

● AGRICOLTURA DI PRECISIONE A SUPPORTO DELLA RISICOLTURA

Dal telerilevamento alle smart app con il Progetto Ermes

di **A. Crema, F. Nutini, M. Boschetti, L. Busetto, G. Manfron**

Il settore agricolo europeo deve oggi affrontare la sfida di mantenere e migliorare la propria competitività riducendo i costi di produzione e minimizzando l'impatto ambientale delle pratiche agricole attualmente in uso.

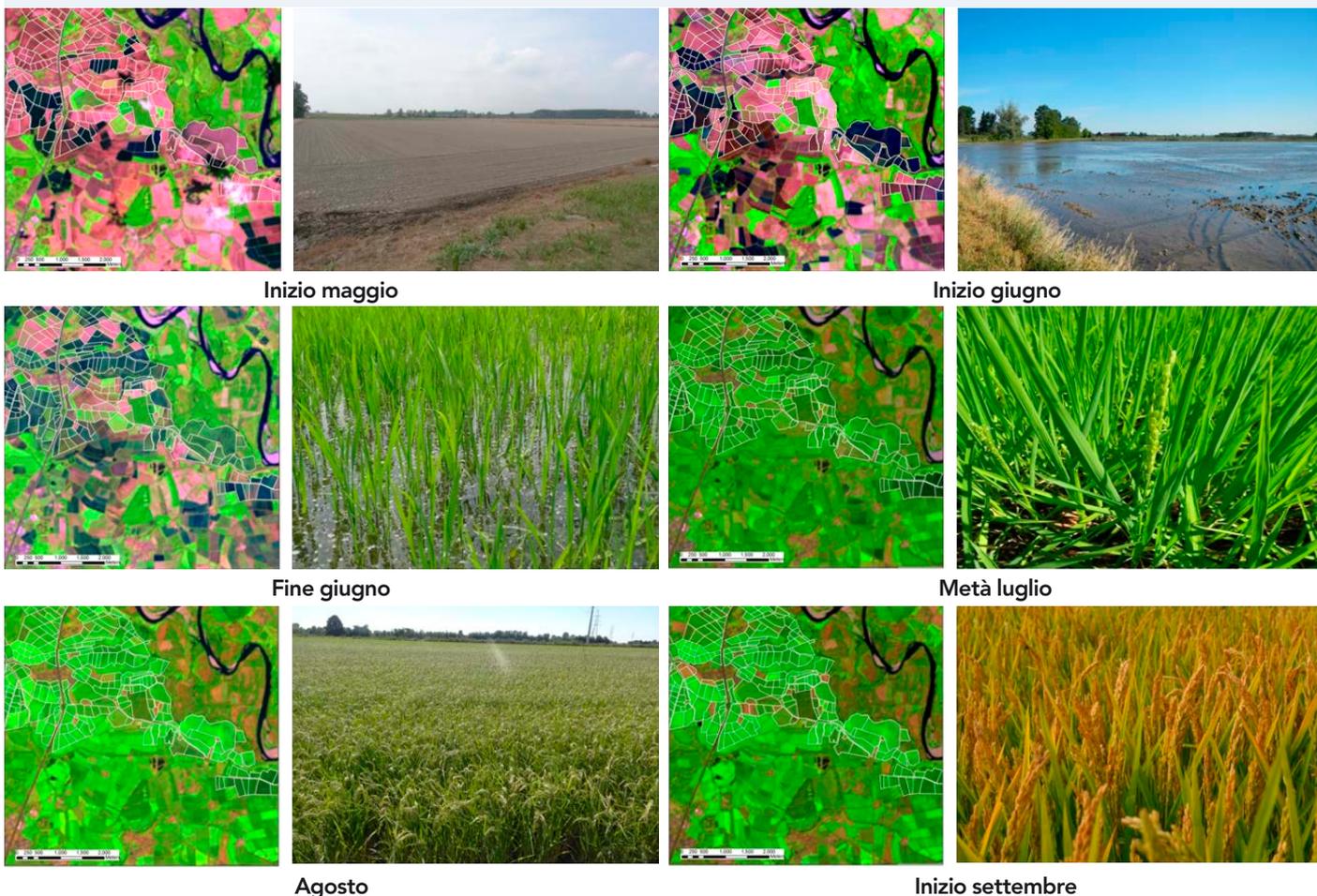
L'innovazione tecnologica in agricoltura sta aprendo scenari e possibilità di cambiamento nella gestione delle comuni pratiche agricole, difficilmente ipotizzabili fino a qualche tempo fa.

