LA REGOLAZIONE DEGLI ATOMIZZATORI: PARAMETRI E CRITERI D'INTERVENTO

PARAMETRI E COMPONENTI SU CUI POTER INTERVENIRE

1 PORTATA VENTILATORE

1 VELOCITÀ DI AVANZAMENTO

2 TIPO DI UGELLI

3 PRESSIONE DI ESERCIZIO

4 VOLUME DISTRIBUITO

5 PORTATA EROGATA

5 DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE

VERIFICA DEL VOLUME DISTRIBUITO

PORTATA DEI VENTILATORI

Per variare la portata dei ventilatori è possibile intervenire su:

1. Regime rotazione ventilatore (rapporto di trasmissione – PTO)

   Nelle macchine con trasmissione meccanica la variazione del numero di giri della PTO comporta una modifica della velocità di avanzamento e una variazione della portata della pompa con conseguente minore agitazione (ritorno) della miscela fitoiatrica.

2. Inclinazione pale (assiali)

3. Variazione sezione di aspirazione

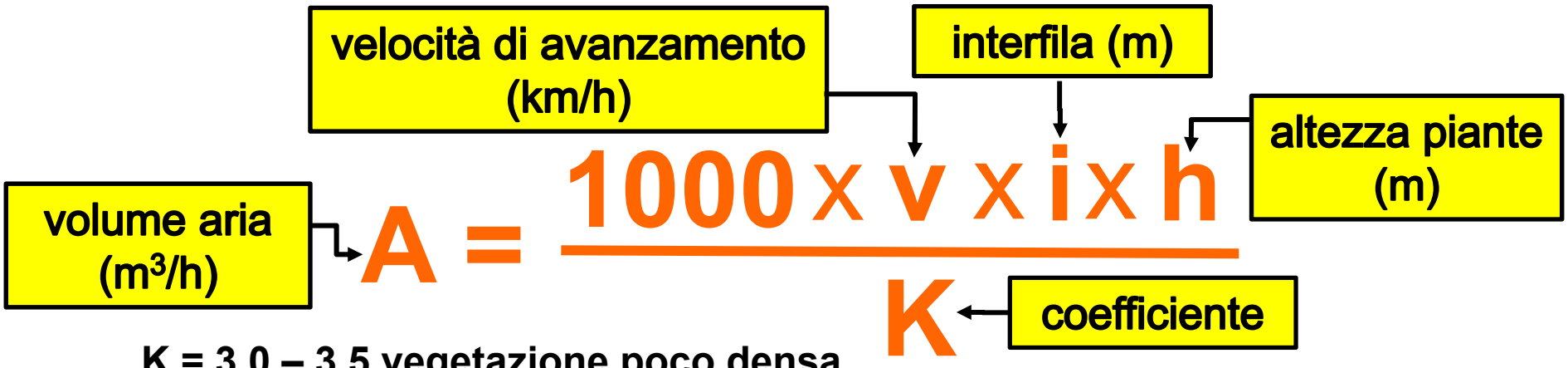
PORTATE D'ARIA

Evitare di utilizzare portate d'aria elevate.

Queste devono essere inferiori per evitare deriva e elevati consumi di carburante.

Vanno definite in funzione della:

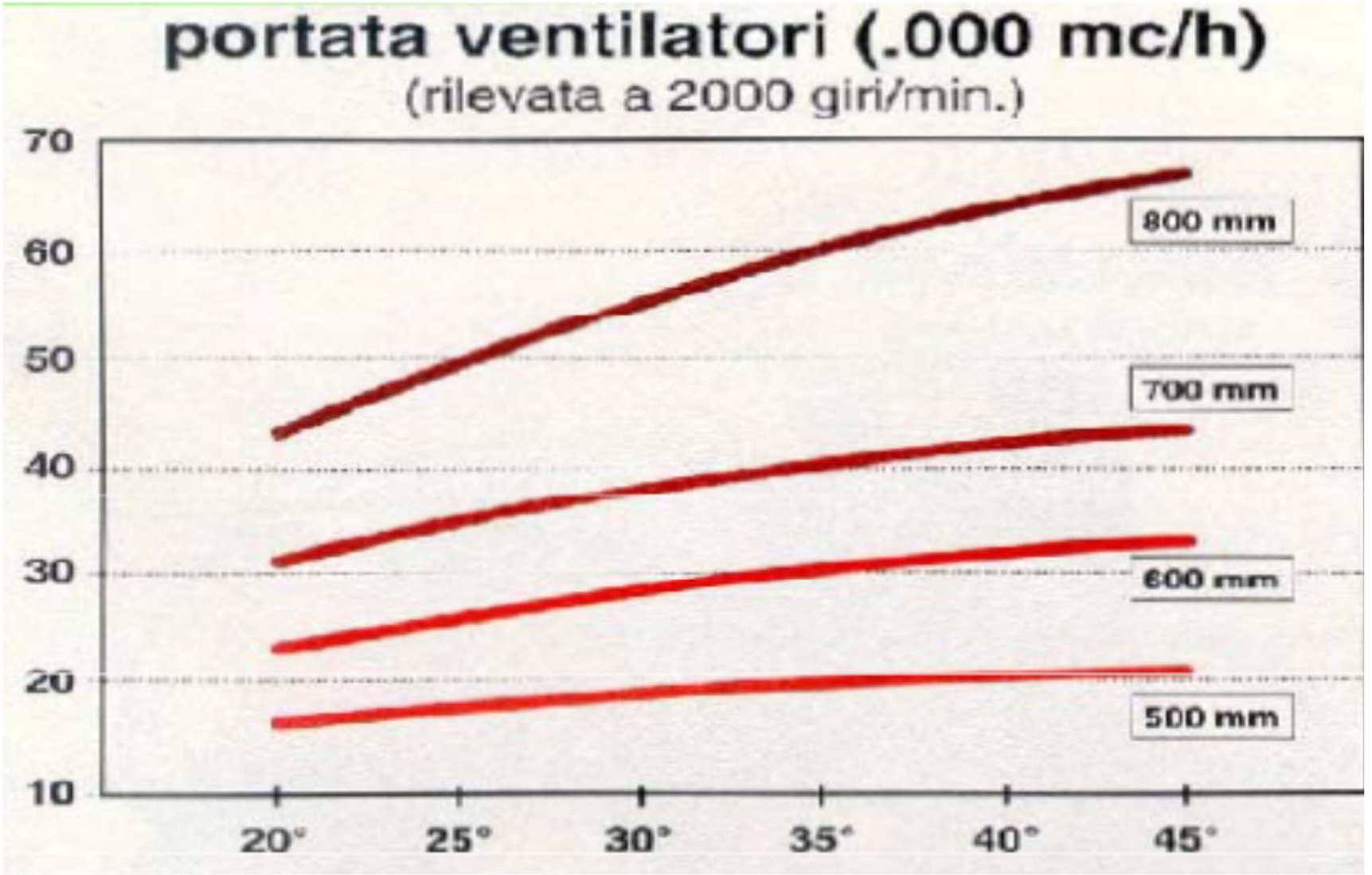
- velocità di avanzamento
- architettura della vegetazione da trattare (forme espanse e ad alta densità)
- fasi fenologiche (prima vegetazione/piena vegetazione)



K = 3,0 – 3,5 vegetazione poco densa

K = 2,5 – 3,0 vegetazione sviluppata

INFLUENZA INCLINAZIONE DELLE PALE



ANGOLO INCLINAZIONE PALE

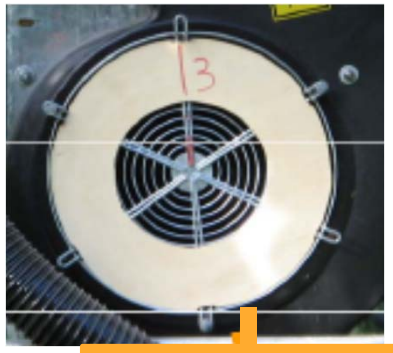
INFLUENZA DEL RAPPORTO DI TRASMISSIONE

		1ª marcia		2ª marcia	
Ø 750	mm outlet	m^3	m/s	m^3	m/s
35°	135	16000	17.5	22000	25.7
40°	150	25000	17.5	33000	24.2
45°	165	35000	17.5	45000	21.5

REGOLAZIONI DEL VENTILATORE

3,7 m/s
I – 500 rpm

6,2 m/s
I – 500 rpm



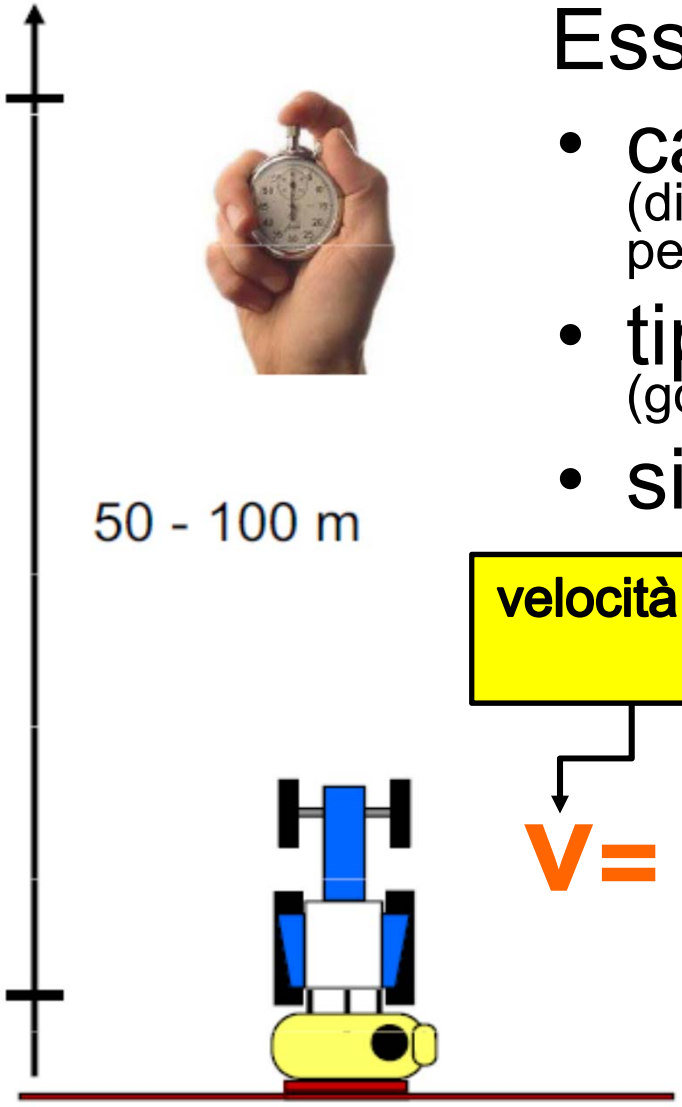
10,3 m/s
I – 500 rpm

13,8 m/s
I – 500 rpm

17,0 m/s
I – 500 rpm

23,0 m/s
II – 500 rpm

DETERMINAZIONE VELOCITÀ DI AVANZAMENTO



Essa dipende da:

- caratteristiche interfila
  (dimensione della pianta, omogeneità terreno, pendenza longitudinale e latitudinale)
- tipo trattrice utilizzata
  (gommato, cingolato)
- sicurezza e comfort operatore

COMPRESA TRA 3 e 8 km/h

velocità di avanzamento (km/h)

distanza (m)

$$v = \frac{d}{(t_1 + t_2)/2} \times 3{,}6$$

tempo percorrenza (sec)

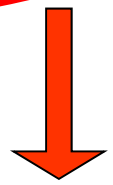
CRITERI DI SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

MODALITA' DI AZIONE DEL PRINCIPIO ATTIVO

CARATTERISTICHE DEL BERSAGLIO

TIPO DI PRODOTTO DISTRIBUITO

CONDIZIONI AMBIENTALI

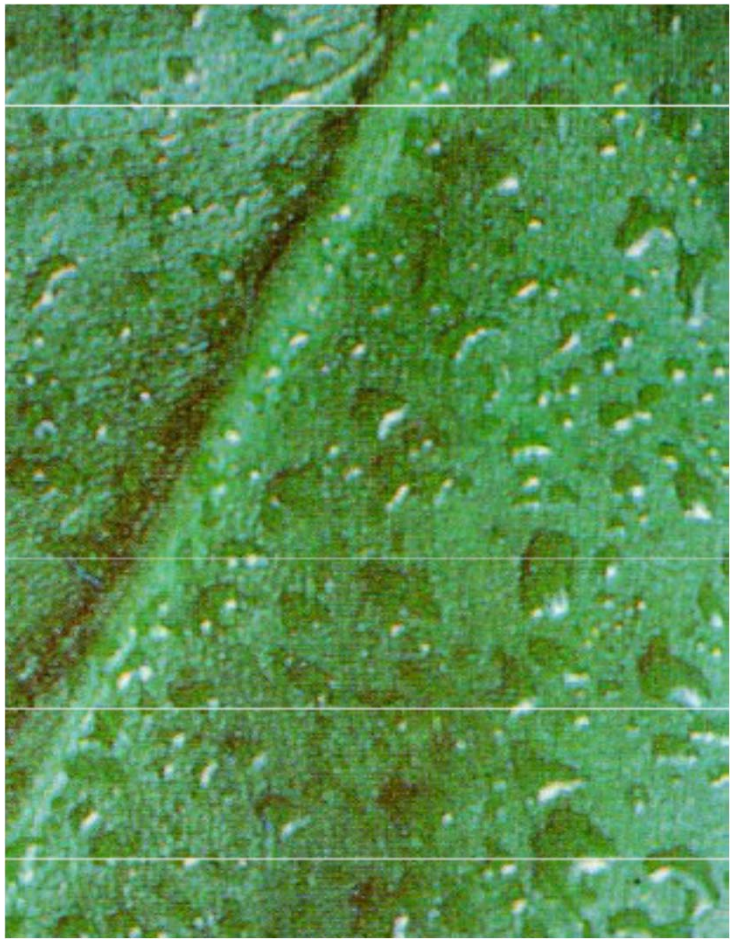


NUMERO DI GOCCE / cm^2

CRITERI DI SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

ESEMPIO DI IRRORAZIONE *COPRENTE*

ESEMPIO DI IRRORAZIONE BAGNANTE



CRITERI DI SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

IRRORAZIONE COPRENTE

impiegata per s.a. che agiscono per contatto e che richiedono quindi una buona copertura del bersaglio. In tali situazioni è consigliabile operare con 70÷100 impatti/cm^2, con dimensioni delle gocce di 300÷400 µm e con volumi di distribuzione di 100÷350 l/ha.

IRRORAZIONE BAGNANTE

impiegata per s.a. traslocabili all'interno della pianta per le quali è meno importante la completa copertura del bersaglio. In tali situazioni è consigliabile operare con 30÷40 impatti/cm^2, con dimensione delle gocce di 400÷600 µm e con volumi di distribuzione di 100÷250 l/ha.

