



FEDERAZIONE ORDINI
DEI DOTTORI AGRONOMI
E DEI DOTTORI FORESTALI
PIEMONTE - VALLE D'AOSTA



Con il patrocinio di



FONDAZIONE
PODERE
PIGNATELLI

Ministero della Giustizia



CICLO DI SEMINARI

**PRODOTTI FITOSANITARI: ASPETTI NORMATIVI, APPLICATIVI,
AMBIENTALI, USO SOSTENIBILE E GESTIONE DEI CONTROLLI**

Campus SAMEV (Grugliasco)

Podere Pignatelli (Villafranca Piemonte)

23 febbraio 2024 (Campus SAMEV)

**La corretta distribuzione dei prodotti fitosanitari: le
scelte operative per l'impiego delle macchine
irroratrici e l'importanza dei controlli funzionali
delle macchine in uso**

Paolo MARUCCO - DISAFA

Federico SPANNA - Settore Fitosanitario Regione Piemonte

INTRODUZIONE

In Italia circa 580'000 macchine irroratrici in uso

200'000 macchine
irroratrici per colture
erbacee

350'000 macchine
irroratrici per
colture arboree

**35'000 macchine
portate
dall'operatore**



Si tratta spesso di macchine obsolete, non correttamente funzionanti e soprattutto non regolate correttamente

INTRODUZIONE



Perché è importante utilizzare correttamente le macchine irroratrici?

- Per garantire l'efficacia biologica del trattamento

- Per rendere massima l'efficienza della distribuzione

Incremento dei depositi di prodotto sul bersaglio

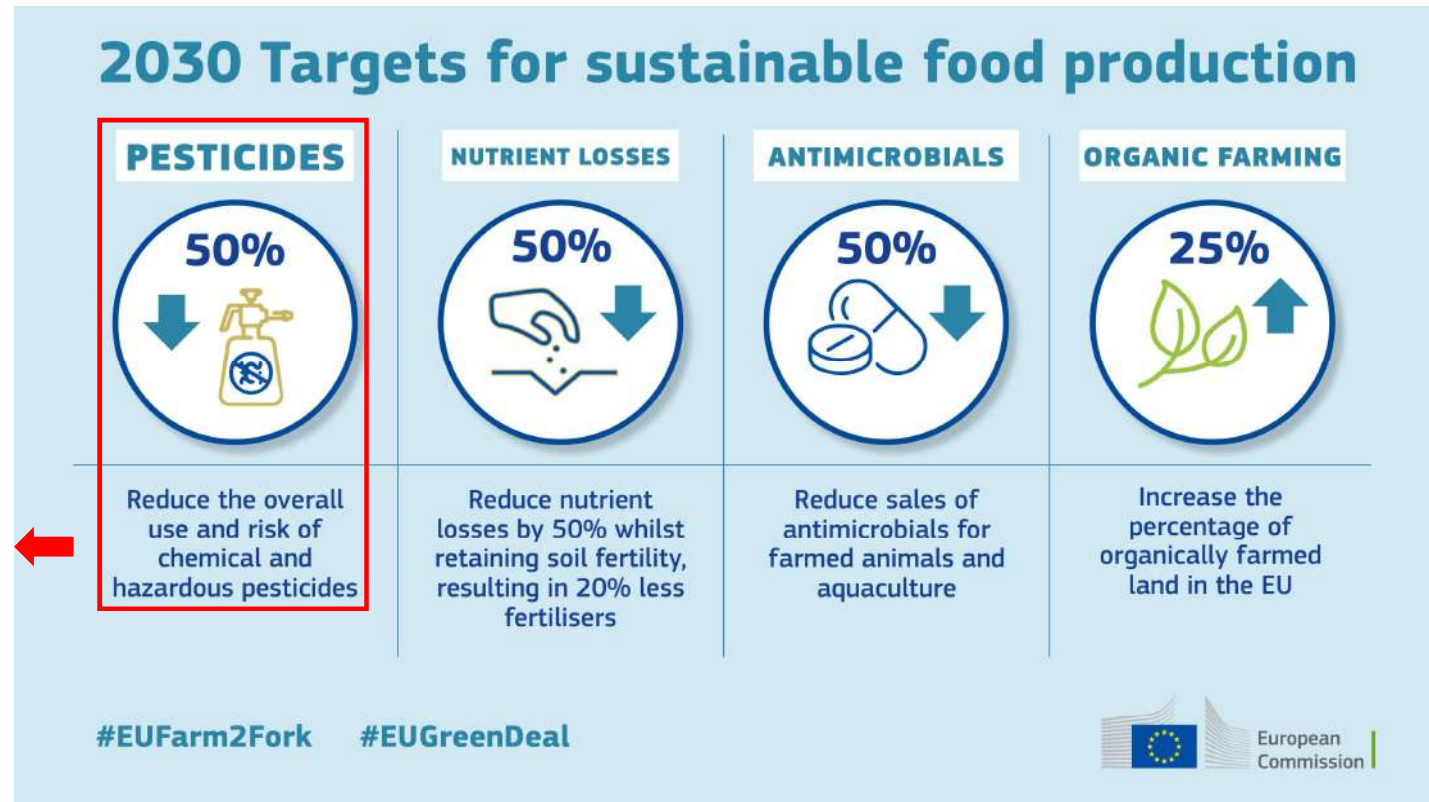
Riduzione dei volumi di distribuzione e dei quantitativi di agrofarmaci impiegati

Riduzione delle perdite di prodotto nell'ambiente (es. deriva)

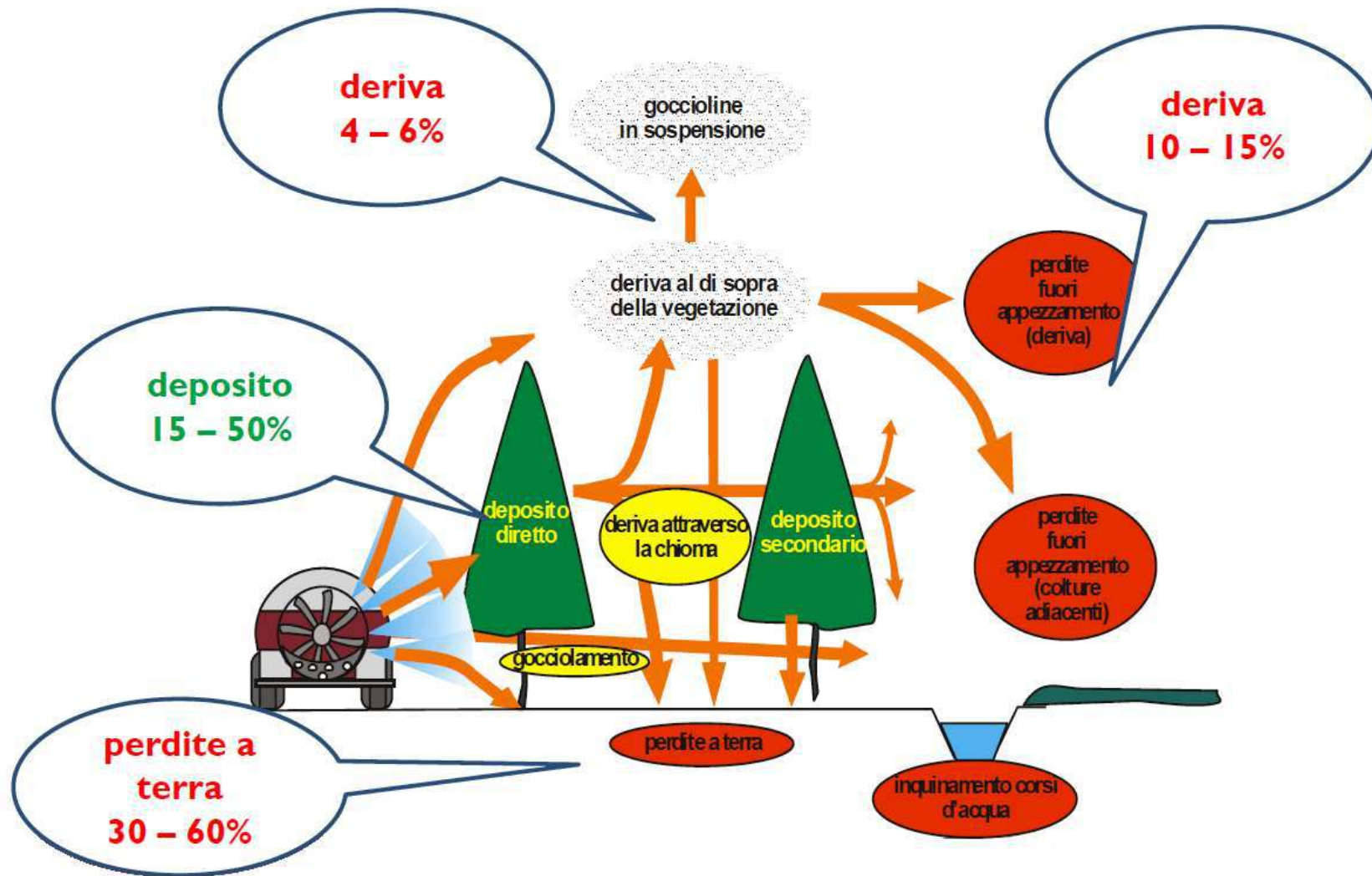
Aumento della capacità operativa (meno tempo per effettuare i trattamenti)

INTRODUZIONE

Il corretto impiego delle irroratrici è un fattore chiave per ridurre sia l'impiego di agrofarmaci che i rischi collegati al loro utilizzo



LE PERDITE DI PRODOTTO



da C. Baldoin (Università di Padova)