Il Progetto europeo Ermes prevede l'acquisizione di immagini satellitari sullo stato delle colture, la generazione di dati agronomici di previsione attraverso la modellistica di simulazione e la restituzione di informazioni su scala aziendale agli agricoltori tramite specifiche APP per l'applicazione, ad esempio, della fertilizzazione a rateo variabile

Nel corso del 2015 il ministro Maurizio Martina ha annunciato l'avvio, da parte del Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali (Mipaaf), di un

Tavolo tecnico di lavoro per la redazione del primo «Piano nazionale per lo sviluppo dell'agricoltura di precisione», al fine di creare un settore di svilup-

FIGURA 1 - Acquisizione satellitare ripetuta durante l'anno del ciclo di sviluppo del riso



Per ciascuna fase a **sinistra** è presente l'immagine del satellite Landsat OLI e a **destra** la foto scattata in risaia nel giorno dell'acquisizione satellitare.

po dove l'Italia possa recitare un ruolo da leader in Europa.

Favorita da un costante ricambio generazionale e da nuove politiche agricole comunitarie, oggi l'agricoltura non può non tenere conto di strumenti tecnologici, pratiche innovative e macchinari che stanno favorendo una piccola rivoluzione del settore.

L'Italia rappresenta il terreno ideale per lo sviluppo di questo settore in quanto:

- è caratterizzata da un'agricoltura che si estende su territori molto diversi e che necessita di soluzioni e approcci differenziati (bisogno del settore);

- possiede un'industria molto presente e avanzata nel comparto della meccanica agricola (mezzi di lavoro) e aerospaziale (fonte di dati);

- si sta sviluppando un settore fondamentale in cui molte nuove aziende e società propongono l'utilizzo di dati derivati da remoto (GPS, satelliti, droni) o da sensori prossimi alla produzione di informazioni sullo stato delle colture a supporto della loro gestione (Agri-consulting).

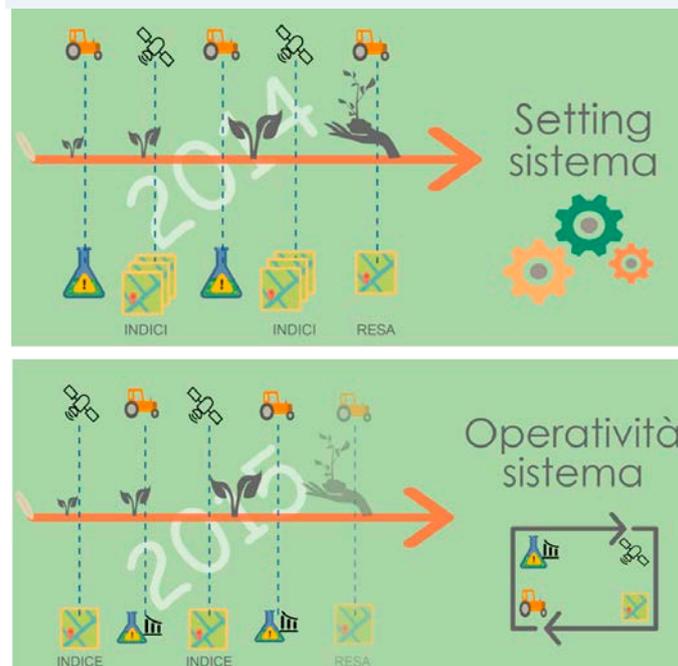
Ci troviamo in un momento di favorevole congiuntura in cui le possibili ricadute positive nel settore agricolo possono essere enormi in quanto la nuova politica comunitaria di sviluppo rurale 2014-2020 ha per obiettivo quello di stimolare l'innovazione, la competitività e la sinergia tra diversi attori del settore agricolo.

