



CONCIMAZIONE AZOTATA DI PRECISIONE IN RISAIA

STATO DELL'ARTE E OPPORTUNITÀ

D. Tenni (1), G. Rognoni (2), A. Finzi (2), C. Bergonzi (3), S.Sgrelli (5), D. Sacco (4), E. Miniotti (1), G. Beltarre (1), M. Romani (1)

- 1) Ente Nazionale Risi
- 2) Studio Associato Barbieri Rognoni
- 3) ACR progetti Srl
- 4) Università degli studi di Torino
- 5) Salt & Lemon Srl

Abstract

Attraverso la tecnica della fertilizzazione di precisione è possibile la gestione sito-specifica della variabilità degli appezzamenti, ottimizzando gli apporti di fertilizzante in funzione del vigore della vegetazione. Per una corretta gestione è tuttavia fondamentale disporre di curve di calibrazioni dei sensori, specifiche per ogni coltura e varietà, che consentono di mettere in relazione il vigore rilevato dai sensori all'apporto di fertilizzante. Il lavoro riassume 5 anni di esperienza diretta di pieno campo nella rilevazione dei dati di vigore del riso, nella loro gestione ed elaborazione attraverso sistemi GIS, nella creazione di mappe di prescrizione, nel loro impiego e infine nella gestione e quantificazione dei risultati ottenuti. Per la rilevazione e il monitoraggio dei dati di vigore sono state utilizzate immagini da droni e satelliti. Il sistema GIS ha permesso di calibrare e modellare i dati di vigore in funzione delle caratteristiche degli appezzamenti e degli strumenti di applicazione della tecnica (sistemi di guida assistita delle trattrici e spandiconcime a rateo variabile). In particolare sono state prodotte mappe di prescrizione modellate in funzione delle caratteristiche di utilizzo delle trattrici e delle macchine operatrici e in relazione alle peculiarità dei loro sistemi informatici di gestione.

Premessa

L'agricoltura di precisione (AP, PF) è un metodo di produzione multidisciplinare che ricorre all'impiego congiunto di informatica, elettronica e meccanica (Meccatronica) per adeguare le tecniche di coltivazione alla specifica realtà agro-ambientale. Lo scopo è il miglioramento della gestione agronomica mediante *l'applicazione differenziata dei mezzi di produzione* (sementi, concimi, acqua irrigua ecc.) sul campo coltivato.



Nelle particolari condizioni di coltivazione del riso gli squilibri a livello della nutrizione azotata possono penalizzare pesantemente sia la produzione sia la resa di lavorazione, oltre che influenzare negativamente gli aspetti agronomici e ambientali dell'agroecosistema risaia.

L'approccio dell'AP si basa, in prima battuta, *sull'individuazione e sulla quantificazione delle differenze "sito specifiche"* del livello di nutrizione azotata, rilevate mediante specifici indici conosciuti come indici di vigore (**Appendice 1**).

Il rilevamento degli indici di vigore è possibile grazie all'impiego di APR (Aeromobili a Pilotaggio Remoto, più comunemente Droni) dotati di particolari camere (camere multispettrali), che rendono pratico e agevole "scansionare" l'intera superficie degli appezzamenti e valutare in maniera esaustiva l'eventuale variabilità presente.

La rilevazione può avvenire anche tramite satellite. Tra i due sistemi sorgono spesso ingiustificati conflitti di tipo campanilistico. I sostenitori delle due fazioni concentrano l'attenzione sull'aspetto rilevazione dimenticando che, in realtà, ciò rappresenta solo un tassello del mosaico, molto complesso, che occorre comporre per arrivare ad una credibile "ricetta" applicativa di campo.

Le immagini rilevate, sia da drone sia da satellite, devono essere opportunamente elaborate per essere utilizzate come *mappe di vigore*. Grazie ad un'opportuna calibrazione agronomica - specifica per ogni varietà, frutto di una sperimentazione pluriennale svolta presso il Centro Ricerche sul Riso dell'Ente Nazionale Risi, possono essere convertite in *mappe di prescrizione*.

Le mappe di prescrizione rappresentano il risultato finale del processo, grazie al quale è possibile associare alle aree del campo a differente vigore la dose di fertilizzante ottimale per uniformare e massimizzare le produzioni. Esse rappresentano inoltre lo strumento operativo con il quale i sistemi informatici a bordo delle trattrici agricole eseguono la distribuzione del fertilizzante azotato *prescritta*.

Dal 2014, grazie alla collaborazione tra Ente Nazionale Risi, Università degli Studi di Torino, un gruppo di aziende e uno studio professionale è stato possibile testare la validità dell'impiego dei droni per la misura degli indici di vigore. I risultati incoraggianti ottenuti hanno permesso, nel corso delle ultime annate di coltivazione, il trasferimento della tecnologia su scala aziendale.