LE IRRORATRICI PER LE COLTURE ERBACEE

Barre irroratrici tradizionali

90%



Barre irroratrici con manica d'aria

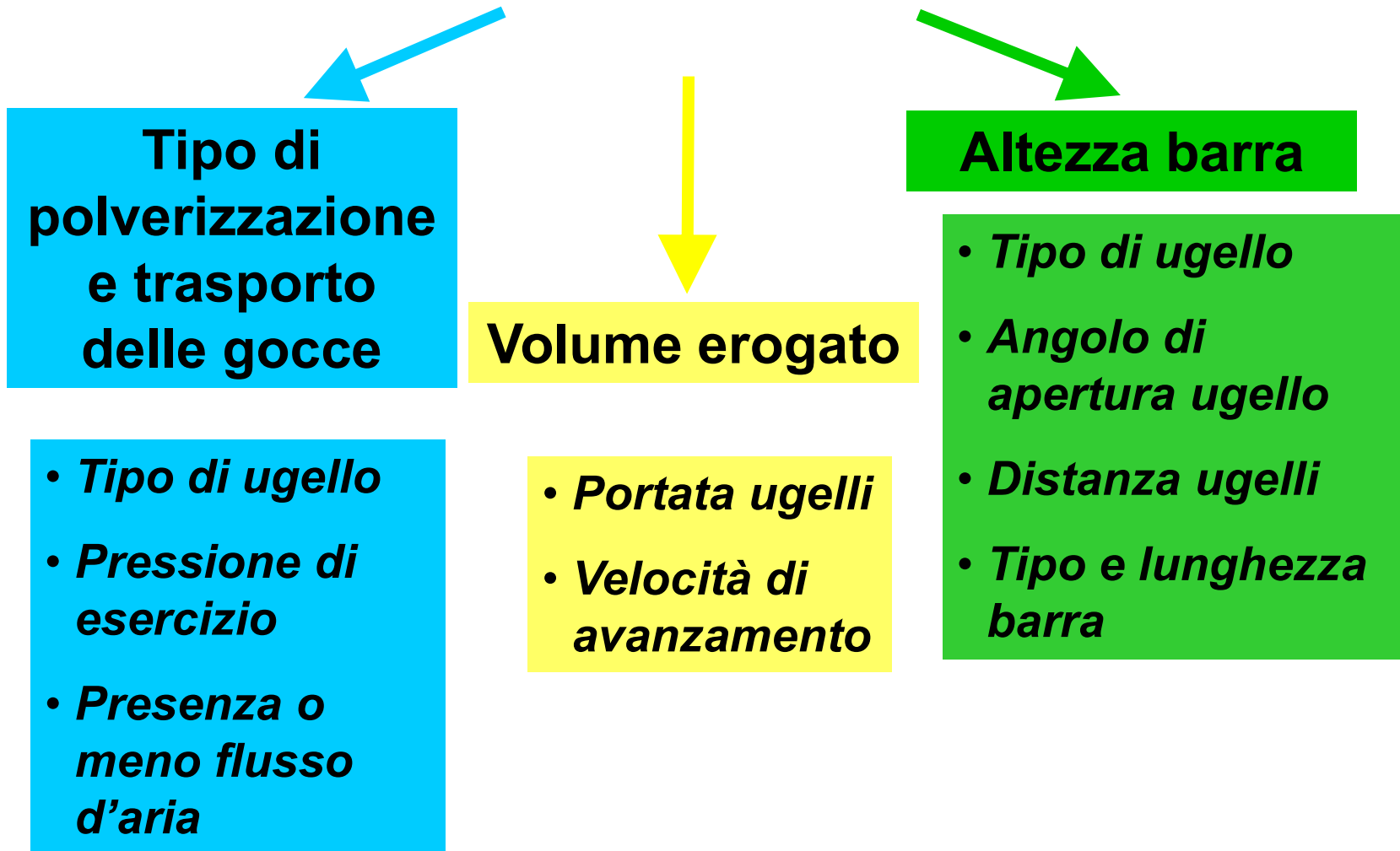
10%



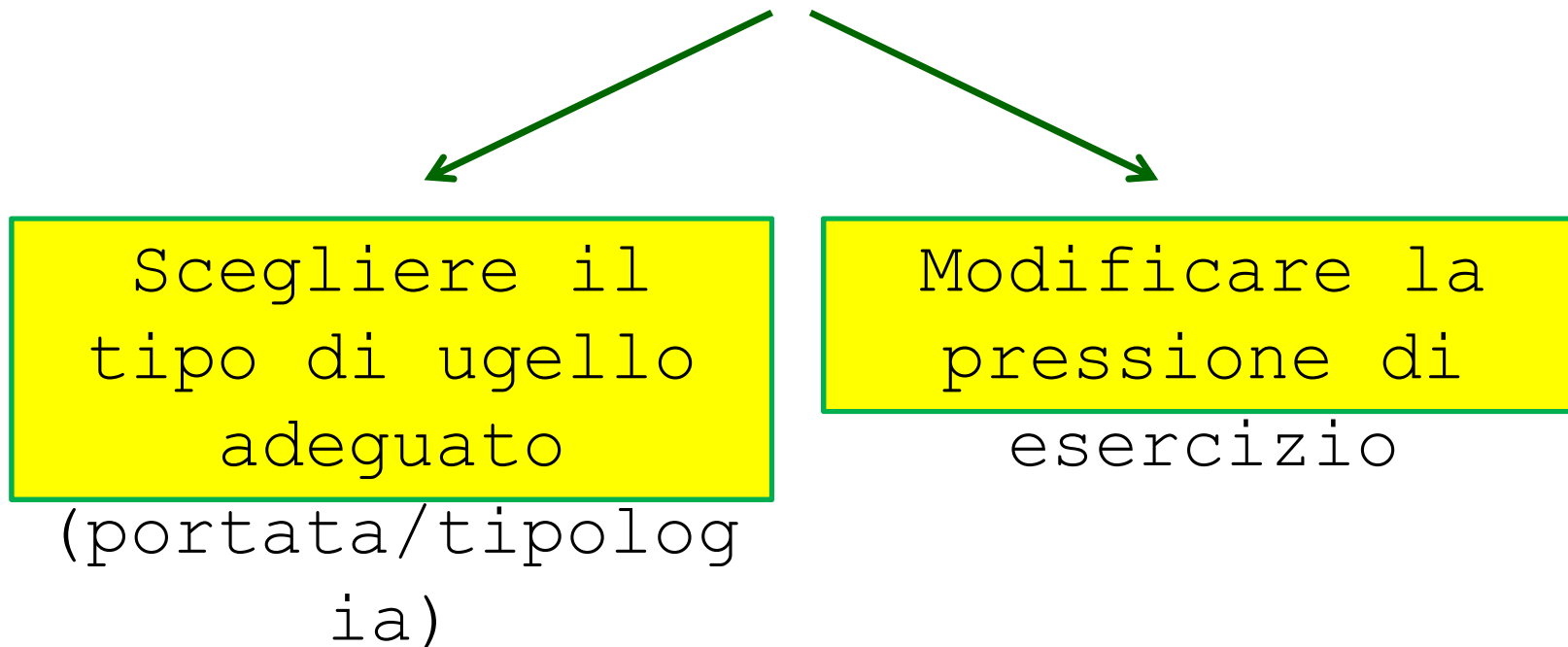
SCELTA DEI PARAMETRI OPERATIVI PER LE BARRE IRRORATRICI



Parametri e componenti sui quali si può intervenire



COME MODIFICARE LA DIMENSIONE DELLE GOCCE (ugelli a polverizzazione idraulica)



CRITERI DI SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

MODALITA' DI AZIONE DEL PRINCIPIO ATTIVO

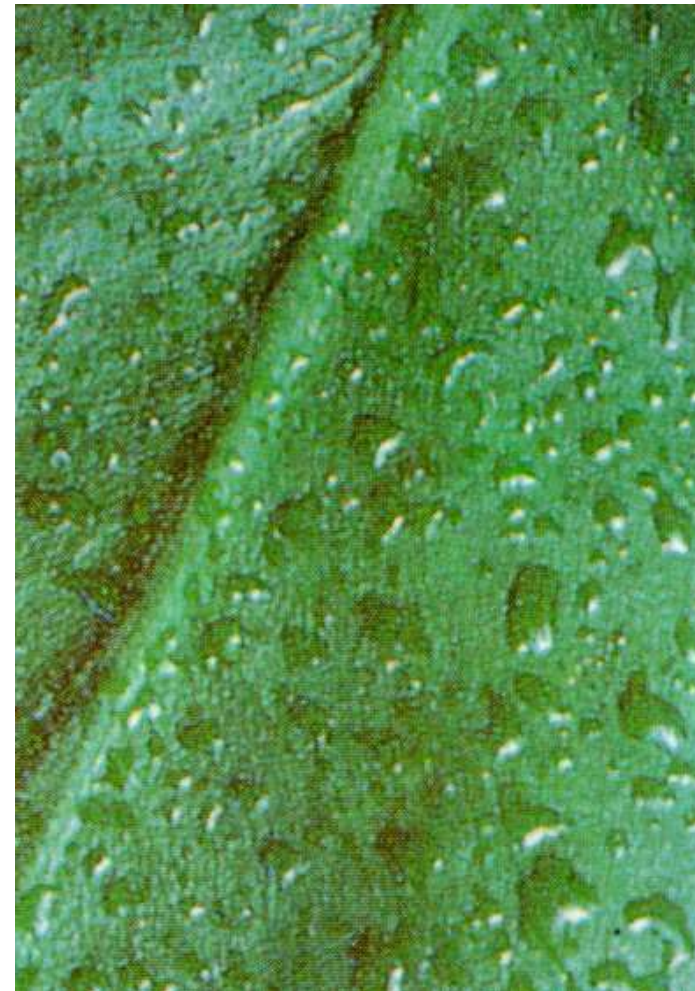
CARATTERISTICHE DEL BERSAGLIO

TIPO DI PRODOTTO DISTRIBUITO

CONDIZIONI AMBIENTALI

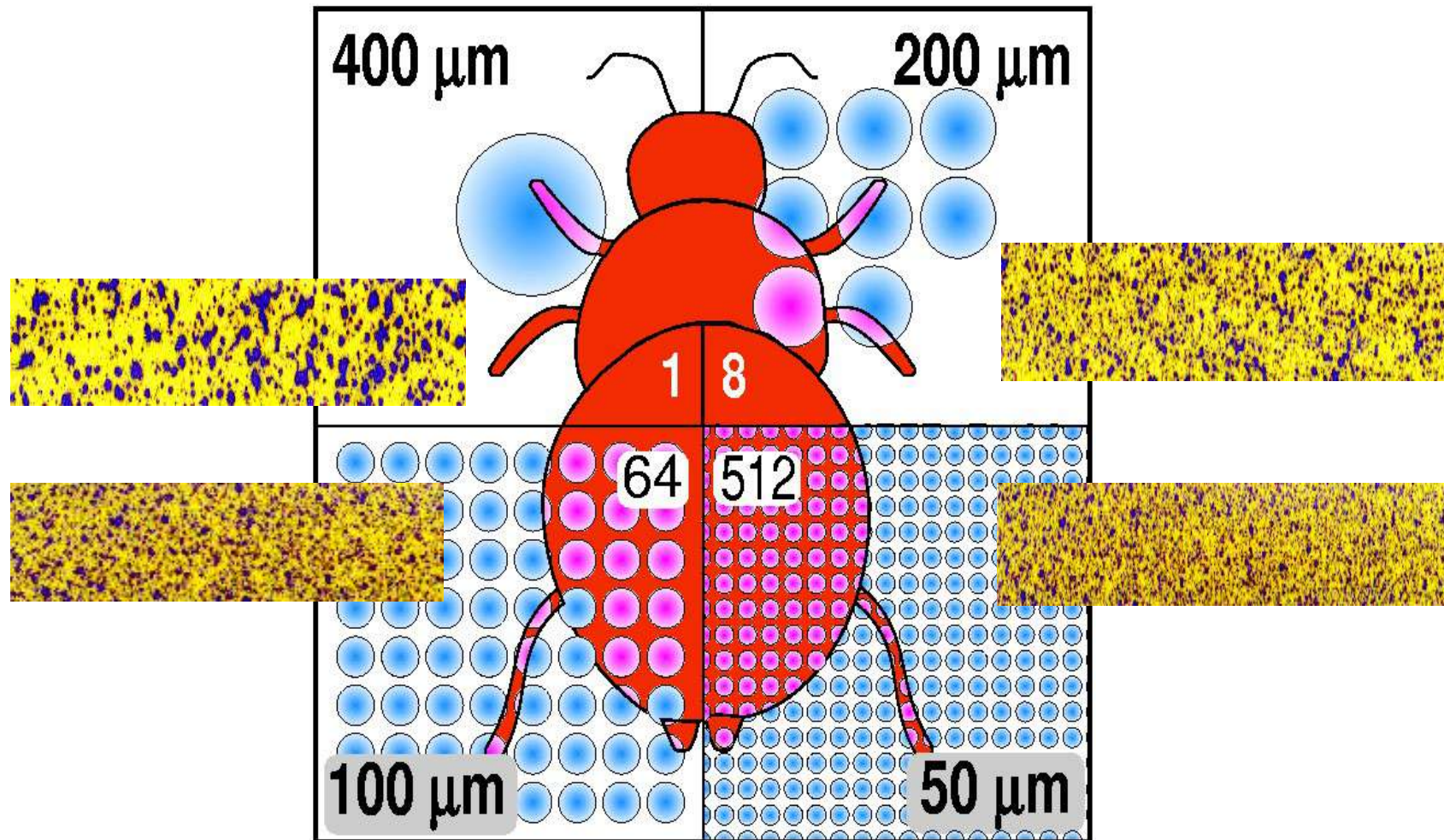
NUMERO DI GOCCE / cm²

**ESEMPIO DI
IRRORAZIONE
COPRENTE**



**ESEMPIO DI
IRRORAZIONE
BAGNANTE**

LA DIMENSIONE DELLE GOCCE INFLUENZA IL NUMERO DELLE GOCCE DISPONIBILI



Tipo di ugello

**Caratteristiche fisiche
e morfologiche del
bersaglio**

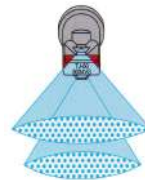
- *Terreno nudo*
- *Vegetazione*

**Modalità di
azione del
principio attivo**

- *Per contatto*
- *Sistemico*



Fessura



Doppia fessura



Cono vuoto

Scelta del tipo di ugello

Esempi



Cono
vuoto



Cono
pieno

Turbolenza



Fessura
tradizionale



Fessura tipo
Even
(localizzato)



