



# Meccanizzazione agricola

## Innovazioni tecnologiche

## Aggiornamento

Davide Gnesini  
Responsabile Servizio Tecnico  
FederUnacoma

Webinar, 24 febbraio 2023

# Contenuti

FederUnacoma – chi siamo

Trattrici

Protezione colture – aspetti ambientali

Macchine per agricoltura conservativa

Macchine per irrigazione



# FEDERUNACOMA

- Nata come associazione nel 1945, evoluta in federazione nel 2012
- Composta da sette associazioni: ASSOTRATTORI, ASSOMAO, ASSOMASE, COMAGARDEN, COMACOMP, ASSOIDROTECH, AGRIDIGITAL
- Aderisce a Confindustria --- CEMA, EGMF, FEM --- Agrievolution
- Sede centrale: Roma. Uffici: Bologna, Bruxelles
- Cura la realizzazione di EIMA International, Agrilevante, Agrimach (INDIA) ed altri eventi in collaborazione
- Oltre 300 aziende associate
- 80% dei siti produttivi italiani del settore
- 75% della produzione esportata
- Fatturato complessivo di circa 14 miliardi di euro



# LA CERTIFICAZIONE

- Legislazione applicabile ai prodotti: trattrici escluse, vale autocertificazione
- certificazione VOLONTARIA di terza parte → possibile valore aggiunto



- Regioni (PSR) → possono valorizzare certificazione

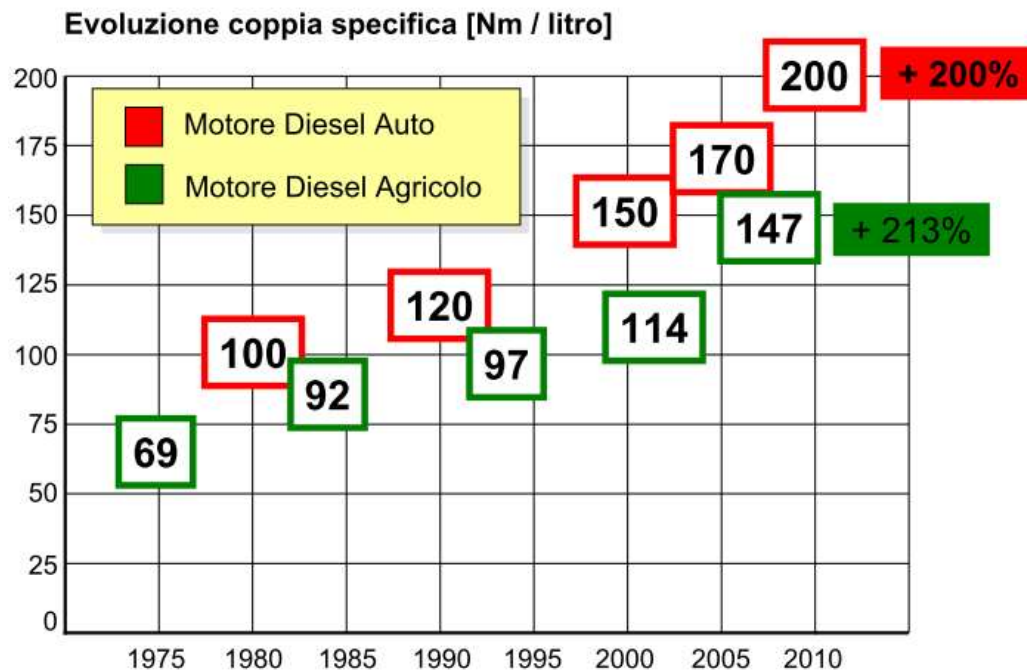
→ Se disponibile

→ Con **piccolo** vantaggio di punteggio

→ La certificazione **volontaria** deve restare tale, non diventare un obbligo di fatto

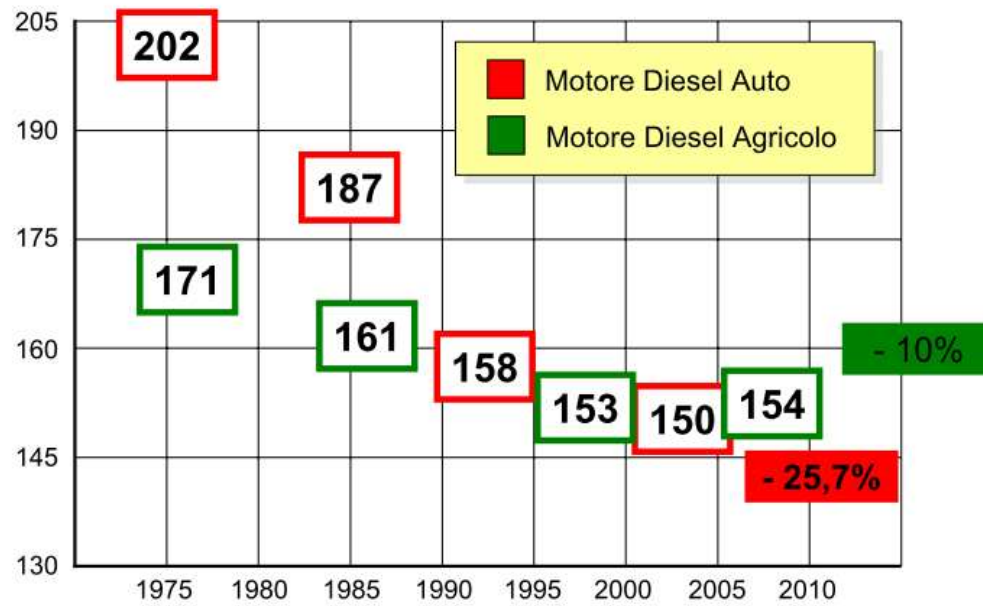


# Trattrice - Motore





Evoluzione consumo specifico [g / CVh]



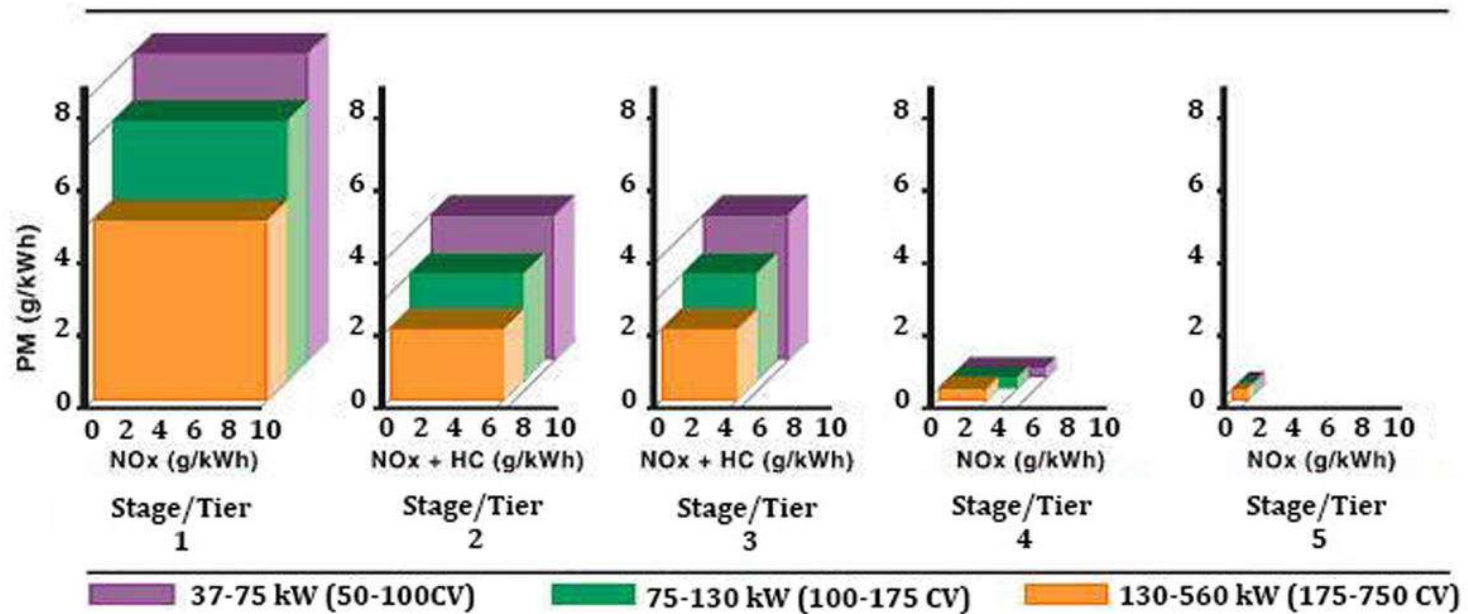


- Dagli anni '90, normative per limitare le emissioni dei motori diesel non stradali. «Stage» in EU, «TIER» in USA
- Secondo la potenza del motore, ciascuna normativa impone dei limiti sugli inquinanti: CO, HC, NOx, particolato
- Dal 2019 si applica la normativa Stage V (Reg. EU 1628/2016): limite sul PM del 40% inferiore allo Stage IV e nuovo limite sul numero di particelle PN. Conseguenza: DPF anche per 19-56kW
- Legislazione USA storicamente presa come riferimento. Con lo Stage V, EU è diventata la più restrittiva



Le emissioni di CO sono state ridotte del 30%, quelle di HC dell'80%

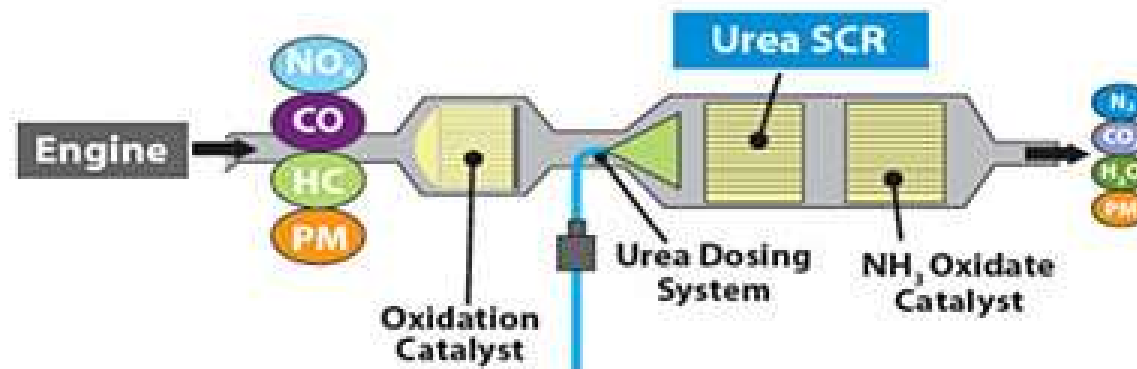
NOx e PM ridotte del 95%





## SCR

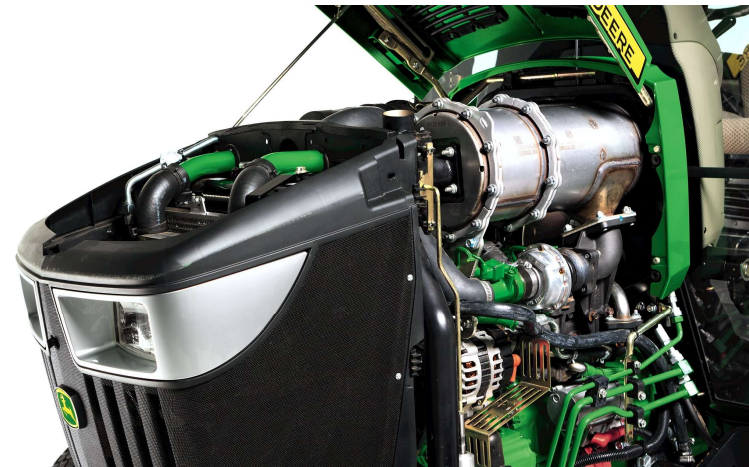
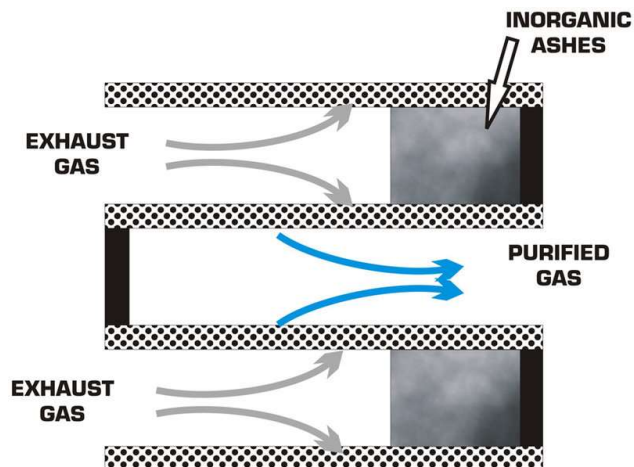
- Selective Catalytic Reduction: introdotto dai costruttori di trattatrici per la normativa Stage IV
- Trattamento dei gas di scarico con soluzione a base di urea -- si ottiene una miscela di acqua e azoto





## DPF

- Diesel Particulate Filter: introdotto per la normativa Stage III-B o V, a seconda delle fasce di potenza
- È un filtro in ceramica per le particelle solide del gas di scarico
- Dopo un certo numero di ore deve essere ripulito (rigenerazione)







- motori soggetti a limiti sulle emissioni: non solo trattori
- Esempio: motopompe con rotolone
- equipaggiate con motori che devono ottemperare alle stesse regole





a questo proposito la Regione Veneto ha:

- approvato la **Delibera** 1732 del 30 dicembre 2022 che in Allegato F fissa i requisiti per il finanziamento degli «Investimenti per migliorare le prestazioni e la sostenibilità globali dell'azienda agricola: Interventi di ammodernamento e riconversione degli impianti irrigui finalizzati al risparmio della risorsa idrica» all'interno del Programma di Sviluppo Rurale 2014-2020
- invitato AVEPA con nota Prot. 35529/2023 a **controllare la marcatura** dei motori installati, con particolare riferimento al Numero di Omologazione, allo scopo di verificare la conformità al Regolamento vigente



In dettaglio:

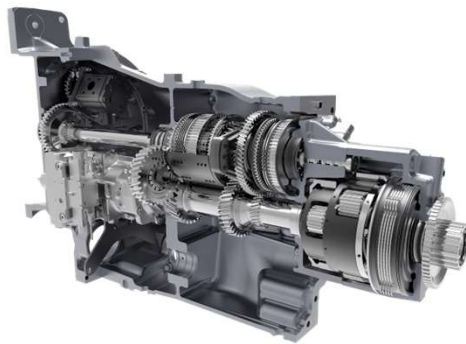
- preso atto che il Reg. Del. 656/2017 stabilisce i contenuti della marcatura dei motori
- vedi esempio foto:



Il controllo di AVEPA consisterà nel verificare che nel Numero di Omologazione (in blu) la sigla tra i primi 2 asterischi corrisponda a 2016/1628 (cioè al Regolamento)

# Trasmissione

- Necessità di combinare il punto di funzionamento ottimale del motore con le condizioni di lavoro
- Non sempre possibile con trasmissioni a rapporti finiti
- Necessità di poter cambiare marcia anche sotto carico per adeguare il motore alle condizioni locali del terreno







- Le trasmissioni si sono evolute verso:
  - incremento del numero di rapporti
  - riduzione dei tempi di cambiata
  
- Soluzioni tecnologiche:
  - Full Power Shift (FPS)
  - Continuously Variable Transmission (CVT)
  - Dual Clutch Transmission (DCT)

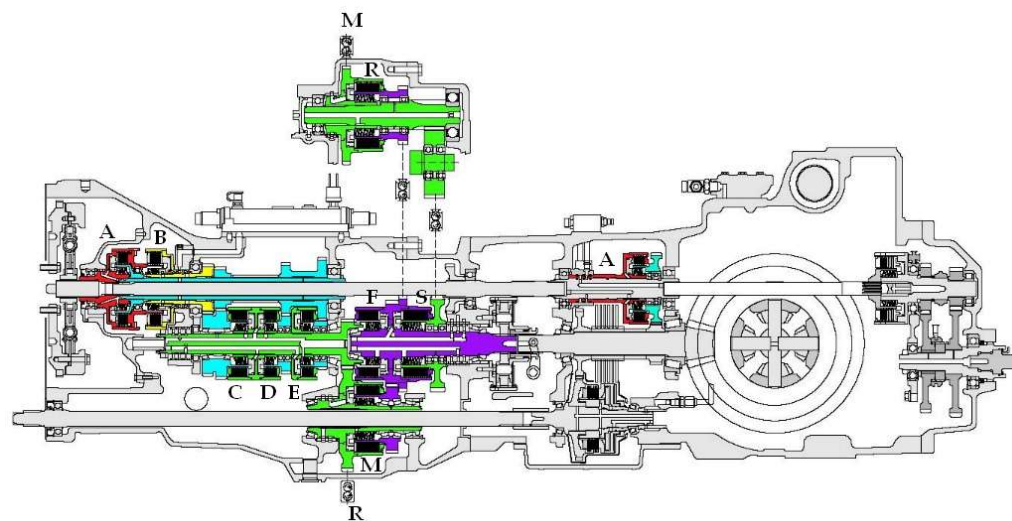




## Full Power Shift

Trasmissioni meccaniche con frizioni elettro-idrauliche in sostituzione dei classici innesti con sincronizzatori

*Vantaggi:* Rapidità e fluidità di cambiata – possibilità di variare rapporto, gamma e direzione sotto carico



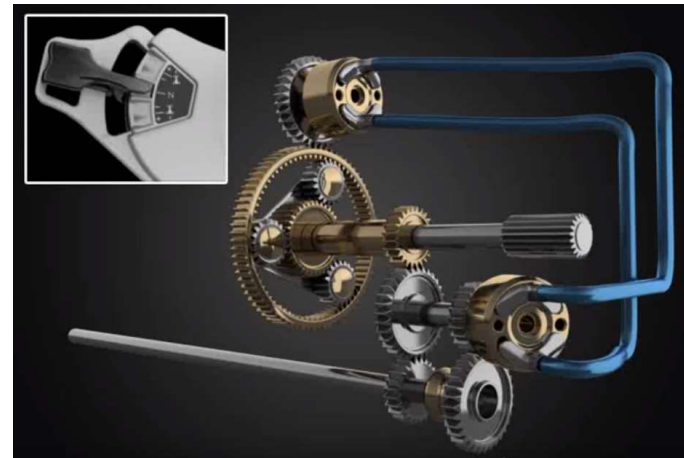


## CVT

- Trasmissione mista con una componente meccanica ed una idrostatica unite da un rotismo epicicloidale
- Il rapporto di trasmissione può essere variato con continuità

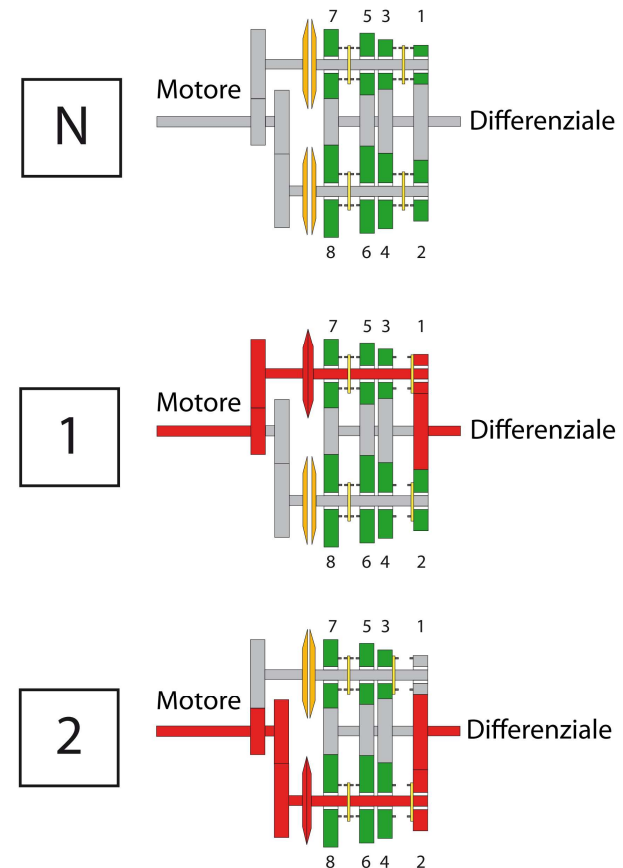
Permette:

- velocità costante a carichi variabili, oppure
- numero di giri motore costante e variazioni automatiche velocità, a pieno carico
- «active neutral»



# Dual Clutch Transmission

- Due alberi secondari: sul primo, ruote dentate delle marce pari. Sull'altro, marce dispari
- Quando è inserita una marcia la corrispondente frizione è chiusa; nell'altro albero viene preinserita una delle due marce adiacenti
- Per effettuare il cambio marcia viene staccata la prima frizione e innestata la seconda





# Cabina

Visibilità - Ergonomia

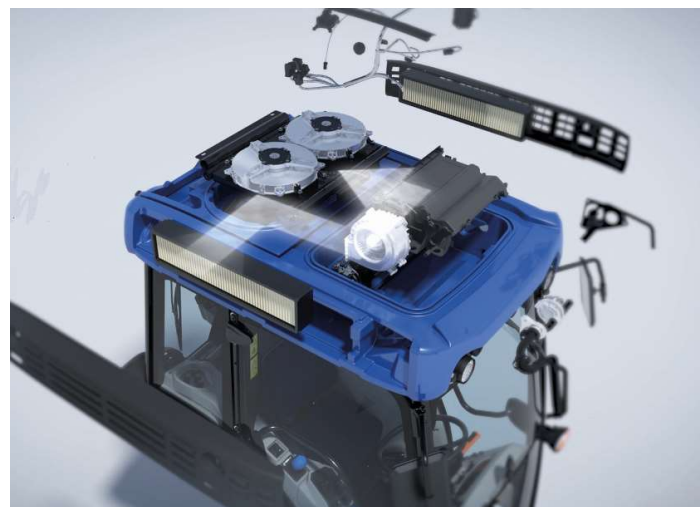


# Filtrazione



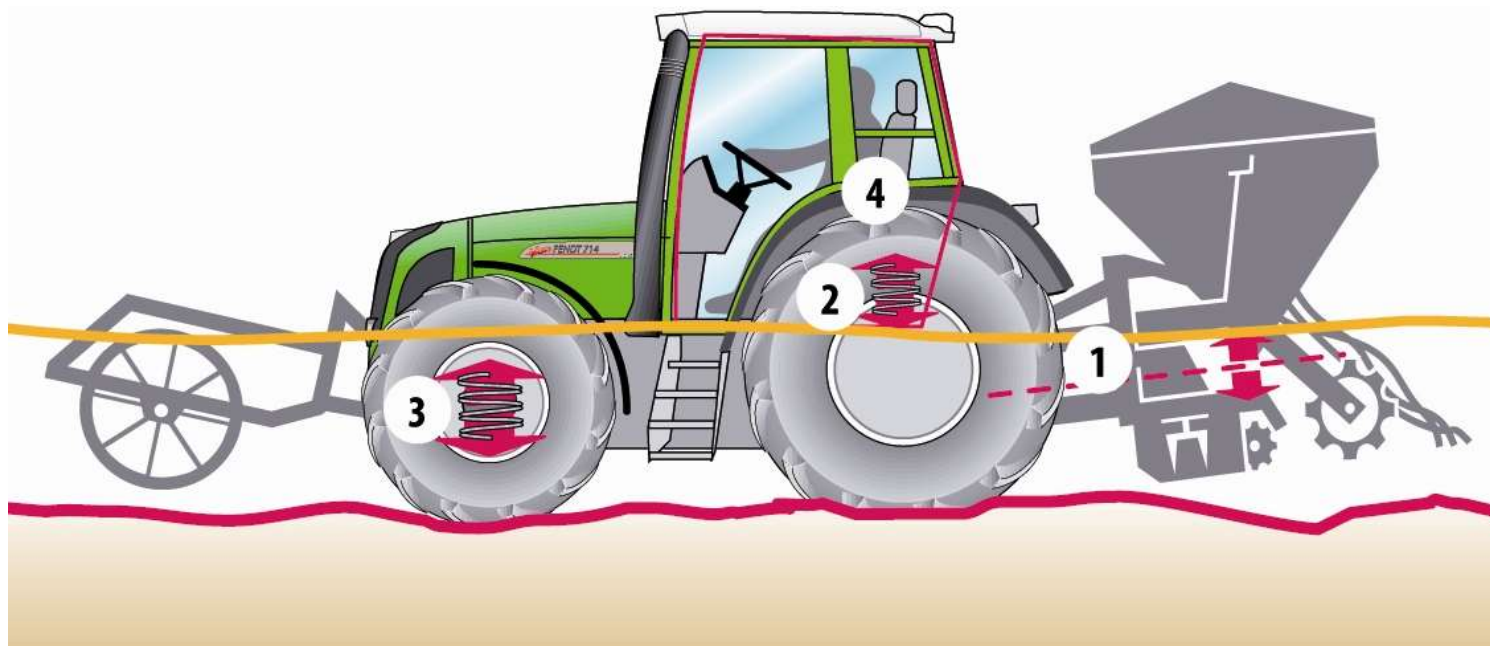
Impianto di filtrazione a carboni attivi

Necessaria leggera pressurizzazione





## Sistemi sospensivi

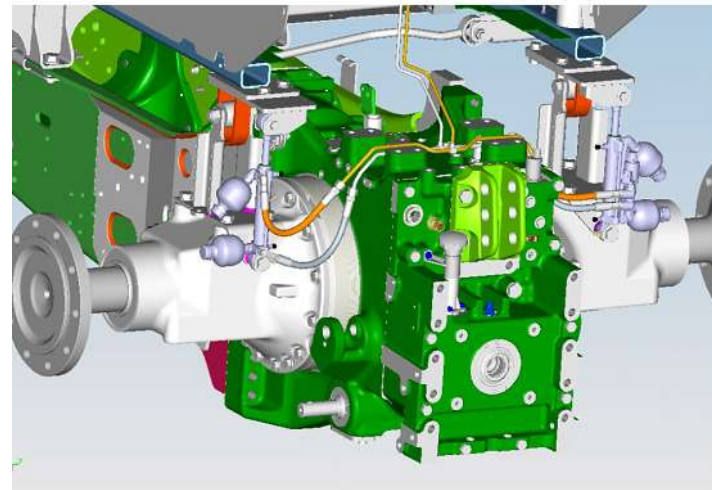


- 1 – sorgente di oscillazione
- 2 – sospensione cabina
- 3 – sospensione assale
- 4 – sospensione sedile



## Sospensione cabina

- Costituita da elementi idro-pneumatici capaci di variare lo smorzamento
- Possibilità di regolazione predittiva dei parametri della sospensione in funzione delle condizioni operative





## Sospensione assale

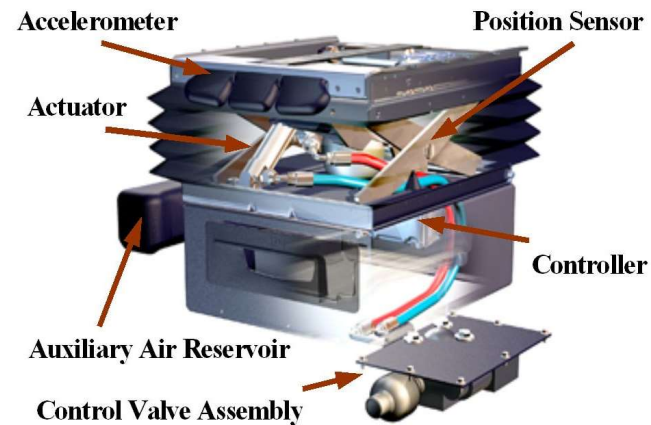
Sospensione idropneumatica

Un accelerometro permette la regolazione automatica dello smorzamento in estensione e in compressione

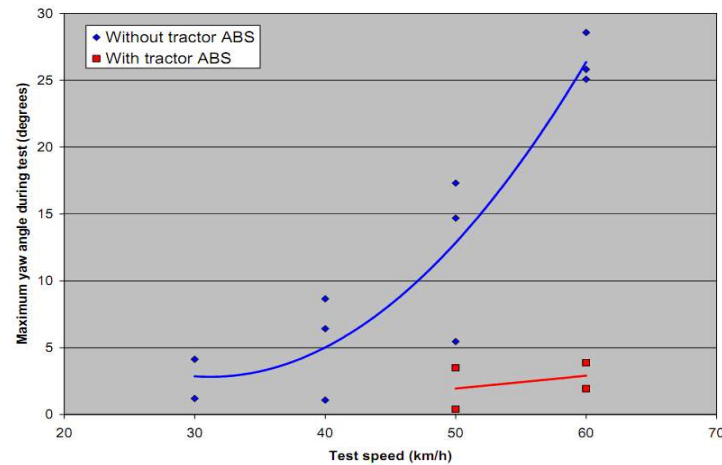


## Sospensione sedile

Sospensione sedile con dispositivi attivi (smorzamento controllato e rigidità controllata)



