Corso di «Ingegneria viticola ed enologica – mod. 2: Meccanizzazione del vigneto» – a.a. 2021/2022

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
Dipartimento di Scienze Agrarie e ambientali

MACCHINE PER LA CONCIMAZIONE MINERALE

Prof. D. Pessina

GENERALITA' SUI CONCIMI MINERALI

I concimi minerali sono commercializzati in forma solida, liquida e gassosa. A prescindere dal loro stato fisico, possono essere distinti in semplici, se contengono un solo elemento fertilizzante, e composti, se ne contengono due o più.

CONCIMI SOLIDI

Possono assumere diversi aspetti e possedere differenti caratteristiche fisiche, in funzione del materiale di partenza e del processo di fabbricazione adottato. Ai fini di una corretta manipolazione, le caratteristiche più significative sono:

- la dimensione e la distribuzione dimensionale dei granuli: per una buona distribuzione, le dimensione medie dei granuli dovrebbero variare tra 0,5 mm e 5 mm, con una media intorno ai 3 mm. La distribuzione di prodotti polverulenti (dimensione < 0,5 mm) è infatti difficile e determina anche problemi di movimentazione del prodotto;

- la resistenza alla rottura: è compresa tra 6 e 50 N. Conoscere questo dato serve per calcolare la capacità dei granuli di sopportare le forze di taglio e compressione, e determina il grado di frantumazione. Se quest'ultimo è elevato, si ha una diminuzione delle dimensioni dei granuli, che può pregiudicare l'uniformità di distribuzione.

CONCIMI LIQUIDI

- In soluzione: presentano una serie di vantaggi rispetto ai prodotti solidi, fra i quali la possibilità di una meccanizzazione integrale delle operazioni di stoccaggio e trasporto e soprattutto la pronta disponibilità degli elementi fertilizzanti per le colture. Per contro, hanno un contenuto in elementi nutritivi minore rispetto a quelli solidi;

- in sospensione: gli elementi fertilizzanti, sotto forma di granuli o cristalli di ridotte dimensioni (polveri), vengono mantenuti in sospensione grazie alle miscelazione con argille. Rispetto ai prodotti in soluzione, sono caratterizzati da un contenuto di elementi fertilizzanti più elevato. Durante l'impiego, inoltre, le sospensioni determinano l'insorgere di una serie di problemi legati alle loro elevate viscosità e al forte potere abrasivo, per la presenza del materiale in sospensione.

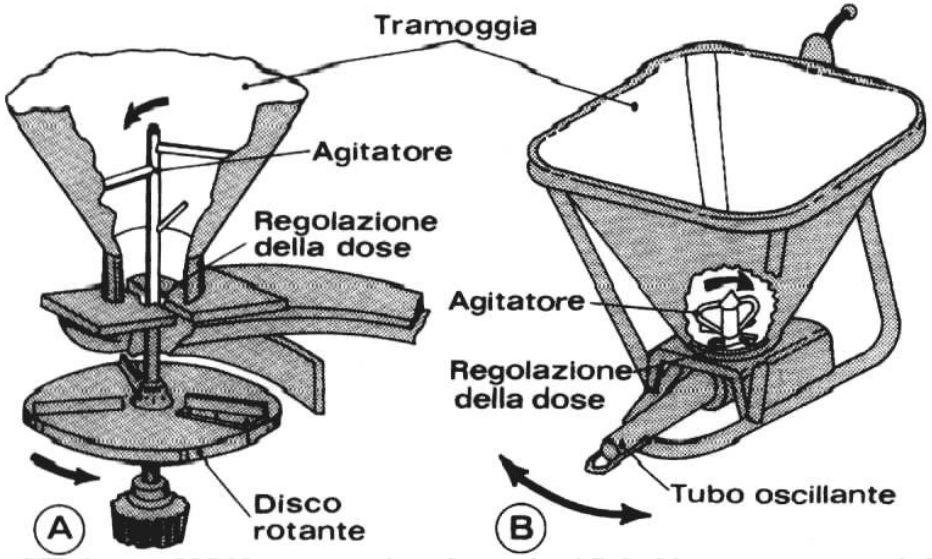
GLI SPANDICONCIME

In termini generali, una macchina per la distribuzione dei concimi minerali dovrebbe possedere le seguenti caratteristiche operative:

- facile regolazione del sistema di distribuzione;
- quantità di concime distribuibile compresa fra 5 e 1000 kg/ha;
- buona resistenza alla corrosione e all'abrasione;
- facilità di accesso e riempimento della tramoggia;
- possibilità di svuotare completamente la tramoggia a fine distribuzione e di effettuare facilmente la sua pulizia;
- possibilità di parzializzare la larghezza di lavoro;
- elevata affidabilità nel tempo;
- buona uniformità di distribuzione.