Specchio

UGELLI A DOPPIA FESSURA



MIGLIORANO LA PENETRAZIONE NELLA VEGETAZIONE



Prove DEIAFA su pomodoro: prodotto sulle foglie basse (numeri indice)

Ugello doppia fessura TJ 60 112

Ugello doppia fessura TT J 60 122

Ugello fessura XR 110° 100

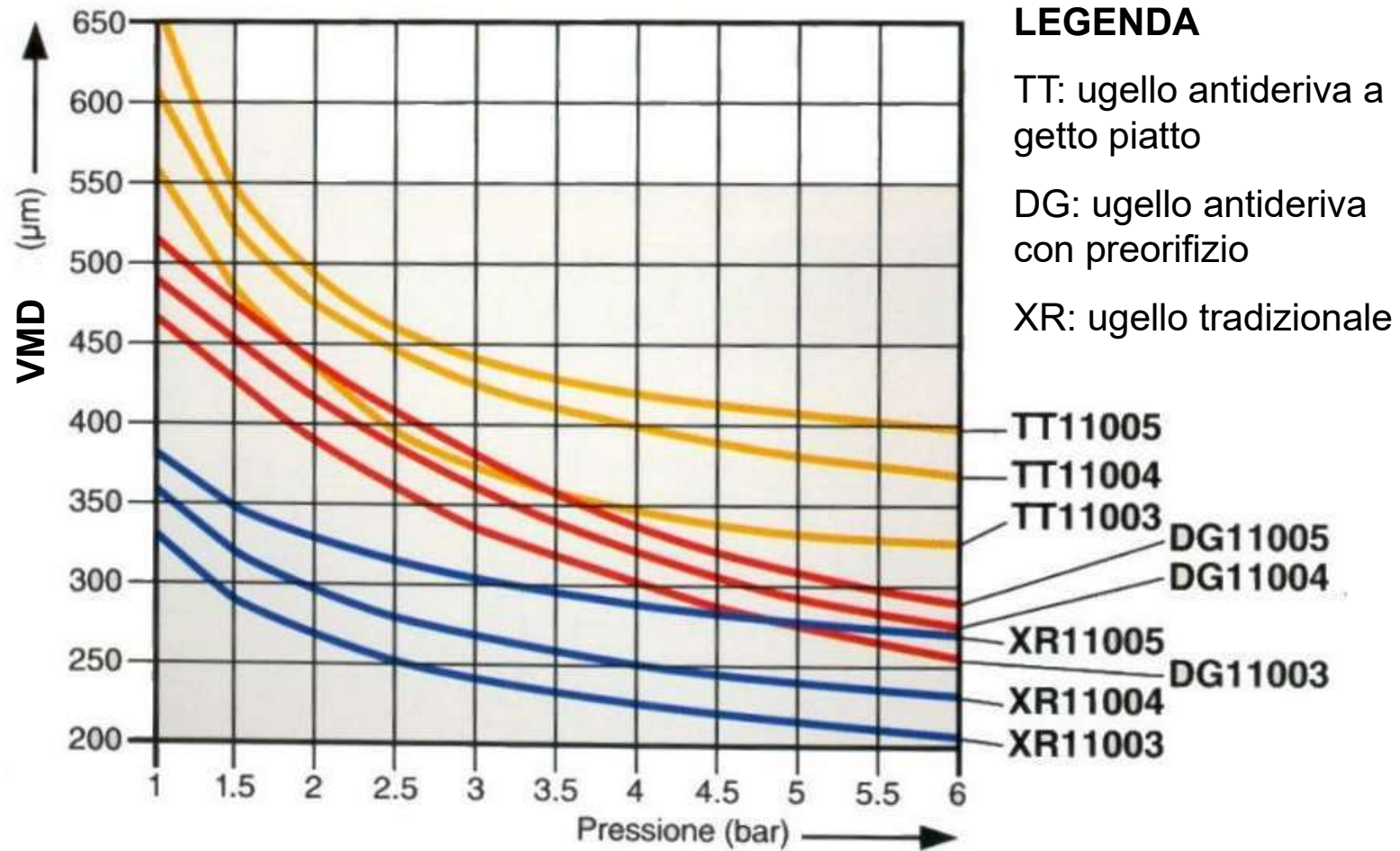


VARIAZIONE DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE IN FUNZIONE DEL TIPO DI UGELLO E DELLA PRESSIONE DI ESERCIZIO

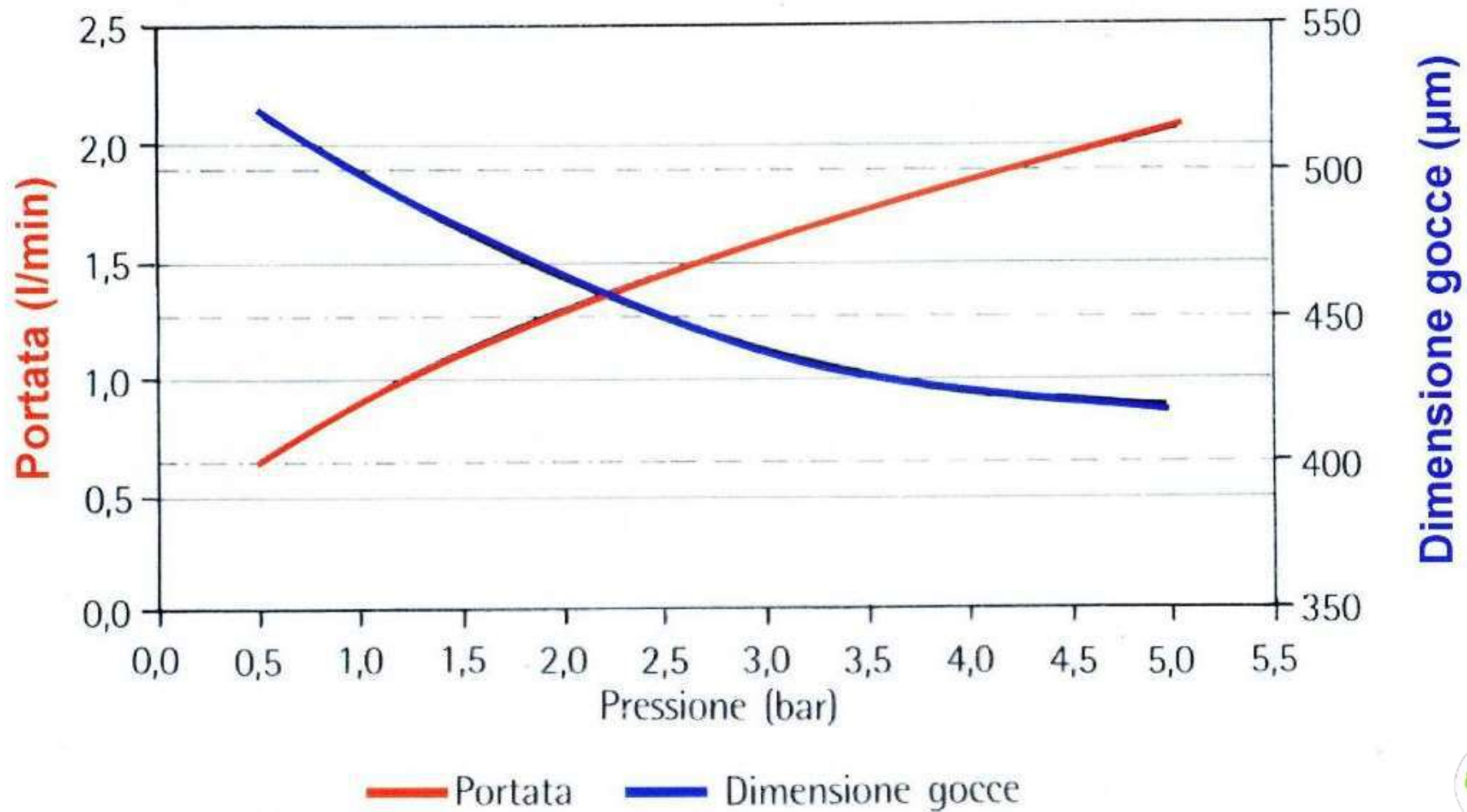
 (bar)	XR8001	XR80015	XR8002	XR8003	XR8004	XR8005	XR8006	XR8008	XR11001	XR110015	XR11002	XR11003	XR11004	XR11005	XR11006	XR11008
1.0	M	M	M	G	G	G	MG	MG	F	M	M	M	M	G	G	G
1.5	M	M	M	M	G	G	G	MG	F	F	M	M	M	M	G	G
2.0	F	M	M	M	M	G	G	MG	F	F	M	M	M	M	M	G
2.5	F	M	M	M	M	G	G	G	F	F	F	M	M	M	M	G
3.0	F	F	M	M	M	M	G	G	F	F	F	F	M	M	M	G
3.5	F	F	M	M	M	M	G	G	F	F	F	F	M	M	M	M
4.0	F	F	M	M	M	M	G	G	F	F	F	F	M	M	M	M

 MF	Molto fini
 F	Fini
 M	Medie
 G	Grandi
 MG	Molto Grandi
 EG	Estremamente grandi

VARIAZIONE DIMENSIONALE DELLE GOCCE EROGATE DA DIFFERENTI TIPOLOGIE DI UGELLI A FESSURA IN FUNZIONE DELLA PRESSIONE



CORRELAZIONE TRA PORTATA, PRESSIONE E DIMENSIONE DELLE GOCCE



Volume erogato

BERSAGLIO	VOLUME (l/ha)
Terreno nudo	50 ÷ 150
Vegetazione (1)	150 ÷ 200
Vegetazione (2)	200 ÷ 300

COME SI CALCOLA IL VOLUME DI DISTRIBUZIONE

$$V = \frac{600 \times q}{v \times d}$$

Diagram illustrating the calculation of the distribution volume (V) based on the flow rate of a single nozzle (q), the advance velocity (v), and the distance between nozzles (d).

The variables are defined as follows:

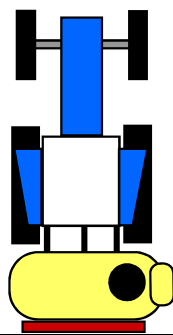
- Volume (l/ha)**: The result of the calculation.
- Portata singolo ugello (l/min)**: The flow rate of a single nozzle (q).
- Velocità di avanzamento (km/h)**: The advance velocity (v).
- Distanza ugelli (m)**: The distance between nozzles (d).



50 - 100 m



**Determinazione della
velocità di avanzamento**



**Verifica della distanza fra
gli ugelli**



COME SI CALCOLA LA PORTATA DELL'UGELLO

$$q = \frac{V \times v \times d}{600}$$

Diagram illustrating the calculation of the flow rate of a nozzle (q).

The formula is:

$$q = \frac{V \times v \times d}{600}$$

Where:

- q : Portata singolo ugello (l/min)
- V : Volume (l/ha)
- v : Velocità di avanzamento (km/h)
- d : Distanza ugelli (m)

The constant 600 is the denominator of the formula.