DIMENSIONE OTTIMALE TEORICA DELLE GOCCE IN FUNZIONE DEL TIPO DI BERSAGLIO (da Matthews, 1992)

Insetti volanti	10÷50 µm
Insetti su foglie	30÷50 µm
Foglie	40÷100 µm
Suolo	>200 µm

ENTITA' DEI VOLUMI DI DISTRIBUZIONE (l/ha) IN FUNZIONE DEL TIPO DI BERSAGLIO (da Matthews, 1992)

	Colture erbacee	Colture arboree
Alto	> 600	>1000
Medio	200÷600	500÷1000
Basso	50÷200	200÷500
Molto basso	5÷20	50÷200
Ultra basso	< 5	< 50

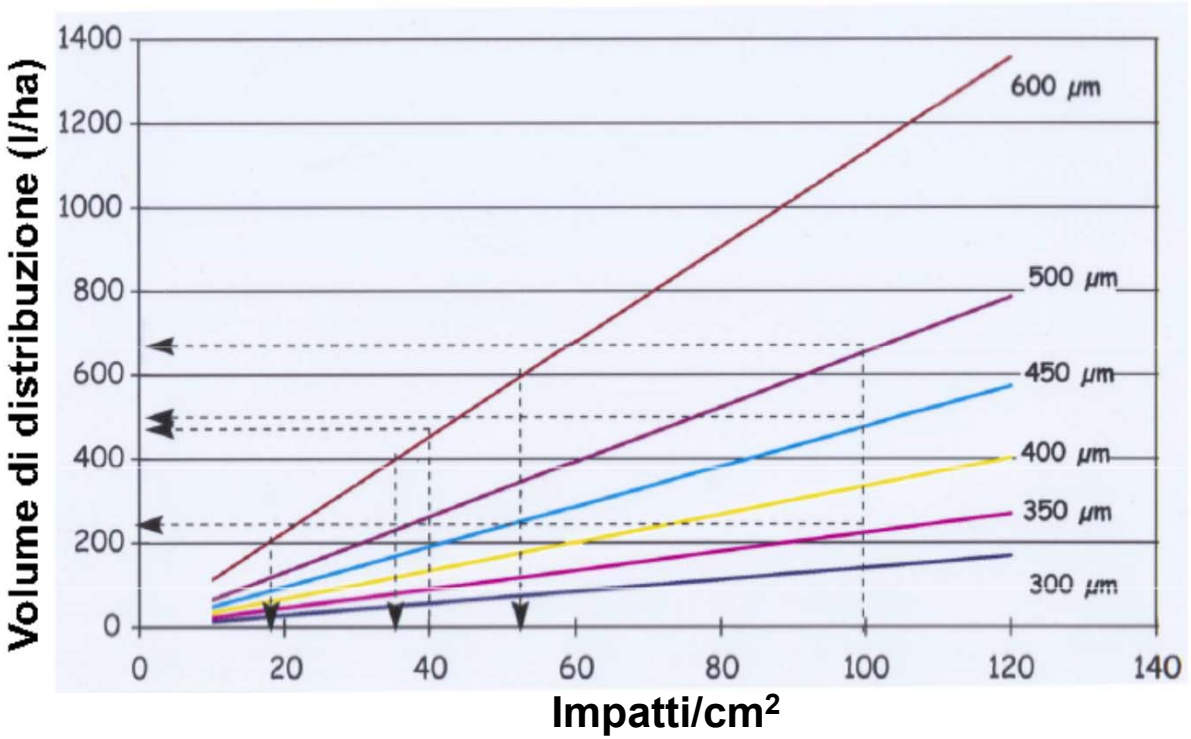
INDICAZIONI PER LA SCELTA DELLA DIMENSIONE OTTIMALE DELLE GOCCE

CARATTERISTICHE delle GOCCE	DIMENSIONI delle GOCCE in µ	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 (es. ACARICIDI, FUNGICIDI)	ELEVATO
MEDIE	200 - 300	BUONA	PER LA MAGGIOR PARTE DEGLI INSETTICIDI ED ERBICIDI	MEDIO
GROSSE	300 - 450	MEDIOCRE	ERBICIDI DA INCORPORARE NEL TERRENO	RIDOTTO
MOLTO GROSSE	SUPERIORI A 450	SCADENTE	CONCIMI LIQUIDI	MOLTO RIDOTTO

DIMENSIONE RACCOMANDATA DELLE GOCCE IN FUNZIONE DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE DI MISCELA FITOIATRICA DISTRIBUITA

Dimensioni (µm)	Tipo di miscela	Note
150÷-250	Fungicidi	min 50÷70 gocce /cm^2
200÷250	Insetticidi	min 20÷30 gocce /cm^2
200÷600	Erbicidi	min 20÷40 gocce /cm^2

CORRELAZIONE TRA DIMENSIONE DELLE GOCCE, IMPATTI/cm^2 E VOLUME DA DISTRIBUIRE



CRITERI DI SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

UGELLI A POLVERIZZAZIONE PER PRESSIONE

- Tipo di ugello (dimensioni foro)
- Pressione di esercizio

} portata

UGELLI A POLVERIZZAZIONE PNEUMATICA

- Portata liquido
- Velocità dell'aria

UGELLI A POLVERIZZAZIONE CENTRIFUGA

- Velocità rotazione disco

TIPO DI UGELLO

Nelle **irroratrici ad aeroconvezione** la scelta dell'ugello è indirizzata a quelle tipologie che consentono di produrre una **popolazione di gocce omogenea**:

- ugelli a fessura
- ugelli a turbolenza di nuova generazione

Al fine di contenere la deriva del PFS è consigliabile sempre utilizzare **ugelli antideriva** a inclusione d'aria che producono gocce più grandi. Per il loro corretto funzionamento occorrono **pressioni di esercizio più elevate** (almeno 2 bar). Attenzione nel loro impiego in trattamenti con prodotti di copertura, quando occorre una elevata copertura del bersaglio.

LA POLVERIZZAZIONE PER PRESSIONE

ELEMENTI CHE CODIFICANO UN UGELLO (esempio)

Modello

Angolo di apertura

Portata (colore ISO)

Materiale

Esempio:

VS = acciaio

VK = ceramica

VP = plastica

Portata in galloni

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI UGELLI IMPIEGATE NEI TRATTAMENTI FITOIATRICI ALLE COLTURE ARBOREE

Turbolenza a piastrina

Turbodrop

Turbolenza tradizionale

Iniezione d'aria

Gli ugelli a cono (turbolenza)

Gli ugelli a cono producono un getto a forma conica.

All'interno, fra convogliatore e piastrina con foro calibrato c'è uno spazio vuoto detto "**camera di turbolenza**" di forma cilindrica o conica.

Il **convogliatore** è formato da uno o più canali obliqui che sfociano nella camera di turbolenza imprimendo un **moto rotatorio** al liquido prima di fuoriuscire dalla piastrina.

Le caratteristiche del getto prodotto variano in funzione della **dimensione della camera di turbolenza**.

Gli ugelli a cono (turbolenza)

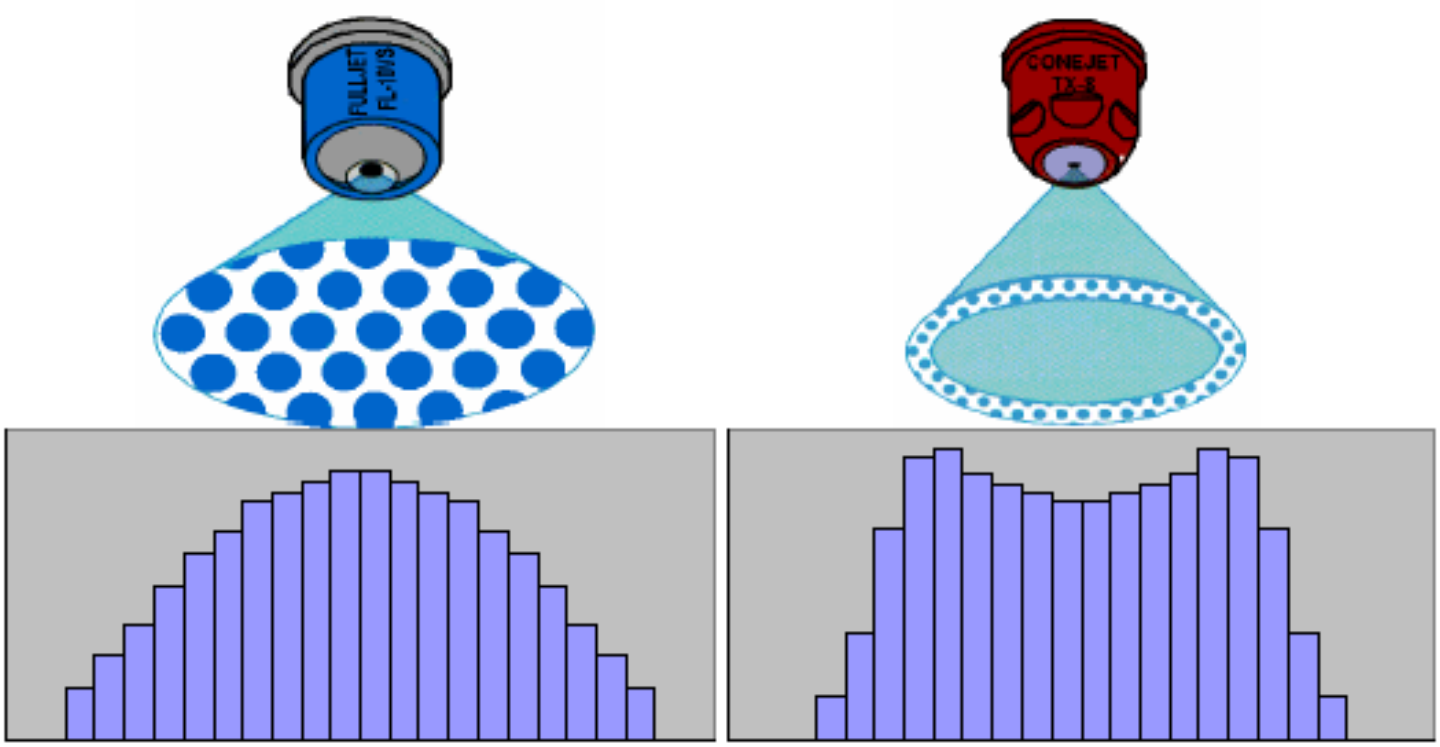
Negli ugelli di tipo tradizionale, la piastrina e il convogliatore sono separati da una **guarnizione in gomma** che viene più o meno compressa durante l'assemblaggio.

Tale variazione della distanza fra convogliatore e piastrina causa una **polverizzazione irregolare** del PFS distribuito.

Ulteriore causa di fuoriuscita irregolare del prodotto è dovuta all'errato abbinamento tra convogliatore e piastrina (**dimensioni ≠**).

Per eliminare questi inconvenienti è stato progettato un ugello con i componenti correttamente dimensionati e posizionati (**angolo di trattamento e portata precisi**).

Il diagramma degli ugelli a cono (turbolenza)



cono pieno

cono vuoto

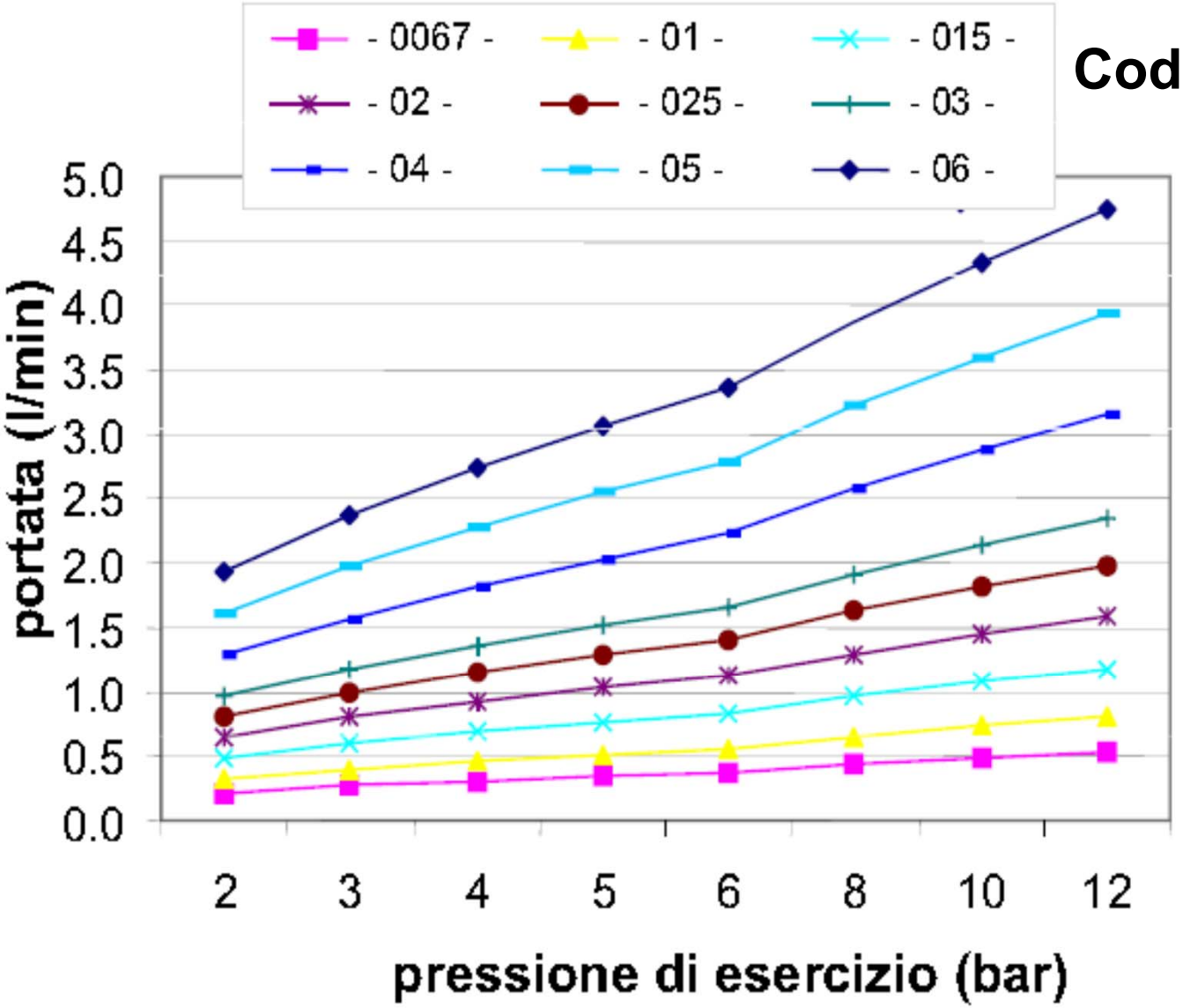
PRESSIONE DI ESERCIZIO

La **pressione di esercizio** è il parametro fondamentale per gli ugelli a polverizzazione per pressione.
L'incremento di pressione determina un aumento del volume erogato (portata dell'ugello) e una diminuzione della dimensione delle gocce (deriva o fuori bersaglio ed evaporazione ➡ < efficacia trattamento).

$$Q = k \times \sqrt{p}$$

- Q: Portata (l/min)
- k: Coefficiente caratteristico dell'ugello
- p: Pressione (bar)

VARIAZIONE DELLA PORTATA DEGLI UGELLI ALL'AUMENTARE DELLA PRESSIONE



Codice ISO

Portata nominale degli ugelli (l/min)