Indipendentemente dalle soluzioni costruttive adottate, che possono essere estremamente diversificate, gli spandiconcime risultano tutti schematicamente costituiti da:

- **un telaio;**
- **una tramoggia per il fertilizzante;**
- **il sistema di regolazione della dose;**
- **l'apparato di distribuzione.**



Tramoggia

E’ in lamiera o, più raramente, in materiale plastico; contiene il fertilizzante e lo convoglia verso l’apparato di regolazione della dose. Ha una capacità generalmente compresa fra 300 e 2500 dm³ nei modelli portati, e fra 1500 e 12000 dm³ in quelli trainati. Sugli spandiconcime di minori dimensioni sono generalmente montate tramogge di forma tronco-conica o tronco-piramidale, in modo che il concime venga a contatto per gravità con il sistema di regolazione. Nei modelli di maggiori dimensioni, invece, le tramogge sono di forma prismatica e sono dotate di sistemi di convogliamento del concime verso l’apparato di distribuzione, generalmente costituito da una coclea.

Per ridurre i fenomeni di separazione che si manifestano soprattutto con l'impiego di concimi composti in miscela fisica, è opportuno che all’interno della tramoggia siano presenti agitatori meccanici. E’ inoltre installata di solito una griglia metallica alla base della tramoggia, per evitare il contatto dell’apparato di distribuzione con corpi estranei o di agglomerati di concime e per evitare contatti accidentali da parte dell’operatore.

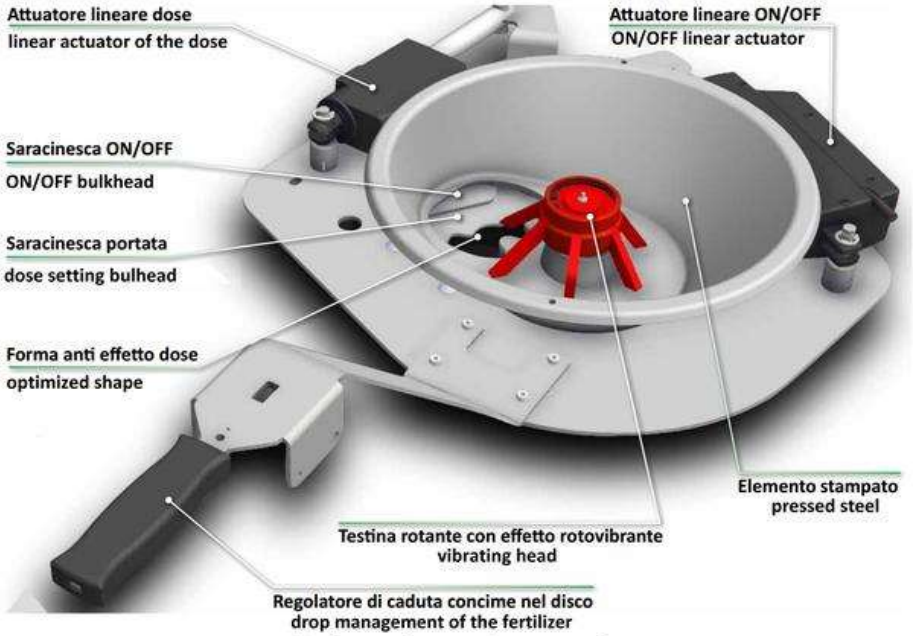
tramoggia

agitatore meccanico

griglia metallica

Regolazione della dose

Permette di controllare il flusso del concime da distribuire: può essere per gravità, per estrazione forzata o di tipo volumetrico.
I **sistemi per gravità** sono essenzialmente costituiti da una o più aperture con luce regolabile, poste sul fondo della tramoggia. In tal caso, l'entità del flusso di concime risulta legato alle dimensioni e alla forma delle aperture di scarico e alla fluidità del concime da distribuire.
I **sistemi di regolazione per estrazione forzata** sono costituiti da un convogliatore (a nastro, a tapparella ecc.) che convoglia il concime attraverso delle aperture di uscita ad ampiezza regolabile che permettono di regolare la portata di distribuzione.
I **sistemi volumetrici**, infine, sono costituiti da rulli (scanalati, dentati o a palette) che estraggono un certo volume di concime dalla tramoggia per ogni rotazione attorno al proprio asse. La regolazione della quantità di concime estratta si ottiene variando il regime di rotazione dei rulli.