Ci troviamo inoltre nel pieno di uno dei programmi europei più ambiziosi (Copernicus) che punta a fornire all'Europa un accesso continuo, indipendente e affidabile a dati e informazioni relativi all'Osservazione della Terra.

Anche l'Agenzia spaziale europea (ESA) si trova impegnata in un programma di lancio di satelliti (Sentinel) che forniranno immagini gratuite acquisite operativamente per il monitoraggio in agricoltura con i satelliti Sentinel-1 e Sentinel-2.

La figura 1 ci mostra come la possibilità di avere acquisizioni ripetute sulla stessa zona sia fondamentale per permetterci di comprendere l'evoluzione di un sistema dinamico semi-naturale

FIGURA 2 - Fasi di applicazione del progetto Ermes nel biennio 2015-2016



Nel primo anno le acquisizioni in campo hanno seguito le operazioni colturali per testare la sensibilità di una serie di indici vegetazionali alla variabilità intracampo. Nel secondo anno dalle acquisizioni satellitari sono state realizzate le mappe di prescrizione per la concimazione a rateo variabile.

come quello agricolo. Partendo dalla prima immagine, acquisita in maggio 2014 dal sensore Landsat 8 (risoluzione 30 m), fino all'ultima acquisita in settembre, possiamo vedere come cambia la copertura del suolo e lo sviluppo della vegetazione in un ambiente di risaia. Affiancate alle immagini satellitari a falsi colori, dove in blu abbiamo l'acqua, in verde la vegetazione e in rosa il suolo nudo, vediamo le foto scattate in risaia nel medesimo giorno dell'acquisizione a partire dall'epoca di emergenza sino all'epoca finale di raccolta.

Il Progetto Ermes

Il Progetto europeo FP7 Ermes (www.ermes-fp7space.eu/it/) vede un istituto italiano, l'Istituto di rilevamento elettromagnetico dell'ambiente del Consiglio nazionale delle ricerche di Milano (Irea-Cnr), come capofila e coordinatore di uno dei più importanti progetti di utilizzo di dati satellitari a supporto della risicoltura in Europa. Il Progetto è finanziato nell'ambito del VII programma quadro di ricerca e sviluppo tecnologico dell'Unione Europea, ha durata triennale (2014-2017) e ha come obiettivo quello di sviluppare pro-

totipi di servizi, i cosiddetti **downstream**, generati dall'elaborazione di informazioni provenienti dalle tecnologie di osservazione della terra, di dati in situ e dalla modellistica agronomica.

Coinvolti in Ermes troviamo ben 8 soggetti tra istituti di ricerca e imprese private di Italia, Spagna, Grecia e Svizzera che stanno dimostrando la potenzialità dei servizi proposti in alcune delle principali zone risicole europee: il distretto Lombardo-Piemontese in Italia, il Valenciano e il delta dell'Ebro in Spagna, la regione di Serres e la piana di Salonicco in Grecia.

Il Progetto di ricerca si colloca quindi in un settore emergente, che ancora si deve sviluppare appieno, volto alla realizzazione di servizi a valore aggiunto per l'agricoltura che beneficiano dell'utilizzo di tecnologie satellitari.

Se dal punto di vista tecnologico e strumentale (satelliti, droni, sensori, macchinari

agricoli, software ecc) lo sviluppo è oggi molto avanzato, dal punto della generazione di informazioni a valore aggiunto e del loro utilizzo operativo nella gestione delle colture ci sono ancora molti passi da percorrere. Il completamento della filiera dato-informazione-servizio risulta perciò fondamentale ed è per questo che è stato posto come obiettivo primario nella fase di dimostrazione dei servizi nel Progetto Ermes.

Due livelli di servizio

I servizi del Progetto Ermes sono definiti su due livelli, uno su scala regionale (Regional Rice Service) e uno locale (Local Rice Service).

