

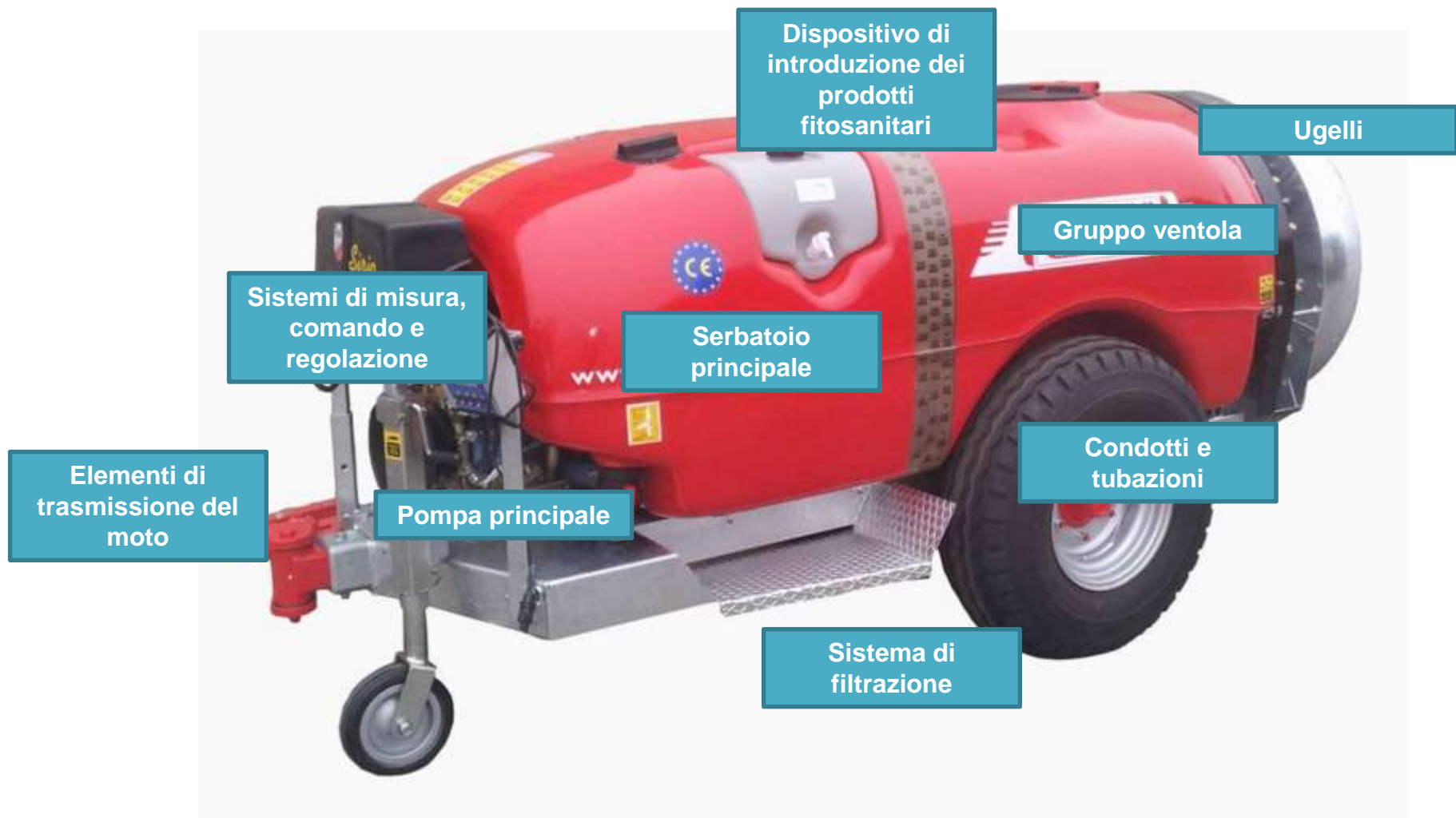
AGGIORNAMENTO PER TECNICI ADDETTI AL CONTROLLO FUNZIONALE DELLE IRRORATRICI

Legnaro, giugno 2017

Il controllo funzionale: uso della modulistica regionale

- **Richiesta controllo funzionale e regolazione irroratrici**
- **Rapporto di Prova – Controllo funzionale irroratrici per colture erbacee**
- **Rapporto di Prova – Controllo funzionale irroratrici per colture arboree**
- **Rapporto di Prova – Controllo lance a mano**
- **Rapporto di Prova – Controllo irroratrici spalleggiate a motore**
- **Rapporto di Prova – Controllo irroratrici per colture protette**
- **Attestato di funzionalità della macchina irroratrice**

Elementi da controllare



CRITICITÀ OPERATIVE

Criticità operative

Indicatore di livello

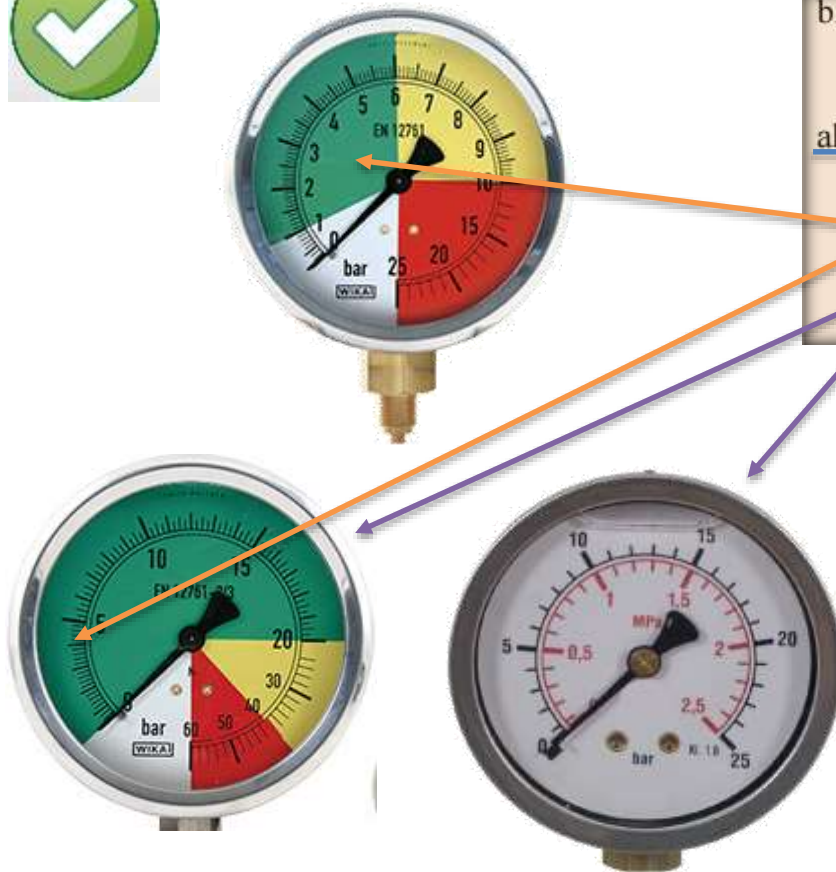


d. Indicatore di livello del liquido.

Deve essere presente almeno un indicatore del livello di liquido del serbatoio chiaramente leggibile e visibile, dal posto di guida e/o dalla postazione di riempimento.

Criticità operative

Prova manometro: verificare adeguatezza della scala di lettura (PAN)



b. Manometro.

i. *Scala di lettura.*

La scala del manometro deve essere leggibile chiaramente e adatta all'intervallo delle pressioni di lavoro utilizzate.

La scala deve avere un intervallo di lettura minore o uguale a:

0,2 bar, per pressioni di lavoro ≤ 5 bar;

1,0 bar, per pressioni di lavoro comprese tra 5 e 20 bar;

2,0 bar, per pressioni di lavoro ≥ 20 bar.



Criticità operative

Prova manometro: vanno fatte **3 letture**, nel range di pressione utilizzato: es. per atomizzatori 5, 10, 15 atm; per le barre 2, 4, 6 atm

Requisiti minimi: il banco prova deve essere dotato di manometro analogico con diametro ≤ 100 mm e requisiti minimi indicati nella seguente tabella:

Intervallo di pressione Δp bar	Intervallo di lettura max bar	Precisione bar	Classe	Fondo scala Bar
$0 < \Delta p \leq 6$	0,1	0,1	1,6	6
			1,0	10
			0,6	16
$6 < \Delta p \leq 16$	0,2	0,25	1,6	16
			1,0	25
$\Delta p > 16$	1,0	1,0	2,5	40
			1,6	60
			1,0	100



Descrizione	Use	MAX (bar)	Class
Tester manometri		100	-
Manometro certificato da 6 bar		6	0,6
Manometro certificato da 10 bar		10	0,6
Manometro certificato da 16 bar		16	0,6
Manometro certificato da 25 bar		25	0,6
Manometro certificato da 40 bar		40	0,6
Manometro certificato da 60 bar		60	0,6
Manometro digitale certificato da 40 bar		40	0,25
Manometro digitale 60 bar per tarature		60	0,25

itali, purché rispettino i medesimi requisiti di precisione.

6.b Manometro

[Leggibilità, intervallo di lettura, stabilità lancetta] Analogico Digitale

Caratteristiche: Fondo scala _____ bar; scala differenziale SI NO diametro cm _____

Valori di prova	Manometro irroratrice			
(scarto max 10%)	Manometro controllo			

OK R/S

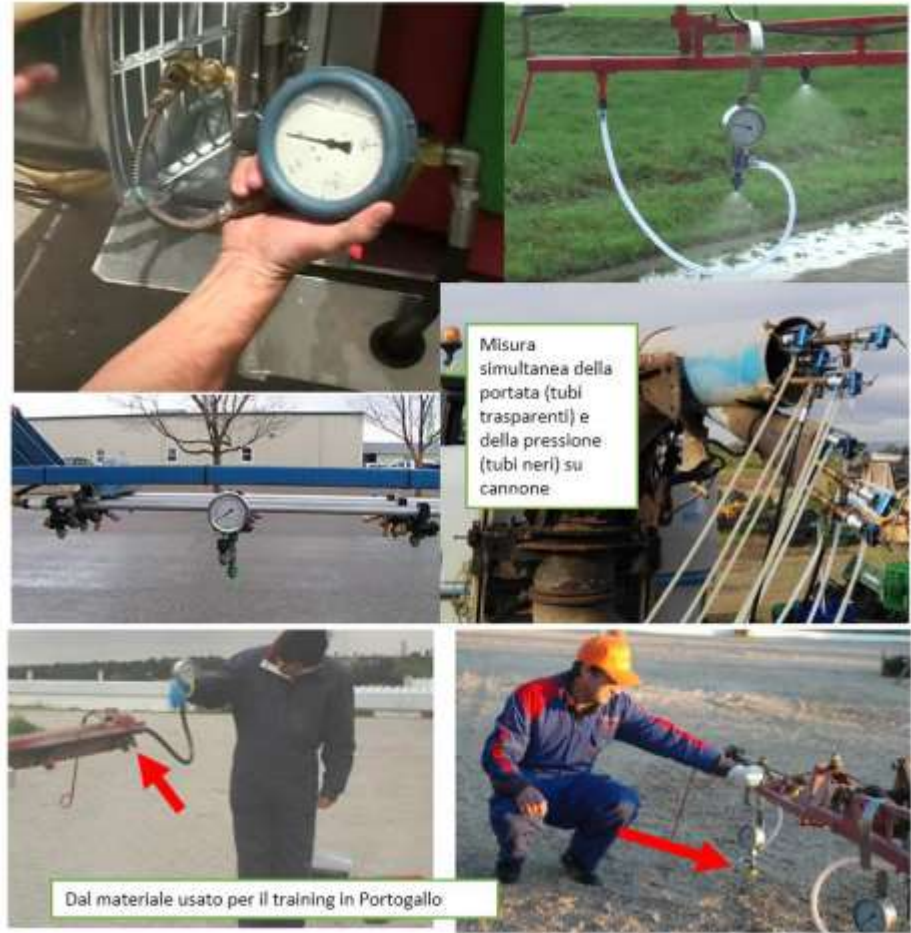
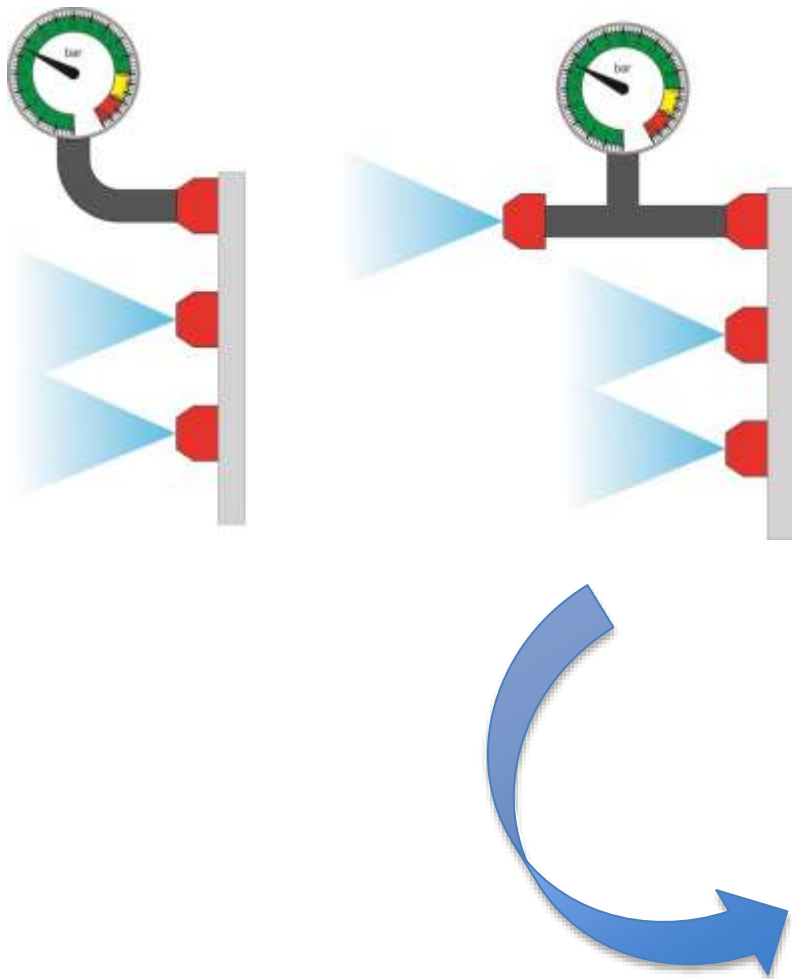
Criticità operative

Misura della caduta di pressione alle estremità delle sezioni di barra: considerazioni e corretta modalità esecuzione prova

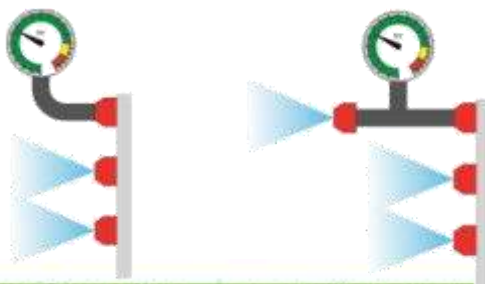
La caduta di pressione tra il punto di misura della pressione sull'irroratrice e l'estremità di ogni sezione di barra è bene che non superi il 10% della pressione indicata sul manometro e comunque rimanga costante fra le singole sezioni di barra. L'esito di questa prova non è vincolante per il superamento del controllo, ma l'entità della caduta di pressione deve essere riportata nel rapporto di prova.

- La norma armonizzata ISO 16122 non specifica con precisione la metodologia del test, limitandosi a prescrivere la collocazione di un manometro calibrato *“at the same position as a nozzle at the outermost end of each boom section”* (ISO 16122, part 2 – 3)
- Esistono due modalità per effettuare tale misura
 - con manometro di riferimento *“in prossimità”* dell'ugello terminale
 - oppure *“al posto”* di quest'ultimo

Misura della caduta di pressione



Misura della caduta di pressione



tipo	6 UGELLI		ugello finale chiuso		ugello finale aperto		ΔP assoluto %	ΔP relativo %
	portata	pressione centrale	pressione finale	caduta %	pressione finale	caduta %		
A	BASSA	5	4,9	2,0	4,8	4,0	+2,04	+50
A	BASSA	10	9,9	1,0	9,5	5,0	+4,04	+80
A	BASSA	15	14,8	1,3	14,5	3,3	+2,03	+60
A	BASSA	20	19,6	2,0	19,3	3,5	+1,53	+43
A	BASSA	30	28,0	6,7	27,0	10,0	+3,57	+33
B	BASSA	5	4,8	4,0	4,6	8,0	+4,17	+50
B	BASSA	10	9,8	2,5	9,2	8,0	+5,64	+69
B	BASSA	15	14,6	2,7	14,2	5,3	+2,74	+50
C	MEDIA	20	19,6	2,0	18,8	6,0	+4,08	+67
C	MEDIA	30	28,0	6,7	27,0	10,0	+3,57	+33
C	MEDIA	5	5,0	1,0	4,8	4,0	+3,03	+75
C	MEDIA	10	9,9	1,0	9,7	3,0	+2,02	+67
C	MEDIA	15	14,9	0,7	14,7	2,0	+1,34	+67
D	ALTA	5	4,7	6,0	4,5	10,0	+4,26	+40
D	ALTA	10	9,6	4,0	9,1	9,0	+5,21	+56
D	ALTA	15	14,4	4,0	13,9	7,3	+3,47	+45
E	ALTA	5	4,6	8,0	4,2	16,0	+8,70	+50
E	ALTA	10	9,3	7,0	8,6	14,0	+7,53	+50
E	ALTA	15	14,0	6,7	12,9	14,0	+7,86	+52

Criticità operative

€€€€

Stabilità pressione alla chiusura delle sezioni.

d. Stabilità della pressione alla chiusura delle sezioni di barra.

La pressione misurata sul manometro della macchina non deve variare più del 10% quando le sezioni sono chiuse una alla volta.

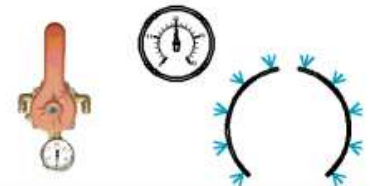
Si registrano le variazioni di pressione indicate dal manometro mano a mano che si chiudono le singole sezioni.

Quali soluzioni tecniche adottare, con costi accettabili.

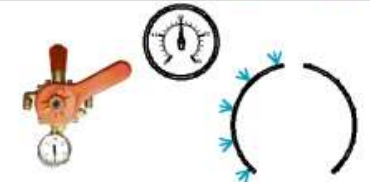
- Gruppi comando con ritorni compensati: esistono a comando elettrico o manuale



Aperto DX - SX
Aperto da ambo i lati con passaggi grandi che permettono una portata di 200 litri/minuto



Aperto DX
Aperto a destra con spillo di calibrazione sullo scarico che permette di mantenere costante la pressione di lavoro



Aperto SX
Aperto a destra con spillo di calibrazione sullo scarico che permette di mantenere costante la pressione di lavoro



In caso contrario è possibile, va fatta un'annotazione

Criticità operative

Considerazioni sui filtri (minimo richiesto e situazione ottimale)

1.7 Sistema di filtrazione.

a. Filtri.

Deve essere presente almeno un filtro sulla tubazione di mandata o sull'aspirazione della pompa (i filtri agli ugelli non sono considerati come filtri sulla mandata della pompa).

- Per irroratrici sprovviste di filtri: installare almeno un filtro, in aspirazione o in mandata; è preferibile che siano presenti entrambi



Criticità operative

Attrezzatura minima richiesta al Centro Prova per i controlli delle irroratrici a barre: flussimetri, banco prova orizzontale

c. Uniformità di distribuzione trasversale.

Se gli ugelli servono per fornire un getto uniforme si possono seguire le indicazioni del punto c.1. o in alternativa quelle del punto c.2. In caso contrario solo quelle del punto c.2.

c.1 Misura con banco orizzontale.

Se gli ugelli servono per fornire un getto uniforme, deve essere utilizzato un banco di ripartizione per misurare la regolarità della distribuzione trasversale (per le cui caratteristiche si veda l'allegato 2).

Effettuare la verifica lungo tutta la barra, nella zona di sovrapposizione dei getti, impiegando tutte le serie di ugelli montati sulla barra e operando alla pressione normalmente utilizzata dall'agricoltore.

È necessario evitare che i risultati delle misurazioni siano influenzati dalle condizioni climatiche.

La distanza tra banco e punta di spruzzo degli ugelli deve essere misurata e riportata nel rapporto di prova.

La distribuzione trasversale deve essere uniforme e deve essere valutata sulla base del coefficiente di variazione che non deve superare il 10%; inoltre, la quantità totale di liquido raccolto da ogni canaletta del banco prova può variare al massimo di $\pm 20\%$ rispetto al valore medio totale.

c.2. Misura della portata.

Lo scarto di portata di ciascun ugello dello stesso tipo non deve superare il $\pm 10\%$ della portata nominale indicata dal costruttore.

Nel caso non sia possibile risalire alla portata nominale dell'ugello indicarlo nel rapporto di prova e, comunque, determinare la portata di ciascun ugello alla pressione di esercizio impiegata, verificando che le portate non differiscano di $\pm 5\%$ dal valore medio calcolato.

La prova può essere effettuata con gli ugelli montati o meno sulla barra. Occorre assicurarsi che il getto si formi correttamente. L'errore di misura deve essere $\leq 2,5\%$ del valore misurato.

c.2.1 Misura con ugelli sulla barra.

La portata di ogni ugello va misurata in conformità al punto 8 della norma ISO 5682-2:1987 (utilizzare la massima pressione indicata dal costruttore per l'ugello o la pressione di esercizio e raccogliere per un periodo predeterminato il liquido erogato).

Determinare la portata di tutti gli ugelli presenti sulla barra operando con le sezioni tutte aperte e senza interrompere o modificare le modalità di funzionamento della pompa e del regolatore di pressione.

La distribuzione trasversale deve essere uniforme e deve essere valutata sulla base del coefficiente di variazione che non deve superare il 10%; inoltre, la quantità totale di liquido raccolto da ogni canaletta del banco prova può variare al massimo di $\pm 20\%$ rispetto al valore medio totale.

Controllo di attrezzature particolari e rapporti di prova utilizzabili

- Serre per piante orticole – ornamentali (rapporto barre modificato)
- Fungaie (Barre modificato?)
- Lance a mano collegate a motocarriole
- Barre per il diserbo sottofila dei frutteti-vigneti (si usa il rapporto delle barre)
- Altre?