**Scelta della dimensione
dell'ugello**

Verifica della portata degli ugelli (con ugelli montati sulla barra)





Verifica dell'altezza da terra della barra

Influenza dei parametri operativi

	Volume	Deriva	Penetrazione nella vegetazione
Pressione di esercizio	SI	SI	NO
portata ugelli	SI	SI	NO
altezza di lavoro	NO	SI	SI
velocità avanzamento	SI	NO	SI
portata ventilatore	NO	SI	SI
direzione flusso d'aria	NO	SI	SI

IL RILIEVO DEL DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE

**Individuare
l'altezza di lavoro
ottimale**

**Valutare
l'uniformità di
distribuzione
trasversale
rispetto
all'avanzamento**

Come si determina



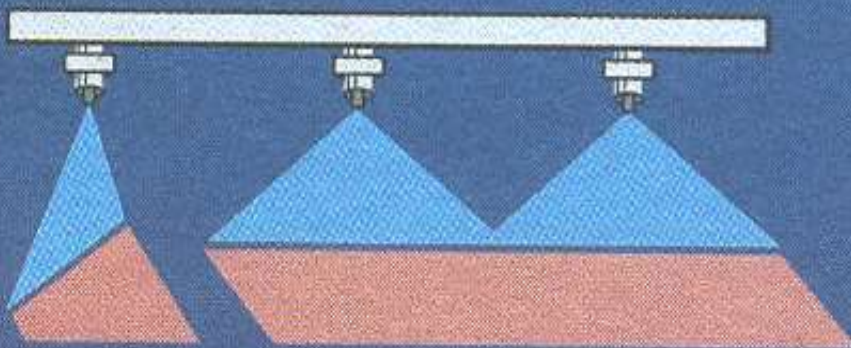
Attrezzatura semovente dotata di sensore in grado di leggere il livello di liquido presente nelle provette

Banco semplificato smontabile e trasportabile per il rilievo del diagramma direttamente in azienda

