

# Un Approccio di gestione e prevenzione per l'agricoltura di precisione

Francesca Maridina Mallocci

Università degli Studi di Cagliari

**Abstract.** Negli ultimi anni, i Big Data ricoprono un ruolo sempre più importante nell'agricoltura di precisione. L'analisi delle immagini satellitari, dei dati meteorologici e dei dati agronomici attraverso un modello di previsione, aiuta gli agricoltori a migliorare i raccolti e a ridurre i costi. I Big Data rappresentano un'opportunità significativa per migliorare il processo agricolo. La difficoltà è riuscire a gestirli e analizzarli al fine di fornire linee guida che aiutino gli agricoltori a prendere decisioni accurate. Il presente lavoro, si propone di trattare un approccio di gestione e prevenzione che tramite diversi modelli matematici, analizza una massiccia quantità di dati per fornire un adeguato supporto alle operazioni in situ.

**Keywords.** Big Data, Big Data Analytics, Precision Farming

## Introduzione

L'Agricoltura è stata da sempre l'attività più importante per gli esseri umani sin dai tempi antichi. Recentemente, abbiamo assistito all'impiego di pratiche agricole intensive che hanno portato gradualmente a un degrado ambientale. L'uso massiccio di fertilizzanti chimici coadiuvato dall'impiego di pesticidi, a lungo andare hanno degradato il suolo e portato all'insorgenza di nuovi parassiti e malattie che ancora oggi influenzano la produzione agricola. Negli ultimi anni, per far fronte alle suddette emergenze, stiamo assistendo ad una forte spinta innovativa nel settore agricolo verso un'Agricoltura più sostenibile, biologica e al contempo più produttiva. Tale esigenza non riguarda solo la produttività, la competitività e le prestazioni ambientali, ma secondo le stime della FAO la popolazione mondiale entro il 2050 raggiungerà i 9,2 miliardi di persone e ciò comporterà un conseguente aumento della richiesta alimentare del 70%. Si può facilmente dedurre che l'Agricoltura si trova a dover affrontare un cambiamento radicale nel processo produttivo che ha adottato sino ad oggi.

In tale contesto, l'integrazione tecnologica nel settore agricolo fornisce una soluzione alle necessità di innovazione, in cui l'Agricoltura di Precisione (AP) è oggi lo strumento che certamente risponde alle esigenze emerse negli ultimi decenni.

L'AP è stata definita negli anni Novanta come approccio alla gestione del processo produttivo agricolo che consente di "fare la cosa giusta, nel posto giusto, al momento giusto, con la giusta quantità". Pertanto, la AP basa la sua applicabilità sull'uso delle tecnologie per rilevare e decidere cosa è "giusto". Quest'ultima è una delle tante definizioni che sono state proposte sino ad oggi.

I metodi dell'AP si basano principalmente sull'uso congiunto di diverse tecnologie: telerilevamento (RS), sistema di informazione geografica (GIS), sistemi di posizionamento (GPS) e il controllo dei processi.

Finora gli agricoltori hanno preso le decisioni sulla base delle loro esperienze e intuizioni. Tuttavia, quest'ultime sono insufficienti per prevedere un processo decisionale a lungo termine, che potrebbe migliorare la produttività ed evitare costi inutili legati alla raccolta, all'uso di pesticidi e fertilizzanti. Tali obiettivi possono essere realizzati tramite applicazioni di Big Data Analytics. Un'analisi corretta dei dati provenienti da varie fonti consente di misurare le variazioni inter ed intra campo al fine di adoperare interventi selettivi e sistematici nei processi agricoli.

Importanti investimenti da parte di numerose agenzie di ricerca e governi di tutto il mondo stanno incentivando i ricercatori e le aziende nello sviluppo di sistemi di supporto decisionale che facciano uso dei Big Data. Nel 2018, sono state pubblicate le linee guida per lo sviluppo dell'AP in Italia in linea con il Piano strategico per l'innovazione e la ricerca nel settore agricolo alimentare e forestale 2014-2020 (PSIR). A seguito dei fondi stanziati, sono nati numerosi progetti a livello nazionale, quali Life-Agricare, Life-HelpSoil, ERMES e MED-GOLD che hanno coinvolto diverse regioni italiane. Tra le regioni italiane maggiormente impegnate nella digitalizzazione agricola vi è la Sardegna.