regolazione dose - dose setting

chiusura/apertura rapida - fast closing/opening

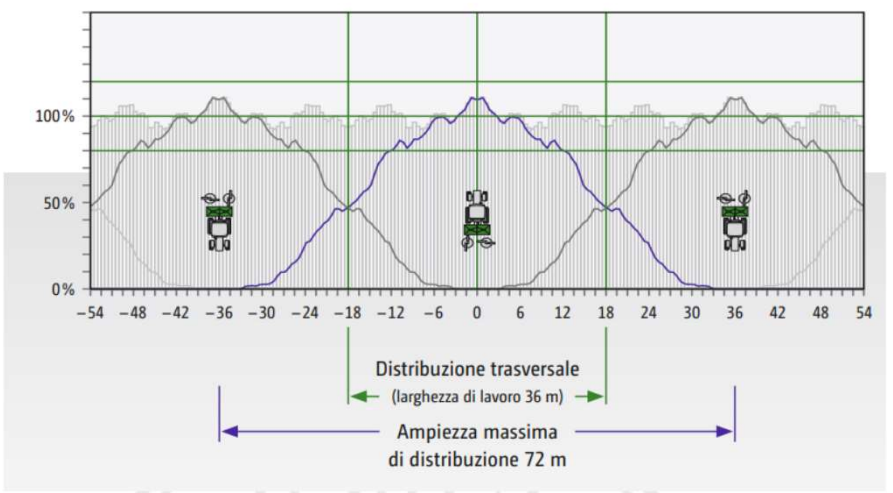
Apparato di distribuzione

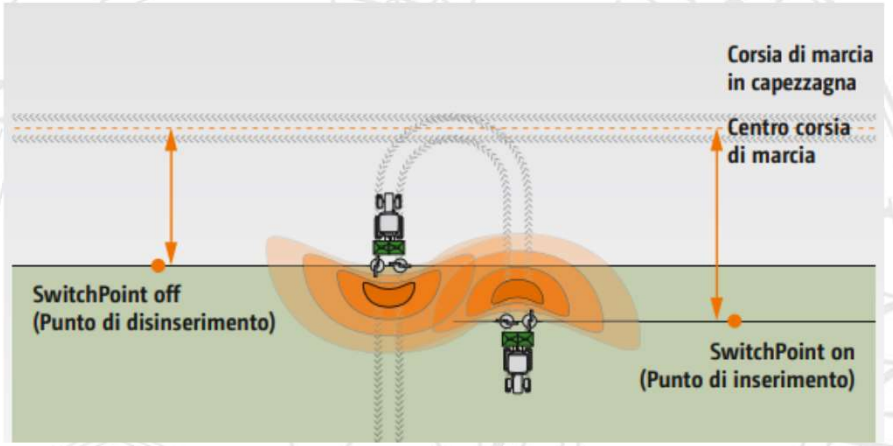
Ha la funzione di ripartire il concime sul terreno. In funzione delle sue caratteristiche operative, il concime può raggiungere la superficie:

- per gravità subito a valle del sistema di regolazione;
- dopo essere stato trasportato per via meccanica o pneumatica all'interno di appositi convogliatori;
- dopo aver percorso una certa traiettoria, in seguito all'energia che acquista venendo a contatto con il sistema di distribuzione stesso.

A prescindere dalle soluzioni tecniche adottate, il sistema di distribuzione dovrebbe essere in grado di garantire una sufficiente uniformità sia lungo la direzione di avanzamento (**distribuzione longitudinale**), sia in senso ortogonale ad essa (**distribuzione trasversale**).

L'uniformità di distribuzione longitudinale è influenzata dalle caratteristiche fisiche del concime (fluidità e massa volumica) e da quelle del sistema di regolazione della dose. La curva di distribuzione trasversale può essere verificata con prove di spandimento, al fine di definire la corretta entità della sovrapposizione delle passate per ottenere la miglior uniformità.

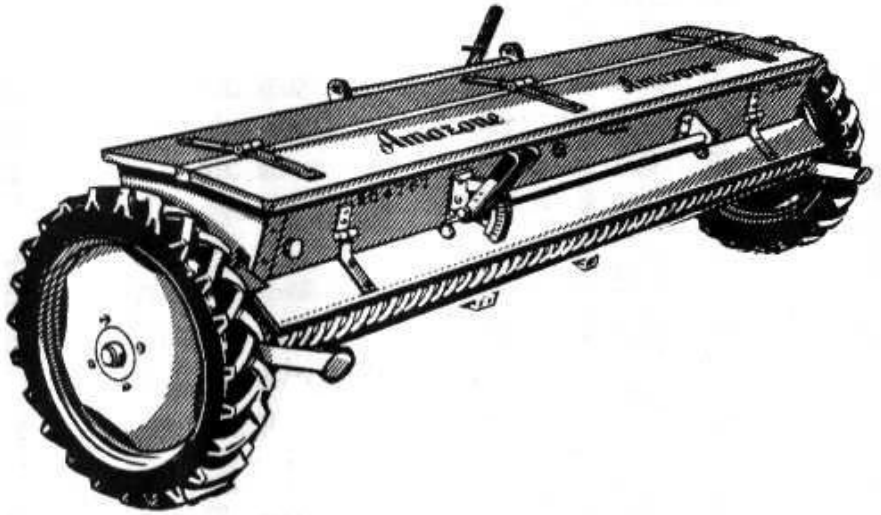




LE MACCHINE

Spandiconcime a distribuzione lineare per gravità

In questo caso non c'è un vero e proprio sistema di distribuzione e pertanto il concime cade a terra per gravità subito a valle dell'apparato di regolazione. Quest'ultimo, a sua volta, può essere per gravità o per estrazione forzata per mezzo di *viti senza fine, coclee, catene o tappeti mobili* che, con il loro movimento, spingono il concime verso le aperture di distribuzione.
Sui modelli trainati *gli organi di regolazione della dose derivano il moto dalle ruote dello spandiconcime*. **Si ottiene così una distribuzione di tipo meccanico proporzionale all'avanzamento**. La larghezza della tramoggia, che coincide con quella di distribuzione e di lavoro (*non è richiesta alcuna sovrapposizione*), risulta generalmente compresa fra 2 e 4 m.