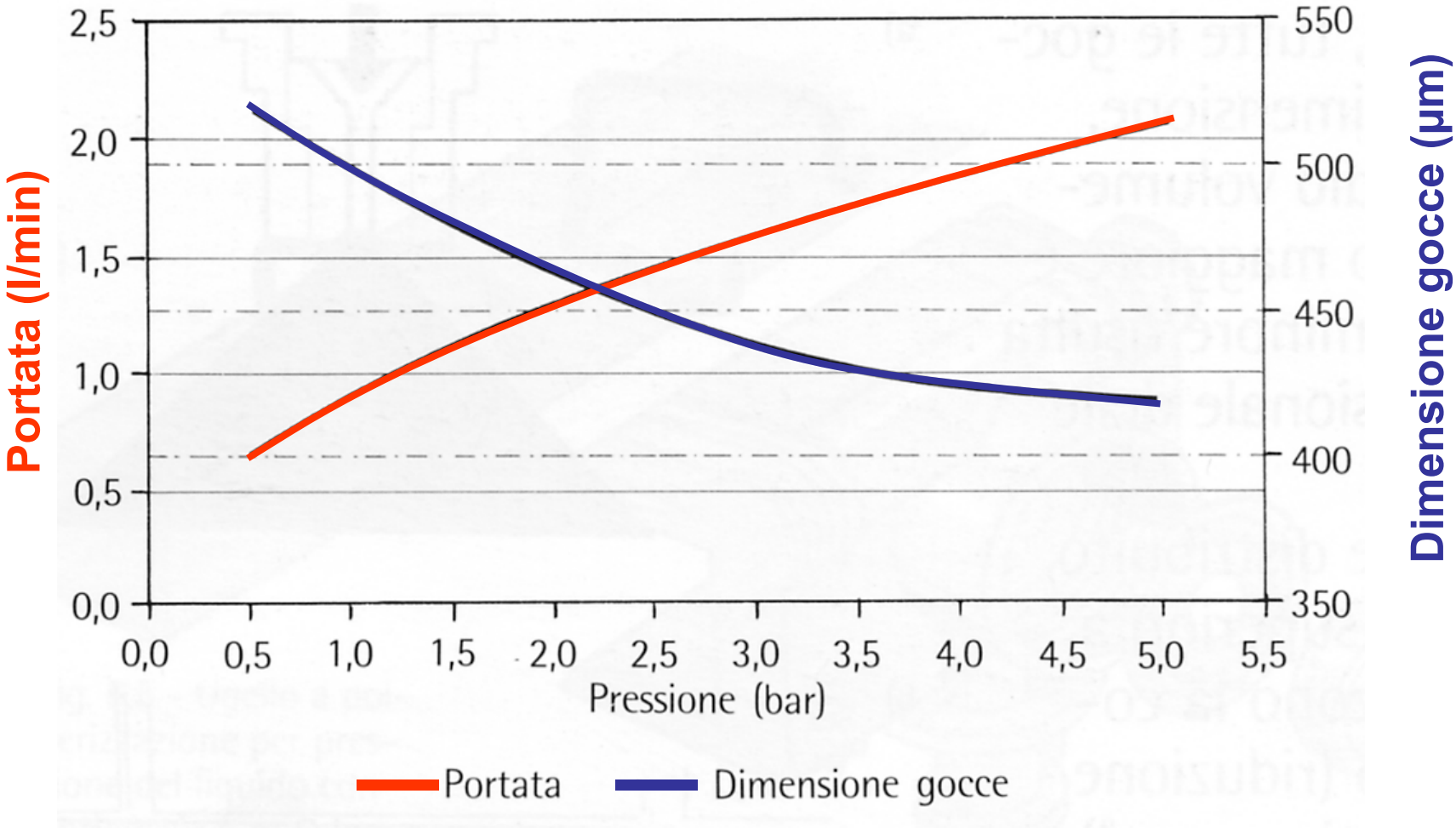
		pressione (bar)								
colore	**codice**	**4**	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
lilla	- 005 -	0.21	0.26	0.30	0.34	0.37	0.40	0.42	0.45	0.47
rosa	- 0075 -	0.34	0.42	0.48	0.54	0.59	0.63	0.68	0.72	0.76
arancio	- 01 -	0.46	0.56	0.65	0.73	0.80	0.86	0.92	0.98	1.03
verde	- 015 -	0.68	0.83	0.96	1.08	1.18	1.27	1.36	1.44	1.52
giallo	- 02 -	0.92	1.13	1.30	1.45	1.59	1.72	1.84	1.95	2.06
viola	- 025 -	1.14	1.40	1.61	1.80	1.97	2.13	2.28	2.42	2.55
blu	- 03 -	1.39	1.70	1.96	2.19	2.40	2.59	2.77	2.94	3.10
vinaccia	- 035 -	1.63	1.99	2.30	2.57	2.82	3.04	3.25	3.45	3.64
rosso	- 04 -	1.85	2.27	2.62	2.93	3.21	3.47	3.71	3.93	4.14
marrone	- 05 -	2.31	2.82	3.26	3.64	3.99	4.31	4.61	4.89	5.15
grigio	- 06 -	2.77	3.39	3.92	4.38	4.80	5.19	5.54	5.88	6.20

Codice colore ISO (ISO 10625)

Portata nominale degli ugelli (l/min)

	pressione (bar)								
	4	**6**	**8**	**10**	**12**	**14**	**16**	**18**	**20**
bianco	0.24	0.29	0.34	0.38	0.42	0.45	0.48	0.51	0.54
lilla	0.33	0.40	0.46	0.51	0.56	0.61	0.65	0.69	0.73
marrone	0.42	0.52	0.60	0.67	0.73	0.79	0.85	0.90	0.95
giallo	0.66	0.81	0.94	1.05	1.15	1.24	1.33	1.41	1.49
arancio	0.88	1.07	1.24	1.39	1.52	1.64	1.75	1.86	1.96
rosso	1.24	1.52	1.76	1.97	2.16	2.33	2.49	2.64	2.78
grigio	1.36	1.66	1.92	2.15	2.35	2.54	2.72	2.88	3.04
verde	1.60	1.96	2.26	2.53	2.77	2.99	3.20	3.39	3.57
nero	1.81	2.22	2.56	2.86	3.14	3.39	3.62	3.84	4.05
blu	2.21	2.70	3.12	3.49	3.82	4.13	4.41	4.68	4.93

Codice colore ATR



Nelle irroratrici ad aeroconvezione è bene operare con pressioni di esercizio comprese tra 5 e 15 bar

Portata nominale degli ugelli (l/min)

		pressione (bar)		
Ø piastrina	Ø rompiflusso	10	15	20
0.8	cieco	0.98	1.21	1.40
1.0	cieco	1.43	1.73	1.98
1.2	cieco	1.63	2.00	2.31
1.2	1.2	2.75	3.35	3.90
1.5	cieco	2.50	3.60	3.90
1.5	1.2	3.58	4.38	5.05
1.5	1.5	4.35	5.30	6.10
1.8	cieco	3.45	4.22	4.80
1.8	1.5	5.31	6.50	7.50
1.8	1.8	6.10	7.45	8.60
2.0	cieco	4.15	5.10	5.87
2.0	1.8	6.65	8.15	9.40

Piastrine

Esempi di portate erogate (l/min) da ugelli a piastrina di differenti dimensioni in abbinamento a differenti rompiflusso.
N.B. le portate indicate fanno riferimento a piastrine e rompiflusso Albuz nuovi: ugelli di altre marche potrebbero originare portate differenti.

VOLUME DI DISTRIBUZIONE

IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUTO DIPENDE DA:

- **dimensioni del bersaglio**
  (coltura, sesto impianto, forma allevamento, parete vegetale, fase fenologica)
- **tipo di bersaglio** (tronco, foglia, frutto, patogeno)
- **tipologia di PFS impiegato**
- **condizioni ambientali**

NON È LEGATO ALLA TIPOLOGIA DI IRRORATRICE

VOLUME DI DISTRIBUZIONE

IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUTO É INFLUENZATO DA:

- **portata ugelli**
- **velocità di avanzamento**
- **interfila (d)**
- **numero di filari trattati ad ogni passaggio della macchina irroratrice**

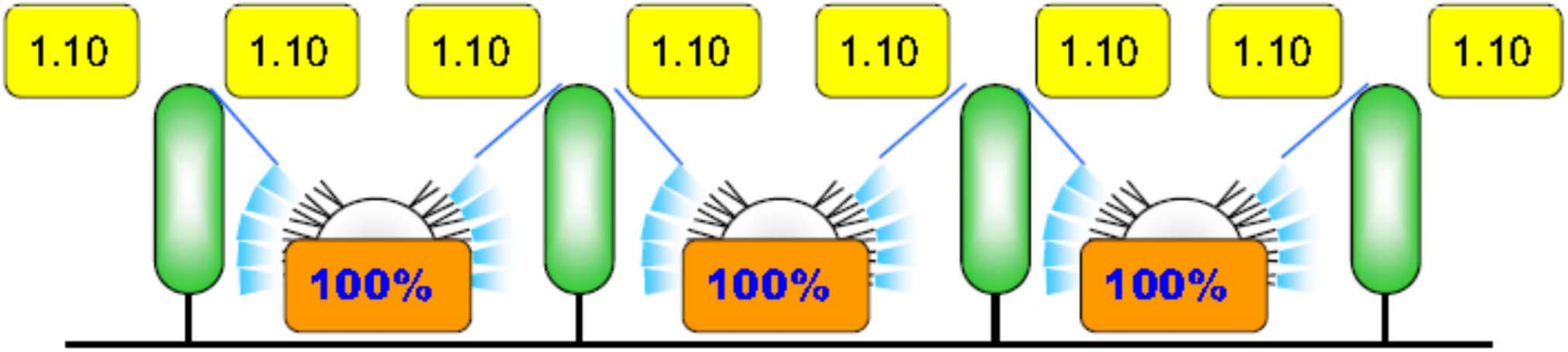
VOLUME DI DISTRIBUZIONE

IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUTO DEVE ESSERE:

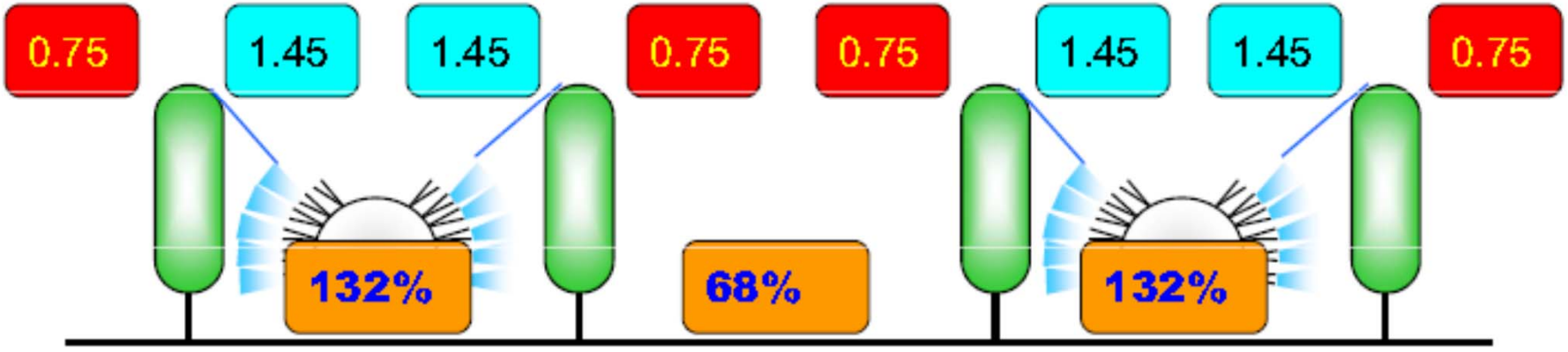
- **in grado di coprire tutto il bersaglio**
- **tale da evitare il gocciolamento**

100–150 l/ha x m altezza parete vegetale

SCELTA MODALITÀ DI PASSAGGIO IRRORATRICE NEI FILARI



tutti i filari



filari alterni

PORTATA EROGATA

Determinato il volume di distribuzione (grazie anche a dei volumi massimi indicati dalle Regioni o Province autonome per coltura), la velocità di avanzamento è possibile calcolare:

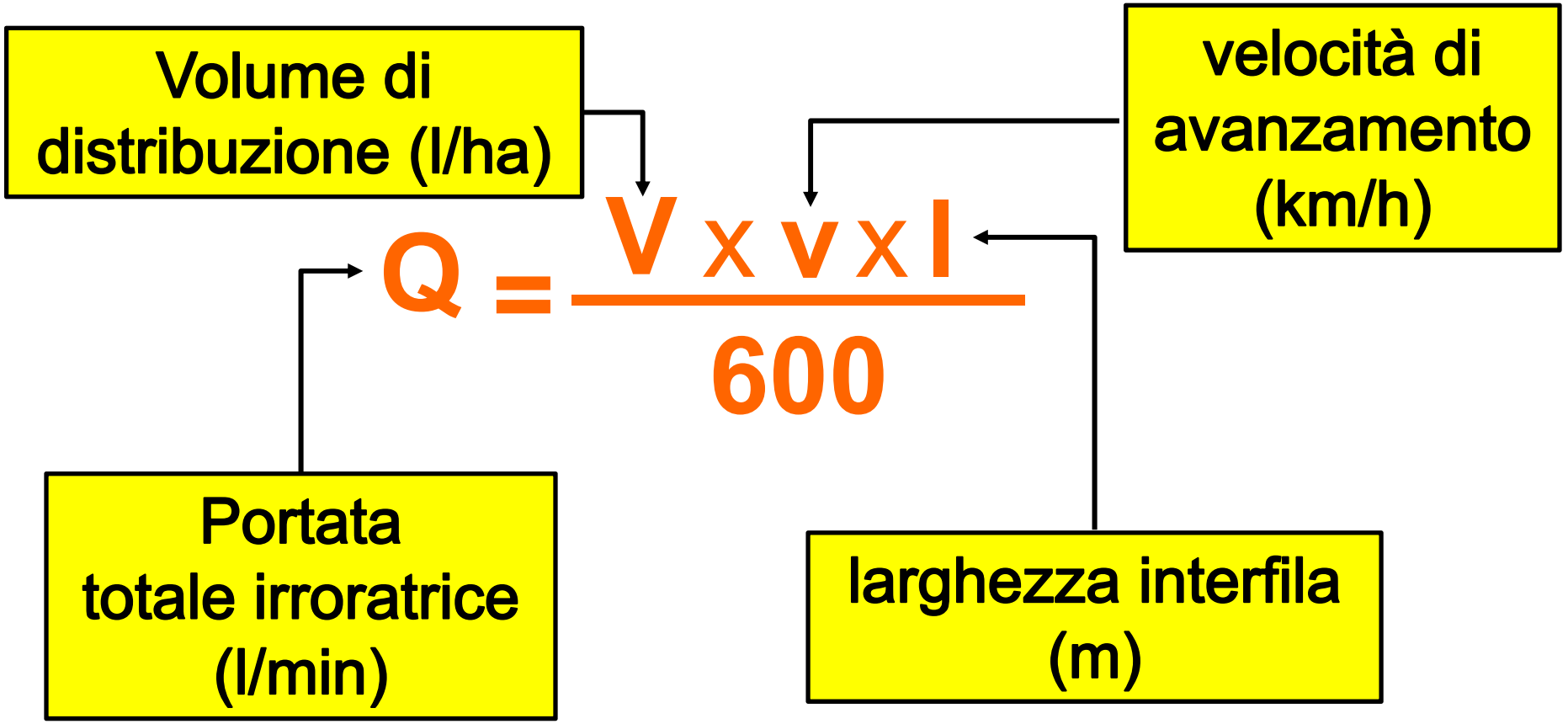
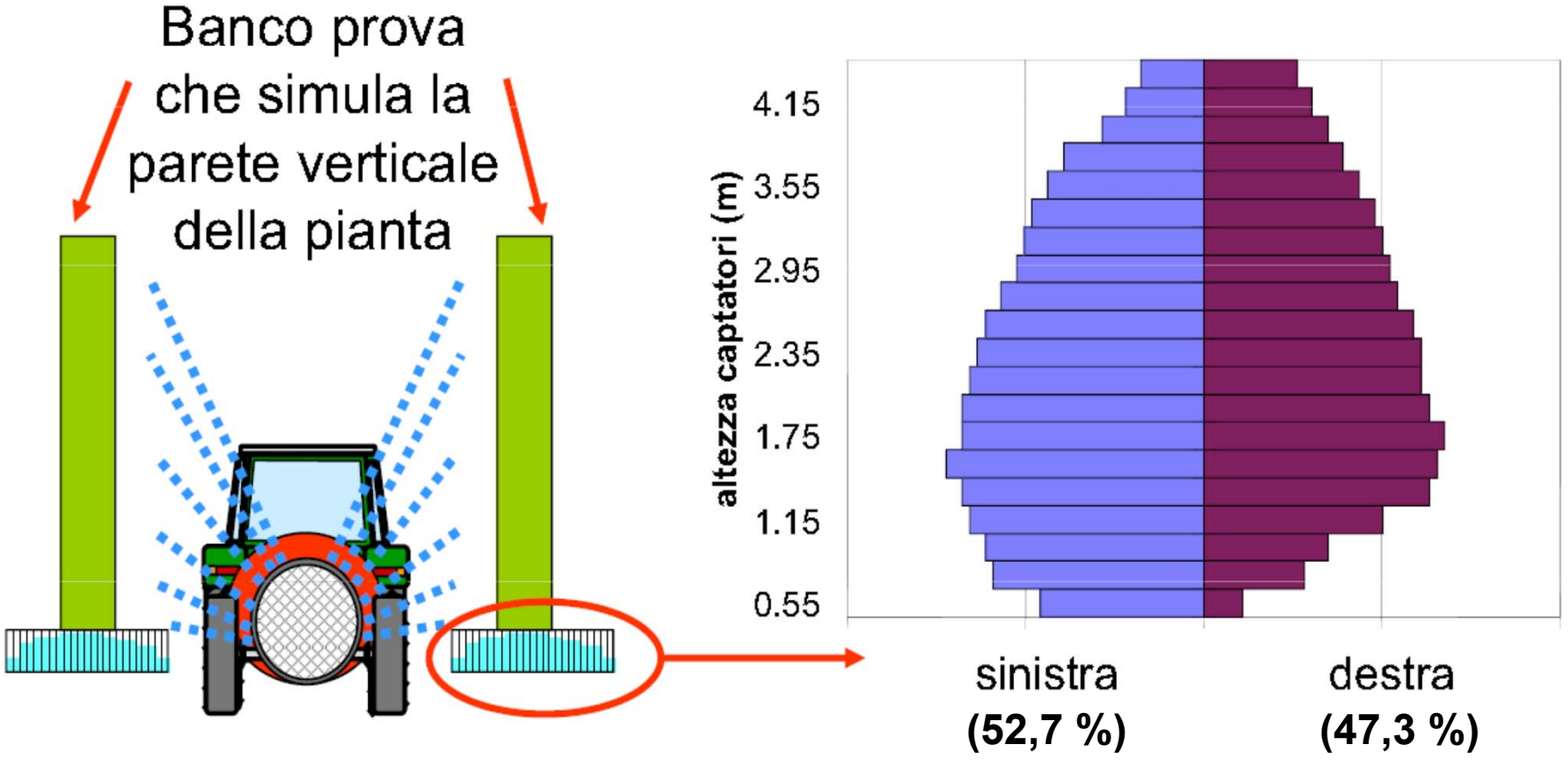