Il presente lavoro descrive un sistema predittivo di integrazione dati multidimensionali al fine di prevenire e mantenere la salute delle colture, aumentare la produttività e ridurre i costi delle operazioni agricole.

La sezione I fornisce una panoramica dello stato dell'arte dei Big Data nell'ambito dell'AP. La sezione II descrive l'architettura e le funzionalità del sistema.

## 1. Big Data nell'Agricoltura di Precisione

I Big Data rappresentano un patrimonio informativo così elevato in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per la loro trasformazione in valore. In generale, il termine si riferisce a un'ampia varietà di dati strutturati, semi strutturati e non strutturati con un potenziale nascosto esplorabile attraverso algoritmi dinamici, che consentono di conoscere, comprendere e valutare la relazione, i modelli e le tendenze rilevati dai dati al fine di rendere le decisioni più accurate.

Il settore dei Big Data Analytics rappresenta uno strumento di lavoro sempre più importante nell'agricoltura moderna. Esso, a partire dai dati è in grado di estrarre informazioni e conoscenze utili atti a risolvere e semplificare i processi agricoli. I dati nell'AP sono generati dall'agricoltura in loco, dal telerilevamento o dall'agricoltura satellitare. Sono raccolti sotto forma di tipo strutturato e non strutturato. I set di dati dell'AP si riferiscono a crop patterns, crop rotations, weather parameters, environmental conditions, soil types, soil nutrients, Geographic Information System (GIS) data, Global Positioning System (GPS) data, farmer records, agriculture machinery data, yield monitoring e Variable Rate Fertilizers (VRT). In generale, i set di dati riguardanti l'AP sono classificati in: Historical Data, Agricultural Equipment's and Sensor Data, Social and Web Based Data, Publications, Streamed Data, Business Industries and External Data.

Un'accurata integrazione dei dati consente di prevedere e consigliare le decisioni future agli agricoltori e alle aziende agricole.

## 2. Architettura

Il sistema di integrazione dati multidimensionali si occupa di raccogliere, elaborare e trasferire, con un flusso continuo, diversi tipi di dati e informazioni, i quali vengono interpretati tramite diversi modelli matematici per fornire un adeguato supporto alle operazioni in situ. Esso, è stato sviluppato per l'Agenzia Laore Sardegna. In particolare, l'Agenzia Laore si occupa di fornire servizi di consulenza, informazione, formazione e assistenza nel settore agricolo regionale. L'Agenzia, cura la pubblicazione di notiziari fitosanitari finalizzati alla segnalazione delle avversità a carico delle principali colture e all'adozione delle più idonee strategie di difesa. Per fornire un'adeguata assistenza tecnica, essi avevano la necessità di supportare le loro attività tramite l'ausilio di uno specifico sistema informatico che fosse in grado di analizzare differenti tipi di dato (climatici, colturali, ambientali e geolocalizzati) e suggerire delle linee guida precise da adoperare in campo.

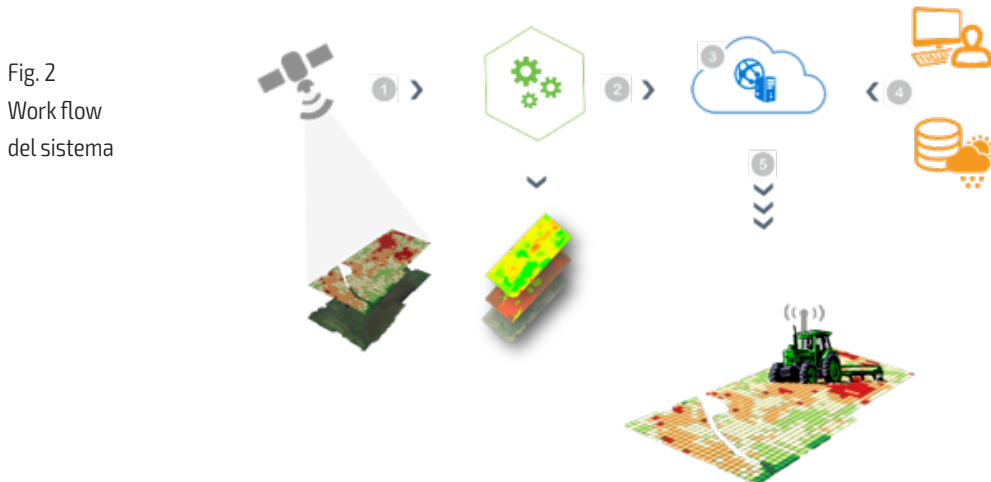
Per conseguire il suddetto obiettivo e garantire un servizio ottimale, in linea con le direttive del Mipaff, il processo è articolato in tre fasi: Data Collection, Data Analysis, Data Evaluation (Figura 1).