Controllo di attrezzature per colture protette

Schema generale: unità di irrorazione

- un gruppo di barre
- un'unità di distribuzione della miscela fitosanitaria concentrata («dosatron»)
- prelievo acqua pulita da serbatoio oppure da rete

Controllo di attrezzature per colture protette



Barra sospesa su bancali



Unità di miscelazione
(Dosatron)

Controllo di attrezzature per fungaie

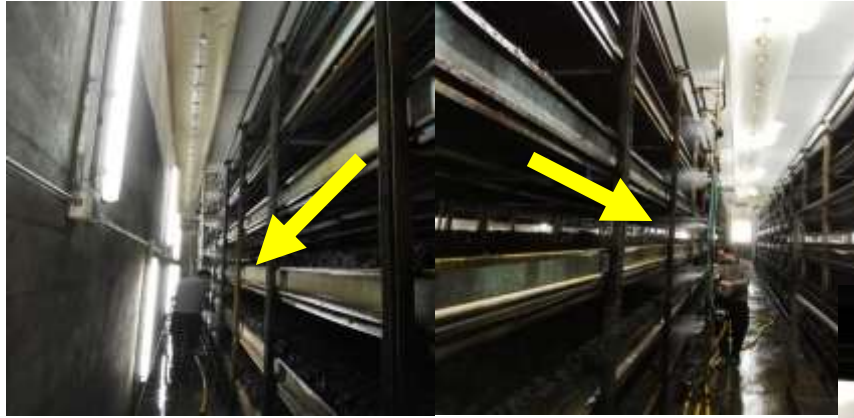
Schema generale: unità di irrorazione su bancali a piani sovrapposti

- un carrello portaugelli
- un'unità di distribuzione della miscela fitosanitaria concentrata («dosatron»)
- prelievo acqua pulita da serbatoio oppure da rete

Criticità particolari

- bassa pressione (< 1 bar) → impossibile montare antigocce normali; proposta: scarico della colonna con raccolta della miscela

Controllo di attrezzature per fungaie



Carrelli distributori



Unità di miscelazione
(Dosatron)

Rapporto di prova per colture protette

- Rapporto di prova proposto sulla base di quello in uso per le irroratrici a barra
- due parti
 - 1° parte: identificazione e alle verifiche sull'unità principale di miscelazione
 - 2° parte: raccolta dei dati relativi alle barre afferenti l'unità principale, da compilare quindi come allegati in numero corrispondente alle barre in questione
- Ciascun rapporto di prova si riferisce un'unità autonoma, facente capo a un gruppo di miscelazione, che andrà identificata ed eventualmente punzonata a cura del Centro Prova
- L'eventuale punzonatura può essere collocata sul telaio o sulla piattaforma dove è fissato stabilmente il dosatore

Rapporto di Prova – Controllo funzionale irroratrici per colture protette

D.M. 22 gennaio 2014 (GU n. 35 del 12 febbraio 2014)

Allegato all'attestato di funzionalità n. _____ del _____

Tipologia Con serbatoio di miscelazione Con dosaggio proporzionale Altre _____

Descrizione sintetica dell'impianto (facoltativa) _____

Dati identificativi unità di alimentazione _____

Marca e Modello (se disponibili) _____ N. Serie o identificativo _____

Sistema di distribuzione: barre lance a mano altro _____

n. moduli/barre collegati all'unità di alimentazione _____ Larghezza moduli/barre mt _____

1. Verifica preliminare, sicurezza, parti mobili (se applicabile)

[protezioni a norma, pulizia] OK R/S

2. Pompa principale Tipo: membrana pistoni altro _____

[portata adeguata; pulsazioni; perdite; valvola di sovrappressione (opzionale)]

Verifica portata (strumentale) l/m _____ a bar _____ OK R/S

3. Serbatoio principale (se applicabile) Capacità _____ litri

[Assenza di perdite; filtro a cestello presente e in buone condizioni; presenza sistema per compensazione della pressione nel serbatoio; possibilità di svuotare il serbatoio in modo affidabile e senza perdite; funzionalità dispositivo di non ritorno (se presente); corretto funzionamento dispositivo di pulizia dei contenitori vuoti (se presente); agitazione; indicatore di livello visibile e leggibile dalla postazione di riempimento] OK R/S

4. Dispositivo di dosaggio proporzionale (se applicabile)

OK R/S

indicare il metodo impiegato per la verifica della funzionalità (es: tempo impiegato per l'aspirazione di una quantità nota di liquido, o misurazione con flussimetro o altro strumento) e riportare i risultati

5. Sistemi di misura, comando e regolazione

[Operano correttamente e senza perdite; la pressione viene mantenuta costante; comandi facilmente raggiungibili; apertura e chiusura simultanea di tutti gli ugelli; precisione dispositivi di misurazione se presenti (es.dosatore proporzionale)]

OK R/S

5.b Manometro

[Leggibilità, intervallo di lettura, stabilità lancetta] Analogico Digitale

Caratteristiche: Fondo scala _____ bar; doppia scala SI NO diametro cm _____

Valori di prova (scarto max 10%)	Manometro controllo			
	Manometro impianto			

OK R/S

6. Condotte e tubazioni (impianto)

[Tenuta alla max pressione di esercizio, assenza di piegature, abrasioni]

OK R/S

7. Sistema di filtrazione Filtro in aspirazione in mandata altro _____

[Filtri in buone condizioni, maglie adatte, sostituibile, dispositivo di isolamento]

OK R/S

Annotazioni: (parti riparate o sostituite, altro) _____

8. Barra di distribuzione

[Simmetria; uniformità distanza e orientamento ugelli; no contaminazione dallo spruzzo; assetto orizzontale] OK R/S

9. Ugelli

[Ugelli uguali, assenza gocciolamento] OK R/S

9.a Caratteristiche e portata nominale ugelli

Tipo * _____ Sigla _____ l/min ** _____

bar *** impianto _____ / ugelli _____

* Tipo ugello: T = turbolenza; F = fessura; D = doppia fessura; S = specchio; altro (specificare nelle annotazioni)

** Portata nominale (se conosciuta)

*** Riportare la pressione indicata alla mandata dell'impianto e quello misurato in corrispondenza degli ugelli (barra)

9.b Misura portata ugelli

OK R/S

Dati espressi in litri/minuto

PORTATE RILEVATE			
1	11	21	31
2	12	22	32
3	13	23	33
4	14	24	34
5	15	25	35
6	16	26	36
7	17	27	37
8	18	28	38
9	19	29	39
10	20	30	40
Totale ¹			
Media ²			

^{1,2} - Il totale e la media vanno necessariamente indicati quando non si conosce la portata nominale, per cui lo scarto di ciascun ugello va fatto rispetto al valore medio calcolato e non deve differire di $\pm 5\%$.

Se si conosce la portata nominale, lo scarto non deve superare il $\pm 10\%$ della portata nominale.

REGOLAZIONE DELLE IRRORATRICI

Definizione: doc. ENAMA n. 10 (barre) e 11 (atomizzatori)

- Per **regolazione** della macchina irroratrice, comunemente denominata **taratura**, si intende **l'adattamento delle modalità di utilizzo di quest'ultima alle specifiche realtà colturali aziendali**.
- Si tratta di un'operazione che, preferibilmente, deve essere effettuata in **contemporanea al controllo funzionale o al termine di esso**, mai su irroratrici non correttamente funzionanti.
- Essa va eseguita **per ogni realtà colturale** presente in azienda o almeno per quelle più rappresentative.
- Durante le operazioni di regolazione della macchina irroratrice è necessaria la **presenza del proprietario/utilizzatore** abituale in quanto:
 - consente di **identificare le condizioni operative** e le realtà aziendali nell'ambito delle quali la macchina irroratrice viene utilizzata (specie, tipo di intervento, superficie trattata, fase e sviluppo vegetativo, caratteristiche degli impianti, forma di allevamento, tipo di potatura, forma e dimensione delle piante, ecc.); tali dati sono fondamentali per eseguire una regolazione adeguata alle specifiche esigenze aziendali
 - rappresenta un **momento di confronto e di consiglio con l'agricoltore** qualora utilizzi parametri operativi non corretti (volumi eccessivi, velocità insufficienti o eccessive, ecc.) e costituisce l'occasione per svolgere un'incisiva **attività formativa** nella quale illustrare i principi fondamentali per ottimizzare i trattamenti fitosanitari.

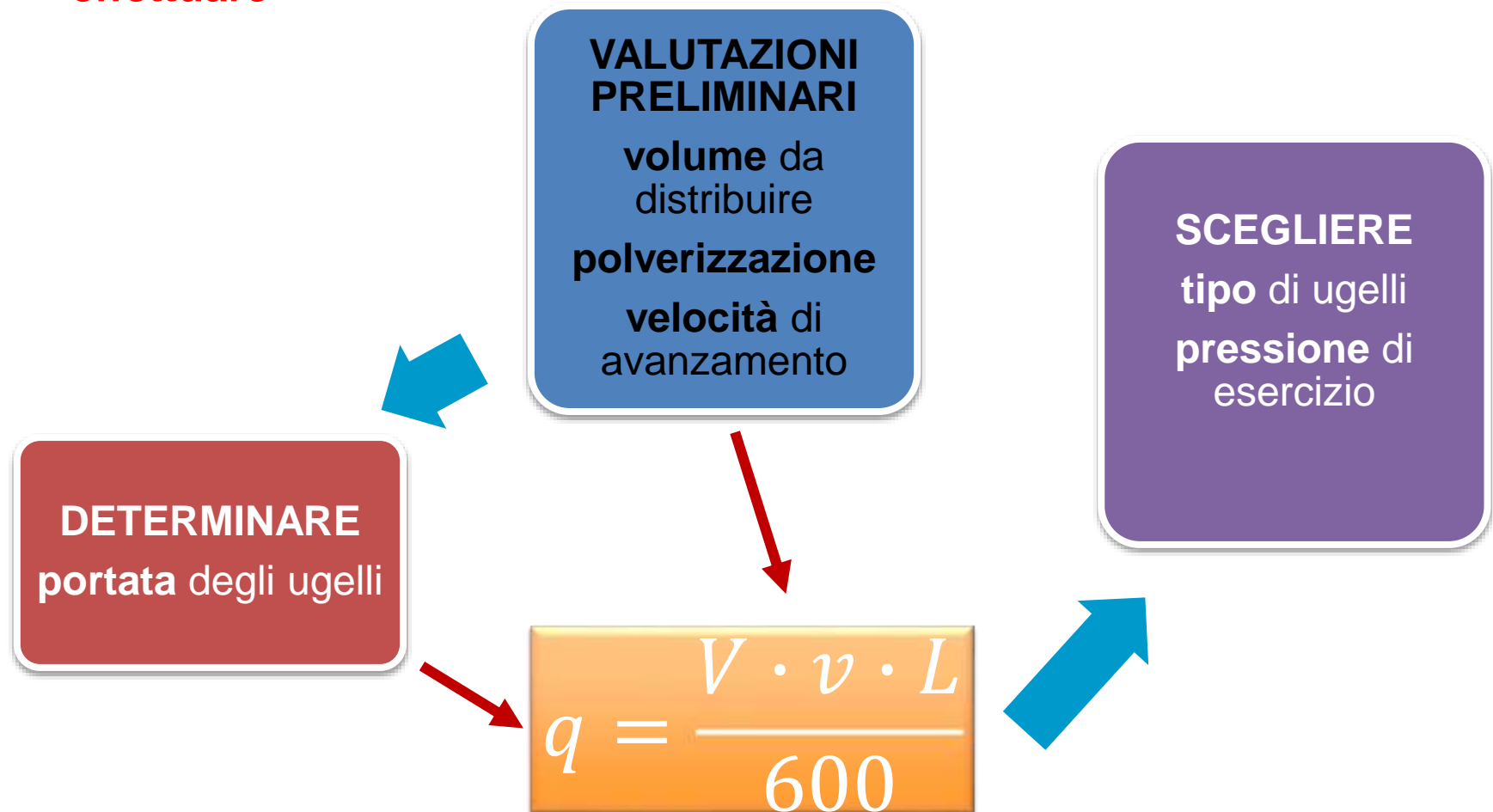
Regolazione effettuata dal Centro Prova - PAN

- Una **regolazione** o taratura **strumentale** dell'irroratrice **può essere eseguita presso i Centri Prova autorizzati**, a completamento delle operazioni di controllo funzionale, tramite idonee attrezzature (banchi prova)
- I **principali parametri operativi** dell'irroratrice sui quali è possibile intervenire con la regolazione strumentale, tutti strettamente correlati tra loro, sono:
 - volume di distribuzione
 - tipo e portata dell'ugello;
 - pressione di esercizio;
 - velocità di avanzamento (marcia, n. giri motore)
 - diagramma di distribuzione verticale
 - Portata (rapporto di trasmissione ventilatore e inclinazione delle pale) e direzione dell'aria generata dal ventilatore (posizione dei deflettori se presenti)

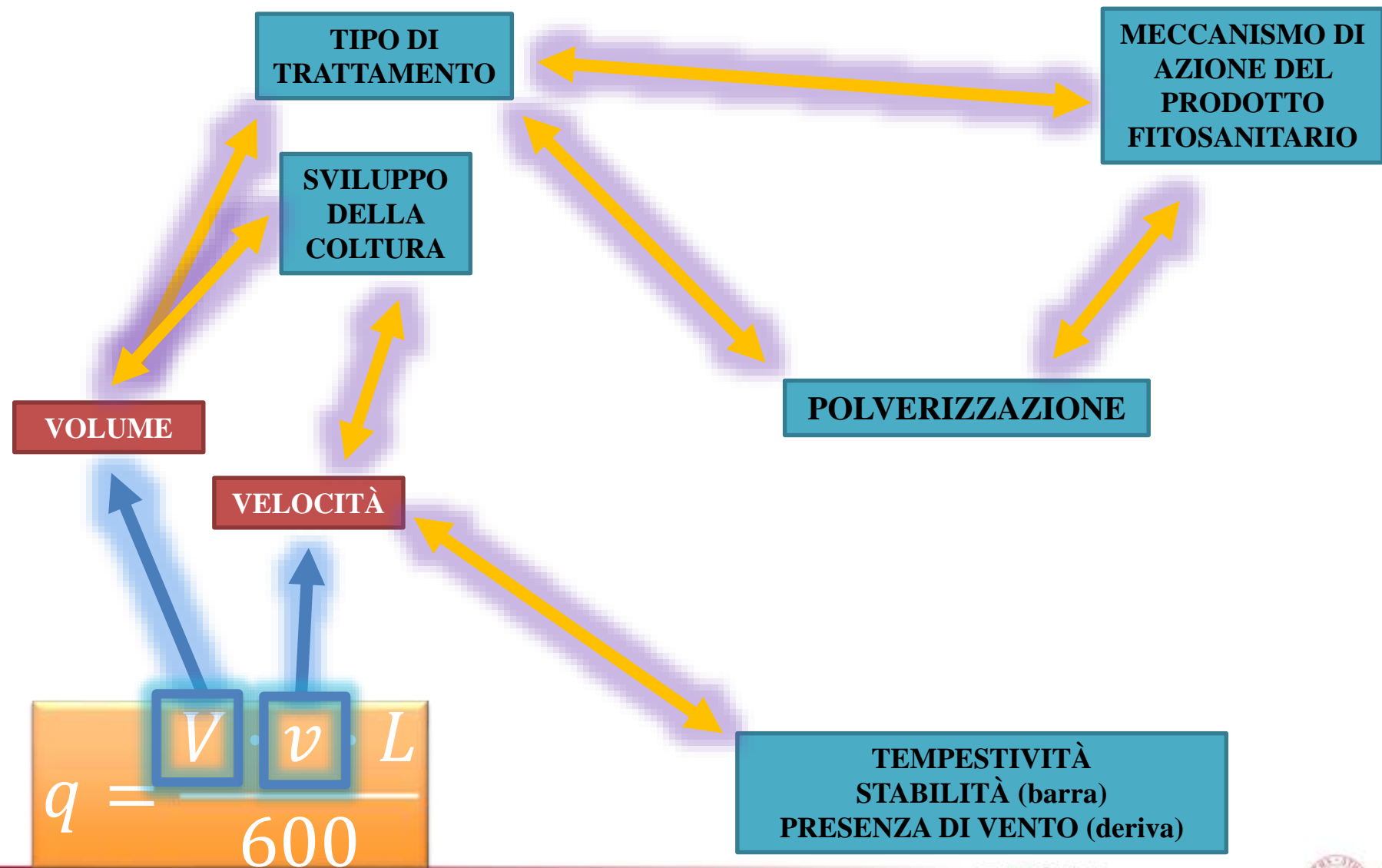


La regolazione (taratura): operazioni base

- La regolazione o taratura consiste nella modifica/messa a punto dei parametri operativi della macchina **in funzione del trattamento da effettuare**



Relazioni tra i parametri operativi



CRITERI PER LA REGOLAZIONE

VELOCITÀ

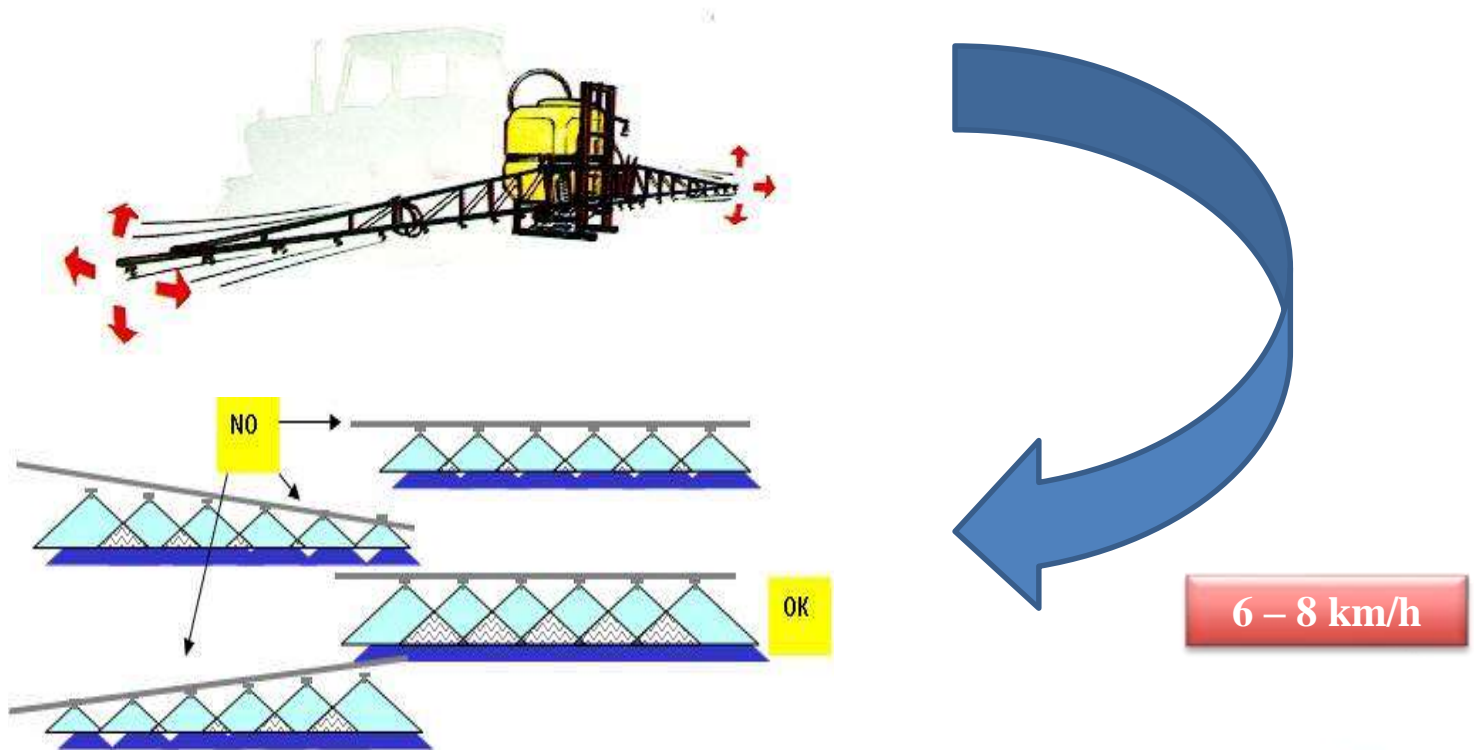
VOLUME

TIPO DI POLVERIZZAZIONE (SCELTA DELL'UGELLO)

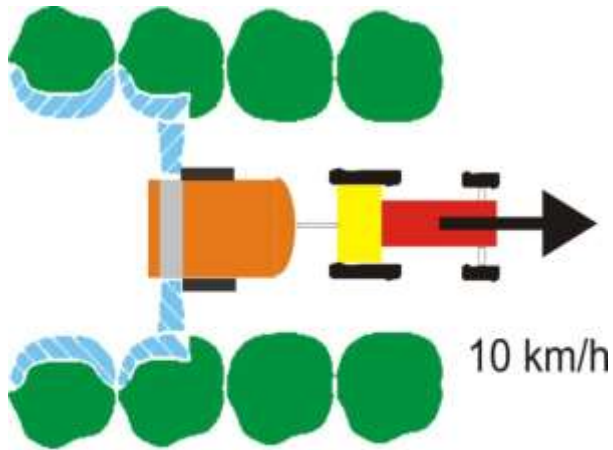
REGOLAZIONE DELL'ARIA

Velocità di avanzamento: barre

- tempestività di intervento e contenimento della deriva
- stabilità della barra
 - oscillazioni sui piani longitudinale e trasversale in corrispondenza dei sobbalzi sulle asperità del terreno

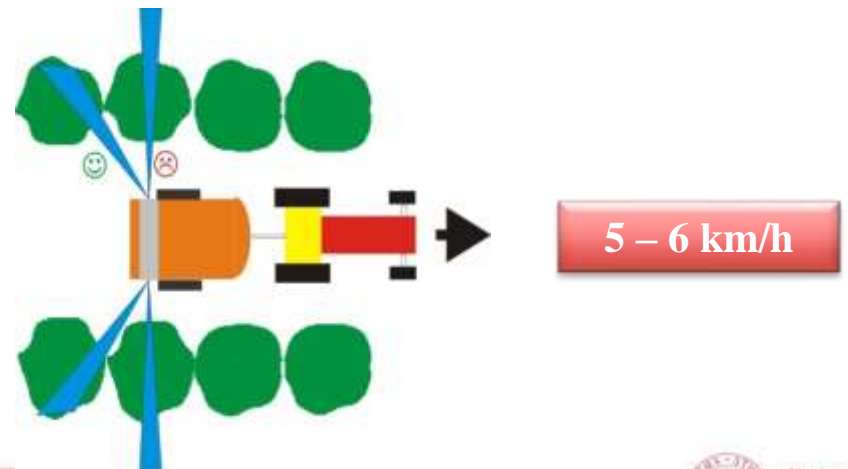
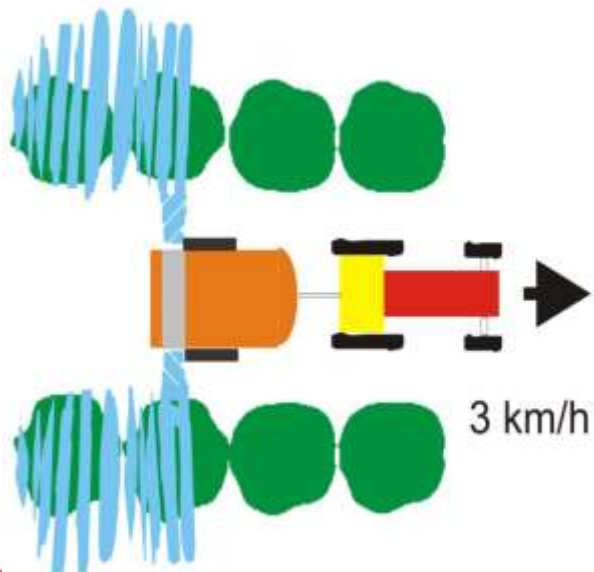


Velocità di avanzamento: atomizzatori



La velocità è fondamentale per l'uniformità di distribuzione e per la penetrazione nella parete vegetale

Se la velocità di avanzamento è eccessiva o troppo bassa non si ottiene una buona penetrazione dell'aria
Importante anche l'angolo di incidenza