Spandiconcime centrifughi

Sono le **macchine attualmente più frequentemente adottate** per la distribuzione dei concimi minerali, apprezzate per la semplicità costruttiva e per il costo contenuto. Le versioni di tipo portato hanno tramogge con capacità tra 0,4 e 2 m^3, mentre quelle trainate possono arrivare a 10 m^3. Gli organi di lavoro (uno o più dischi rotanti oppure un tubo oscillante) imprimono un'elevata velocità ai granuli di concime (8-12 m/s); dopo aver percorso una traiettoria parabolica, il materiale cade sul terreno ad una distanza variabile in funzione della velocità iniziale impressa, della sua componente verticale, delle caratteristiche fisiche delle particelle e delle condizioni ambientali al momento della distribuzione.
La larghezza di lavoro di tali attrezzature è generalmente compresa tra 6 e 24 m.

Spandiconcime centrifughi monodisco

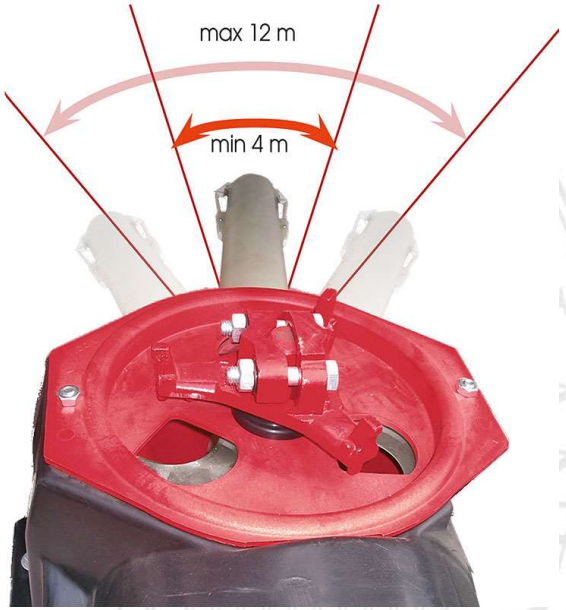
Il concime presente nella tramoggia, generalmente di forma tronco-conica o tronco-piramidale, viene convogliato per gravità verso il sistema di regolazione della dose, che può essere per gravità o per estrazione forzata. Quindi viene a contatto con l'apparato di distribuzione costituito da un disco che ruota nel piano orizzontale, munito di palette radiali azionato per mezzo della presa di potenza e caratterizzato da un elevato regime di rotazione (da 300 a 1000 giri/min).

Spandiconcime centrifughi a due dischi

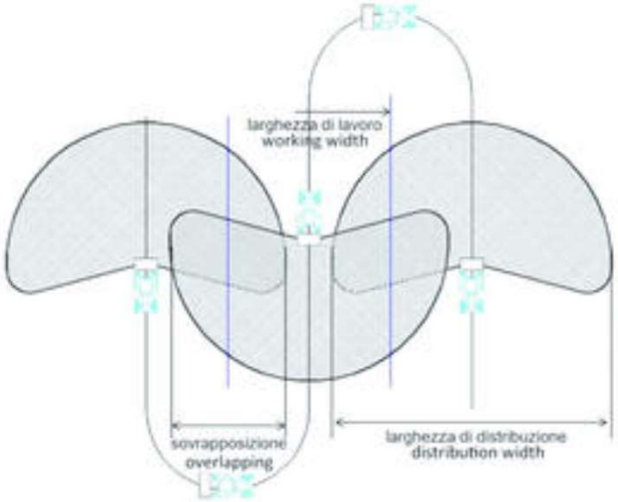
Il sistema di distribuzione è costituito da due dischi controrotanti. **Ciò permette di limitare l'asimmetria di distribuzione propria di ogni disco singolo**. Il diagramma di distribuzione che ne risulta è di forma rettangolare o semi-ellittica. Analogamente ai modelli monodisco, per ottenere una buona uniformità di distribuzione trasversale la larghezza di lavoro deve essere compresa fra il 10 e il 50% della gittata massima, che generalmente è di 12-18 m. Il dispositivo di regolazione della dose può essere per gravità o per estrazione forzata. In quest'ultimo caso, su alcune macchine sono installati sistemi di regolazione con distribuzione proporzionale all'avanzamento di tipo meccanico o elettronico.

