

I vantaggi di integrare i DSS a mappe di prescrizione e rateo variabile

di Vittorio Rossi* e Sara Legler**



DSS, il volto utile dell'evoluzione digitale

Così i sistemi di supporto alle decisioni consentono concreti vantaggi tecnici, economici e ambientali

Numerose sono le nuove tecnologie per uso agricolo al cui sviluppo si è assistito negli ultimi decenni (Fig.1). Tre queste, i sistemi di posizionamento a basso costo, come il **Global Navigation Satellite System** (GNSS); la determinazione dell'indice della biomassa prossimale e dell'indice fogliare da sensori montati a bordo di macchine agricole; i sensori geofisici per misurare le proprietà del suolo; il telerilevamento a basso costo; le tecniche e i dispositivi affidabili per archiviare, elaborare e scambiare / condividere informazioni. In combinazione, queste nuove tecnologie producono una grande quantità d'informazioni a un costo accessibile e ad alta risoluzione e hanno portato allo sviluppo di una gestione agricola su scala fine o sito-specifica, definita come agricoltura di precisione o **Precision Agriculture** (PA).

Dalle definizioni alla pratica

Sebbene esistano definizioni più complesse, l'agricoltura di precisione può essere definita come un modo per "fare la cosa giusta nel posto giusto al momento giusto". Questa

definizione, nella sua semplicità, racchiude le due dimensioni della PA: lo spazio ("nel posto giusto") e il tempo ("al momento giusto"), come pure il concetto cardine, ossia "fare la cosa giusta", dove per "cosa giusta" s'intende un qualsiasi intervento agronomico, dalla semina alla fertilizzazione, dall'irrigazione alla raccolta, passando ovviamente per la protezione della coltura.

Le linee guida del Mipaaf per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione in Italia (pubblicate nel 2017), descrivono la PA come «una gestione aziendale (agricola, ma anche forestale e zootecnica) basata sull'osservazione, la misura e la risposta dell'insieme di variabili quanti-qualitative inter ed intra-campo che intervengono nell'ordinamento produttivo. Ciò al fine di definire, dopo analisi dei dati sito-specifici, un sistema di supporto decisionale per l'intera gestione aziendale, con l'obiettivo di ottimizzare i rendimenti nell'ottica di una sostenibilità avanzata di tipo climatico e ambientale, economico, produttivo e sociale».

Nel settore viticolo esistono già dei sistemi

di supporto decisionale (con acronimo DSS, dall'inglese **Decision Support System**) che consentono di gestire i vigneti in modo sostenibile. Fra questi DSS, il sistema vite.net è quello che, al momento, meglio risponde al profilo definito nelle linee guida del Mipaaf. Quest'articolo fa il punto su come le tecnologie proprie della PA si possano integrare in un DSS come vite.net, e quali vantaggi ne possano derivare per l'utente finale, il viticoltore o il tecnico.

La cosa giusta, in 4 step

Il DSS vite.net segue il percorso logico della Produzione Integrata e dell'IPM (Integrated Pest Management), così come concepiti fin dalla loro nascita e poi delineati, per quanto attiene l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, nella Dir. 128/2009/EC e nel PAN (Piano d'Azione Nazionale). Questo percorso si articola in quattro fasi principali: 1) monitoraggio delle colture; 2) analisi dei dati di monitoraggio; 3) decisione circa le operazioni da implementare; 4) corretta esecuzione degli interventi (Fig. 2). Si tratta delle stesse linee ti-

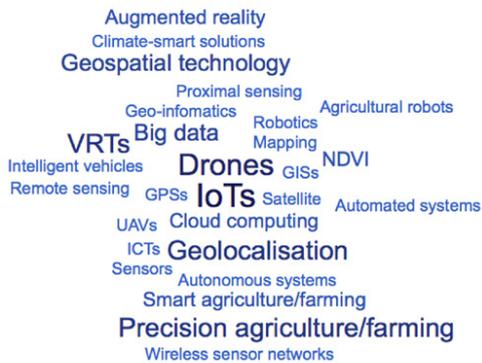


Fig. 1 - Le nuove tecnologie legate all'agricoltura di precisione

piche della PA, come estrapolabile dalle linee guida del Mipaaf: **1) osservazione e misura;** **2) analisi dei dati;** **3) supporto alle decisioni;** **4) intervento agronomico.** Possiamo dire che la Produzione Integrata ha anticipato e inglobato i concetti della PA. Pertanto i DSS per la Produzione Integrata possono essere la base di partenza per sistemi di supporto più specificatamente indirizzati alla PA.