Scelta del volume: colture erbacee

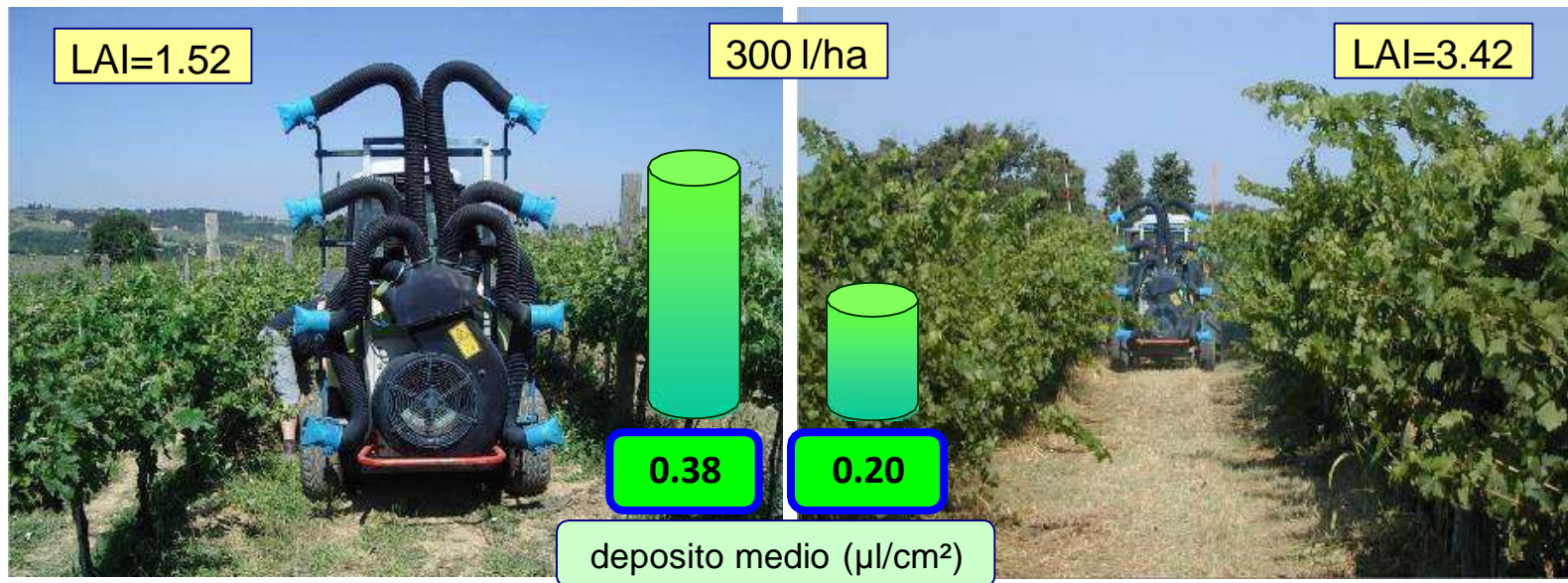
Tipo di Coltura	Trattamento diserbante (l/ha)		Trattamento fungicida o insetticida (l/ha)*	
	massimo**	consigliato	massimo**	Consigliato
Cereali vernini	400	150-250	500	300
Mais, girasole, sorgo	500	Pre=150-250 Post=300-400	600	400-500
Riso	400	150-300	600	250-300
Pomodoro, patata	500	300	1000	600-700
Barbabietola	400	Pre=150 Post=300	700	300-400

* volumi riferiti al massimo sviluppo vegetativo
 ** non è consentito superare le dosi massime di sostanza attiva/ha indicate in etichetta
 Fonte: ENAMA

Volume e sviluppo fogliare

L'applicazione di un volume/ha fisso produce depositi molto diversi a seconda dell'estensione della superficie bersaglio da trattare

esempio:



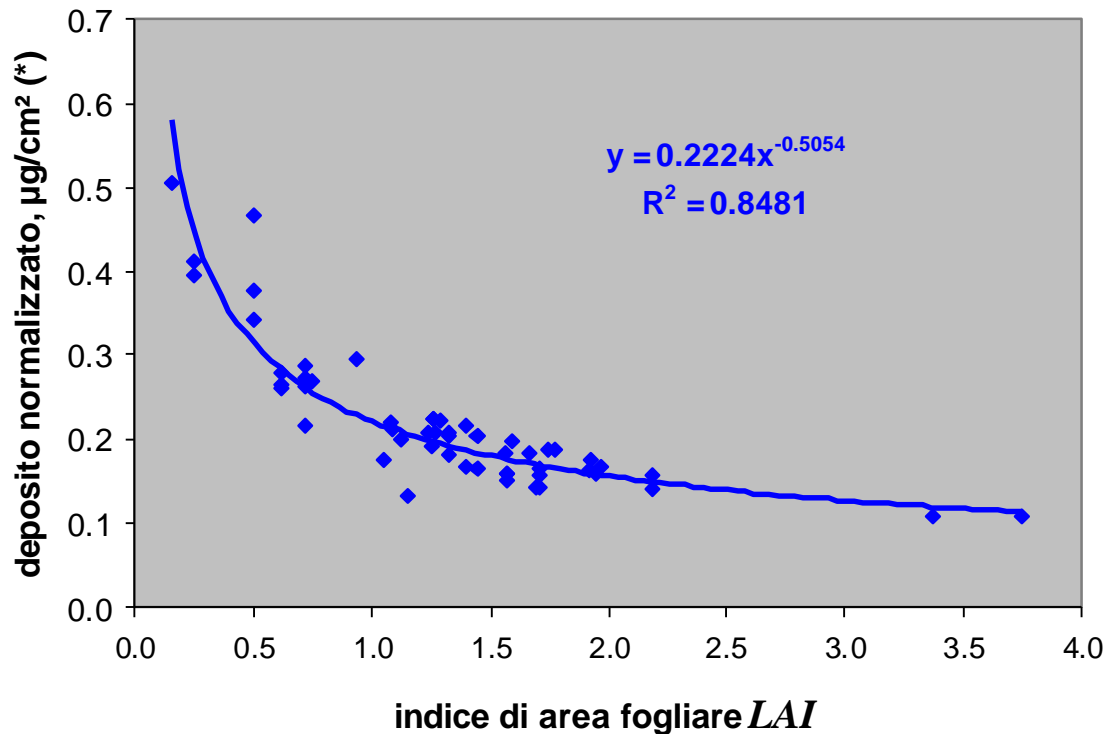
$$\text{LAI (indice di area fogliare)} = \frac{\text{area fogliare}}{\text{superficie del terreno}}$$

fonte: M. Vieri, Università di Firenze



Prove sperimentali

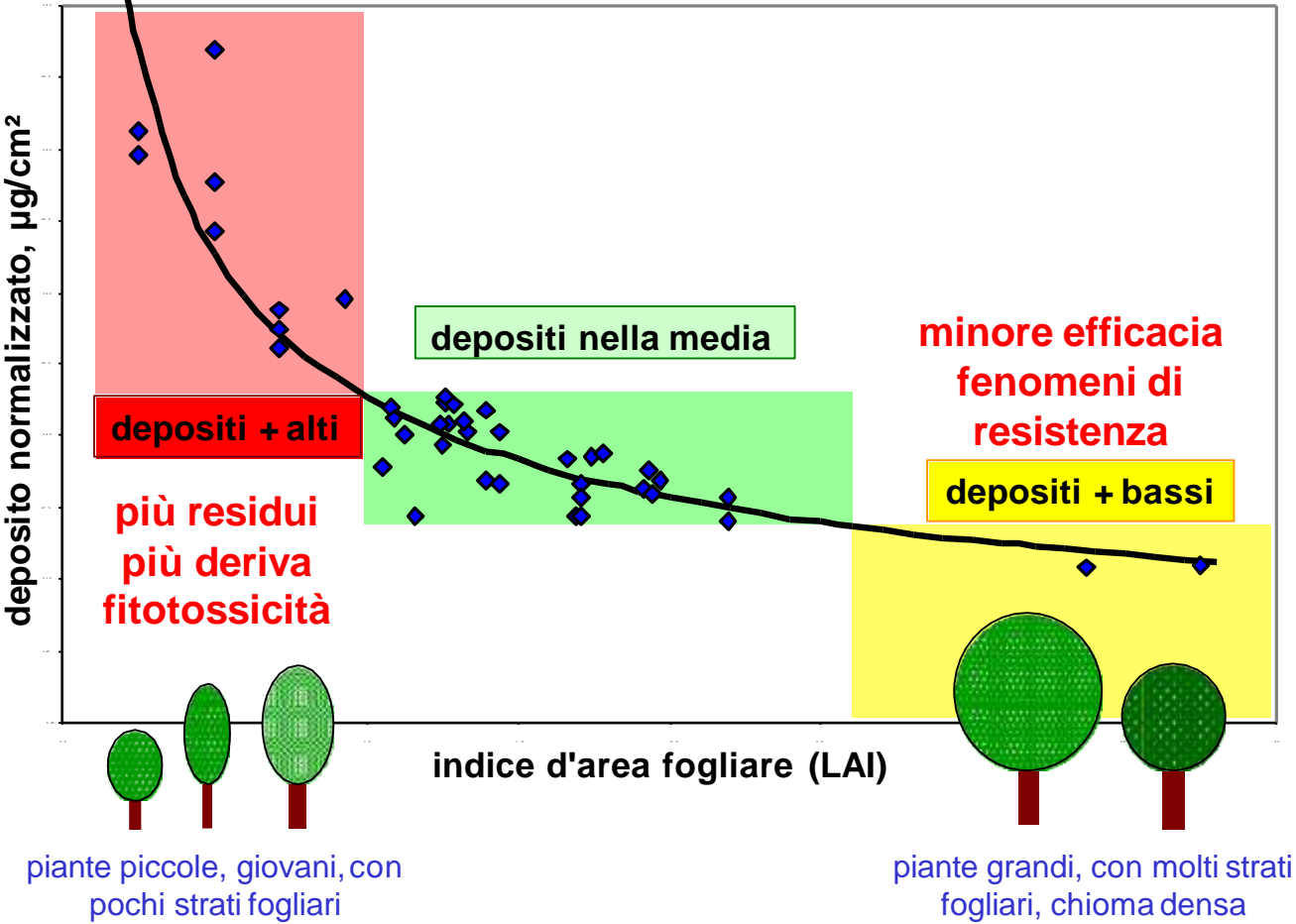
Si riscontrano variazioni di deposito *normalizzato* (a parità di dose distribuita) dell'ordine di 4-5 volte a seconda del LAI e dello stadio vegetativo



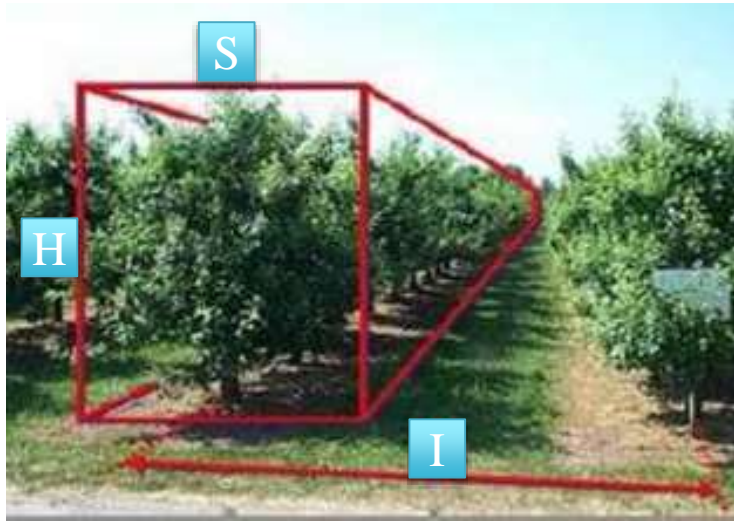
53 prove su vari vigneti
(a guyot, casarsa, cordone speronato, cordone libero)
Ciascun punto è la media di 3-4 ripetizioni
Interfila: 2.0-3.6 m
Intervallo d'altezza della chioma: 0.7-2.5 m
Pergher et al., 1995-2011

(*) normalizzati per una dose fissa (100 g/ha)

Rischi: distribuzione non efficiente



Volume: adattamento alle dimensioni della vegetazione



metodo TRV (Tree Row Volume)

Tiene conto del volume della vegetazione sul terreno (altezza * spessore) / interfila)

Volume consigliato: **30 - 40 l/1000 m³ di chioma**

Esempio

altezza parete	3.0 m
spessore chioma	2.0 m
interfila	3.0 m

$$\text{TRV} = (3.0 \cdot 1 \cdot 10000) / 3.0 = 10000 \text{ m}^3/\text{ha}$$

$$\text{Volume: } 30 \cdot (10000/1000) = 600 \text{ l/ha}$$

metodo LWA (Leaf Wall Area)

Tiene conto dell'area della parete (altezza / interfila)

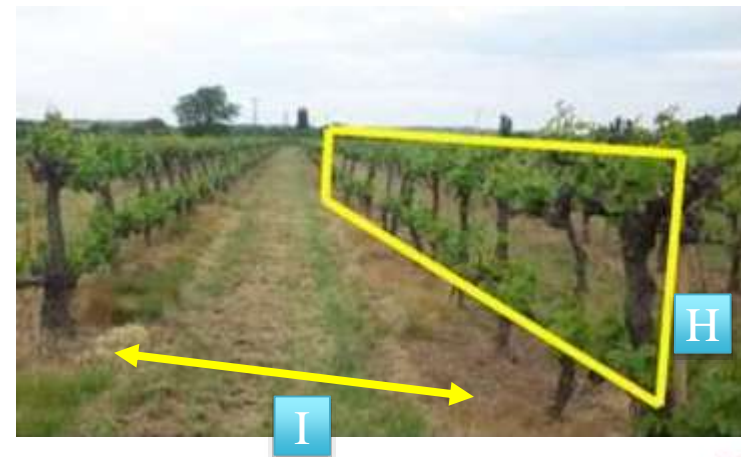
Nei vigneti l'interfila è relativamente poco variabile, quindi ci si può riferire anche alla sola altezza

Volume consigliato: **100-150 l/ha per metro di altezza della parete**

Esempio

Altezza parete 3 m

$$\text{Volume: } 100 \cdot 3 = 300 \text{ l/ha}$$



Volume: adattamento alle dimensioni della vegetazione

S

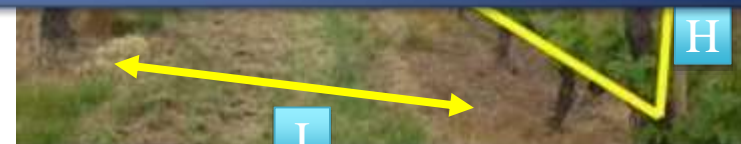
metodo TRV (Tree Row Volume)

Questi calcoli servono per determinare la quantità di miscela (acqua + prodotto fitosanitario) che consente di bagnare la vegetazione senza provocare gocciolamento a terra, sulla base delle dimensioni delle gocce prodotte dagli ugelli che si decide di utilizzare.

Stabilito il volume, la dose di prodotto fitosanitario dovrà essere calcolata in funzione della superficie effettiva da trattare, secondo le indicazioni agronomiche o dell'etichetta.

n
T
N
rif
V
E
A

Volume: $100 \cdot 3 = 300$ l/ha

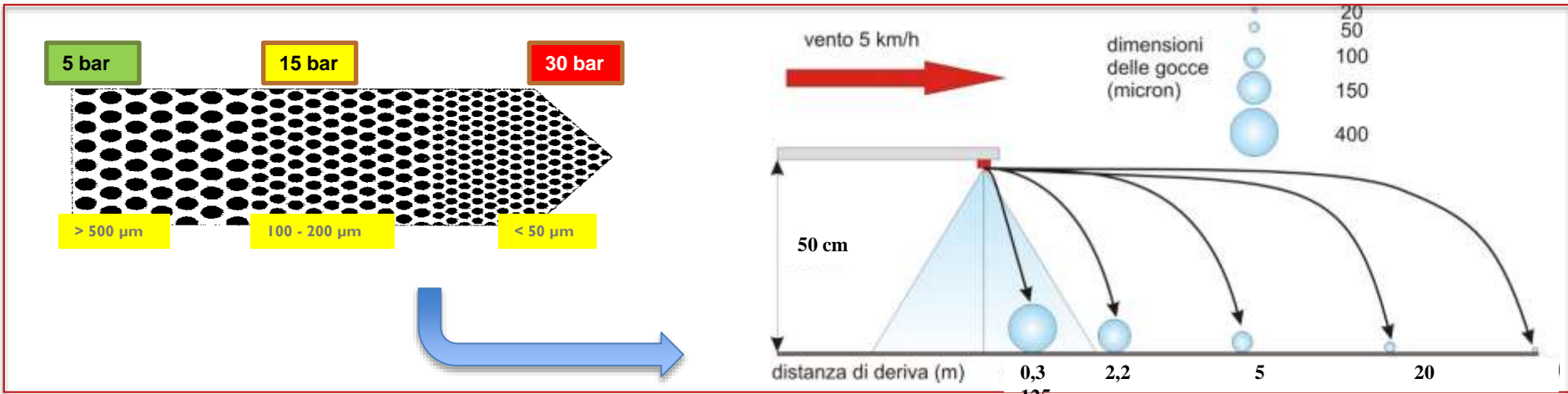


Tipi di polverizzazione

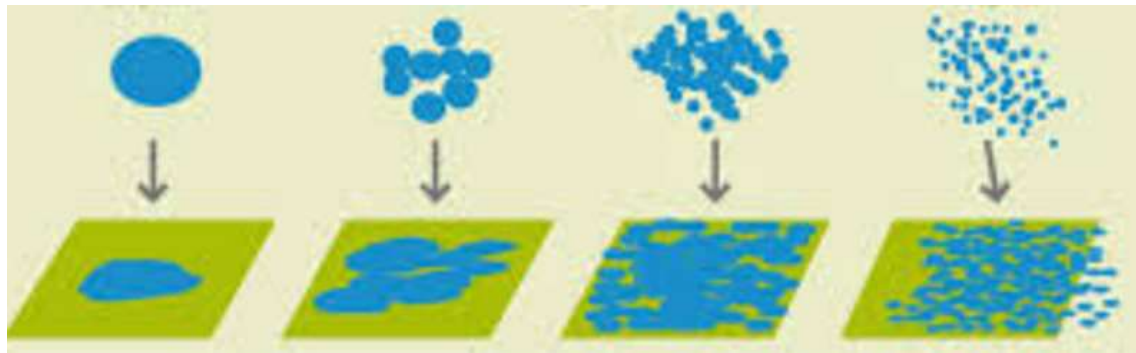
- Irrorazione **coprente**
 - p.f. che agiscono **per contatto** e che richiedono quindi una buona copertura del bersaglio;
 - **70÷100** impatti/cm²
 - dimensioni delle gocce **300÷400** µm
 - volumi di distribuzione **100÷350** l/ha
- Irrorazione **bagnante**
 - p.f. **traslocabili** all'interno della pianta per i quali è meno importante la completa copertura del bersaglio
 - **30÷40** impatti/cm²
 - dimensione delle gocce **400÷600** µm
 - volumi di distribuzione **100÷250** l/ha



Polverizzazione: copertura e rischio deriva



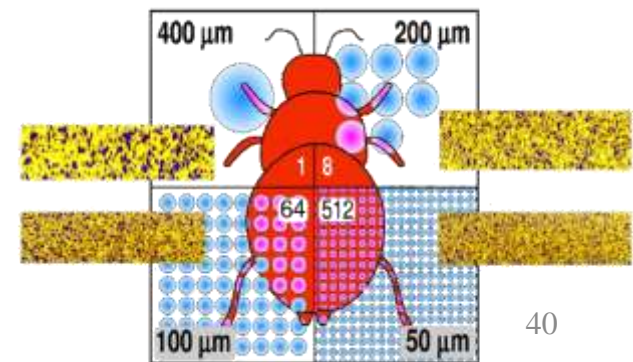
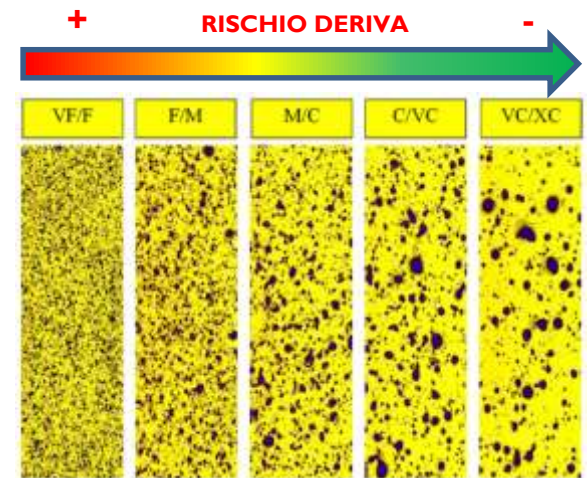
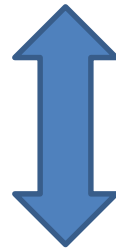
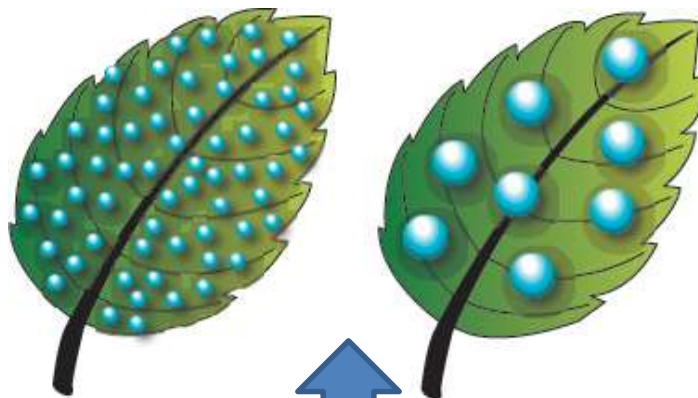
Gocce grandi
< copertura
< deriva



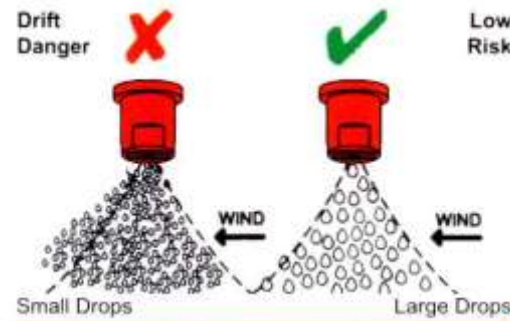
Gocce piccole
> copertura
> deriva

STESSO VOLUME

Polverizzazione : copertura e rischio deriva



40



Classificazione delle dimensioni delle gocce (BCPC – ASABE)

Categoria	Simbolo	Codice colore	VMD
Molto Fini <i>Very Fine</i>	MF VF	Rosso	< 100
Fini <i>Fine</i>	F F	Arancio	100 – 175
Medie <i>Medium</i>	M M	Giallo	175 – 250
Grandi <i>Coarse</i>	G C	Blu	250 – 375
Molto Grandi <i>Very Coarse</i>	MG VC	Verde	375 – 450
Estremamente Grandi <i>Extremely Coarse</i>	EG XC	Bianco	> 450