Il **Servizio Regionale (RRS)** fornirà alle autorità pubbliche con funzione di pianificazione territoriale un sistema personalizzato di monitoraggio agricolo che permetterà di analizzare lo stato delle colture, la resa regionale e di ricevere allarmi su eventuali rischi biotici o abiotici.

Il **Servizio Locale (LRS)** fornirà invece al settore privato (agricoltori, operatori dell'agri-business incluse compagnie d'assicurazione, ecc.) informazioni a scala aziendale.

Grazie al supporto di applicazioni smart sarà possibile infatti acquisire in campo informazioni di base (ad esempio varietà coltivate, date di semina, agro-pratiche, ecc.) e restituite agli utenti finali una serie di mappe tematiche ad alta risoluzione spaziale relative alle aree coltivate, alla variabilità della coltura intra campo, oltre a informazioni derivate dalla modellistica agronomica relative a potenziali rischi (biotici/abiotici) e ai danni colturali.

Telerilevamento

Una delle principali fonti di dati del progetto è il telerilevamento e cioè l'analisi di immagini acquisite da piattaforme satellitari orbitanti attorno alla terra.

Uno dei vantaggi delle immagini satellitari è la possibilità di analizzare nel loro complesso e in maniera ripetitiva le molte variabili che influenzano le dinamiche produttive della coltura, che potrebbero altrimenti risultare meno chiare con singole misurazioni. Le immagini satellitari sono utilizzate per la caratterizzazione delle superfici, per il calcolo di indici di vegetazione e la stima di parametri relativi alla coltura di interesse che in questo caso è il riso, ma che potenzialmente potrebbe essere qualsiasi altra coltura. Il costo di un'immagine generalmente dipende dalle caratteristiche spettrali (numero di bande) e geometriche (dimensione del pixel) dell'immagine stessa. A loro volta queste variano a seconda del tipo di sensore presente a bordo del satellite e dal tem-

po di rivisitazione, cioè dal numero di satelliti a disposizione in costellazione. **Il Programma europeo Sentinel sta per aprire nuove possibilità per il monitoraggio dei sistemi agricoli, a pieno regime infatti (2017) il satellite Sentinel-2 fornirà immagini gratuite ogni 5 giorni a una risoluzione di 10 metri che è una risoluzione geometrica compatibile con le esigenze dell'agricoltura.**

Modellistica agronomica

Se con i satelliti possiamo analizzare lo stato delle colture nella stagione in corso (andamenti della biomassa, fenologia, indice di area fogliare, ecc) e delle stagioni passate (sfruttando gli ampi archivi storici di immagini satellitari), **la modellistica di simulazione rappresenta lo strumento che ci consente di generare informazioni agronomiche e prevedere scenari futuri (stima dei rischi, rese finali, ecc.).**

Il binomio telerilevamento-modellistica consente di migliorare l'affidabilità delle stime prodotte dai modelli grazie all'utilizzo di preziose informazioni spazialmente distribuite sul reale stato delle colture osservato da remoto. **La modellistica può, quindi, prevedere quando si raggiungeranno stadi fenologici di una coltura utili per pianificare le operazioni colturali (concimazioni, trattamenti fitosanitari ecc), effettuare stime delle rese e soprattutto generare allerte sui rischi abiotici e biotici specifici per ogni territorio grazie a stime spazialmente distribuite.**

Nell'ambito del Progetto Hermes ven-

gono infatti periodicamente prodotte, nel corso della stagione, informazioni circa il diverso grado di rischio per la *Pyricularia oryzae*, il cosiddetto brusone. Il modello, grazie all'utilizzo di previsioni meteorologiche, può fornire informazioni sulla potenziale diffusione anche a più giorni di distanza, in modo da poter permettere agli agricoltori interventi mirati e tempestivi. Queste attività sono state sperimentate operativamente nel corso del 2015 con Ersaf-Lombardia per la produzione di bollettini (www.ersaf.lombardia.it/upload/ersaf/gestionedocumentale/Bollettinoris04_784_23789.pdf)

