

Agrofarmaci

~~PESTICIDI NEI VIGNETI:~~

RISCHI PER LA SALUTE & NUOVE TECNOLOGIE PER I TRATTAMENTI

Cristiano Baldoin

Dip. Territorio e Sistemi Agro-forestali

Università di Padova

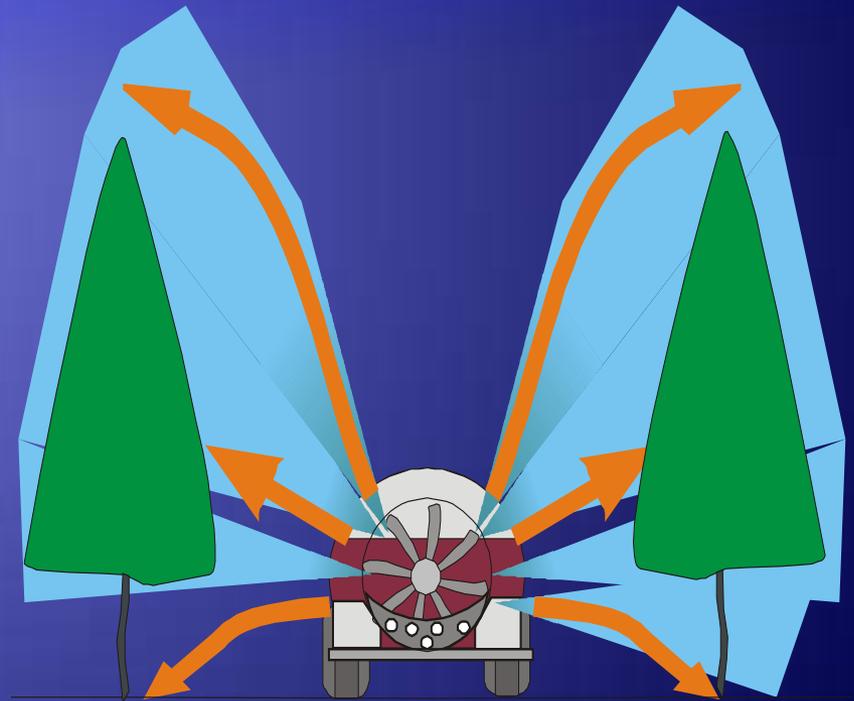
7 ottobre 2010

Perché la distribuzione degli agrofarmaci è un problema?

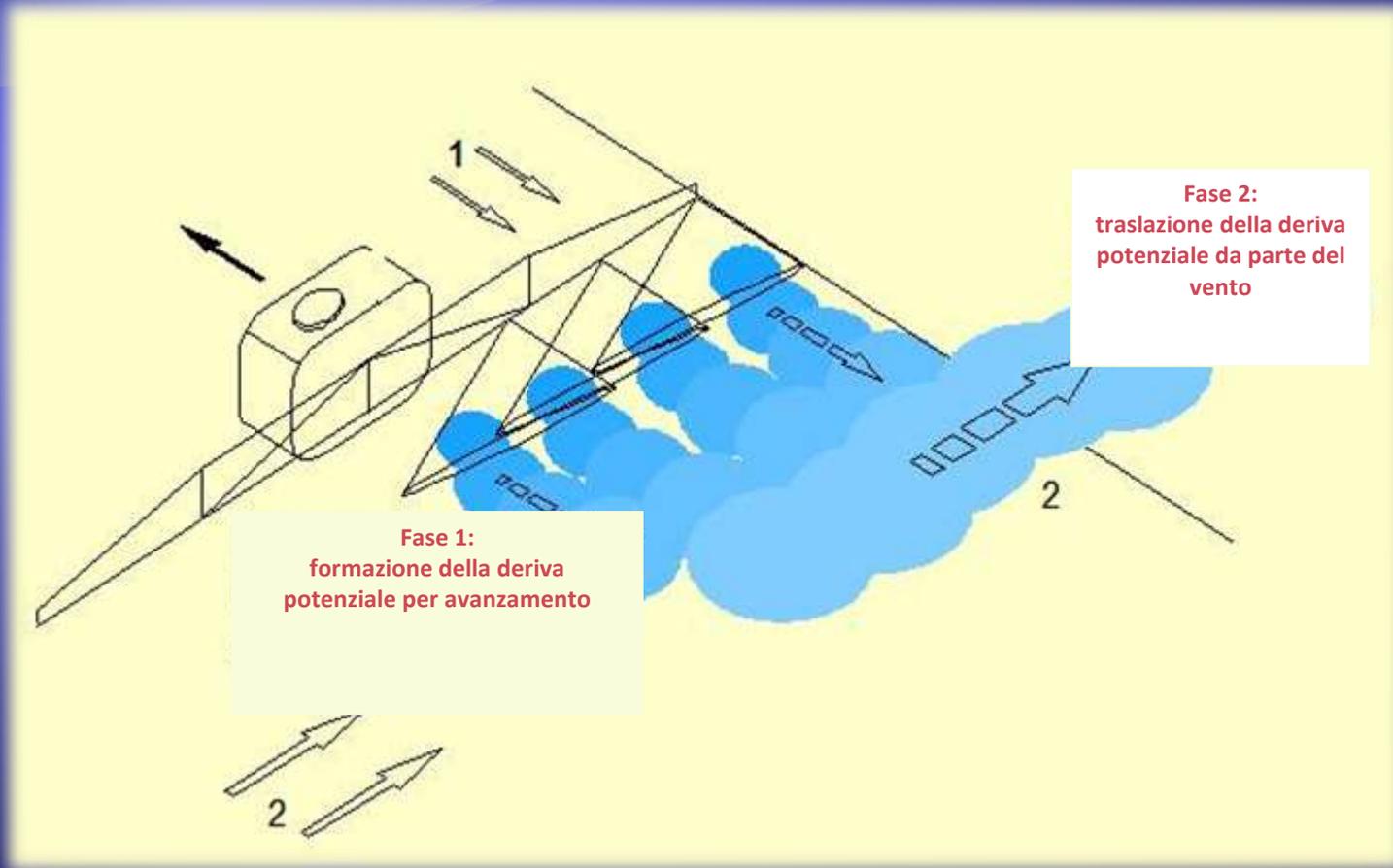
- ◆ La maggior parte della difesa fitosanitaria viene oggi fatta utilizzando fitofarmaci commerciali diluiti in acqua
- ◆ Il consumo annuo di prodotti fitosanitari in Italia ammonta a circa **105.000 t**
- ◆ **Notevoli quantità di sostanze tossiche vengono disperse nell'ambiente**

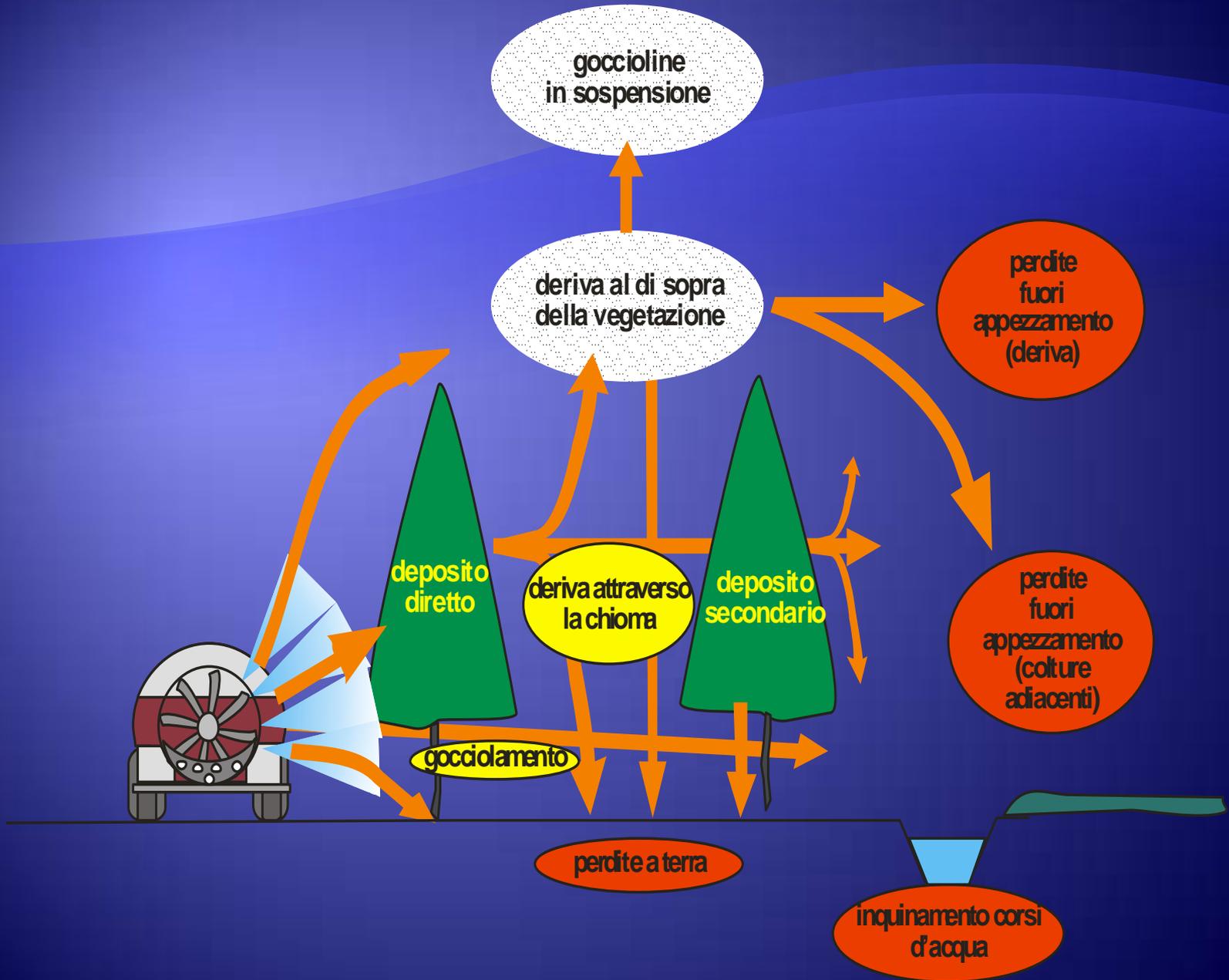
Come si genera la deriva?

- Irrorazione “dal basso”:
parte dello spray,
trasportato dalla
corrente d’aria generata
dall’irroratrice,
oltrepassa la coltura e
viene dispersa
nell’ambiente
- La quota di miscela che
non viene intercettata
dalla coltura viene detta
“deriva”



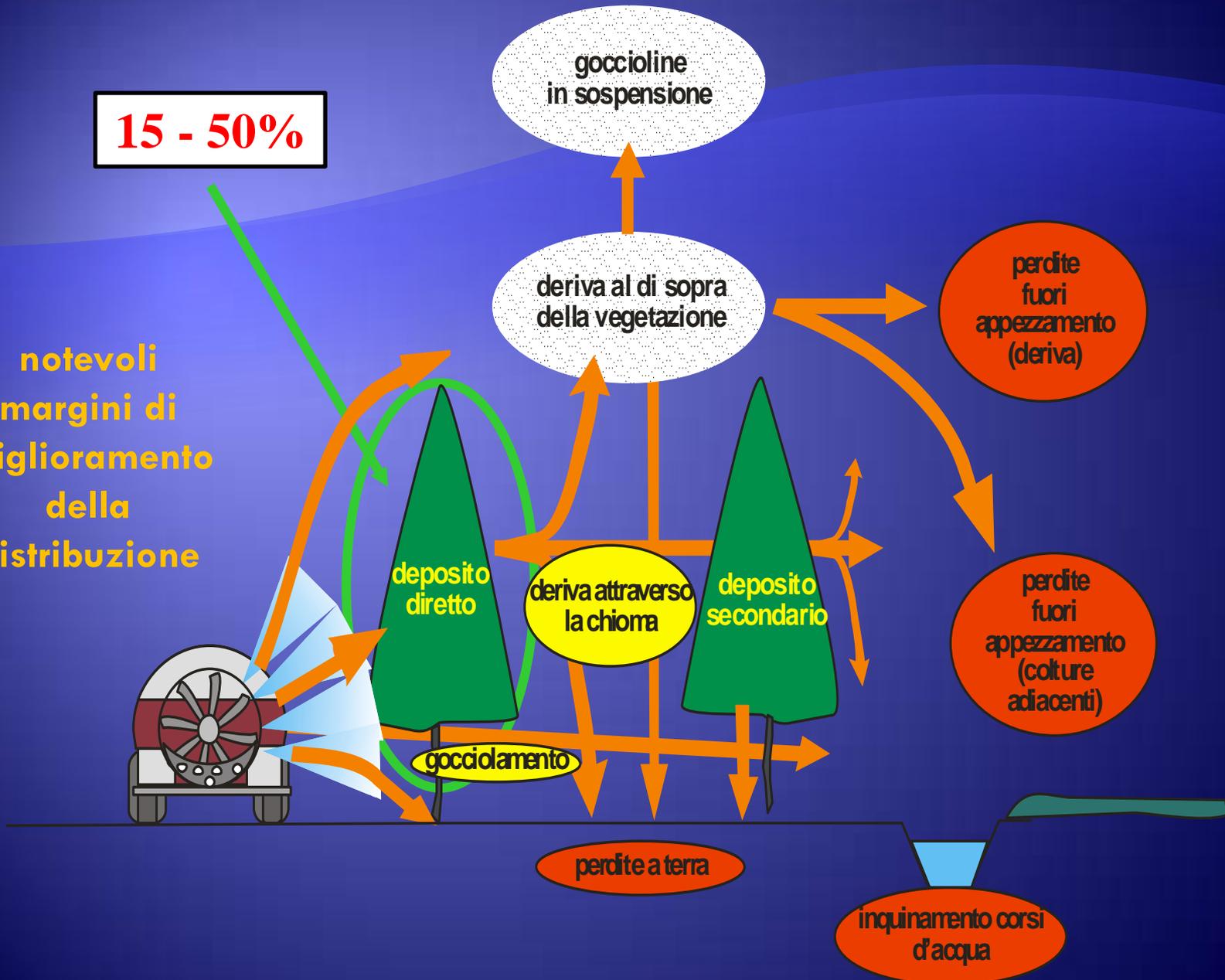
Come si genera la deriva?