Grado di polverizzazione

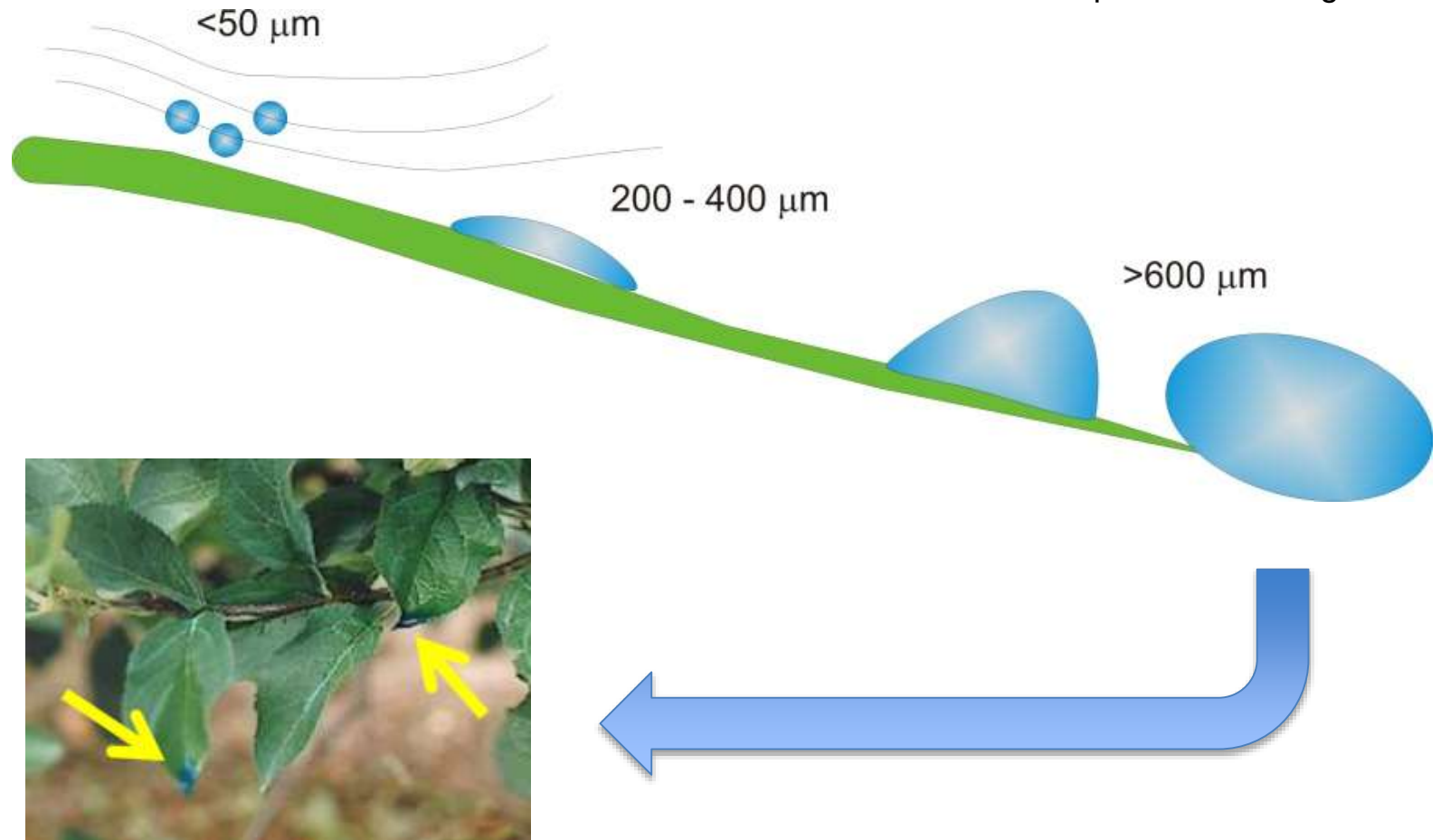


Caratteristiche delle gocce	Dimensioni delle gocce in μ (VMD)	Ritenzione su superfici fogliari	Impiego	Potenziale rischio di deriva
Molto fini	Inferiori a 100	Buona	Solo in casi particolari	Molto elevato
Fini	100-200	Buona	Quando richiesta buona copertura (esempio acaricidi, insetticidi, fungicidi)	Elevato
Medie	200-300	Buona	Per la maggior parte di insetticidi e erbicidi	Medio
Grosse	300-450	Mediocre	Erbicidi da incorporare nel terreno	Ridotto
Molto grosse	Superiori a 450	Scadente	Concimi liquidi	Molto ridotto

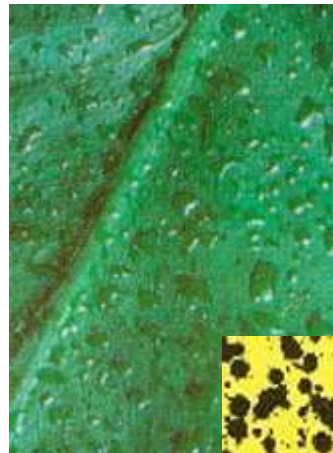
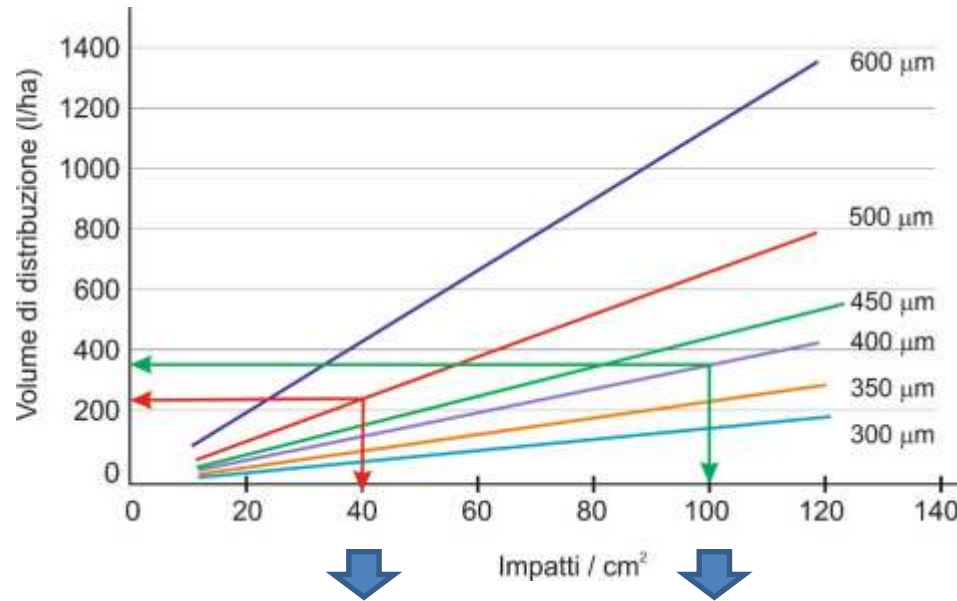


Polverizzazione e adesione alle superfici inclinate

comportamento delle gocce di diverse dimensioni sulla superficie della foglia

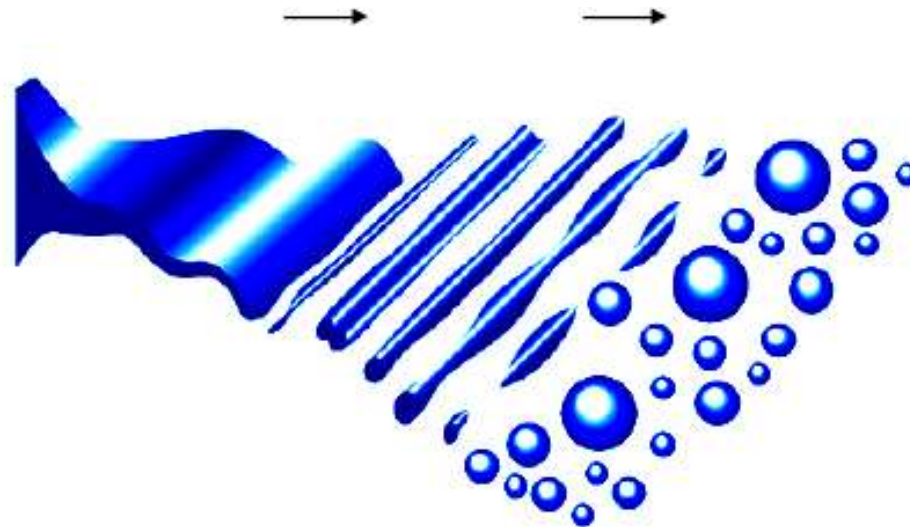


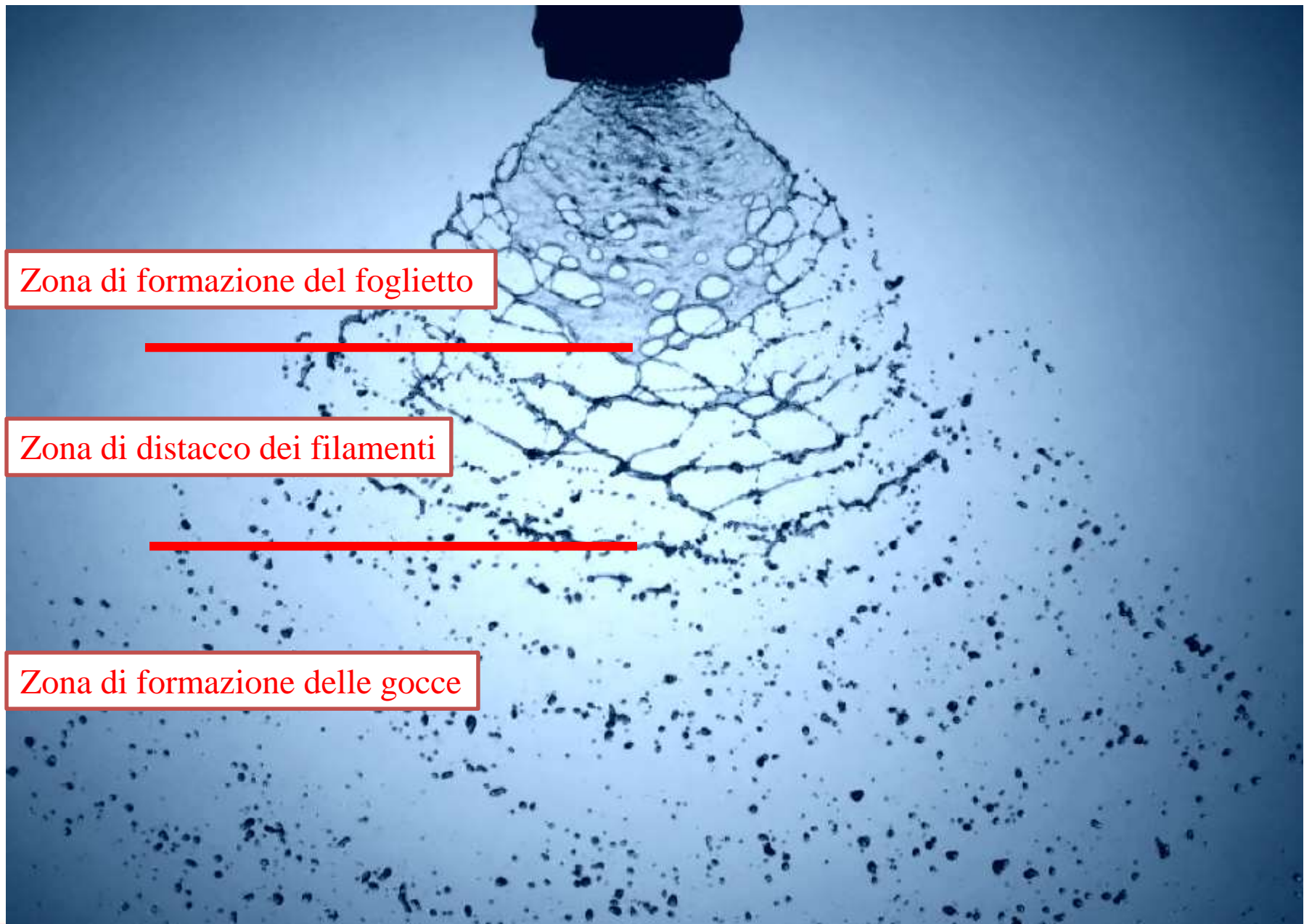
Polverizzazione: numero di impatti e volume



Ugelli: funzionamento e tipologie

Nelle irroratrici, la polverizzazione avviene ad opera della **pressione idraulica** che forza il liquido ad attraversare un foro (orifizio) di sezione ridotta; si ha così un aumento della velocità che si traduce in energia cinetica. La caduta di pressione all'uscita dell'orifizio determina la formazione di un sottile foglietto di liquido che, a causa della resistenza aerodinamica, inizia a oscillare, divenendo instabile e formando dei filamenti (*ligaments*) che si seguono si distaccano e si rompono, formando le gocce

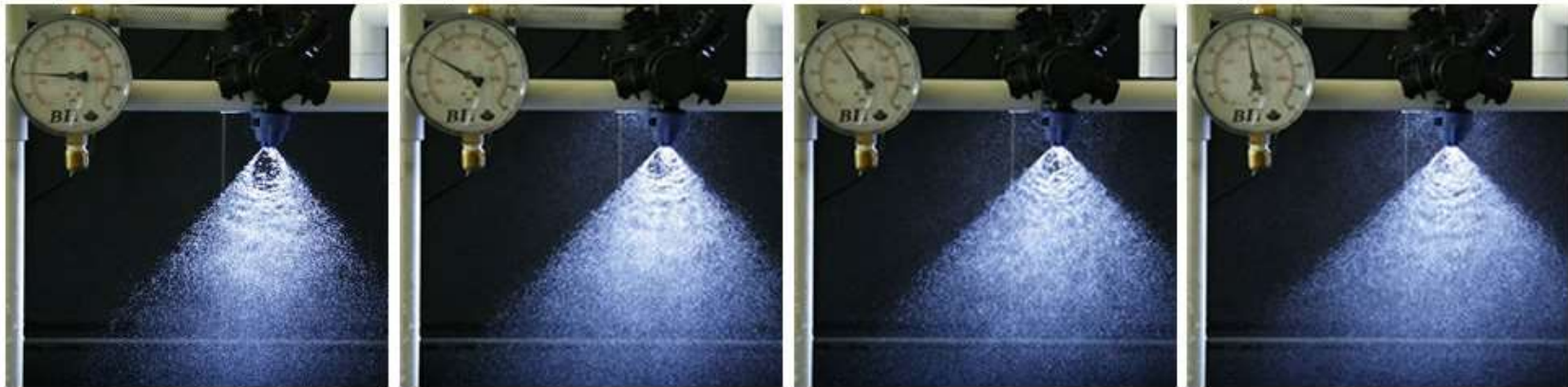




Zona di formazione del foglietto

Zona di distacco dei filamenti

Zona di formazione delle gocce

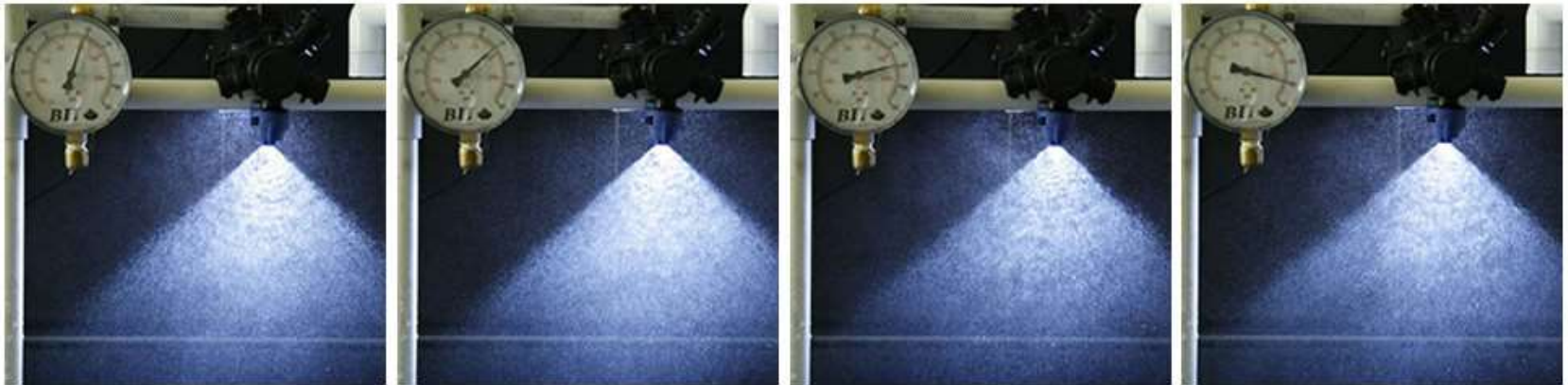


1,5 bar

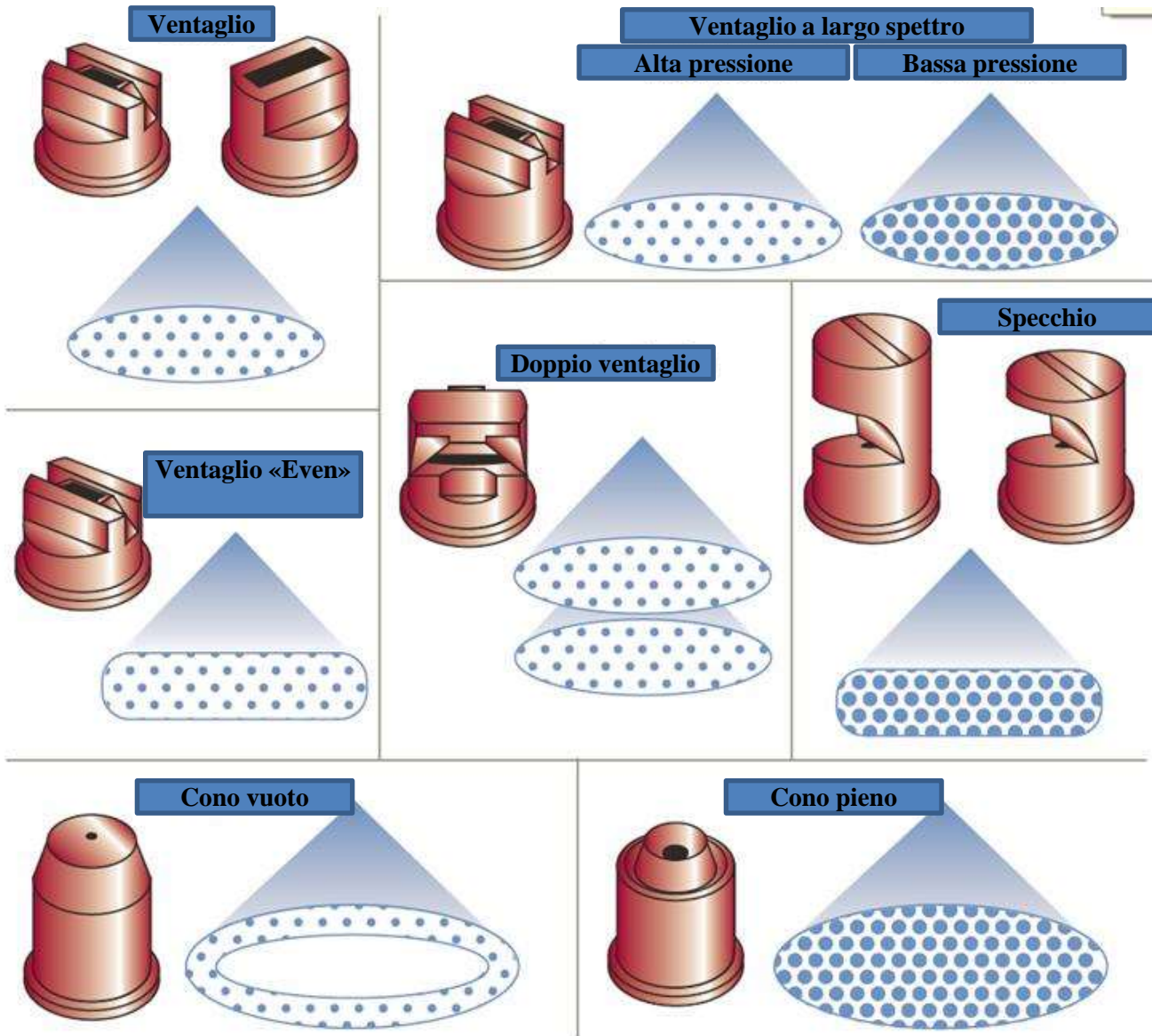
3,5 bar

4,0 bar

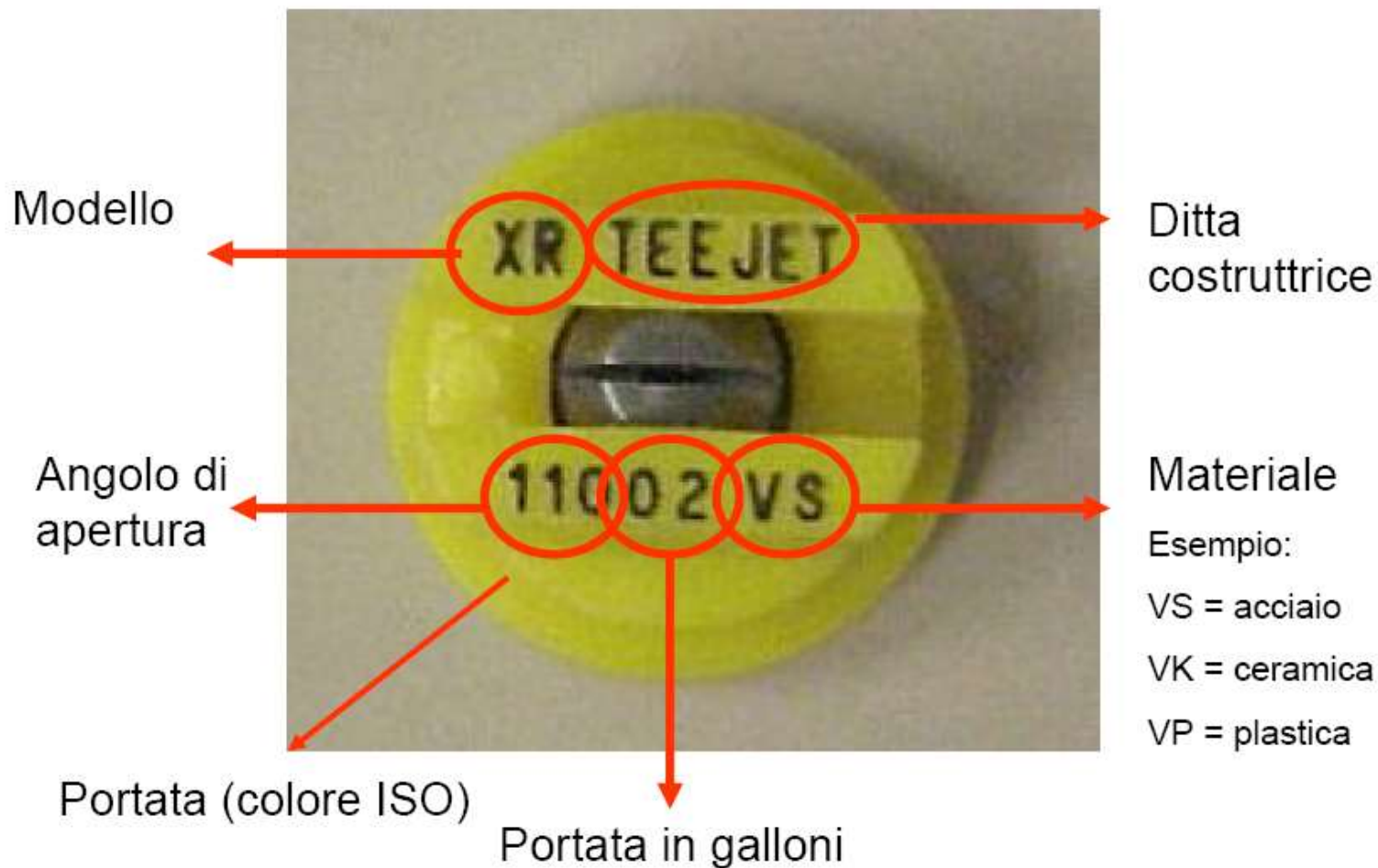
6,0 bar



Principali tipi di ugello



ELEMENTI CHE CODIFICANO UN UGELLO (es. ditta Teejet)

