

I CRITERI CHE REGOLANO LA DISTRIBUZIONE

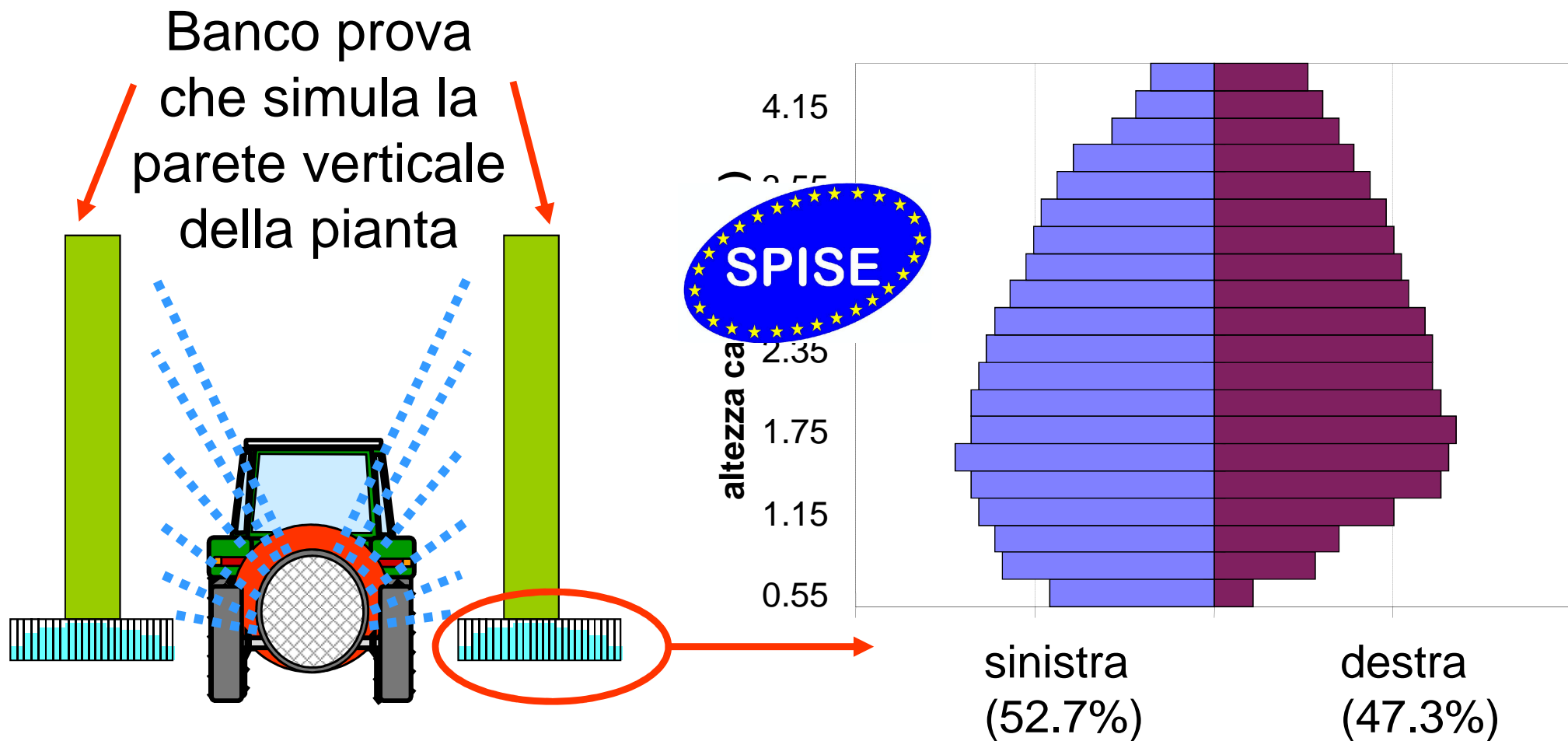


IL DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE

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

IL DIAGRAMMA DI DISTRIBUZIONE

COME SI DETERMINA

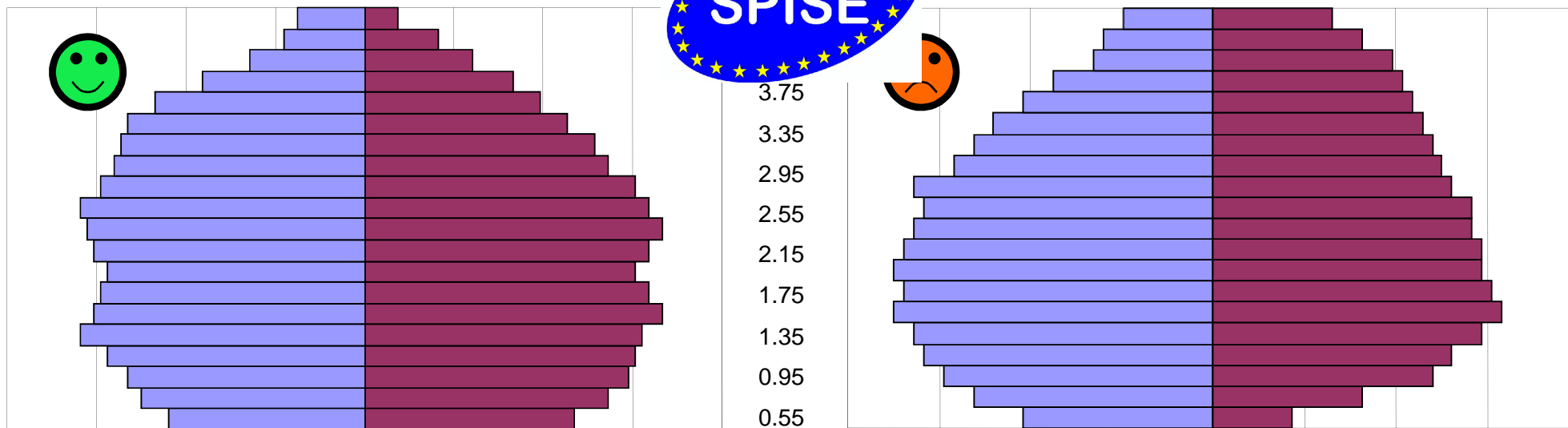


INDICE DI SIMMETRIA

=

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

**SPISE**

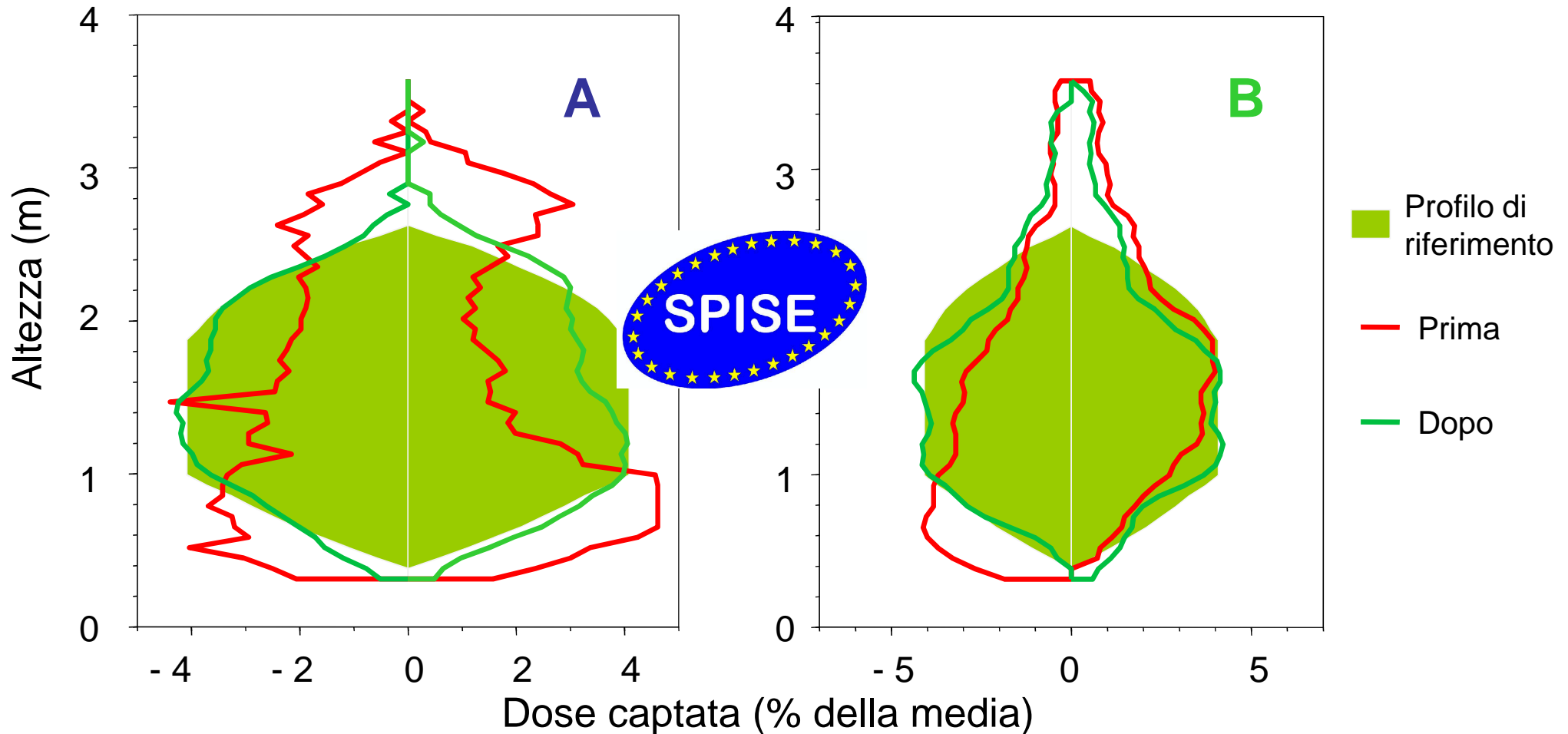