1. Osservazione e misura. Allo stato attuale, il DSS vite.net consente di definire le Unità Produttive (UP) che, nel loro insieme, costituiscono l'azienda viticola. Le UP sono, di fatto, delle unità decisionali, ossia vigneti o porzioni di vigneto che vengono gestite in modo uniforme nel corso della stagione. La definizione delle UP è lasciata all'utilizzatore, ossia alla

singola azienda, perché tiene necessariamente conto dell'organizzazione aziendale e della possibilità di una gestione differenziata (per esempio, una diversa tempistica dei trattamenti fitosanitari) fra un vigneto e l'altro o all'interno dello stesso vigneto (per esempio una distribuzione a rateo variabile dei fertilizzanti). A oggi il DSS consente di definire le UP attraverso una semplice maschera d'inserimento dati e un sistema di geolocalizzazione (che consente anche la tracciatura di confini su una mappa). L'integrazione del DSS con un sistema GIS (ossia con un **Geographic Information System** dotato di strumenti di analisi geospaziale) che possa definire vari livelli di uniformità dei vigneti sulla base di una serie di mappe tematiche (per esempio dell'orografia, delle caratteristiche del suolo, della fertilità, della produttività) permetterebbe di definire le UP in modo più preciso e, per certi versi, in maniera più automatizzata. Varie tecnologie tipiche della PA sono in grado di alimentare con dati georiferiti questo GIS dai satelliti, ai droni, agli UAV (dall'inglese **Unmanned Autonomous Vehicles**).

Una volta definite le UP, il DSS s'interfaccia con un sistema articolato di misura dell'ambiente vigneto, dove il termine "ambiente" include le caratteristiche fisiche del suolo (rilevate, per esempio, tramite sensori di temperatura e umidità), le condizioni meteorologiche (misurate da sensori di temperatura dell'aria, umidità relativa, precipitazioni, ecc.), lo stato delle piante (tramite sensori di temperatura delle foglie, fotocamere che lavorano nello spettro del visibile e/o dell'infrarosso, sensori di flusso linfatico, ecc.) e le

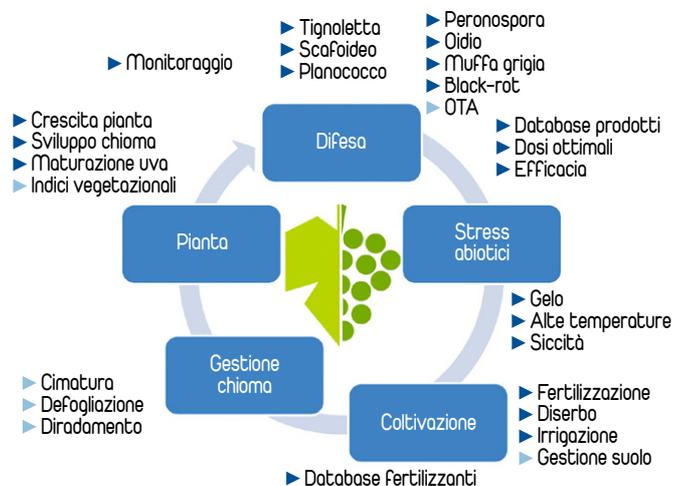
caratteristiche della produzione pendente (per esempio, il peso dei grappoli e il grado di maturazione delle uve). Un esempio di piattaforma integrata di sensori per il monitoraggio del vigneto è illustrato in Fig. 3, che rappresenta il sistema implementato a Res Uvae, azienda viticola dimostrativa sita a Castell'Arquato in provincia di Piacenza. Tutti questi sensori elettronici formano una rete wireless (più propriamente WSN, **Wireless Sensor Network**) e dialogano fra loro con sistemi IoT (**Internet of Things**). La rete alimenta, in modo asincrono, dei database remoti. Il DSS s'interfaccia anche con sistemi portatili e georiferiti (operativi su smartphone) per il monitoraggio dello stato delle piante e degli organismi dannosi; anche questi dati vanno ad alimentare specifici database remoti. Altri strumenti di misura possono essere interfacciati con il DSS e contribuire a un monitoraggio più ampio, preciso ed economico delle condizioni delle varie UP nel corso della stagione. È sufficiente pensare ai vari sistemi georiferiti di **remote sensing** (con sensori montati su satelliti, velivoli, UAV e droni) o di **proximal sensing** (con sensori installati su macchine operatrici o su robot).