Spandiconcime centrifughi a tubo oscillante

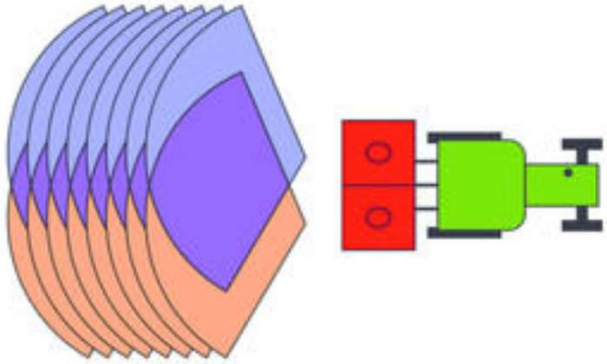
Il sistema di distribuzione è costituito da un tubo di lancio dotato di un moto oscillatorio (360-400 «doppie» oscillazioni al minuto), azionato dalla presa di potenza per mezzo di un sistema biella-manovella. Il sistema di regolazione della dose è per gravità e può essere dotato di un sistema di distribuzione proporzionale all'avanzamento ad azionamento elettronico. Il diagramma di distribuzione di queste macchine è ellittico-trapezoidale, spesso caratterizzato da una depressione centrale, che dipende dal tipo di tubo utilizzato. La larghezza di lavoro di tale attrezzatura non supera i 16 m.



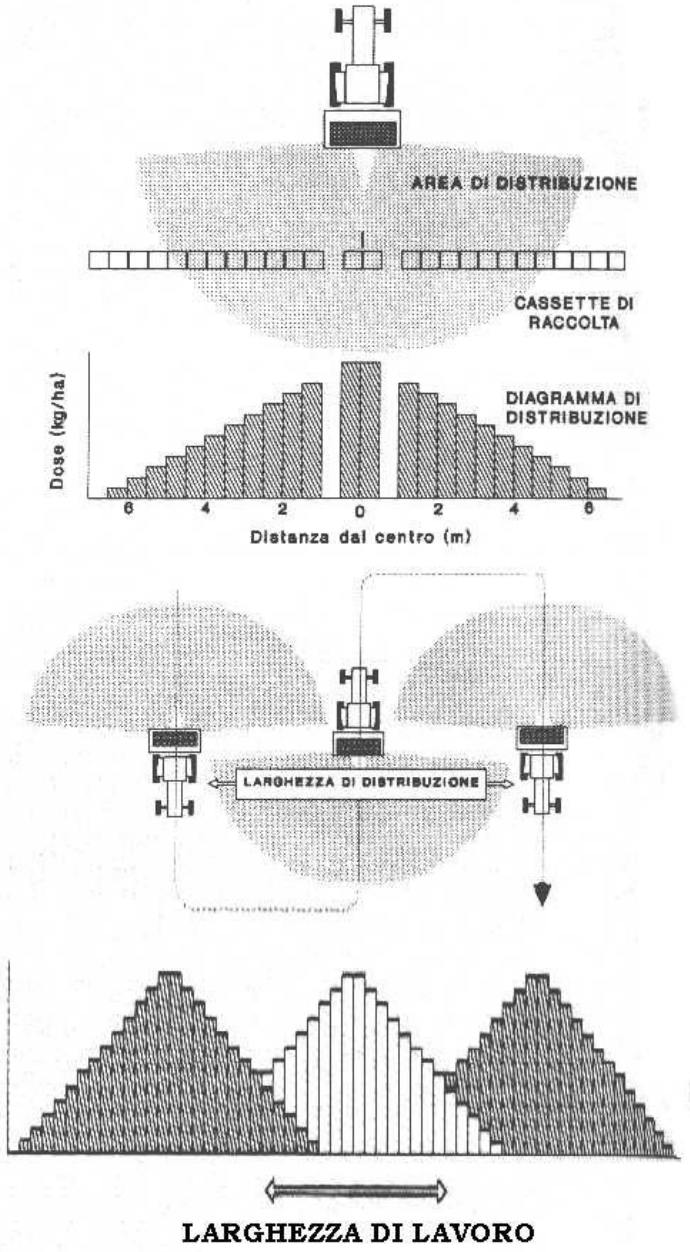
DISTRIBUZIONE TRASVERSALE
TRANSVERSAL DISTRIBUTION



DISTRIBUZIONE LONGITUDINALE
LONGITUDINAL DISTRIBUTION



In condizioni operative ottimali, il diagramma di distribuzione della macchina è di tipo triangolare, per cui per ottenere una buona uniformità di distribuzione trasversale è necessario effettuare una sovrapposizione fra due passaggi contigui dello spandiconcime compresa fra il 10 e il 50% della gittata massima. Le larghezze di lavoro che ne conseguono risultano generalmente comprese fra 6 e 15 m.