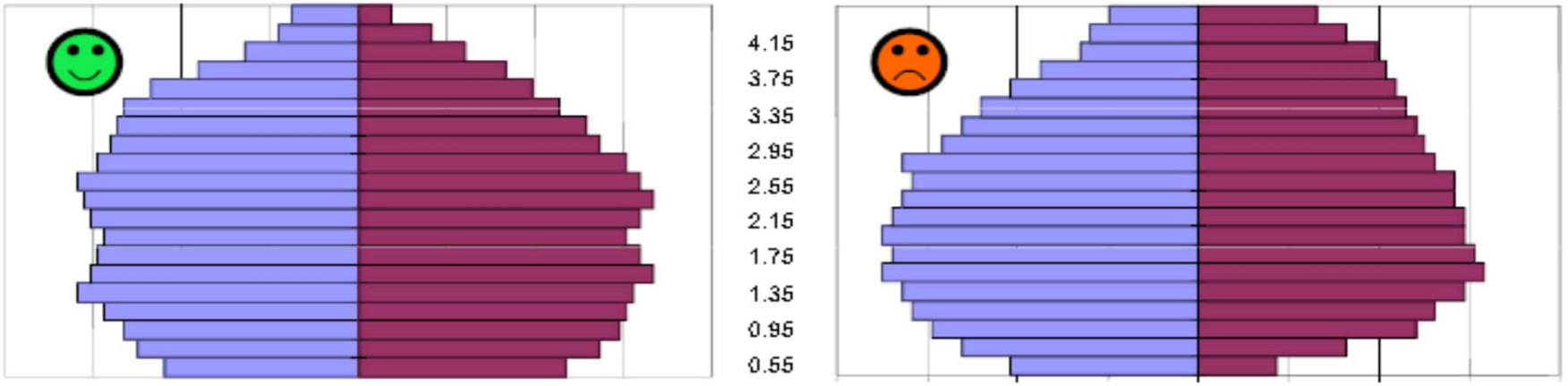
DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE

COME SI DETERMINA



INDICE DI SIMMETRIA

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

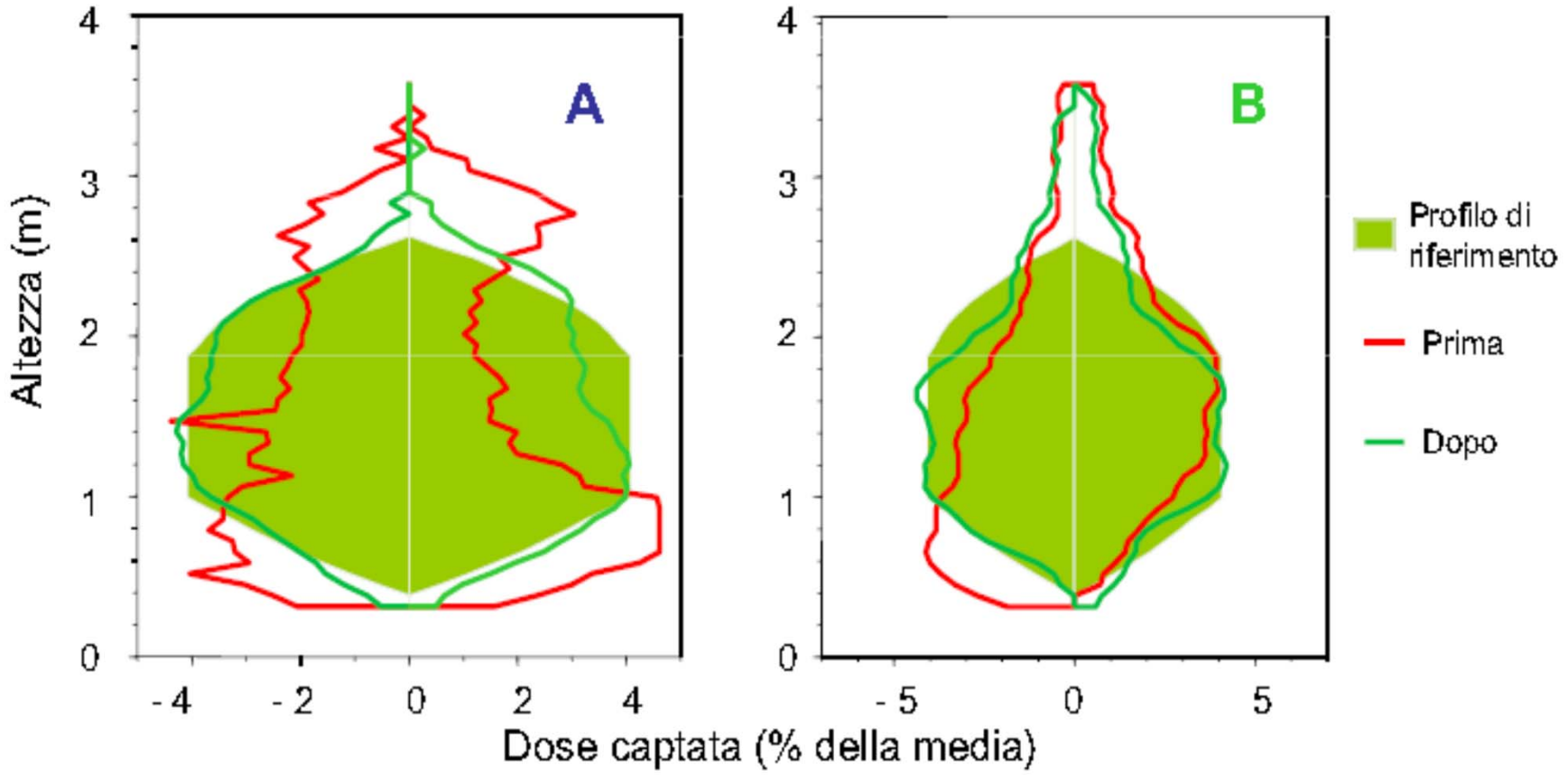


Indice di simmetria = 3.2

Indice di simmetria = 9.2

DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE

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



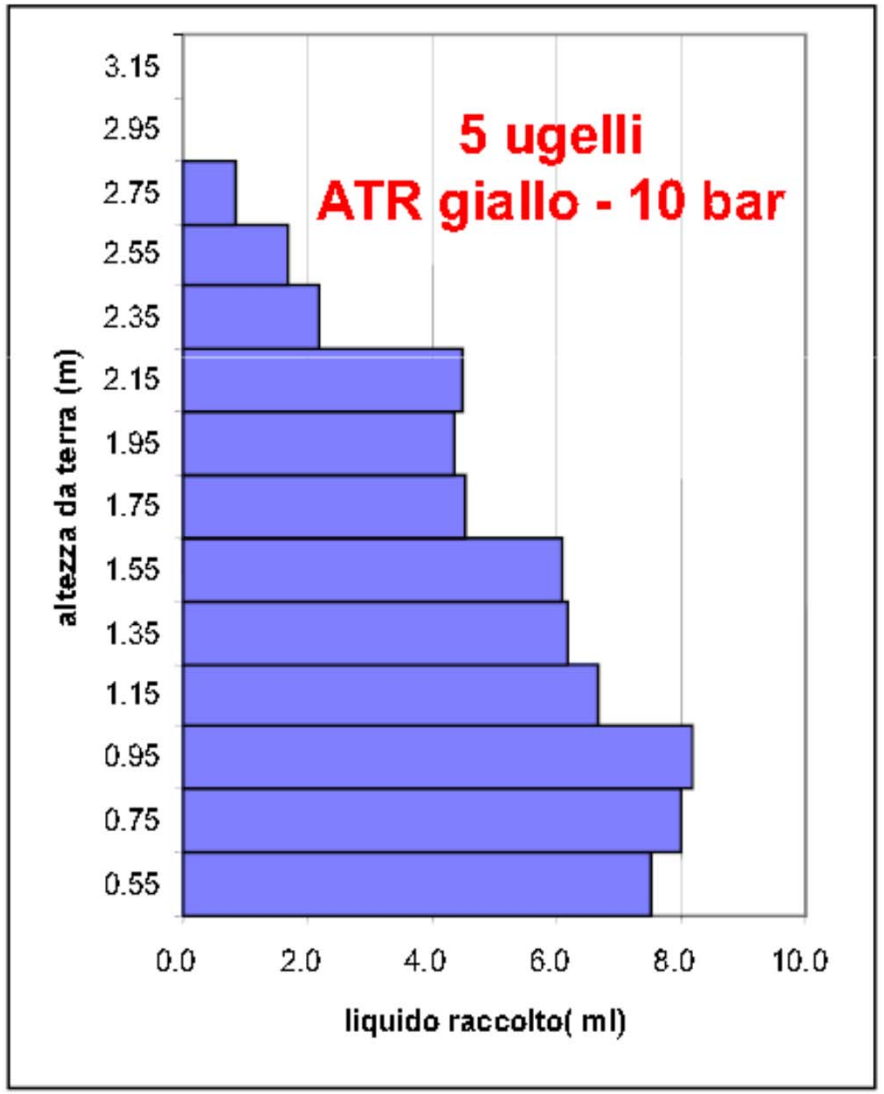
A – distribuzione verticale irregolare indizio di ugelli mal funzionanti o mal direzionati

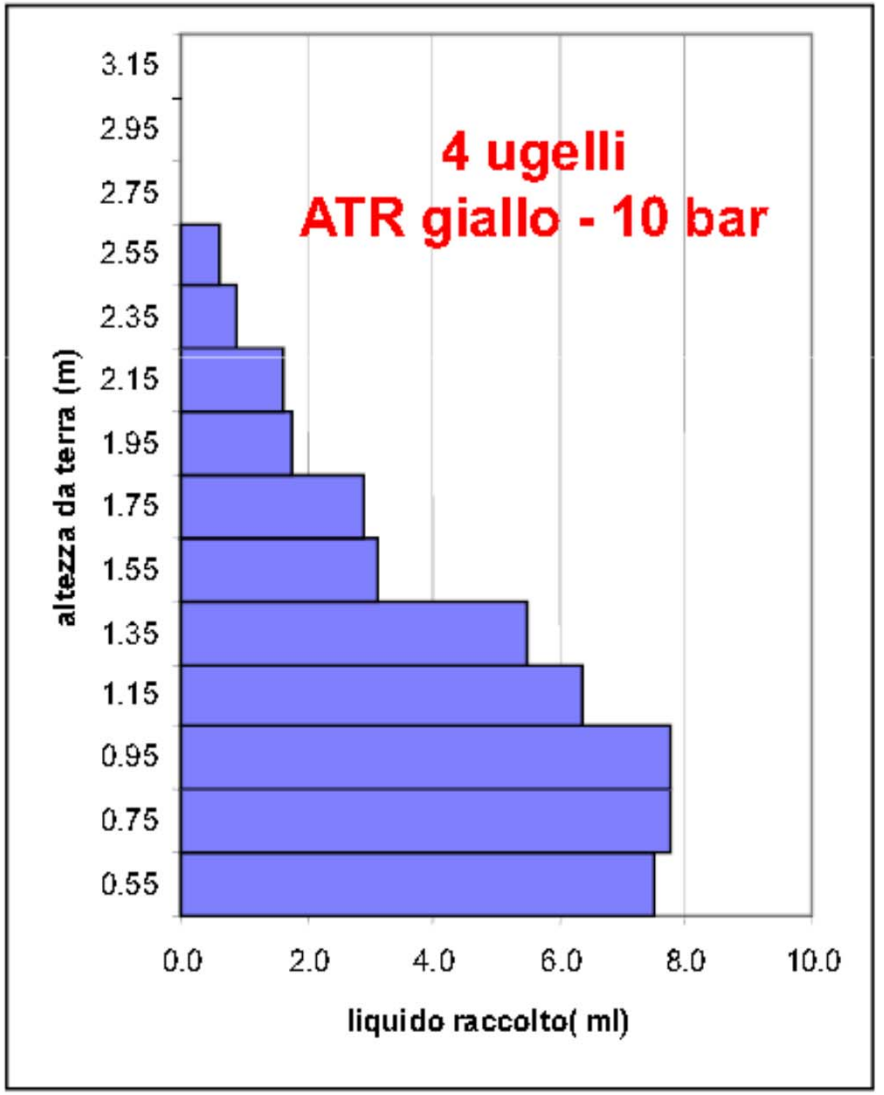
B – distribuzione asimmetrica per cattiva distribuzione dell'aria sui lati della macchina