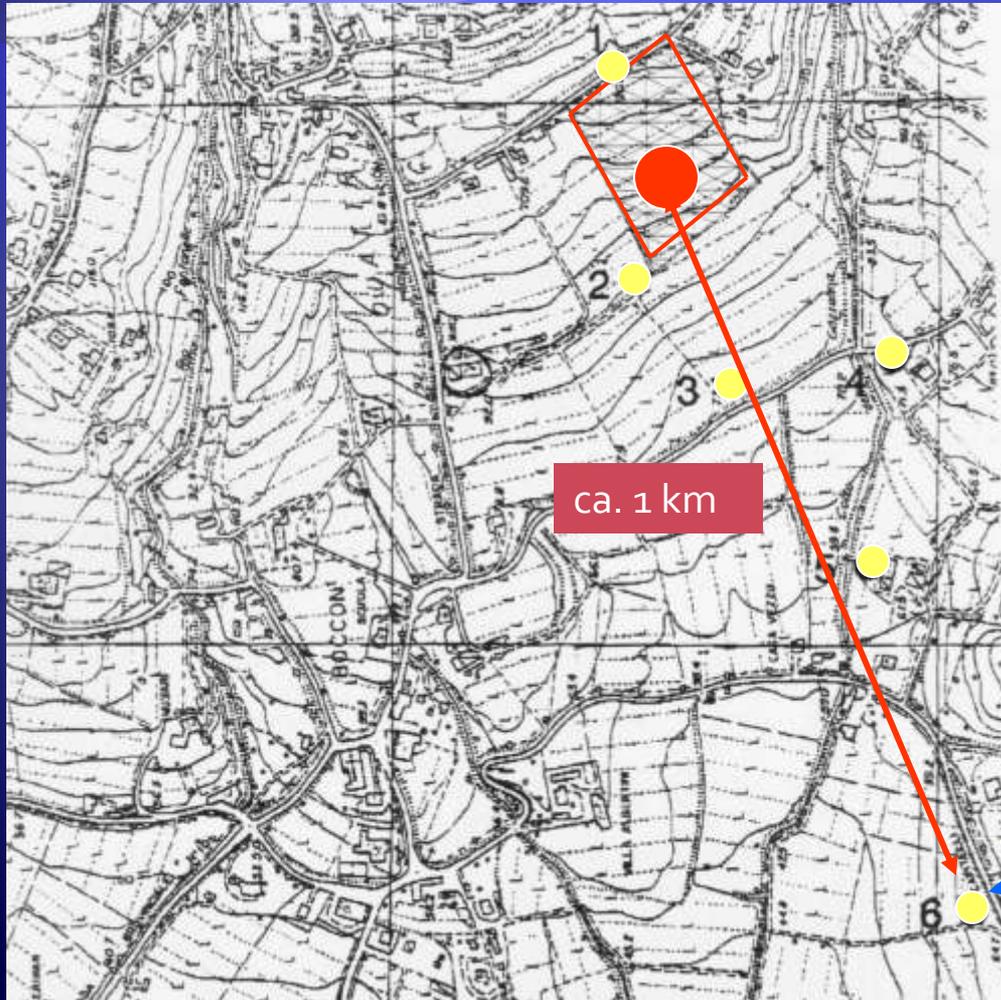




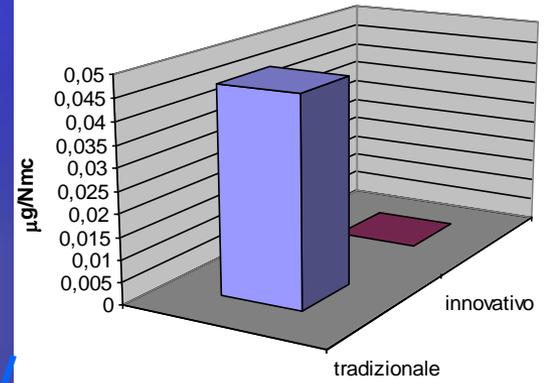
15 - 50%

**notevoli
marginii di
miglioramento
della
distribuzione**

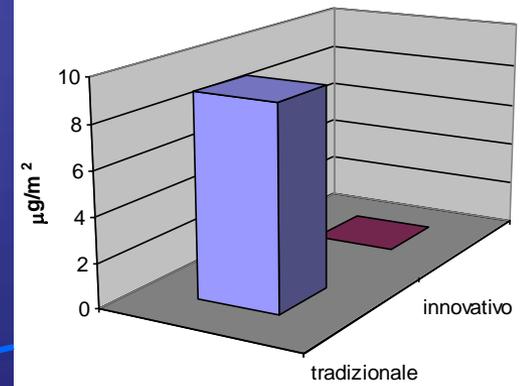




dispersione in aria



ricaduta a terra

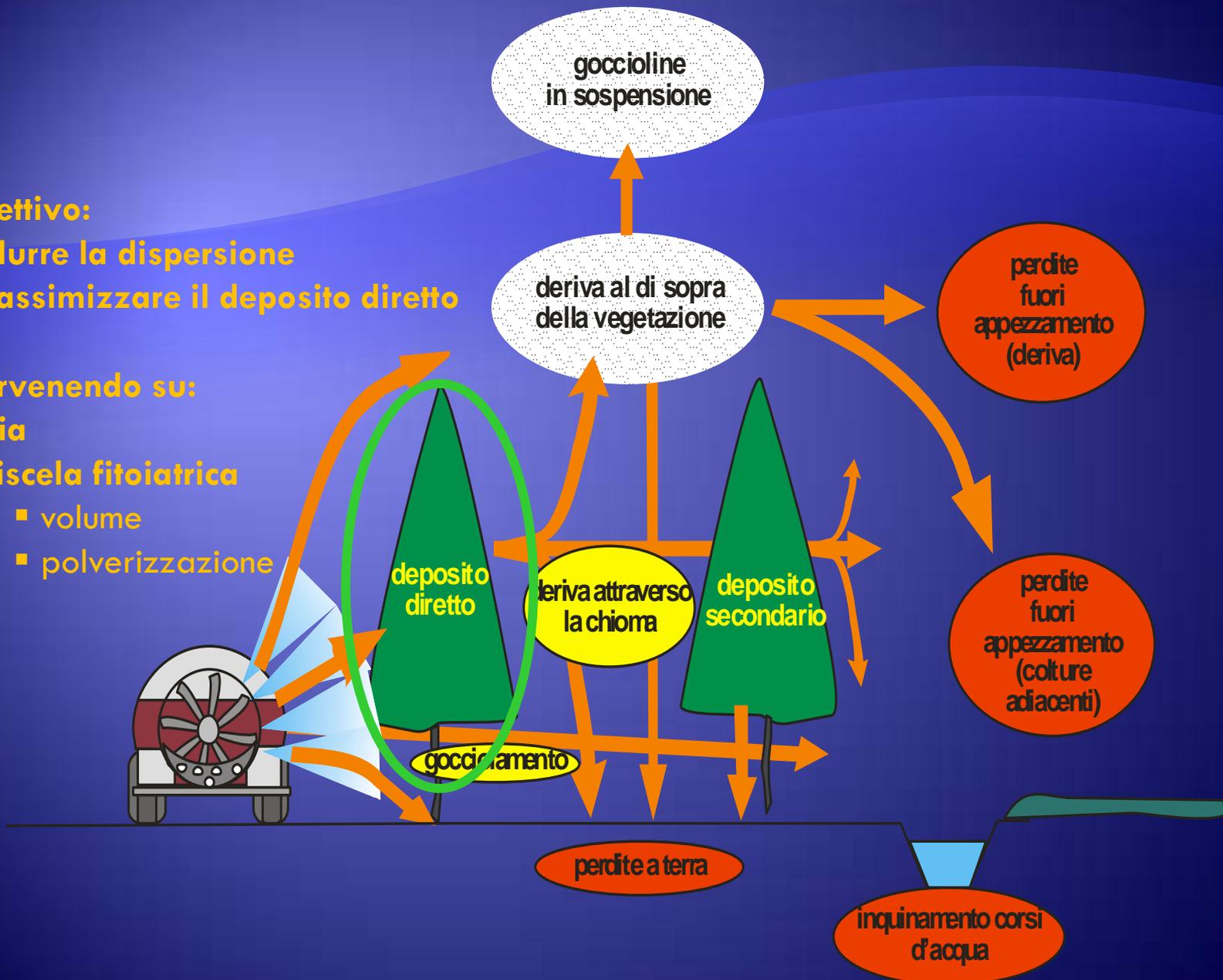


Obiettivo:

- ridurre la dispersione
- massimizzare il deposito diretto

Intervenendo su:

- aria
 - volume
 - polverizzazione

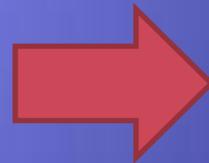


CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE IRRORATRICI

principali elementi coinvolti nella genesi della deriva

Tipi di inquinamento

- ◆ Puntiforme
 - ◆ Trasporto
 - ◆ Stoccaggio
 - ◆ Preparazione miscela
 - ◆ Distribuzione
 - ◆ Lavaggio irroratrice
- ◆ Diffuso
 - ◆ Deriva
 - ◆ Ruscellamento



**Direttive Europee
2009/128/CE
sull'uso sostenibile
dei prodotti
fitosanitari**

**2009/127/CE
modifica la direttiva
2006/42/CE (Direttiva
macchine)**

Inquinamento puntiforme

- ▶ Trasporto
 - ▶ Stoccaggio
 - ▶ Preparazione miscela
 - ▶ Distribuzione
 - ▶ Lavaggio irroratrice
-
- ▶ Si stima che circa il 50% della contaminazione delle acque superficiali è dovuta ad una non corretta gestione dei prodotti reflui del trattamento
 - ▶ Partendo da una dose di principio attivo di 2.5 kg/ha, in media 7 grammi di p.a. finiscono nelle acque di falda
 - ▶ circa il 30% di tale quantitativo proviene dal lavaggio delle irroratrici
 - ▶ Tutto ciò dipende fatto che l'area adibita a questa operazione è, generalmente, sempre la stessa e ha una superficie limitata (10-20 m²)
 - ▶ È possibile ridurre l'inquinamento puntiforme in modo abbastanza semplice (Buone Pratiche Agricole)

Inquinamento puntiforme

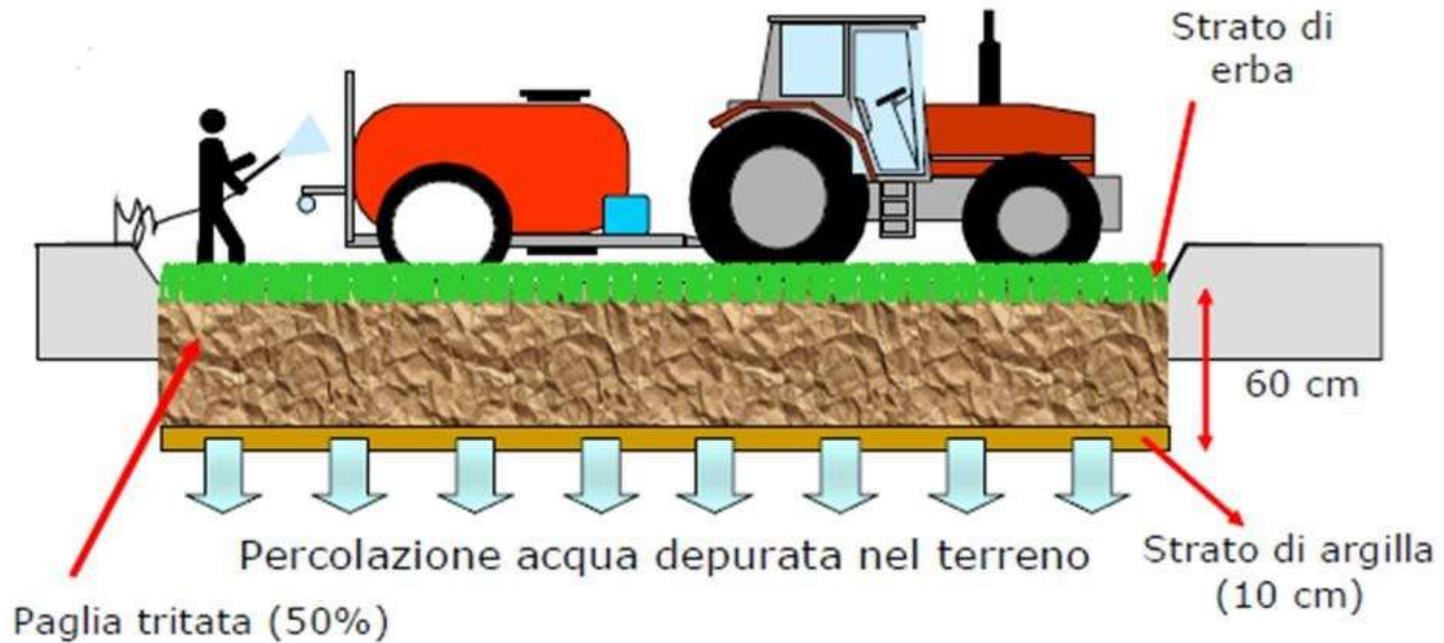
- ◆ Durante le fasi di trasporto e stoccaggio
 - ◆ Adottare tutti gli accorgimenti per evitare le perdite di prodotto fitosanitario (es., attenzione a come si trasportano i contenitori di agrofarmaci in campo, evitare il contatto con spigoli, ecc...)
 - ◆ Tenere i contenitori in locali sicuri e chiusi a chiave
 - ◆ Conservare i contenitori di agrofarmaci vuoti in uno spazio apposito al riparo dalla pioggia
 - ◆

Inquinamento puntiforme

- ◆ Durante la fase di distribuzione
 - ◆ Attenzione alle perdite da tubi, raccordi, valvole, fascette ecc...
 - ◆ Usare SEMPRE gli antigoccia e controllarne l'efficienza
 - ◆ Usare irroratrici provviste di serbatoio lavaimpianto e premiscelatore con lavabottiglie
 - ◆ I filtri di aspirazione e mandata devono poter essere accessibile senza far uscire acqua dal serbatoio
 - ◆ Effettuare i controlli funzionali e la taratura
 - ◆ Preparare la quantità di miscela necessaria per non dover smaltire prodotto in eccesso
 - ◆

Inquinamento puntiforme

- ◆ Al termine del trattamento
 - ◆ Effettuare la pulizia esterna dell'irroratrice
 - ◆ Utilizzare la miscela residua nel serbatoio (distribuendola in campo dopo averla diluita con acqua)
 - ◆ Effettuare la pulizia interna dell'irroratrice quando opportuno
 - ◆ Non effettuare la pulizia dell'irroratrice in prossimità di un corpo idrico
 - ◆ Non smaltire la miscela residua nell'irroratrice direttamente nel suolo
 - ◆ Predisporre un'area attrezzata per il lavaggio (biobed)



- Paglia tritata (50%)
- Torba (25%)
- Terreno di superficie (25%)

Inquinamento diffuso: la deriva

Secondo la ISO 22866:

- ◆ “DERIVA (Ground Sediment): *Il movimento del fitofarmaco nell’atmosfera dall’area trattata verso qualsivoglia sito non bersaglio, nel momento in cui viene operata la distribuzione*”

Nell’atmosfera con trasporto a distanza
(*atmospherical drift o esodrift*)