La sperimentazione effettuata

Per realizzare la prima prova in pieno campo sono stati scelti 2 appezzamenti chiamati Camera 1 (C1) e Testimone (T) e aventi una superficie rispettivamente di 2,71 e 3,78 ha (Fig.1).

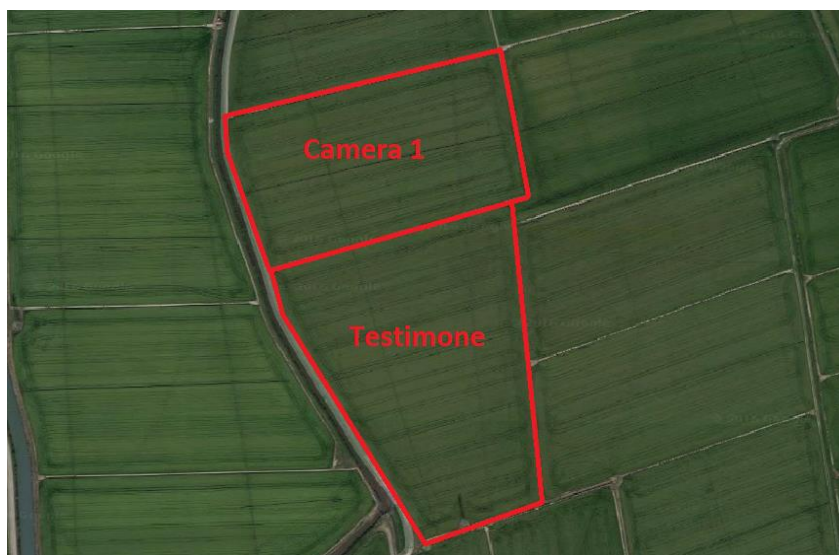


Fig. 1 appezzamenti selezionati per il progetto

In entrambi gli appezzamenti, poco prima della seconda concimazione di copertura ed in concomitanza della fase fenologica di differenziazione della pannocchia, è stato effettuato un rilievo mediante drone per la determinazione dell'indice di vigore NDVI. Le immagini così ottenute sono state successivamente elaborate e georeferenziate con appropriate tecniche cartografiche (raddrizzamento e *mosaicatura*) al fine di calcolare l'indice di vigore di ogni singola porzione di appezzamento e di ottenere una mappatura dettagliata delle camere. Nell'appezzamento C1 grazie all'utilizzo della curva di calibrazione agronomica dell'indice di vigore per la varietà Centauro e attraverso una serie di elaborazioni con sistemi GIS, nel nostro caso ArcGIS pro, si è passati dalla mappa di vigore al calcolo della mappa di prescrizione, cioè alla mappa riportante il quantitativo di concime da distribuire.

Gli algoritmi utilizzati hanno considerato il percorso seguito abitualmente dall'agricoltore durante le operazioni di concimazione e valutato la direzione di passaggio dello spandiconcime all'interno della camera. Per permetterne l'applicazione, si è inoltre provveduto a costruire un algoritmo GIS di suddivisione del campo in rettangoli parametricamente definibili che tengano conto sia del percorso abituale sia delle caratteristiche meccaniche dello spandiconcime utilizzato. Nel nostro primo caso aventi lato maggiore di 30 m (larghezza di spandimento) e lato minore di 10 m, compatibile con i tempi di apertura e chiusura dello spandiconcime.

Una volta messa a punto, la mappa di prescrizione è stata caricata sul software dello spandiconcime ed è stato quindi possibile procedere con le operazioni di fertilizzazione, utilizzando urea, distribuita adottando la tecnica di concimazione a rateo variabile VRT.

La disponibilità di idonee attrezzature si è rivelata senz'altro fondamentale per la buona riuscita della sperimentazione. L'azienda disponeva di una trattrice dotata di antenna GPS e sistema di guida assistita e di uno spandiconcime provvisto di sistema di pesatura elettronica in continuo, di attuatori elettro-idraulici di apertura e chiusura serrande, e di terminale e software di gestione in grado di leggere le mappe di prescrizione.

Per quanto riguarda l'appezzamento testimone (T), invece, la gestione della fertilizzazione è avvenuta distribuendo una dose fissa di azoto pari a 30 unità per ettaro, determinata sulla base della prassi aziendale.

Risultati ottenuti

Il monitoraggio dell'indice di vigore effettuato in concomitanza della fase fenologica di differenziazione della pannocchia ha permesso di evidenziare l'estrema variabilità presente negli appezzamenti (figura 2). Essa è stata rappresentata numericamente attraverso il calcolo del coefficiente di variazione dei valori NDVI rilevati in ogni camera, in modo da poter confrontare i due appezzamenti.