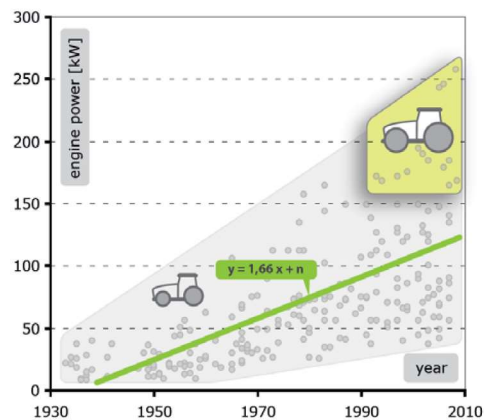
# ABS



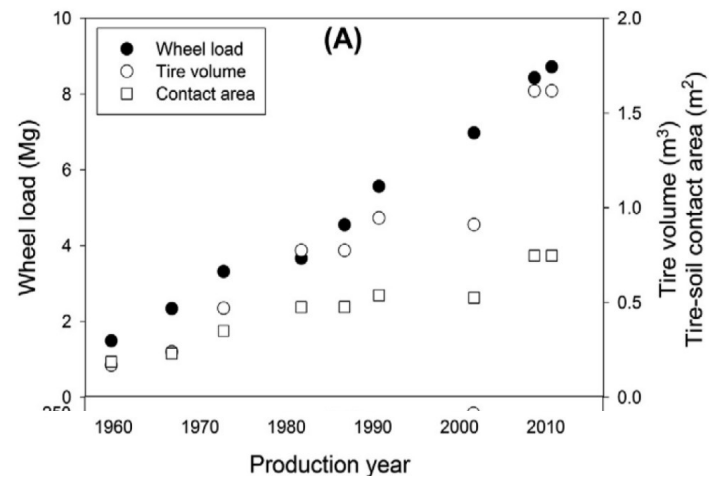
ABS facoltativo se  $V_{max}$  superiore ai 40 km/h ed obbligatorio per  $V_{max}$  uguale o superiore a 60 km/h

# Organi di trazione

- Trattori sempre più potenti (e pesanti)
- Pressioni sempre più elevate sul terreno



Fonte: Concept Study of a Modular and Scalable Self - Propelled Implement System



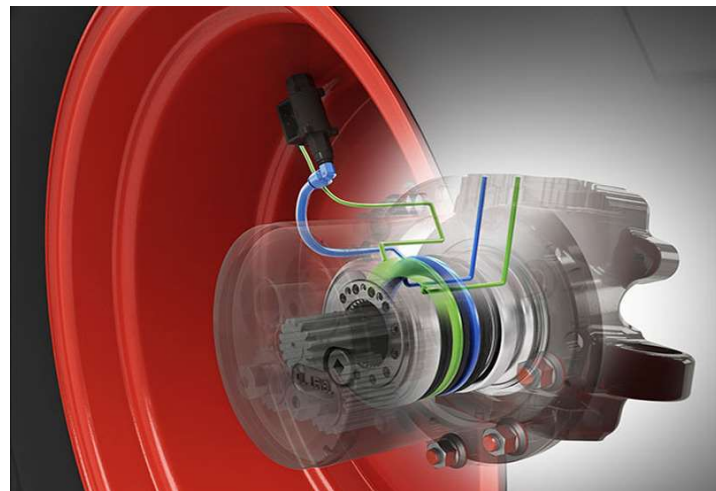
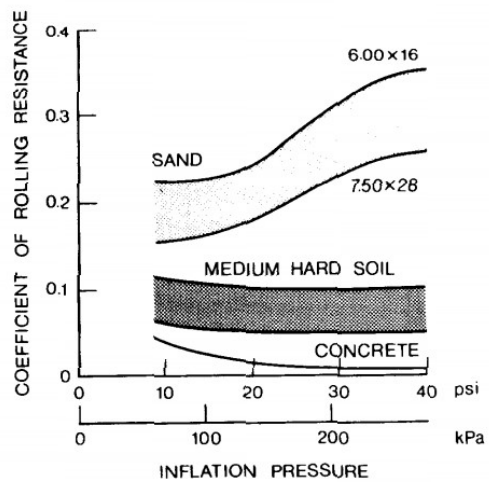
Fonte: Driver-Pressure-State-Impact-Response (DPSIR) Analysis and Risk Assessment for Soil Compaction

Soluzione 1: organi di trazione alternativi alle ruote  
Maggiore impronta a terra → limitano compattamento



## Soluzione 2: controllo in tempo reale della pressione

Maggiore impronta a terra → limita compattamento



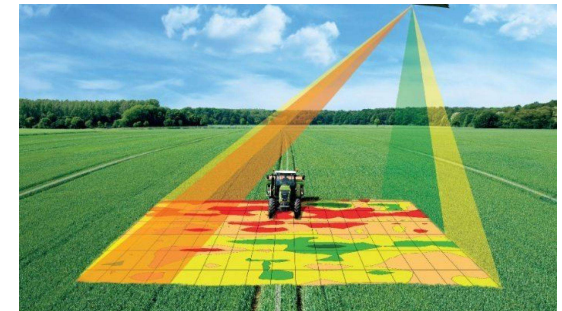


# Trattrice o simulatore di volo?



## Tecnologie abilitanti per l'agricoltura digitale:

- Telemetria → sensori
- Guida automatica
- ISOBUS Universal Terminal con Task Controller (per le funzionalità evolute)
- Connettività remota
- Attrezzature allo stesso livello





# Elettificazione

Oggi → elettificazione attrezzature

La trattore genera potenza elettrica tramite il motore endotermico

La potenza elettrica all'attrezzatura offre nuove possibilità operative



# Elettrificazione



Riquadri in **rosso**: non sono, e sicuramente non saranno, disponibili sul nostro mercato

**Domani** → elettrificazione trazione (??)

Per potenze alte (campo aperto): full electric non praticabile per dimensioni batterie

In corso di sviluppo soluzioni ibride

Altro: idrogeno green?



Parco macchine **irroratrici** in uso in Italia: circa **400'000** unità

35% circa macchine  
irroratrici per colture  
erbacee



58% circa macchine  
irroratrici per colture  
arboree

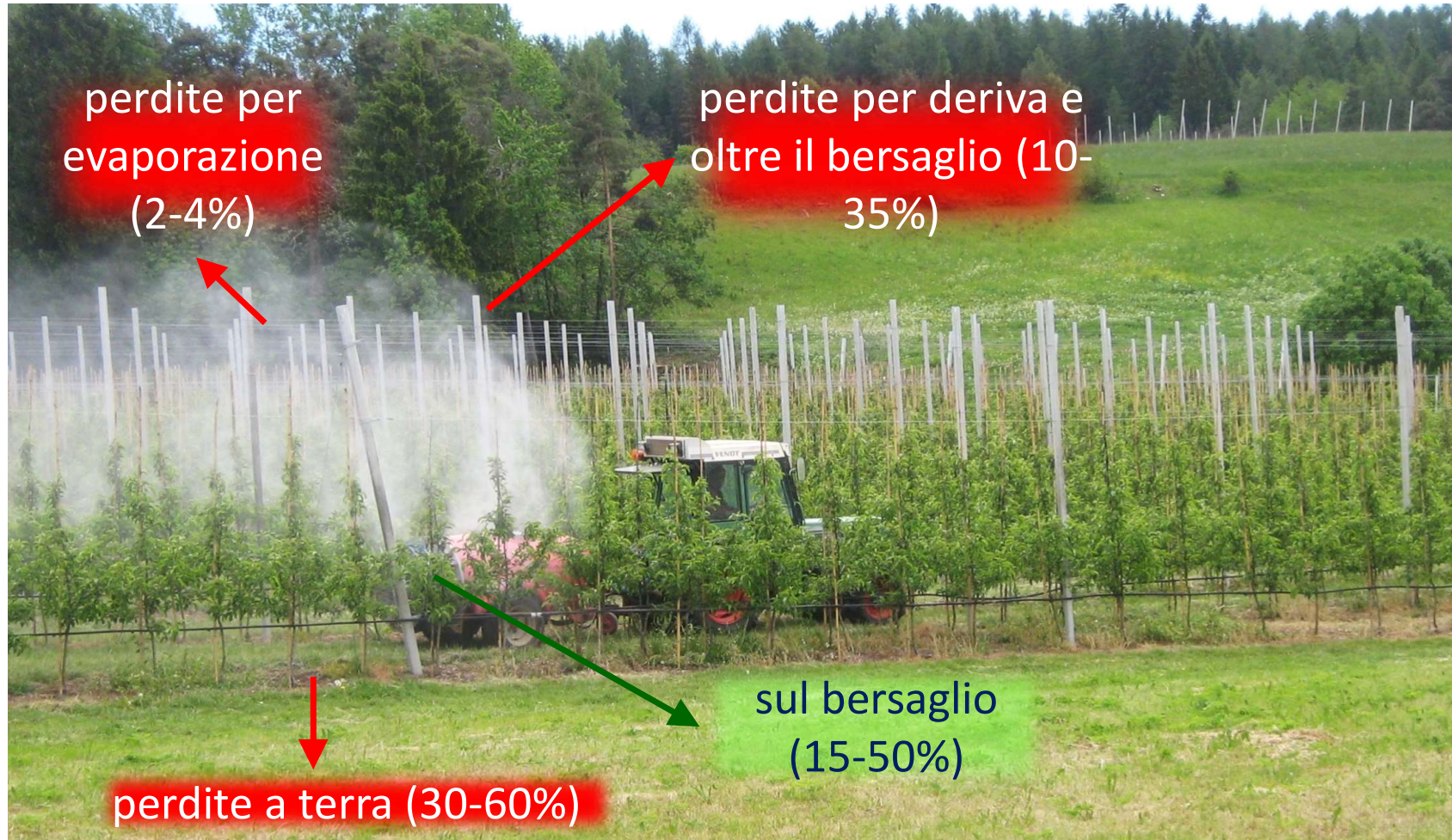


5% circa macchine  
portate dall'operatore

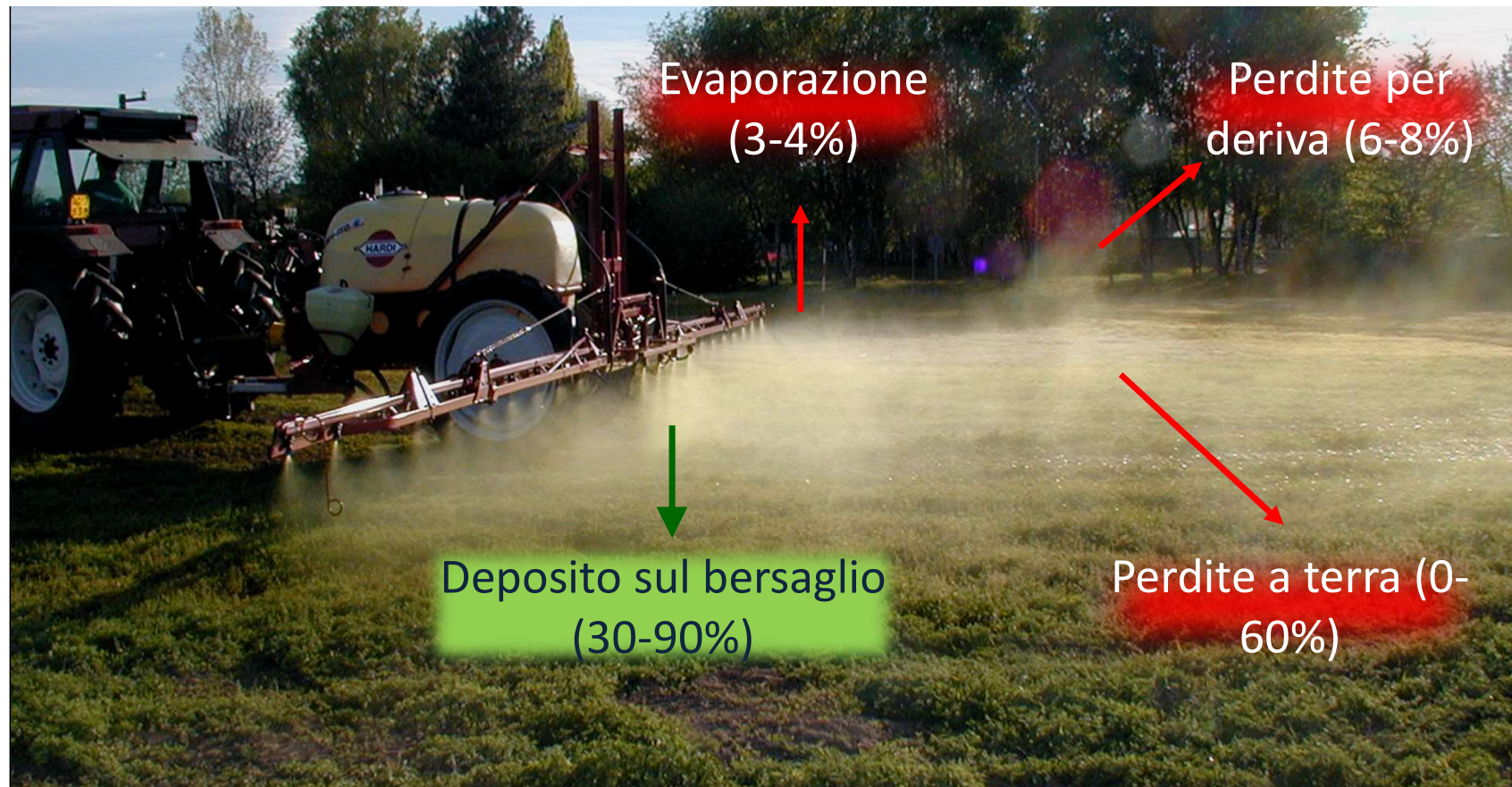


Età media: tra 9 e 12 anni

## LE PERDITE DI PRODOTTO – Colture arboree



## LE PERDITE DI PRODOTTO – Colture erbacee



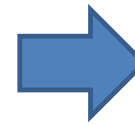
## SOLUZIONI BASE - Contaltri automatico con sensori integrati al serbatoio