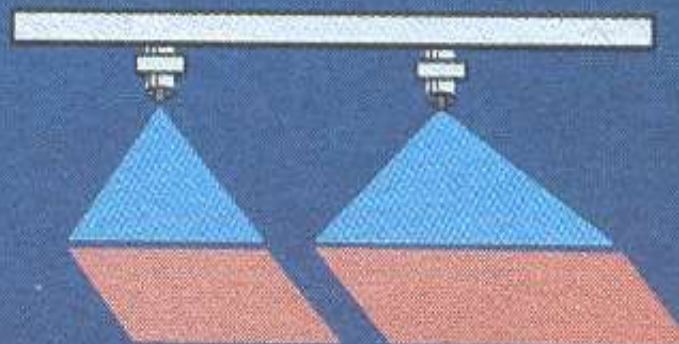


Alcune cause di scarsa uniformità

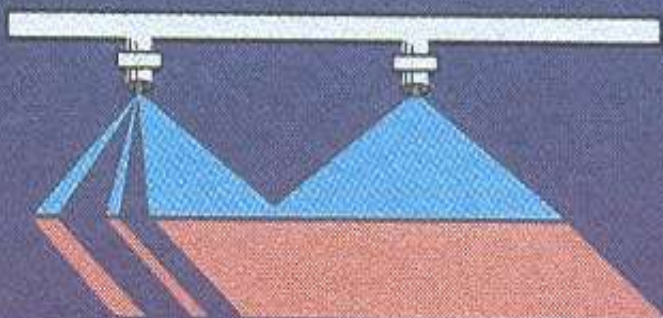
Ugelli non allineati



Angoli di apertura diversi



Ugelli otturati



Altezza irregolare barra



Barra troppo bassa



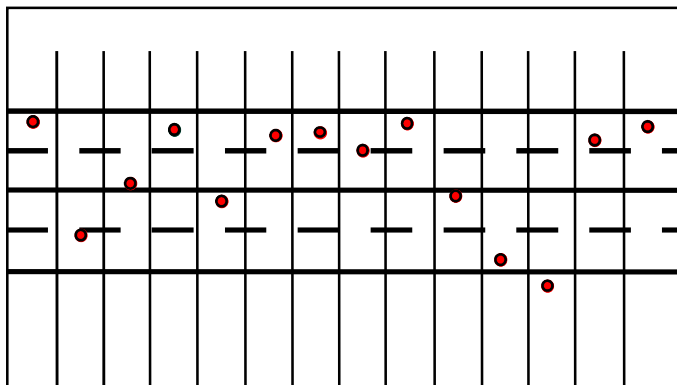
conseguenza



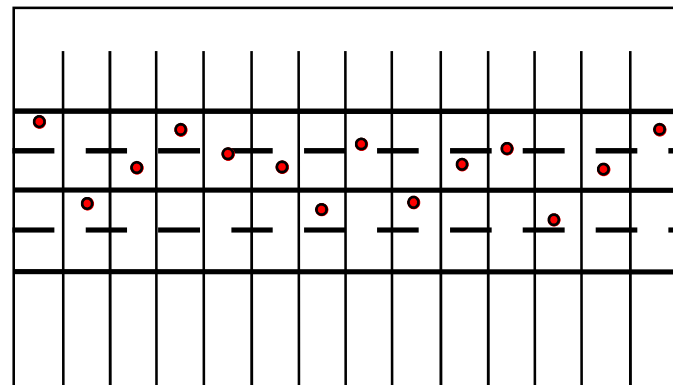
Uniformità di distribuzione pessima



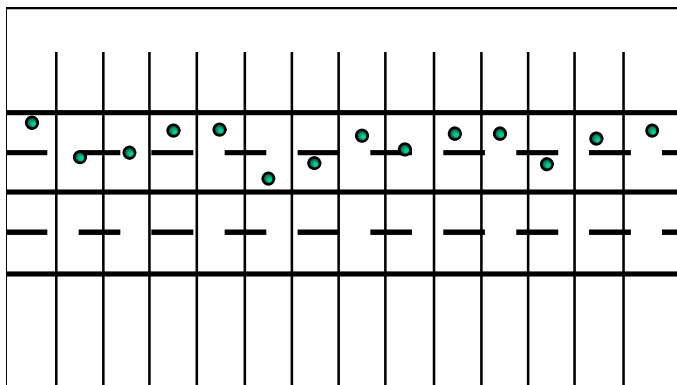
Come valutare il risultato ottenuto



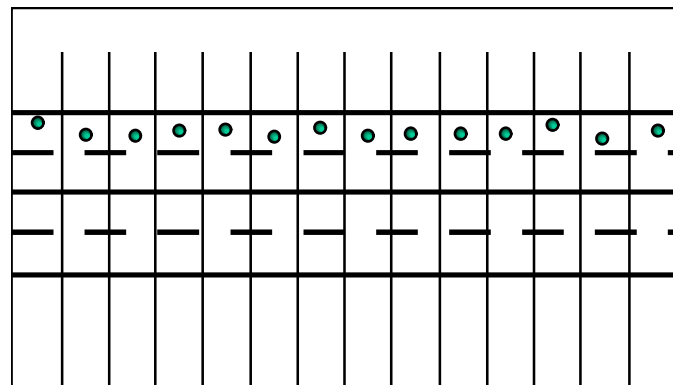
CV > 25% pessimo



CV = 20% insufficiente



CV < 15% sufficiente

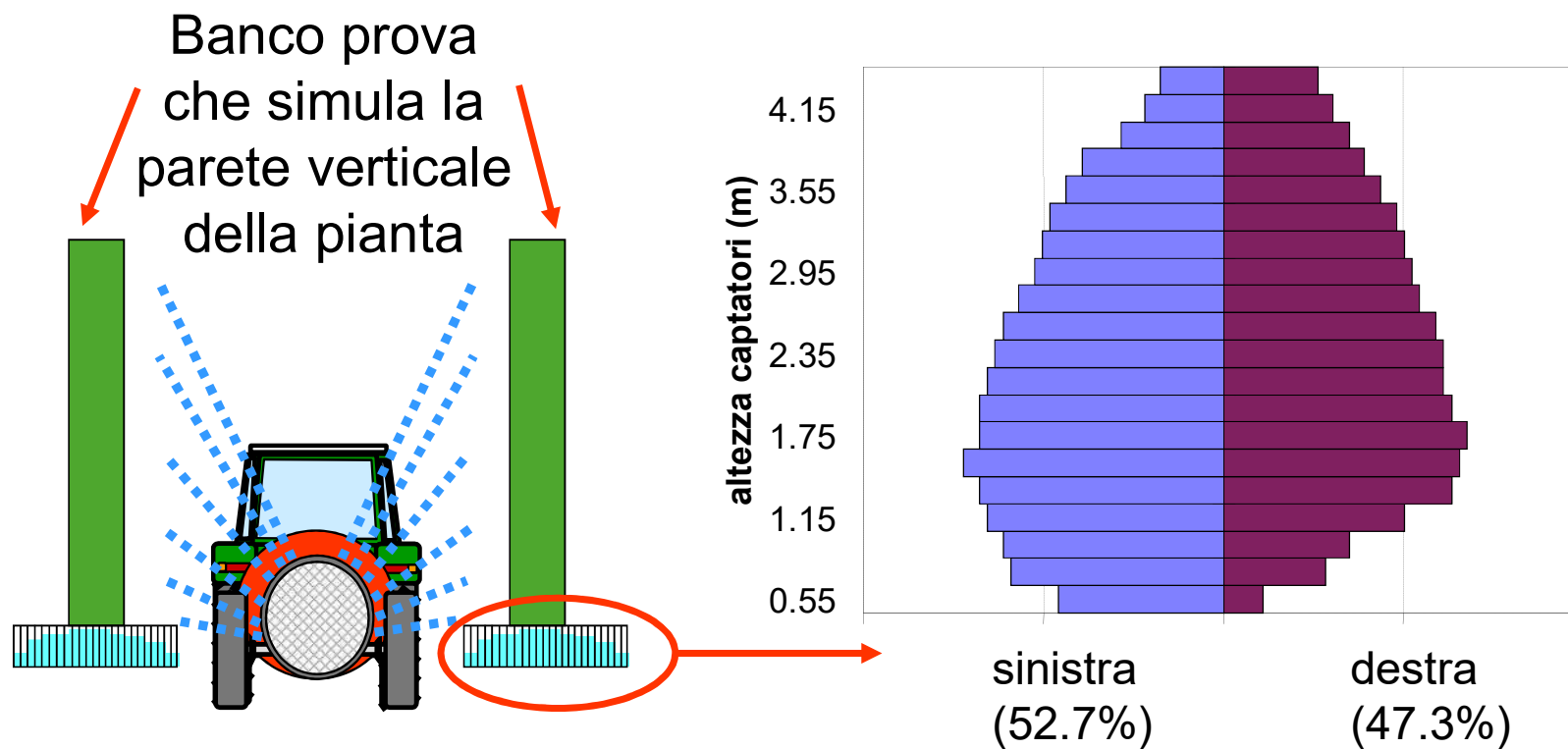


CV < 10% buono

SCELTA DEI PARAMETRI OPERATIVI PER GLI ATOMIZZATORI

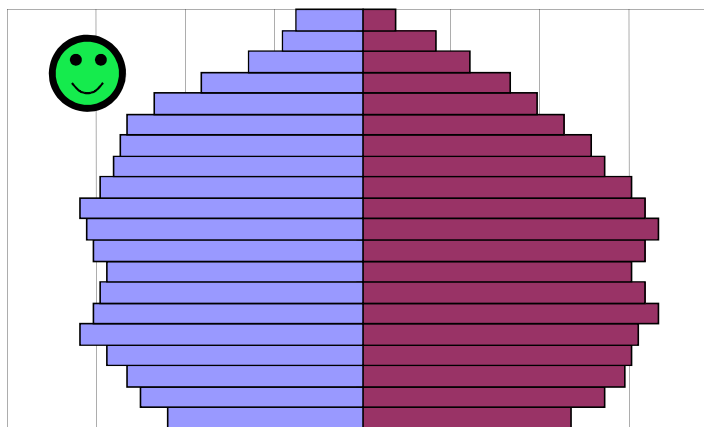


IMPORTANZA DEL DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE VERTICALE



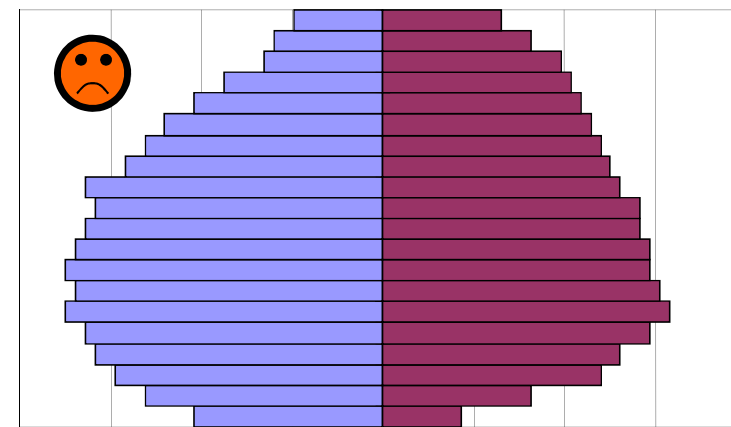
INDICE DI SIMMETRIA =

$$\sum_{i=1}^n \frac{|sx_i - dx_i|}{\left[sx_i + dx_i \right] / 2}$$



Indice di simmetria = 3.2

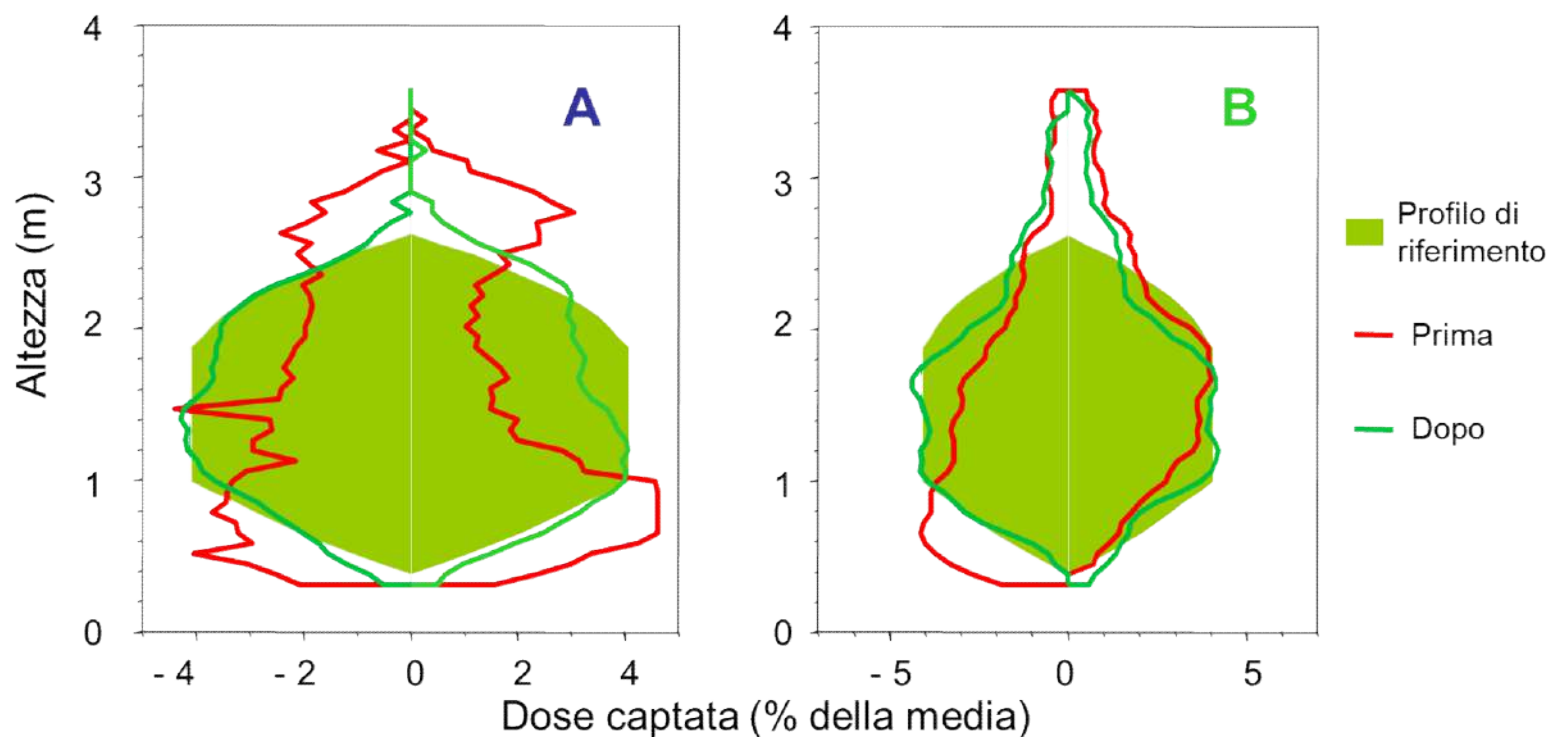
4.15
3.75
3.35
2.95
2.55
2.15
1.75
1.35
0.95
0.55



Indice di simmetria = 9.2

CRITERI DI SCELTA

Il diagramma di distribuzione dovrebbe il più possibile sovrapporsi alla forma geometrica della pianta



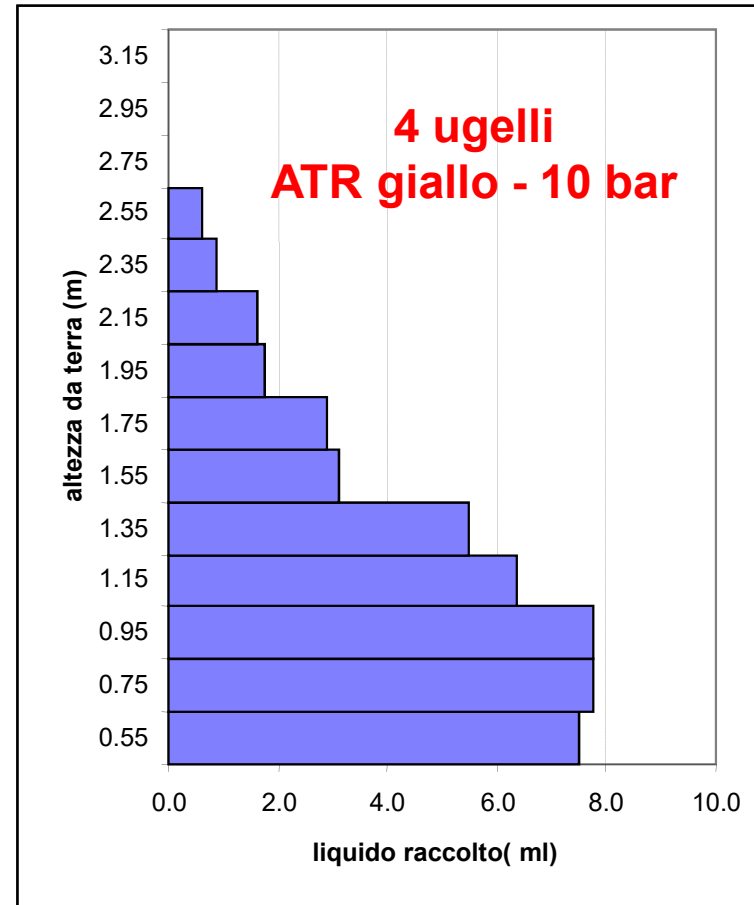
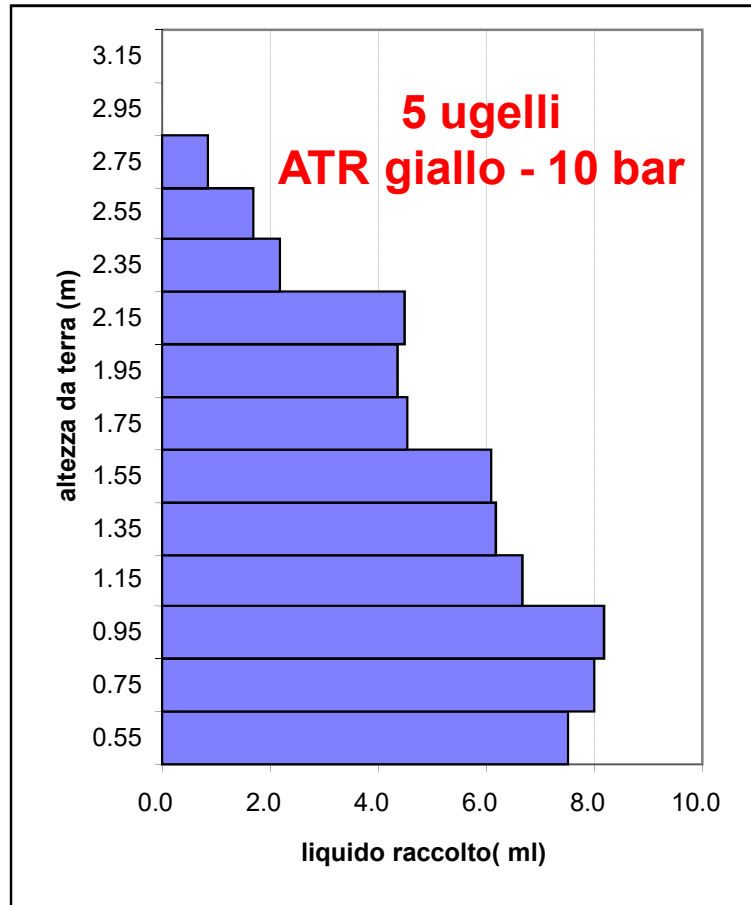
A - distribuzione verticale irregolare indizio di ugelli mal funzionanti o mal direzionati

B - distribuzione asimmetrica sintomo di cattiva distribuzione dell'aria sui due lati della macchina

POSSIBILI INTERVENTI SULLA MACCHINA PER ADEGUARE IL DIAGRAMMA ALLA FORMA DELLA PIANTA BERSAGLIO

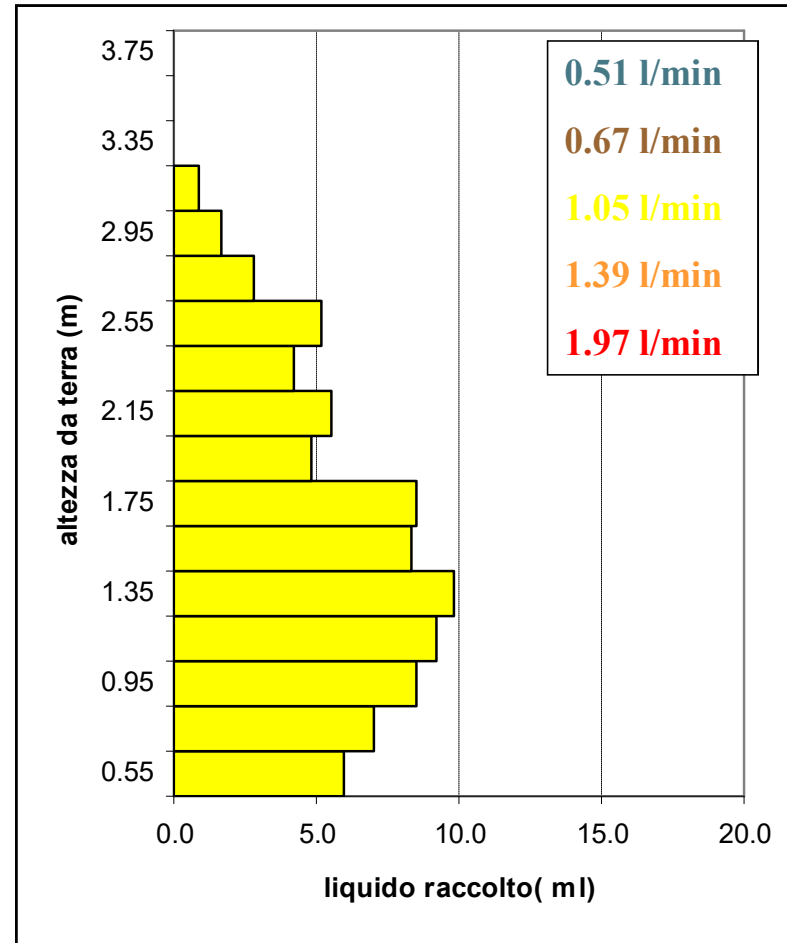
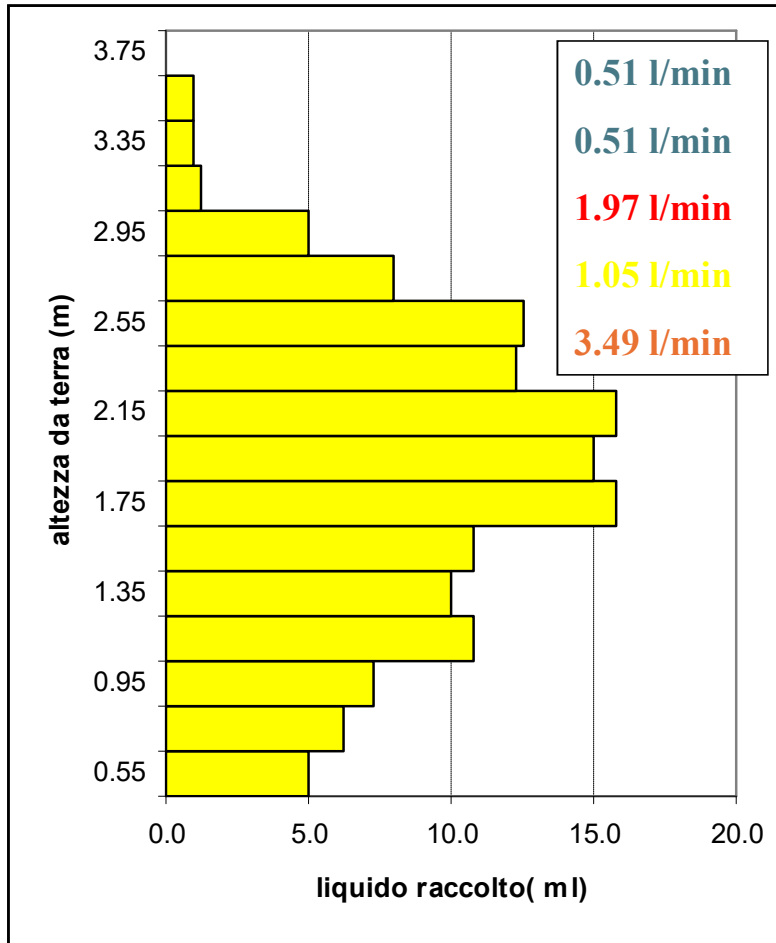
- APERTURA O CHIUSURA UGELLI
- ORIENTAMENTO UGELLI
(soprattutto nel caso dei diffusori delle macchine pneumatiche)
- DIMENSIONE UGELLI
- ORIENTAMENTO DEFLETTORI ARIA

