DSS (sistemi di supporto alle decisioni) supportano imprenditori agricoli e tecnici nelle scelte decisionali nei settori della difesa fitosanitaria, della concimazione e dell'irrigazione. Grazie al contenimento degli interventi, riducono i costi di produzione e l'impatto ambientali del processo produttivo, incrementando efficienza e produttività



il supporto per migliorare la produttività minimizzando la spesa allocando le risorse nel modo migliore possibile.

Un concetto legato a questo ambito è quello dell'**agricoltura di precisione definita come un modo per «fare la cosa giusta nel posto giusto al momento giusto».**

Agricoltura di precisione e gestione dei dati

Nella sua forma più completa, l'agricoltura di precisione prevede il controllo e la gestione della variabilità territoriale dell'ambiente produttivo secondo approcci sito-specifici. Un tale approccio mira a ottimizzare una funzione obiettivo che dovrà sicuramente minimizzare variabili di stato quali l'utilizzo di acqua, l'impiego di fertilizzanti (e quindi costi), il tempo di lavoro, le combinazioni sinergiche, le lavorazioni.

Pertanto, si rende necessario disporre sia di un sistema operativo di monitoraggio e analisi della variabilità spazio-temporale del campo in grado di acquisire i dati e gestire le fasi di intervento, sia di un sistema informazionale in grado di archiviare dati storici secondo coerenti forme di aggregazione e di coadiuvare i decisori finali nelle fasi di analisi, fino ad automatizzare e razionalizzare le dosi di distribuzione definendo delle mappe di prescrizione.

In merito a quest'ultimo aspetto, allo scopo di assistere imprenditori e tecnici nelle scelte strategiche e limitare l'incertezza dei risultati produttivi, sono stati **realizzati dei sistemi di supporto alle decisioni, che, tramite l'impiego di modelli previsionali, permettono di aumentare il livello di efficienza dell'analisi dei dati.**

I sistemi di supporto alle decisioni (DSS)

I sistemi di supporto alle decisioni (decision support system - DSS) aziendali sono strumenti che raccolgono, organizzano, interpretano ed elaborano una serie di dati, il tutto in maniera informatica, poi impiegati nella gestione di una determinata situazione, facendo attenzione all'aspetto sostenibile della soluzione adoperata (Neetra, 2021).

Possono quindi essere definiti come dei sistemi di supporto computerizzati che si occupano di problemi semi-strutturati, finalizzati all'aumento della qualità delle decisioni. Essi sono stati sviluppati allo scopo di assistere l'utilizzatore finale (imprenditori e tec-

nic) nelle scelte decisionali strategiche, combinando informazioni contenute nel sistema con quelle di base fornite dall'utente. Si tratta quindi di strumenti interattivi e flessibili, di facile utilizzo, impiegati per una più efficiente gestione dei dati e nell'utilizzo di modelli sia quantitativi sia statistici.

I DSS trovano applicazione in diversi settori, riscontrando sempre maggior successo nel comparto agricolo. In quest'ambito, essi vengono impiegati nella conduzione delle colture **assistendo l'imprenditore in scelte strategiche dei vari interventi agronomici, quali concimazione, irrigazione, trattamenti fitosanitari, permettendo di raggiungere gli obiettivi di razionalizzazione e ottimizzazione delle risorse e dei fattori produttivi previsti dall'agricoltura di precisione.**

Sulla base dei risultati ottenuti e delle loro potenzialità, costituiscono in questo comparto un settore in forte crescita negli ultimi anni, permettendo il conseguimento dei seguenti vantaggi:

- costituiscono un valido supporto per l'agricoltore o il tecnico nel monitoraggio di tutte le variabili necessarie a vagliare le decisioni;
- forniscono previsioni a breve o lungo termine;
- offrono la possibilità di una gestione remota;
- immagazzinano tutte le informazioni creando un database estremamente ricco.

Tipologie di DSS e principali componenti

Tra le varie tipologie dei sistemi sviluppati, ne esistono due ampiamente utilizzati:

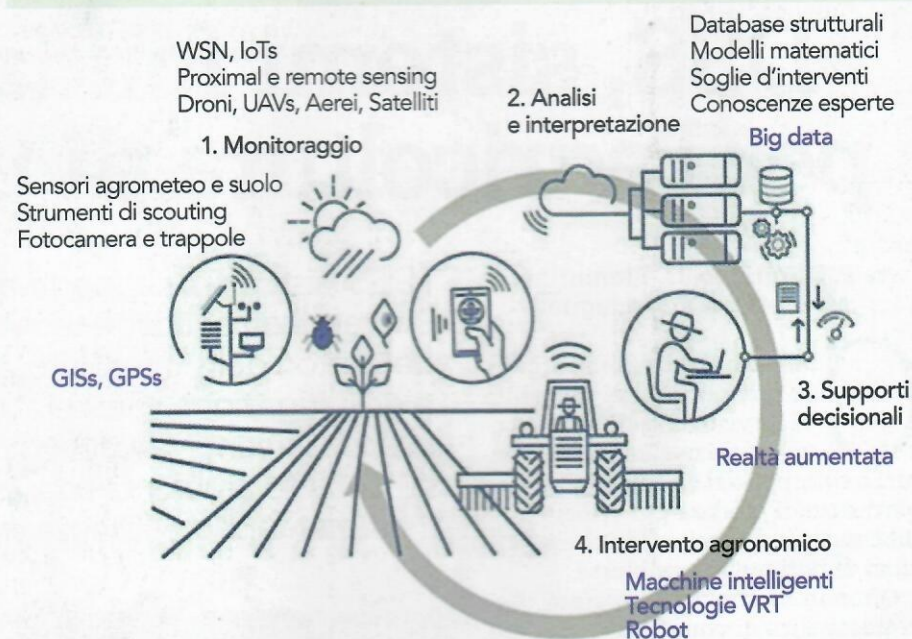
- modelli previsionali per le malattie e le patologie delle piante;
- modelli basati su telerilevamento prossimo e remoto.

Essi permettono il conseguimento di diversi obiettivi, tra cui l'aumento della produttività, la maggiore efficienza dell'uso delle risorse e la maggiore sostenibilità degli interventi attraverso azioni mirate e modulate.

Le principali componenti di un sistema di supporto alle decisioni sono:

- **base di dati:** contiene dati e informazioni che, direttamente o indirettamente, interessano l'utente;
- **base di modelli:** contiene i modelli, ovvero le procedure, che consentono di risolvere il problema dell'utente, elaborando le informazioni fornite dallo

FIGURA 1 - Schema di come funziona il DSS vite.net



stesso o estratti dalla base di dati;

- **sistema software:** contiene i programmi per la gestione e l'archiviazione di dati, modelli e interfaccia utente.

Esempi di DSS disponibili sul mercato

Tanti oggi sono i DSS sviluppati e che operano da numerosi anni. Di seguito riportiamo alcuni esempi.

vite.net. Il DSS vite.net è un sistema di supporto alle decisioni per la viticoltura sostenibile (figura 1), prodotto e distribuito da Horta srl, spin off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza. Il sistema è usato anche da tecnici di consorzi o cooperative vitivinicole, da consulenti privati e da alcuni servizi fitosanitari.

Il DSS è programmato per trasformare i fenomeni biologici altamente complessi di un vigneto, in dati e informazioni facilmente intellegibili dal viticoltore. Si parte generalmente da modelli scientifici e probabilistici, sperimentati nelle università, i quali permettono un'interpretazione della situazione precisa e con un alto grado di affidabilità. vite.net offre una vasta scelta di servizi al viticoltore, il quale è supportato a tuttotondo nelle operazioni quotidiane, quali ad esempio:

- monitoraggio delle colture;
- analisi dei dati di monitoraggio;
- decisione circa le operazioni da implementare;

- corretta esecuzione degli interventi fitosanitari.

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

La peculiarità di questo DSS sta nell'essere user friendly. Costi contenuti e interfaccia grafica semplice e intuitiva, rendono questo sistema di supporto alla portata di tutti. A ciò si aggiunge anche la progressiva standardizzazione dei protocolli di comunicazione dei veicoli agricoli e delle loro macchine.

Il DSS granoduro.net oltre a essere alimentato da dati colturali modelli probabilistici inerenti alle colture scelte, utilizza un flusso di informazioni provenienti da stazioni agrometeorologiche limitrofe, che acquisiscono in modo indipendente e automatizzato i dati necessari alle decisioni da intraprendere. I supporti forniti da granoduro.net non sostituiscono chi è deputato a prendere le decisioni, ma entrano a far parte del suo processo decisionale fornendo un patrimonio di informazioni difficilmente reperibili in altro modo. Inevitabilmente ogni operazione effettuata, e quindi ogni decisione intrapresa, provoca una modificazione nello stato della coltura. Di conseguenza è indispensabile un monitoraggio ci-

clico ripetuto per raccogliere dati sempre aggiornati per le future decisioni.

Elaisian. Tra i vari DSS attualmente in commercio, rientrano, per il comparto agricolo, quello sviluppato da Elaisian, a supporto della gestione di oliveti, vigneti e frutteti. Questo DSS rappresenta un sistema di agricoltura di precisione in grado di prevenire le malattie di oliveti e vigneti: sfrutta le informazioni raccolte da una stazione agrometeorologica, posizionata all'interno del campo per monitorare il microclima, combinate a dati storici e immagini satellitari.

Si tratta di un servizio di data analysis, ovvero di elaborazione dati, che si avvale dell'Internet of things, vale a dire strutture e meccanismi connessi per la gestione dei dati. Dalla loro successiva analisi, il software individua con precisione il momento ottimale consigliato per contrastare le patologie e per realizzare l'ordinaria coltivazione.