Indice di simmetria = 3.2

Indice di simmetria = 9.2

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

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

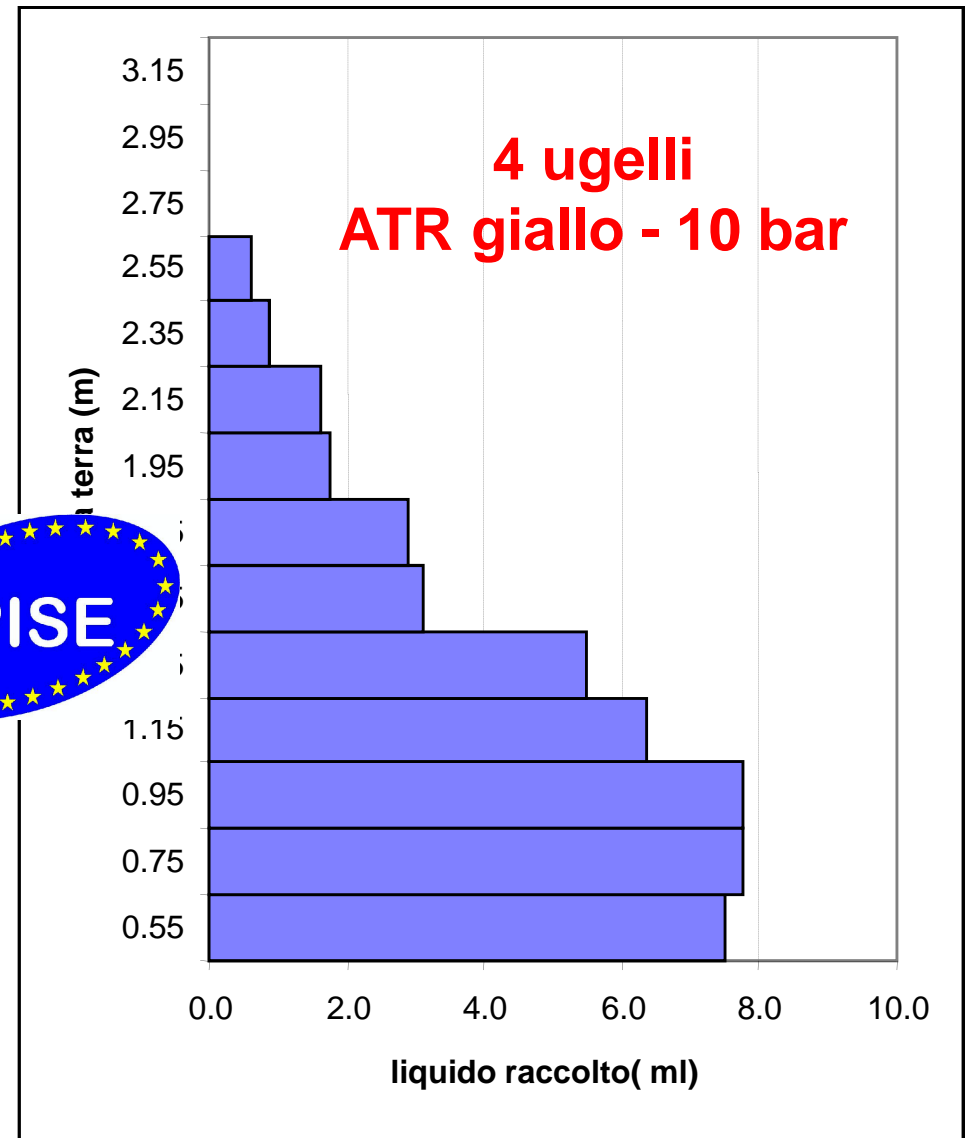
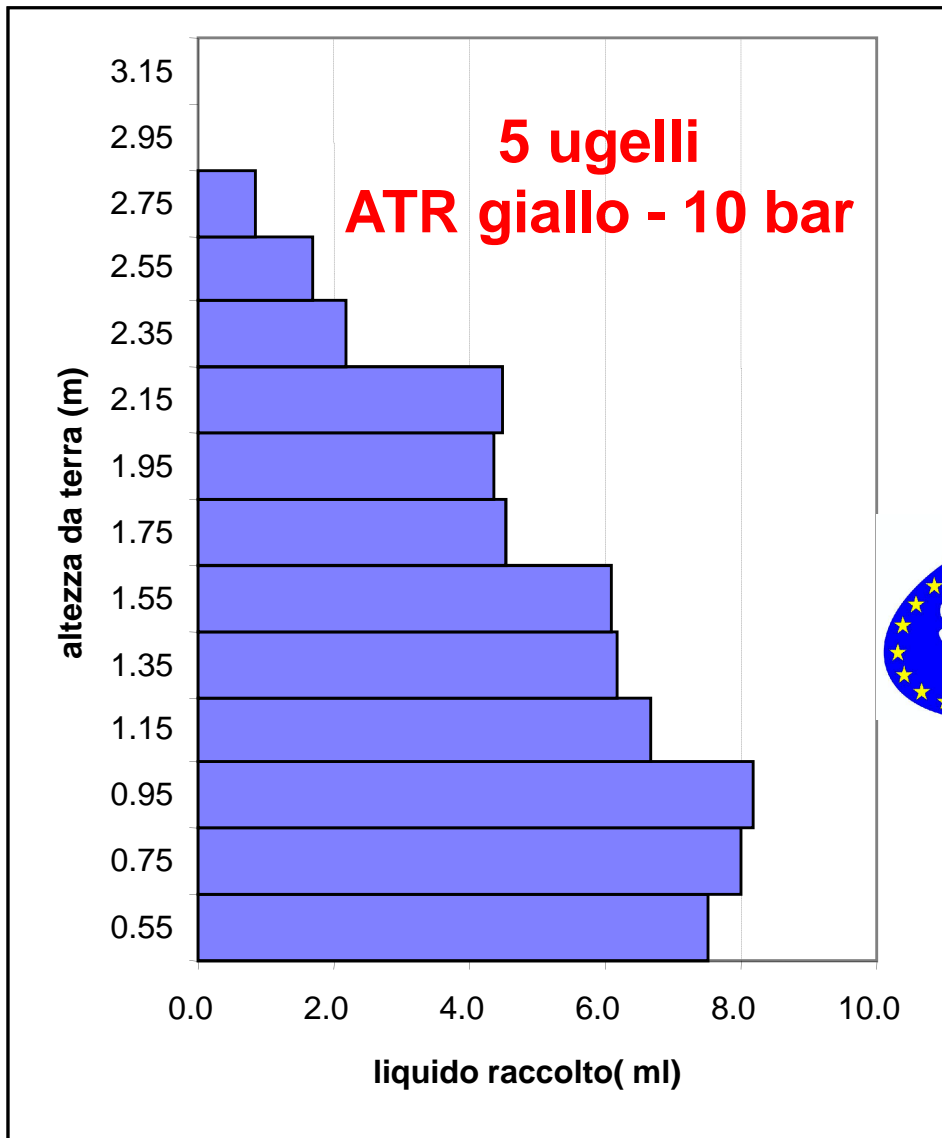
- APERTURA O CHIUSURA UGELLI

- ORIENTAMENTO UGELLI
(soprattutto **SPISE** delle macchine pneumatiche e quelle a diffusori orientabili)