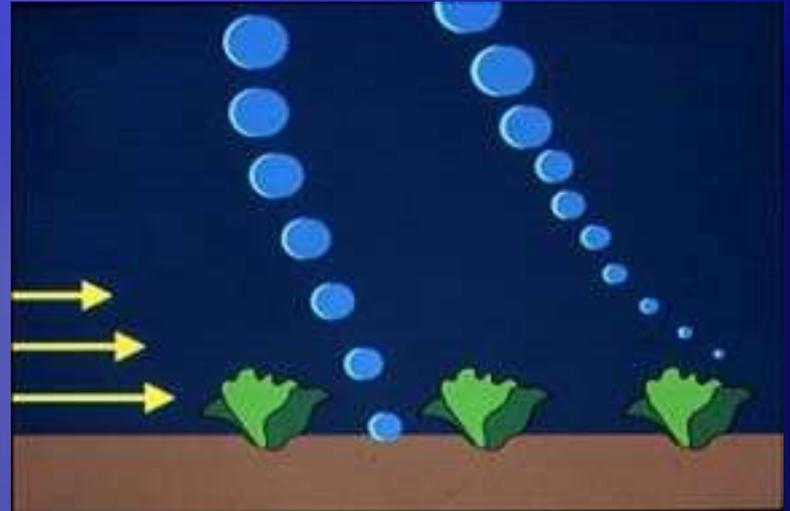
A terra nelle vicinanze
dell’area trattata
(*ground sediments o endodrift*)

Origine della deriva

- ◆ Nell'irrorazione con macchine a getto portato gli elementi da analizzare in relazione alla dispersione di agrofarmaci per deriva sono essenzialmente due:
 - ◆ l'acqua, in termini di:
 - ◆ quantità distribuita per unità di superficie
 - ◆ dimensioni delle gocce
 - ◆ l'aria che veicola le gocce:
 - ◆ volume d'aria prodotto
 - ◆ direzione dei flussi

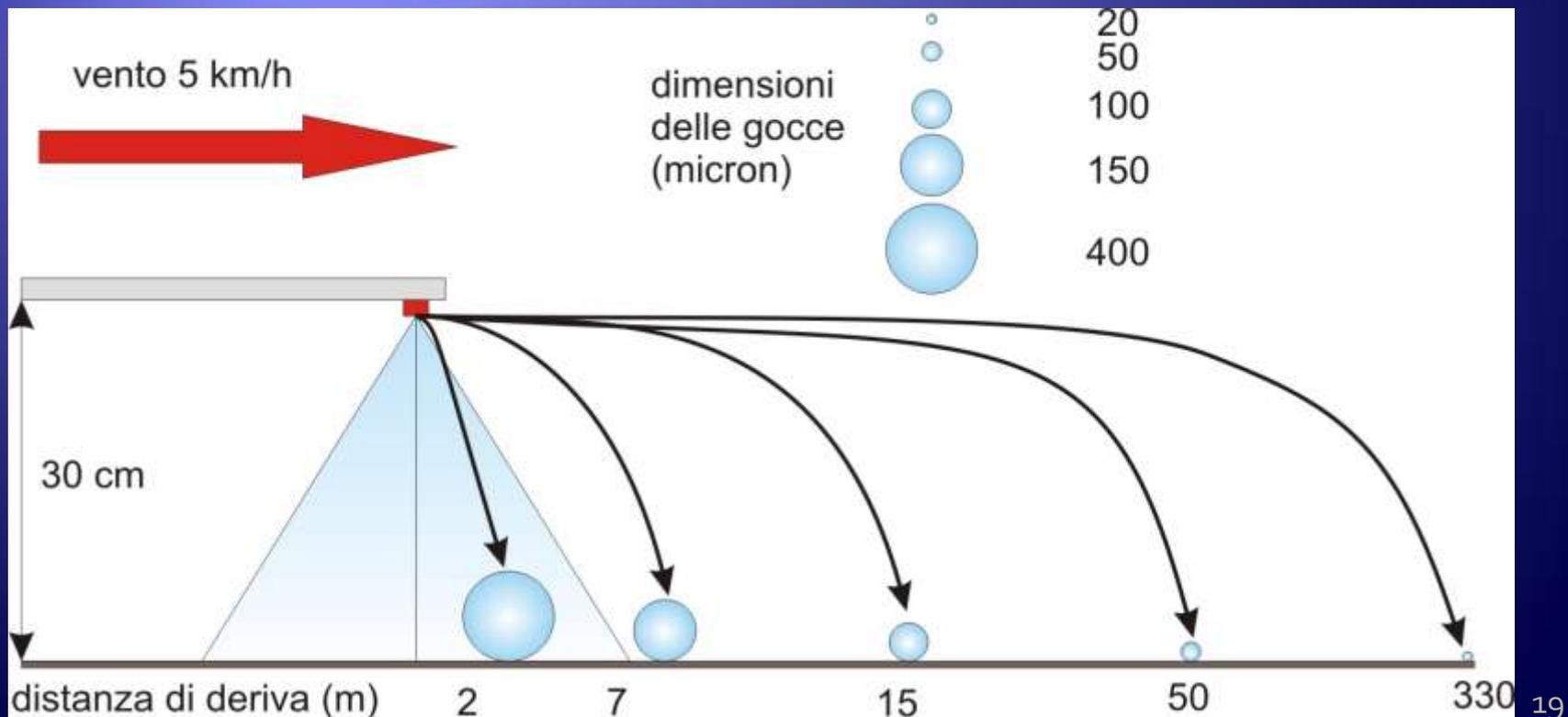
Da cosa dipende la deriva?

- ◆ Le dimensioni delle gocce sono il fattore principale nella formazione della deriva
- ◆ Le gocce più piccole vengono trasportate più lontano dal vento...
- ◆ Con temperature alte e bassa umidità relativa l'evaporazione delle gocce aumenta il fenomeno...



Fattori che influiscono sulla deriva

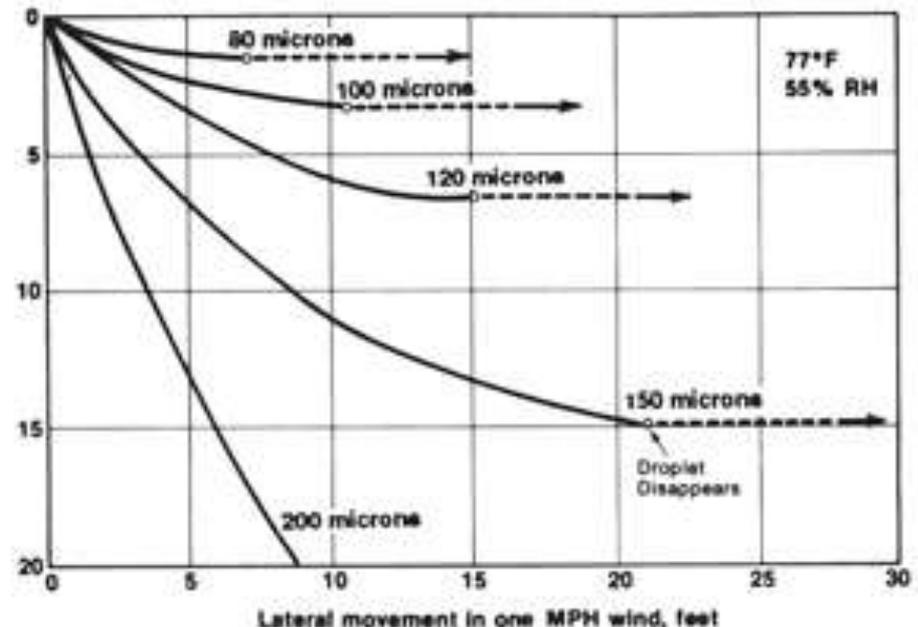
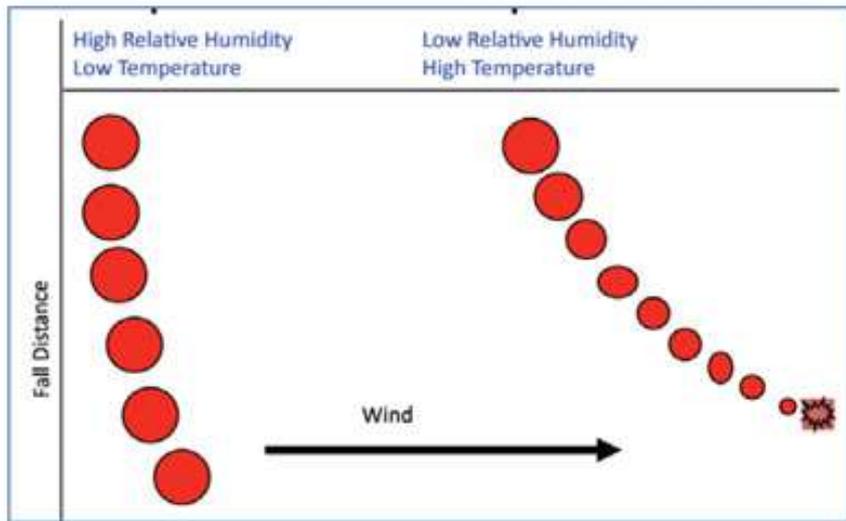
- ◆ Le gocce più piccole vengono trasportate più lontano dal vento



Fattori che influiscono sulla deriva

- ◆ Con temperature alte e bassa umidità relativa l'evaporazione delle gocce aumenta il fenomeno

Evaporation of Droplets



Irroratrici 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



L'ACQUA

La formazione delle gocce: gli ugelli

- ◆ Il compito degli ugelli è quello di polverizzare la miscela antiparassitaria, vale a dire di effettuare l'immissione nell'aria del liquido sotto forma di goccioline
- ◆ Esistono più tipi di ugelli che danno polverizzazioni diverse
- ◆ La loro scelta dipende dal tipo di intervento
 - ◆ forma del getto
 - ◆ la ripartizione dello stesso sul bersaglio
 - ◆ il campo più appropriato di applicazione
 - ◆ particolare funzionamento

Scelte operative

- ◆ Occorre stabilire alcuni parametri funzionali
 - ◆ grado di **polverizzazione** che si ritiene ottimale
 - ◆ tipo di **ugello**
 - ◆ **pressione di esercizio**
 - ◆ **volume** del liquido da distribuire per unità di superficie
 - ◆ **velocità di lavoro**

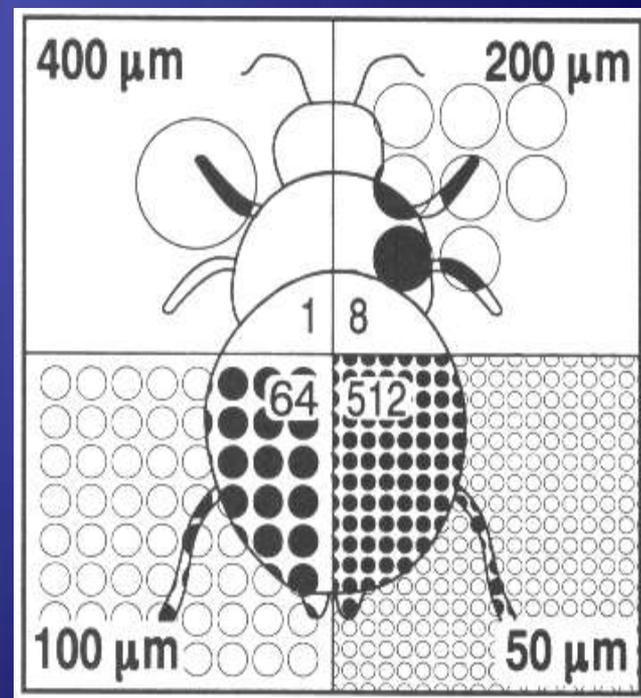
Grado di polverizzazione

CARATTERISTICHE GOCCE	DIAMETRO \varnothing_g (μm)	ADESIONE SUPERFICIALE	IMPIEGO e DENSITA'	PERICOLO DERIVA
A - Molto fini	< 100	Ottima	Nebulizzazione in serra (> 300 gocce/cm ²)	Altissimo
B - Fini	100-200	Ottima	Acaricidi, fungicidi (> 200-500 gocce/cm ²)	Alto
C - Medie	200-350	Buona	Insetticidi, erbicidi post-emergenza (> 70-100 gocce/cm ²)	Medio
D - Grandi	350-500	Mediocre	Erbicidi pre-emergenza (> 20-40 gocce/cm ²)	Ridotto
E - Molto grandi	> 500	Scadente	Concimi	Nulla

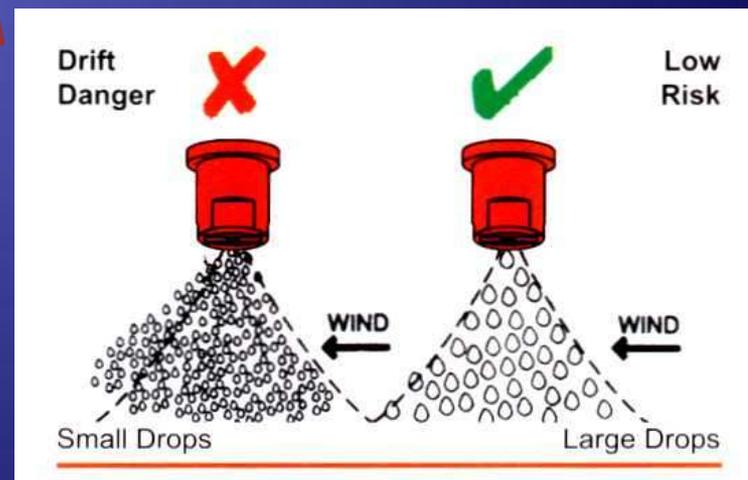
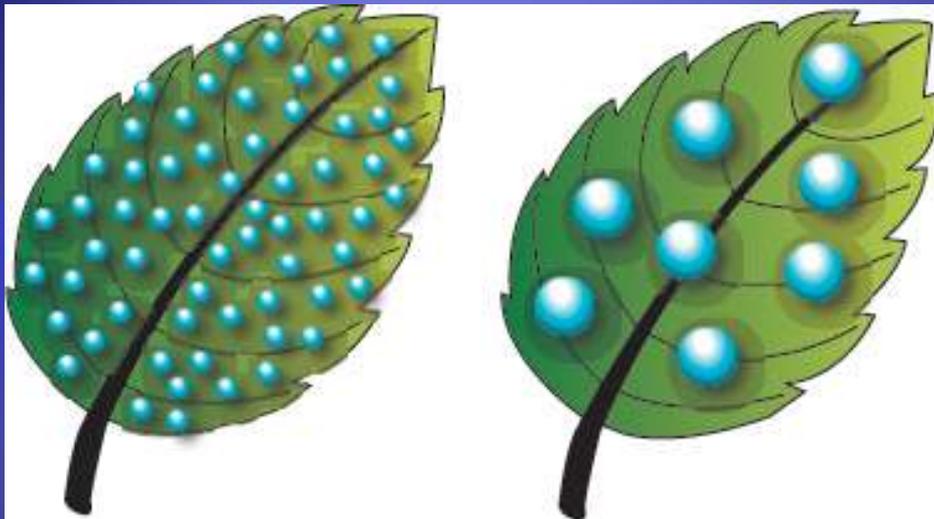
Dimensioni delle gocce

