

## **Le innovazioni offerte dalle tecnologie digitali nelle lavorazioni del terreno**

Luigi Sartori e Francesco Marinello  
TESAF - Università degli Studi di Padova

Lo scopo delle lavorazioni del terreno è da sempre quello di creare l'ambiente più favorevole per l'accrescimento della coltura dalle prime fasi sino alla raccolta.

Considerata l'attuale e sempre più importante strategia di riduzione dei costi a livello aziendale, in molti casi gli obiettivi delle lavorazioni del terreno possono essere raggiunti semplificando gli interventi. Non a caso, in questi ultimi anni, le tecniche di agricoltura conservativa sono state al centro delle scelte imprenditoriali di molti agricoltori, anche a seguito di misure agro-ambientali messe in atto dagli enti regionali.

Le tecniche di agricoltura di precisione applicate alle lavorazioni del terreno sono, al momento attuale, ancora relegate ad una fase sperimentale anche se è evidente la loro importanza nell'ambito dell'attività agricola nel contenere i costi e salvaguardare le risorse ambientali.

La lenta ma progressiva affermazione di queste innovazioni è attribuibile alla raffinata integrazione della meccanica e con l'elettronica trasformandosi in un insieme chiamato "meccatronica". Oggi la meccanica agraria ha ormai raggiunto livelli di capacità di adattamento tali da offrire una estesa gamma di possibilità al fine di raggiungere obiettivi agro-ambientali impensabili rispetto ad un recente passato.

Esistono delle concrete prospettive di sviluppo a breve termine legate alla possibilità di coniugare le implicazioni ambientali delle lavorazioni del terreno (agricoltura conservativa) con quelle dell'agricoltura di precisione. Ad esempio i sistemi di guida satellitare ben si applicano, e anzi sono spesso necessari, per attuare la coltivazione a strisce o anche per adottare la tecnica del traffico controllato. E' intuitiva inoltre l'importanza di poter variare o di ridurre al minimo la profondità di lavoro per ridurre i costi e gli assorbimenti di energia, oppure ancora della possibilità di adattare il metodo di lavorazione in funzione della variabilità dei terreni, senza generare disturbi agli apparati radicali.

### **Le lavorazioni del terreno e i sistemi di guida**

L'utilizzo di sistemi di guida satellitare si dimostra anche in questo settore vantaggioso soprattutto con attrezzature di elevata larghezza di lavoro operanti ad elevata velocità e in condizioni di scarsa visibilità ambientale e con riferimenti e marcatori poco efficaci. In questi casi i vantaggi di un sistema di guida rispetto alla guida manuale si concretizzano in un aumento della capacità di lavoro e nell'allungamento del periodo utile.

Con la guida assistita o semi-automatica è possibile aumentare dal 13 al 25% la velocità di avanzamento e di massimizzare la larghezza di lavoro rispetto ai normali tracciatori; questo comporta l'aumento della capacità di lavoro delle macchine fino al 30%. In termini gestionali, il beneficio consiste in una maggiore superficie lavorata giornaliera e nel maggior intervallo di tempo utile per eseguire gli interventi colturali con ricadute positive sull'uso e sulla consistenza del parco macchine (meno operatrici o minor potenza dei trattori).

Oltre ai vantaggi economici, se ne possono conseguire altri meno monetizzabili ma altrettanto apprezzabili, quali la riduzione dello stress e la sicurezza dell'operatore.

I sistemi di guida sono strumenti efficaci e spesso indispensabili per attuare la tecnica dello strip tillage.