All'utilizzatore finale viene fornita, attraverso una web app, l'informazione semplificata: vengono generati degli «alert» e dei «report» per la prevenzione delle patologie, riducendo così il numero dei trattamenti necessari e, di conseguenza, i costi di produzione. Tutti i processi hanno origine da complessi algoritmi, sviluppati da un team di agronomi, che vengono calibrati grazie alla continua collaborazione con gli agricoltori stessi e incrociati con i dati raccolti.

In merito alle immagini satellitari, queste vengono acquisite dalla piattaforma Copernicus gestita dall'ESA (Agenzia spaziale europea), per poi essere elaborate allo scopo di estrapolare importanti indici di vegetazione, ovvero l'NDVI (Normalized difference vegetative Index) e l'NDRE (Normalized difference red-edge), e un indice idrico NDWI (Normalized difference water index).

AgriFert. Digimat di Matera ha sviluppato il sistema AgriFert che fornisce mappe di prescrizione per la fertilizzazione a rateo variabile. Il sistema è di facile utilizzo e progettato per supportare gli agricoltori nella gestione agronomica dei campi cerealicoli al fine di ottimizzare la resa mediante un uso del fertilizzante opportunamente dosato a seconda del fabbisogno e delle potenzialità produttive della pianta. Questo

TABELLA 1 - Risparmio economico ottenuto con l'utilizzo del DSS su vite

	Costi (euro/ha)		
	agro-farmaci	lavoro	totale
Calendario con impiego dei DSS	156	314	470
Calendario tradizionale	229	500	729
Differenza (euro/ha)	-73	-186	-259
Differenza (%)	-31	-37	-35

approccio consente di minimizzare i costi del fertilizzante e ridurre l'impatto ambientale.

Elemento innovativo introdotto da Agrifert sono le mappe di prescrizione che vengono prodotte a partire da dati remoti raccolti da differenti database (immagini satellitari, dati meteo, topografia, mappe pedologiche, ecc.). Le mappe di prescrizione sono state validate in contesti pedoclimatici differenti utilizzando le mappe di resa acquisite in campo alla raccolta.

Castadiva. I DSS sono uno strumento importante anche per la gestione forestale. Il DSS Castadiva infatti costituisce la piattaforma di supporto per l'orientamento dei tecnici assestatori nella stima sintetica di masse e incrementi di popolamento nella Nuova pianificazione forestale aziendale trentina (NPFAT). Si tratta quindi di uno strumento informatico in grado di fornire stime di masse e incrementi (seppur con minore affidabilità del risultato) anche qualora il tecnico fornisca solo indicazioni e valutazioni di larga massima sul tipo di popolamento (tipologia forestale, classe dimensionale di appartenenza dei soggetti arborei più ricorrenti, classe di consistenza o dotazione provvisoria su base grossolanamente ordinale).

Al suo interno sono stati implementati tutti i modelli dendrometrici individuali e per collettivi realizzati per la NPFAT, portando alla ridefinizione dell'impianto di strumenti dendrometrici (tariffe) propri della pregressa pianificazione e a nuovi criteri e metodologie per l'esecuzione dell'inventario forestale.

Corretto impiego dei DSS

Le soluzioni proposte, sulla base di pratiche di prevenzione e ottimizzazione, permettono un contenimen-

to degli interventi grazie ai modelli previsionali e all'apporto controllato di prodotti e volumi irrigui, riducendo così i costi di produzione e gli impatti ambientali del processo produttivo e incrementando l'efficienza e la produttività.

Oggi l'utilizzo dei DSS assume un ruolo ormai ordinario nell'ambito della difesa, laddove in condizioni ambientali particolari e difficili e in colture ad alto reddito, il suo impiego è garanzia di salvaguardia delle produzioni e sostenibilità degli interventi.

È evidente che il costo dell'utilizzo di un DSS è molto variabile, ma mediamente consente risparmi rispetto a una programmazione con sistemi tradizionali, che si attesta intorno al 30-35% sia in termini di prodotti fitosanitari che di lavoro (tabella 1).

È fondamentale inoltre considerare che per la gestione di questa mole di dati del sistema di monitoraggio e predittivo, si rende necessaria la disponibilità di sistemi efficienti di trasmissione dati quali la rete di ultima generazione 5G.

La connessione di quinta generazione è una connessione in grado di massimizzare l'esperienza dell'utente, garantire elevate prestazioni, fornire servizi avanzati e i diversi modelli di business.

La rete mobile di nuova generazione, definita «5G», è caratterizzata da:

- latenza ridotta: per poter fruire di tutte quelle applicazioni che richiedono interazioni con l'utente in tempo reale;
- una banda estremamente larga («elevato Data Rate»): per vedere film in 4K, utilizzare contenuti 3D, ecc.;
- ridotto consumo energetico: applicando complicati algoritmi capaci di sospendere l'attività dei vari apparecchi quando risultano inutilizzati;
- disponibilità di alta scalabilità: per poter coordinare migliaia di dispositivi in remoto al fine di realizzare l'IoT (Internet of Thing).

Paola D'Antonio, Michele Massari
Università degli studi della Basilicata
Costanza Fiorentino
Digimat spa