Le gocce prodotte dagli ugelli non sono uniformi; tipo di ugello e pressione vengono scelti in base alle dimensioni delle gocce richieste e al numero di impatti per cm²

caratteristiche	gocce fini	gocce grosse
copertura	☺	☹
deriva/evaporazione	☹	☺
penetrazione	☹	☺



Ugelli



Prodotti di contatto



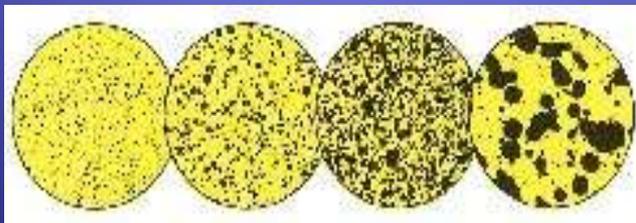
IRRIGAZIONE BAGNANTE



IRRIGAZIONE COPRENTE



Prodotti sistemici



50
dm³/ha

150
dm³/ha

300
dm³/ha

1500
dm³/ha

Dimensioni delle gocce

- ◆ Polverizzazione eterogenea
 - Gocce fini: > deriva
 - Gocce grandi: > dilavamento e gocciolamento
- ◆ Classificazione delle gocce (BCPC):

VF	Molto fini
F	Fini
M	Medie
C	Grandi
VC	Molto grandi
EC	Estremamente grandi

Dimensioni delle gocce

Pressione (bar)	Portata / dimensioni delle gocce (ugello a ventaglio)			
	11002	11003	11004	11005
1.5	0.56 MEDIE	0.85 MEDIE	1.13 MEDIE	1.41 MEDIE
2.0	0.65 MEDIE	0.98 MEDIE	1.31 MEDIE	1.63 MEDIE
2.5	0.73 FINI	1.10 MEDIE	1.46 MEDIE	1.82 MEDIE
3.0	0.80 FINI	1.20 FINI	1.60 MEDIE	2.00 MEDIE
3.5	0.86 FINI	1.30 FINI	1.73 MEDIE	2.16 MEDIE
4.0	0.92 FINI	1.39 FINI	1.85 MEDIE	2.31 MEDIE

Ugelli antideriva



- ◆ Ugelli tradizionali

- ◆ (es: TeeJet XR, Lechler LU, Albuz AXI, Lurmark Standard....)



- ◆ Ugelli con pre-orifizio

- ◆ (es: TeeJet DG, Lechler AD, Albuz ADI, Lurmark Lo-Drift...)

- ◆ Ugelli a iniezione d'aria

- ◆ (es: TeeJet AI, Lechler ID, Albuz AVI, Lurmark DriftBETA...)

Ugelli con pre-orifizio

- ◆ ugelli a ventaglio nei quali è stato inserito un pre-orifizio con funzione di dosaggio della miscela e riduzione della velocità prima della formazione del getto, che avviene invece in corrispondenza del tradizionale orifizio a fessura localizzato sulla parte terminale; in altre parole, mentre nei tradizionali ugelli a ventaglio il dosaggio e la polverizzazione sono contemporanei e avvengono all'uscita del liquido, negli ugelli con pre-orifizio le due fasi si svolgono in tempi e localizzazioni separate

Ugelli con pre-orifizio

LU

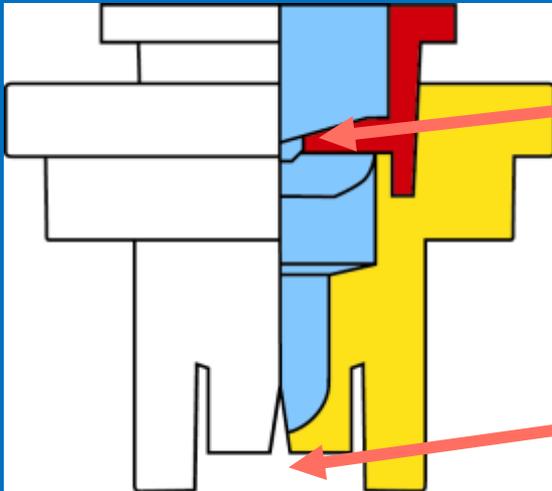


* dosaggio

** pulverizzazione

* / **

AD

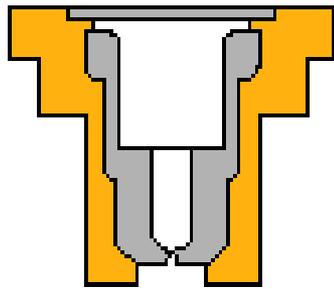


*

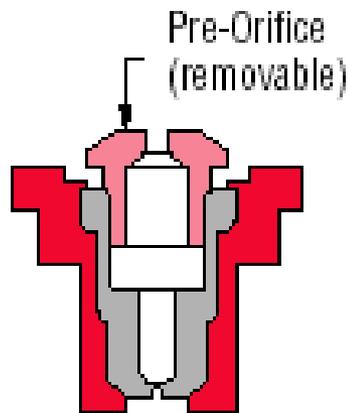
**

fonte: Lechler

Ugelli con pre-orifizio



XR Nozzle



DG Nozzle

Tipo di ugello (portata 1,16 l/min, 110-03)	Percentuale approssimativa del volume di gocce con un diametro inferiore ai 200 micron	
	1.5 bar	3 bar
XR TeeJet 110°	14%	34%
XR TeeJet 80°	2%	23%
DG TeeJet 110°	<1%	20%
DG TeeJet 80°	<1%	16%

Ugelli con pre-orifizio

XR TeeJet® Flat Spray Tips

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

 (bar)	DG80015	DG8002	DG8003	DG8004	DG8005	DG110015	DG11002	DG11003	DG11004	DG11005
2.0	M	C	C	C	VC	M	C	C	C	C
2.5	M	M	C	C	C	M	M	C	C	C
3.0	M	M	M	C	C	M	M	M	C	C
3.5	M	M	M	M	C	M	M	M	M	M
4.0	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M



Very Fine



Coarse



Fine



Very Coarse



Medium



Extremely Coarse

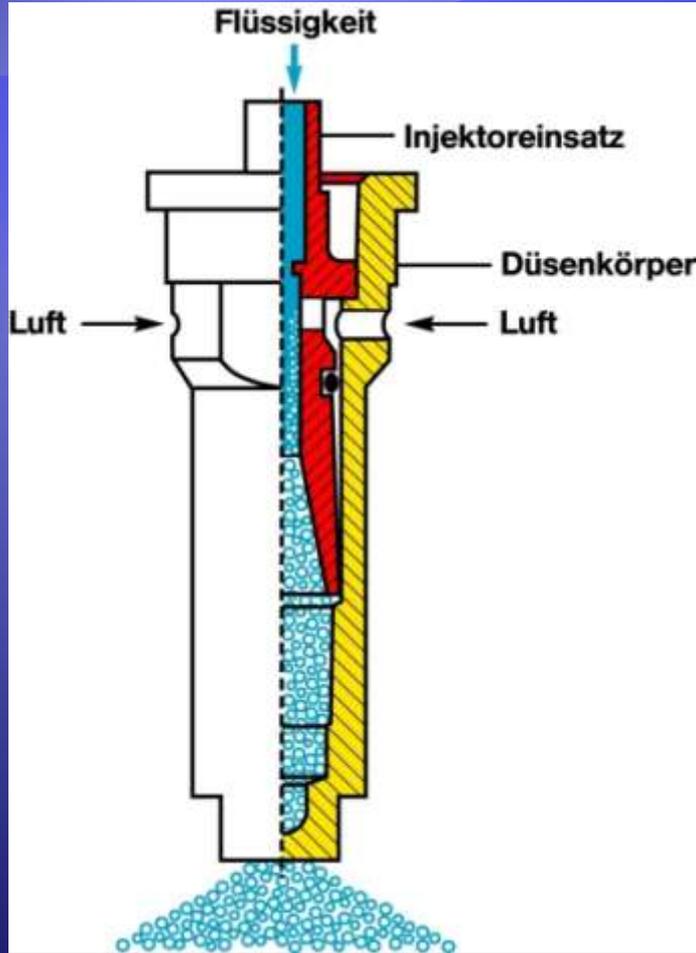
da Spraying Systems

Ugelli a iniezione d'aria

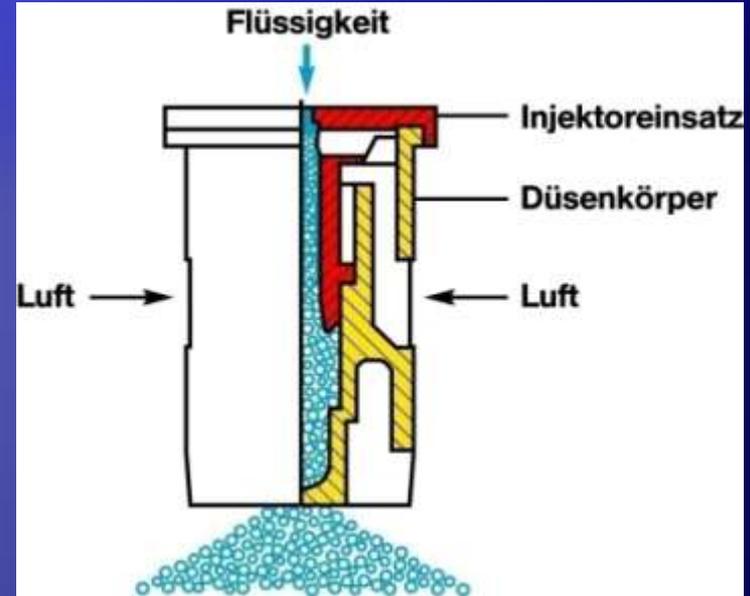
- ◆ Sono dotati di un corpo allungato con due fori laterali che collegano con l'esterno il condotto dell'ugello; questo aspira aria (effetto Venturi) con lo scopo di miscelare l'aria e il liquido nel corpo dell'ugello stesso, ottenendo gocce contenenti bolle d'aria, di dimensioni maggiori rispetto alla polverizzazione tradizionale.