- DIMENSIONE UGELLI

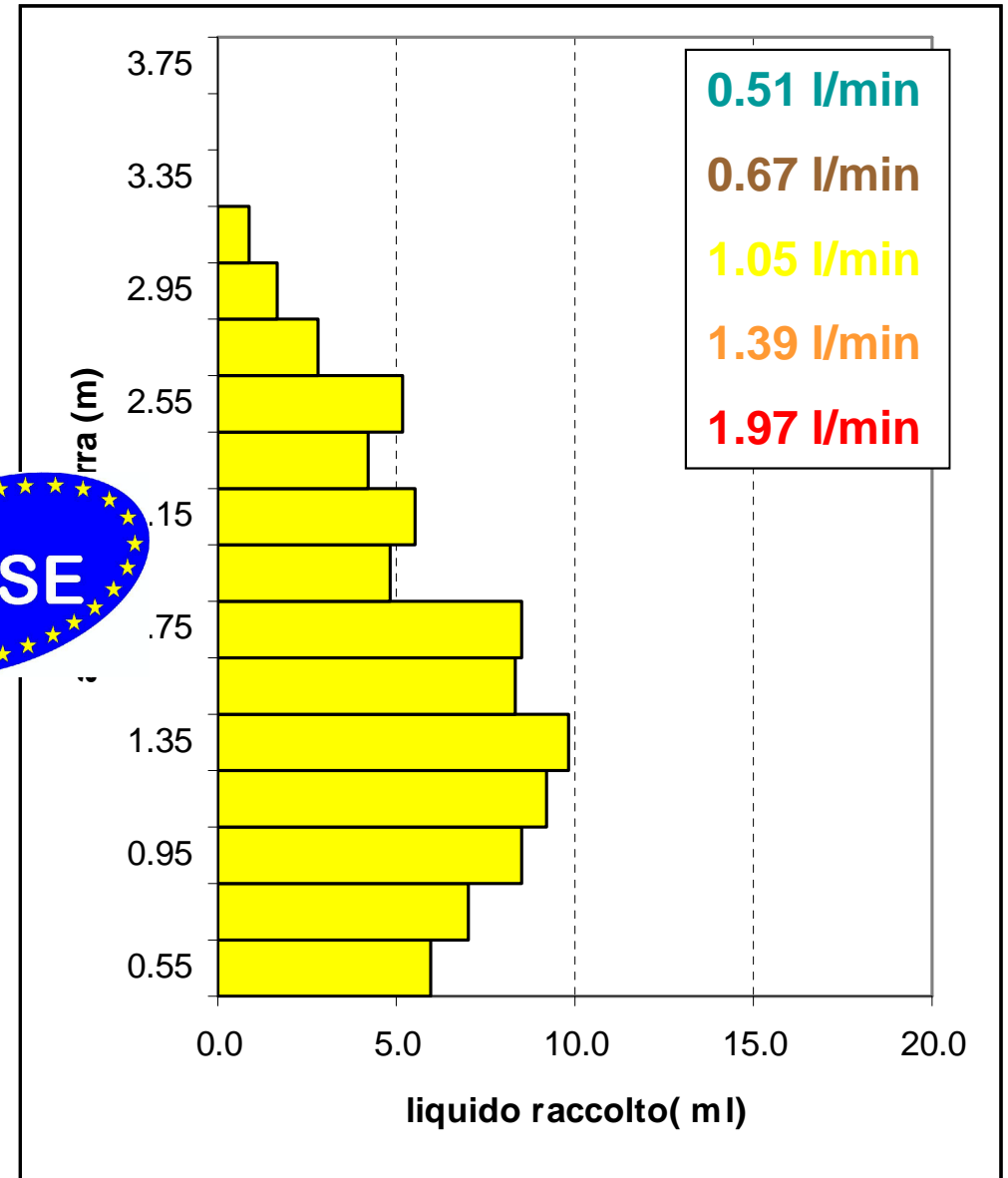
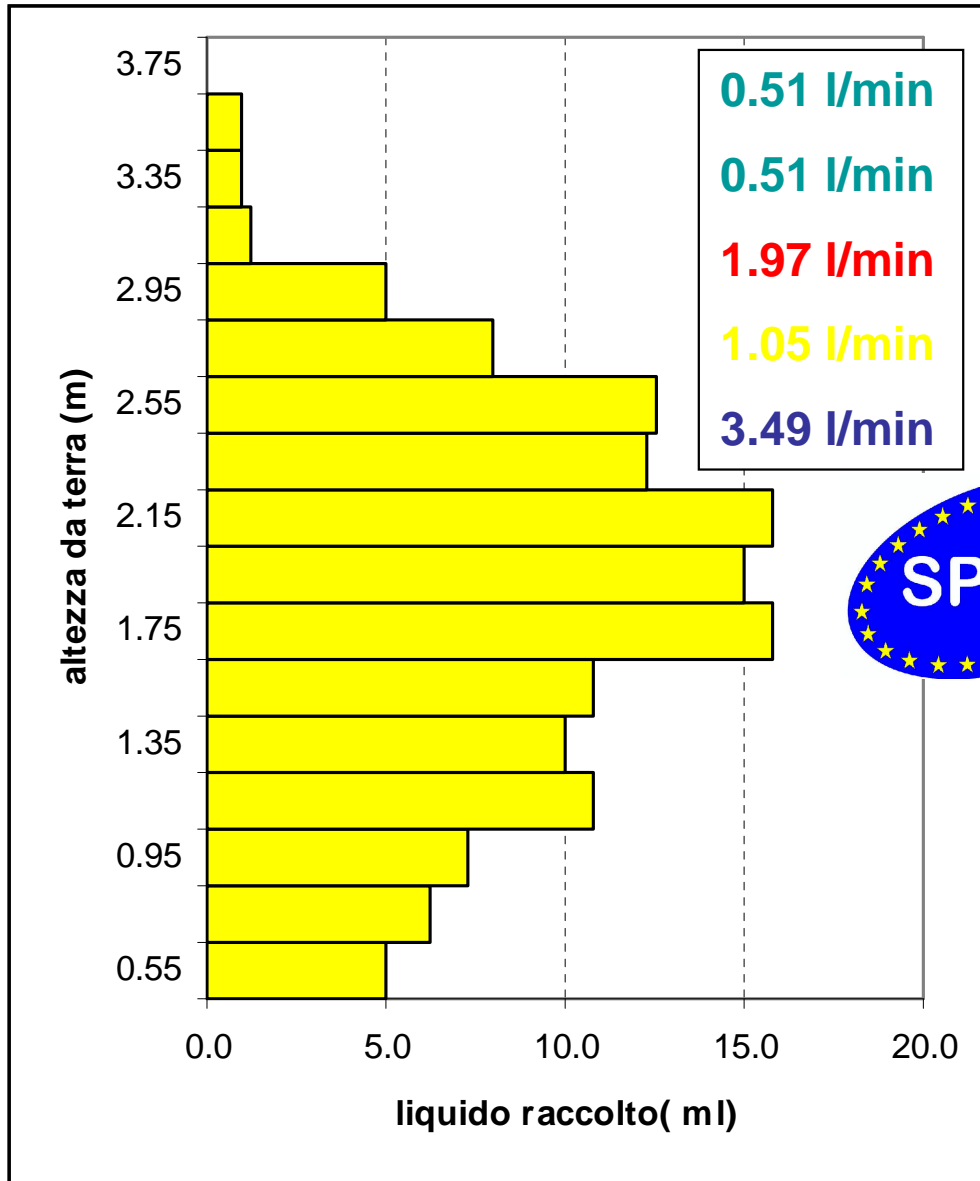
- ORIENTAMENTO DEFLETTORI