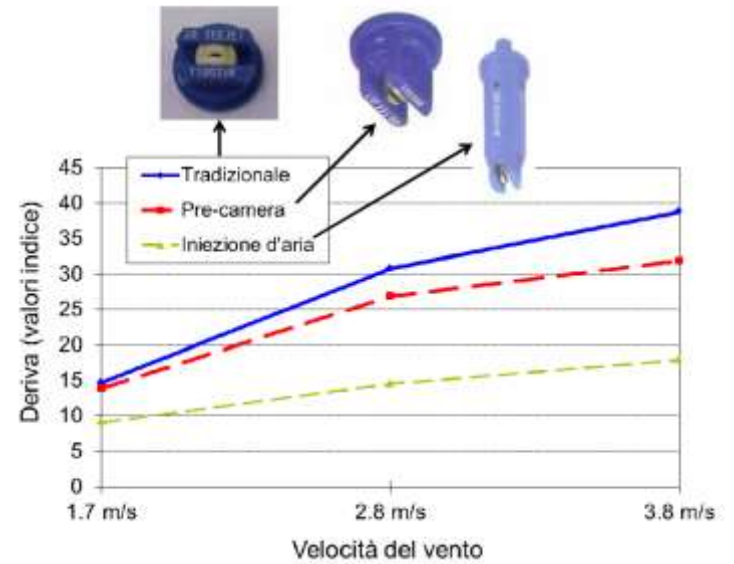
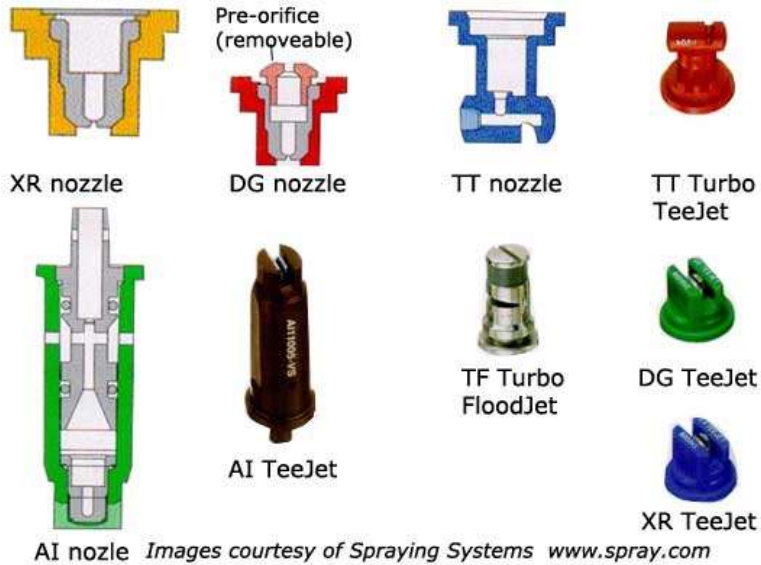


MISURA	COLORE ISO	L/min (gal/min)
01	Pure Orange	0.4 (0.1)
015	Traffic Green	0.6 (0.15)
02	Zinc Yellow	0.8 (0.2)
025	Signal Violet	1.0 (0.25)
03	Gentian Blue	1.2 (0.3)
035	Brown Red	1.4 (0.35)
04	Flame Red	1.6 (0.4)
05	Nut Brown	2.0 (0.5)
06	Signal Grey	2.4 (0.6)
08	Traffic White	3.2 (0.8)
10	Light Blue	4.0 (1.0)
15	Yellow Green	6.0 (1.5)
20	Black	8.0 (2.0)

◀ Codice colore ISO
(ISO/CD 10625)

Codice Albus ATR ▼

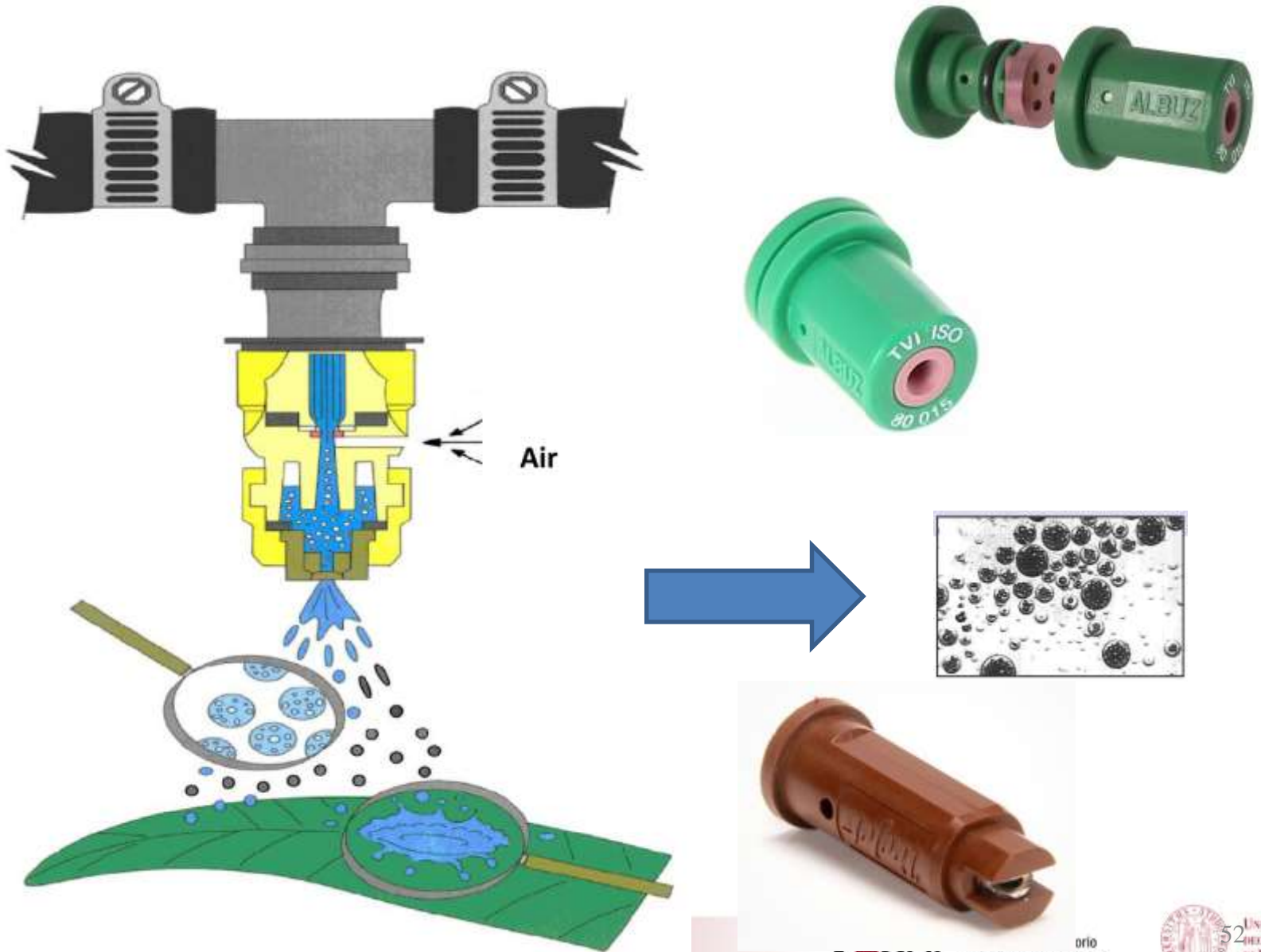
Portata a 10 bar (tolleranza $\pm 5\%$) l/min	Colore
0.51	violetto
0.67	marrone
1.05	giallo
1.39	arancione
1.97	rosso
2.53	verde
3.49	blu



Drift Reducing Spray Tips



Ugelli antideriva a inclusione d'aria



Ugelli: portata e pressione

La **portata** (l/min) è funzione

- delle **dimensioni** dell'orifizio
- della **pressione** di esercizio



$$q = k\sqrt{P}$$

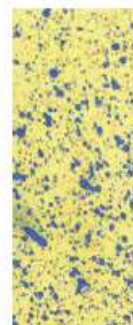


$$\frac{q_1}{q_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$$



1
bar

90°

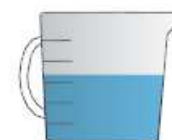


0,5 L/min



3
bar

110°



0,8 L/min



$$q_{richiesta} = \sqrt{\frac{P_{richiesta}}{P_{nota}}} \cdot q_{nota}$$

$$P_{richiesta} = \left(\frac{q_{richiesta}}{q_{nota}}\right)^2 \cdot P_{nota}$$

Dimensioni delle gocce al variare della pressione



DG TeeJet® XR TeeJet®

Icona	bar	DIMENSIONI GOCCE		Icona	bar	DIMENSIONI GOCCE	
		80°	110°			80°	110°
 DG80015† DG110015 (100)	2,0	M	M	 XR80015 XR110015 (100)	1,0	M	F
	2,5	M	F		1,5	M	F
	3,0	M	F		2,0	F	F
	4,0	M	F		2,5	F	F
	5,0	F	F		3,0	F	F
 DG8002† DG11002 (50)	2,0	C	M	 XR8002 XR11002 (50)	1,0	M	M
	2,5	M	M		1,5	M	F
	3,0	M	M		2,0	M	F
	4,0	M	M		2,5	M	F
	5,0	M	M		3,0	F	F
 DG8003† DG11003 (50)	2,0	C	C	 XR8003 XR11003 (50)	1,0	M	M
	2,5	M	M		1,5	M	M
	3,0	M	M		2,0	M	F
	4,0	M	M		2,5	M	F
	5,0	M	M		3,0	M	F
 DG8004† DG11004 (50)	2,0	C	C	 XR8004 XR11004 (50)	1,0	C	M
	2,5	C	C		1,5	M	M
	3,0	M	M		2,0	M	M
	4,0	M	M		2,5	M	M
	5,0	M	M		3,0	M	M
 DG8005† DG11005 (50)	2,0	C	C	 XR8005 XR11005 (50)	1,0	C	C
	2,5	C	C		1,5	C	M
	3,0	C	C		2,0	C	M
	4,0	M	M		2,5	M	M
	5,0	M	M		3,0	M	M

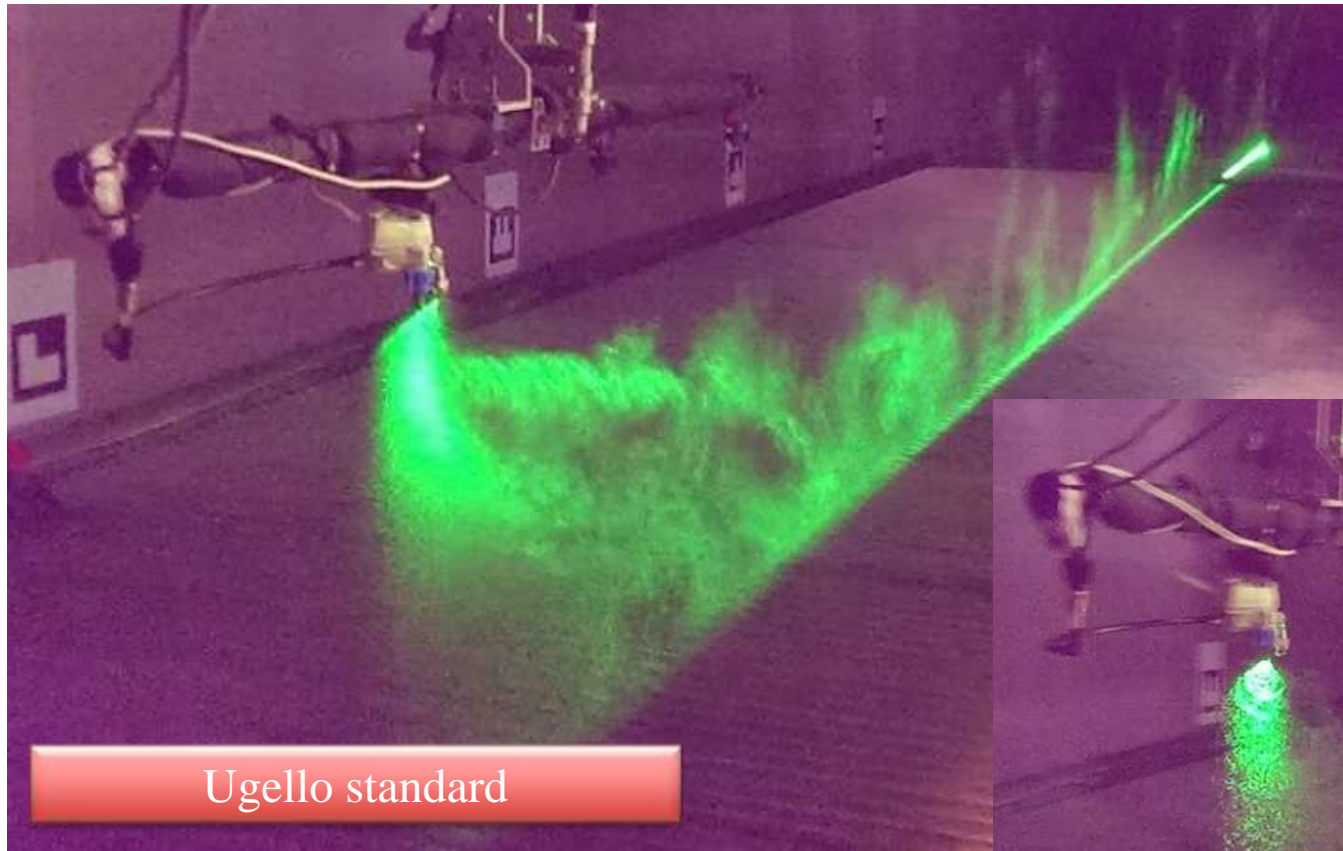
Polverizzazione degli ugelli antideriva



ID (Gun)	BCPC/ASAE		[bar]
	ID	IDN	
ID 120-01 90-01 (80/60 M)	C		3.0
	C		4.0
	C		5.0
	C		6.0
	M		7.0
	M		8.0
	VC		3.0
ID 120-015 90-015 (60 M)	C		4.0
	C		5.0
	C		6.0
	C		7.0
	M		8.0
ID 120-02 90-02 (60 M)	VC		3.0
	C		4.0
	C		5.0
	C		6.0
	C		7.0
IDN 120-025 ID 120-025 90-025 (60 M)	C	EC	2.0*
	VC	VC	3.0
	VC	VC	4.0
	VC	VC	5.0
	C	C	6.0
IDN 120-03 ID 120-03 90-03 (60 M)	C	C	7.0
	C	C	8.0
	C	C	8.0

ID (Gun)	BCPC/ASAE		[bar]
	ID	IDN	
ID 120-04 90-04 (60 M)	EC		3.0
	VC		4.0
	VC		5.0
	VC		6.0
	C		7.0
	C		8.0
	EC		2.0
	EC		3.0
ID 120-05 90-05 (25M)	VC		4.0
	VC		5.0
	VC		6.0
	VC		7.0
	VC		8.0
ID 120-06 90-06 (25 M)	EC		2.0
	EC		3.0
	EC		4.0
	VC		5.0
	VC		6.0
	VC		7.0
	VC		8.0
	VC		8.0
ID 120-08 (25 M)	EC		2.0
	EC		3.0
	EC		4.0
	VC		5.0
	VC		6.0
	VC		7.0
	VC		8.0

VF	Very fine
F	Fine
M	Medium
C	Coarse
VC	Very coarse
EC	Extreme Coarse



Ugello standard



Ugello antideriva

Tipi di ugelli



Vento 0 m/s

Vento 2 m/s

Tipi di ugelli



Vento 0 m/s

Vento 2 m/s

Tipi di ugelli



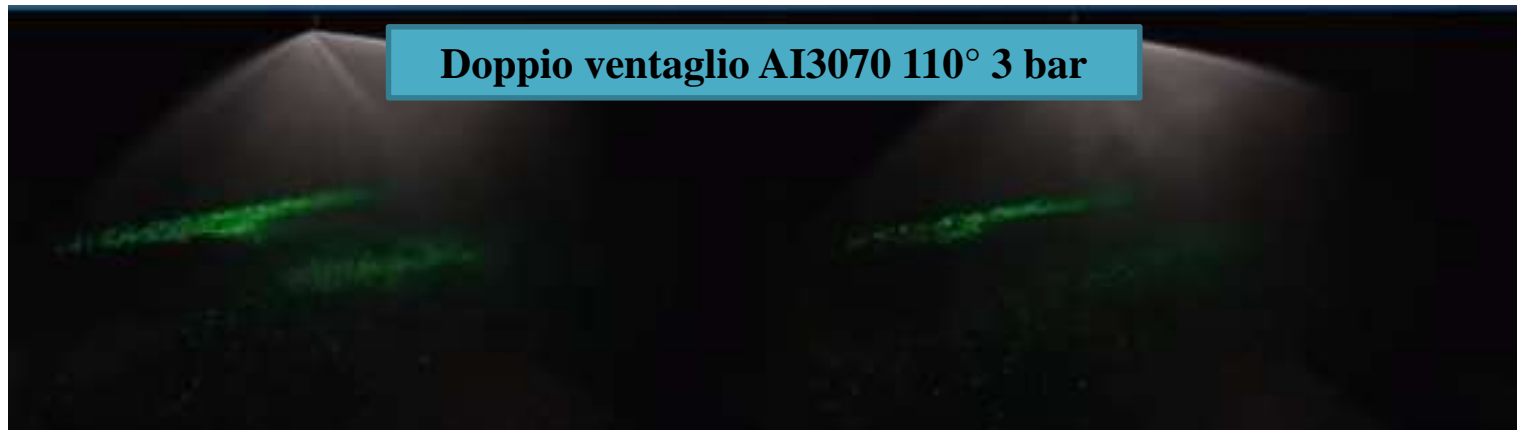
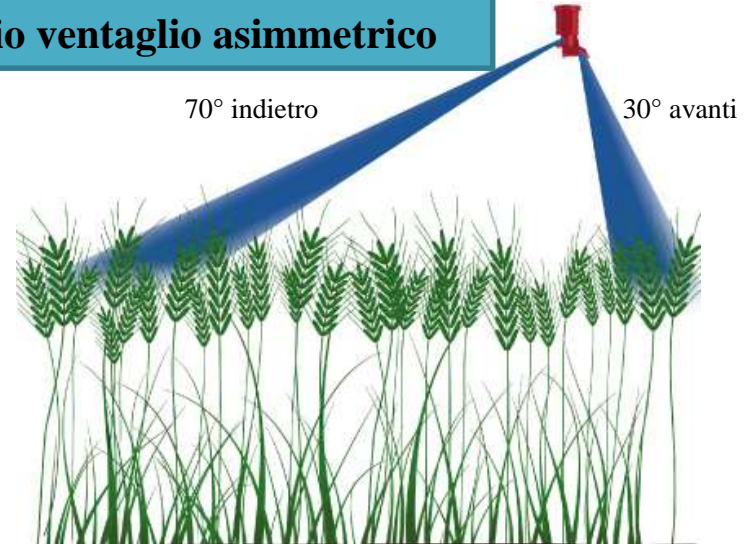
Vento 0 m/s