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



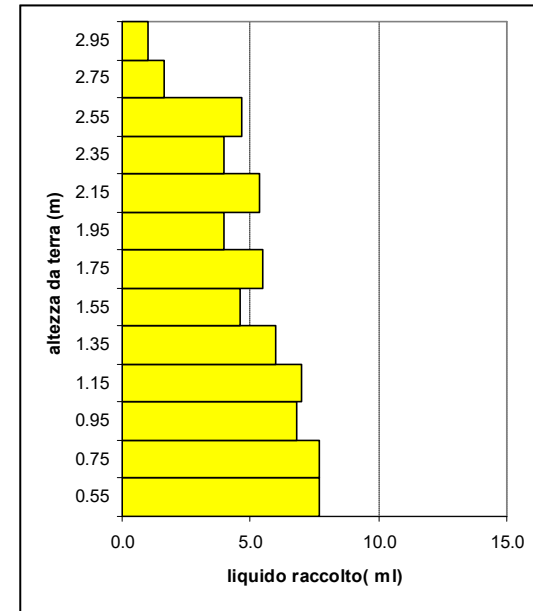
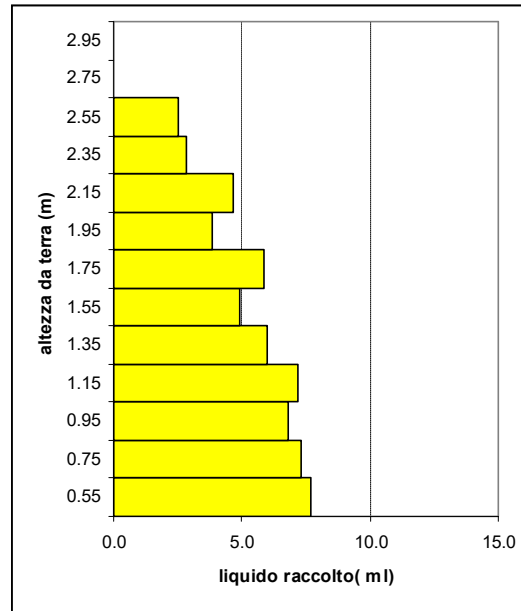
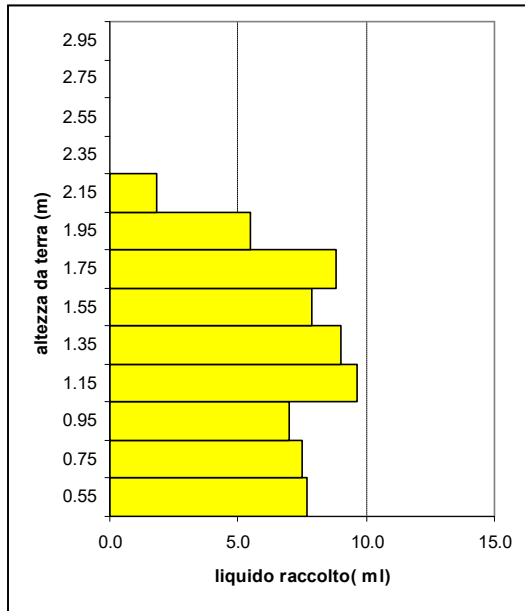
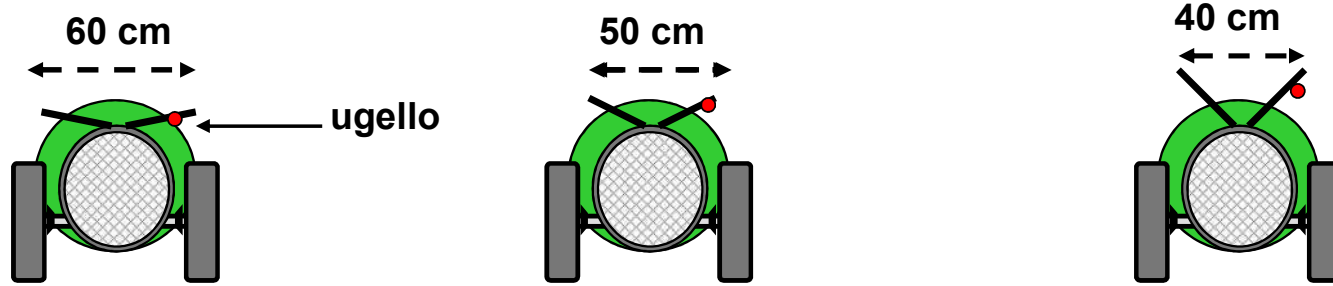
APERTURA e CHIUSURA UGELLI

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



IMPIEGO DI UGELLI DIVERSI (5 ATR - 10 bar)

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



**VARIAZIONE INCLINAZIONE ALETTA CON UGELLO 5
ATR gialli - 10 bar**

I CRITERI CHE REGOLANO LA DISTRIBUZIONE

IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUITO

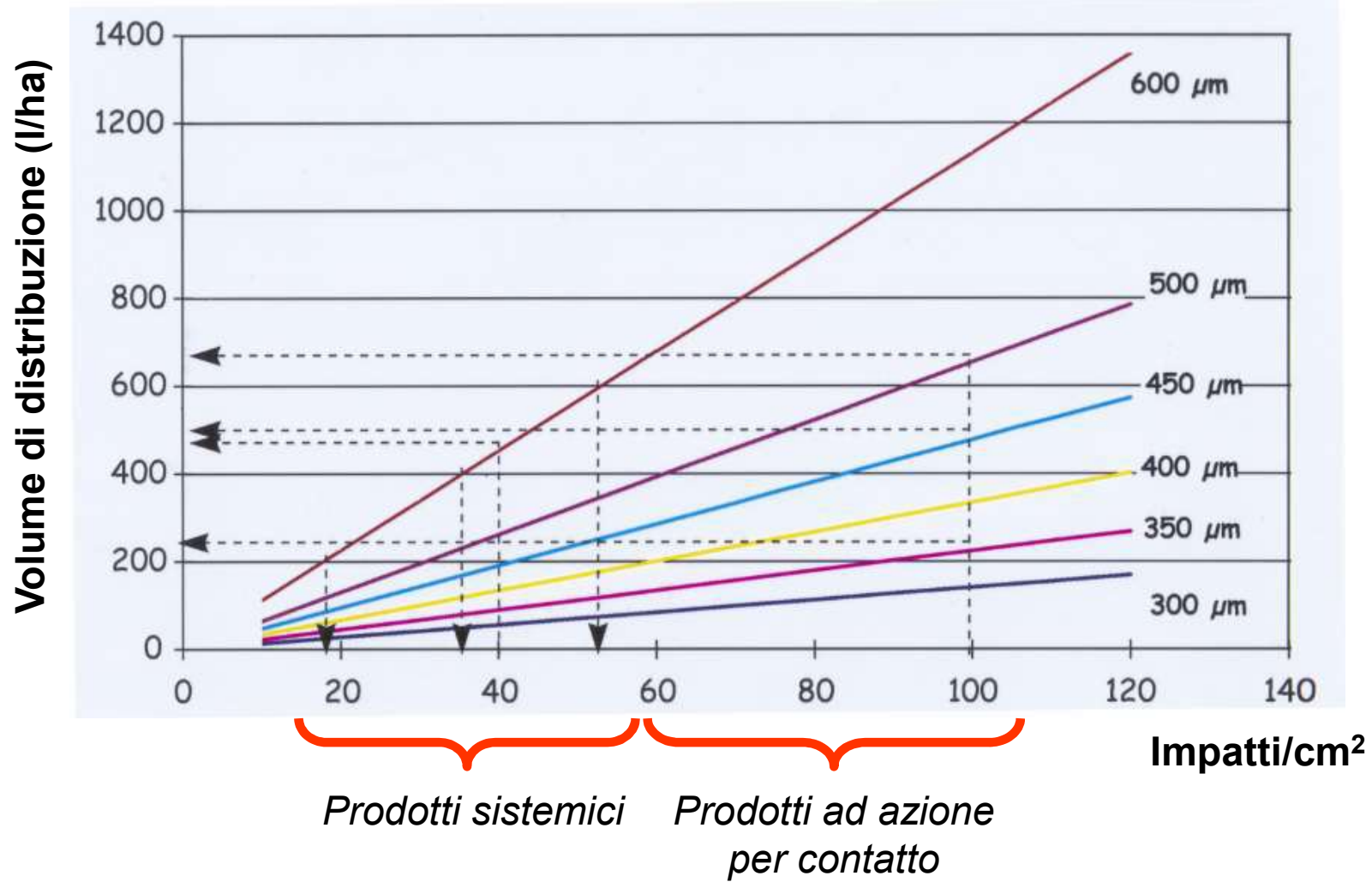
- i criteri di scelta**
- come si determina**
- parametri sui quali intervenire per modificarlo**