Distribuzione superficiale localizzata dei concimi minerali solidi

E' indicata per le colture sarchiate e quelle arboree, e può essere effettuata:
- in banda: di ampiezza variabile, viene generalmente effettuata su **colture arboree** con spandiconcime centrifughi dotati di appositi accessori, quali deflettori opportunamente sagomati che dirigono il concime lateralmente (**a sinistra**);
- in linea: solitamente, la larghezza della fascia di deposizione è di circa 10 cm. E' adottata per la concimazione in copertura del mais, e serve per evitare il contatto diretto tra i granuli e le foglie della coltura, che potrebbero rimanere ustionate; il convogliamento del concime è realizzato attraverso una serie di tubazioni, grazie ai quali il concime viene depositato sulla superficie del terreno (**al centro e a destra**).

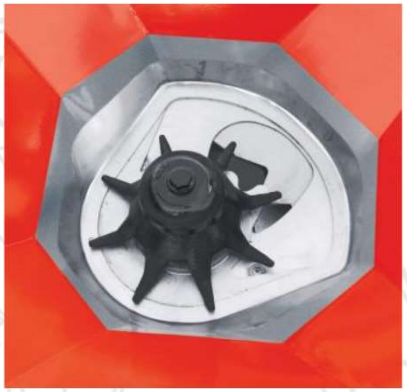
Recenti innovazioni

I principali obiettivi dell'evoluzione degli spandiconcime per concimi minerali sono l'efficace e precisa regolazione della dose da distribuire e la migliore uniformità di distribuzione.

Raggiungere un'elevata larghezza di lavoro o, all'opposto, attivare una sua parzializzazione.

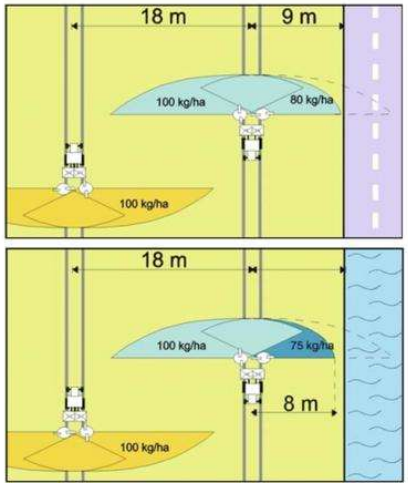
A tale scopo si agisce su:

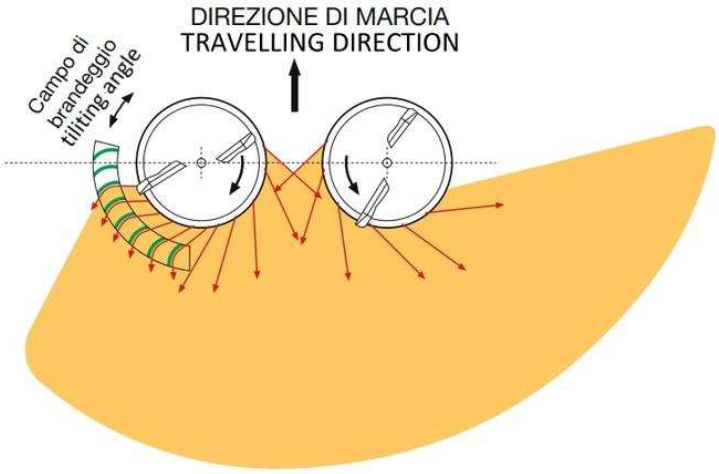
- il regime di rotazione dei dischi, indipendentemente dalla velocità di avanzamento, grazie all'azionamento idraulico;
- la forma e le dimensioni dei dischi di distribuzione e delle alette;
- la posizione e l'inclinazione delle alette
- il punto di caduta del concime sul disco.



Va comunque ricordato che gli spandiconcime a larghezza di lavoro variabile richiedono una non sempre facile regolazione da parte dell'operatore. Risulta pertanto necessario che **il costruttore provveda a fornire, assieme al manuale di uso e manutenzione, le tabelle di taratura per ogni singolo concime da utilizzare**.

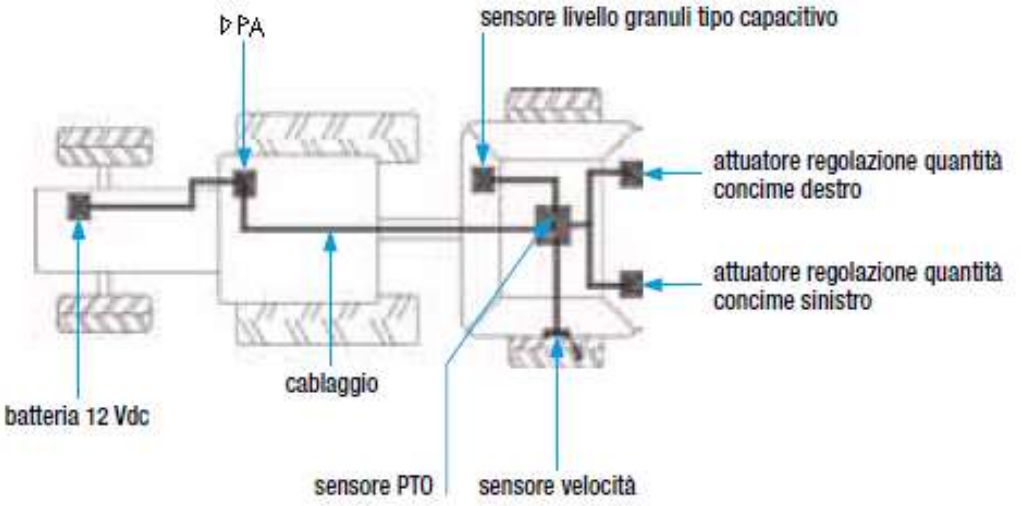
In tale contesto, uno degli aspetti più importanti riguarda la **limitazione di distribuzione nei confini (verso strade, piste ciclabili, corsi d'acqua, ecc.) e nei bordi dell'appezzamento**. A tale scopo, sui modelli più recenti vengono montati dispositivi che permettono di **parzializzare la larghezza di spargimento**.