Vento 2 m/s

Tipi di ugelli



Doppio ventaglio asimmetrico

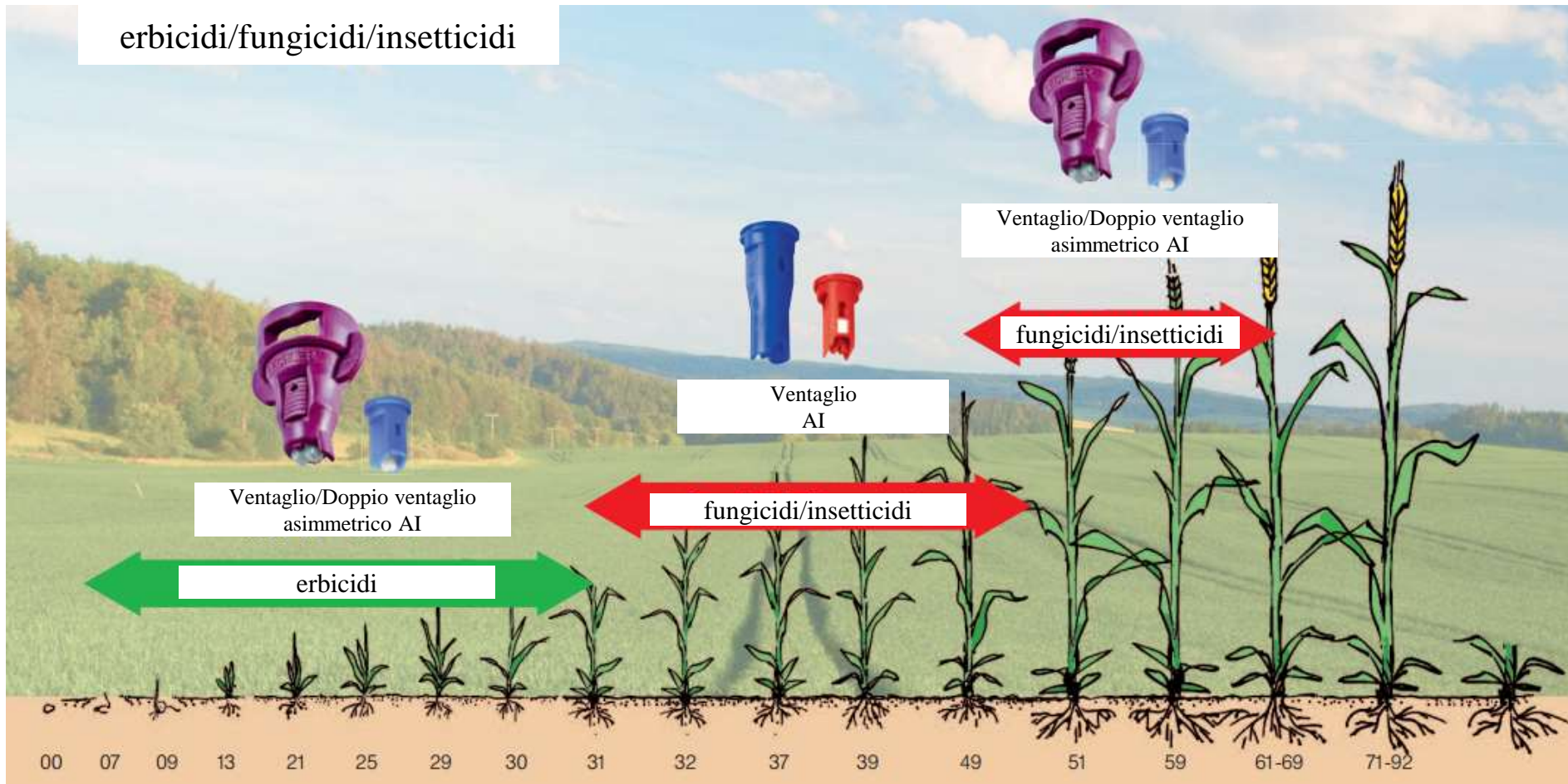


Vento 0 m/s

Vento 2 m/s

Tipi di ugelli: strategie di utilizzo sui cereali

erbicidi/fungicidi/insetticidi



Tipi di ugelli: strategie di utilizzo sul mais

erbicidi

Specchio
su calate

erbicidi

Ventaglio/Doppio ventaglio
asimmetrico AI

erbicidi

00

05

07

09

10

11

13

15

17/32

34

53

Tipi di ugelli: strategie di utilizzo sul mais

fungicidi/insetticidi

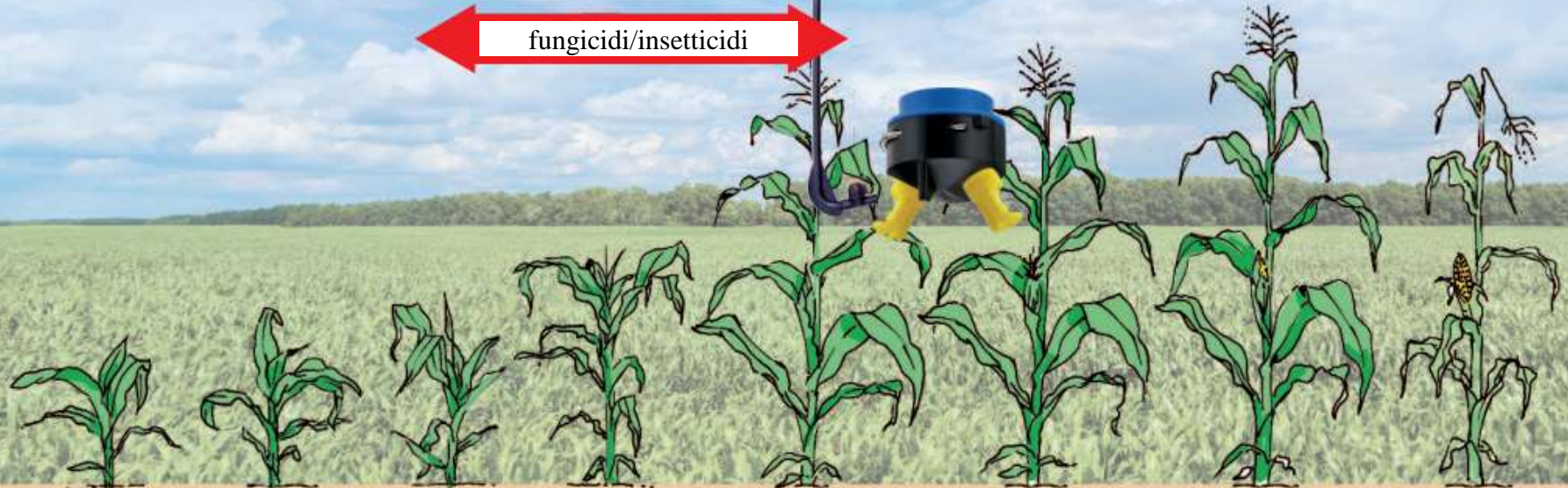


Ventaglio/Doppio ventaglio
asimmetrico AI

Ventaglio
AI

Doppio ventaglio
localizzato
su calate

fungicidi/insetticidi



15

17/32

34

53

63

69

79

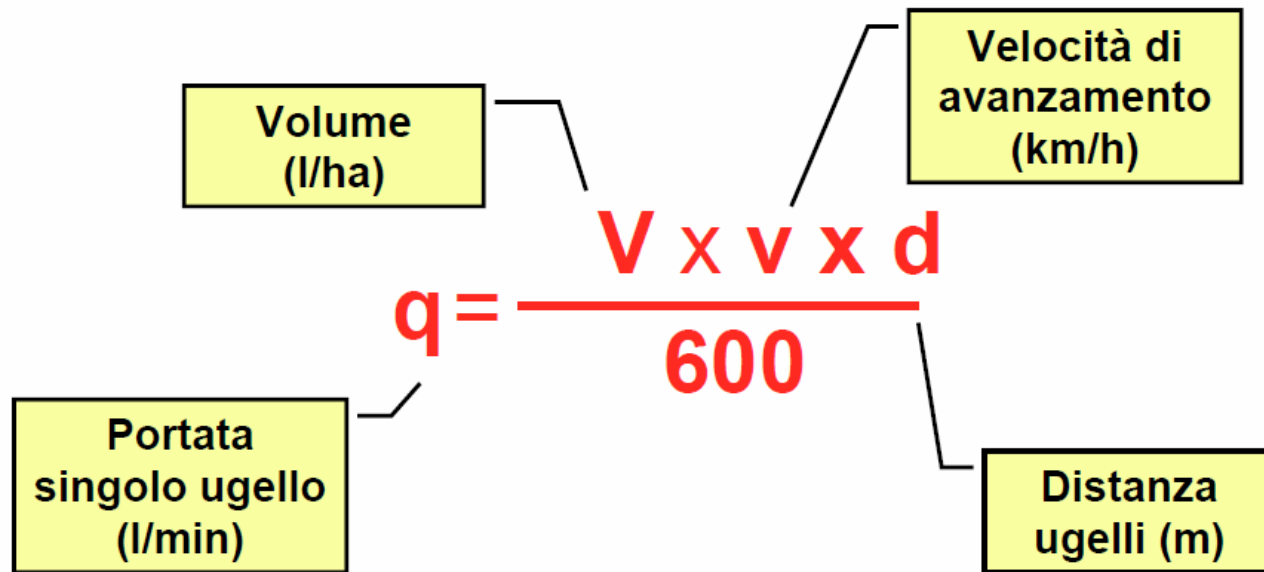
89

Tipologie di ugelli consigliati: colture erbacee

	TIPO UGELLO E SPAZIATURA SULLA BARRA					
	Fessura 110° 50 cm	Fessura 80° 50 cm	Cono 80° 33 – 50 cm	Doppia fessura 50 cm	Antideriva inclusione d'aria 50 cm	Specchio 1 – 3 m
Distribuzione su terreno	☆☆☆	☆☆	⊗	⊗	☆☆☆	☆☆☆
Penetrazione nella vegetazione	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	⊗
Sensibilità al vento	☆☆	☆☆	☆	☆	☆☆☆	☆☆☆
Sensibilità variazioni altezza di lavoro	☆☆☆	☆☆	☆	☆☆	☆☆	☆☆☆
Sensibilità otturazione	☆	☆	☆☆	☆	☆☆	☆☆☆
Erbicidi post emergenza iniziale	☆☆☆	☆☆☆	☆	☆	☆☆☆	☆
Erbicidi post emergenza piena vegetazione	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	⊗
Fungicidi e insetticidi	☆☆	☆	☆☆☆	☆☆☆	☆	⊗
Erbicidi non selettivi sistemici	☆☆☆	☆☆☆	⊗	☆	☆☆☆	☆☆
Fertilizzanti liquidi	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	☆☆☆
☆☆☆	impiego in grado di fornire un ottimo risultato					
☆☆	impiego accettabile					
☆	impiego sconsigliabile, ma possibile in certi casi					
⊗	impiego da evitare					

Regolazione delle barre

COME SI CALCOLA LA PORTATA DELL'UGELLO


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


Volume (l/ha)

Velocità di avanzamento (km/h)

Portata singolo ugello (l/min)



























Distanza ugelli (m)

Esempio di selezione del tipo di ugello (online Lechler)

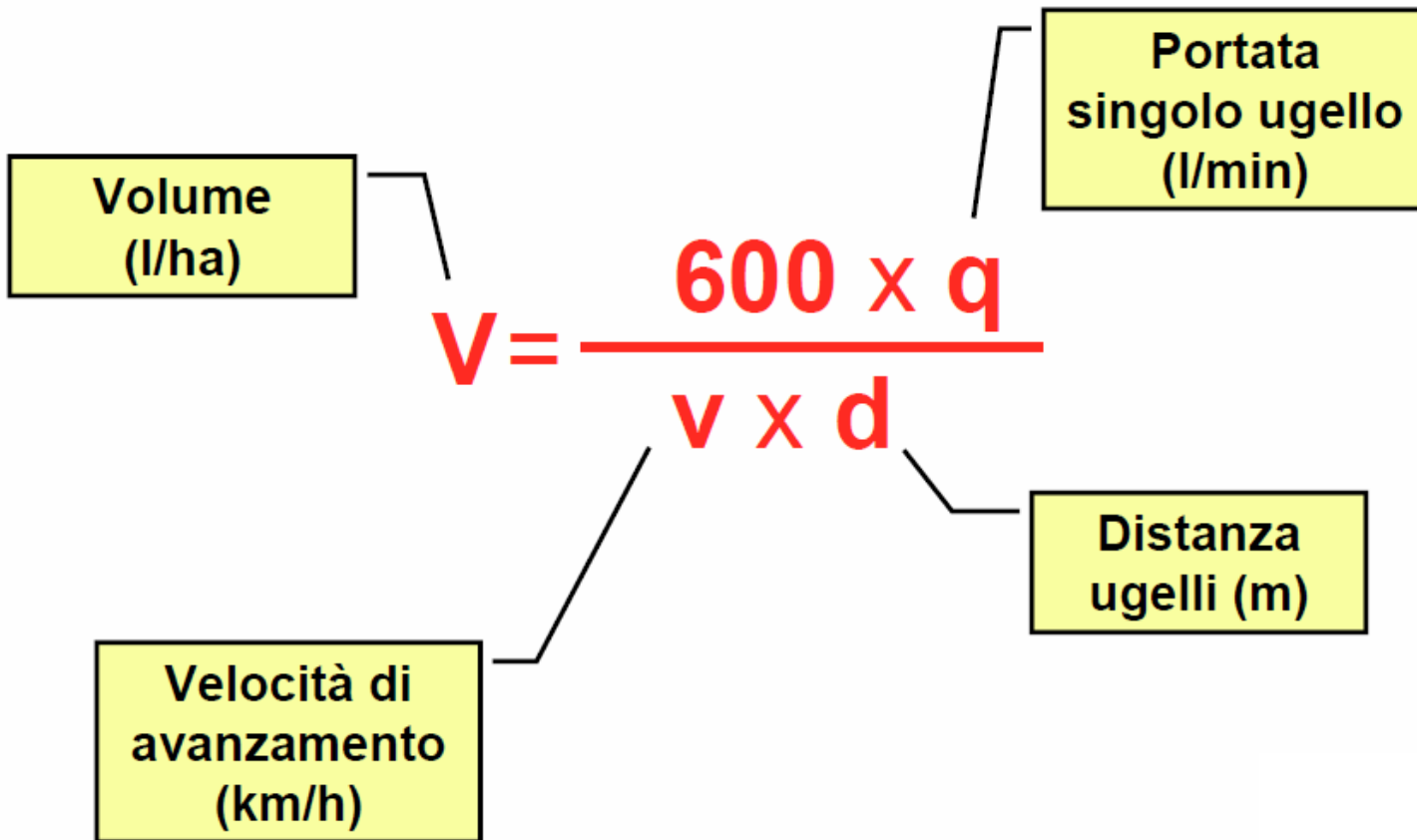
Liquid Amount (l/ha): + - 

Driving Speed (km/h): + -

Flow Rate/Nozzle [l/min]: 0.91

Nozzle Size	-01	-015	-02	-025	-03	-04	-05	-06	-08
Operating Pressure (bar)		6.9	3.9	2.5	1.7				
 <u>Air-injector nozzle ID3</u>									
 <u>Asymmetric Air-Injector twin flat spray nozzle IDTA</u>									
 <u>Air-injector compact nozzle IDK</u>									
 <u>Air-injector compact flat spray nozzle IDKN</u>									
 <u>TWIN flat spray air-injector compact nozzle IDKT</u>									
 <u>Multirange flat spray nozzle LU</u>									
 <u>Anti-drift nozzle AD</u>									

Calcolo del volume nota la portata



Esempio di regolazione

Coltura: Mais

Intervento: diserbo post-emergenza

Irroratrice: non aeroassistita

Distanza ugelli: 0.5 m

Volume distribuito attualmente: 250 l/ha

Pressione di esercizio impiegata: 5 bar

Velocità di avanzamento: 6 km/ha

**Se si riduce la
pressione a 3 bar,
quale sarà il volume
distribuito?**

Esempio di regolazione

Metodo completo

1. Calcolo della portata (q) attuale dell'ugello

$$q = \frac{v \times V \times d}{600} = \frac{6 \times 250 \times 0.5}{600} = 1.25 \text{ l/min}$$

2. Calcolo della portata del singolo ugello a 3 bar (qx)

$$qx = q \times \sqrt{\frac{px}{p}} = 1.25 \times \sqrt{\frac{3}{5}} = 0.97 \text{ l/min}$$

3. Calcolo del volume distribuito a 3 bar

$$V = \frac{q \times 600}{d \times 6} = \frac{0.97 \times 600}{0.5 \times 6} = 194 \text{ l/ha}$$

Metodo rapido

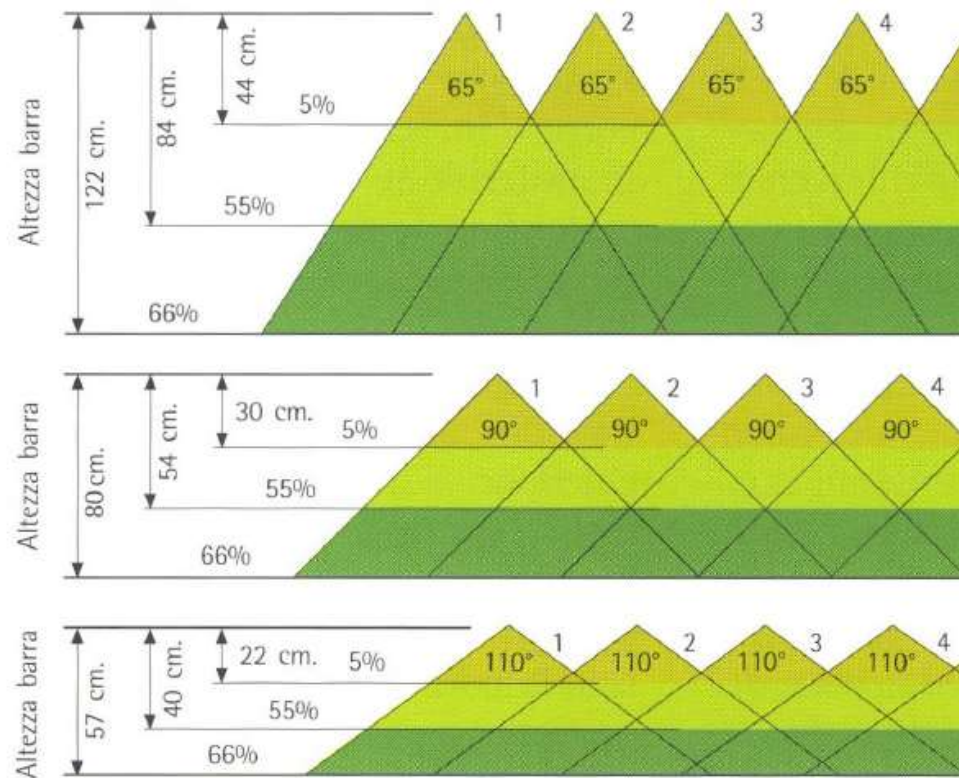
- Velocità e larghezza di lavoro sono costanti, quindi possiamo calcolare direttamente il volume ricordando che

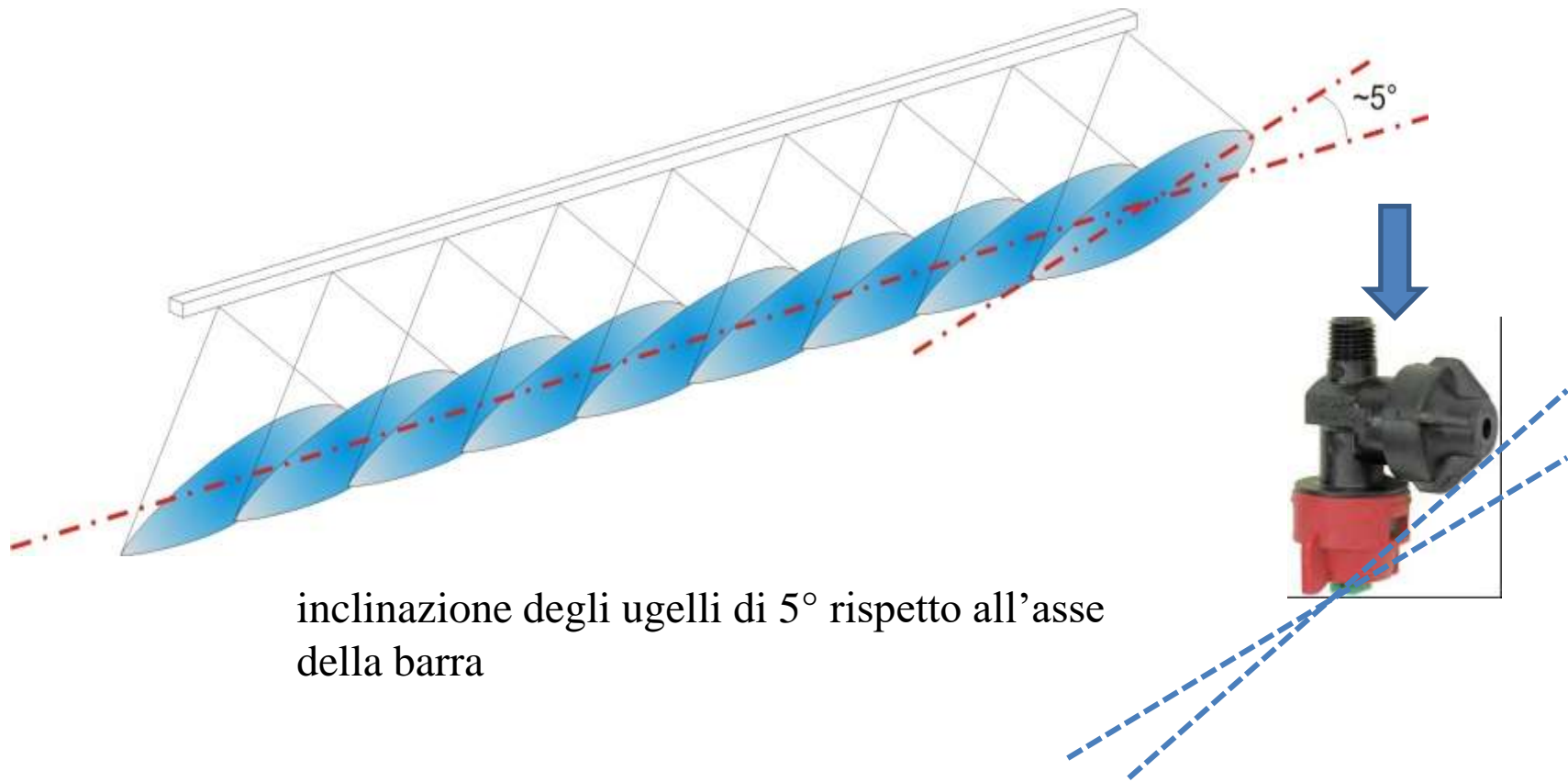
$$Q = f(\sqrt{p})$$

$$V_{3bar} = V_{5bar} \sqrt{\frac{3}{5}}$$

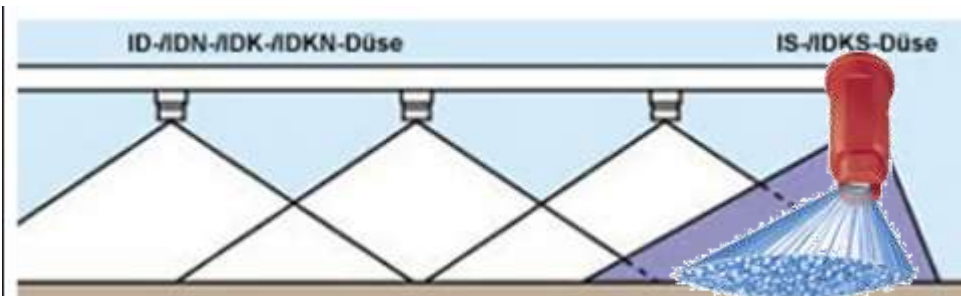
$$V_{3bar} = 250 \sqrt{\frac{3}{5}} = 250 \cdot 0,77 = 194$$

L'altezza della barra rispetto al bersaglio deve essere scelta in funzione dell'angolo di apertura del getto degli ugelli e della sovrapposizione richiesta tra i getti di 2 ugelli contigui





inclinazione degli ugelli di 5° rispetto all'asse della barra



ugello a getto asimmetrico per il montaggio a fine barra

Irroratrice a manica d'aria



- ◆ Maggiore penetrazione nella vegetazione
- ◆ Possibilità di operare in presenza di vento
- ◆ Possibilità di esclusione della manica d'aria su terreno nudo e in mancanza di vento



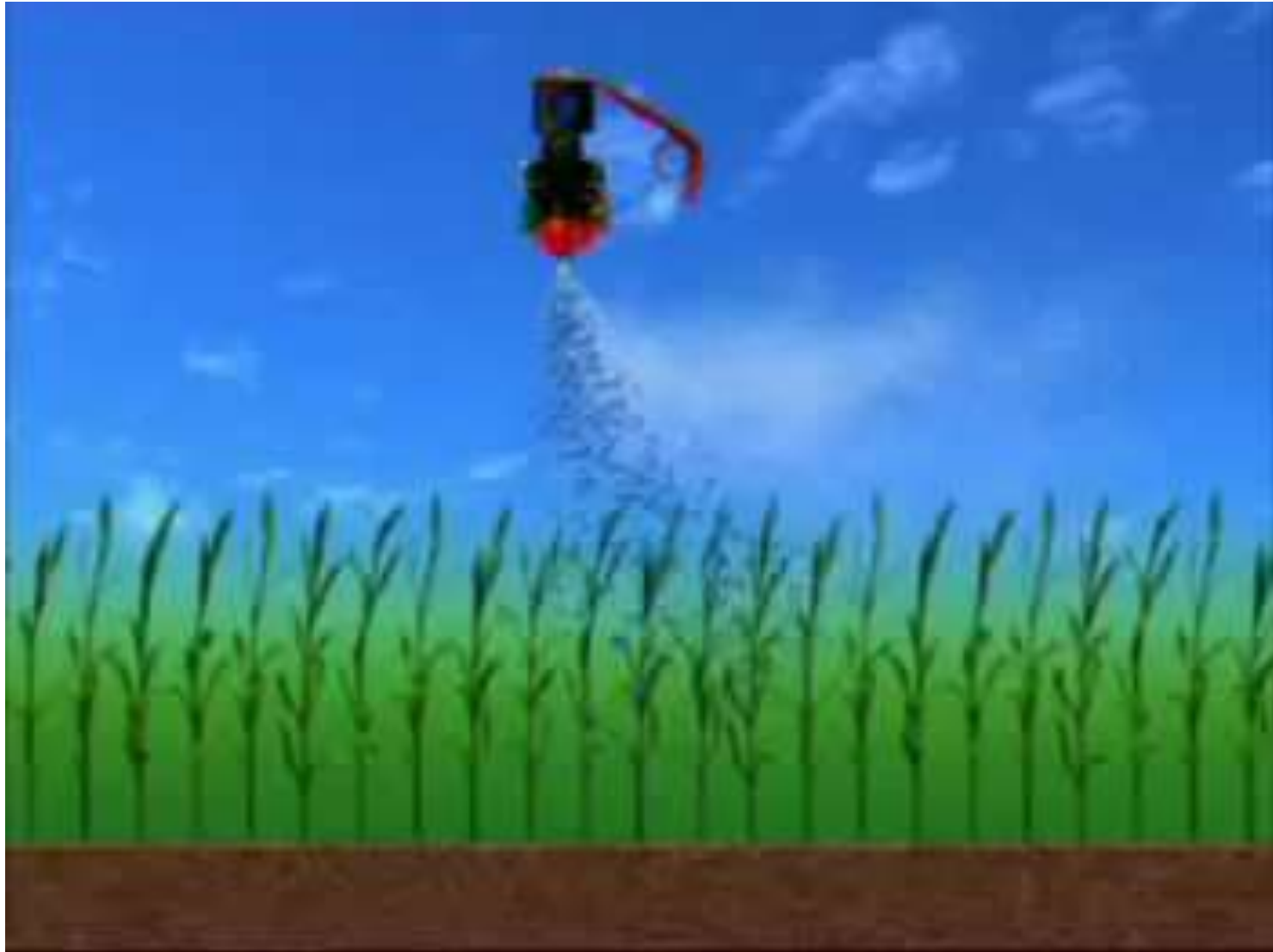
Irroratrice a manica d'aria



In assenza di vegetazione la scia di gocce rimane in sospensione sopra il terreno