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



APERTURA e CHIUSURA UGELLI

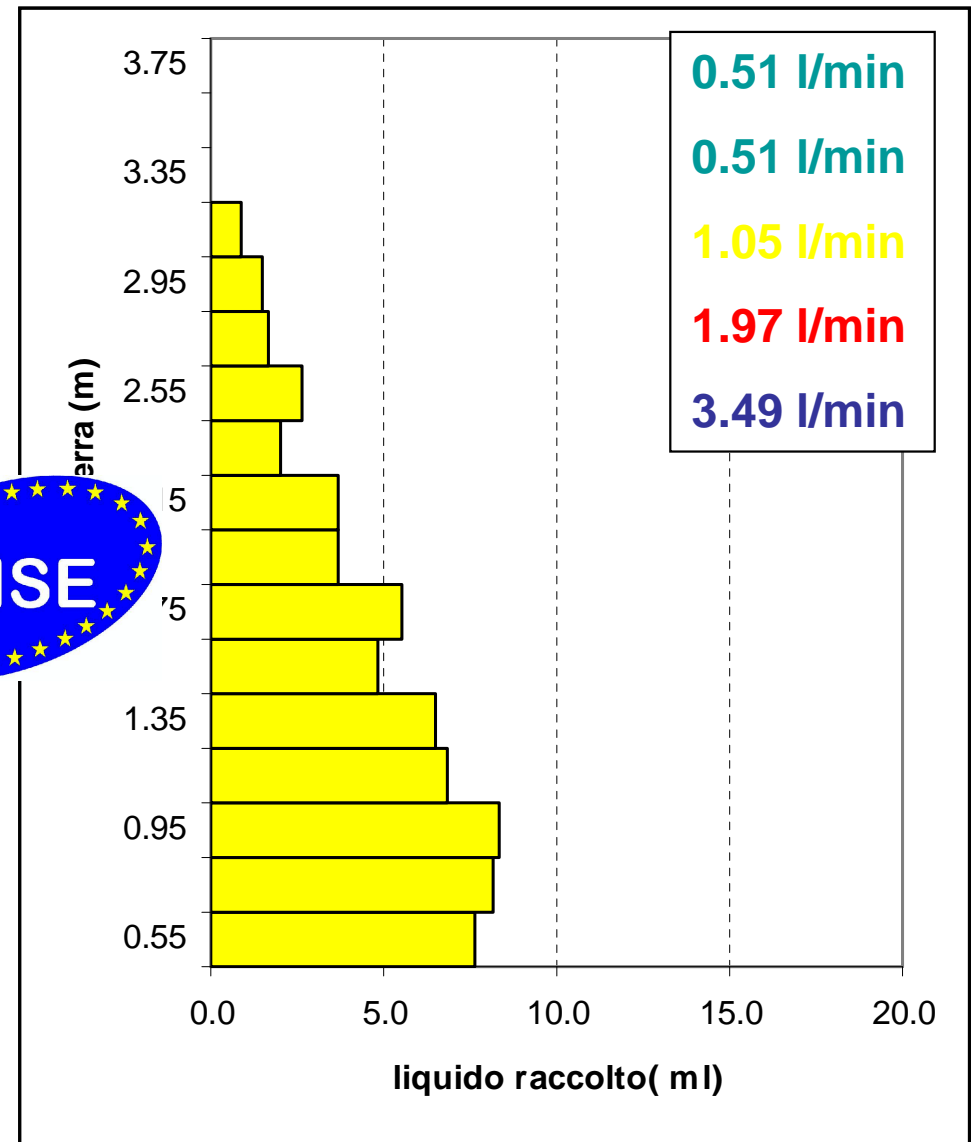
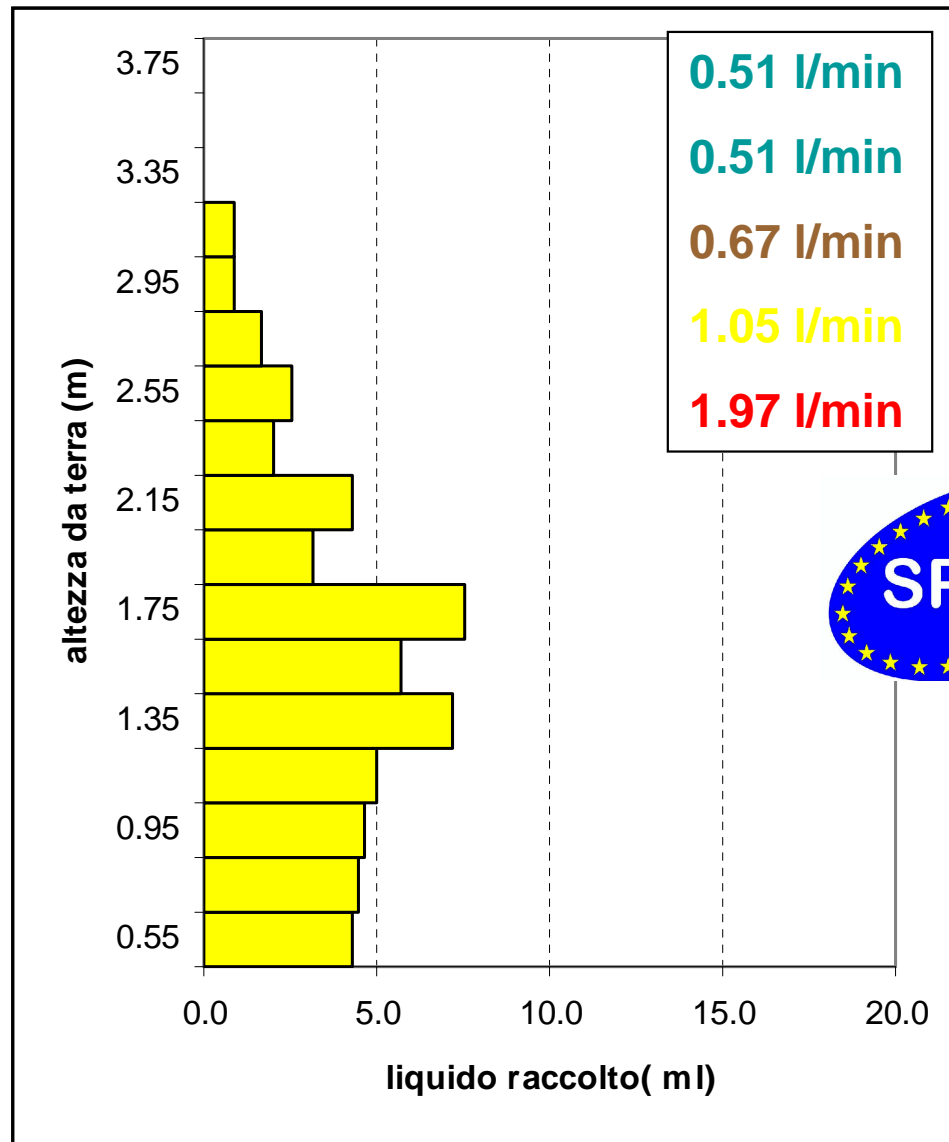
ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



IMPIEGO DI UGELLI DIVERSI (5 ATR - 10 bar)

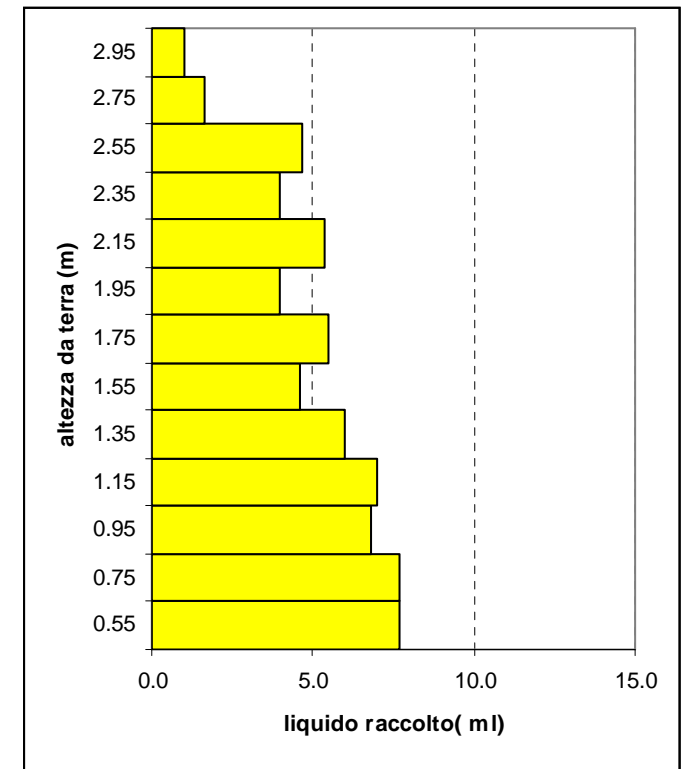
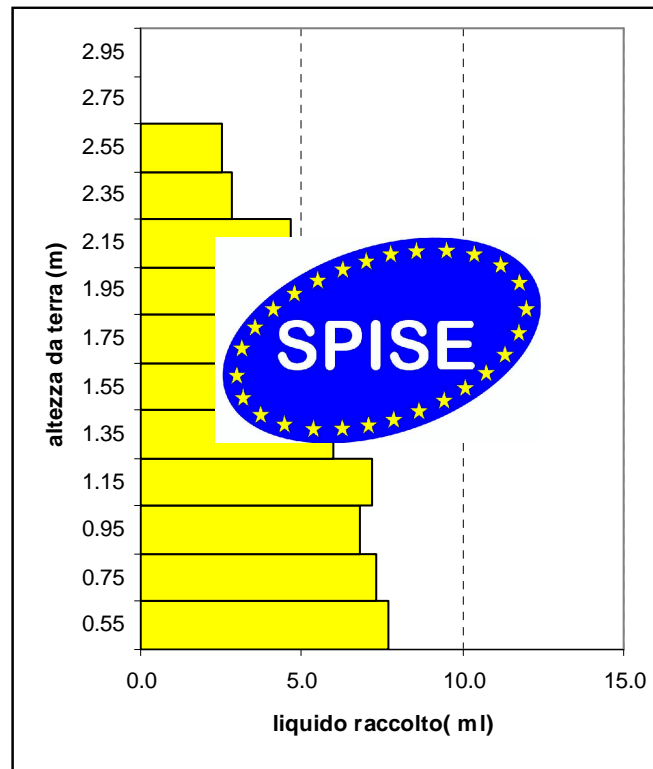
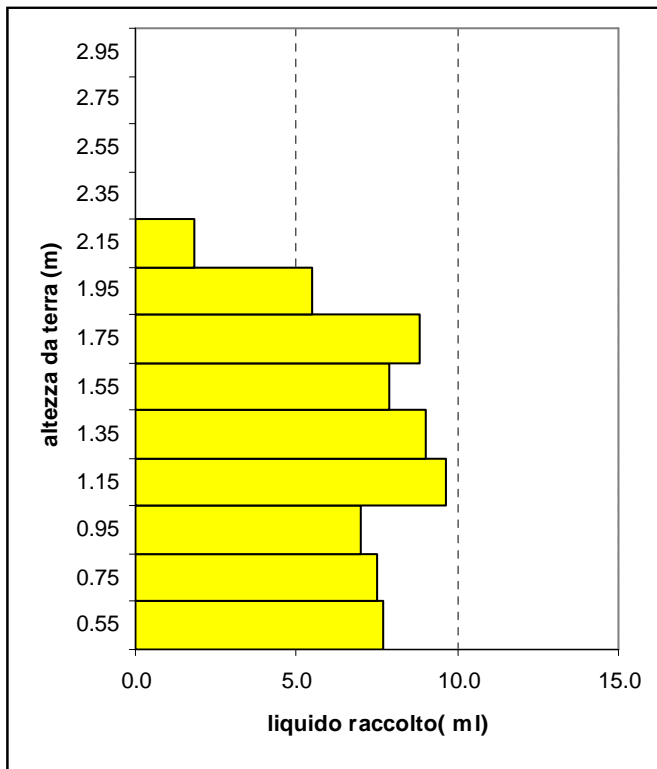
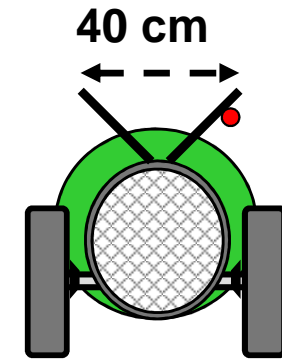
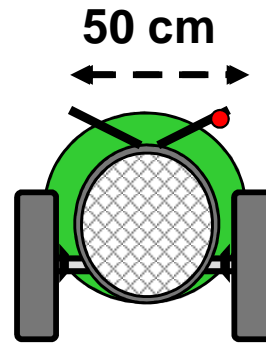
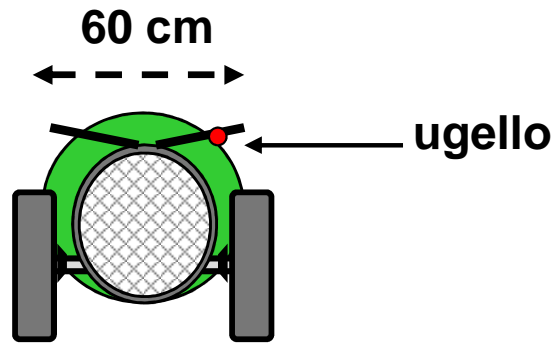


ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



IMPIEGO DI UGELLI DIVERSI (ATR - 10 bar)

ALCUNI ESEMPI DI DIAGRAMMI



VARIAZIONE INCLINAZIONE ALETTA CON UGELLO 5
ATR gialli - 10 bar

I CRITERI CHE REGOLANO LA DISTRIBUZIONE

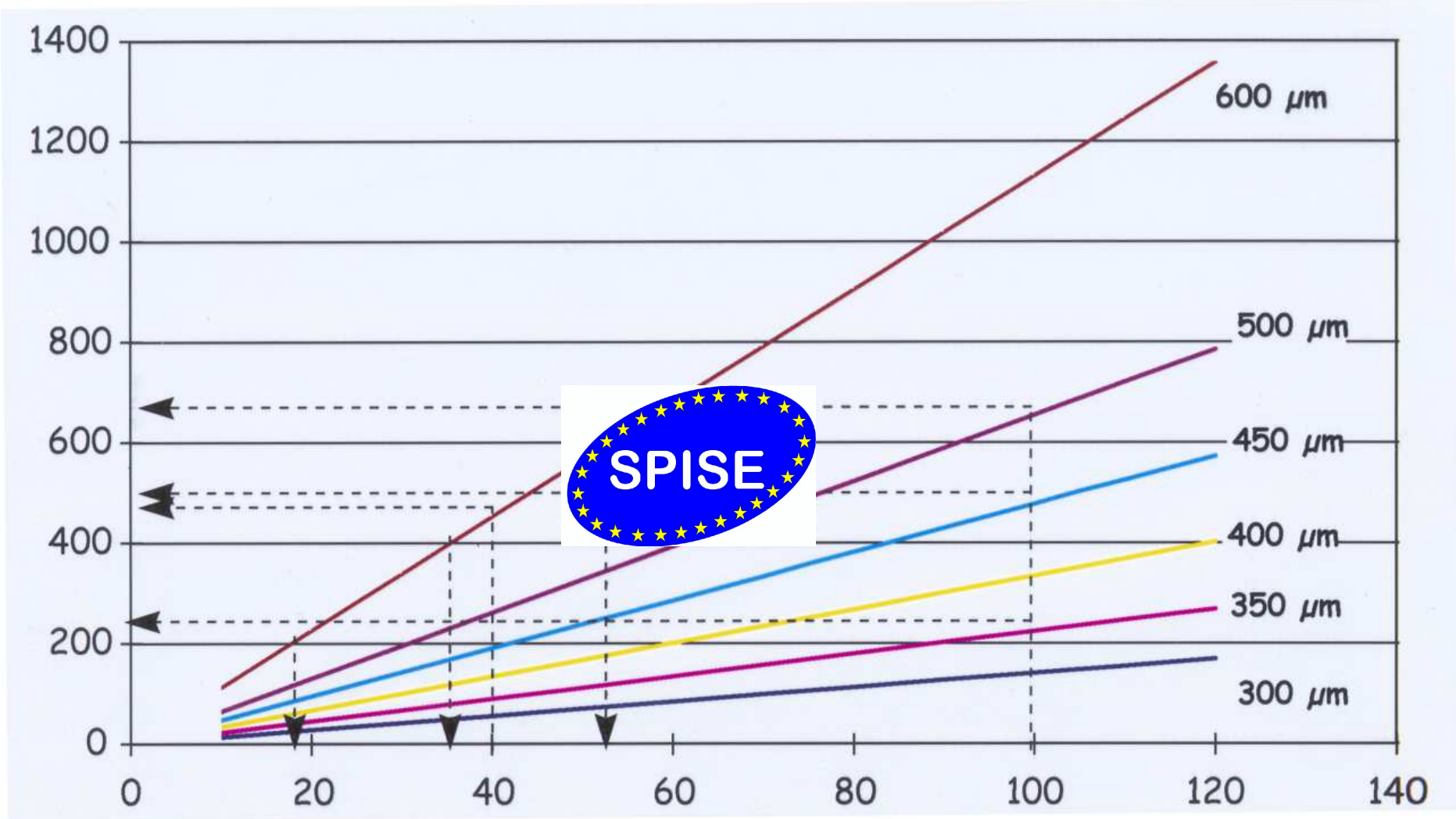
IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUITO DA COSA DIPENDE

- Dimensione del bacino
- Tipologia di trattamento
- Condizioni climatiche
- **Non è legato alla tipologia di
irroratrice**



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

Volume di distribuzione (l/ha)



Prodotti sistemici

*Prodotti ad azione
per contatto*

Impatti/cm²



CALCOLO DEL VOLUME CONSIDERANDO IL LAI

$$V \text{ (l/ha)} = \frac{2 \times \text{LAI} \times D_i \times \overbrace{4/3 \times \pi \times (\text{VMD}/2)^3 \times 10^{-7}}^{D_v}}{R}$$

V = volume un  distribuzione

LAI = indice di area fogliare

D_i = densità ottimale di impatti cm^2

D_v = volume delle gocce

R = fattore di recupero del prodotto sul bersaglio (70÷75%)

CALCOLO DEL VOLUME CONSIDERANDO IL LAI

	LAI
cereali vernini	1.0÷1.5
meleto a spalliera	4.0÷5.0
pereto intensivo	1.5÷2.5
aranceto	4.0÷5.0
vigneto a spalliera	2.0÷3.0
pomodori in serra	3.0÷4.0

	Impatti/cm ²
Fungicida sistemico	80
Fungicida contatto	90
Insetticida sistemico	100
Insetticida contatto	120

Densità ottimale di impatti per unità di superficie in funzione del p.a. e della modalità di azione



Esempi di LAI per differenti specie in piena vegetazione

	VMD (µm)
Molto fine	100
Fine	160
media	210
grande	240
molto grande	350

Dimetro medio delle gocce in funzione del tipo di polverizzazione

CALCOLO DEL VOLUME CONSIDERANDO IL LAI - esempio

LAI = 2.5 (vigneto in piena vegetazione)

VMD = 210 μm (polverizzazione media)

D_i = 120 (insetticida per contatto)

R = 70%



$$V \text{ (l/ha)} = \frac{2 \times 2.5 \times 120 \times \frac{4}{3} \times \pi \times (210/2)^3 \times 10^{-7}}{R} = 415 \text{ l/ha}$$

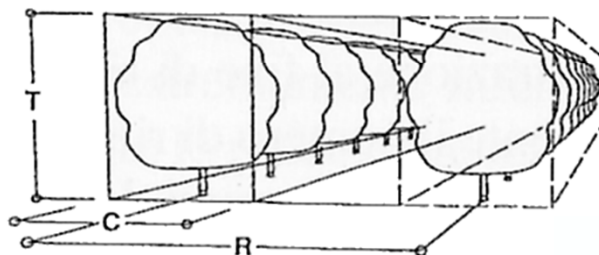
CALCOLO DEL VOLUME CONSIDERANDO IL TRV

input:

altezza degli alberi [T] = (m)

larghezza della chioma [C] = (m)

larghezza interfila [R] = (m)



formula:

volume della vegetazione [Vv] =



$$V_v = \frac{T \times C \times 10000}{R}$$

$$\frac{4 \times 2 \times 10000}{4} = 20000$$

indice di volume [i]

(litri per 1000 m³ di vegetazione)