Ugelli a iniezione d'aria

ID

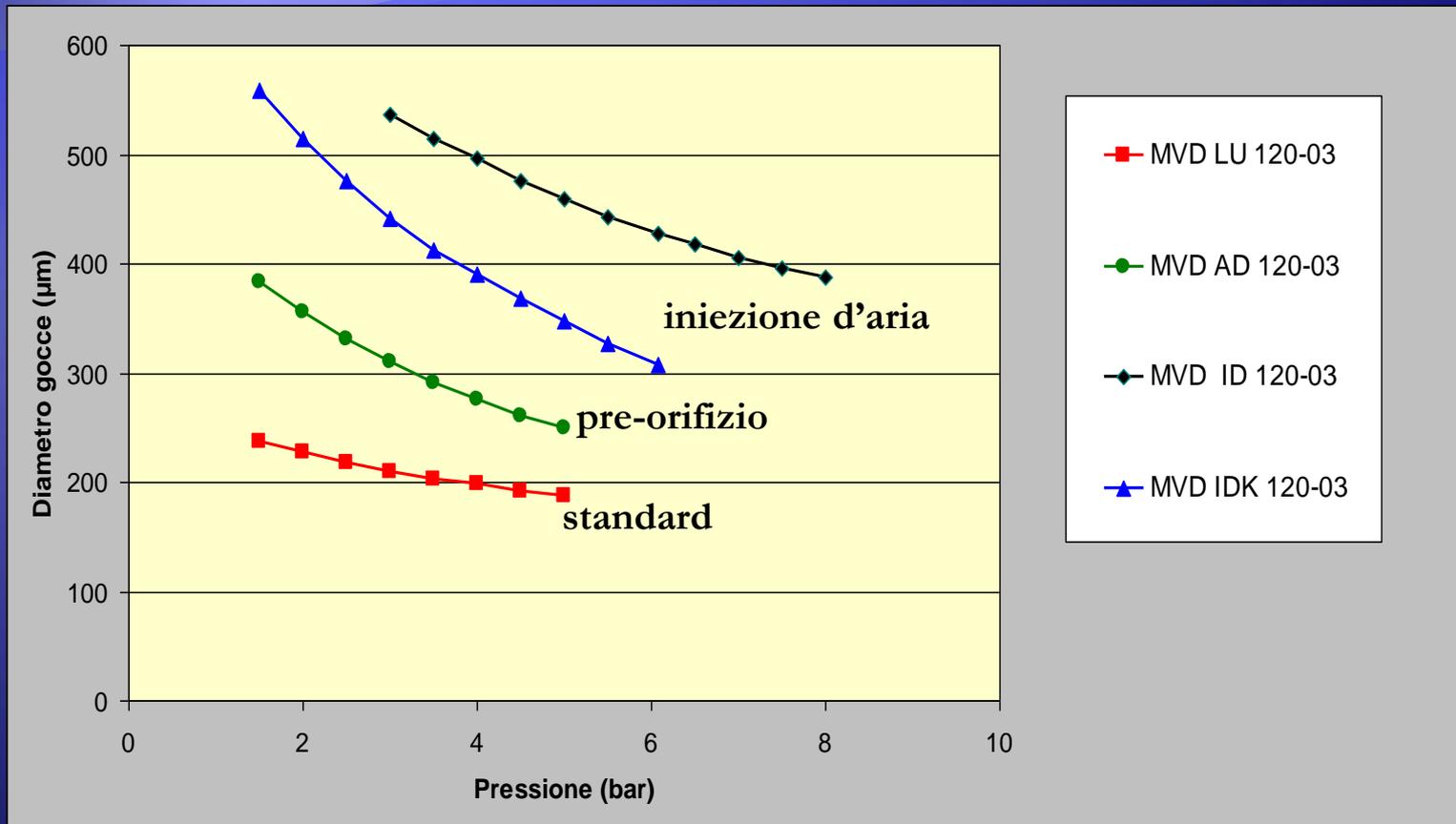


IDK



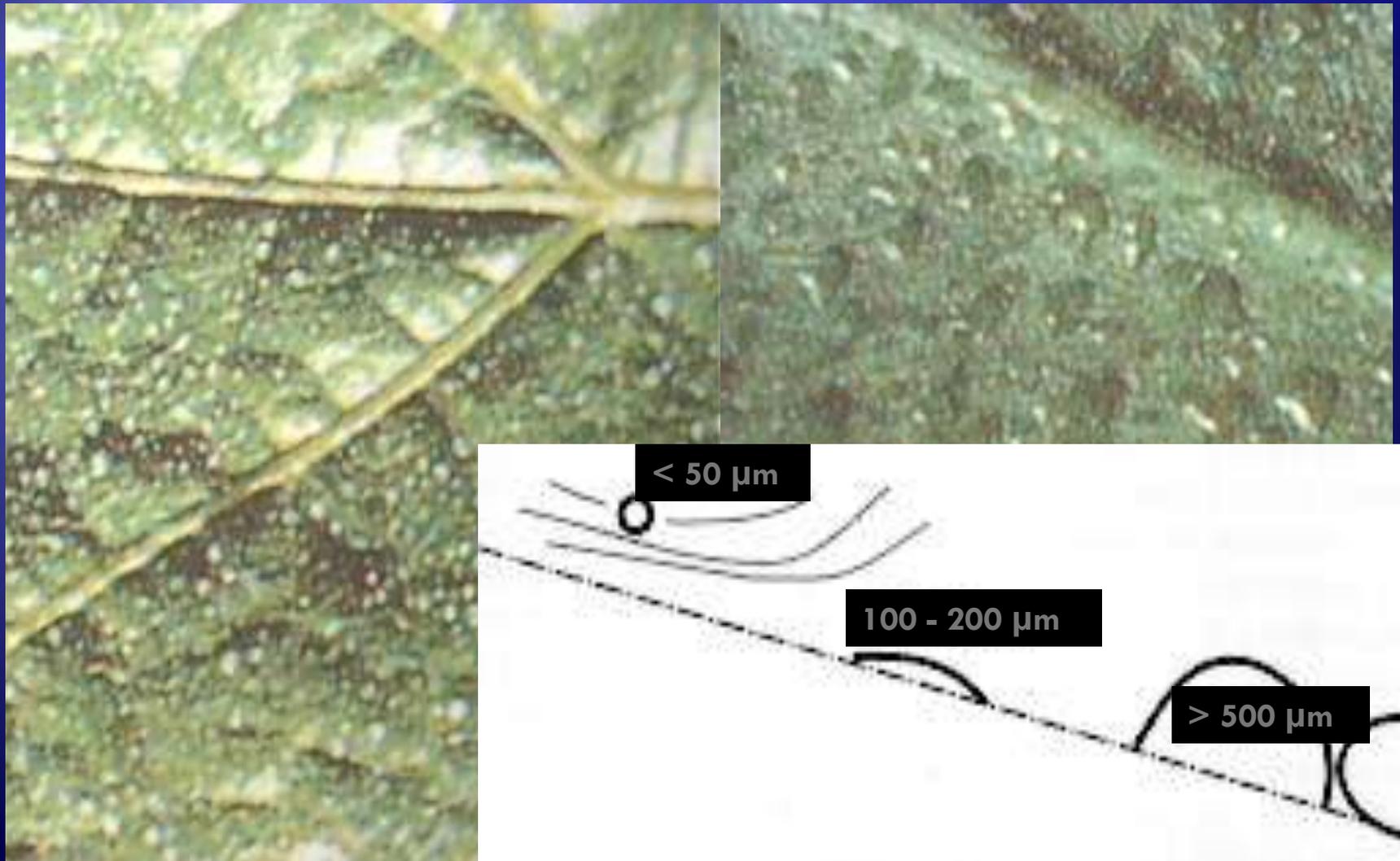
da Lechler

Dimensioni delle gocce



da Lechler

Dimensioni delle gocce e bagnatura fogliare



Dimensioni delle gocce e bagnatura fogliare



400
l/ha

Dimensioni delle gocce e bagnatura fogliare



1.000
l/ha

Scelta degli ugelli

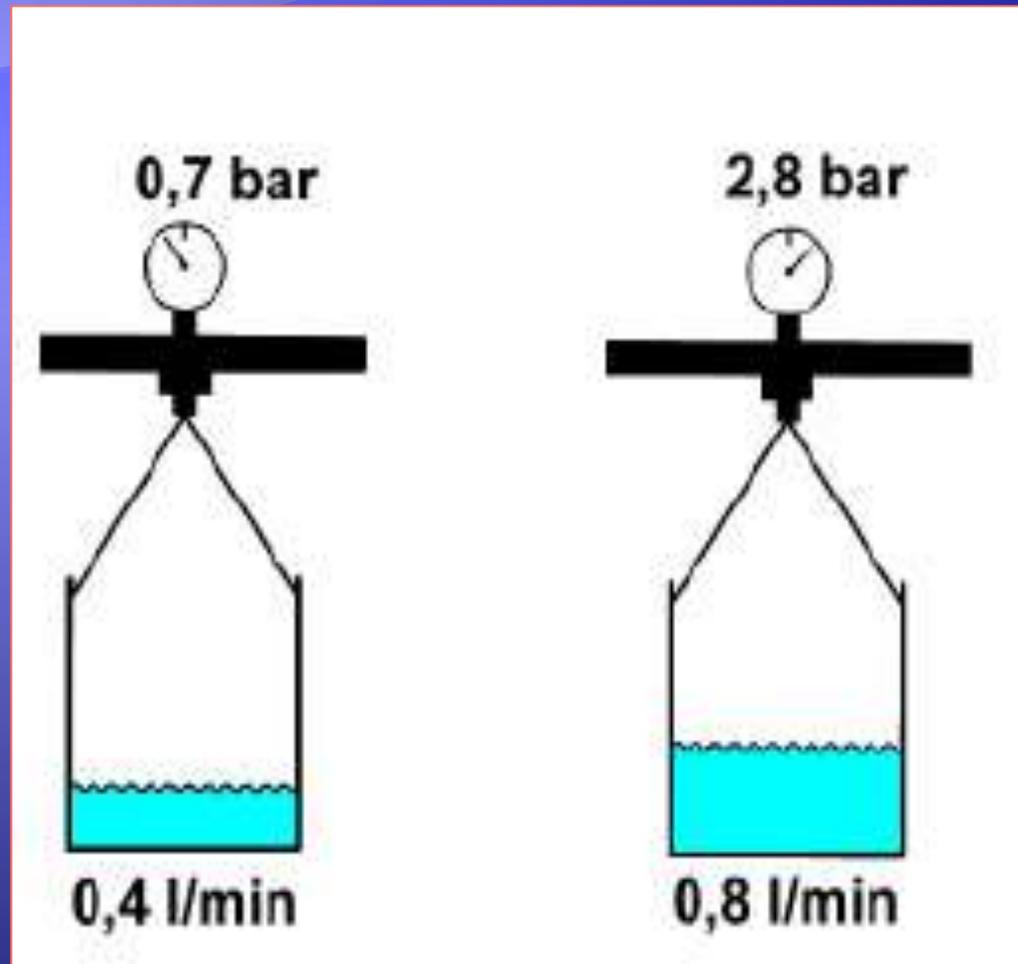
- ◆ Il liquido in pressione fuoriesce da fori di piccole dimensioni
- ◆ Per effetto della pressione e dell'elevata velocità d'uscita dal foro (e dalle sue caratteristiche) si ha la frantumazione in gocce di dimensioni variabili
- ◆ Un aumento della pressione dell'esercizio produce un aumento della velocità di uscita del liquido
 - ◆ conseguente riduzione delle dimensioni delle gocce e aumento della portata

Portata e pressione

- ◆ Portata:
 - ◆ l/min
 - ◆ Dipende in primo luogo dall'orifizio
- ◆ Pressione
 - ◆ Effetto sulla portata

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\sqrt{P_1}}{\sqrt{P_2}}$$

Portata e pressione

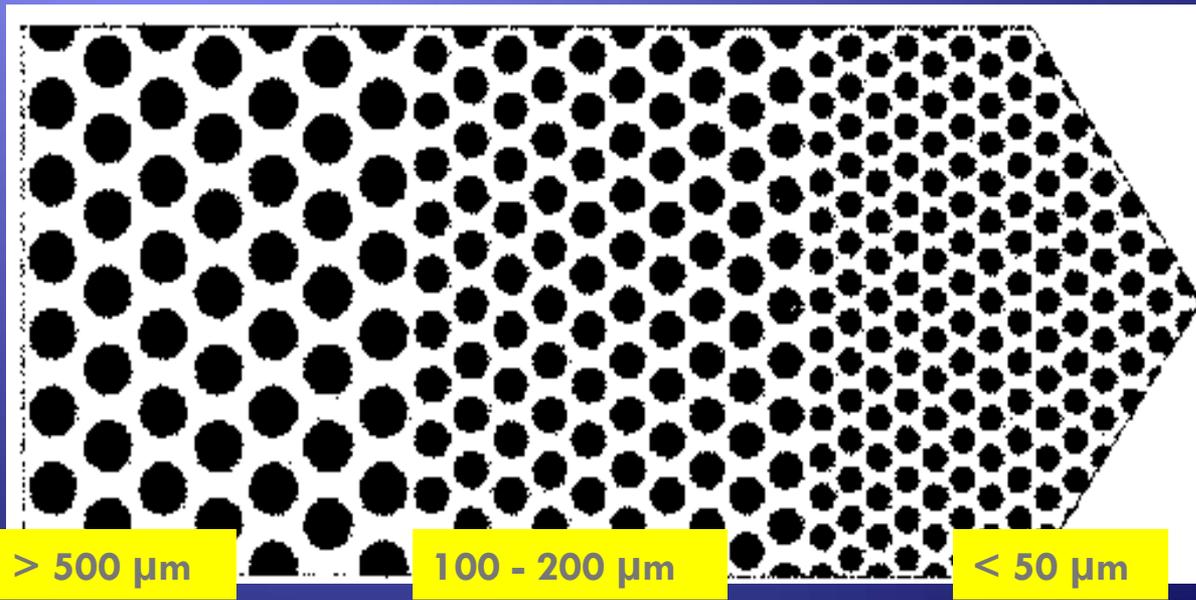


Effetto della pressione sulla polverizzazione

5 bar

15 bar

30 bar



> 500 μm

100 - 200 μm

< 50 μm

Criteri di scelta dell'ugello

- ◆ portata
- ◆ tipo di polverizzazione a seconda delle esigenze del trattamento
 - ◆ copertura più uniforme
 - ◆ controllo della deriva.
- ◆ gocce medie o medio-grosse escludendo quelle fini, soggette a deriva e le molto grosse, che provocano gocciolamento

L'ARIA

Irroratrici a getto portato

- ◆ Sono caratterizzate dal **ventilatore**, che serve a produrre la **corrente d'aria** necessaria per il trasporto delle gocce sulla vegetazione



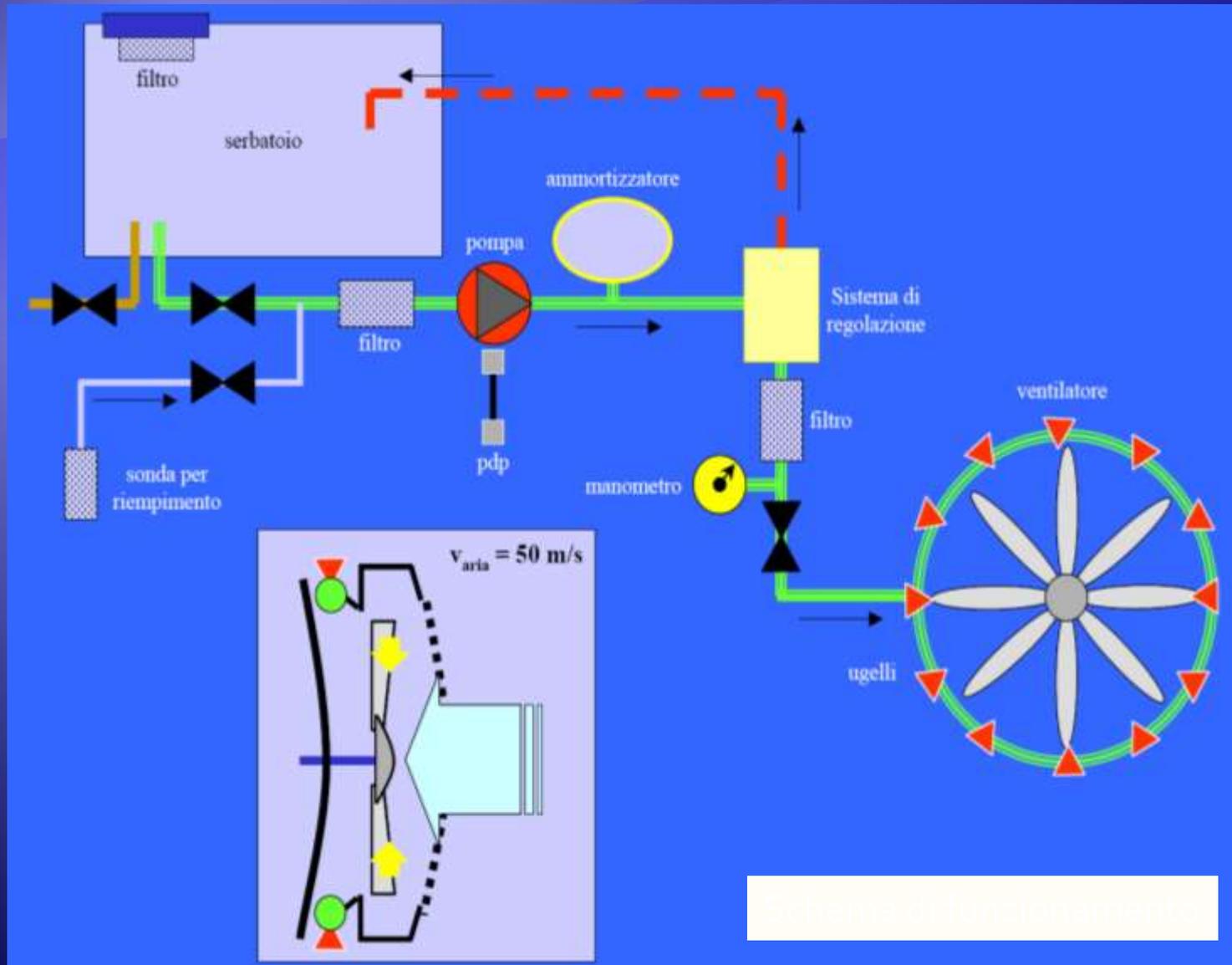
Irroratrici a getto portato

- ◆ Possono essere distinte nei tipi
 - ◆ ad aeroconvezione (**atomizzatori**):
 - ◆ la polverizzazione è prodotta da ugelli per pressione idraulica (in alcuni casi gli ugelli sono centrifughi); le gocce vengono solo trasportate sulla vegetazione dall'aria prodotta dal ventilatore
 - ◆ pneumatiche (**nebulizzatori**):
 - ◆ l'aria ha anche la funzione di polverizzare il liquido
 - ◆ miste:
 - ◆ struttura simile alle pneumatiche, ma con ugelli idraulici