## *La coltivazione a strisce*

Lo strip-till (abbreviazione di strip-tillage o coltivazione a strisce) permette di concentrare la lavorazione esclusivamente su “strisce” di terreno entro le quali avverrà la successiva operazione di semina della coltura mantenendo inalterata la superficie interfilare e senza modificare l’ordine degli strati. Per una corretta applicazione la tecnica, che ha efficaci ricadute dal punto di vista ambientale, occorre utilizzare specifiche macchine operatrici, definite strip-tiller, in grado di operare, in modo localizzato, una prima fase di taglio e spostamento del residuo colturale dalla futura linea di lavorazione e una successiva lavorazione sotto-superficiale e affinamento della stessa (Fig. 1). Le bande di terreno, lavorate generalmente a profondità comprese tra 15 e 25 cm, presentano una larghezza pari a 15-20 cm e uno spazio interfilare variabile tra 40 e 75 cm a seconda delle esigenze della successiva operazione di semina.

Il terreno interessato dalla lavorazione è meno del 50 % dell’intera superficie, la rimanente resta quindi inalterata e coperta dai residui della coltura precedente.

Questo consente al tempo stesso di prevenire i fenomeni erosivi, preservare l’umidità del suolo nell’interfila e favorire un veloce riscaldamento del terreno nella fascia lavorata.

Generalmente viene programmata una lavorazione in autunno e la ripresa in primavera per un ulteriore affinamento, oppure un solo intervento in primavera appena prima della semina, in funzione delle condizioni del terreno.

L’esigenza di ripercorrere a distanza di tempo la striscia lavorata al momento della semina o di un secondo intervento supplementare di affinamento rende necessario l’impiego di sistemi di guida semiautomatica dotati di correzione centimetrica (RTK) e di accurata ripetibilità.



*Fig. 1 – Lo strip tillage si avvantaggia dei ricevitori satellitari e dei sistemi di guida semi-automatici ad alta accuratezza perché prevede ripetuti passaggi sempre sullo stesso percorso*

### **Lavorazioni a profondità variabile**

Si parte dal presupposto che una variazione della profondità di lavoro anche di pochi centimetri permette di ottenere una forte riduzione degli input sia economici che energetici.

Sperimentazioni mirate alla messa a punto di un sistema per la variazione della profondità di lavoro sono state condotte sulla base delle caratteristiche fisiche dello strato di suolo interessato dall’intervento. Il principio consiste nell’effettuare la lavorazione solamente nelle zone caratterizzate da elevata densità o da evidente suola di lavorazione. Occorre quindi eseguire campionamenti con penetrometri (misuratori della compattezza degli strati) ed elaborare una

mappa di prescrizione contenente le informazioni sulla profondità di lavoro da adottare in ognuna di esse sulla base dell'entità dello scostamento tra la resistenza alla penetrazione rilevata ed il limite scelto come livello di soglia.

La realizzazione in campo può essere portata a termine con i comuni coltivatori pesanti provvisti di alette supplementari oppure con macchine specifiche in grado di consentire un movimento verticale e quindi l'approfondimento degli organi di lavoro attraverso lo scostamento del telaio secondario rispetto a quello principale oppure con variazioni nella posizione del rullo posteriore per mezzo di martinetti idraulici comandati dall'unità di controllo del trattore (preferibilmente utilizzando il sistema "Isobus").

Il protocollo di comunicazione standardizzato implementato nei trattori e nelle operatrici agricole offre anche la possibilità di comandare le operatrici in modo indipendente e automatico senza il diretto intervento dell'operatore.

In questo contesto, particolari sensori geoelettrici ad induzione elettromagnetica sono in grado di individuare le differenze di densità nello strato superficiale del terreno e di determinarne la profondità. Questa informazione rilevata in tempo reale viene immediatamente immessa nella rete Isobus e ricevuta dal trattore che, a sua volta, aziona opportunamente il dispositivo di regolazione della profondità dell'operatrice (Fig. 2).



*Fig. 2 – I sensori geoelettrici ad induzione elettromagnetica riescono ad individuare anche gli strati di terreno a diversa densità. Alcuni di questi, compatibili con l'Isobus del trattore, sono in grado di comunicare in tempo reale con la macchina operatrice (foto Geoprospectors).*

### **Lavorazioni a intensità variabile nella preparazione del letto di semina**

Negli interventi di preparazione del letto di semina, l'operatore tende a non lesinare sull'intensità dell'intervento generando molto spesso un livello di affinamento eccessivo, arrecando danni alla struttura del suolo con effetti controproducenti dal punto di vista economico ed energetico e anche per l'accrescimento/sviluppo della stessa coltura.