2. Analisi e interpretazione dei dati. Le caratteristiche delle UP e i database alimentati dal monitoraggio sono successivamente analizzati dal DSS vite.net attraverso tecniche di modellistica avanzata (modelli di processo) e interpretate in modo automatico attraverso regole che incapsulano le conoscenze esperte (per questo vite.net può essere considerato un sistema esperto). L'analisi e

Il DSS vite.net in breve

Il DSS vite.net è un sistema di supporto alle decisioni per la viticoltura sostenibile, prodotto e distribuito da Horta s.r.l., uno spin off dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza; vite.net è stato introdotto nel 2011 ed è oggi usato da oltre 400 aziende vitivinicole dislocate sull'intero territorio italiano; vite.net è, sempre più, usato anche in altri Paesi europei. Fra cui Spagna, Portogallo, Grecia e Romania. Il sistema è usato anche da tecnici di consorzi o cooperative vitivinicole, da consulenti privati e da alcuni servizi fitosanitari. Il DSS ha la capacità di trasformare i com-

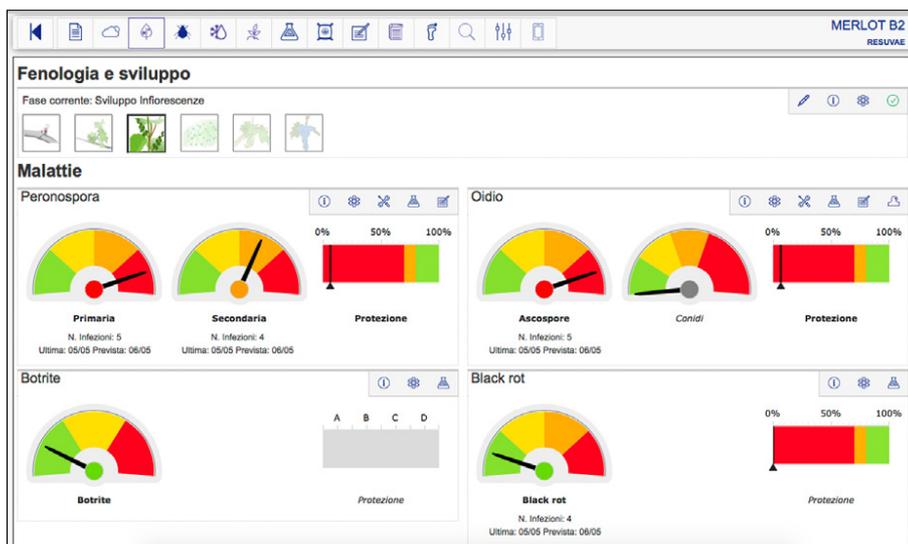
plexi fenomeni biologici che regolano le dinamiche del vigneto in informazioni semplici e facilmente fruibili dal viticoltore. È l'impiego di modelli meccanicistici originali - messi a punto in Università e testati nelle più diverse condizioni ambientali e culturali - che permette di interpretare i processi biologici con grande dettaglio e affidabilità. In questo modo, vite.net affianca giornalmente il viticoltore nella gestione dei vigneti a 360 gradi, come illustrato nello schema sottostante. A testimonianza della sua utilità, vite.net è stato consultato oltre 230 mila volte nel 2018.