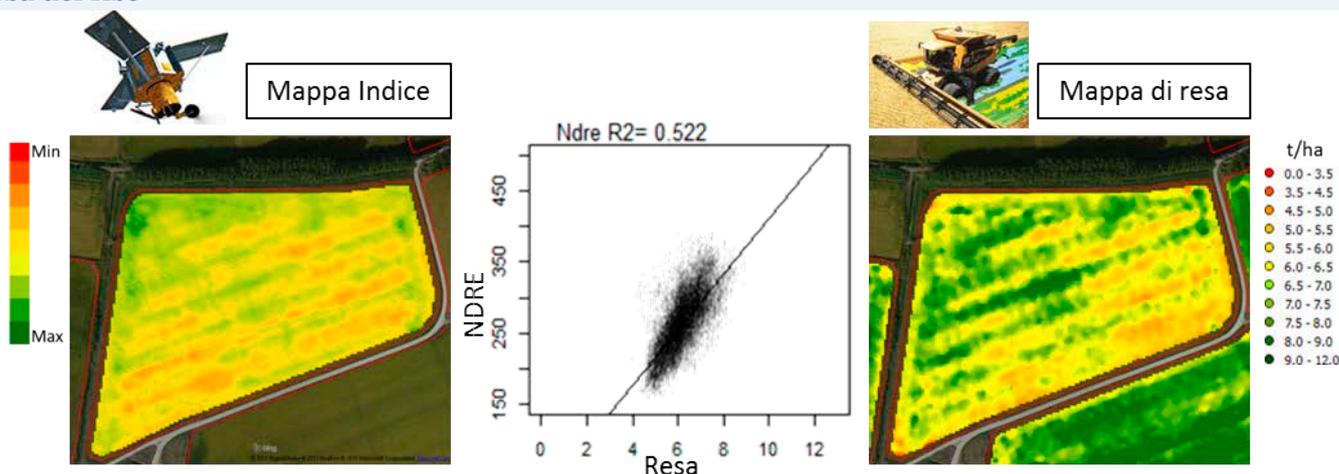
Smart APP e geoportale

I principali vantaggi della tecnologia cosiddetta «smart» consistono nell'avere a disposizione su dispositivi personali una serie di applicativi in grado di trasformare un oggetto quale il telefono in un vero e proprio strumento di misura e di raccolta di informazioni caratterizzato da facile portabilità e costo contenuto.

Grazie al posizionamento GPS è possibile associare coordinate geografiche a ogni informazione raccolta in campo e di riportarla su mappe tematiche che possono fungere da strati informativi facilmente consultabili e utilizzabili.

Il Progetto ha previsto lo sviluppo di una specifica APP per collezionare in maniera speditiva informazioni relative alla coltura e alle pratiche agricole che si comporta come un quaderno di campagna elettronico. Le

FIGURA 3 - Verifica della correlazione tra variabilità del campo valutata sulla base dell'indice NDRE e resa del riso



La mappa dell'indice è stata acquisita il 2 luglio 2014.

Senza interventi differenziati (rateo variabile, la variabilità che si riscontra a luglio è la medesima che si ha a fine stagione (raccolto).

FIGURA 4 - Creazione delle mappe di prescrizione per la concimazione a rateo variabile



Nella mappa di prescrizione sono stati determinati 3 differenti livelli di fertilizzazione azotata: alta 55 unità, media 46 unità, bassa 37 unità.

informazioni raccolte sono poi utilizzate per fornire input fondamentali alla modellistica e nella validazione dei prodotti del progetto. La restituzione delle informazioni e la consultazione dei prodotti generati in Ermes avviene tramite uno specifico geoportale che permette all'agricoltore di reperire sul web le informazioni collezionate con la APP per ogni sua parcella aziendale e di sovrapporre a queste mappe di indici vegetazionali ogni qual volta viene effettuata una acquisizione satellitare. **Sul geoportale di Ermes è possibile, per ognuna delle aree studio, confrontare l'andamento e i dati di temperatura e precipitazioni che unite alle informazioni derivate dal satellite e i dati raccolti in campo consentono un'analisi e una pianificazione delle migliori strategie aziendali.**