Gli erpici azionati dalla presa di potenza sono macchine che consentono di ottenere un sufficiente amminutamento del terreno anche nelle condizioni più difficili, ma presentano un elevato costo energetico, una certa lentezza di lavoro e, a seconda dei tipi, una tendenza a sminuzzare troppo le zolle, talvolta sino a danneggiare la struttura del terreno con pericolose conseguenze non solo dal

punto di vista ambientale (erosione) ma anche sulla germinabilità del seme. Per questi motivi, sebbene in alcuni casi il loro impiego possa rivelarsi indispensabile, sono attrezzature da usare con oculatezza e in momenti particolari.

La possibilità di effettuare un monitoraggio continuo della qualità di lavoro, grazie all'impiego di sensori specifici, con conseguente correzione automatica delle impostazioni dell'operatrice può rappresentare una potenzialità nell'ambito della preparazione del letto di semina.

Una realizzazione recentemente presentata sul mercato italiano consente tutto questo perché l'erpice viene equipaggiato con i seguenti sensori (Fig. 3):

- sensore di orizzontalità del corpo macchina per garantire il parallelismo col suolo;
- cella di carico sulla lama livellatrice per la determinazione della forza esercitata dalle zolle;
- sensore ad ultrasuoni per la determinazione dell'altezza della lama rispetto al terreno
- sensore ad ultrasuoni sul rullo per la determinazione della profondità istantanea di lavoro.



Fig. 3 – I sensori applicabili sull'erpice rotante per aumentarne la sensibilità: nell'ordine sensore ultrasonico per il rullo e per la barra e cella di carico applicata sulla barra livellatrice.

Una centralina elettronica raccoglie i dati e attraverso un software dedicato visualizza i parametri rilevati e elabora informazioni per ottenere la lavorazione desiderata.

Le informazioni riguardano la velocità di avanzamento e la profondità di lavoro che viene regolata dal posto di guida tramite attuatore idraulico e consente all'utilizzatore di decidere il grado di affinamento del terreno nel rispetto delle esigenze agronomiche e nell'ottica della razionalizzazione dei consumi energetici e dell'ottimizzazione della potenza assorbita.

Tali correlazioni sono la base per rendere la macchina "meccatronica" e lavorare con la massima efficienza senza superare i limiti legati all'eccessivo affinamento del terreno.

#### Bibliografia

Trevini M., Benincasa P., Guiducci M. (2013) Strip tillage effect on seedbed tilth and maize production in Northern Italy as case-study for the Southern Europe environment. *Europ. J. Agronomy* 48, 50–56

Morris N.L., Miller P.C.H., Orson J.H., Froud-Williams R.J. (2010) The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment—A review. *Soil & Tillage Research* 108, 1–15

Pezzuolo A. (2013). Sostenibilità e produttività con lo strip-tillage. *L'Informatore Agrario* 26, 36–39

Marinello F., Pegoraro F., Sartori L. (2020). Sensors and Electronic Control Unit for Optimize Rotary Harrow Soil Tillage Operation. In: Lecture Notes in Civil Engineering. LECTURE NOTES IN CIVIL

ENGINEERING, vol. 67, p. 509-517, Springer, ISBN: 978-3-030-39298-7, ISSN: 2366-2557, doi: 10.1007/978-3-030-39299-4\_57

Sartori L., Marinello F., Pezzuolo A., Tarolli P. (2016). Lavorazioni variabili del terreno e semina a dose variabile. In: (a cura di): Raffaele Casa, Agricoltura di precisione. p. 229-247, Bologna, Edagricole - New Business Media srl, ISBN: 9788850655106