INTERVENTI SULLA MACCHINA PER ADEGUARE IL DIAGRAMMA ALLA FORMA DELLA PIANTA-TARGET

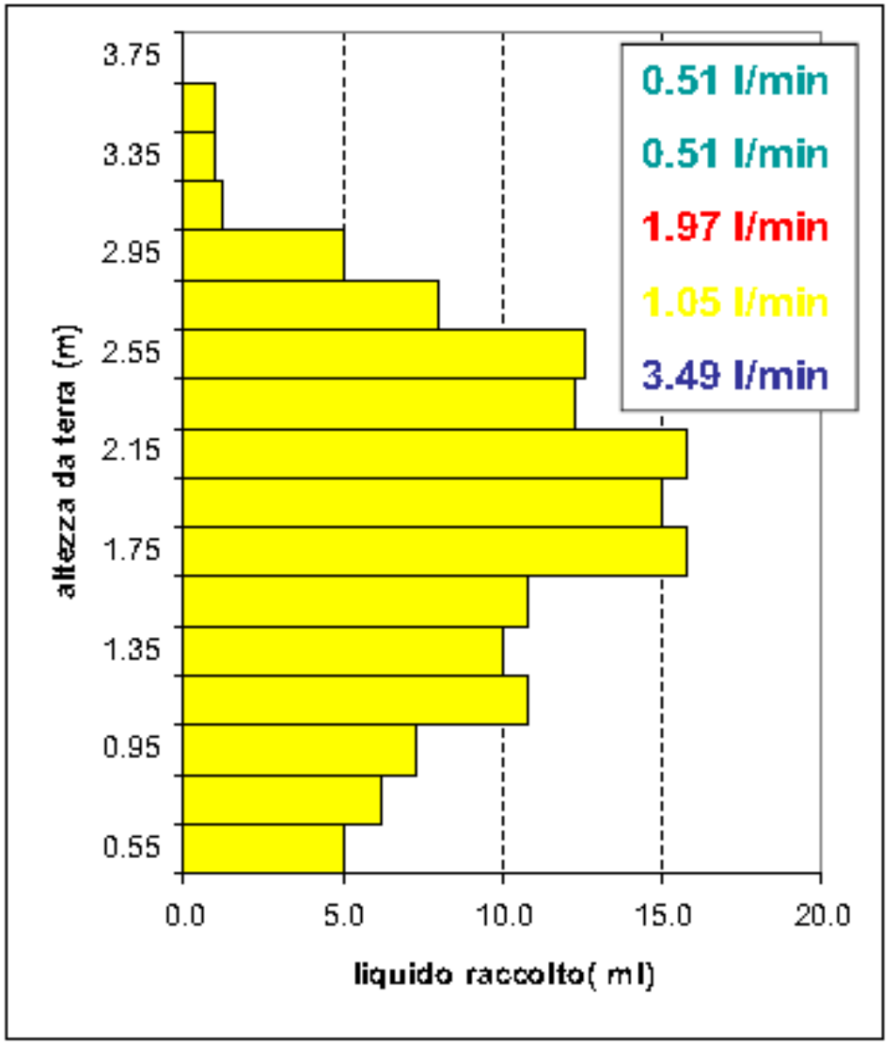
- **APERTURA O CHIUSURA UGELLI**
- **ORIENTAMENTO UGELLI**
  (soprattutto nel caso di macchine pneumatiche e/o a diffusori orientabili)
- **DIMENSIONE UGELLI**
- **ORIENTAMENTO DEFLETTORI**

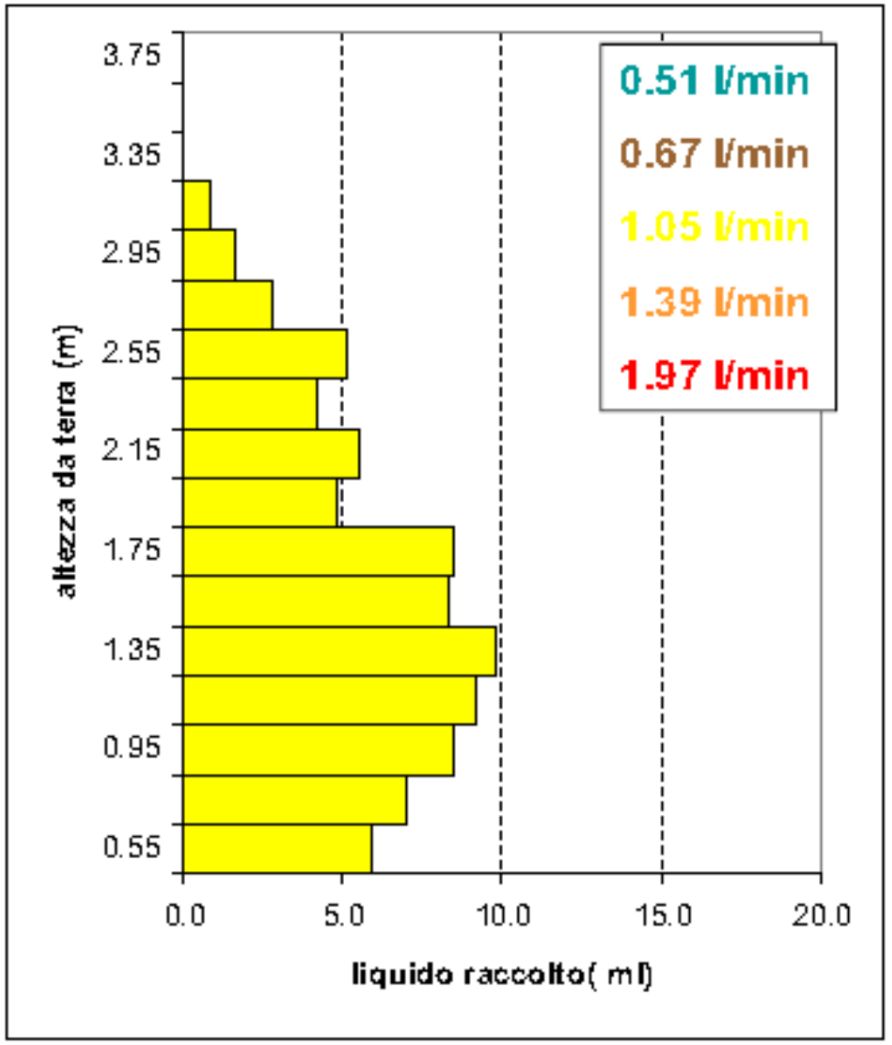
APERTURA / CHIUSURA UGELLI





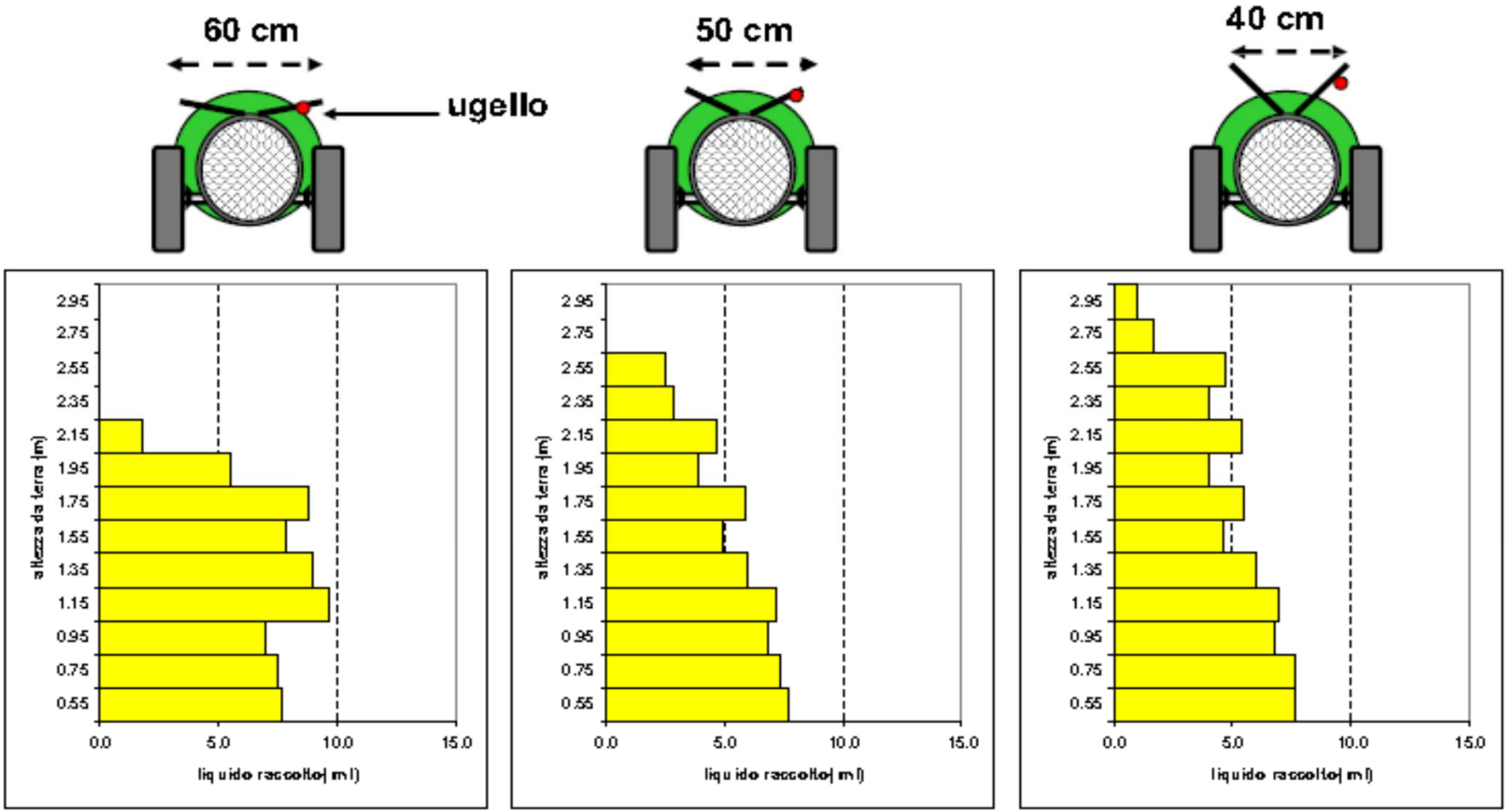
IMPIEGO UGELLI DIVERSI





5 UGELLI ATR – 10 bar

VARIAZIONE INCLINAZIONE ALETTA CON UGELLO



5 UGELLI ATR – 10 bar

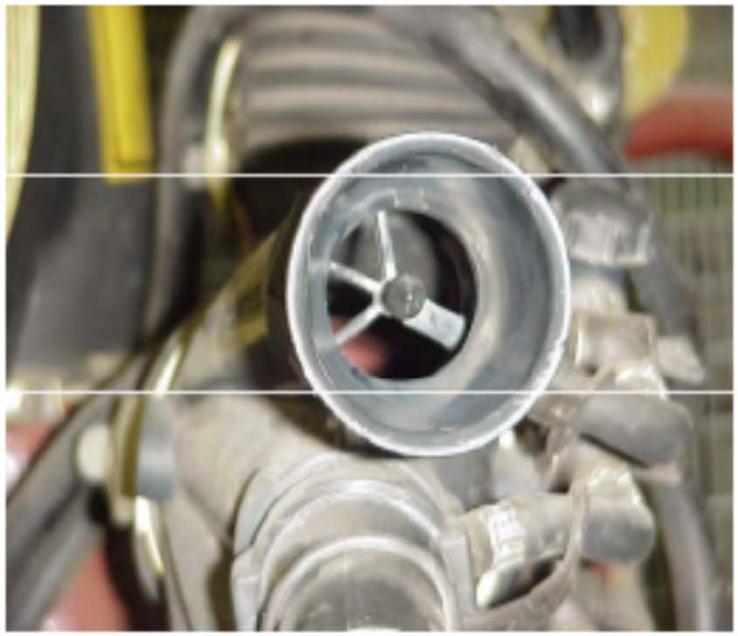
FUNZIONI DELL'ARIA PRODOTTA DAL VENTILATORE

MACCHINE AEROASSISTITE

- **TRASPORTO GOCCE VERSO IL BERSAGLIO**
- **MOVIMENTO DELLA VEGETAZIONE**
- **PENETRAZIONE DELLE GOCCE NELLA VEGETAZIONE**

FUNZIONI DELL'ARIA PRODOTTA DAL VENTILATORE

MACCHINE PNEUMATICHE



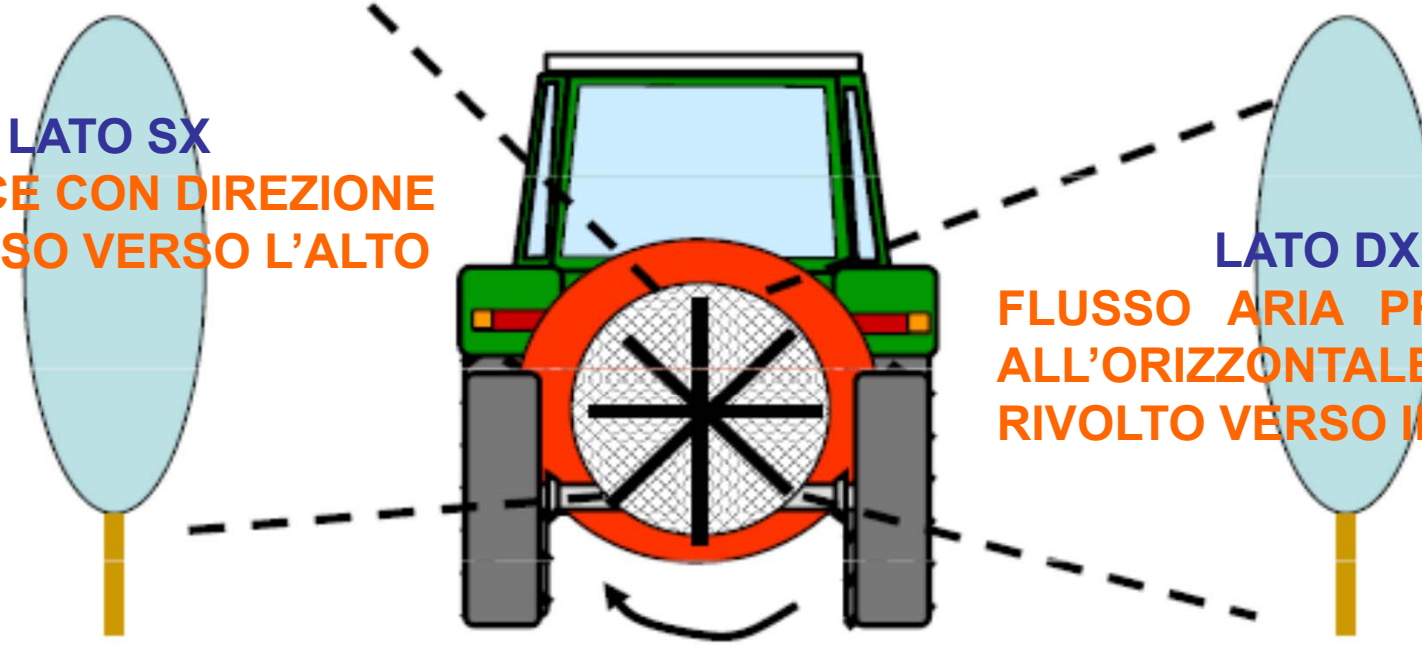
- **FORMAZIONE DELLE GOCCE**
- **TRASPORTO DELLE GOCCE VERSO IL BERSAGLIO**
- **PENETRAZIONE DELLE GOCCE NELLA VEGETAZIONE**