Fig. 1  
Le fasi che costituiscono  
l'Agricoltura di Precisione

Il sistema è stato sviluppato seguendo il modello architetturale REST di tipo Client-Server. Il Server REST rappresenta il fulcro funzionale dell'intera piattaforma. Si occupa di gestire i dati ricevuti dall'applicativo web e dai database esterni ed eseguire e gestire il carico computazionale degli algoritmi matematici atti all'elaborazione dei dati. Esso, effettua con un flusso continuo, l'integrazione di dati multidimensionali provenienti da diverse fonti. Nello specifico, l'acquisizione dati avviene dalle seguenti tecnologie: sistemi satellitari, sistemi GPS, sistemi GIS, stazioni agro-meteorologiche e data services online. Ogni dato raccolto da ciascuna delle suddette fonti presenta il proprio formato e/o semantica. Una volta terminata la fase di acquisizione, il sistema memorizza i dati ricevuti e tramite diver-

si modelli matematici effettua un'analisi incrociata e dinamica di quest'ultimi. La Figura 2 fornisce graficamente il work flow del sistema.



La base di partenza dell'intero sistema è il monitoraggio della produzione. La prima raccolta dati è rappresentata dalla tecnica del telerilevamento, la quale impiega speciali sensori in grado di misurare e registrare l'energia elettromagnetica riflessa o emessa dalla superficie dell'areale indagato evitando di effettuare delle operazioni invasive. Tale operazione, è svolta dalla fotocamera multispettrale posta sul satellite (1), la quale invia i dati acquisiti al Web GIS dell'Agenzia Laore (2).

Il Web GIS dell'Agenzia Laore, analizza le immagini tramite differenti e molteplici indici di vegetazione (e.g. NVDI, Normalized Difference Vegetation Index) e in generale, funzioni matematiche che consentono di ricavare delle informazioni riguardanti la variabilità spaziale, nello specifico le proprietà del terreno e lo stato colturale delle superfici indagate. Il prodotto finale dell'elaborazione è rappresentato dalle mappe tematiche. La sovrapposizione di più mappe congiunte ai dati derivanti dall'analisi del suolo permette di ottenere delle mappe di prescrizione che individuano delle zone omogenee fra loro per caratteristiche e proprietà produttive. Tuttavia, esse non forniscono un aiuto preciso per la formulazione degli interventi colturali da adoperare in situ. Per tale motivo, il sistema (3) integra i suddetti dati con i dati agro-meteorologici provenienti dalle stazioni meteorologiche e i dati agro-fenologici inseriti dai tecnici Laore tramite l'applicativo web (4). Dall'applicativo web arrivano i dati scaturiti dai rilievi in campo delle diverse colture costantemente monitorate dall'Agenzia. I dati inseriti riguardano la fenologia, le catture e l'infestazione.

Una volta acquisiti tutti i dati sopracitati, il passo successivo consiste nel tradurre in termini operativi e gestionali le differenze individuate nelle varie zone omogenee tramite l'utilizzo di modelli previsionali. Nel sistema sono stati mutuati diversi modelli previsionali che per ogni singola coltura permettono di:

- prevedere il rischio infettivo,

- prevedere le fasi fenologiche,
- prevedere lo stato di salute della coltura,
- fornire il grado di salute e vigoria della coltura,
- calcolare la dose ottimale di prodotto fitosanitario da distribuire in dose variabile.

Terminata la fase di elaborazione e interpretazione della variabilità in campo, i risultati ottenuti vengono inviati all'applicativo web. I tecnici Laore, dopo aver valutato gli interventi e le strategie da seguire, inviano quest'ultimi agli operatori in campo che tramite delle macchine agricole dotate di una centralina a bordo e sensori GPS e macchinari con tecnologia TAV applicano in modo diversificato gli input chimici e biologici.