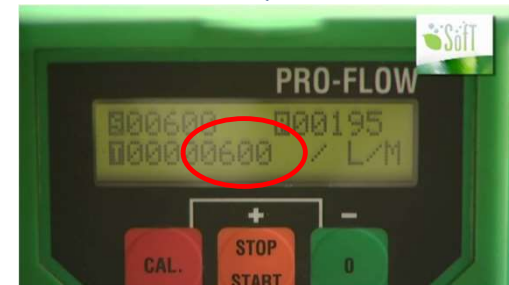
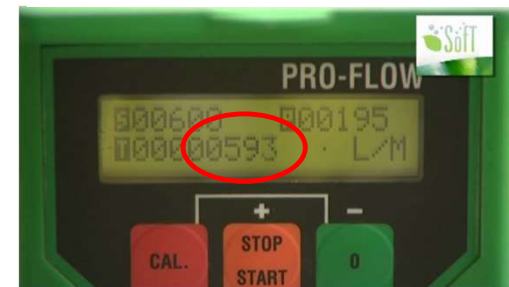
CONTALTRI ELETTRONICO



SENSORE DI LIVELLO  
collegato al contaltri



DISPLAY CONTALTRI



SOLUZIONI BASE –  
Cassetta ermetica per  
trasporto fitofarmaco







## SOLUZIONI BASE - Premiscelatore

con sistema di  
introduzione dei prodotti  
in polvere

indipendente

montato sull'irroratrice



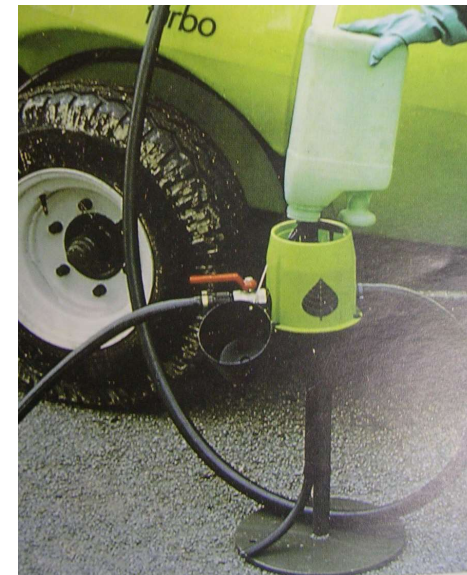
## SOLUZIONI BASE - Dispositivo per il lavaggio dei contenitori vuoti degli agrofarmaci

sul premiscelatore



nell'apertura di  
riempimento del  
serbatoio dell'irroratrice

indipendente



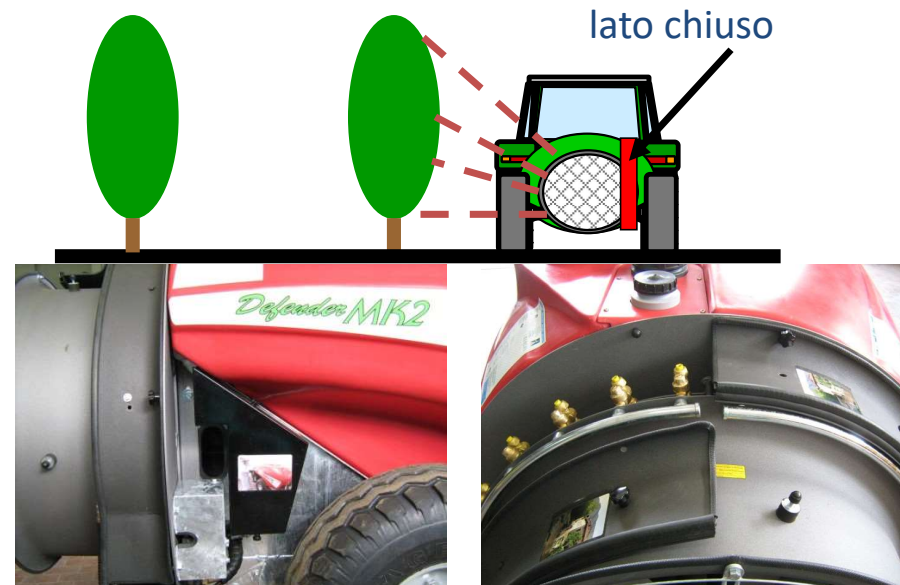
## SOLUZIONI BASE – Chiusura aria su ogni lato



aperto



chiuso



riduzione deriva del 20-50%

## SOLUZIONI BASE - Portata proporzionale alla velocità di avanzamento

Sistema che mantiene costante la dose (litri/ettaro) al variare della velocità di avanzamento

Senza tale sistema:

- velocità ↑, dose ↓ -- e viceversa



Sensore di velocità



Regolatore di portata



Sensore di pressione



Sensore di portata



Quadro comandi

SOLUZIONI BASE - Sistemi per la  
regolazione della **direzione** del flusso d'aria





## SOLUZIONI BASE - Irroratrici scavallanti – con o senza recupero





## SOLUZIONI BASE - manica d'aria



### VANTAGGI:

- Migliore penetrazione nella vegetazione
- Contenimento della deriva

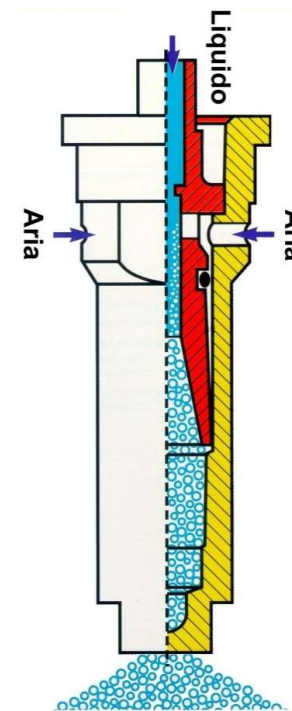


## SOLUZIONI BASE - Ugelli ad iniezione d'aria («antideriva»)



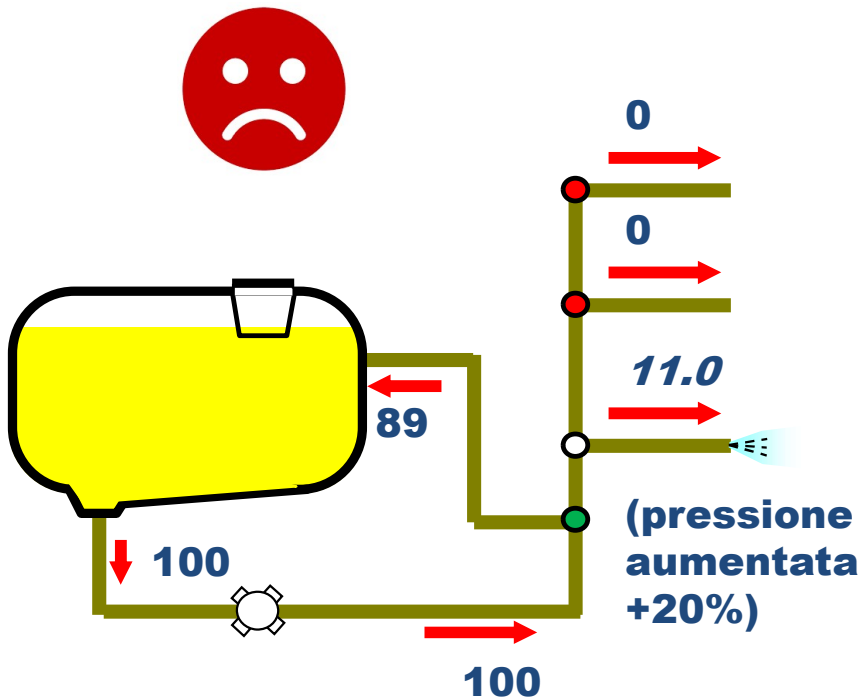
Ugelli  
convenzionali

Ugelli a iniezione  
d'aria

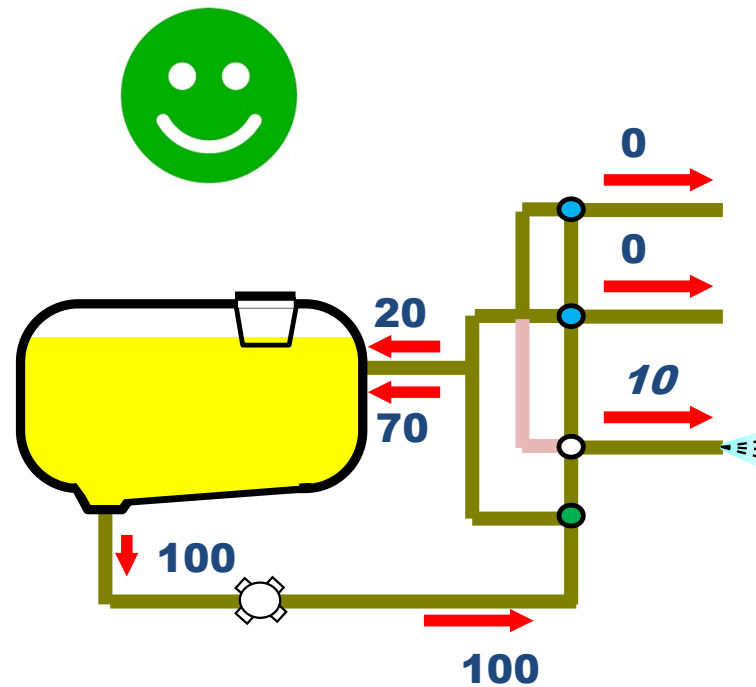




# SOLUZIONI BASE – Ritorni calibrati



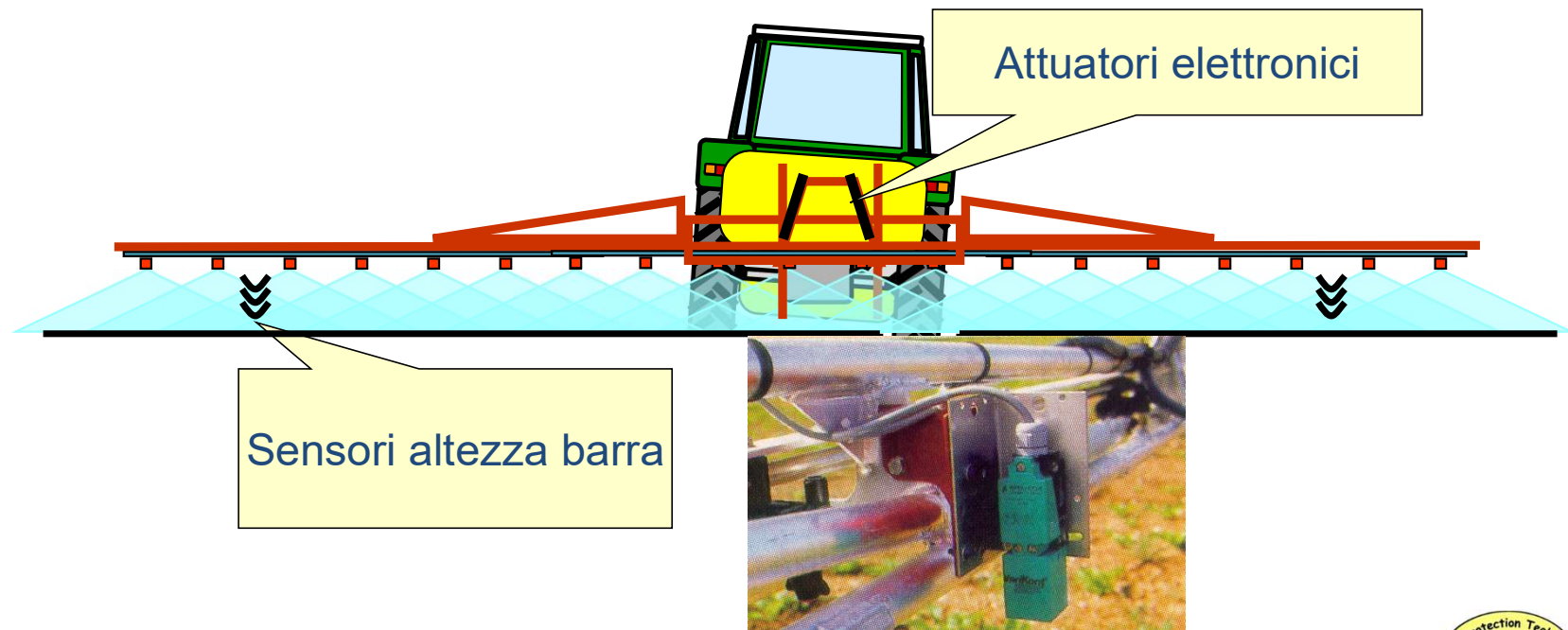
Senza sistema di compensazione



Con sistema di compensazione



# SOLUZIONI BASE – Controllo stabilità barra



## SOLUZIONI BASE – Irroratrici con carica elettrostatica

La miscela  
irrorata viene  
caricata  
negativamente

La pianta ha  
carica positiva  
(sulla superficie  
delle foglie)



Presente solitamente su macchine pneumatiche

Ugelli in numero minore – condizione favorevole  
per caricare elettricamente la miscela e  
distribuire portate di liquido inferiori (basso  
volume)



## SOLUZIONI BASE – barre umettanti

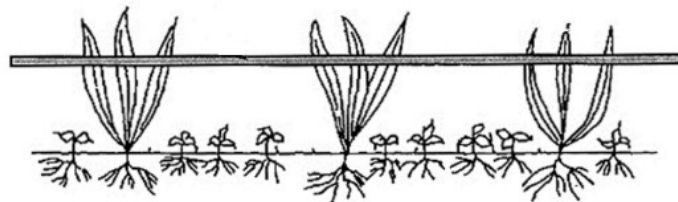


Utilizzo limitato al diserbo

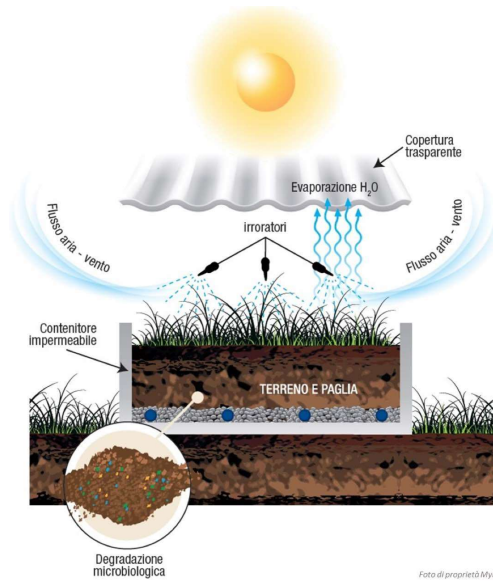
Deriva zero

Possibile gocciolamento

Impiegate prevalentemente in risaie (contro riso crodo)



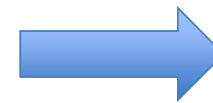
# SOLUZIONI BASE – Punto attrezzato di smaltimento in azienda



Fondamentale: il 70% dell'inquinamento da fitofarmaci di acque superficiali e profonde viene da fasi di riempimento e lavaggio!!!