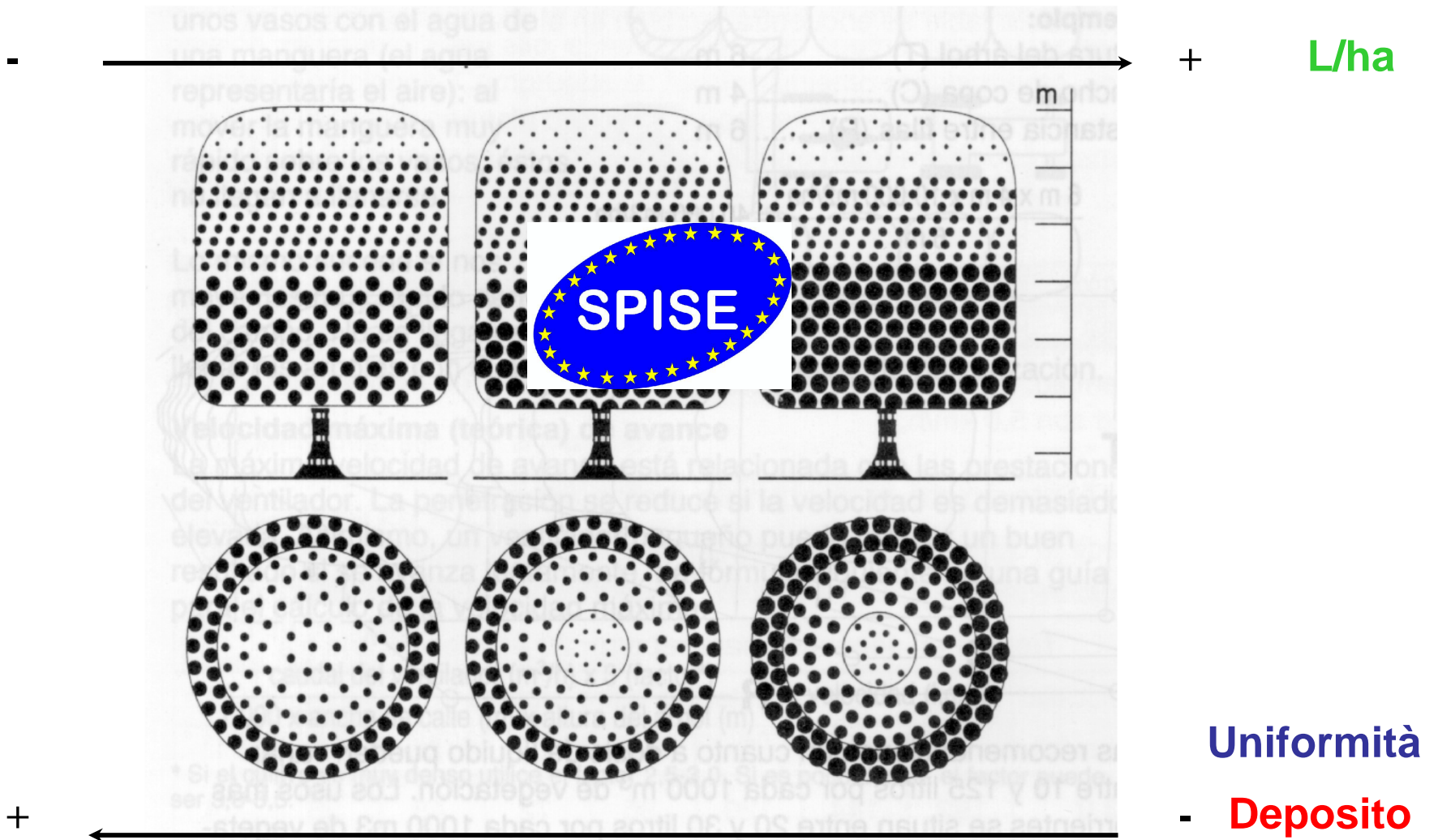
molto alto	120
alto	100
medio	70
basso	50
molto basso	30
ultrabasso	10

formula:

Volume di miscela teorico [Vt] = (l/ha)

$$V_t = \frac{i \times V_v}{1000} = \frac{50 \times 20000}{1000} = 1000$$

INFLUENZA DEL VOLUME DISTRIBUITO SU UNIFORMITÀ DI DISTRIBUZIONE E DEPOSITO

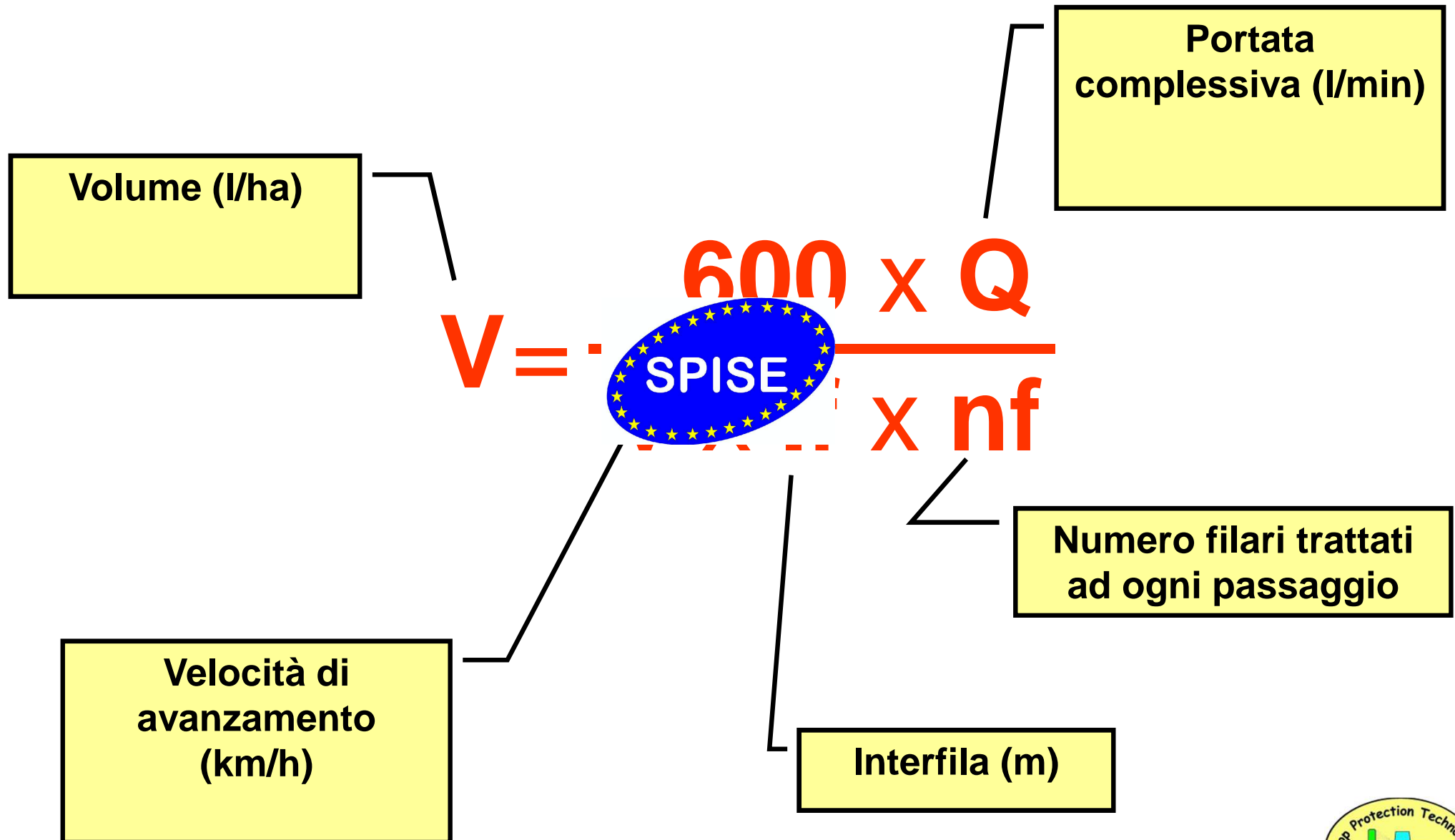


IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUITO DA COSA E' INFLUENZATO

- Portata ugelli
- Velocità di avanzamento
- Interfila
- Numero di filari trattati ad ogni passaggio della macchina