Variazione della dose distribuita

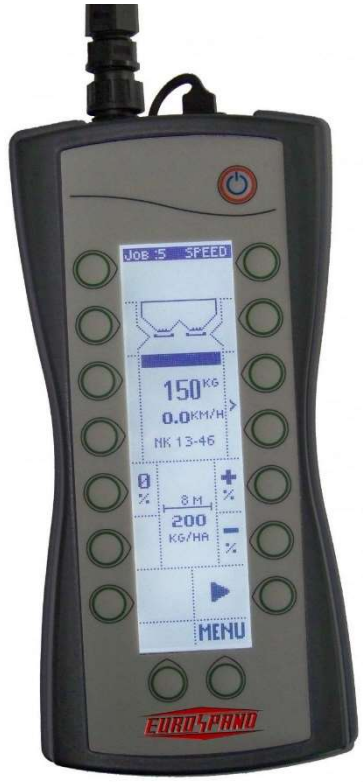
Nei modelli a **regolazione per gravità**, il microprocessore agisce su un dispositivo elettro-magnetico che permette di variare le dimensioni delle luci di uscita del concime dalla tramoggia. Le centraline utilizzate per il controllo elettronico sono generalmente in grado di fornire all'operatore una serie di informazioni quali: superficie concimata, quantità totale distribuita, velocità di avanzamento.



Ottenere una buona uniformità di distribuzione longitudinale, indipendentemente dal tipo di concime utilizzato e dalla dose distribuita

In questi casi si adotta una distribuzione proporzionale alla velocità di avanzamento. La distribuzione proporzionale all'avanzamento può essere ottenuta per mezzo di dispositivi ad azionamento meccanico o elettronico.

I primi si basano sull'intervento di sistemi ad estrazione forzata dalla tramoggia, mentre quelli elettronici si avvalgono di un microprocessore, che regola il regime di rotazione dei rulli in base alla relazione esistente fra velocità di rotazione dei rulli e alla quantità di concime distribuita determinata con apposita prova preliminare di taratura, alla larghezza di lavoro e alla velocità di avanzamento, in modo da mantenere sempre costante la quantità di concime applicata per unità di superficie.



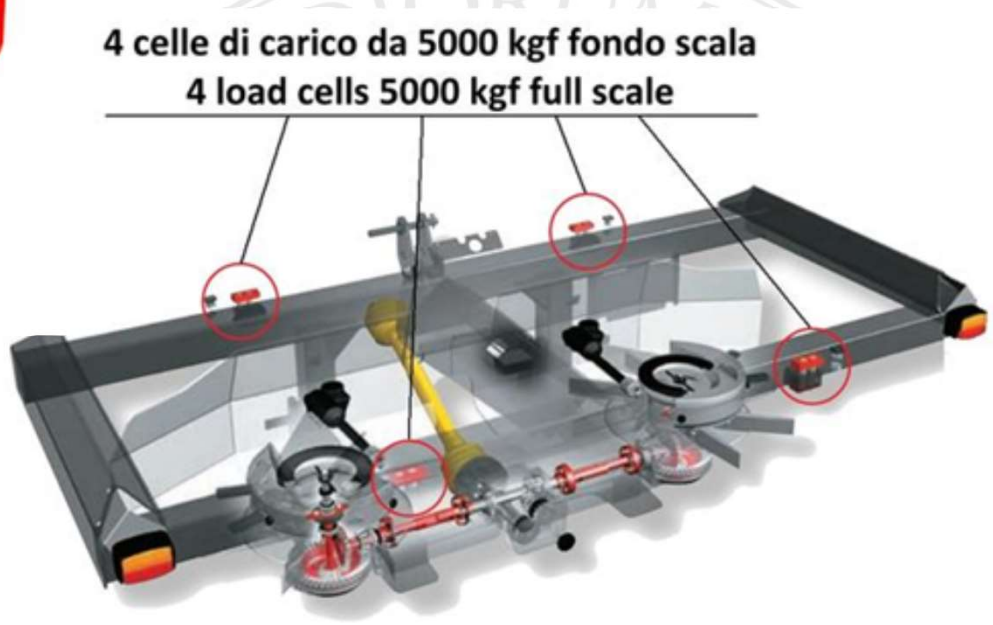
Distribuzione di precisione

Sempre più spesso sono disponibili modelli che lavorano in base a «**mappe di prescrizione**», che si avvalgono della cosiddetta intelligenza geografica, ovvero la **geolocalizzazione**, e che quindi distribuiscono il concime a **rateo variabile**.