PROBLEMI DEI VENTILATORI ASSIALI

FLUSSO D'ARIA ASIMMETRICO

SI PUÒ RISOLVERE CHIUDENDO L'UGELLO IN ALTO A SX E QUELLO IN BASSO A DX

LATO SX
ARIA ESCE CON DIREZIONE DAL BASSO VERSO L'ALTO



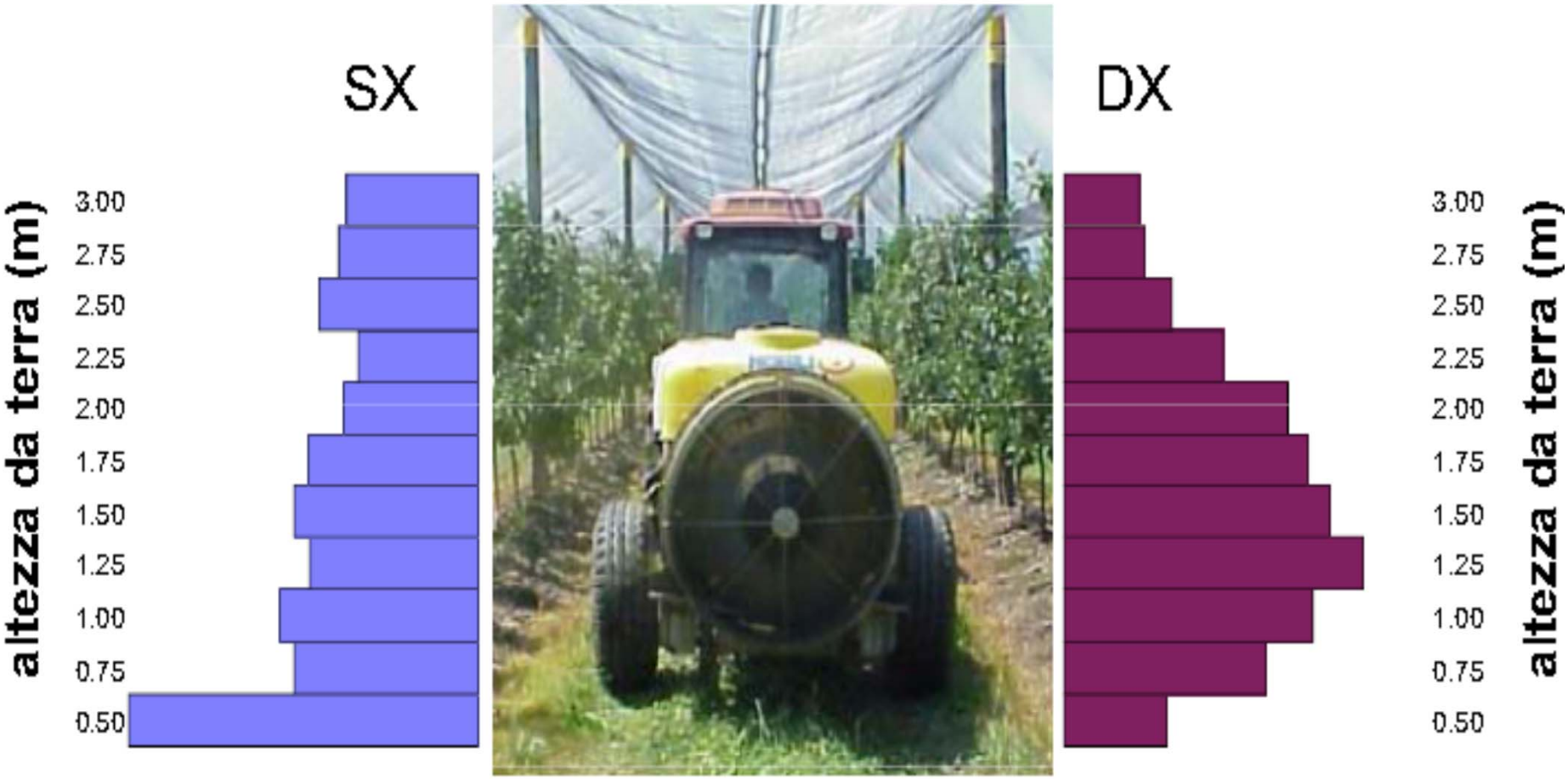
LATO DX
FLUSSO ARIA PROSSIMO ALL'ORIZZONTALE O RIVOLTO VERSO IL BASSO

Senso di rotazione

VENTILATORE ASSIALE CHE GIRA IN SENSO ORARIO

DIAGRAMMA VELOCITÀ DELL'ARIA

FLUSSO D'ARIA ASIMMETRICO



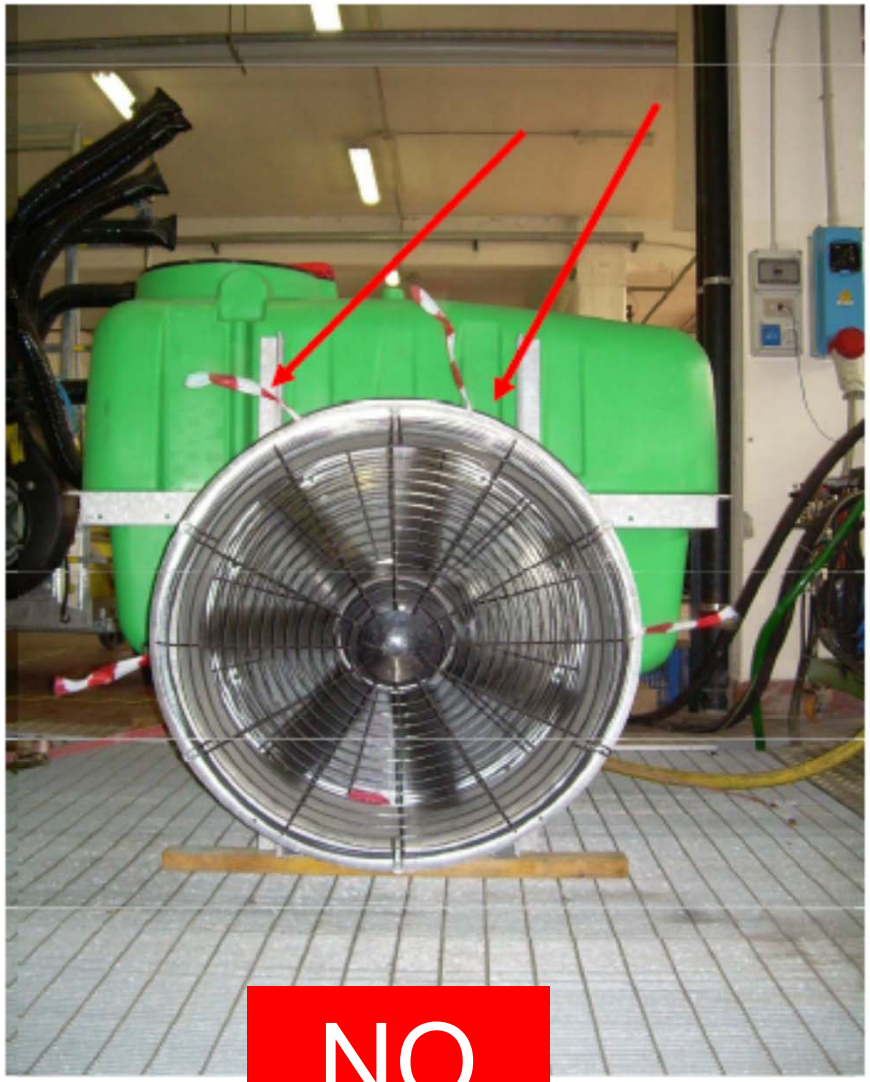
PARAMETRI COSTRUTTIVI
PER OTTIMIZZARE IL FLUSSO D'ARIA

CONTROVENTOLA

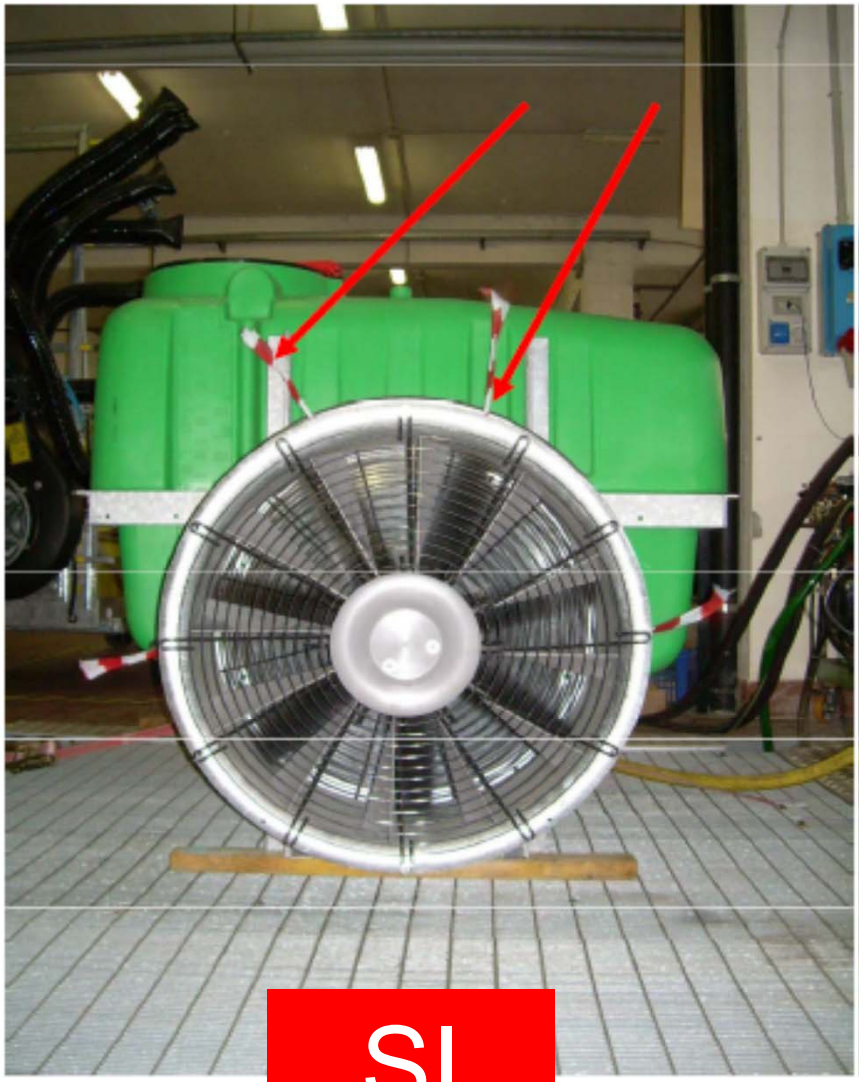
DOPPIA VENTOLA

FLUSSO D'ARIA FACILMENTE REGOLABILE

UTILIZZO DELLA CONTROVENTOLA PER MIGLIORARE LA SIMMETRIA

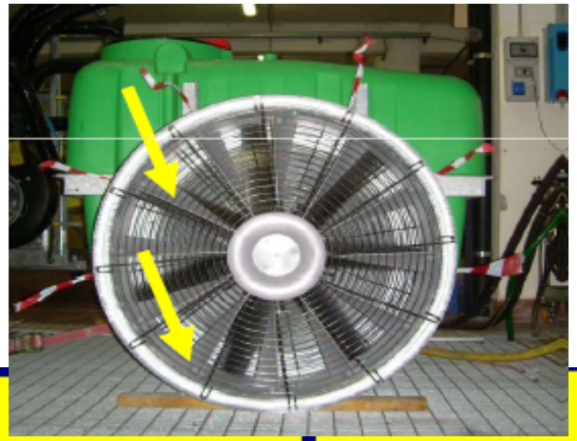


NO



SI

VARIAZIONE DELLA PORTATA D'ARIA IN SEGUITO ALLA PRESENZA DELLA CONTROVENTOLA



600 mm	+4.3%
700 mm	+8.4%
800 mm	+4.4%

RUMOROSITÀ DEI VENTILATORI

- La rumorosità dei ventilatori delle irroratrici è elevata (arriva anche a 123 dB!).

- La rumorosità è strettamente legata alla portata (maggiore portata = maggiore rumorosità) che è a sua volta legata ai rpm.

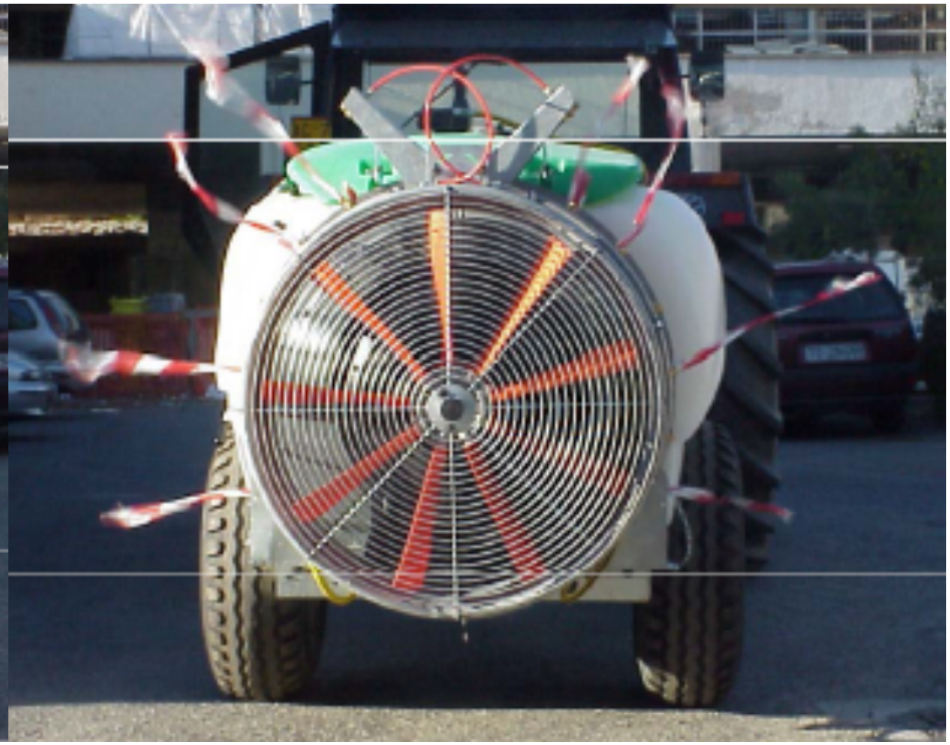
Per ridurre il rumore generato dal ventilatore:

- impiegare ventilatori con diametri elevati utilizzando numero di giri ridotto
- non utilizzare portate elevate quando non servono
- indirizzare l'aria solo dove serve