COME SI CALCOLA IL VOLUME DI DISTRIBUZIONE



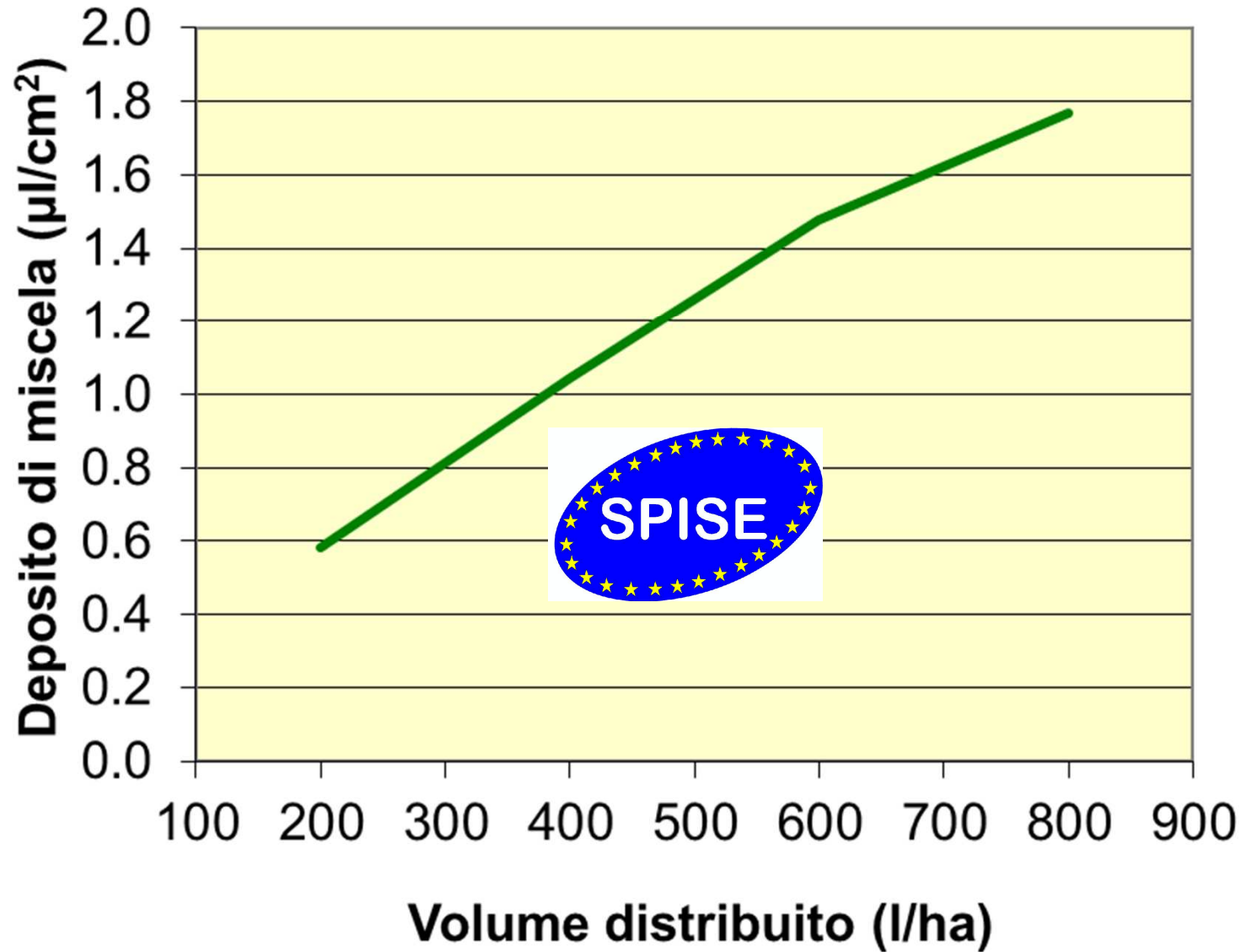
IL VOLUME D'ACQUA DISTRIBUITO QUANTO DEVE ESSERE

- In grado di coprire tutto il bersaglio
- Evitare il gocciolamento

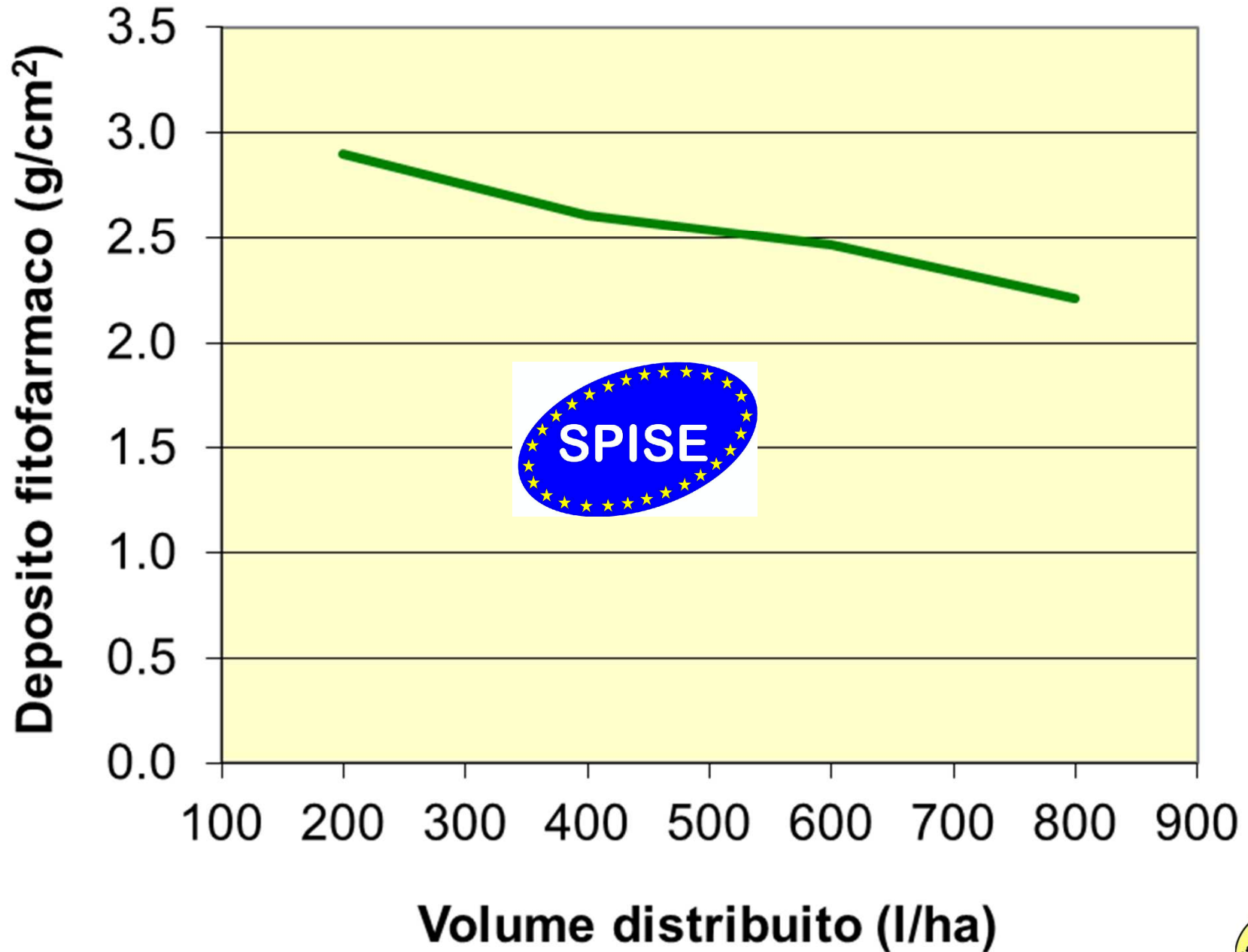


100-150 l/ha x m altezza parete

INFLUENZA DEL VOLUME DISTRIBUITO SULL'ENTITA' DEL DEPOSITO



INFLUENZA DEL VOLUME DISTRIBUITO SULL'ENTITA' DEL DEPOSITO DI FITOFARMACO (ipotesi 1000 g/ha)