Caso studio su riso nel Pavese

Nell'area studio risicola italiana del Progetto Ermes (distretto lombardo-piemontese) e più precisamente nella Lomellina occidentale (Pavia) è in corso un esperimento che nel 2016 vedrà compiersi l'ultimo di 3 anni di test per la produzione di informazioni a valore aggiunto per l'agricoltura di precisione tramite acquisizioni satellitari ad altissima risoluzione (2-5 m).

L'obiettivo è quello di fornire informazioni dettagliate sullo stato della coltura prima delle concimazioni di copertura (inizio giugno e luglio) per supportare gli agricoltori nelle loro pratiche agricole. Il test è condotto in collaborazione con alcune aziende risicole per un totale di circa 600 ettari monitorati e le immagini satellitari vengono elaborate per creare mappe di indici vegetazionali (NDVI-NDRE-EVI-MCARI) utili a identificare e quantificare la variabilità nella crescita delle piante di riso e il loro stato nutriziona-

le. L'esperimento consta di due fasi (figura 2): la prima di analisi e di setting del sistema (annata 2014) e la seconda di applicazione operativa (2015-2016).

Fase di analisi (2014)

Nel 2014 sono state acquisite immagini dai sensori commerciali World-view-2 (2 m) e Rapid-Eye (5 m) in concomitanza dei periodi di fertilizzazione. Il primo anno di definizione del metodo è stato predisposto per:

- determinare il corretto periodo di acquisizione dei dati, in relazione alle fasi fenologiche e alle previste agro pratiche;
- identificare quali indici fossero più idonei nel descrivere la variabilità intra-campo della produzione finale;
- determinare i tempi di elaborazione e di restituzione delle informazioni agli agricoltori.

Nel 2014 i campi sono stati gestiti in maniera convenzionale effettuando fertilizzazioni distribuite omogeneamente. La buona correlazione ($R^2 = 0,6$) ottenuta tra le mappe di variabilità generate da satellite durante la stagione al momento della differenziazione della pannocchia (prima metà di luglio) e le mappe di resa generate a fine stagione (ottobre) dalla mietitrebbia degli agricoltori impegnati nel progetto hanno permesso di dimostrare l'affidabilità delle informazioni restituite all'utente (figura 3).

I risultati del primo anno hanno dimostrato il vantaggio di poter elaborare grandi porzioni di territorio con le immagini satellitari. Il dato infatti ha permesso di generare informazioni su tutta la superficie aziendale con ridotti tempi di elaborazione. Va considerato che la fornitura delle informazioni in tempo utile è un fattore fondamentale per l'utilizzo operativo di queste informazioni. **Si è valutato come sia necessario fornire le infor-**

mazioni tra i 3 e i 5 giorni dopo l'acquisizione dell'immagine, perché gli agricoltori possano avere il tempo di pianificare le proprie attività. La scelta su dove e come intervenire va fatta considerando le diverse varietà e i diversi stadi di sviluppo. Considerando che il periodo per effettuare le concimazioni è ristretto ed è fortemente condizionato da fattori meteorologici, in questo modo l'agricoltore potrà gestire la priorità di intervento a seconda della propria conoscenza e delle informazioni esterne (mappe di variabilità).

Fase di applicazione operativa (2015-2016)