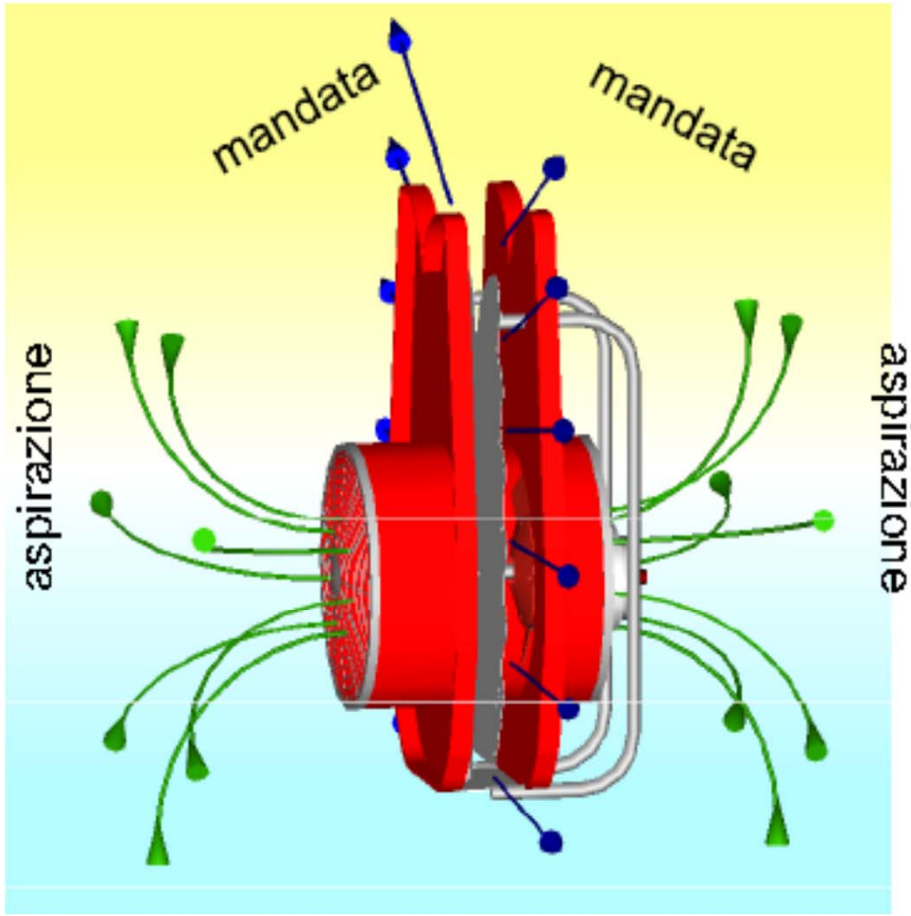
RUMOROSITÀ DEI VENTILATORI

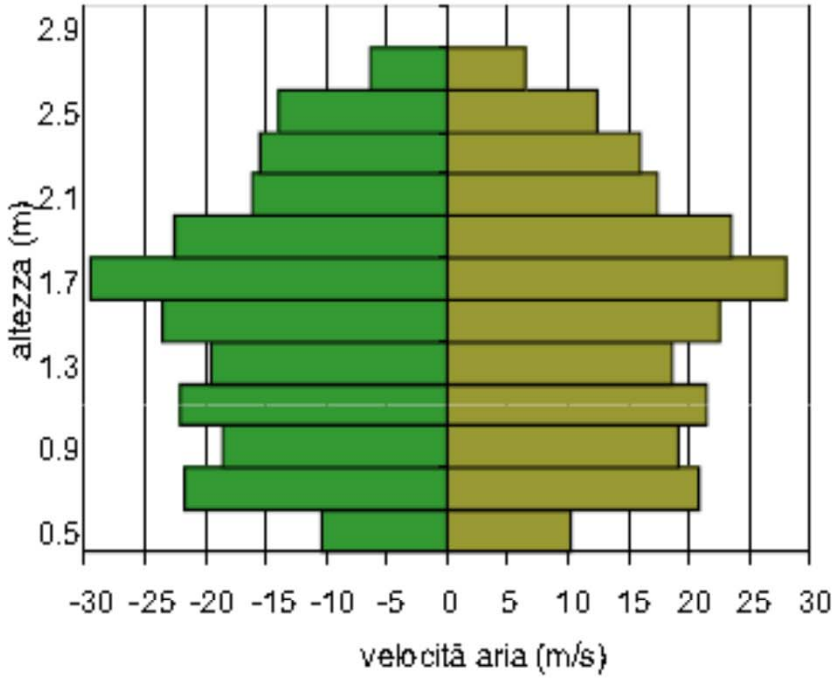
ATTENZIONE

SU VENTILATORI BEN COSTRUITI LA CONTROVENTOLA NON SOLO NON È VANTAGGIOSA MA PUÒ ESSERE DELETERIA E AUMENTARE LA RUMOROSITÀ.



PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO DI UNA DOPPIA VENTOLA





DISTRIBUZIONE DEL FLUSSO D'ARIA OTTENIBILE CON DOPPIA VENTOLA

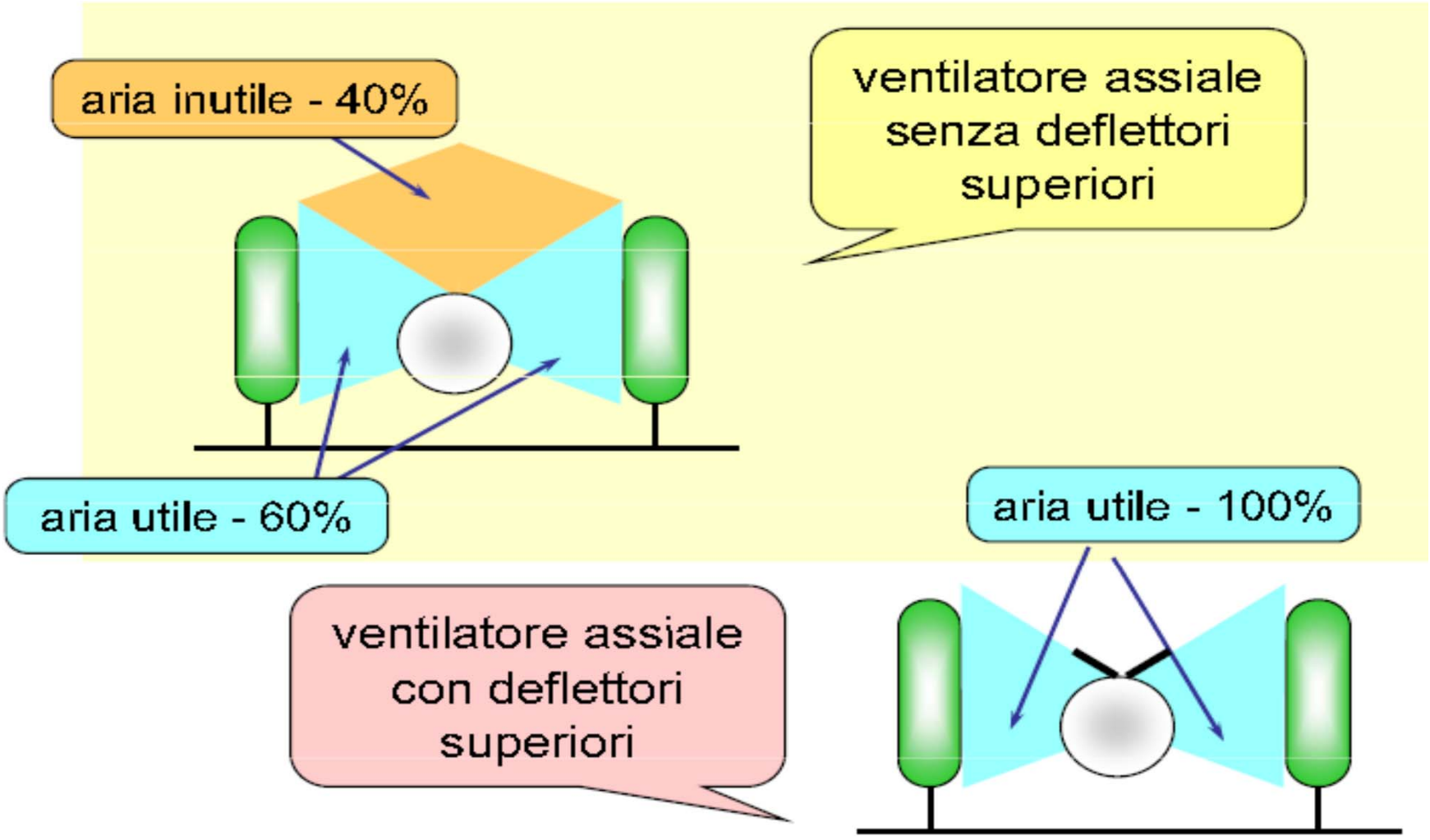
EFFETTI NEGATIVI IMPUTABILI ALL'ARIA

- Trasporto delle gocce oltre il bersaglio (deriva)
- Eccessivo movimento della vegetazione
- Rimozione delle gocce già posizionate sul bersaglio

PARAMETRI LEGATI AL FLUSSO D'ARIA CHE INTERAGISCONO SUL TRASPORTO E SUL DEPOSITO DELLE GOCCE SUL BERSAGLIO

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

PARAMETRI LEGATI AL FLUSSO D'ARIA CHE INTERAGISCONO SUL TRASPORTO E SUL DEPOSITO DELLE GOCCE SUL BERSAGLIO



COME VA REGOLATA L'ARIA?

- Direzionandola il più possibile all'interno della vegetazione
- Modificandola in funzione di :
  - tipologia macchina irroratrice
  - 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 VA REGOLATA L'ARIA?

Vigneto *nelle prime fasi vegetative*

portata aria: 3-6000 m^3/h

velocità avanzamento: 4–6 km/h

Velocità sulla parete: 3-4 m/s

Vigneto *in piena vegetazione*

portata aria: 7-12000 m^3/h

velocità avanzamento: 4-6 km/h

Velocità sulla parete: 6-8 m/s

VERIFICA IN CAMPO DELLA CORRETTA DIREZIONE E VELOCITÀ DELL'ARIA

Fettuccine **SI**

Cartine idrosensibili **SI**

Lungo la vegetazione per verificare la corretta direzione del flusso d'aria

All'interno della vegetazione (doppia pagina di alcune foglie) per verificare la penetrazione

Sul terreno e al di la della vegetazione

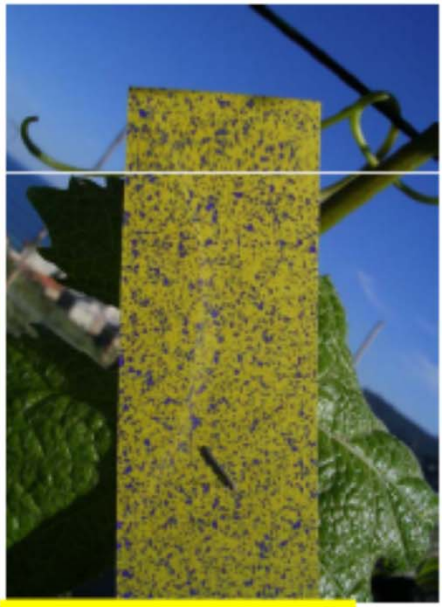
VERIFICA IN CAMPO DELLA CORRETTA DIREZIONE E VELOCITÀ DELL'ARIA

Per una corretta regolazione è necessario operare sui deflettori (quando presenti) fino a quando i nastri (1) sono in linea retta con quelli posti sulla vegetazione (3) facendo attenzione che i nastri di controllo (2) non siano invece interessati dal flusso d'aria

CONSIGLI PER IL POSIZIONAMENTO DELLE CARTINE IDROSENSIBILI SULLA VEGETAZIONE

Copertura eccessiva (dilavamento)

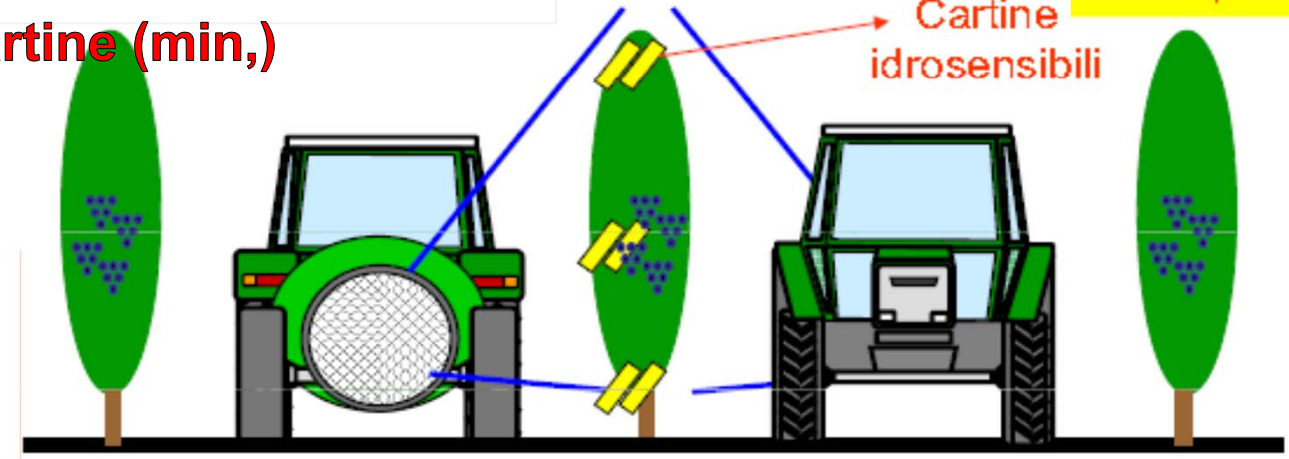
Copertura ridotta e non uniforme



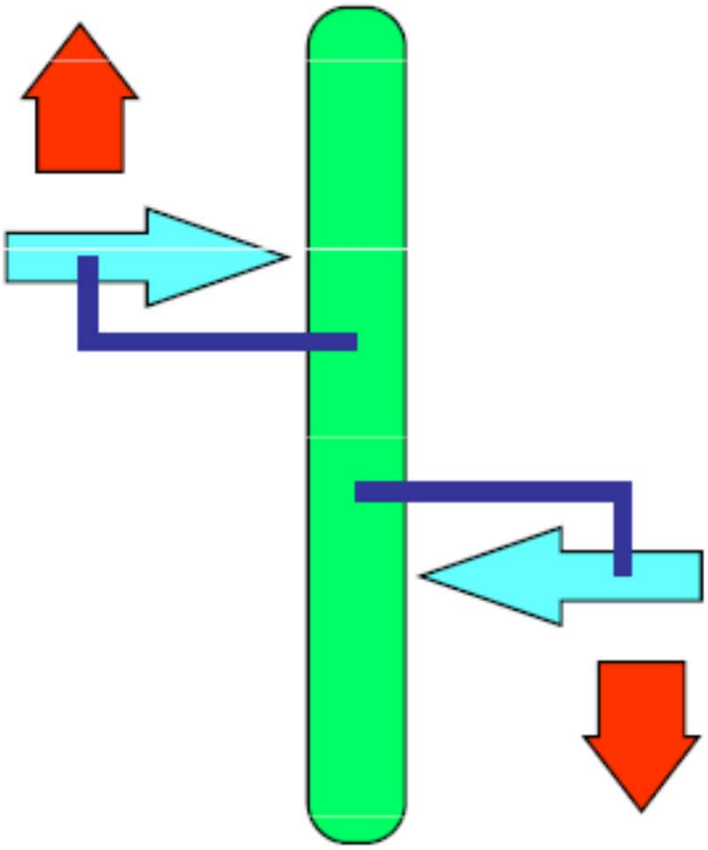
Ottima e uniforme copertura

3 altezze (estremità inf., sup. e centrale)
2 posizioni nel filare (ext. e int.)
2 posizioni sulle foglie (pagina sup. e inf.)
2 punti di campionamento

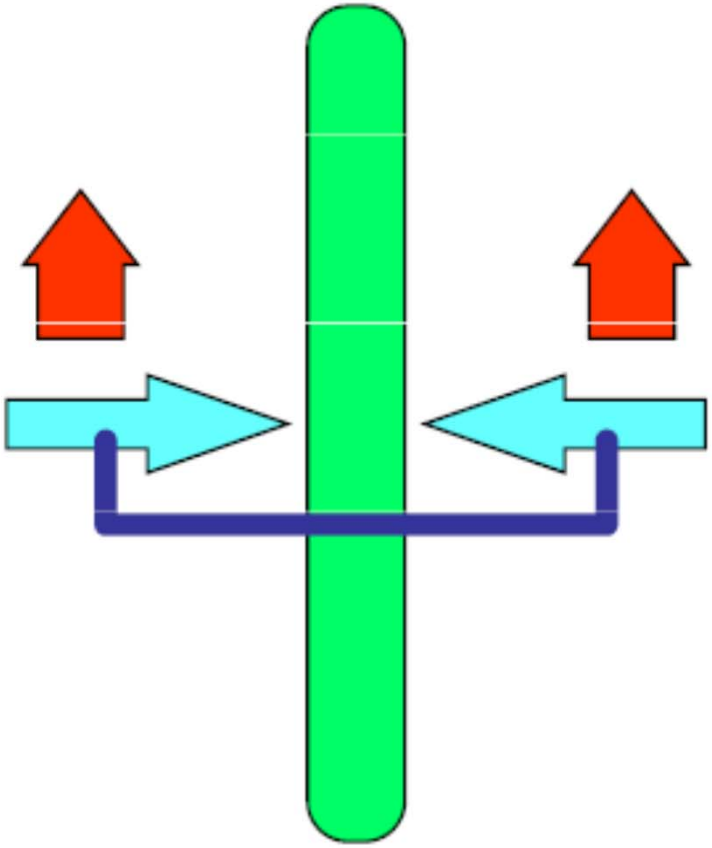
TOTALE 24 cartine (min,)