LA POTENZA DEI BIG DATA

Con il potenziale aumento del volume dei dati di monitoraggio che fluiscono dal vigneto al DSS, della loro eterogeneità e della frequenza del flusso, il sistema di acquisizione e gestione dei dati dovrà essere potenziato. Le tecnologie big data possono aiutare a definire nuovi strumenti e metodologie per gestire e processare questi dati in un tempo ragionevole e, al contempo, ad aumentare la capacità di estrapolare, analizzare e mettere in relazione le informazioni allo scopo di scoprire legami tra fenomeni diversi e prevedere quelli futuri. Quest'approccio, che è di tipo empirico (ossia basato sui dati), può integrarsi con quello di processo (tipico dei modelli di vite.net), potenziandolo e rendendo gli output dei modelli ancor più aderenti alla realtà delle singole UP.

Fig. 4 - Schermata di vite.net. In evidenza gli indici sintetici per la gestione delle malattie. Il DSS permette anche di accedere a informazione più di dettaglio, cliccando con il mouse sulle icone.



sistemi di realtà aumentata. Quest'ultima è un insieme di strumenti per l'ampliamento della percezione umana mediante informazioni, in genere manipolate e convogliate elettronicamente tramite tablet o smartphone, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi.

4. Intervento agronomico. Allo stato attuale, il DSS permette all'utente di registrare gli interventi agronomici effettuati su una UP, attraverso una semplice maschera d'inserimento dati. Ciò consente al DSS di sapere che il sistema di riferimento (l'UP) si è modificato e di ricalibrare, di conseguenza, i supporti decisionali. Per esempio, il DSS consente d'inserire un trattamento fitosanitario (ora d'inizio e di fine della distribuzione, prodotto impiegato, dose) in modo da attivare un modello di dinamica nel tempo della protezione fornita dal trattamento stesso, che dipende - per un dato prodotto e dose - dalle condizioni ambientali e dalla crescita della pianta. Questa informazione, ovviamente, entra nel processo decisionale circa la difesa della coltura nei giorni seguenti.

Anche in questo caso, le nuove tecnologie possono semplificare e migliorare il dettaglio delle informazioni inserite nel DSS. Le macchine intelligenti possono, per esempio, inviare direttamente informazioni circa la quantità di fertilizzante o di prodotto fitosanitario distribuito, delle tempistiche di distribuzione e altro ancora mediante l'infrastruttura tecnologica Isobus. Tecnologie di riconoscimento delle immagini possono permettere d'inserire in modo automatico il prodotto utilizzato, attraverso una semplice fotografia della confezione, oppure i sistemi di ricono-

scimento vocale possono evitare di inputare le informazioni tramite tastiera.

Una visione globale della gestione aziendale

I DSS costituiscono già oggi uno strumento molto importante per la viticoltura di precisione, in grado di sfruttare tanto la variabilità fra ed entro stagioni quanto l'eterogeneità spaziale. Essendo alimentati da molteplici dati riguardanti l'ambiente vigneto, permettono di adattare gli interventi di difesa dagli organismi nocivi e dai fattori di stress abiotici, la fertilizzazione e fertirrigazione, l'irrigazione e la gestione del suolo alle mutevoli condizioni stagionali e sito-specifiche. Ciò comporta notevoli vantaggi dal punto di vista economico (per la riduzione dei costi e il miglioramento dell'efficacia degli interventi), sociale e ambientale dovuti alla riduzione degli input (acqua, fertilizzanti, prodotti fitosanitari, energie non rinnovabili, ecc.). Questi vantaggi sono stati chiaramente dimostrati e sono testimoniati dalla continua crescita del numero degli utenti dei DSS.

Le aziende viticole hanno iniziato, soprattutto in collina, a utilizzare sistemi di PA che fanno principalmente capo alle mappe di prescrizione basate su indici di vigore vegetativo e alla tecnologia VRT. Le mappe di vigore vengono usate per la concimazione differenziata di varie porzioni del vigneto, l'esecuzione dei trattamenti fitosanitari con irroratrici a rateo variabile, la gestione differenziata delle potature verdi e delle sfogliature in rapporto alla vigoria e alle esigenze microclimatiche (per esempio, per favorire la circolazione dell'aria nella zona dei grappoli per sfavorire lo sviluppo dei marciumi dei grappoli e/o migliorare i processi di maturazione dell'uva), la vendemmia selettiva. Questi approcci possono essere integrati nei DSS esistenti, con il vantaggio che il DSS può fornire, per le diverse zone, un consiglio derivante da sistemi avanzati di analisi e interpretazione dei dati. A oggi, infatti, le mappe di prescrizione sono definite con l'intervento "manuale" dell'agronomo, che stabilisce i livelli degli input da apportare alle diverse zone delle mappe di vigore, e non tramite algoritmi automatizzati. I vantaggi economici di questi interventi sono, in vari casi, ancora da dimostrare. Una valutazione basata sull'analisi di 234 studi pubblicati dal 1988 al 2005 ha dimostrato che la PA è risultata redditizia in una media del 68% dei casi. D'altronde, è stato dimostrato che l'irrorazione di prodotti fitosanitari basata su sensori montati sulla trattatrice e un sistema in grado di regolare la distribuzione da parte dell'irro-