Irroratrici ad aeroconvezione

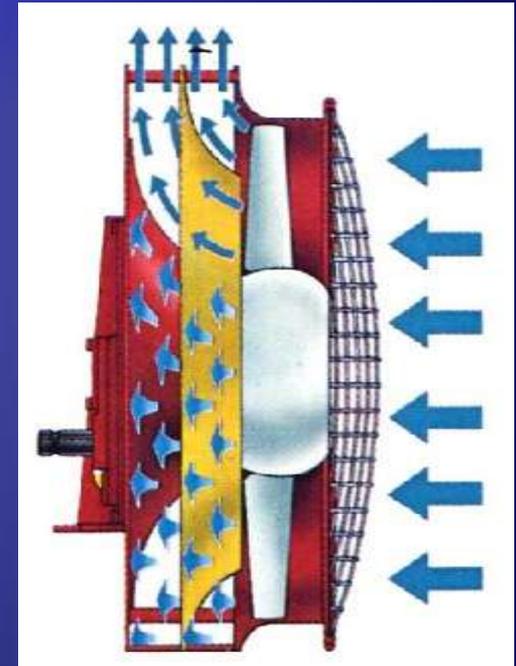
- ◆ Polverizzazione delle gocce media (200 - 300 μm)
- ◆ Si usano di solito per trattamenti a volume medio-alto (da 300 l/ha fino a oltre 1500 l/ha)
- ◆ 8 – 16 ugelli

Irroratrici ad aeroconvezione



Irroratrici ad aeroconvezione

- ◆ Ventilatore assiale
 - ◆ flusso d'aria turbolento
 - ◆ grande volume (fino a 70.000 m³/h, media 30.000)
 - ◆ bassa velocità (max 30-40 m/s)
 - ◆ la turbolenza muove le foglie e permette un migliore deposito sui due lati
 - ◆ spesso le pale sono regolabili

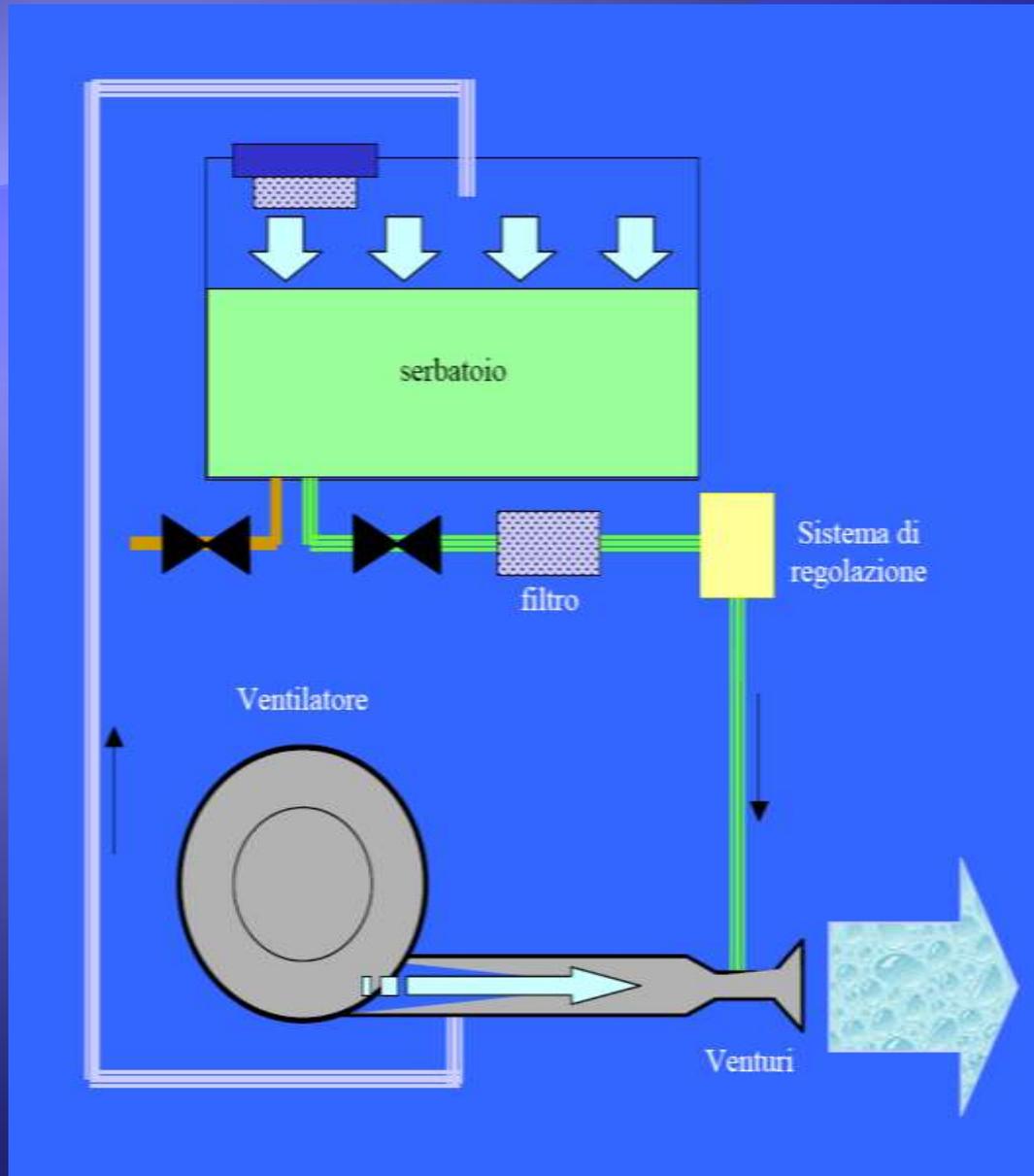


Irroratrici pneumatiche

- ◆ Frantumazione ed il trasporto del liquido per corrente d'aria a forte velocità che investe una vena di liquido a pressione molto bassa
- ◆ Velocità del getto di aria nel punto di impatto con il liquido 100-150 m/s
- ◆ Rapporto acqua/aria < 1:10.000
- ◆ Polverizzazione fine

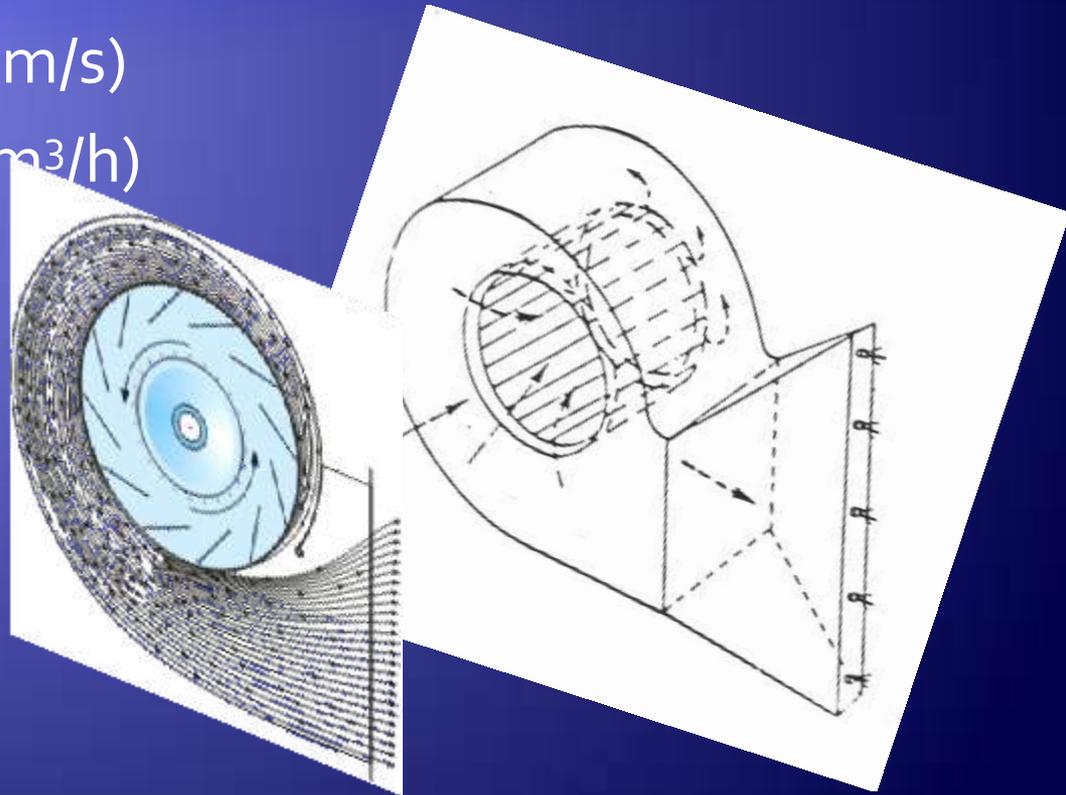


Irroratrici pneumatiche



Irroratrici pneumatiche

- ◆ Ventilatore centrifugo o radiale
 - ◆ alta velocità (oltre 100 m/s)
 - ◆ basso volume ($15.000 \text{ m}^3/\text{h}$)



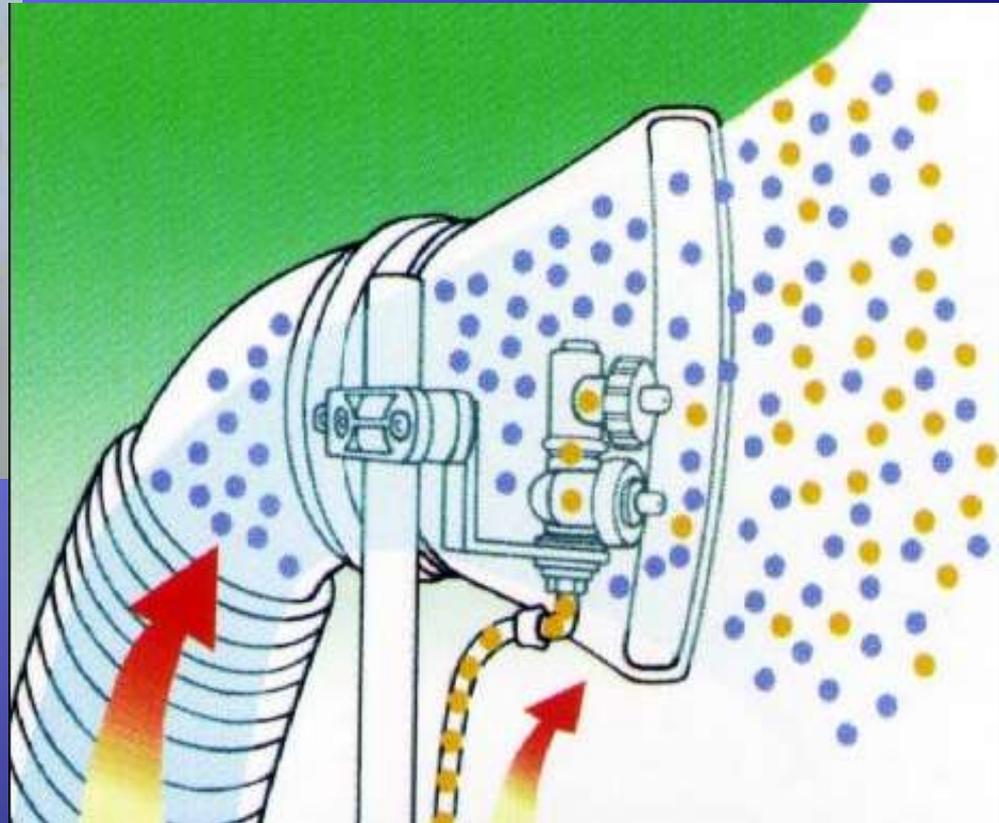
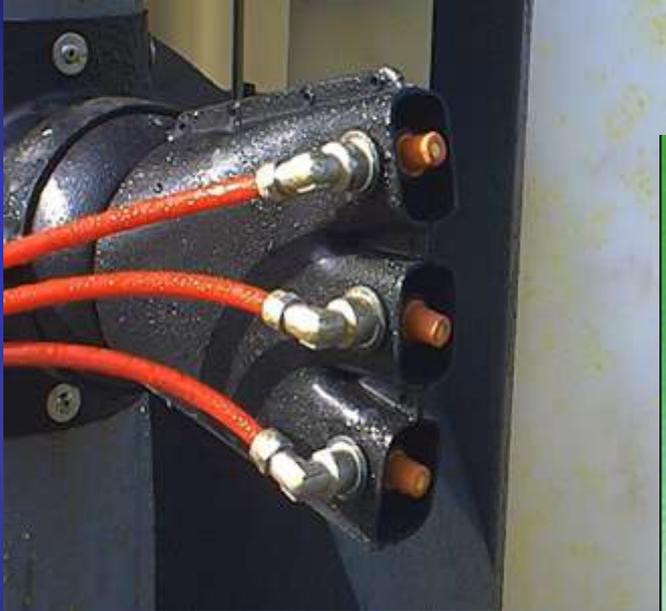
Irroratrici pneumatiche

- ◆ Polverizzazione fine (media 80-100 μm , fino a meno di 50 μm)
- ◆ Volumi di acqua erogabili molto bassi
- ◆ La pressione del liquido che raggiunge la camera di lancio è molto bassa (1-2 bar)
- ◆ Facile adeguamento alle forme di allevamento delle colture da trattare

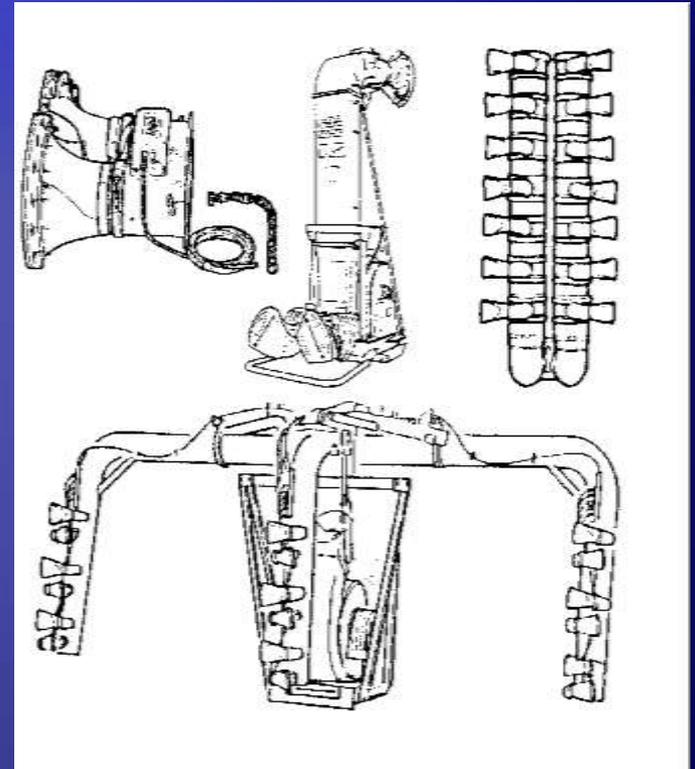
Irroratrici a polverizzazione mista

- ◆ Caratteristiche “ibride”
- ◆ Ventilatore centrifugo – ugelli idraulici
- ◆ Velocità e portata d’aria relativamente elevate
- ◆ Facile adeguamento alle forme di allevamento delle colture da trattare