Irroratrice a manica d'aria



Regolazione degli atomizzatori: volume, polverizzazione e flusso d'aria

Parametri da valutare

- 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



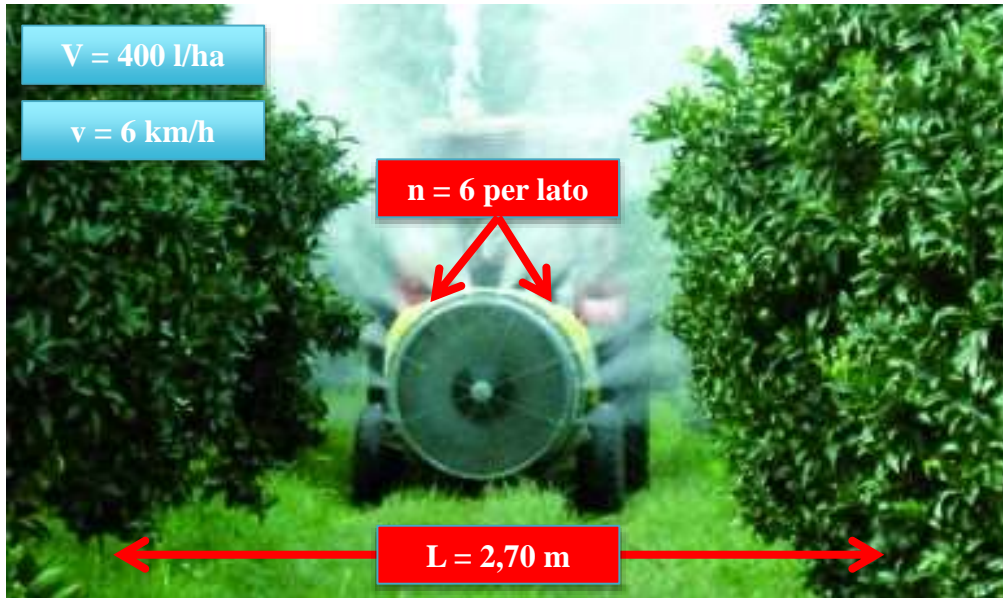
Parametri su cui intervenire

- Velocità di avanzamento
- Pressione di esercizio
- Tipologia, n° di ugelli in funzione e loro inclinazione
- Portata ventilatore (velocità aria)
- Orientamento dei deflettori (se presenti)

Scelta del tipo di ugello

- Caratteristiche fisiche e morfologiche del bersaglio
 - Acqua o terreno saturo
 - Terreno
 - Vegetazione
- Modalità di azione del principio attivo
 - Per contatto
 - sistemico

La regolazione: portata degli ugelli



$$q = \frac{V \cdot v \cdot L}{600 \cdot n}$$

- ▶ q = portata dell'ugello (l/min)
- ▶ V = volume (l/ha)
- ▶ v = velocità (km/h)
- ▶ L = larghezza di lavoro (interfilare)
- ▶ n = numero di ugelli aperti

$$q = (400 \cdot 6 \cdot 2,70) / (600 \cdot 12) = 0,9 \text{ l/min}$$



Tabelle tecniche

ugello	portata (l/min)																	
	pressione (bar)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20
110-005	0,16	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,39	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,51
110-0067	0,22	0,27	0,31	0,35	0,38	0,41	0,44	0,47	0,49	0,52	0,54	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,68	0,70
110-01	0,32	0,39	0,45	0,51	0,55	0,60	0,64	0,68	0,72	0,75	0,78	0,82	0,85	0,89	0,91	0,93	0,99	1,01
110-015	0,48	0,59	0,68	0,76	0,83	0,90	0,96	1,02	1,07	1,13	1,18	1,22	1,27	1,31	1,36	1,40	1,48	1,52
110-02	0,63	0,78	0,90	1,01	1,11	1,19	1,27	1,35	1,42	1,49	1,56	1,62	1,68	1,74	1,80	1,86	1,96	2,01
110-025	0,81	0,99	1,15	1,28	1,40	1,52	1,62	1,71	1,81	1,90	1,98	2,06	2,14	2,21	2,29	2,36	2,49	2,56
110-03	0,96	1,17	1,35	1,52	1,64	1,79	1,91	2,03	2,14	2,24	2,34	2,44	2,53	2,62	2,70	2,79	2,94	3,02
110-04	1,26	1,55	1,80	2,02	2,21	2,37	2,53	2,68	2,83	2,97	3,10	3,23	3,35	3,47	3,58	3,69	3,90	4,00
110-05	1,57	1,94	2,25	2,50	2,74	2,96	3,17	3,36	3,54	3,71	3,88	4,04	4,19	4,34	4,48	4,62	4,88	5,01
110-06	1,88	2,32	2,69	3,01	3,28	3,54	3,79	4,02	4,24	4,44	4,64	4,83	5,01	5,19	5,36	5,52	5,84	5,99

Per ottenere 0,9 l/min si possono usare i seguenti ugelli:

Ugello ISO giallo (110-02) a 4 bar



Ugello ISO verde (110-015) a 7 bar

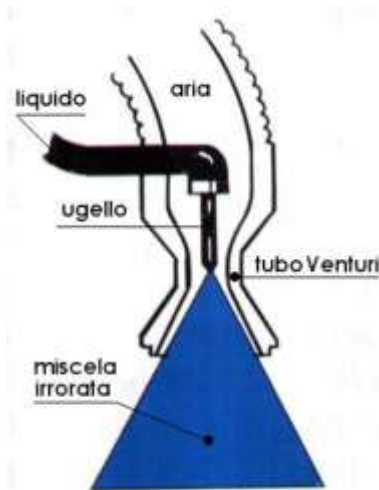


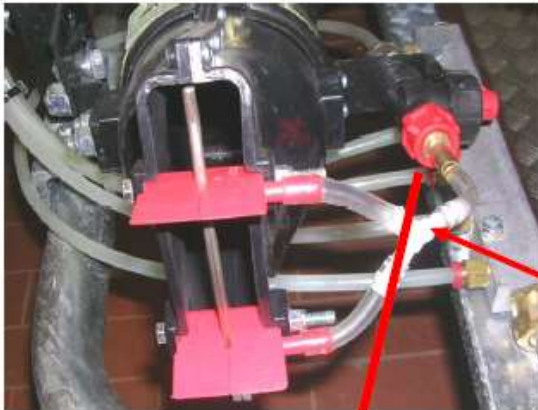
Ugello ISO arancio (110-01) a 16 bar



Polverizzazione pneumatica

- Sia la polverizzazione che il trasporto sono effettuati ad opera di una corrente d'aria
- Il liquido viene investito da una corrente d'aria a velocità molto elevata (80-160 m/s) generata da un ventilatore centrifugo
- In corrispondenza di una strozzatura (tubo di Venturi), il flusso d'aria aumenta la polverizzazione della miscela e le conferisce una notevole energia cinetica





alimentazione



Piastrina
dosatrice

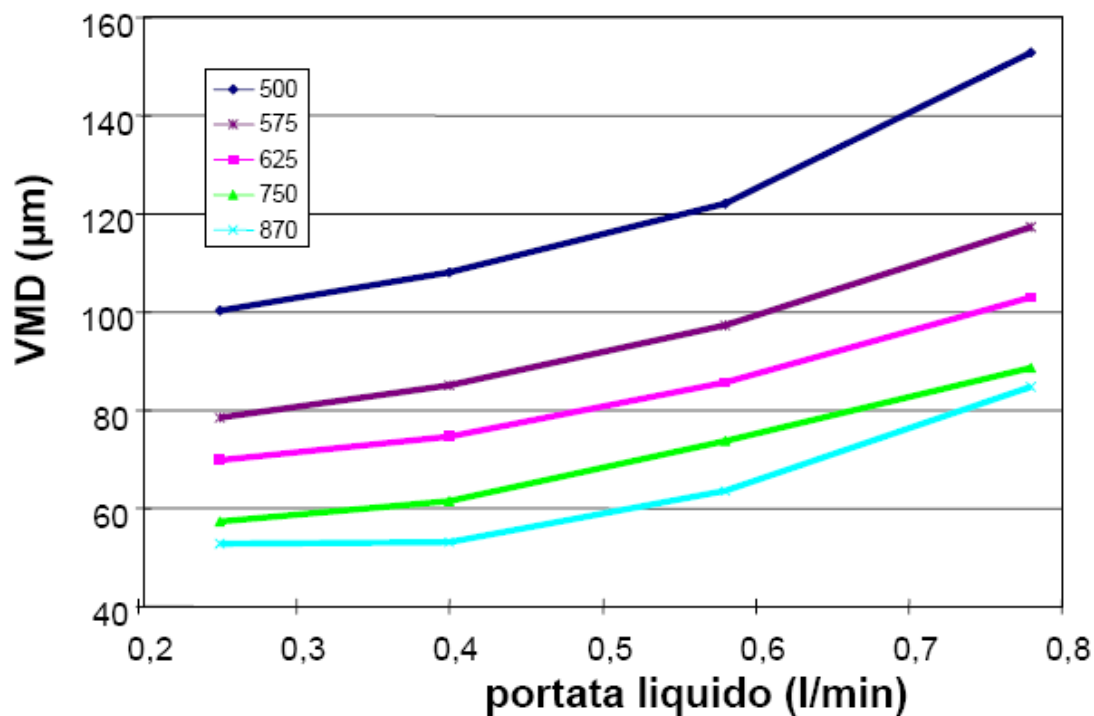
antigoccia

Diffusori a
tromboncino



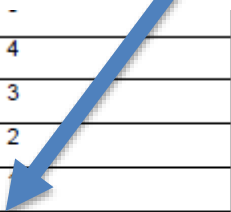
Disco dosatore

Diffusori pneumatici - Variazione del VMD delle gocce in funzione della portata di liquido operando con differenti pressioni dell'aria (mm/acqua)



Usare il modulo di rilevamento portate per la regolazione

- I dati relativi alla portata dei singoli ugelli vanno rilevati e annotati sulla scheda
- Questa è già un'indicazione di regolazione: integrando i dati dei rilievi con informazioni, anche ipotizzate, su larghezza e velocità di lavoro si ottiene il volume corrispondente a ciascuna serie di ugelli



-	-	-	-
4	4	4	4
3	3	3	3
2	2	2	2
1		1	1
totale l/min (A)	totale l/min (B)	totale l/min (A)	totale l/min (B)
scarto $(A-B)/(A+B)$ (max 10%)		scarto $(A-B)/(A+B)$ (max 10%)	

Criteri di regolazione della portata del ventilatore

- Adeguare la portata a:
 - velocità di avanzamento dell'irroratrice
 - caratteristiche architettoniche della vegetazione da trattare
 - indirizzare il flusso sulla vegetazione agendo sui deflettori
- Fabbisogno di aria: vigneto
 - prime fasi vegetative 3.000 – 6.000 m³/h
 - piena vegetazione 7.000 – 12.000 m³/h
 - velocità dell'aria di 6 – 8 m/s all'ingresso del filare
- Fabbisogno d'aria: frutteto
 - scarsa superficie fogliare (fino a 4.000 m²/ha) < i 20.000 m³/h
 - superficie fogliare più elevata (>4.000 m²/ha) fino a 25 – 30.000 m³/h
 - velocità dell'aria di 14 – 16 m/s all'ingresso del filare

- Volume teorico:
$$A(m^3 / h) = \frac{1000 \times v \times i \times h}{K}$$

v = velocità di avanzamento (km/h)

i = interfila (m)

h = altezza piante (m)

K è un coefficiente che varia da 3,0 a 3,5 (vegetazione poco densa) e tra 2,5 e 3,0 (vegetazione molto sviluppata)

Regolazione in funzione delle fasi vegetative

Vigneto nelle prime fasi vegetative

- Portata 3.000 – 6.000 m³/h
- Velocità di avanzamento 4 – 6 km/h
- Velocità dell'aria all'ingresso della parete 3 – 4 m/s



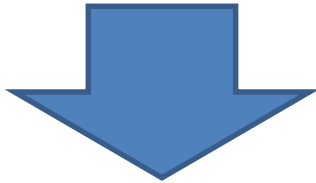
Vigneto in piena vegetazione

- Portata 7.000 – 12.000 m³/h
- Velocità di avanzamento 4 – 6 km/h
- Velocità dell'aria all'ingresso della parete 6 – 8 m/s



Effetti negativi imputabili all'aria e possibili interventi

- Deriva
- Eccessivo movimento della vegetazione
- Rimozione delle gocce già depositate sulle foglie

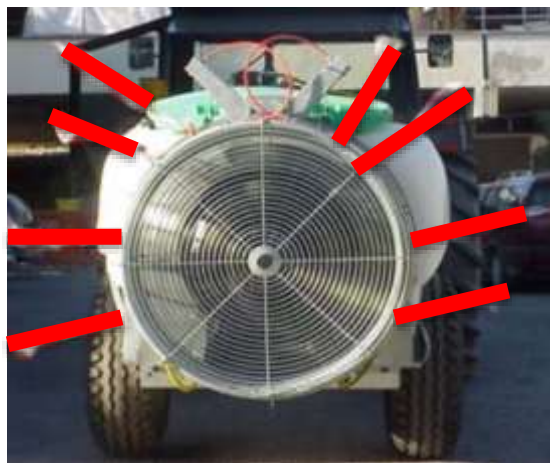
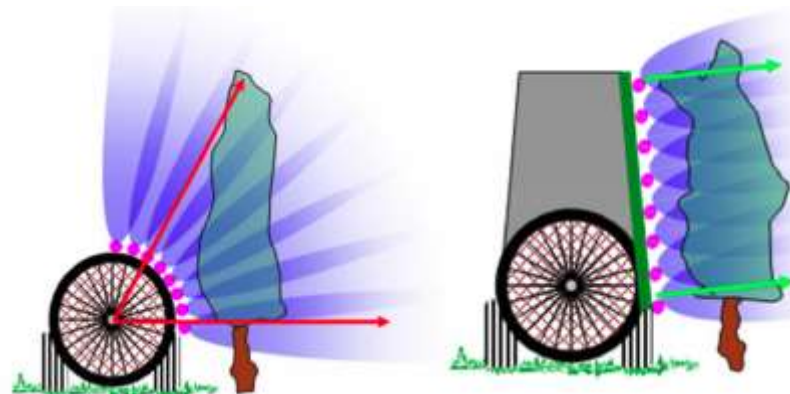


- Portata utile d'aria
- Direzione dei flussi
- Velocità dell'aria in prossimità del bersaglio
- Velocità di avanzamento

Come si regola l'aria

- Dirigere il flusso il più possibile all'interno della vegetazione
- Regolare il flusso in funzione di:
 - Tipologia di macchina irroratrice
 - Sesto di impianto (> aria negli impianti fitti)
 - Forma di allevamento (> aria nelle forme espanse)
 - Epoca vegetativa (> aria in piena vegetazione)
 - Condizioni ambientali (contrastare l'azione del vento)
 - Velocità di avanzamento

Possibilità di regolare la direzione dei flussi d'aria



Regolazione del flusso d'aria nelle macchine scavallatrici



①

②

Trattamento contemporaneo dei due lati dei filari



③

①

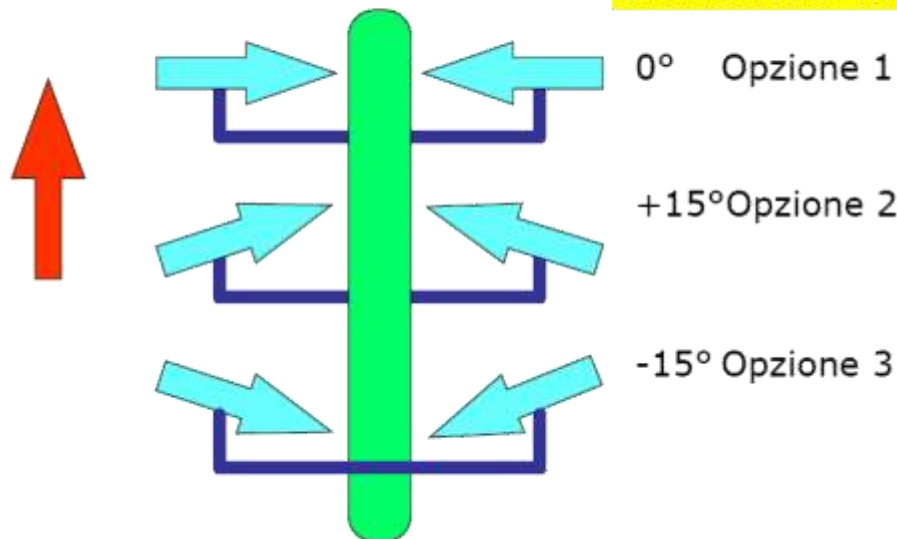
②

④

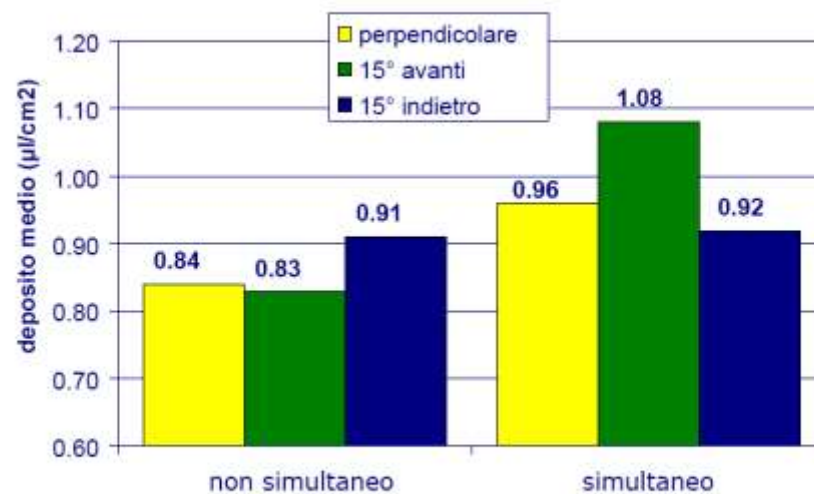
Trattamento contemporaneo dei due lati dei filari 1 e 2, mentre il lato esterno dei filari 3 e 4 viene trattato in un secondo tempo

Confronto fra diverse inclinazioni flussi (prove DEIAFA)

Inclinazione flussi



Risultati ottenuti (prove DEIAFA)

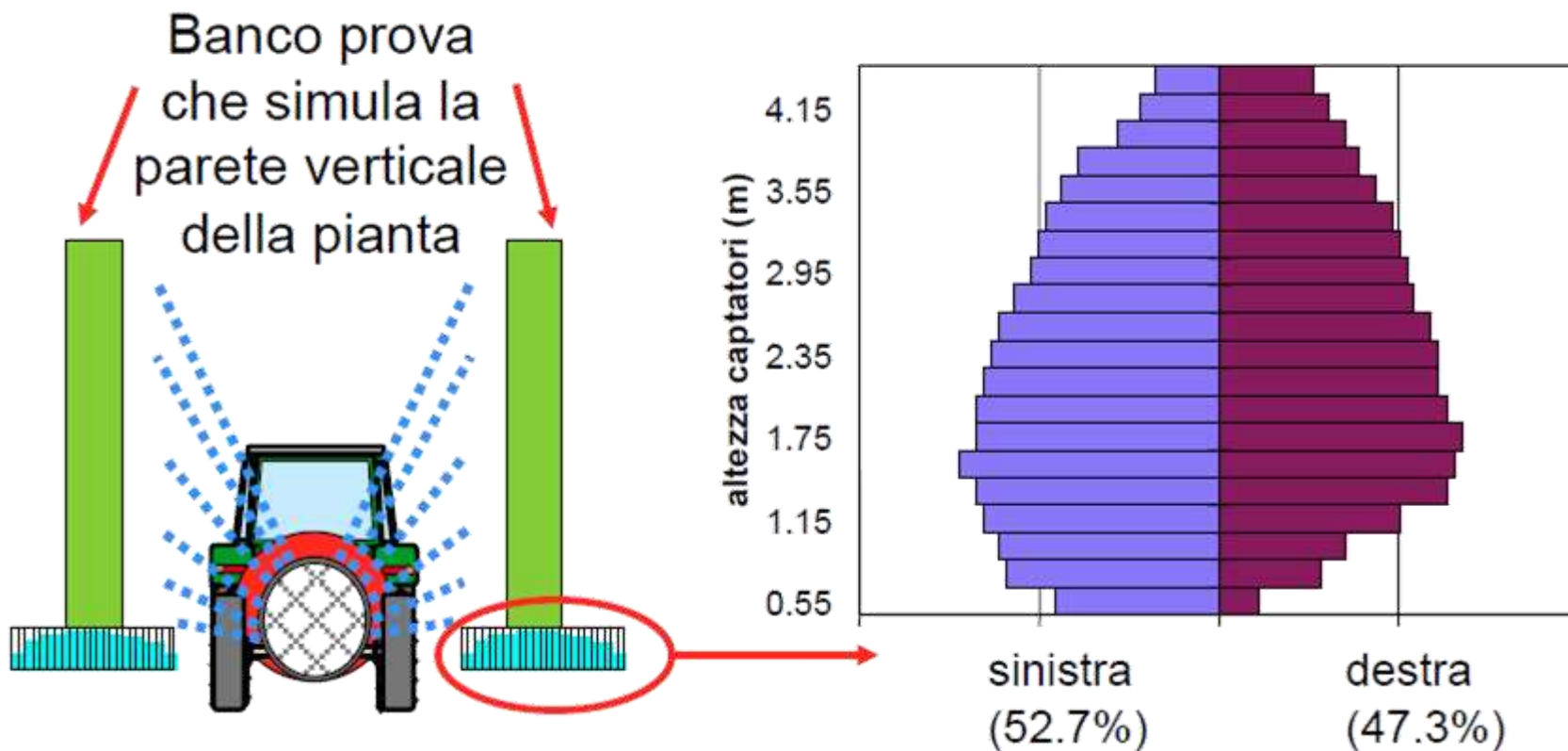


Considerazioni sulla scelta della velocità dell'aria

- La sola conoscenza della portata del ventilatore non fornisce indicazioni sufficienti sul corretto impiego della macchina
- Irroratrici aventi valori della portata nominale del ventilatore considerevolmente differenti possono presentare uguali velocità dell'aria in prossimità della vegetazione
- La velocità dell'aria all'ingresso della vegetazione varia in funzione delle condizioni di utilizzo dell'irroratrice
- La quantità di aria utilizzata nei trattamenti va adattata in funzione alle condizioni operative
- Si riscontra una tendenza diffusa a impiegare portate d'aria considerevolmente superiori a quelle ottimali, con conseguenze negative sulla qualità della distribuzione e sulla deriva