Fig. 5 - Esempio di messaggi inviati, in automatico, dal DSS vite.net agli utenti

ratrice in base alla densità della vegetazione e delle caratteristiche della chioma permette di ridurre la quantità complessiva del prodotto distribuito in misura del 30-40%. Considerato che vite.net permette di ridurre del 30-50% il numero di trattamenti, si può intuire quali siano i potenziali vantaggi dell'abbinamento fra DSS e PA.

Il costo della tecnologia è certamente uno degli elementi da tenere in considerazione nel condurre analisi dei benefici economici della PA. La tecnologia continua a mettere a disposizione sensori e sistemi in grado di esplorare la variabilità spaziale con un livello di dettaglio sempre crescente, che può arrivare al cm per sensori montati su droni o attrezzature mobili a terra. Nell'orientarsi in quest'offerta di tecnologia è indispensabile non perdere di vista l'obiettivo, che è quello di "fare la cosa giusta".

Ci possiamo quindi chiedere: è vantaggioso andare a misurare la distribuzione spaziale dei sintomi di peronospora della vite lungo la parete vegetale con sensori di grande dettaglio, quando poi non esiste (ancora) una tecnologia che permetta di sfruttare questo dettaglio o quando è evidente che gli interventi di protezione devono essere eseguiti in modo preventivo per prevenire la comparsa

dei sintomi? Ci possiamo anche chiedere: ha senso proporre al viticoltore d'installare nel vigneto varie telecamere a diverso spettro per definire lo spessore della chioma da utilizzare per calcolare la quantità di prodotto fitosanitario da distribuire, quando l'inserimento nel DSS di tre semplici valori (distanza fra le file, altezza e larghezza della chioma) permette di calcolare il Tree Row Volume e, quindi, la dose da distribuire?

In definitiva, i DSS sono sistemi complessi, modulari e flessibili - il che ne spiega la robustezza e la capacità di "comprendere" e "interpretare" scenari produttivi diversi, restituendo consigli attendibili - ma al contempo user friendly. In un contesto storico nel quale la tecnologia appare per certi versi un mulino a vento contro cui gli agricoltori si trovano a dover lottare - si pensi alle difficoltà di adeguamento all'uso del Registro telematico o alla fatturazione elettronica obbligatoria, di recentissima entrata in vigore - i DSS sono in grado di facilitare scelte colturali razionali. L'ambiente ringrazia. Le tasche e l'umore dell'imprenditore agricolo, anche. ■

(*) DiProVeS, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza. (**) Horta srl, Piacenza.

**OGNI GIORNO
MIGLIAIA DI
PROFESSIONISTI
DELL'AGRIBUSINESS SCELGONO DI
SEGUIRE LA NOSTRA INFORMAZIONE
SUL WEB E DI FAR PARTE DELLE
NOSTRE SOCIAL COMMUNITIES.
UNISCITI A NOI!**

Edagricole coltiva il tuo futuro. Da 80 anni.



www.terraevita.edagricole.it



www.edagricole.it



www.novagricoltura.edagricole.it



www.agricolturanews.it



www.informatorezootechnico.edagricole.it

Ogni mese registriamo:
Web oltre 150.000 utenti unici al mese*
Facebook 43.600 fan
Twitter 21.900 follower
Youtube 570.000 visualizzazioni

* Il dato si riferisce alle piattaforme Edagricole, Novagricoltura e Agricolturanews. Le pagine viste al mese sono oltre 270.000.