Irroratrici a polverizzazione mista



Convogliatori a ventaglio



colture allevate a parete (sia verticale sia orizzontale)

Diffusori



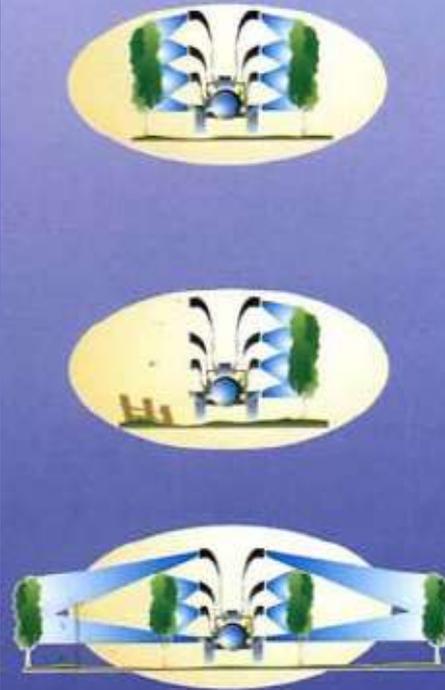
colture allevate a spalliera

Diffusori



convogliatori orientabili per colture allevate a spallie
o a vaso

Diffusori



Diffusori



file multiple su colture allevate a spalliera o GDC

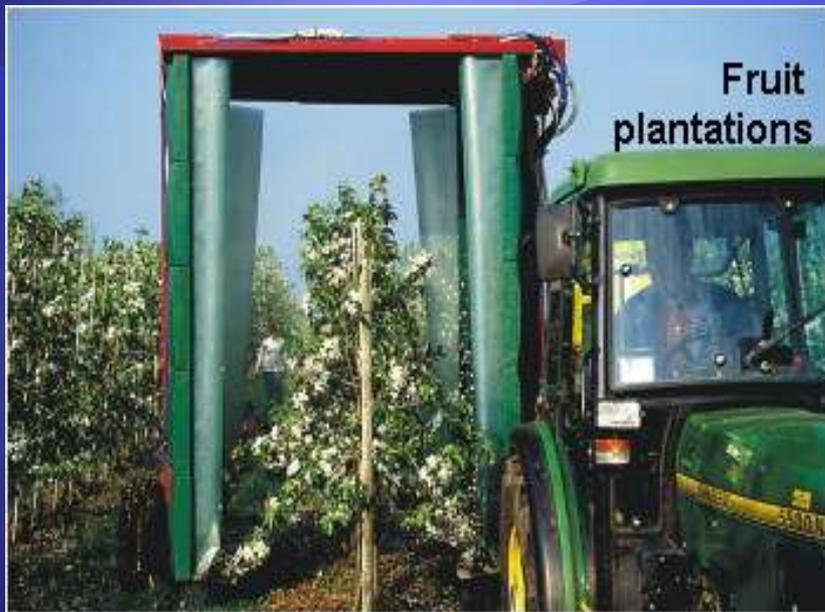
Recupero del liquido non intercettato dalla coltura



Recupero del liquido non intercettato dalla coltura



Recupero del liquido non intercettato dalla coltura



Recupero del liquido non intercettato dalla coltura



Recupero del liquido non intercettato dalla coltura



RIDURRE LA DERIVA

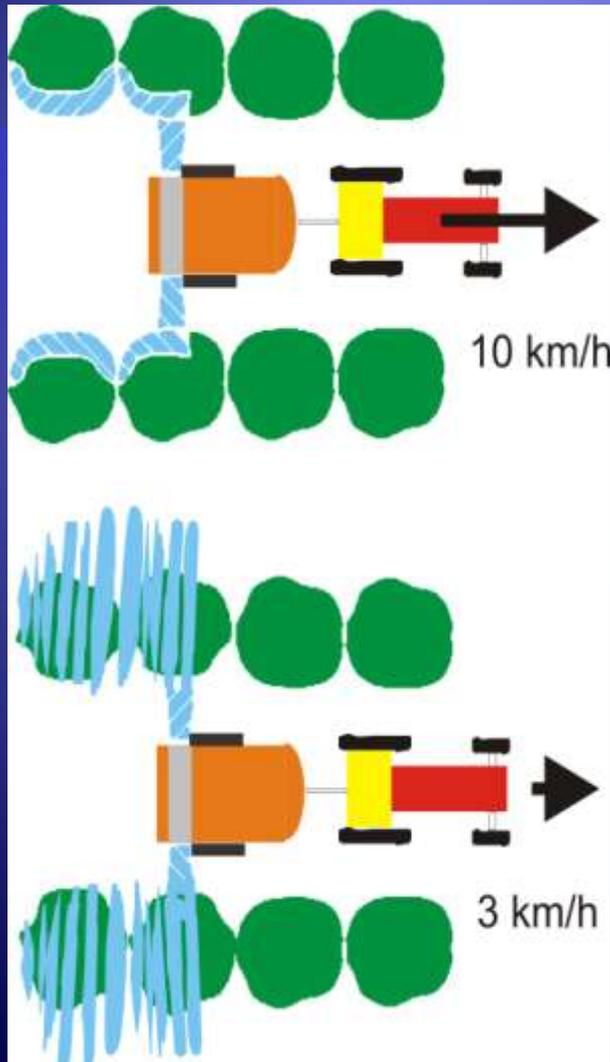
Taratura dell'irroratrice

- ◆ **Regolazione** della macchina in funzione del trattamento da effettuare, nell'ottica della massimizzazione della quota di liquido a bersaglio
- ◆ **Consiste nel determinare**
 - ◆ il volume da distribuire
 - ◆ la velocità di avanzamento
 - ◆ la portata degli ugelli
 - ◆ il tipo e la pressione di esercizio degli ugelli

Scelta del volume

- ◆ Tendenza a riduzione rispetto al passato
- ◆ La forma e le dimensioni della chioma determinano il volume, il tipo di ugelli e la regolazione del ventilatore
- ◆ Lo sviluppo vegetativo nel corso della stagione richiede diverse regolazioni
- ◆ In generale, con l'aumento della vegetazione occorre
 - ◆ ridurre la velocità
 - ◆ aumentare il volume d'aria
 - ◆ aumentare il volume d'acqua

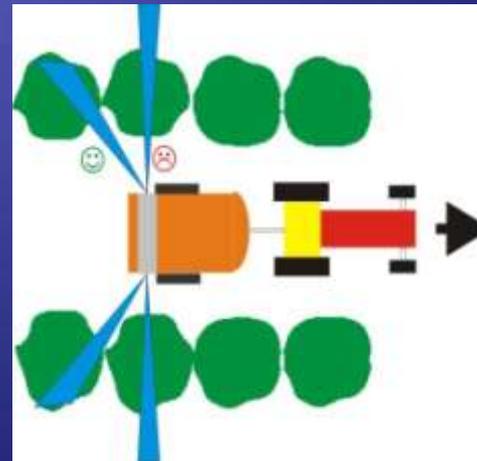
Velocità di avanzamento



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

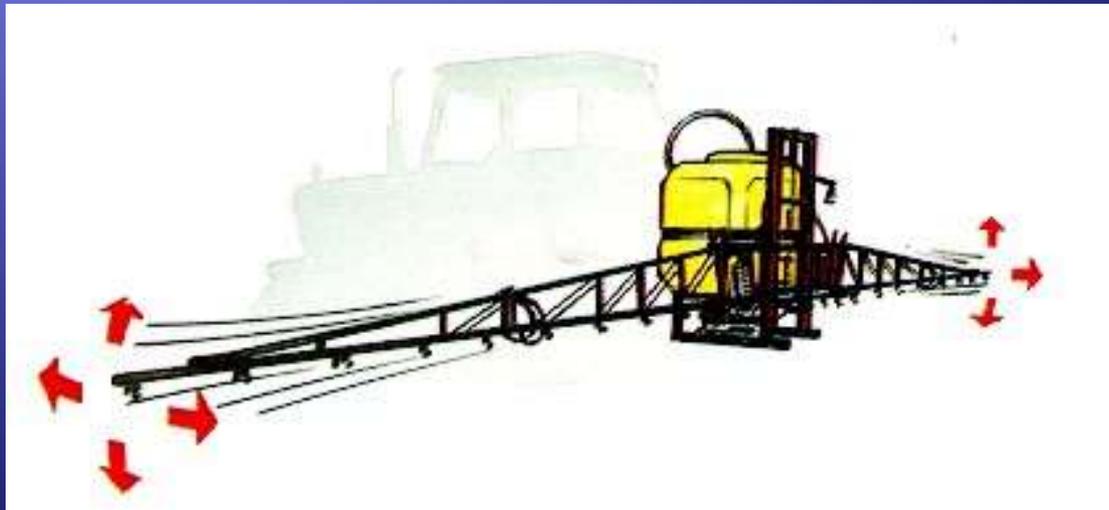
Se la velocità di avanzamento è eccessiva o troppo bassa non si ottiene una buona penetrazione dell'aria

Importante anche l'angolo di incidenza



Velocità di avanzamento

- ◆ esigenze di tempestività di intervento: il fattore limitante è la stabilità della barra
- ◆ I movimenti della barra determinano situazioni di insufficiente uniformità di distribuzione e possono essere attenuati adottando una velocità di lavoro adeguata, tenendo anche presente che più la barra è larga, più facilmente le sue estremità possono toccare il terreno



Portata degli ugelli

In base a volume, velocità di avanzamento e larghezza di lavoro (interfila) occorre determinare la portata degli ugelli necessaria; la formula è la seguente

$$q = (Q \cdot v \cdot L) / (600 \cdot n)$$

q = portata ugelli (l/min)

Q = volume (l/ha)

v = velocità (km/h)

L = larghezza di lavoro (m)

n: numero di ugelli impiegati

Portata degli ugelli

$$q = (Q \cdot v \cdot L) / (600 \cdot n)$$

Esempio

400 l/ha, velocità 6 km/h, larghezza 4 m, 18 ugelli aperti

$$q = (400 \cdot 6 \cdot 4) / (600 \cdot 18) = 0,89 \text{ l/min}$$

la scelta delle dimensioni dell'ugello si fa in base alle **tabelle tecniche dei costruttori**: dalla tabella delle portate degli ugelli si sceglierà il tipo di ugello che risponde alle caratteristiche di portata calcolata compatibilmente con i limiti di pressione a cui questo funziona correttamente, ovvero produce una popolazione di gocce aventi dimensioni adeguate al trattamento da eseguire.

ugello	portata (l/min)																	
	pressione (bar)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20
80-005	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
80-0067	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
80-01	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	0,88	0,91	0,93	0,99	1,01
80-015	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
80-02	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
80-025	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
80-03	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
80-04	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
80-05	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
80-06	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

pressione (bar)	ugelli a cono (piastrina + convogliatore) - portata (l/min)												
	diametro piastrina / convogliatore												
	1/-	1/1	1,2/-	1,2/1	1,2/1,2	1,5/-	1,5/1	1,5/1,2	1,5/1,5	1,8/1,8	1,8/1	1,8/1,2	1,8/1,5
5	0,65	1,02	0,78	1,00	1,40	1,02	1,89	2,19	2,37	1,56	2,36	2,76	3,16
10	1,02	1,38	1,32	1,62	2,00	1,65	3,20	3,30	3,48	2,36	3,96	4,26	5,10
11	1,05	1,45	1,36	1,73	2,10	1,70	3,36	3,46	3,65	2,50	4,19	4,51	5,36
12	1,08	1,52	1,40	1,84	2,19	1,76	3,52	3,61	3,82	2,63	4,42	4,76	5,62
13	1,12	1,58	1,45	1,94	2,29	1,81	3,67	3,77	3,98	2,77	4,66	5,02	5,90
14	1,15	1,65	1,49	2,05	2,38	1,87	3,83	3,92	4,15	2,90	4,89	5,27	6,25
15	1,18	1,72	1,53	2,16	2,48	1,92	3,99	4,08	4,32	3,04	5,12	5,52	6,54

In questo caso per ottenere 0,89 l/min si possono usare i seguenti ugelli:

- Ugello ISO giallo (80-02) a 3,7 bar
- Ugello ISO verde (80-015) a 6,9 bar
- Ugello ISO arancio (80-01) a 15,4 bar
- Ugello a cono piastrina/convogliatore 1,0/- (cioè con convogliatore cieco) a 8,7 bar

Delle quattro soluzioni appaiono da scartare la prima (gocce troppo grosse data la pressione bassa, copertura insufficiente) e la quarta (ugello inadatto al basso volume per la polverizzazione poco uniforme), consigliabile la seconda, da valutare la terza (buona copertura ma molte gocce fini con gli ugelli tradizionali, quindi occorre attenzione in presenza di vento e con alte temperature; bene se l'ugello è di tipo a inclusione d'aria)

Regolazione del flusso d'aria

- ◆ Portata dell'aria
- ◆ Velocità e direzione

Velocità dell'aria

piante in fioritura: aria meno veloce, meno aggressiva

piante in piena vegetazione: maggiore velocità, più penetrazione

(pale regolabili, cambio velocità)

Ridurre la deriva

Adottare un volume di irrorazione adeguato

- ◆ Il volume di irrorazione, ossia la quantità di miscela da distribuire è importante in quanto se eccessivo provoca un aumento delle perdite a terra per gocciolamento, mentre se è troppo basso può richiedere un aumento della finezza della polverizzazione per garantire la copertura, tale da provocare la formazione di gocce troppo piccole. Si suggerisce di impiegare un volume tra i 100 e i 150 litri/ha per metro di altezza della parete da trattare

Ridurre la deriva

Scegliere ugelli che producono gocce più grandi

- ◆ Data la relazione tra diametro delle gocce e suscettibilità alla deriva e all'evaporazione, la prima cosa da fare è utilizzare ugelli che producano una polverizzazione medio-grande, compatibilmente con il grado di copertura che si vuole ottenere; è importante soprattutto evitare i vecchi tipi di ugello a turbolenza che producono un'elevata frazione di gocce molto fini, ben al di sotto dei 100 micron, inadatte alla penetrazione nella vegetazione e soggette ad evaporazione pressoché immediata

Ridurre la deriva

Lavorare a bassa pressione

- ◆ La pressione di esercizio ha un grande effetto sulla finezza della polverizzazione: lavorare a 20 bar piuttosto che a 7 significa incrementare di molto la frazione di gocce fini. Anche in questo caso la scelta dell'ugello in sede di regolazione della macchina deve essere effettuata scegliendo tra due ugelli quello che a parità di portata lavora a pressione più bassa. Sarebbe opportuno non superare i 7-8 bar di pressione, che per gli ugelli moderni garantiscono un funzionamento ottimale