SCELTA DEL VOLUME DI DISTRIBUZIONE

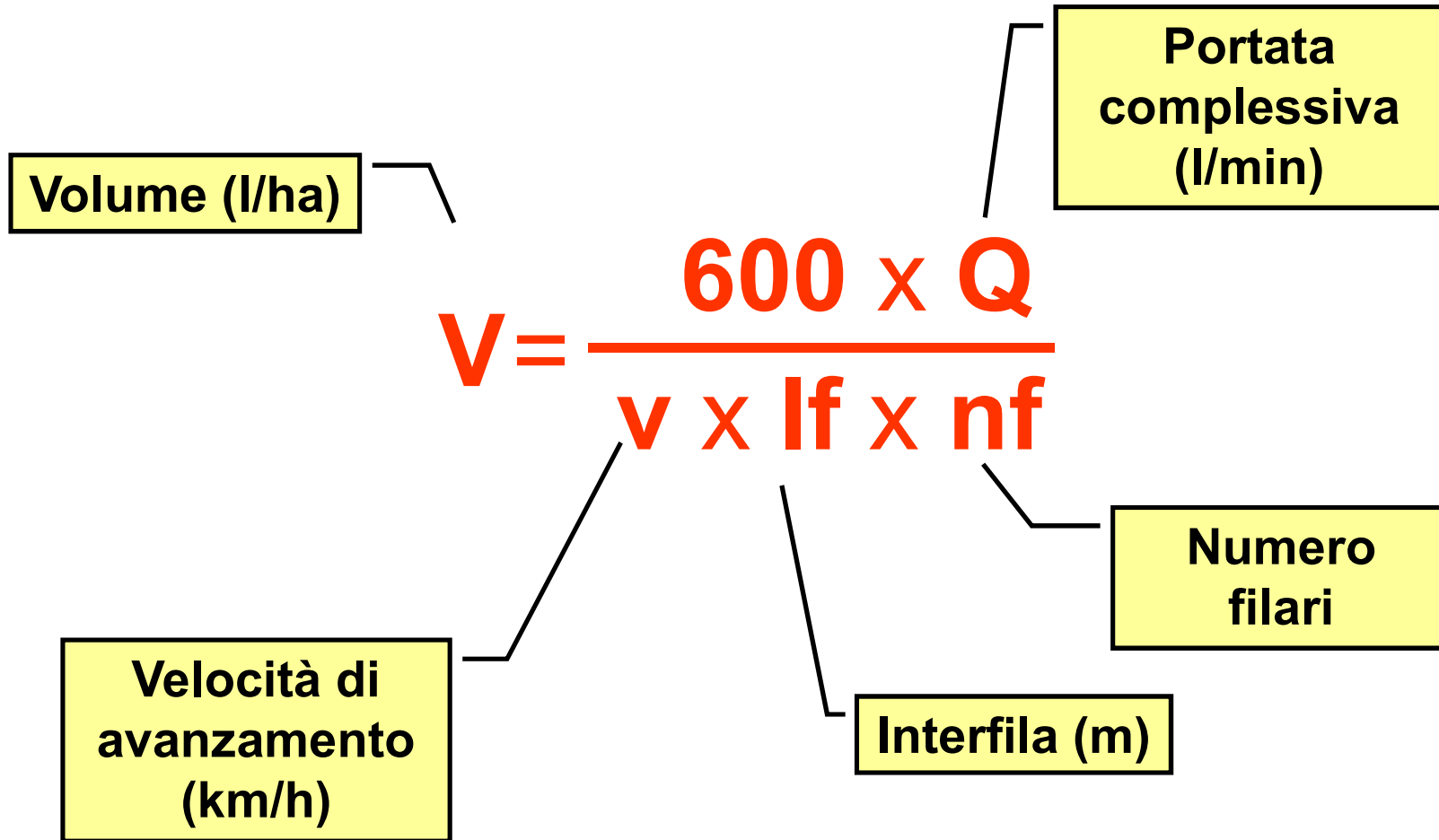
DEVE TENERE CONTO DI:

- oggetto del trattamento (fungo, insetto, infestante) in quanto da esso dipendono in numero di gocce/cm²
- condizioni ambientali in quanto da esse dipende la scelta della dimensione delle gocce
- dimensioni del bersaglio (LAI)
- sesto d'impianto (TRV)

CORRELAZIONE TRA DIMENSIONE GOCCE; IMPATTI/cm² E VOLUME DA DISTRIBUIRE



COME SI CALCOLA IL VOLUME DI DISTRIBUZIONE



**Portata
complessiva
(l/min)**

$$Q = \frac{V \times v \times lf \times nf}{600}$$

**Velocità di
avanzamento
(km/h)**

$$v = \frac{600 \times Q}{V \times lf \times nf}$$

I CRITERI CHE REGOLANO LA DISTRIBUZIONE

IL VOLUME D'ARIA PRODOTTO DAL VENTILATORE

- funzioni dell'aria
- tipologie di ventilatori, portata e velocità dell'aria da essi prodotte
- criteri di scelta della portata del ventilatore, parametri sui quali intervenire per modificarla

FUNZIONI DELL'ARIA PRODotta DAL VENTILATORE

MACCHINE AEROASSISTITE



- Trasporto gocce verso il bersaglio
- Movimento delle vegetazione
- Far penetrare le gocce all'interno della vegetazione

FUNZIONI DELL'ARIA PRODotta DAL VENTILATORE

MACCHINE PNEUMATICHE



- Formazione delle gocce
- Trasporto delle gocce verso il bersaglio
- Far penetrare le gocce all'interno della vegetazione

TIPOLOGIE DI VENTILATORE

Assiali

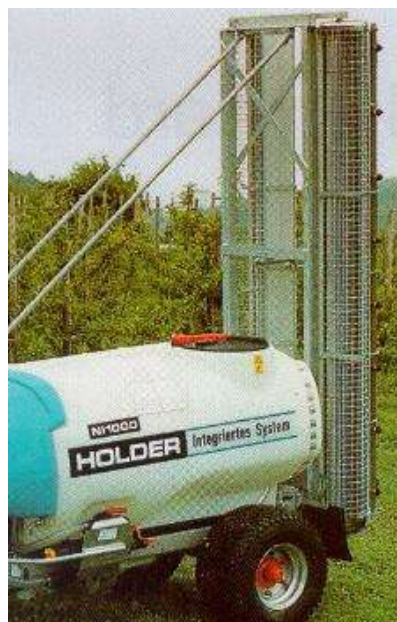


Flusso d'aria parallelo all'asse di rotazione sia in ingresso che in uscita

Velocità aria in uscita:
30 ÷ 60 m/s

Portata: 20 ÷ 80000 m³/h

Tangenziali



Flusso d'aria perpendicolare all'asse di rotazione sia in ingresso che in uscita

Velocità aria in uscita:
30 ÷ 40 m/s

Portata: 8 ÷ 20000 m³/h

Centrifughi

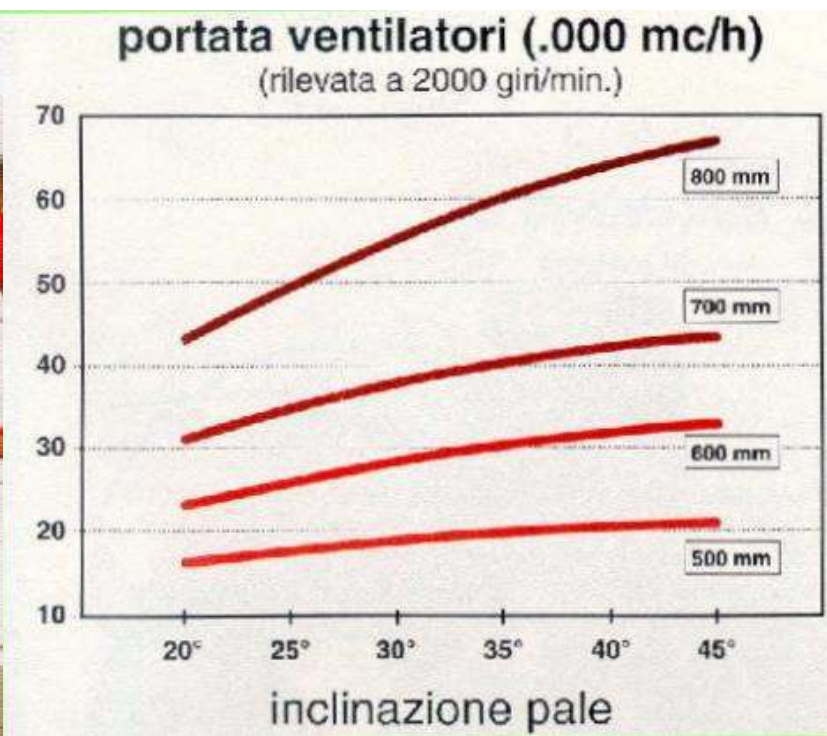
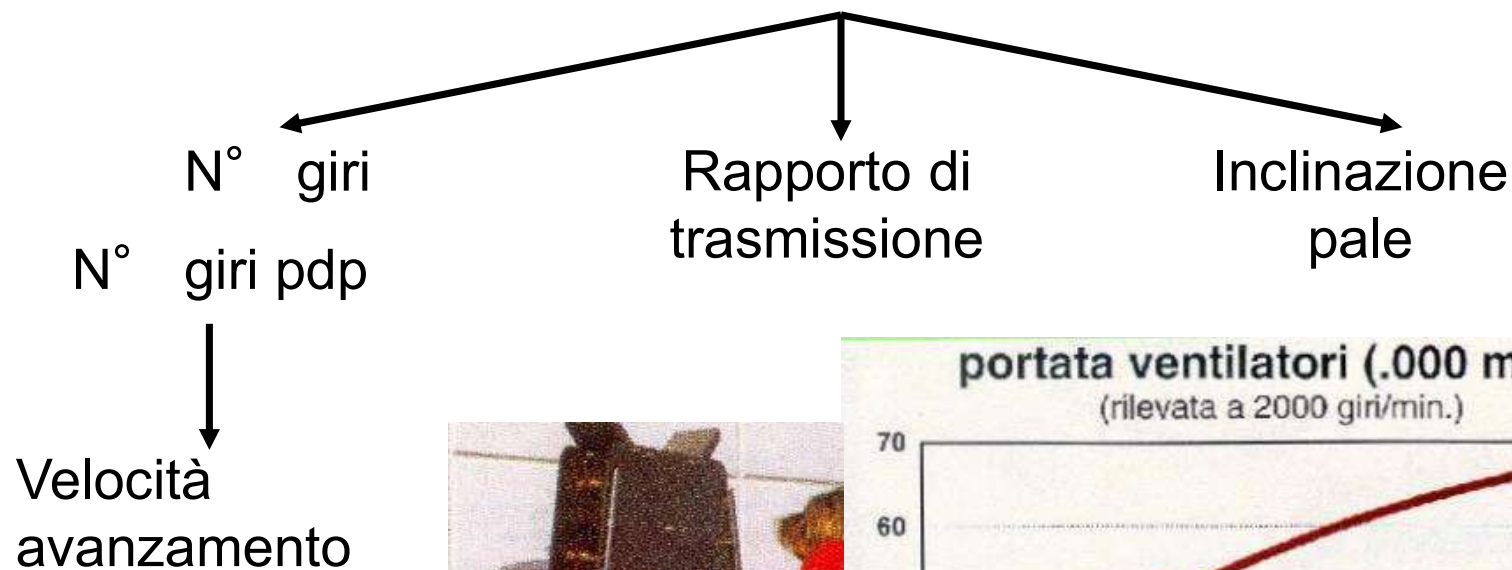


Flusso d'aria parallelo all'asse di rotazione in ingresso e perpendicolare all'asse in uscita