La distribuzione differenziata all'interno del medesimo appezzamento deve fondarsi sulla informazione relativa alla localizzazione di aree a diverso fabbisogno (o a differente produttività). L'**erogazione a quantità differenziate** comporta vantaggi sia da un punto di vista economico che da quello ambientale, oltre a consentire la ricerca di un miglior grado di uniformità produttiva, spesso auspicabile sia per motivi di migliore qualità del prodotto finale (maturazione contemporanea), sia di migliore gestione meccanizzata di tutte le operazioni colturali, che traggono molto beneficio da situazioni di omogeneità vegetativa.

Monitoraggio della quantità distribuita in peso

Anche il **controllo continuo in peso del concime distribuito** è un'ulteriore soluzione per la distribuzione a rateo variabile, praticabile con successo soprattutto su appezzamenti con profilo regolare.
In questo caso, la tramoggia è fissata al telaio dello spandiconcime tramite una **serie di celle di carico estensimetriche** che inviano il segnale ad una centralina in grado di monitorare, e quindi pilotare, la quantità di prodotto distribuito.



Spandiconcime a rateo variabile per vigneto

La tramoggia viene caricata una quantità di concime granulare predefinita e monitorata. La velocità di rotazione, controllata idraulicamente con un flusso di almeno 20 l/min, di questi distributori porta ad una erogazione in flusso istantanea che è indipendente dalla velocità di avanzamento.
Conoscendo la dose predefinita (in kg/ha) e la larghezza di lavoro (dati immessi dall'operatore), la velocità di avanzamento e la velocità di rotazione dei distributori (rilevate dai sensori) nonché la quantità di concime erogata ad ogni giro dai distributori (ricavata tramite la procedura di taratura), l'elettronica di bordo gestisce l'elettrovalvola proporzionale per la regolazione del regime di rotazione dei distributori.

Lo spandiconcime può essere dotato del «modulo 4.0», che consente di inviare le dosi di concime direttamente dal sistema informatico aziendale, ricevere report del lavoro effettivamente svolto, tracciato del percorso e tempi di lavoro. A questo si aggiunge il servizio di telediagnostica in remoto.

Gestione variabile del rateo

Lo spandiconcime è predisposto per avere come optional un sistema di controllo che durante le fasi di lavoro confronta la propria posizione geografica con quella presente in mappa di prescrizione e comunica la dose istantanea da applicare al controller di bordo.

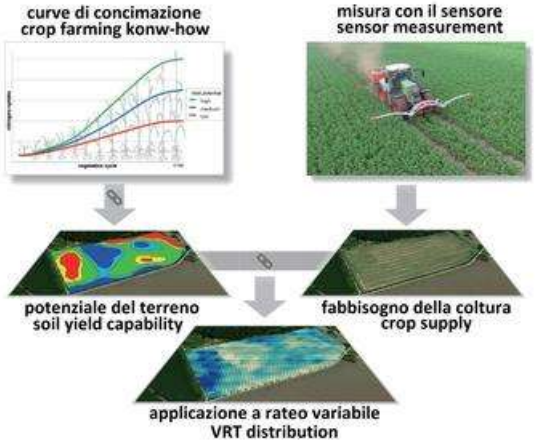
Ricapitolando: **la gestione elettronica**

Sui modelli più completi di spandiconcime, sono disponibili diverse modalità di controllo della dose distribuita, che si avvalgono o meno di alcuni sensori a corredo. In sintesi:

- manuale: l'operatore imposta prima dell'intervento in campo i parametri di distribuzione, escludendo completamente (se del caso) i controlli elettronici;
- memorizzata: la dose distribuita è regolata da una curva di distribuzione predefinita, e come nella precedente situazione non si fa alcun ricorso ai sensori eventualmente disponibili sulla macchina. E' una modalità adatta alla lavorazione su terreni con forti pendenze e dal profilo irregolare;
- semi-automatica: dopo aver impostato la dose voluta, la regolazione della portata viene automaticamente adeguata in funzione della velocità, misurata ad esempio con il GPS. Se il terreno è molto sconnesso (ad esempio dopo l'aratura), il rateo viene fissato con lo spandiconcime fermo;
- automatica: oltre al monitoraggio della velocità, la quantità di prodotto distribuita viene controllata in base al peso. La centralina esegue in continuo la calibrazione della dose in funzione della tipologia del fertilizzante in uso.

YARA N-SENSOR ALS

FRITZMEYER ISARIA



TRIMBLE GREENSEEKER