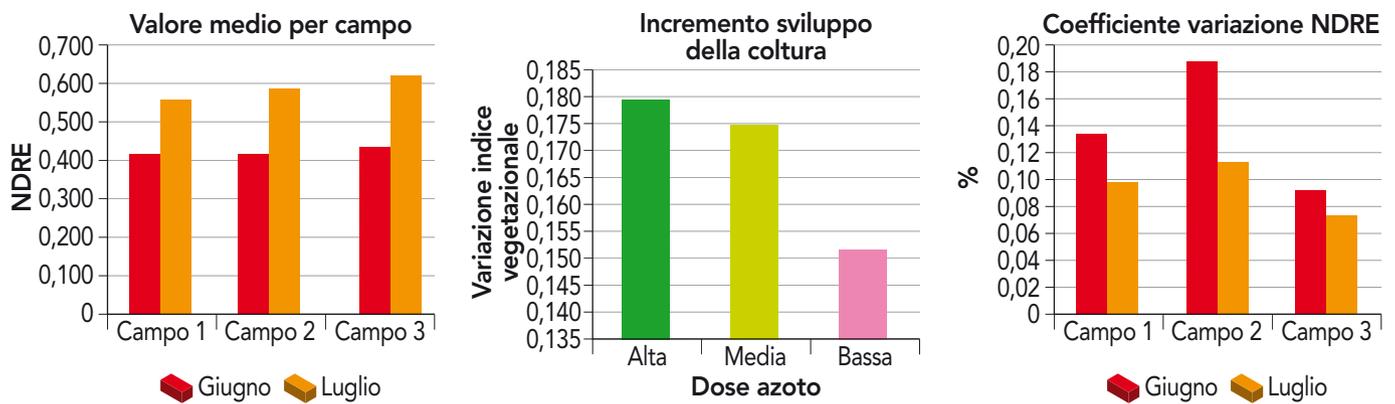
Nel corso del 2015 le immagini satellitari sono state acquisite per le stesse aziende prima e dopo ogni fertilizzazione in modo da:

- generare le mappe di variabilità;
- permettere agli agricoltori di effettuare i trattamenti con dosi a rateo variabile;
- verificarne poi gli effetti con l'acquisizione satellitare successiva.

Partendo dagli indici vegetazionali ogni singolo campo è stato elaborato singolarmente e classificato in base alla propria variabilità interna. Le classi di variabilità identificate sono state utilizzate dagli agricoltori per creare mappe di prescrizione per stabilire la giusta dose di concime da somministrare in maniera differenziata nelle varie zone tramite l'uso di spandiconcime a rateo variabile (figura 4).

Le immagini satellitari successive agli interventi, grazie alla creazione di nuove mappe di vigore e al calcolo dell'incremento relativo dell'indice per ogni zona concimata diversamente, hanno evidenziato come zone fertilizzate in maniera differente hanno effettivamente avuto risposte diverse (grafico 1). Le zone meno vigorose e più fertilizzate hanno avuto un incremen-

GRAFICO 1 - Risposta della coltura (NDRE) alla concimazione a rateo variabile



Nonostante la crescita della coltura sia stata diversa per le varie zone, la variabilità intra-campo è diminuita grazie all'intervento differenziato guidato da satellite.

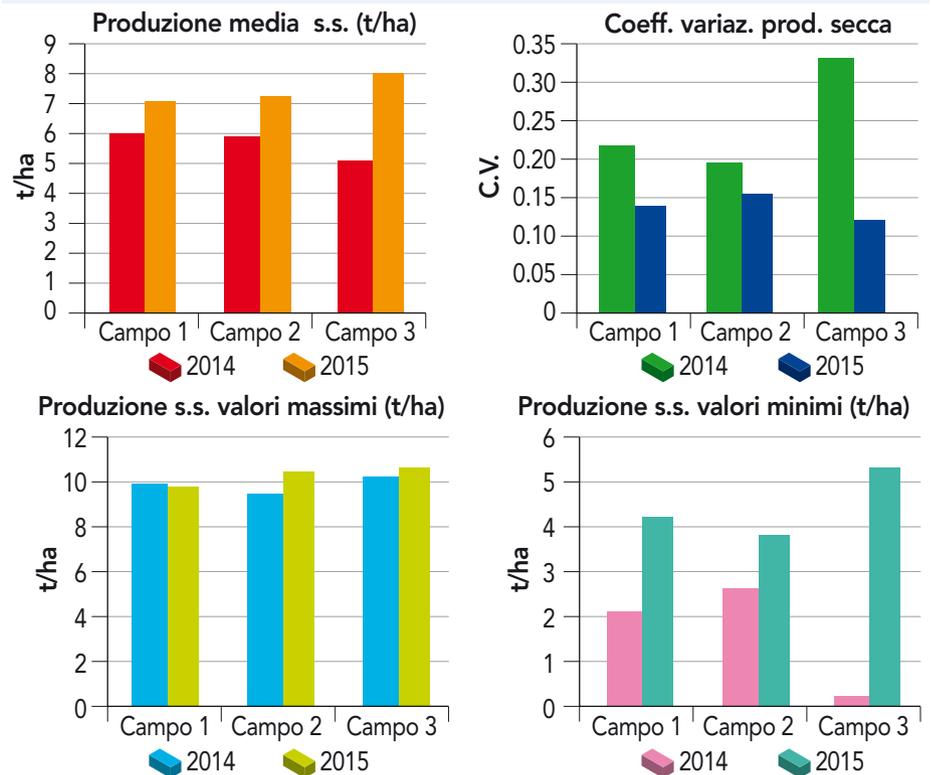
to di crescita maggiore senza aver generato patologie o problemi alla coltura, mentre quelle fertilizzate con dosi minori hanno avuto un incremento più basso ma senza compromettere la loro crescita e la produzione finale di quelle zone come hanno dimostrato le mappe di resa finali.