Il risultato dell'analisi statistica ha evidenziato che C1 ha ottenuto un CV di 3%, mentre il testimone di 7%.

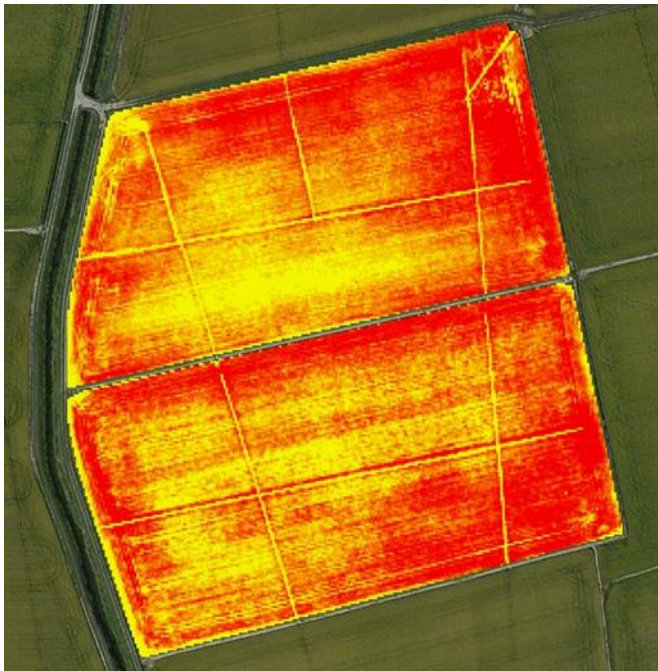


Fig. 2 Mappe di vigore

Le differenze di vigore, rivelatesi maggiori nel campo testimone, sono in generale determinate da molteplici fattori tra cui, in primo luogo, una non uniforme distribuzione del fertilizzante in pre-semina e accestimento, causata ad esempio dalla sovrapposizione dei passaggi dello spandiconcime. Un ruolo fondamentale è giocato poi dal suolo, la cui fertilità può variare notevolmente all'interno di ogni camera. Ad influenzare il vigore della coltura concorre anche il compattamento del suolo che si verifica in alcune aree del campo a causa dei ripetuti passaggi della trattrice per eseguire le operazioni colturali. Altre cause di variabilità vanno inoltre ricercate nell'investimento non omogeneo, nel percorso dell'acqua di sommersione all'interno della camera e nella fitotossicità causata dall'accumulo degli erbicidi in determinate aree del campo.

Infine, la presenza di malerbe non completamente controllate dai trattamenti erbicidi può creare, all'interno dell'appezzamento, zone soggette ad una maggior pressione delle infestanti, caratterizzate di conseguenza da un minor vigore.

Analizzando, poi, la mappa di prescrizione costituita per l'appezzamento C1, si può osservare che nelle zone in cui era stato rilevato il maggior vigore, la dose da distribuire è risultata pari a

zero, mentre in corrispondenza di bassi valori NDVI, localizzati soprattutto nelle aree centrali degli appezzamenti, la dose di concime da apportare ha raggiunto e superato i 100 kg di urea ad ettaro (Fig. 3).

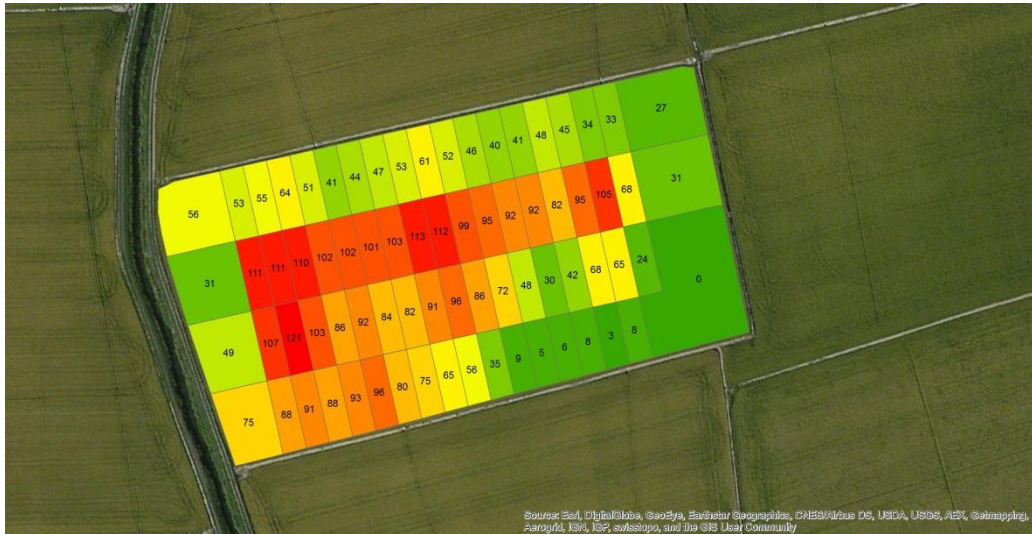


Fig. 3 Mappa di prescrizione dell'appezzamento C1.