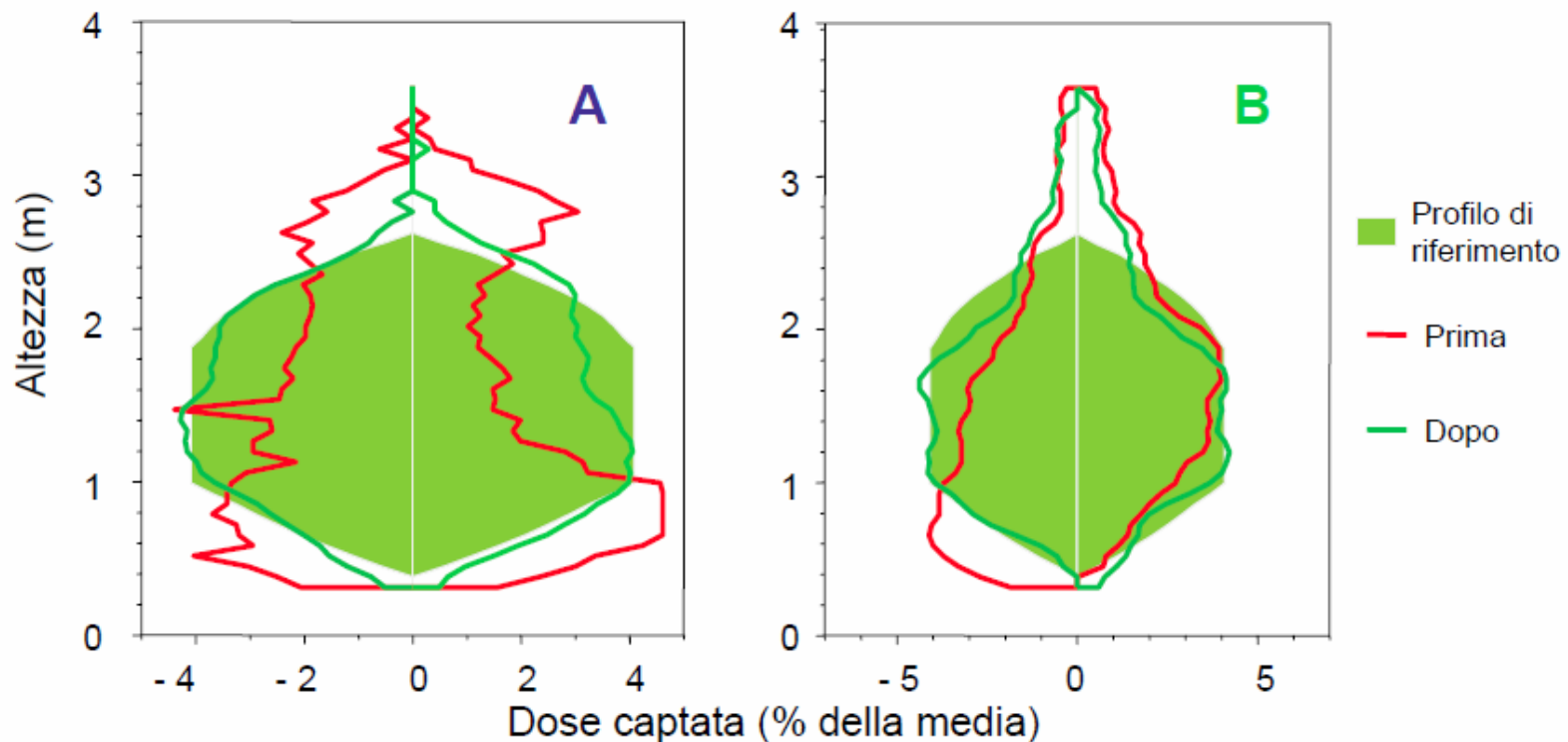
Il diagramma di distribuzione

COME SI DETERMINA



CRITERI DI SCELTA DEL DIAGRAMMA

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



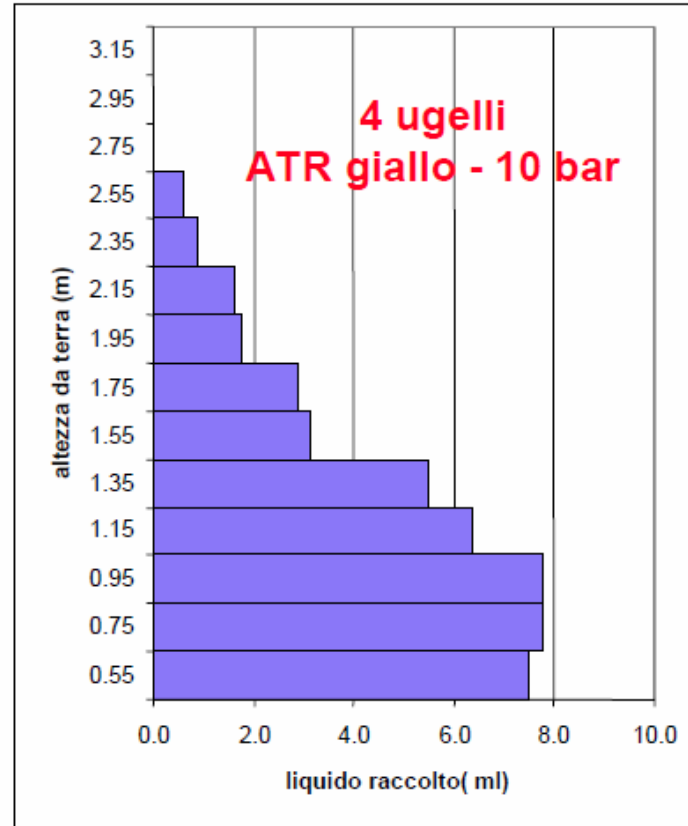
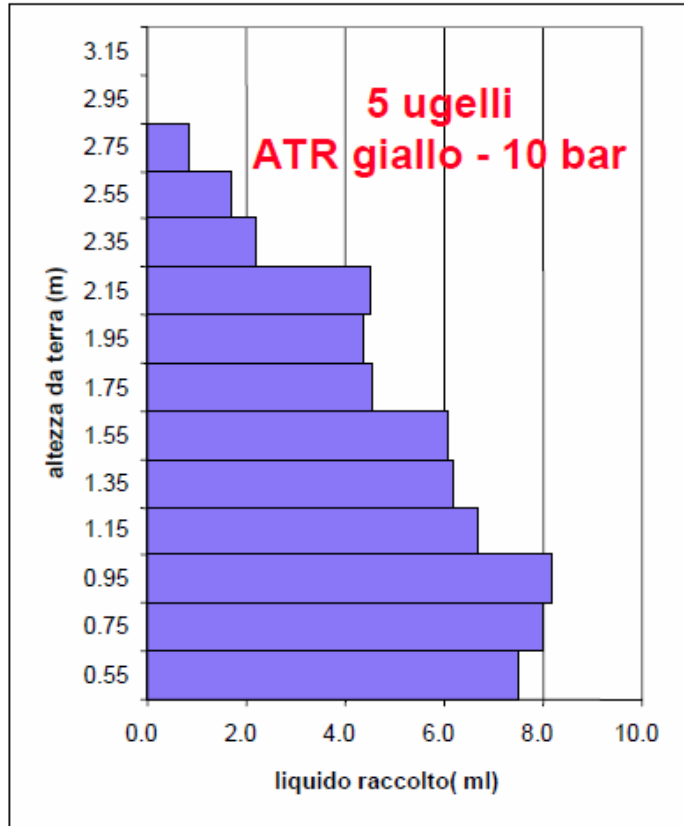
A - distribuzione verticale irregolare indizio di ugelli mal funzionanti o mal direzionati

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

Interventi per adeguare il diagramma alla forma della pianta

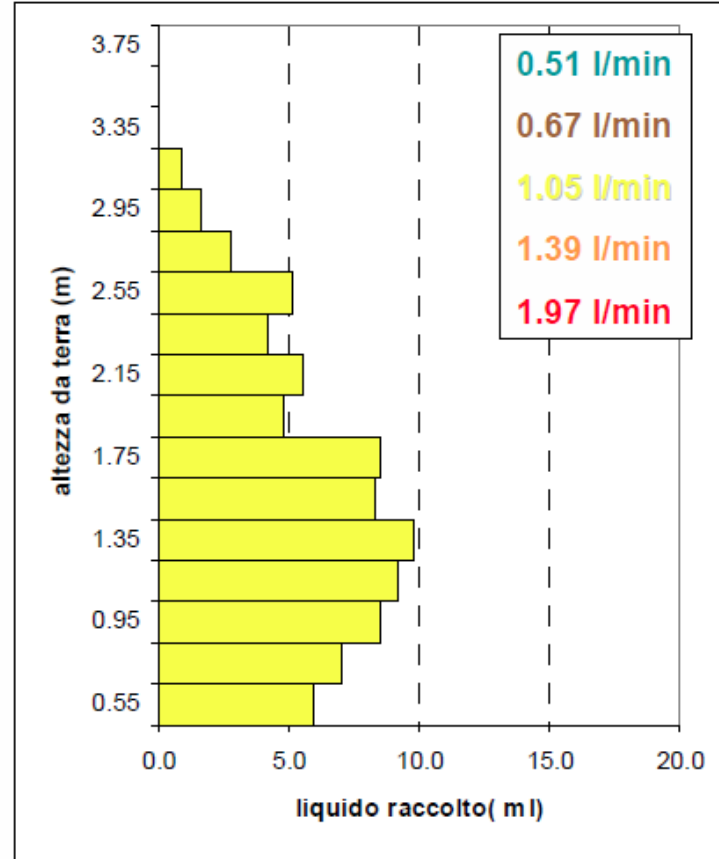
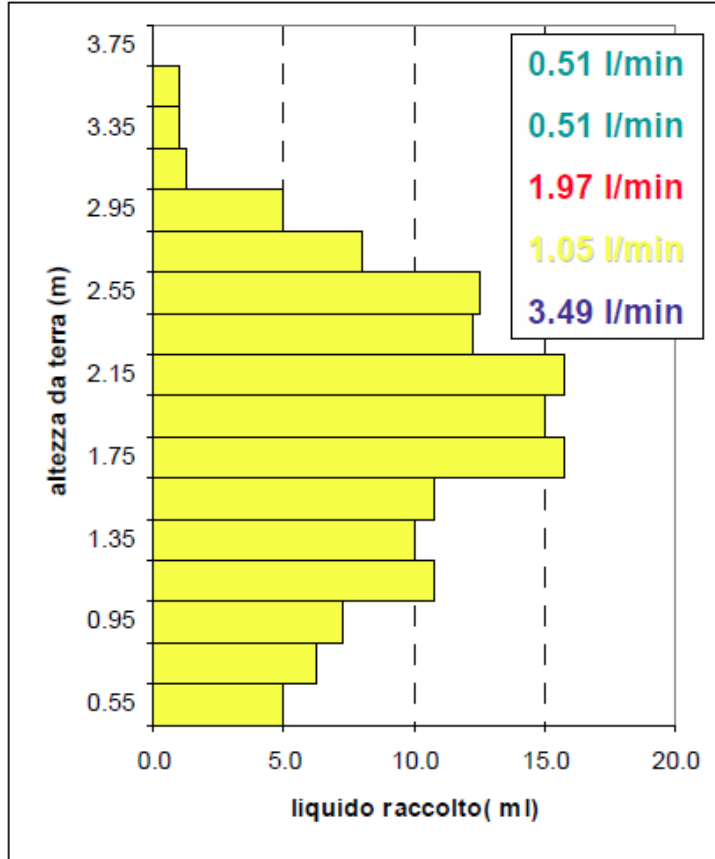
- Apertura o chiusura ugelli
- Orientamento ugelli e/o diffusori (macchine pneumatiche o aeroassistite con diffusori orientabili)
- Dimensioni degli ugelli differenziate
- Orientamento dei deflettori

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



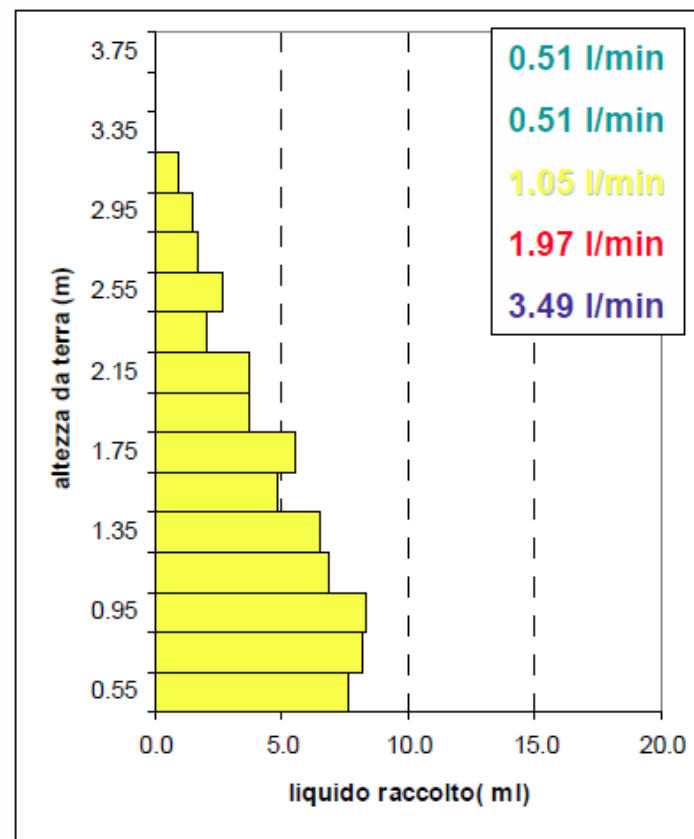
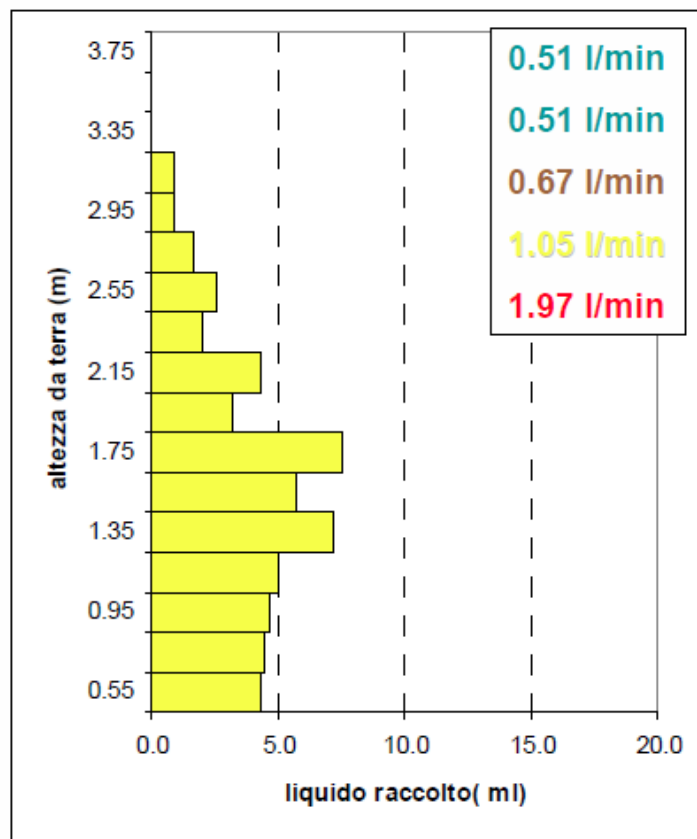
APERTURA e CHIUSURA UGELLI

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



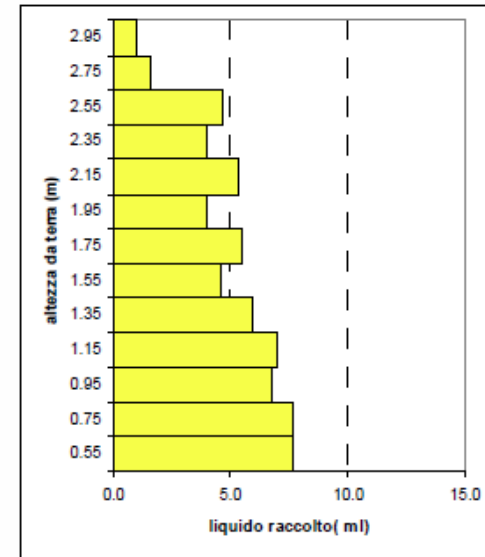
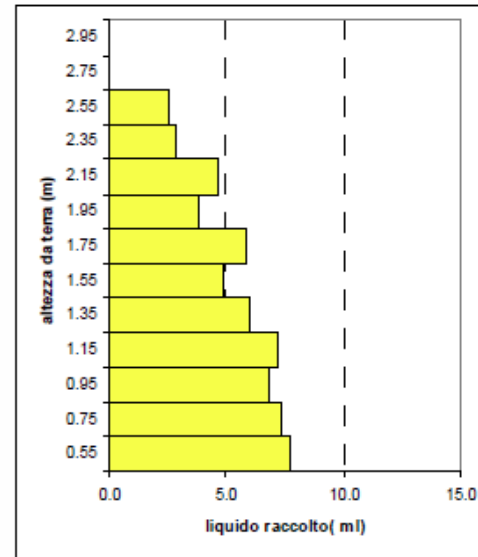
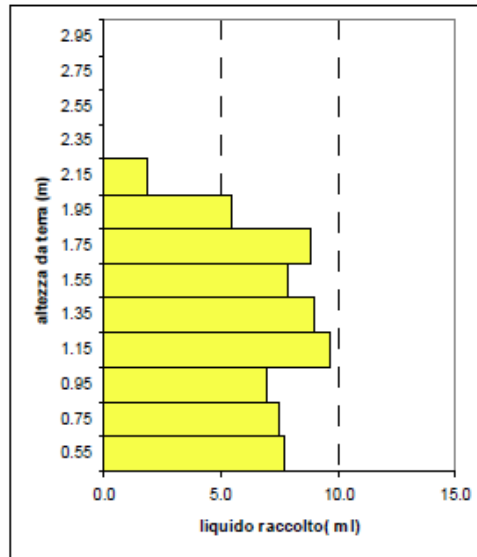
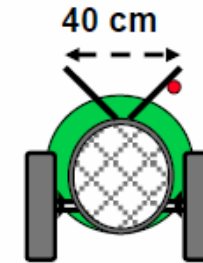
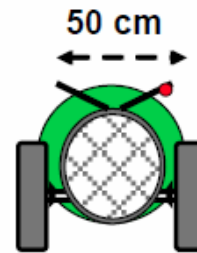
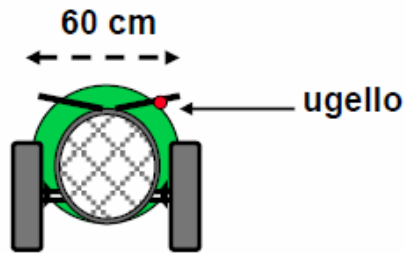
IMPIEGO DI UGELLI DIVERSI (5 ATR - 10 bar)

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



IMPIEGO DI UGELLI DIVERSI (ATR - 10 bar)

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



VARIAZIONE INCLINAZIONE ALETTA CON UGELLO
5 ATR gialli - 10 bar

PROBLEMATICHE LEGATE ALLA DERIVA

Misure di mitigazione della deriva

Le misure di mitigazione per ridurre la deriva possono essere:

- **Misure dirette (sull'irroratrice):**
 - impiego di soluzioni tecnologiche ed accessori utili a ridurre la generazione della deriva ed a regolare correttamente l'erogazione dei getti
 - riguardano quindi il **tipo di irroratrici** e le **modalità di impiego**
- **Misure indirette (esterne all'irroratrice):**
 - hanno lo scopo di **limitare l'esposizione alla deriva** di aree sensibili
 - si tratta di interporre tra il campo e le aree da proteggere delle **fasce di rispetto** non trattate, oppure **siepi**, o altre **barriere fisiche**, quali, ad esempio, frangivento o reti antigrandine

In Italia al momento **non è ancora disponibile una classificazione ufficiale dei dispositivi antideriva**, né sono state definite ufficialmente le condizioni di riferimento per i principali contesti colturali. In attesa di un metodo di classificazione delle macchine in funzione del rischio deriva, si possono **mutuare alcuni criteri già adottati in altri Paesi** europei, che tengono conto sia dei dispositivi tecnici presenti sulle macchine, sia delle condizioni d'impiego delle stesse.

Misure di mitigazione: proposta di classificazione delle irroratrici (ISO 22369-1)

Tecnica di distribuzione		Larghezza della fascia di rispetto (m)			
Classe ISO e Intervallo di riduzione	Valore Assegnato (%)	Cereali	Fruttiferi (al bruno)	Vite (al bruno)	Orticole
G (0-24%)	0	10,0	30,0	20,0	15,0
F (25-49%)	25	7,5	22,5	15,0	12,0
E (50-74%)	50	5,0	15,0	10,0	7,5
D (75-89%)	75	2,5	7,5	5,0	3,0
C (90-94%)	90	1,0	3,0	2,0	1,5
B (95-98%)	95	1,0	3,0	2,0	1,5
A (99-100%)	99	1,0	3,0	2,0	1,5

Esempio di tabella che indica all'utilizzatore la larghezza della fascia di rispetto da osservare in funzione della tecnica antideriva adottata nella distribuzione

Misure di mitigazione: irroratrici di riferimento

Barra irroratrice per colture erbacee

- barre irroratrici convenzionali con **ugello a cono o fessura convenzionale**
- dimensione \leq ISO 04, portata nominale \leq 1.6 L/min a 3 bar
- pressione di esercizio \geq 3 bar
- velocità di avanzamento 6 km/h
- altezza della barra compresa tra 50 e 75 cm
- assenza di ugello di fine barra

Misure di mitigazione: irroratrici di riferimento

Irroratrice ad aeroconvezione per vigneto

- macchina equipaggiata con ventilatore assiale e ugelli disposti a raggiera lungo le sezioni di uscita dell'aria
- dimensione degli ugelli ISO 01
- pressione di esercizio 15 bar
- velocità di avanzamento 6 km/h
- diametro del ventilatore 500 mm
- portata del ventilatore massima $\geq 20.000 \text{ m}^3/\text{h}$ (p.d.p. 540 giri/min, marcia veloce del ventilatore).

Misure di mitigazione: irroratrici di riferimento

Irroratrice ad aeroconvezione per fruttiferi

- macchina equipaggiata con ventilatore assiale e ugelli disposti a raggiera lungo le sezioni di uscita dell'aria
- dimensione degli ugelli ISO 03
- pressione di esercizio 15 bar
- velocità di avanzamento 6 km/h
- diametro del ventilatore 800 mm
- portata del ventilatore massima $\geq 40.000 \text{ m}^3/\text{h}$ (p.d.p. 540 giri/min, marcia veloce del ventilatore).

Tipologie di ugelli e riduzione della deriva

Tipologia ugello	Pressione di esercizio (bar)	Riduzione della deriva
Ugello a fessura convenzionale ISO 03 110°	3	0
Ugello a fessura o a turbolenza 80° - 90°	1 - 4	10 - 20%
Ugello a fessura con pre-camera	2 - 5	30 - 50%
Ugello a fessura ad iniezione d'aria (AI)	2 - 8	70 - 90%
Ugello a turbolenza ad iniezione d'aria (AI)	3 - 10 10 - 15	75% 50%

Tipologie di ugelli e riduzione della deriva

Tipo e dimensione ugello	Tipologie di ugelli				
	Irroratrice tradizionale	Manica d'aria	Irroratrice con schermatura	Diserbo localizzato	Diserbo localizzato e schermato
AI 015-03	50	90	75	90	90
AI 04-05	75	90	90	90	90
AI 06 e sup.	90	90	90	90	90
TT 03 e sup	50	90	75	90	90
DG 03 e sup.	50	90	75	90	90
XR 05 e sup.	50	90	75	90	90

Esempio di percentuali di riduzione della deriva per differenti tipologie di barre irroratrici in funzione del tipo e della dimensione dell'ugello impiegato (Belgio).

Combinazione di misure di mitigazione

- Più misure di mitigazione possono essere combinate, ossia applicate contemporaneamente
- L'efficacia delle misure va calcolata per step successivi:

Esempio: barra irroratrice tradizionale (M=0%)

Step 1: utilizzo ugelli di fine barra (M=25%)

Step 2: fascia di rispetto di 4 m (M=25%)

Step 3: presenza di siepe rada (M=25%, al bruno)

la mitigazione totale della deriva è del 58%.

Step	Input (%) (A)	Mitigazione (%) (B)	Output (%) A - (A · B)
1: ugelli fine barra	100	25	75
2: fascia di rispetto 4 m	75	25	56
3: siepe rada al bruno	56	25	42
Mitigazione totale (%) Input Step 1 – Output Step n)		58	