## Conclusioni

Nel presente lavoro, è stato proposto lo sviluppo di un sistema, a carattere predittivo e strategico, che grazie all'analisi incrociata di fattori ambientali, climatici e colturali consente di monitorare gli areali di competenza dell'Agenzia Laore Sardegna. Per conseguire tale obiettivo e garantire un servizio ottimale, il sistema per il monitoraggio e la previsione agro-meteorologica è stato realizzato seguendo il modello architetturale REST di tipo Client-Server, il cui utilizzo ha permesso di fornire un servizio strutturato e maggiormente manutenibile. L'approccio proposto consente agli agricoltori e ai tecnici Laore di identificare le migliori strategie e interventi da adoperare in situ. Il suo impiego permette di beneficiare dei vantaggi derivanti dall'uso di tecnologie che impiegano i Big Data per trasformare le informazioni in linee guida accurate che consentono di procedere con un'agricoltura più precisa, sostenibile ed economica.

## Bibliografia

- P. Steduto, T. Hsiao, E. Fereres e D. Raes, «Crop Yield Response to Water» FAO Irrigation and Drainage, p. 500, 2012.
- R. D. Grisso, M. M. Alley, P. McClellan, D. E. Brann, and S. J. Donohue, Precision Farming. A Comprehensive Approach, 2009. doi: 10919/51373
- Precision agriculture – An opportunity for EU farmers - Potential support with the CAP 2014-2020.
- Pierce, F.J., Nowak, P., 1999. Aspects of Precision Agriculture. Adv. Agron. 67, 1–86. doi: 10.1016/S0065-2113(08)60513-1
- Zhang, N., Wang, M., Wang, N., 2002. Precision agriculture—a worldwide overview. Comput. Electron. Agric. 36, 113–132. doi:10.1016/S0168-1699(02)00096-0.
- Lamrhari, Soumaya et al. “A profile-based Big data architecture for agricultural context.” 2016 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT) (2016): 22-27. doi: 10.1109/EITech.2016.7519585.
- S. K. Seelan, S. Laguetta, G. M. Casady, and G. A. Seielstad, Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach, Remote Sens. Environ., vol. 88, no. 1–2, pp. 157–169, Nov. 2003. doi: 10.1016/j.rse.2003.04.007
- M. Neményi, P. á. Mesterházi, Z. Pecze, and Z. Stépán, The role of GIS and GPS in precision

farming, *Comput. Electron. Agric.*, vol. 40, no. 1–3, pp. 45–55, Oct. 2003. doi: 10.1016/S0168-1699(03)00010-3

R. D. Grisso, M. M. Alley, and G. E. Groover, Precision Farming Tools. *GPS Navigation*, 2009. doi: 442/442-501/

Hirafuji, Masayuki. "A Strategy to Create Agricultural Big Data." 2014 Annual SRII Global Conference (2014): 249-250. doi: 10.1109/SRII.2014.43

De Mauro, Andrea; Greco, Marco; Grimaldi, Michele (2016). "A Formal definition of Big Data based on its essential Features". *Library Review*. 65: 122–135. doi:10.1108/LR-06-2015-0061

B. Brisco, R. Brown, T. Hirose, H. McNairn, and K. Staenz, "Precision agriculture and the role of remote sensing: a review," *Canadian Journal of Remote Sensing*, vol. 24, no. 3, pp. 315–327, 1998. doi:10.1080/07038992.1998.10855254

S. W. Searcy, Precision farming: A new approach to crop management. Texas Agricultural Extension Service, Texas A & M University System, 1997.

M. R. Bendre, R.C. Thool, V. R. Thool, Big Data in Precision Agriculture: Weather Forecasting for Future Farming, 2015 1st International Conference on Next Generation Computing Technologies (NGCT-2015) Dehradun, India, 4-5 September 2015. doi: 10.1109/NGCT.2015.7375220

## Autrice



Francesca Maridina Malloci - [francescam.malloci@unica.it](mailto:francescam.malloci@unica.it)

Francesca Maridina Malloci è dottoranda in Matematica e Informatica presso l'Università degli Studi di Cagliari. Si interessa dei settori di Data Analysis, Prediction Algorithms e Networking. È inserita nel progetto di prototipizzazione di un modello di supporto alla Precision Farming in collaborazione con l'Agenzia LAORE Sardegna.