Velocità aria in uscita:
80 ÷ 150 m/s

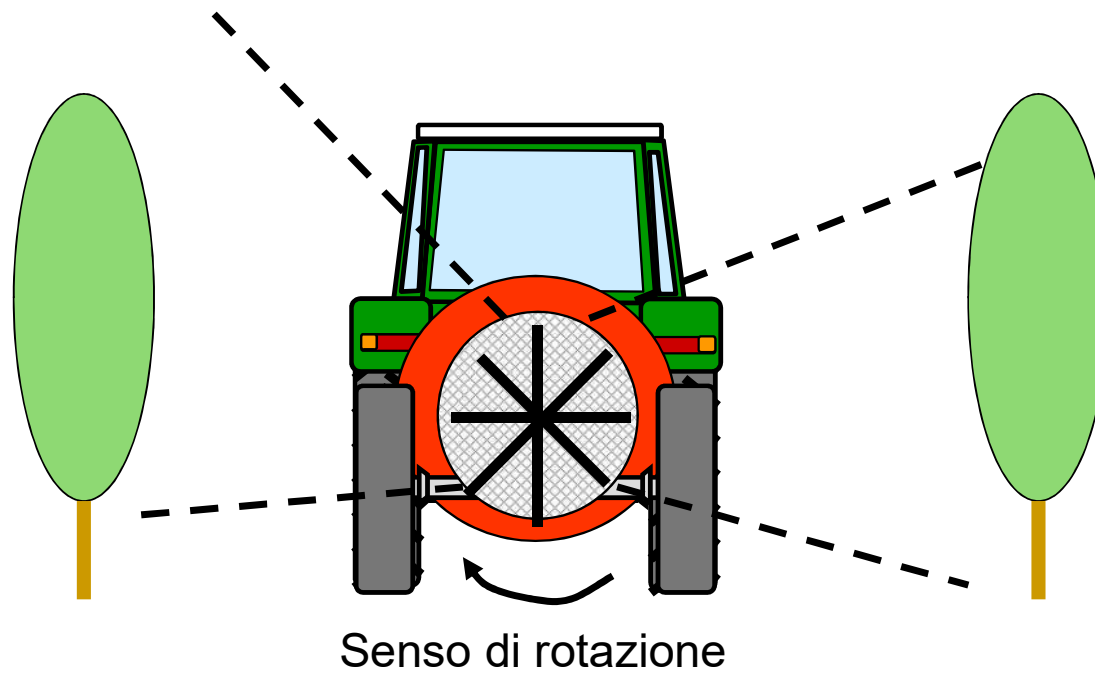
Portata: 5 ÷ 18000 m³/h

POSSIBILITA' DI REGOLAZIONE DELLA PORTATA DEI VENTILATORI



VENTILATORI ASSIALI: PROBLEMI

→ FLUSSO D'ARIA ASIMMETRICO

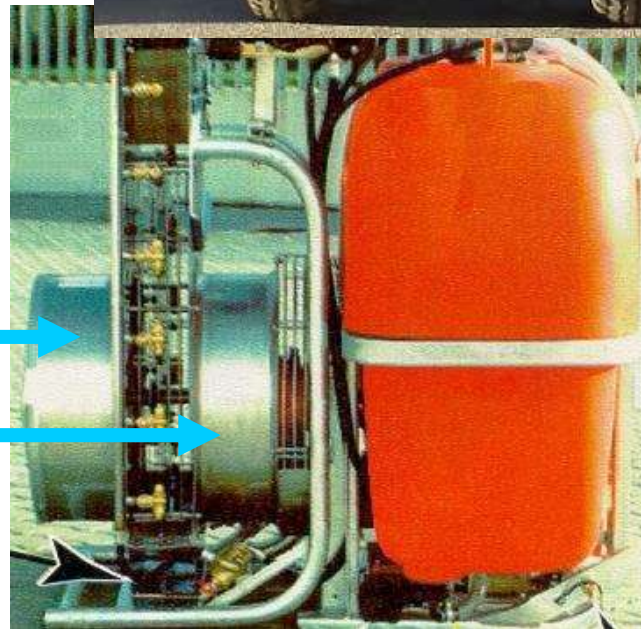


VENTILATORI ASSIALI: SOLUZIONI

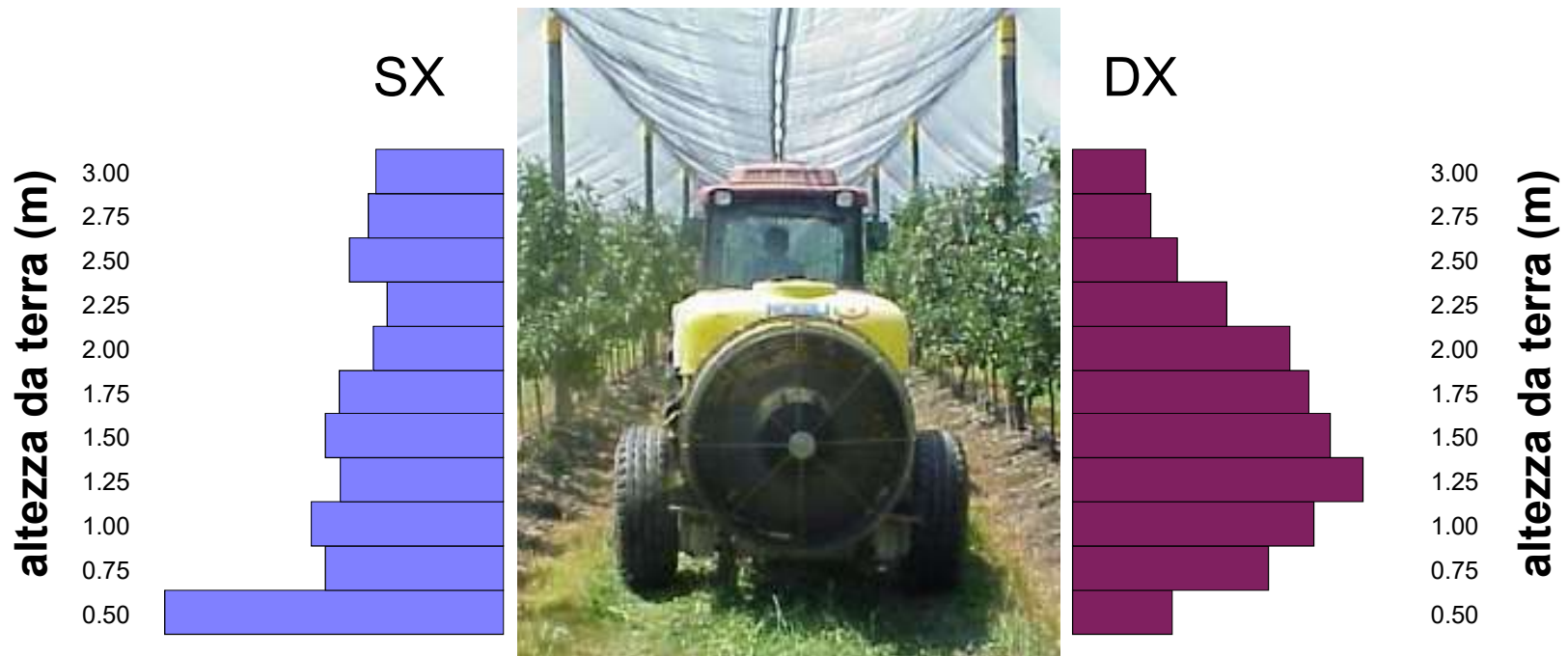
→ **CONTROVENTOLA**



→ **DOPPIA VENTOLA**



Esempio di diagramma della velocità dell'aria asimmetrico



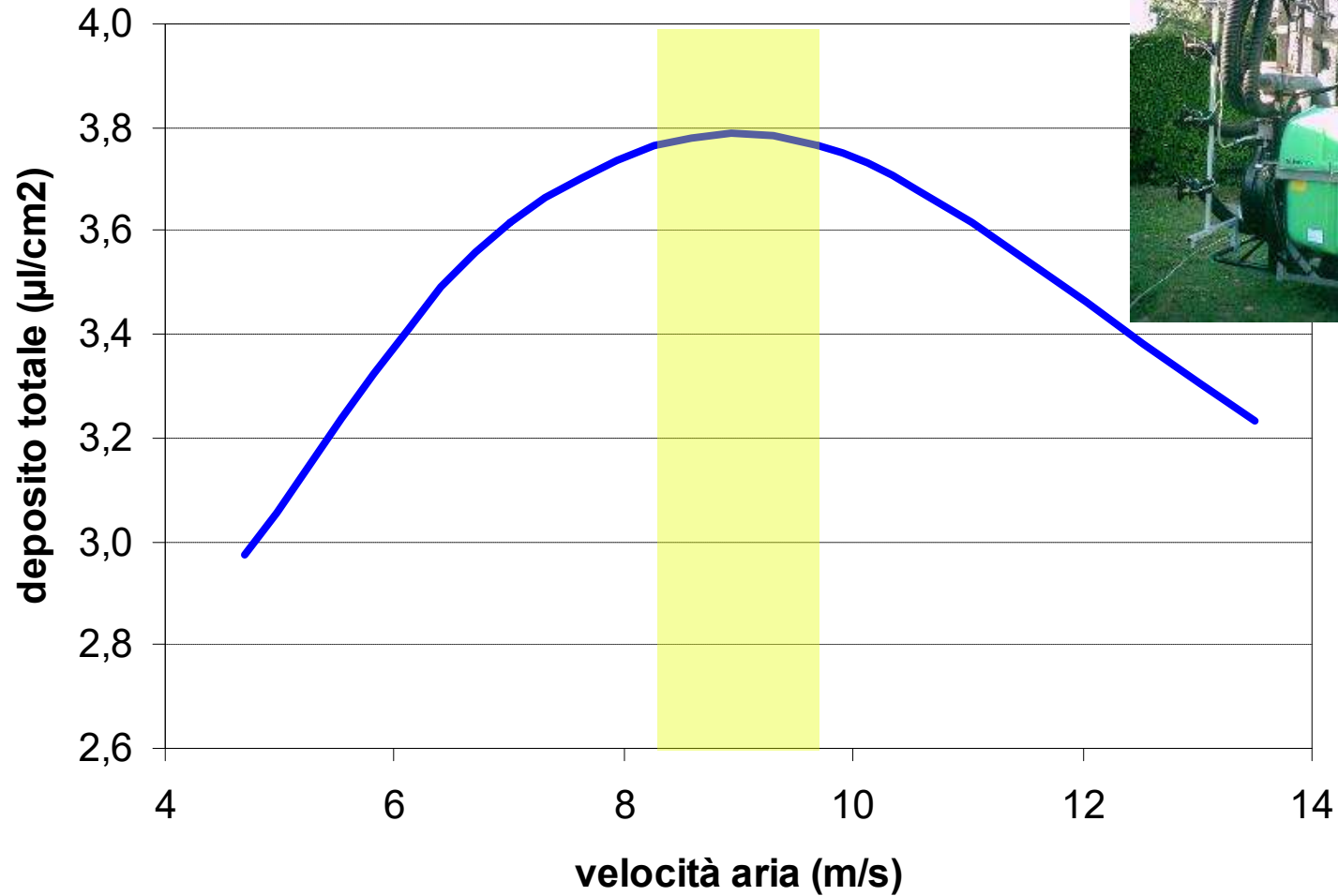
EFFETTI NEGATIVI IMPUTABILI ALLA PORTATA DELL'ARIA ECCESSIVA



- trasporto delle gocce oltre il bersaglio
- eccessivo movimento della vegetazione
- rimozione delle gocce già presenti sul bersaglio

INTERAZIONE VELOCITA' DELL'ARIA E DEPOSITO SUL BERSAGLIO (prove DEIAFA su vite in campo)

Utilizzo irroratrice con diffusori orientabili



COME REGOLARE L'ARIA?

- **Direzionandola il più possibile all'interno della vegetazione**
- **Modificandola in funzione di:**
 - **Sesto d'impianto (> aria negli impianti fitti)**
 - **Forma d'allevamento (> aria nelle forme espanse)**
 - **Epoca vegetativa (> aria in piena vegetazione)**
 - **Condizioni ambientali (> aria in presenza di brezze)**
 - **Velocità di avanzamento**

COME REGOLARE L'ARIA?

Vigneto nelle prime fasi vegetative

portata aria: 3-6000 m³/h

velocità avanzamento: 2-3,
4-6 km/h

Vigneto in piena vegetazione

portata aria: 7-12000 m³/h

velocità avanzamento: 2-3,
4-6 km/h

Frutteti con superficie fogliare \cong 4000 m²/ha:

portata aria: 20000 m³/h

velocità avanzamento: 8
km/h

volume aria: 8-10000 m³/ha

Frutteti con superficie fogliare > 10000 m²/ha:

portata aria: 25-30000 m³/h

velocità avanzamento: 6
km/h

volume aria: 12-14000 m³/ha



I PARAMETRI DA VALUTARE PER REGOLARE L'ATOMIZZATORE

- Larghezza interfila
- Fase fenologica e morfologia della vegetazione (altezza, spessore, posizione grappoli o frutti...)
- Modalità di azione del p.a. (contatto, sistemico, citotropico)
- Parassita da colpire e sua localizzazione sulla vegetazione

PARAMETRI SU QUALI SI PUO' INTERVENIRE

- Velocità di avanzamento
- Portata ugelli
- Tipologia e n° di ugelli in funzione
- Portata ventilatore
- Movimento in campo (tutti i filari, filari alterni)

INFLUENZA DEI PARAMETRI OPERATIVI

	Volume	Ampiezza fascia trattata	Penetrazione nella vegetazione
Pressione	SI	NO	NO*
Portata ugelli	SI	NO	NO
N° ugelli	SI	SI	NO
Posizione ugelli	NO	SI	SI
Velocità avanzamento	SI	NO	SI
Movimento in campo	SI	NO	SI
Portata ventilatore	NO	SI	SI
Direzione flusso d'aria	NO	SI	SI

* si se la polverizzazione è per pressione