## SOLUZIONI BASE – Punto attrezzato di smaltimento in azienda



Rifiuti speciali?

Con questa soluzione,  
solo *qualche kg* in un  
anno!



## SOLUZIONI EVOLUTE - Sistema chiuso di introduzione fitofarmaco

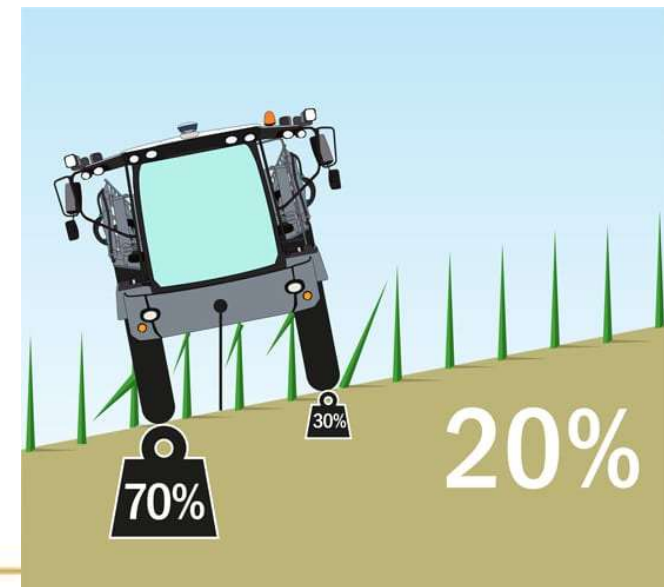
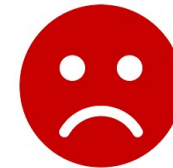


## SOLUZIONI EVOLUTE – Macchine con irrorazione schermata





## SOLUZIONI EVOLUTE – Irroratrice autolivellante per colture in collina



SOLUZIONI EVOLUTE - Sistemi per la regolazione della  
**portata d'aria**

Irroratrice con  
ventilatore  
azionato da  
motore **elettrico**





## SOLUZIONI EVOLUTE – Irrorazione «ibrida» elettro-chimica



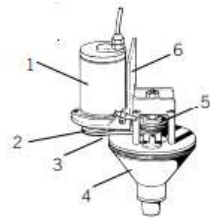
Viene irrorato un liquido bio-compatibile, che conduce elettricità

La macchina portata posteriormente trasferisce alle infestanti una corrente elettrica

Ha i vantaggi produttivi dell'irrorazione tradizionale, e quelli ambientali della rimozione meccanica

---

## SOLUZIONI EVOLUTE – CDA Controlled Droplet Application



1. Motor
2. Motor Pulley
3. Drive Belt
4. Atomiser Disc
5. Atomiser Pulley
6. Mounting Bracket

Le gocce non sono create dalla pressione, ma dalla veloce rotazione di tre dischi, azionati da un motore elettrico

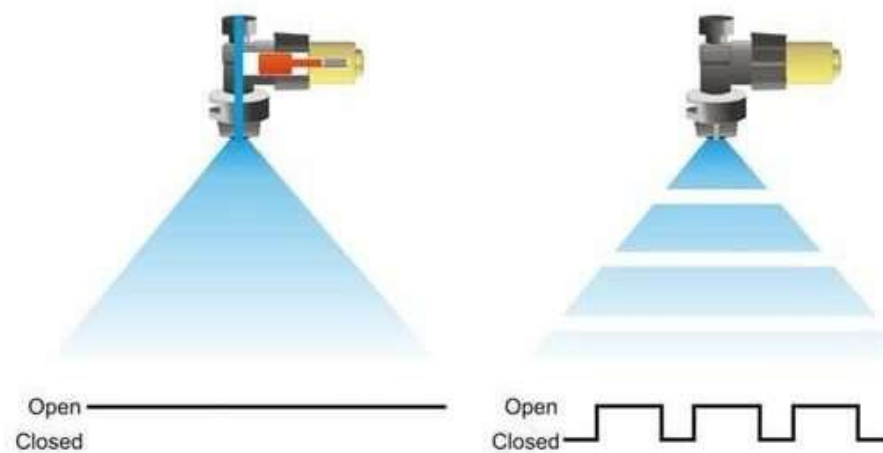
Obiettivo: ridurre la dose mantenendo lo stesso livello di protezione

Il parametro da controllare è il numero di goccioline (droplet) per unità di superficie di vegetazione



## SOLUZIONI EVOLUTE - Pulse width modulation (PWM)

Ugelli non costantemente aperti  
Sequenza di aperture – chiusure  
Migliora controllabilità puntuale



## SOLUZIONI EVOLUTE - Pulse width modulation (PWM)

Disponibile anche come retrofit per macchine già in uso

Riduzione dose fino al 40% a parità di efficacia, secondo studi scientifici

(Foliar deposition and coverage on young apple trees with PWM-controlled spray systems)

Ramón Salcedoa, Heping Zhub,\*, Zhihong Zhangb, Zhiming Weib, Liming Chenb, Erdal Ozkana, Davide Falchieri

Computers and Electronics in Agriculture 178 (2020) 105794



**COMPONENTI  
DEL SISTEMA**

- 1 Centralina di controllo dell'applicazione
- 2 Cavi di cablaggio della vs attrezzatura
- 3 Elettrovalvole



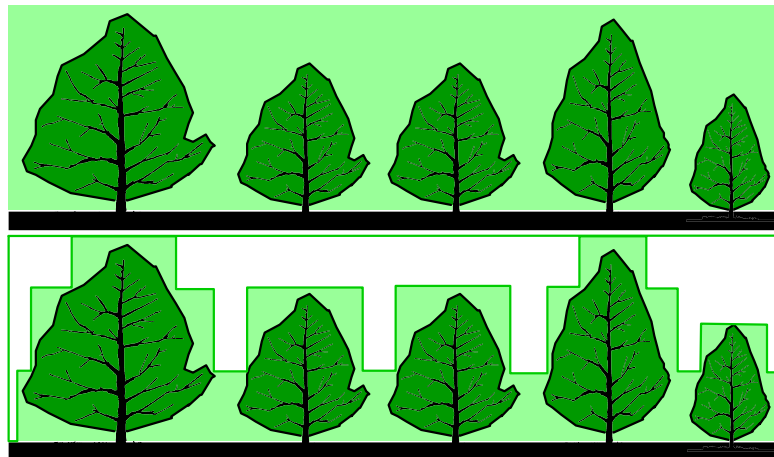
## SOLUZIONI EVOLUTE – Porta-ugelli multipli con controllo automatico



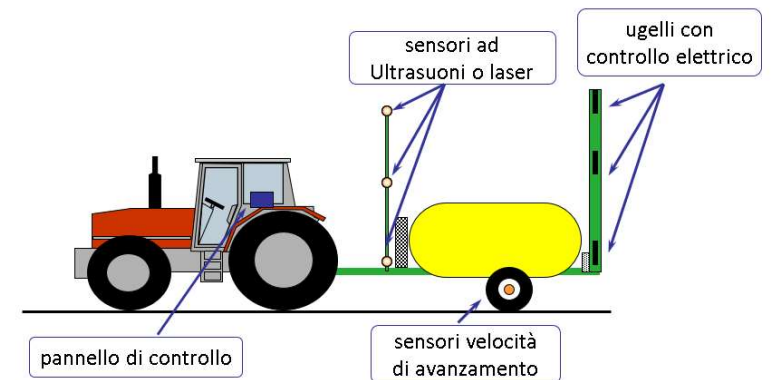
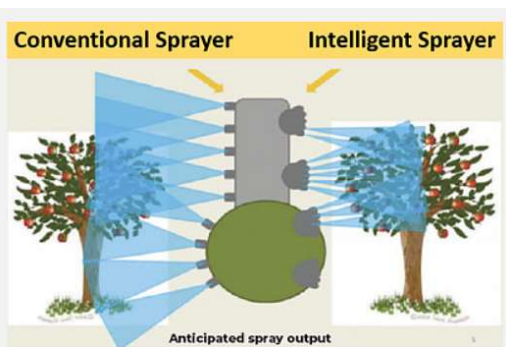


## SOLUZIONI EVOLUTE - Trattamento mirato con sensori

Distribuzione convenzionale



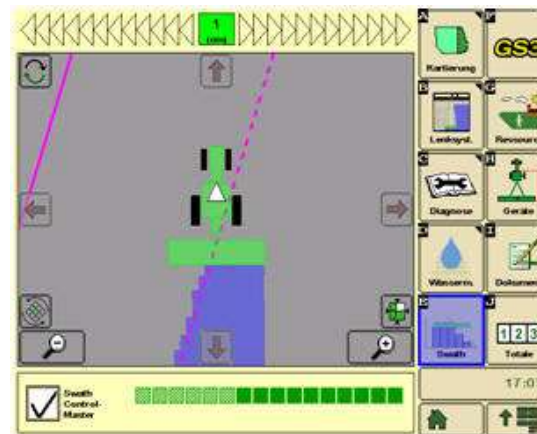
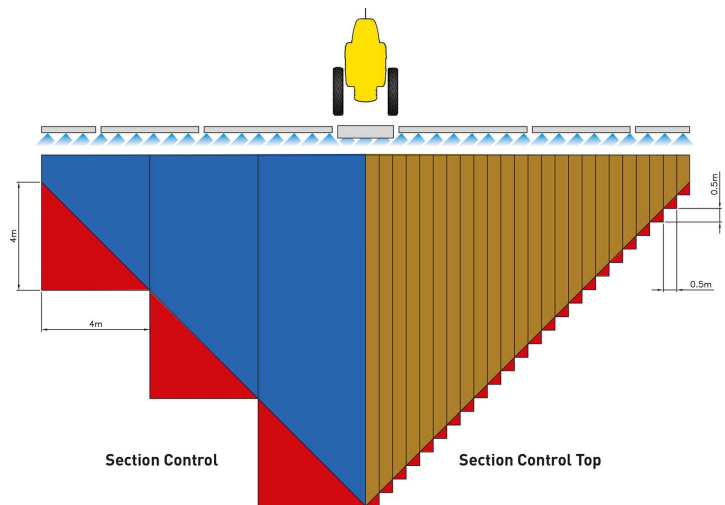
Distribuzione controllata







## SOLUZIONI EVOLUTE – Controllo delle sezioni di barra e in generale sistemi di ausilio alla guida



## SOLUZIONI EVOLUTE – Irrorazione mirata solo sulle infestanti rilevate

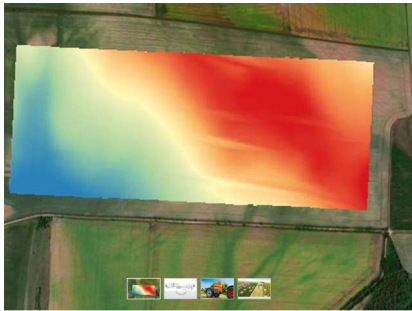


Concetto analogo ad atomizzatore con profilo distribuzione che si adatta a vegetazione

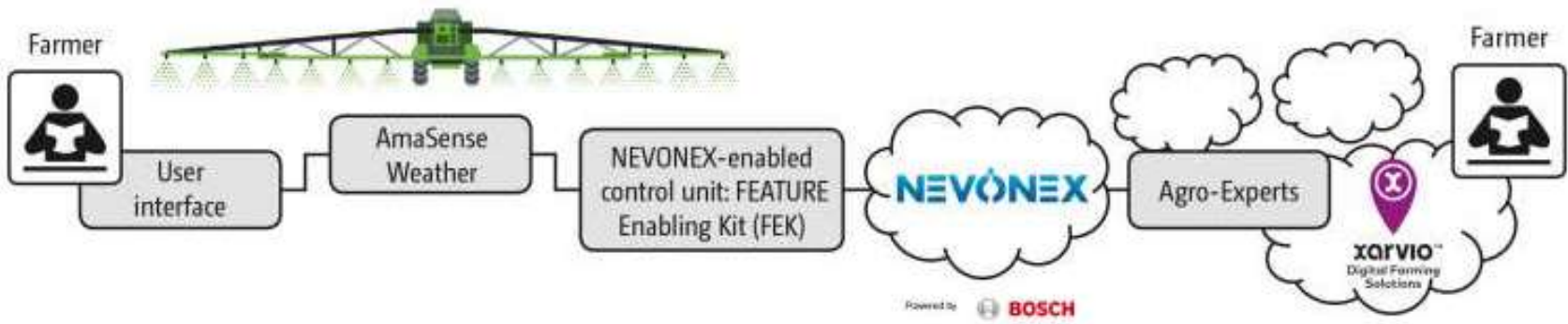
Necessario controllo del singolo ugello

Necessari sensori e centralina con alta capacità di calcolo

# SOLUZIONI EVOLUTE – Sensori temperatura e umidità a bordo macchina



An example of a changing temperature curve for a single area (depending on the time of day, topography, solar radiation, etc.)