Il coefficiente di variazione dell'indice, calcolato nelle due immagini pre e post-intervento, ha messo in luce come **all'interno di ogni campo la variabilità fosse maggiore nel momento precedente alla fertilizzazione rispetto a quello successivo al trattamento, nonostante fosse stata effettuata una fertilizzazione a dosi variabili** (grafico 1).

La valutazione dell'efficacia in termini produttivi degli interventi di fertilizzazione di precisione è stata effettuata confrontando le mappe di resa prodotte dalla mietitrebbia negli anni 2014 e 2015. Le unità di azoto totali distribuite per ettaro del 2015 (160 unità) sono state uguali a quelle apportate l'anno precedente, solo la distribuzione è stata effettuata in maniera differenziata seguendo le esigenze della coltura, evitando così sprechi o eccessi. Quello che è emerso (grafico 2) è che indipendentemente dalle tonnellate totali prodotte, (il 2015 è stato un anno migliore del 2014 in termini di produzione assoluta), **grazie agli interventi a rateo variabile la variabilità finale della resa all'interno degli appezzamenti è stata minore nel 2015 rispetto al 2014, segno che l'intervento ha compensato gli squilibri di crescita e di produzione naturalmente presenti in ogni campo.**

L'analisi delle mappe di resa rilevate dalla mietitrebbia ha dimostrato come vi sia stata una resa più omogenea all'interno dei campi nonostante in entrambi gli anni si siano raggiunti picchi di pro-

GRAFICO 2 - Risposta produttiva alla concimazione rateo variabile



La concimazione a rateo variabile (2015) ha determinato una resa più omogenea rispetto a una gestione convenzionale (2014).

duzione simili per quanto riguarda i valori massimi (grafico 2). Le rese mostrano un minor coefficiente di variazione nel 2015 rispetto al 2014, ma soprattutto si evidenzia come i valori minimi per ogni campo si siano alzati in modo significativo dimostrando come si sia massimizzato il rendimento nelle zone meno produttive dei campi grazie al trattamento a rateo variabile supportato dalle informazioni derivate da satellite.

Ciò dimostra che **con un approccio tempestivo e differenziato sia possibile compensare quelli che sono i fattori limitanti della produttività più che migliorare la produttività delle**

zone più fertili, con un vantaggioso ritorno in termini di produzione totale e di riduzione dei costi dei fattori produttivi.

**Alberto Crema, Francesco Nutini
Mirco Boschetti, Lorenzo Busetto
Giacinto Manfron**

*Istituto di rilevamento elettromagnetico
dell'ambiente - Irea
Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr) - Milano*

Per commenti all'articolo, chiarimenti o suggerimenti scrivi a:
redazione@informatoreagrario.it