Ridurre la deriva

Regolare velocità e direzione dell'aria

- ◆ L'aria è il fattore primario per quanto riguarda il trasporto delle gocce sulla vegetazione e la penetrazione negli strati interni del fogliame. Un eccesso di aria in particolare al di sopra dell'altezza delle piante provoca la dispersione di gocce nell'atmosfera. Scegliere, se possibile, irroratrici munite di accorgimenti per contenere il getto d'aria entro i limiti della chioma (**macchine a getto mirato o meglio, se possibile, a recupero**)

Ridurre la deriva

Attenzione alle condizioni meteorologiche

- ◆ Se possibile evitare di irrorare quando la velocità del vento supera 12-15 km/h, corrispondenti al grado 3 della scala di Beaufort

Scala di Beaufort				
Forza del vento in gradi	Descrizione del vento	Effetto del vento in terra	Velocità del vento in Km/h	Velocità del vento in m/s
0	Calma	Il fumo sale verticale	0-1,5	0-0,4
1	Bava di vento	Il fumo si orienta	1,5-6,5	0,4-1,8
2	Brezza leggera	Il fiammifero si spegne	6,5-12	1,8-3,3
3	Brezza tesa	Un panno disteso si orienta	12-20	3,3-5,5
4	Vento moderato	Sollewa la polvere	20-28	5,5-7,8
5	Vento fresco	Forma vortici di sabbia	28-38	7,8-10,5

Ridurre la deriva

- ◆ Cercare anche di irrorare controvento se si è nei pressi di zone sensibili (abitazioni, corsi d'acqua, colture sensibili,...), ed eventualmente trattare i filari di bordo dall'esterno verso l'interno dell'appezzamento, eventualmente se necessario disinserendo il ventilatore

Ridurre la deriva

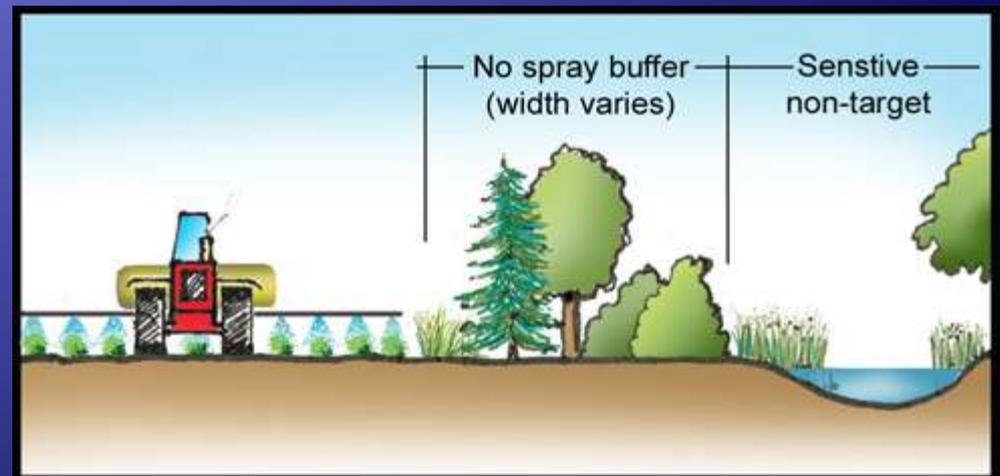
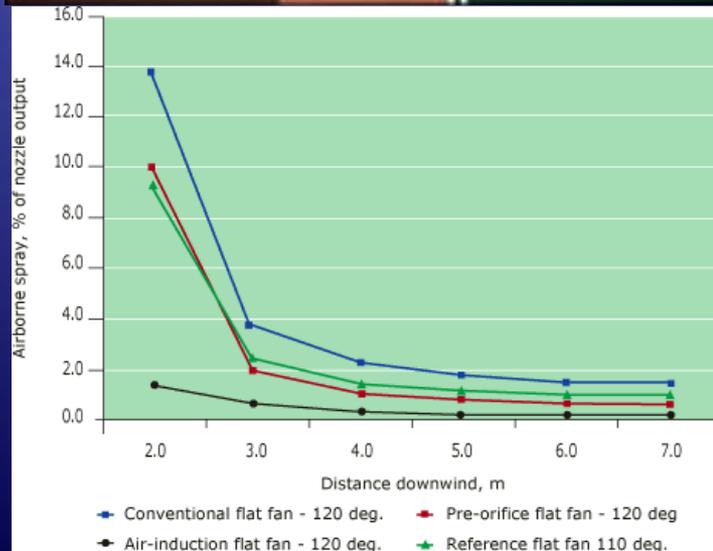
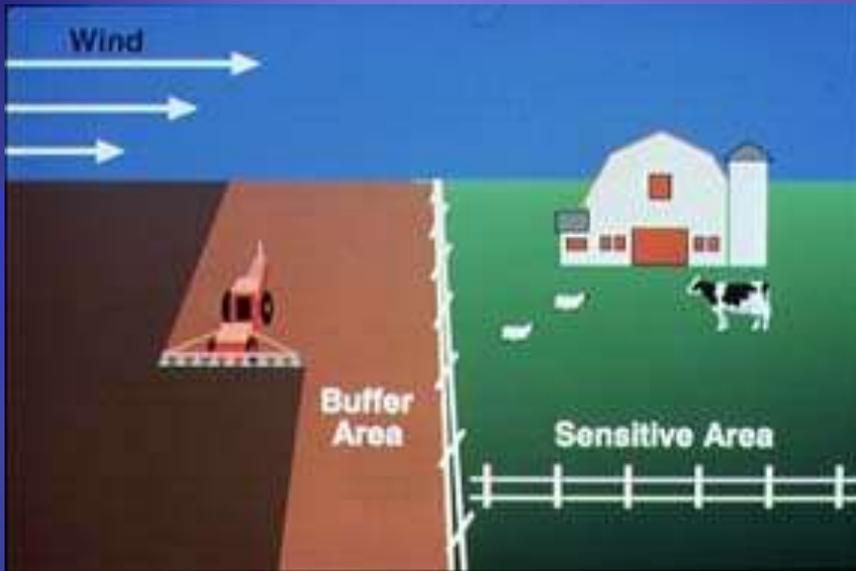
- ◆ Atomizzatore dotato di chiusura dell'aria su un lato per il trattamento dei filari di bordo campo



Ridurre la deriva

- ◆ Evitare inoltre di trattare in condizioni **calma assoluta** di vento o di **inversione termica**, ossia quando si verifica il fenomeno del riscaldamento dell'aria mano a mano che si sale di quota. Quando il cielo è sereno il terreno irradia calore verso lo spazio e, se c'è una situazione di alta pressione con venti deboli o assenti e poco o nullo rimescolamento dell'aria, si forma uno strato di aria fredda che ristagna presso il terreno ed entro poche decine di metri
- ◆ In tali condizioni si forma un blocco dello strato d'aria al di sopra della coltura entro il quale le gocce più piccole galleggiano nell'aria ferma formando una nube che appena si alza il vento viene portata via

Le aree di rispetto (buffer zone)



L'attuale legislazione sulla deriva

Definizione
dell'ampiezza
delle zone di rispetto
(BUFFER ZONE)

GRAN BRETAGNA
(LERAP = Local
Environment Risk
Assessment for
Pesticides)

GERMANIA

OLANDA

SVEZIA

ITALIA = ?

Classificazione delle attrezzature

Valore di riferimento = 1 (barra dotata di ugelli I 1003, operante a 3 bar e ad un'altezza di 50 cm dal bersaglio)

Standard

Livello di deriva > 0.75

Low Drift ★

0.5 < livello di deriva < 0.75

Low Drift ★★

0.25 < livello di deriva < 0.5

Low Drift ★★★

Livello di deriva < 0.25

LERAP: determinazione dell'ampiezza (m) delle buffer zone

Larghezza del corso d'acqua

Dose piena

Mezza dose

Tipologia ugello

Tipologia ugello

< 3 m

S



S



3 - 6 m

5



2



> 6 m

3



1



• Standard

• Low Drift



• Low Drift



• Low Drift



L'attuale legislazione sulla deriva: Olanda

1. **Obbligatorio l'uso di ugelli «Low Drift» nelle fasce esterne del campo.**
2. **Raccomandato l'impiego di ugelli di fine barra con getto «tagliato».**

Tipo di ugello	Zona di rispetto (m)
Convenzionale	14
Antideriva o manica d'aria	1,5
Antideriva + manica d'aria	1,0

L'attuale legislazione sulla deriva: Svezia

l'agricoltore deve attenersi al rispetto delle buffer zone in funzione di:

- temperatura dell'aria
- velocità del vento
- caratteristiche delle aree limitrofe
 - (presenza di corsi d'acqua, di zone abitate, ecc.)
- altezza della barra
- dimensione delle gocce
- dose applicata

Svezia: larghezza delle buffer zone in presenza di aree sensibili

 Gocce grandi
  Gocce medie
  Gocce piccole

Altezza

barra (cm)

Dose

Un quarto

Metà

Piena

25										
3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	
40	3	3	3	3	3	4	3	3	5	
60	3	3	4	3	4	5	3	5	8	
25										
3	3	3	5	3	4	8	3	6	11	
40	3	4	7	3	7	11	4	9	16	
60	4	7	9	6	11	16	9	16	22	
25										
3	3	7	12	4	12	22	5	16	30	
40	6	11	16	9	20	32	12	26	40	
60	11	16	22	20	32	46	26	38	50	

24 m

48 m

> 96 m

Lunghezza del campo nella direzione del vento

T = 15 C
v = 3 m/s

Parametri di riferimento per la determinazione dell'ampiezza delle zone di rispetto



UK

NL

S

D

DOSE



**TIPO DI
POLVERIZZAZIONE
(ugello e irroratrice
impiegata)**



**CONDIZIONI
ATMOSFERICHE**



**AREE A
RISCHIO**



Europa

I principali parametri utilizzati per definire l'ampiezza delle zone di rispetto sono:

- tossicità (tipo di formulazione) del prodotto fitosanitario
- dose distribuita
- tipologia di attrezzatura impiegata per la distribuzione

SICUREZZA

Analisi dei rischi

Le operazioni che devono essere compiute nell'utilizzazione delle irroratrici possono essere distinte in:

1. preparazione della macchina (accoppiamento alla trattrice, collegamento alla trasmissione del moto, distacco della macchina)
2. riempimento e svuotamento del serbatoio
3. regolazioni
4. irrorazione
5. movimentazione e trasporto
6. pulizia e manutenzione.

Dispositivi di protezione individuale

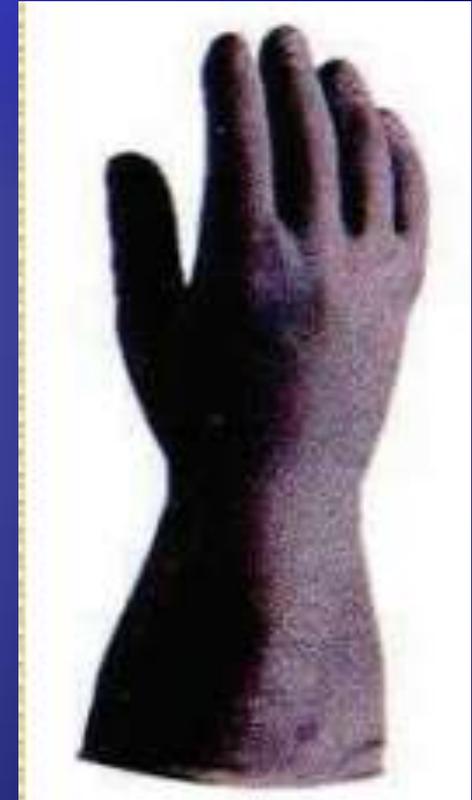
- ◆ Il datore di lavoro deve mettere a disposizione dei lavoratori addetti alla distribuzione dei prodotti fitosanitari:
 1. Idonee tute
 2. Stivali in gomma
 3. Guanti impermeabili
 4. Protezione delle vie respiratorie
- ◆ I DPI devono essere individuali
- ◆ I DPI devono essere conservati in luogo adatto, essere mantenuti in buono stato di efficienza, pulizia e manutenzione

Cartellonistica DPI



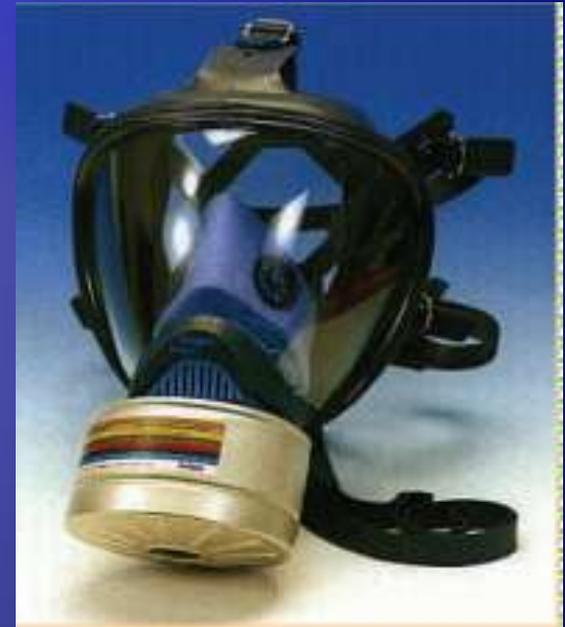
Protezione dell'arto superiore

- ◆ I guanti devono essere indossati contro:
 1. rischi meccanici (perforazioni, tagli, vibrazioni)
 2. rischi chimici (uso di fitofarmaci, antiparassitari, disinfettanti, etc.)
 3. rischi microbiologici (contatto con gli animali, il letame e il terreno)
- ◆ i guanti devono essere di nitrile e neoprene: gli altri tipi non sono idonei in quanto permettono il passaggio delle sostanze tossiche



Protezione delle vie respiratorie

- ◆ I filtri delle maschere devono, dopo l'uso, essere custoditi all'interno di sacchetti di plastica chiusi ermeticamente e riposti in luoghi bui ed asciutti
- ◆ l'operatore dovrà annotare le ore di utilizzo per verificare l'efficienza dei carboni attivi
- ◆ per i prodotti molto tossici e tossici si deve usare il casco integrale



Protezione dell'arto inferiore e di altre parti corporee

- ◆ scarponi o stivali da usare durante le lavorazioni che presentano pericoli di punture, tagli, ustioni e schiacciamenti
- ◆ tute protettive a maniche lunghe in stoffa o monouso
- ◆ pomate da usare per proteggersi dalle radiazioni solari durante i lavori sul campo nelle ore calde.
- ◆ le tute di stoffa sono difficili da lavare, durante i trattamenti è consigliabile usare le tute monouso