- Elevati costi di funzionamento, manutenzione e riparazione
- Capacità carico e autonomia: ridotte
- Deriva
- Limiti normativi - anche bozza di revisione del PAN ribadisce divieto, con possibili deroghe rilasciate dalle Regioni o dalle Province Autonome, *ma apre alla sperimentazione*

## SOLUZIONI EVOLUTE – irrorazione aerea (droni)

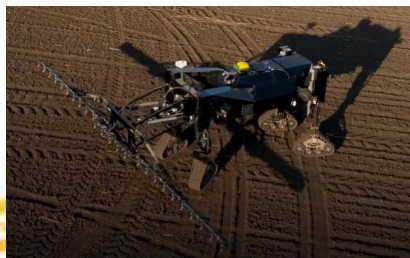


- Utilizzabili per monitoraggio
- Distribuzione di imenotteri parassitoidi o batteri sporigeni (lotta biologica o integrata)
- Usi promettenti per mosca dell'olivo
- Diserbo localizzato
- Possibilità di intervento anche con terreno bagnato o in luoghi non praticabili con trattore



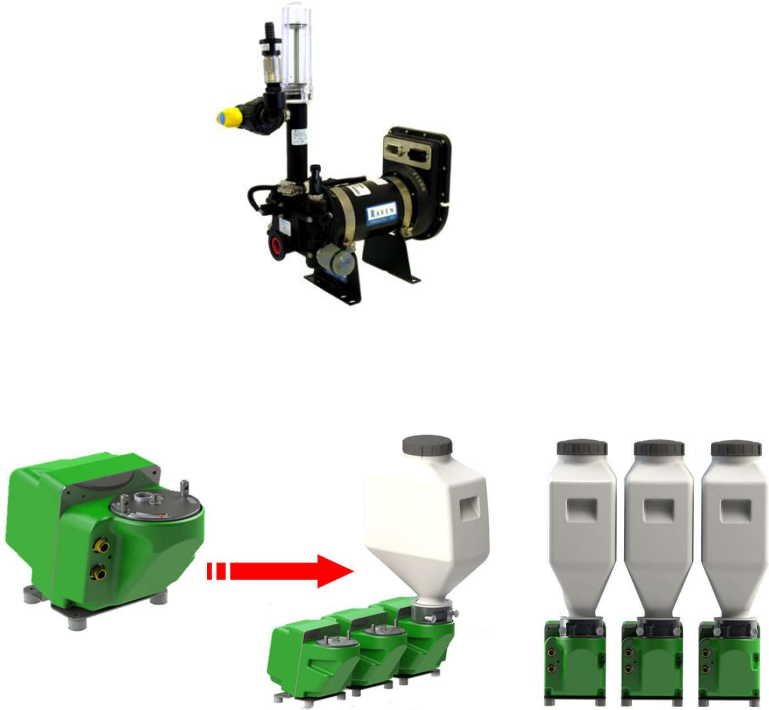
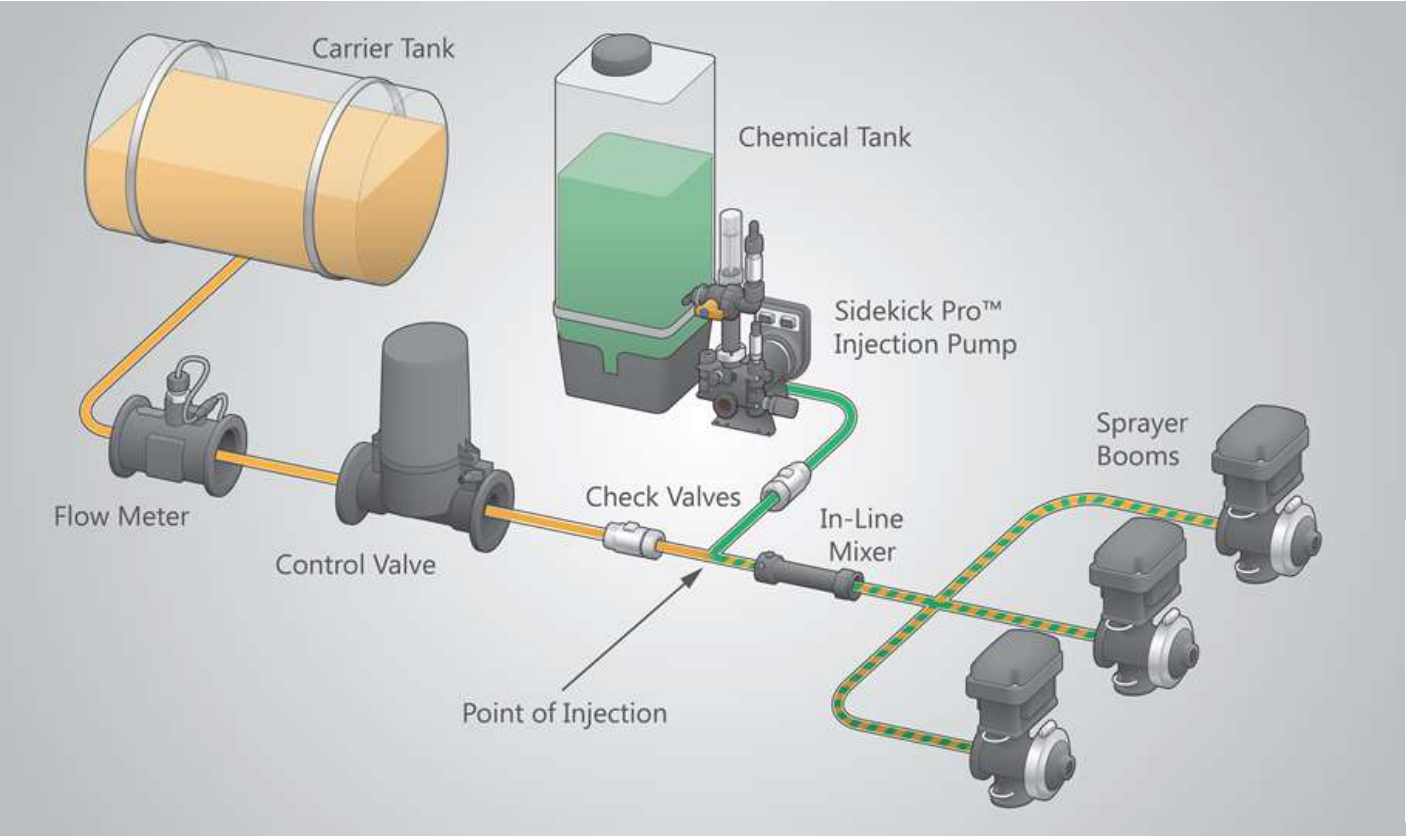


## SOLUZIONI EVOLUTE – Irroratrici semoventi autonome

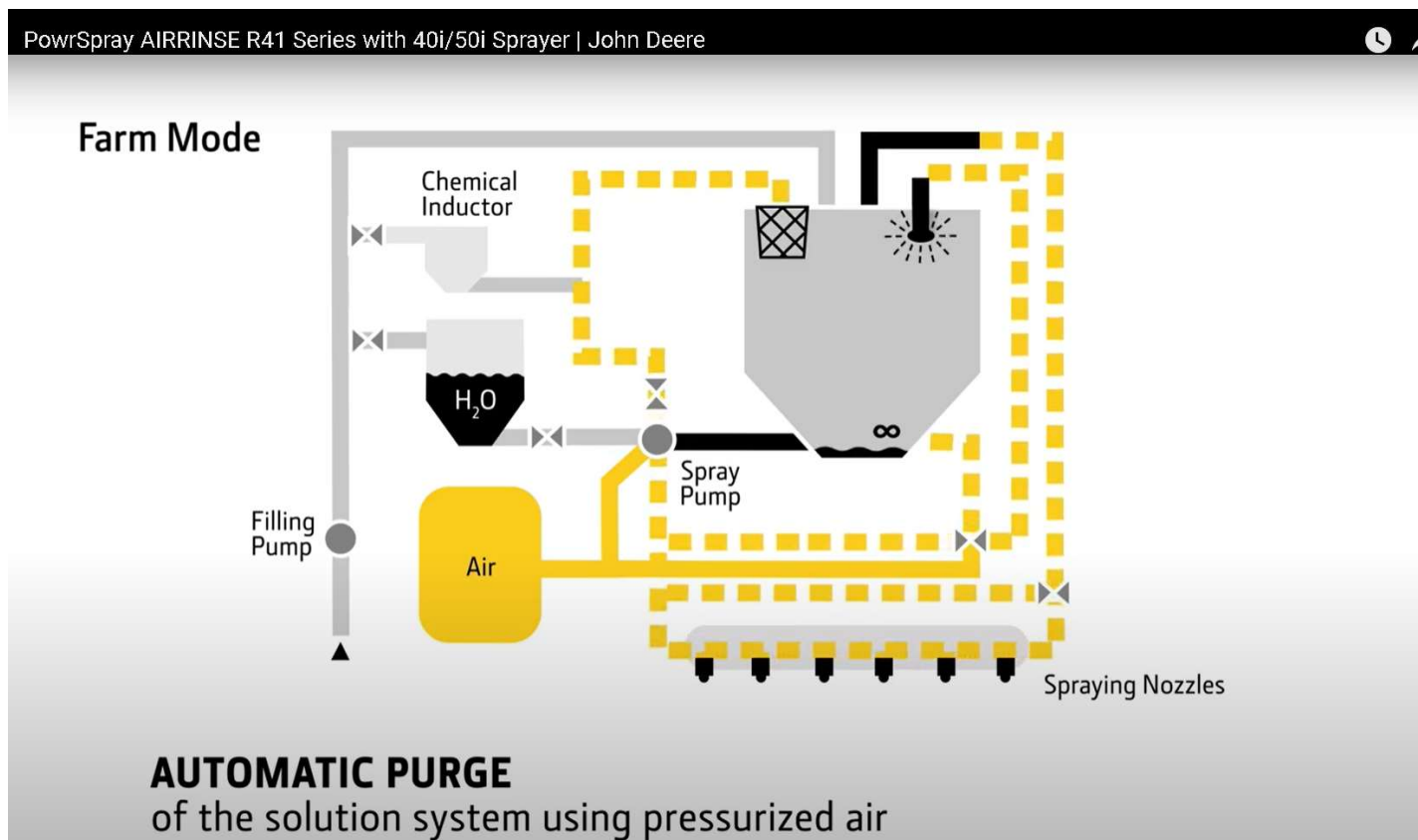




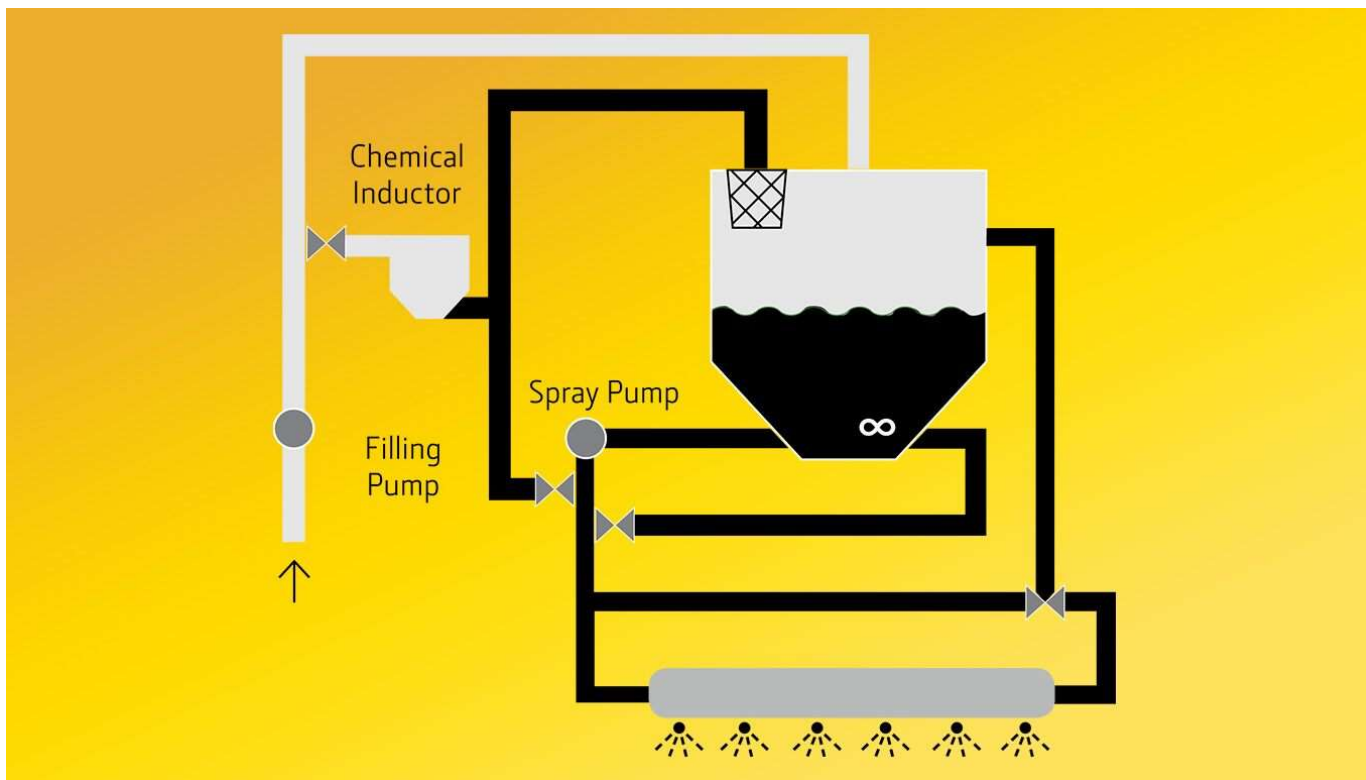
# SOLUZIONI EVOLUTE – Iniezione diretta fitofarmaco



## SOLUZIONI EVOLUTE – Svuotamento impianto con aria compressa

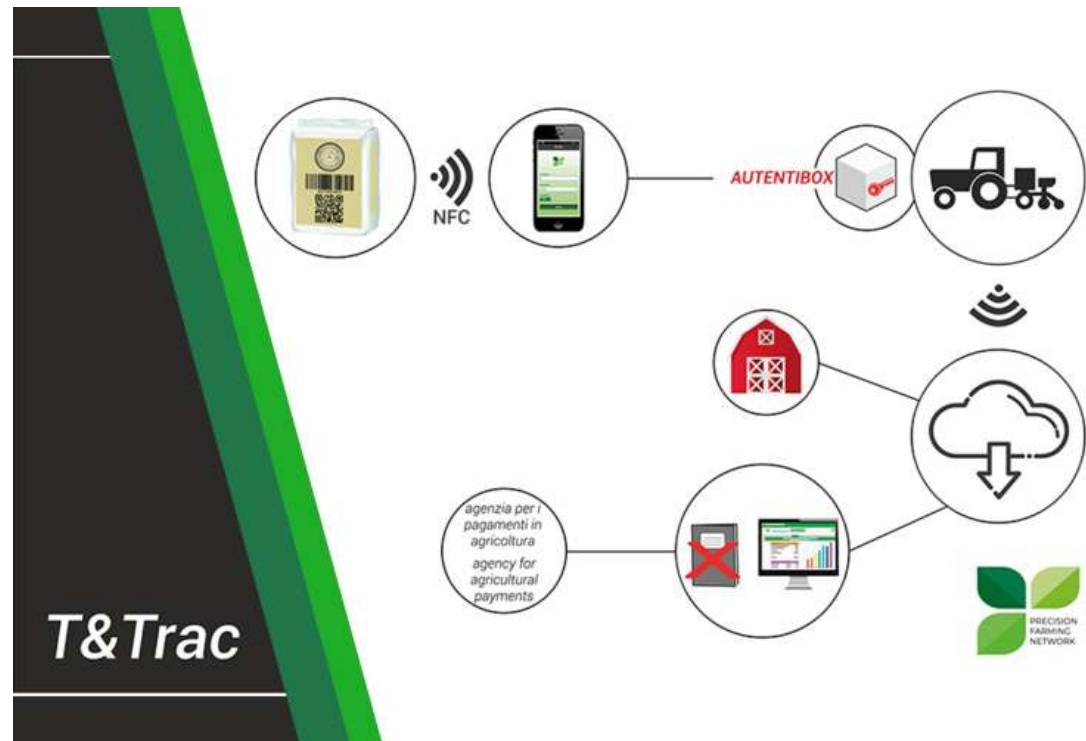


## SOLUZIONI EVOLUTE – circuiti separati per riempimento e irrorazione





## SOLUZIONI EVOLUTE – quaderno di campagna elettronico



Progetto



Spraying Equipment, Training and **Advising** di tipo **INNO**vativo

Progetto Europeo

Database (anche) di tutte le nuove tecnologie

<https://platform.innoseta.eu/list?type%5B%5D=5>







Cause:

- **Erosione**
- **Compattamento**
- **Riduzione della sostanza organica**
- Perdita della biodiversità
- Contaminazioni
- Impermeabilizzazione
- Salinizzazione
- Frane e alluvioni

<b>Soil consumption (%)</b>		
	y 1956	y 2013
North	2.9	6.9
Centre	2.1	6.5
South	2.7	6.1
Islands	1.9	5.5
<b>Italy</b>	<b>2.6</b>	<b>6.4</b>





## Agricoltura conservativa

Tre pilastri:

1. Lavorazioni conservative
2. Copertura del suolo
3. Rotazioni





## 1) Lavorazioni conservative:

- Lavorazione senza inversione strati: profonda o superficiale
- Strip-till / Ridge till
- Semina diretta
- Non lavorazione





## Lavorazione profonda

- Richiede meno energia dell'aratura
- Le lavorazioni successive sono minori



## Lavorazione superficiale

- Attrezzi più leggeri
- Ridotta profondità di lavoro
- Ancore, dischi, versoi, rulli







## Strip-till / Ridge-till

- Larghezza di lavorazione limitata al minimo necessario per la semina
- GPS: quasi obbligatorio!



## Semina diretta

- La semina avviene con una macchina combinata ad un coltivatore: unico passaggio



## Non-lavorazione

- La semina avviene su terreno non lavorato (semina su sodo)



## Evitare il compattamento

- Ridurre pressioni
- Controllare il traffico




## Contrastare il compattamento





## 2) Copertura del suolo:

- + Aumenta la fertilità del terreno (apporto di N e s.o.)
  - + Limita i fenomeni erosivi e la lisciviazione dei nitrati;
  - + Esercita una competizione nei confronti delle infestanti
  - + Azione pacciamante sul terreno
  - + Controllo della compattazione
  
  - **Gestione residui colturali**
  - **Invasività delle *cover crop* durante semina e crescita**
  - **Difficoltà nella terminazione**
  - Inoculo patogeni e allelopatia
- 

## Gestione residui colturali

*Trinciastocchi*

*Rulli decespugliatori (roller-crimper)*

- ✓ Appesantiti con acqua
- ✓ Utilizzati ad elevate velocità



## Gestione residui colturali

### *Erpici strigliatori*

- ✓ controllo fisico delle malerbe
- ✓ affinamento del terreno
- ✓ rottura crosta superficiale



### *Vertical tiller*

- ✓ Serie di dischi a profilo liscio o zigrinato, non concavi e inclinati al massimo di 1-5° sull'avanzamento
- ✓ Non creano sole di lavorazione
- ✓ Velocità 10-15 km/h





## Gestione cover crops

### *Terminazione*

- ✓ Distrutte da metodi meccanici
- ✓ Distrutte dal freddo
- ✓ Non distrutte
- ✓ Distrutte per via chimica

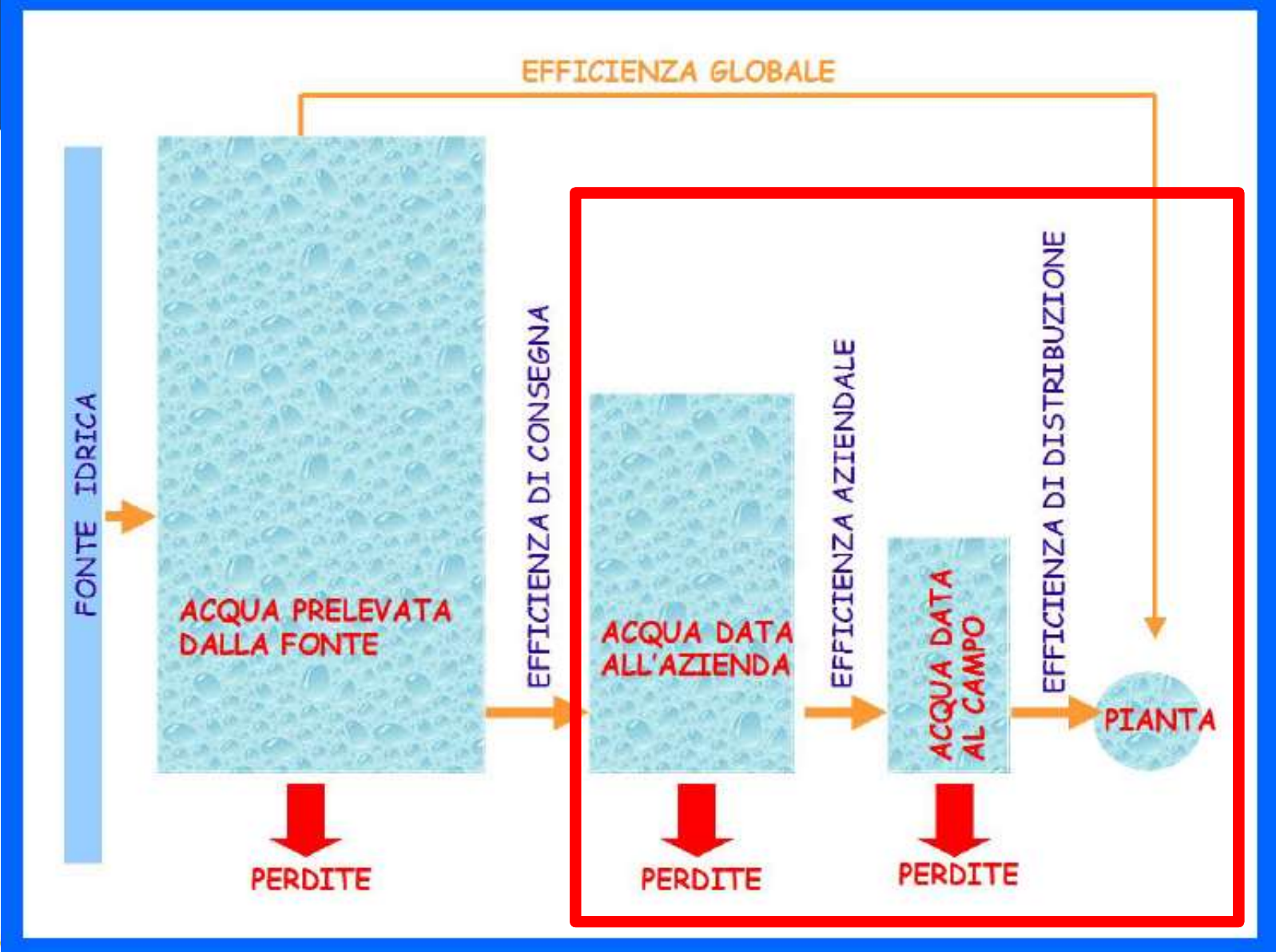




## Irrigazione - contesto



- ultimi decenni: **aumento globale temperatura** media superficie pianeta di circa 0.9 °C nel decennio 2006-2016 rispetto alla media di riferimento del 1850-1900
  - maggiore **intensità locale precipitazioni**, con riduzione di intensità efficace per la ricarica degli acquiferi
  - allungamento locale dei **periodi secchi**
  - criticità in continua evoluzione per **riduzione precipitazioni nevose** e concentrazione piogge in periodi brevi
  - **Penalizzata la ricarica delle falde** in quota
  - **minore portata** dei bacini verso valle
  - Impiego non razionale dei **fertilizzanti** → aumento temperature (indiretto) e peggioramento qualità dei corpi idrici
  - Per contro, **incremento di uso d'acqua nell'agricoltura**
-





## EFFICIENZA --

sommersione (risaie)	25-30%
• scorrimento superficiale	40-50%
• aspersione tradizionale	70-75%
• <b>Aspersione macchine moderne</b>	<b>80-85%</b>
• microirrigazione (goccia, spruzzo)	80-90%
• <b>Microirrigazione interrata e ULDI</b>	<b>90-95%</b>

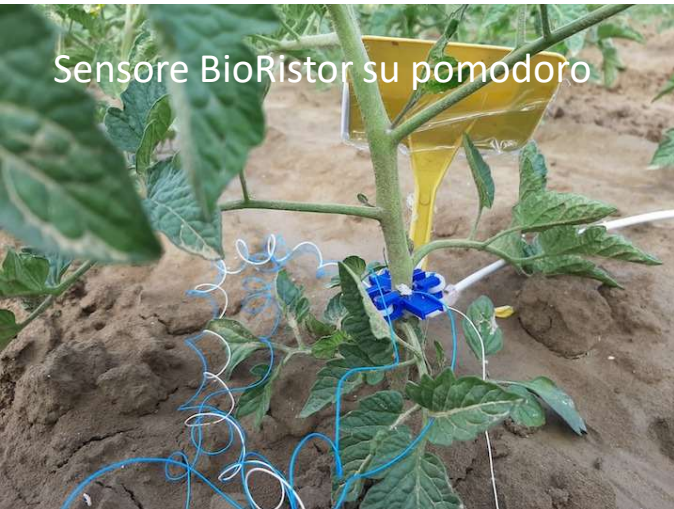
... ma ...

Nessuna scelta di sistemi irrigui efficienti ha effetto se l'irrigazione viene effettuata:

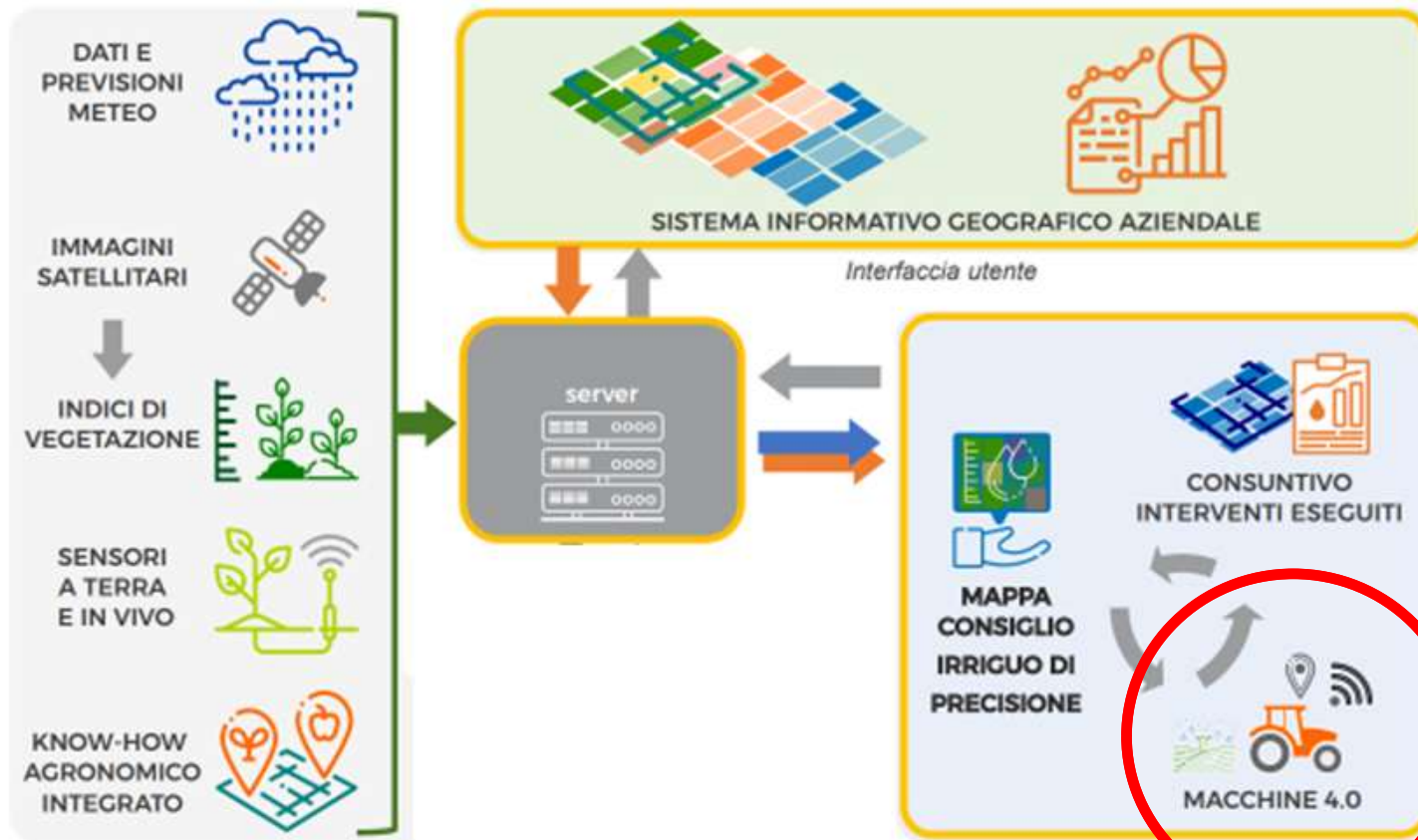
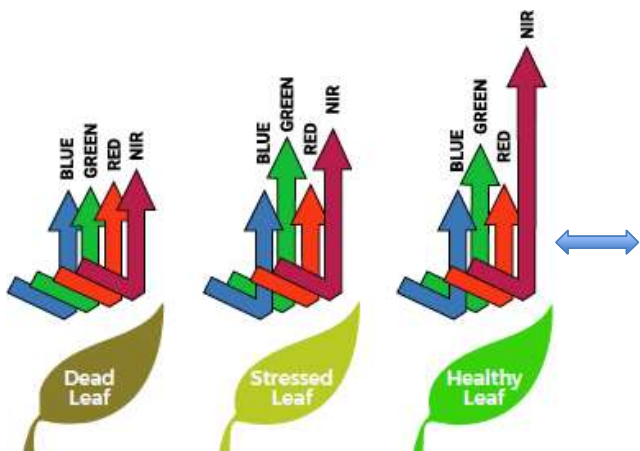
- **Se non ce ne è bisogno** (perdita completa acqua e danno per la coltura)
- **Nel momento sbagliato** (inefficienza acqua e carenza od eccesso per la pianta)
- **Con un volume scorretto** (inefficienza e perdita acqua per evaporazione o percolazione profonda)