Dal semplice confronto dei risultati produttivi ottenuti dai diversi appezzamenti, si osserva, inoltre, che C1 ha ottenuto un incremento produttivo dell'8% rispetto a T. In questo caso, l'utilizzo delle mappe di prescrizione associate ad una distribuzione del concime mediante la tecnica VRT, potrebbe aver contribuito ad uniformare e massimizzare la produzione dell'appezzamento (Fig. 4).

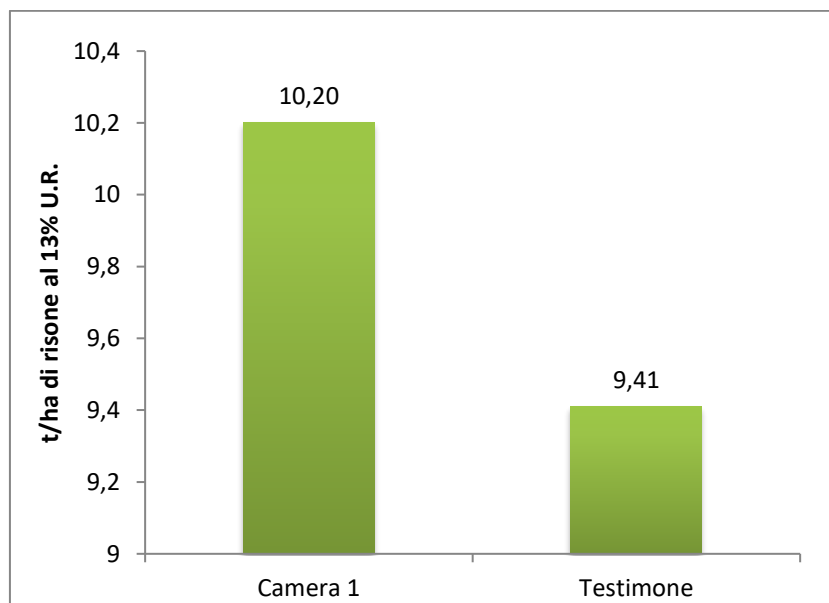


Fig. 4 Produzione di risone espressa al 13% di umidità relativa per gli appezzamenti C1 e T

Considerando infine il quantitativo medio di concime azotato ureico distribuito con la tecnica VRT nell'appezzamento C1 e comparandolo con il quantitativo fisso utilizzato nel campo testimone, è emerso che la tecnica di concimazione a rateo variabile associata alle mappe di

prescrizione ha consentito un risparmio di urea del 14% nella seconda concimazione di copertura.

Conclusioni

Dai risultati della sperimentazione condotta a scala aziendale emerge che gli indici di vigore si confermano un ottimo strumento per il monitoraggio dello stato nutrizionale delle coltivazioni. Negli anni 2016, 2017 e 2018 il processo è stato esteso ad un livello più industriale portandoci alla copertura di circa 840 ha di riso nel 2018.

Il processo di elaborazione GIS è stato implementato migliorandone l'automazione e indirizzandolo verso un modello più complesso che possa tener conto di un maggior numero di fattori fisici e ambientali. L'indice NDVI è stato sostituito dell'indice NDRE, che ha una maggiore granularità per le rilevazioni sul riso.

Come strumento di monitoraggio sono state integrate nel modello GIS le immagini multispettrali del satellite Sentinel 2, che consentono di controllare nel tempo l'efficacia del trattamento.

Appendice 1

Gli indici di vigore derivano dagli studi del comportamento spettrale della vegetazione e si basano sul rapporto tra le bande tipiche di assorbimento e riflessione, soprattutto sulle lunghezze d'onda del rosso e del vicino infrarosso (tra 500 e 900 nm). L'Ndvi (Normalized difference vegetation index) è il rapporto tra la risposta spettrale della vegetazione nel rosso e nel vicino infrarosso, ben correlato con la quantità di biomassa vegetale verde. L'Ndre (Normalized difference red edge index) è il rapporto tra la risposta spettrale della vegetazione nel rosso, ben correlato con il contenuto di clorofilla.

Ambito di lavoro

Agricoltura di precisione in risicoltura

Parole chiave

Agricoltura di precisione

Precision farming

NDVI

NDRE

Indici di vigore vegetativo

Concimazione a rateo variabile

Riferimenti autori

Gian Luca Rognoni – gl.rognoni@iol.it

Claudio Bergonzi – claudio.bergonzi@acrpro.it