CONFRONTO TRA DISTRIBUZIONE SIMULTANEA E NON

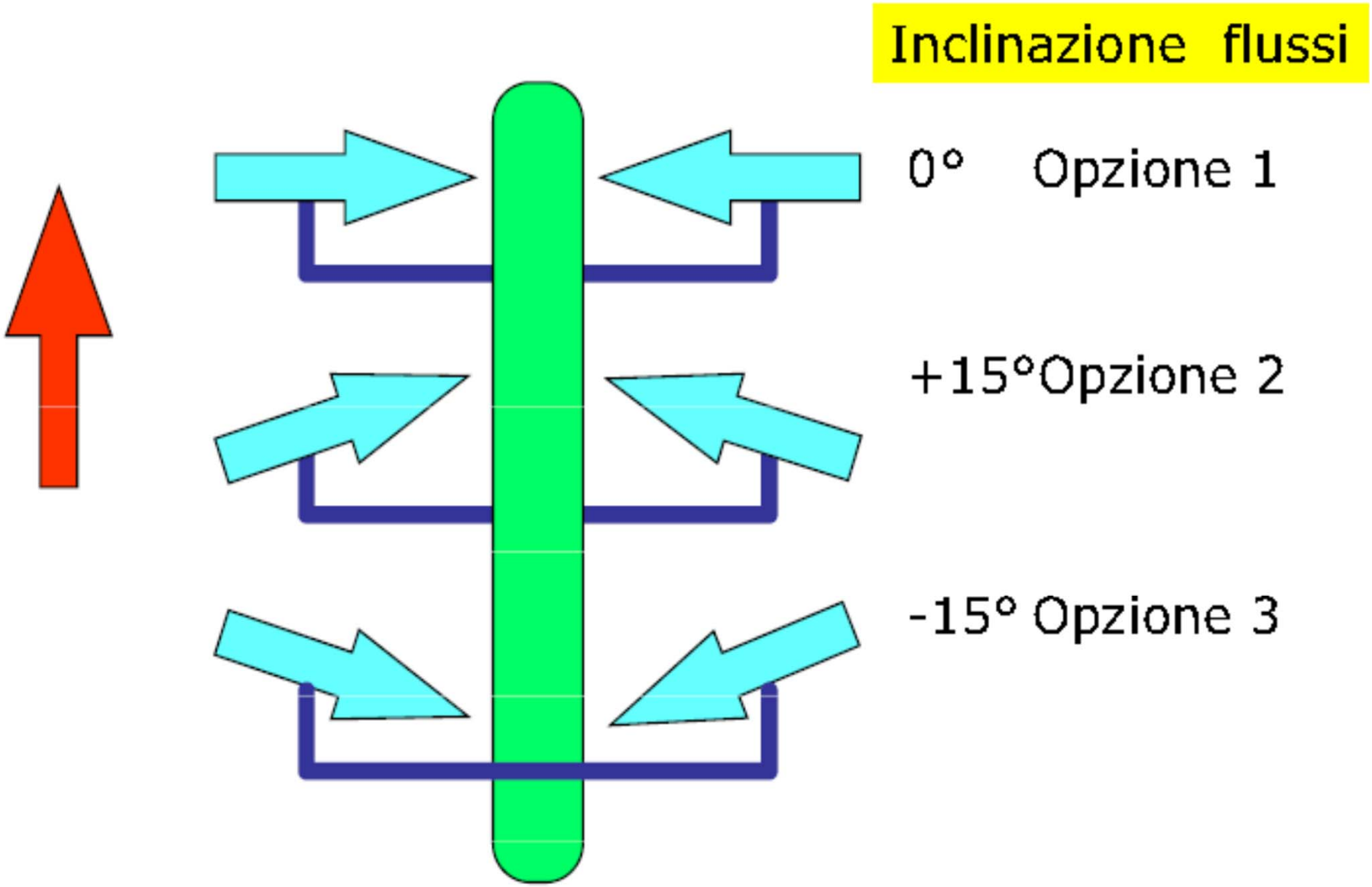


distribuzione non simultanea

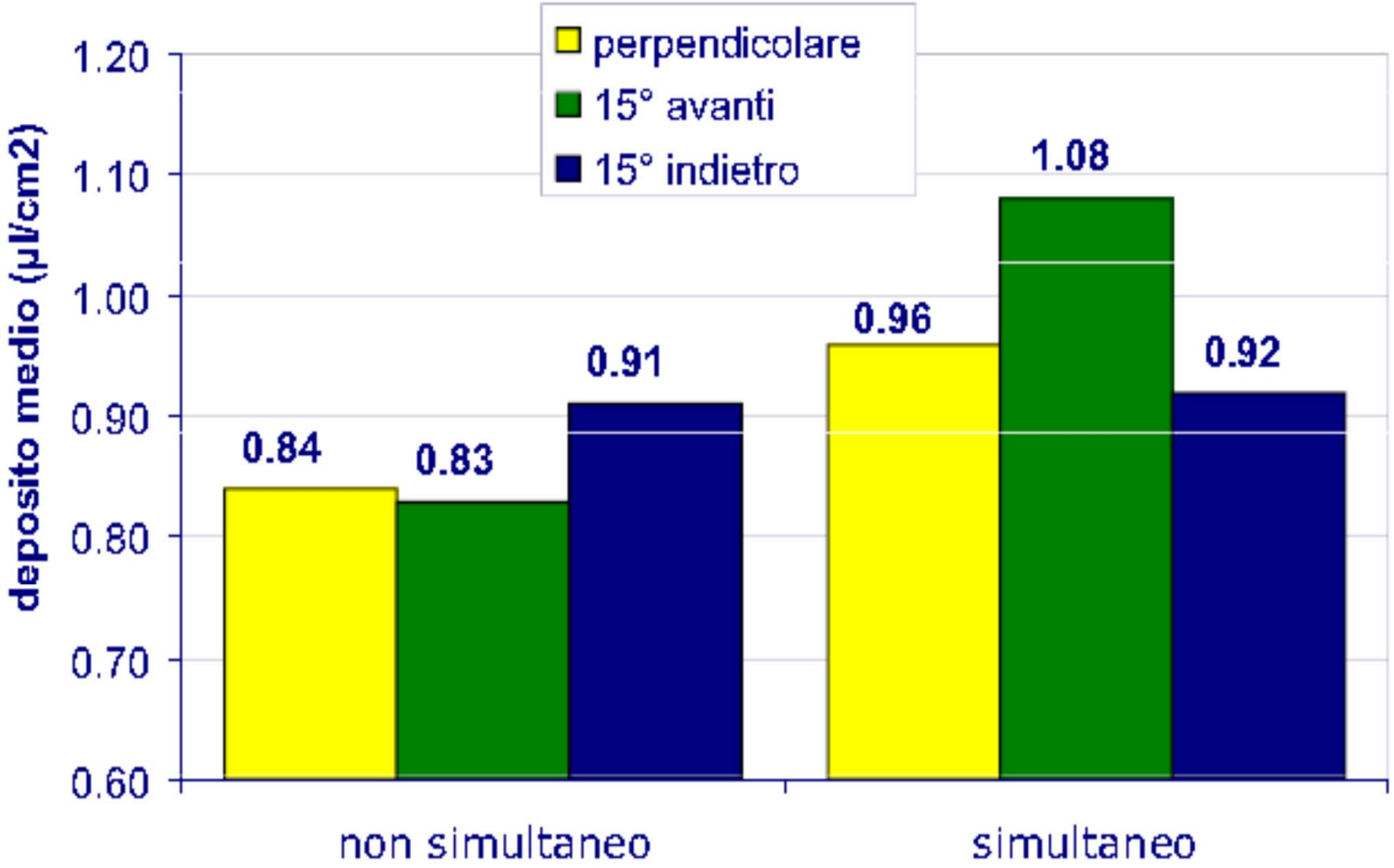


distribuzione simultanea

CONFRONTO TRA DIVERSE INCLINAZIONI DEI FLUSSI



RISULTATI DELLA DISTRIBUZIONE SIMULTANEA E NON FATTA CON DIVERSE INCLINAZIONI DEI FLUSSI



RIEPILOGO SULLA SCELTA DELLA VELOCITÀ DELL'ARIA 1

- il solo parametro della **portata del ventilatore** non fornisce sufficienti indicazioni sul corretto impiego della macchina
- irroratrici caratterizzate da **valori di portata nominale del ventilatore notevolmente differenti** presentano uguali velocità dell'aria in prossimità della vegetazione
- la velocità dell'aria in prossimità della vegetazione varia in **funzione delle condizioni di utilizzo dell'irroratrice**

RIEPILOGO SULLA SCELTA DELLA VELOCITÀ DELL'ARIA 2

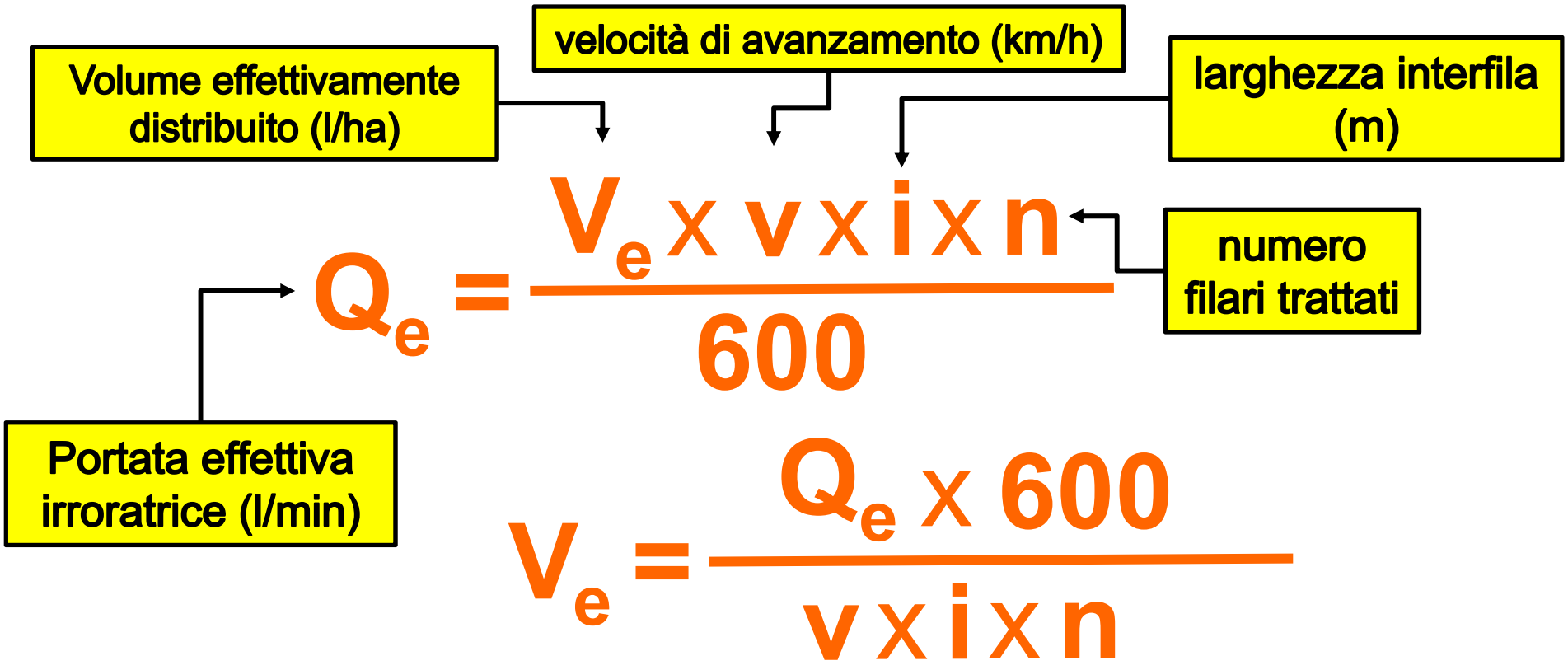
- la quantità d'aria utilizzata durante la distribuzione dei prodotti fitosanitari deve essere **modificata in funzione delle condizioni operative**

- le **portate d'aria generalmente impiegate sono considerevolmente superiori a quelle ottimali**!

OCCORRE PERTANTO SENSIBILIZZARE IN TAL SENSO GLI AGRICOLTORI

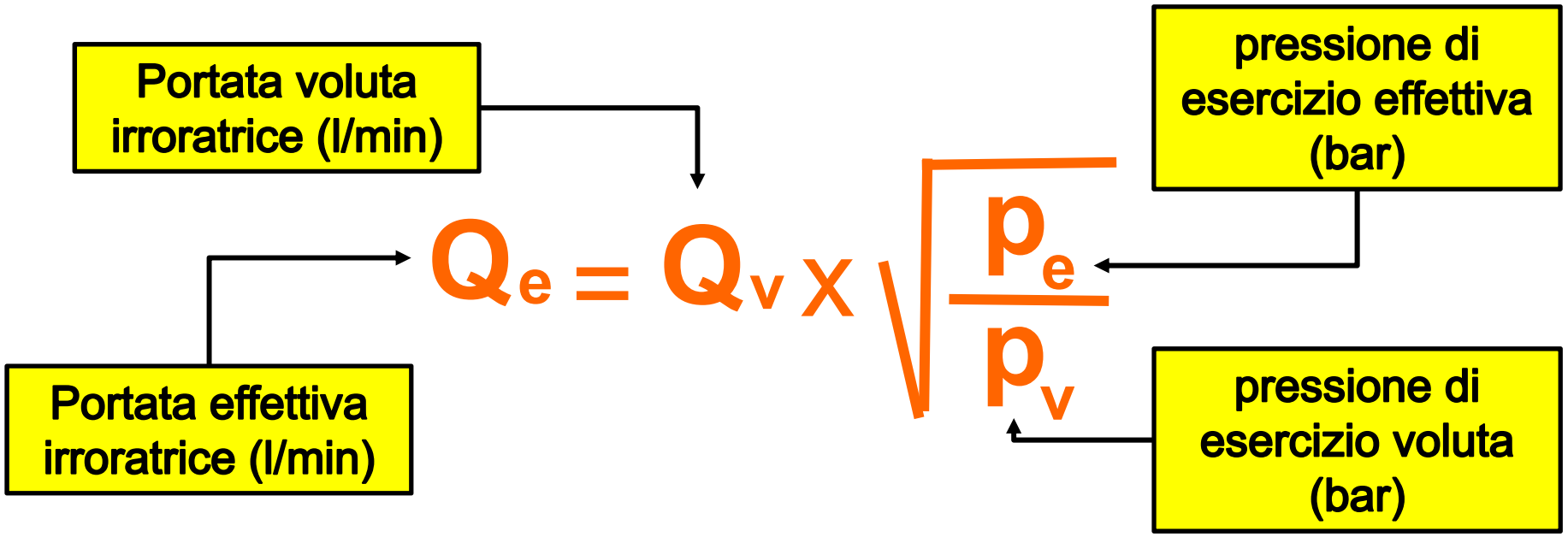
VERIFICA VOLUME DISTRIBUITO

Occorre verificare che le regolazioni siano ben fatte. Determiniamo quindi la **portata effettiva della irroratrice** sommando tutte le portate erogate dai singoli ugelli (ovviamente quelli **aperti**).



VERIFICA VOLUME DISTRIBUITO

Il **V_e calcolato** potrà essere minore o maggiore di quello da distribuire.
Per avere un **volume di distribuzione** uguale a quello previsto si deve agire sulla pressione di esercizio fino a quando $Q_e = Q_v$.



Se agendo sulla pressione si va oltre i 15 bar (2 bar per le irroratrici pneumatiche) allora occorre sostituire gli ugelli con altri di portate adeguate.