**UNA BUONA GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE PORTA AD EFFICIENZA MOLTO SUPERIORI A QUELLE DELLA SEMPLICE SCELTA DEL SISTEMA IRRIGUO**

Sensore BioRistor su pomodoro



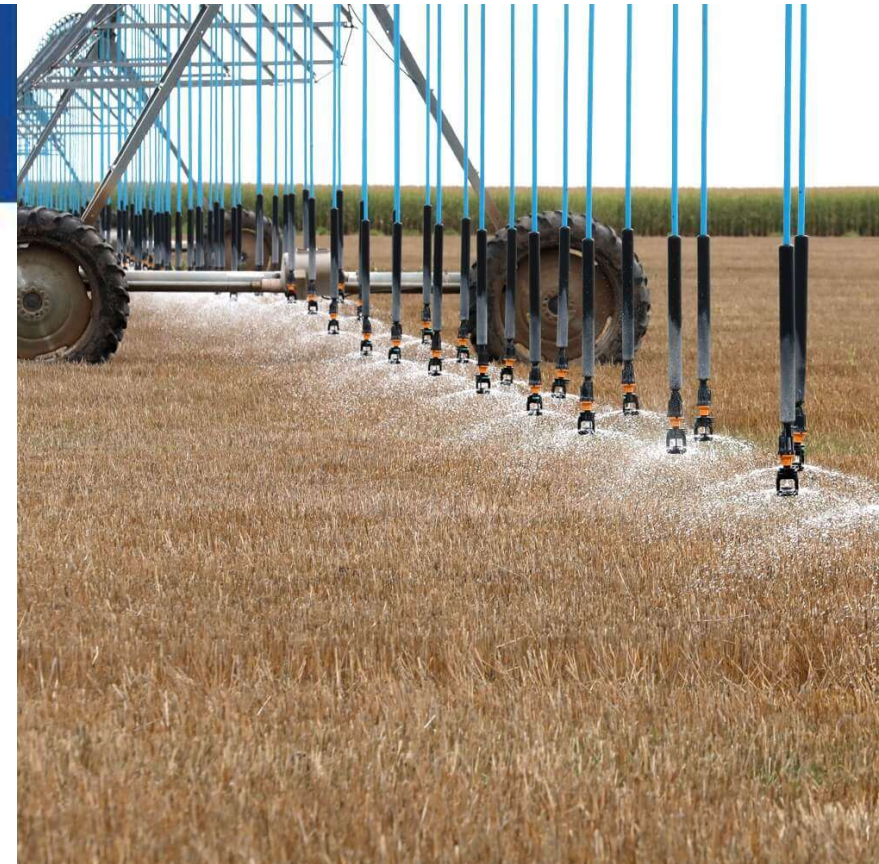
## Monitoraggio – Decisione – Attuazione

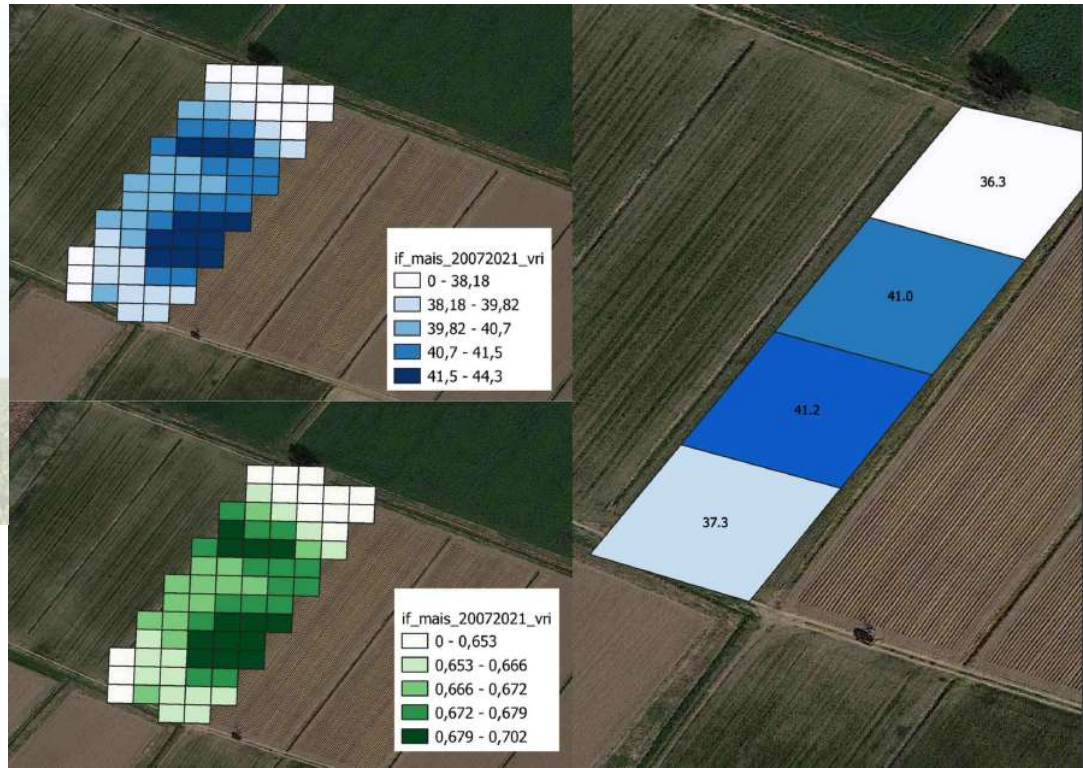


# Irrigazione - aspersione

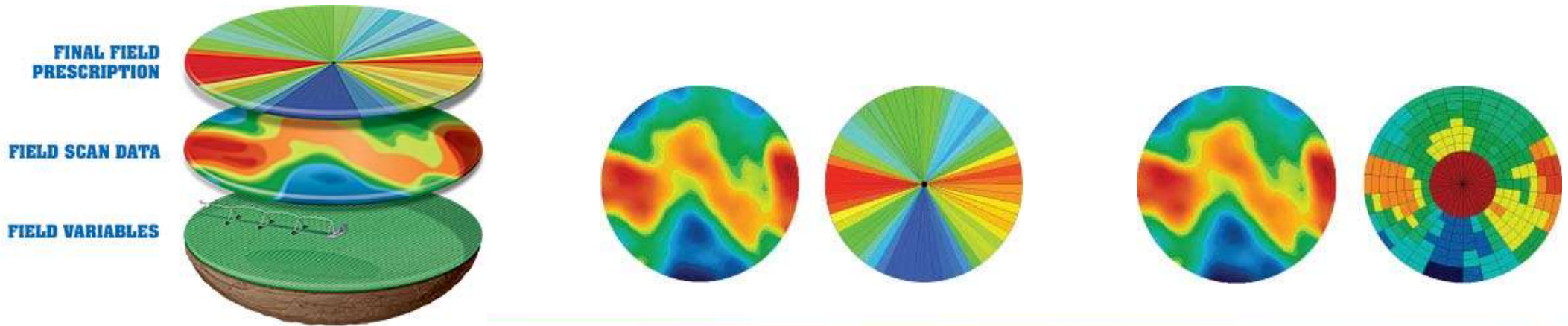
- Sistemi per aumento efficienza di distribuzione
- Sistemi per ridurre sforzo riavvolgimento condotta (rotoloni)
- Elektrificazione riavvolgimento
- Sistemi di controllo da remoto
- Regolazione pluviometria
- Riduzione perdite per evaporazione (ali piovane anzichè irrigatore a getto per i rotoloni, *sistemi LEPA\* con calate per pivot e rainger*)

\*LEPA=Low Energy Precision Application



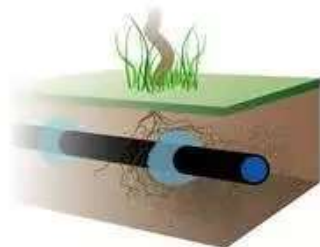


Rateo variabile: controllo velocità avanzamento, controllo sezioni, controllo singolo ugello



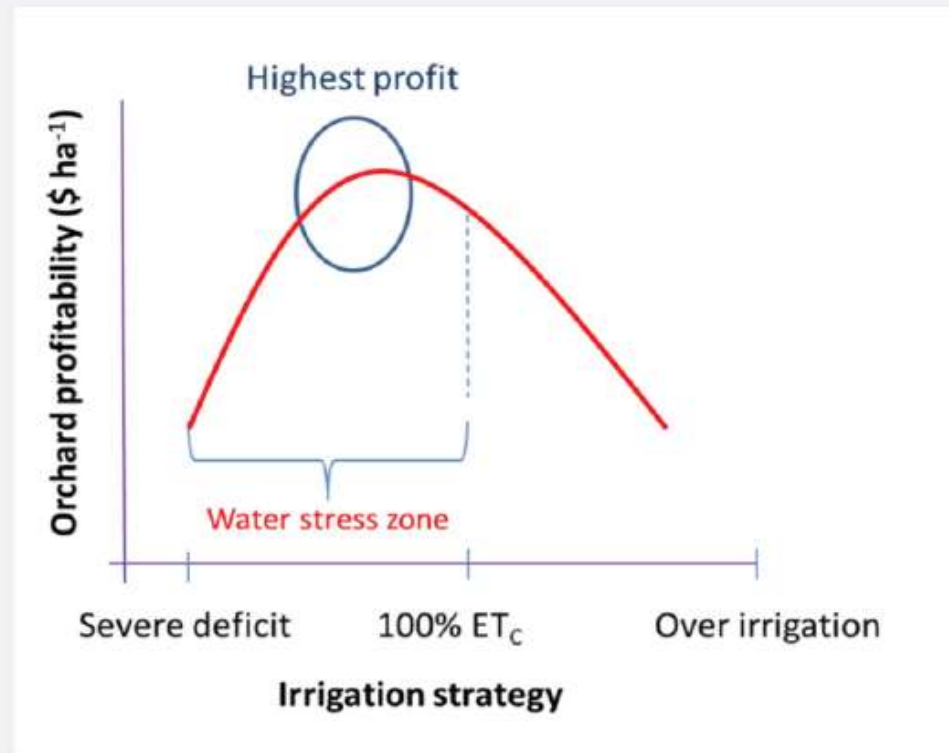


# Irrigazione - goccia





## Stress idrico controllato (Regulated deficit irrigation)



**Figure 1:** Theoretical relationship between orchard profitability and irrigation strategy (Deficit: <100% ET<sub>c</sub>; 100% ET<sub>c</sub>; and Over irrigation: >100% ET<sub>c</sub>) for fruit crops subjected to regulated deficit irrigation.



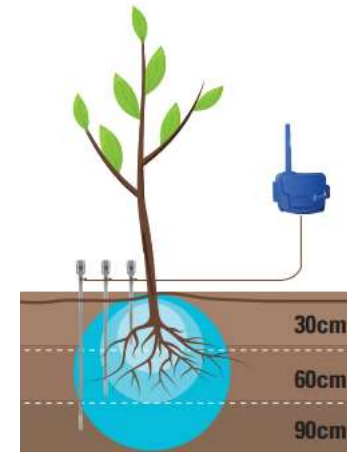
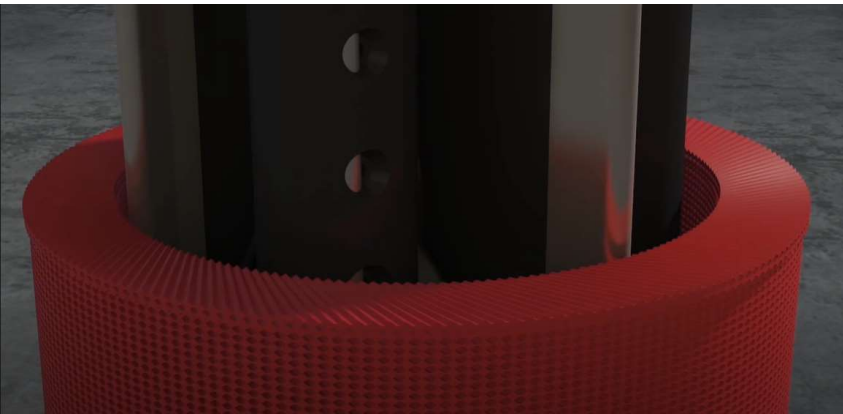
- Razionalizzare uso risorsa idrica
- Ottimizzare fattore lavoro (h/uomo)
- Ridurre consumo energetico impianto
- Integrare altri fattori produzione (fertilizzazione)



- Ultra Low Volume (fino a 0,35 l/h)
- Filtrazione (sistemi a dischi)
- Fertirrigazione
- Micro-irrigazione con tecnica aspersione (frutteto)
- Antibrina

- Sistemi 4.0: controllo da remoto, verifica parametri, sensori e centraline per consiglio irriguo e aggiustamento real-time
- Elettificazione pompe (→ automazione)
- Autocompensazione gocciolatori (→ tracciabilità portate)
- Gestione separata per settori (da progettare in base a mappe o esigenze colturali)









## I punti fondamentali

**TRATTRICI:** innovazione in tutti gli aspetti, dal motore endotermico, alla trasmissione, fino alla generazione di potenza elettrica e alle tecnologie digitali

**IRRORATRICI:** determinanti per riduzione dell'impatto ambientale – vedere <https://platform.innojeta.eu/list?type%5B%5D=5&s=>

**MACCHINE PER LAVORAZIONI CONSERVATIVE:** disponibili per tutte le fasi, importante è conoscere e applicare le giuste modalità operative

**MACCHINE PER IRRIGAZIONE:** ridurre e ottimizzare. Controllo (sensori) e comunicazione (dati)





Remind: compilazione questionario a fine giornata

LINK:

<https://app.sli.do/event/q6ZuURPh7DoM7yeT11RiN8>

**Davide Gnesini**

Responsabile Servizio Tecnico FederUnacoma

Tel. +39 0516333957 – Fax +39 0516333896

E-mail: [davide.gnesini@federunacoma.it](mailto:davide.gnesini@federunacoma.it)

Website: [www.federunacoma.it](http://www.federunacoma.it)