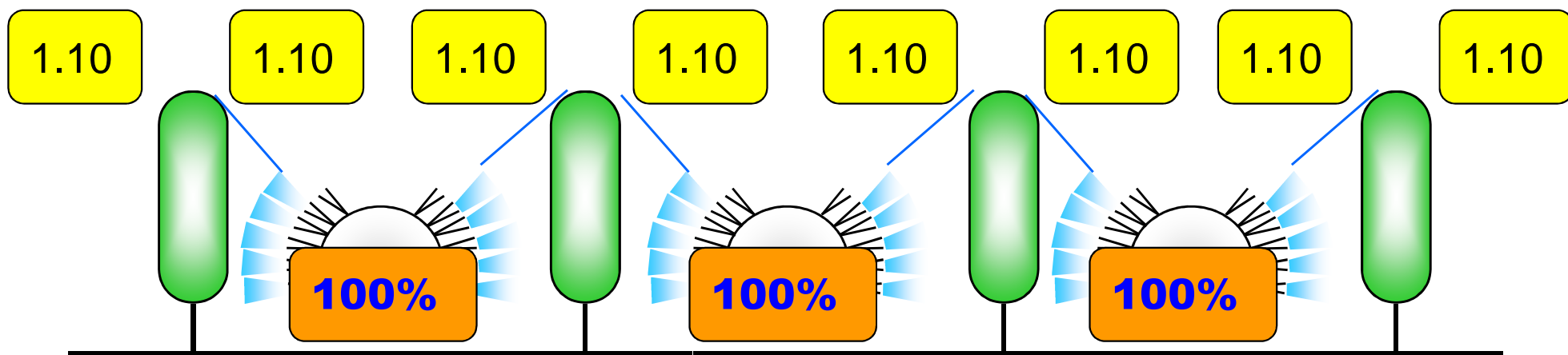
SCELTA MODALITA' DI PASSAGGIO DELL'IRRORATRICE NEI FILARI

Passaggio in tutti i filari

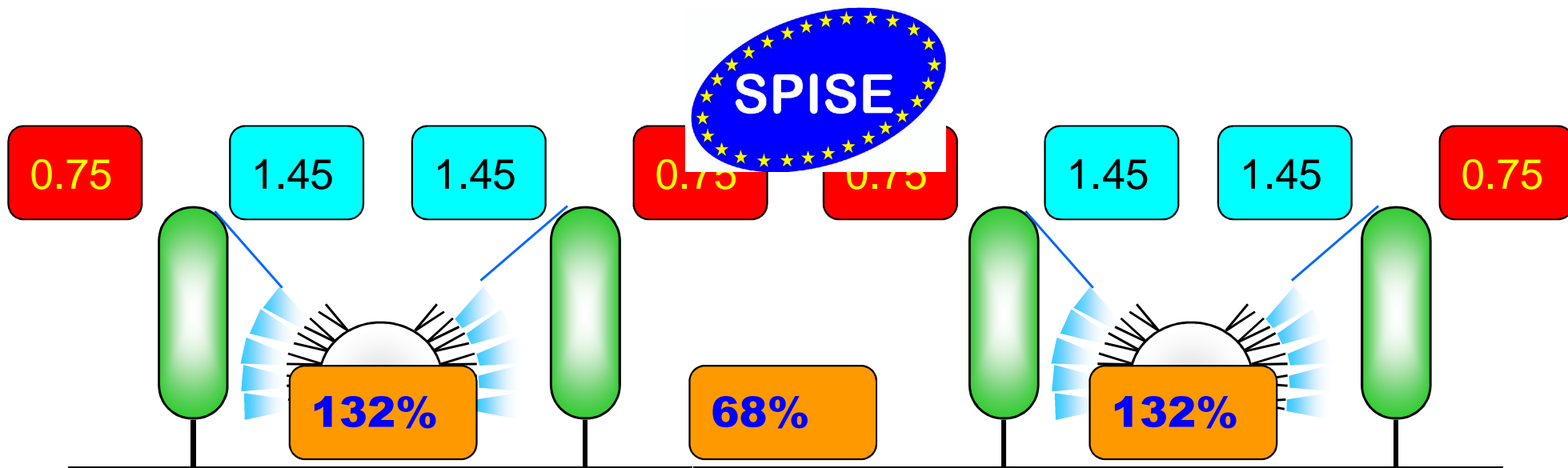


Passaggio in filari alterni



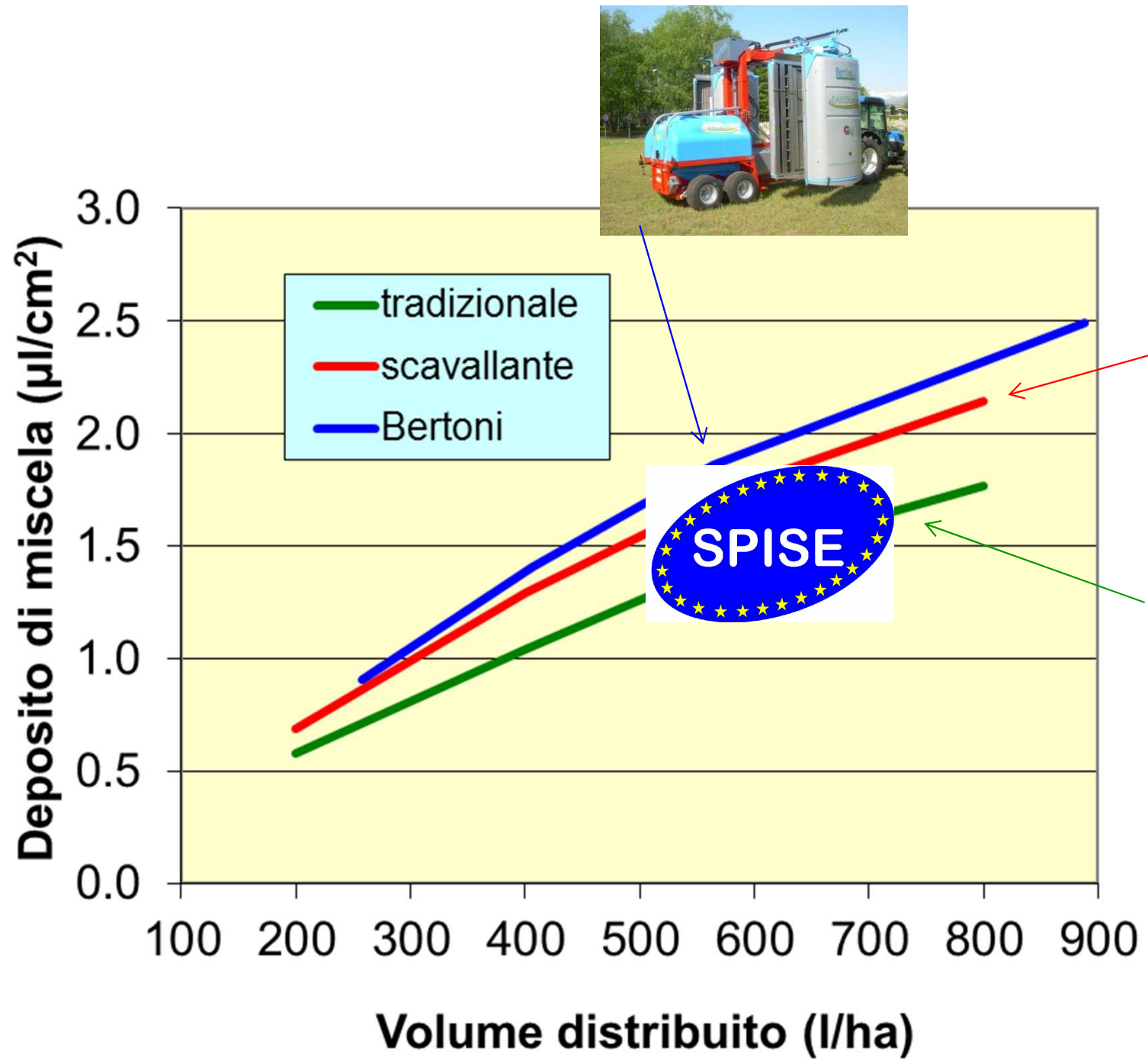


tutti i filari

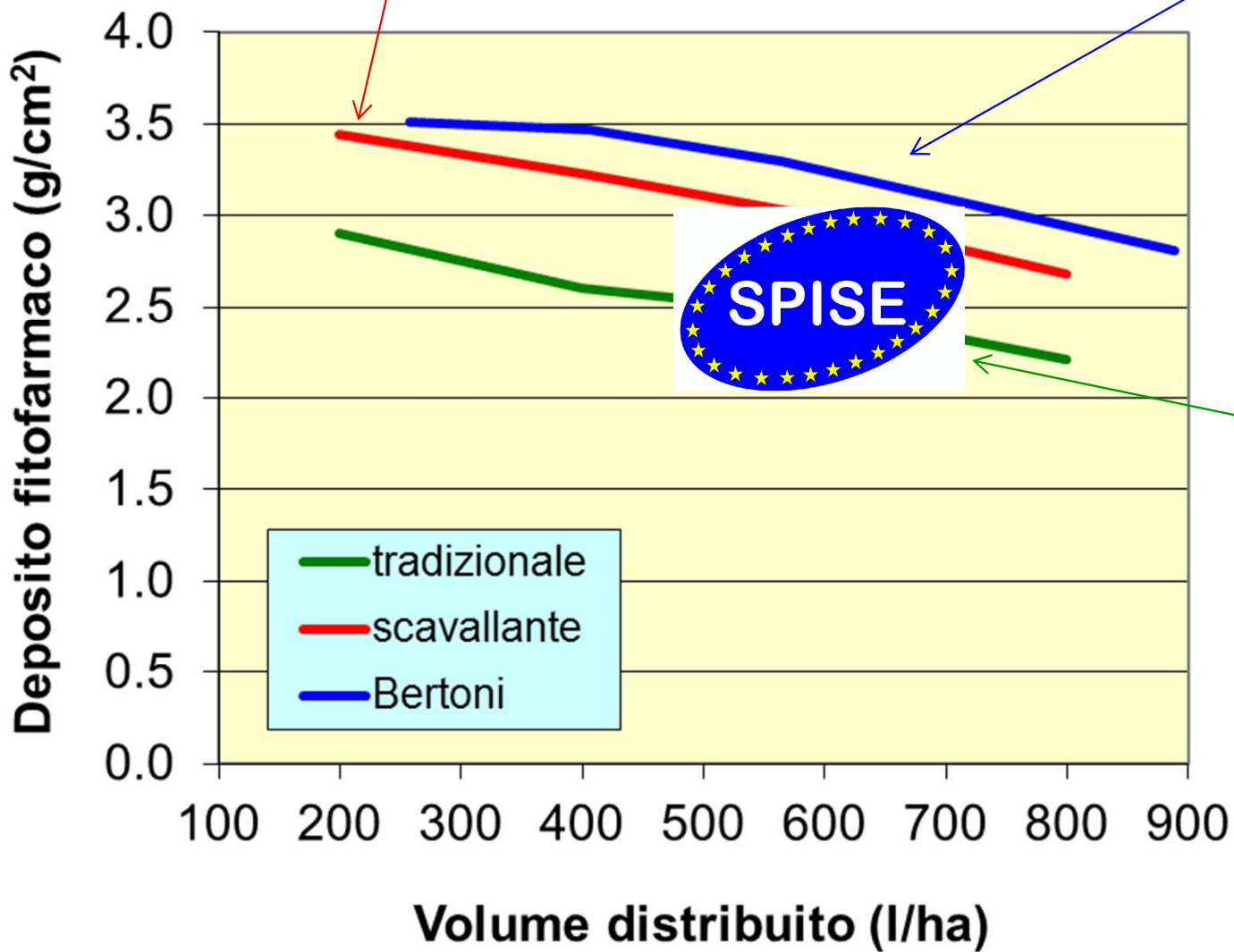


filari alterni

MODALITA' DI DISTRIBUZIONE E ENTITA' DEL DEPOSITO



MODALITA' DI DISTRIBUZIONE E DEPOSITO DI FITOFARMACO (ipotesi 1000 g/ha)



I CRITERI CHE REGOLANO LA DISTRIBUZIONE

IL FLUSSO D'ARIA GENERATO DAL VENTILATORE



- Funzioni dell'aria**
- I criteri di scelta**
- Come modificarlo**

Funzioni dell'aria prodotta dal ventilatore

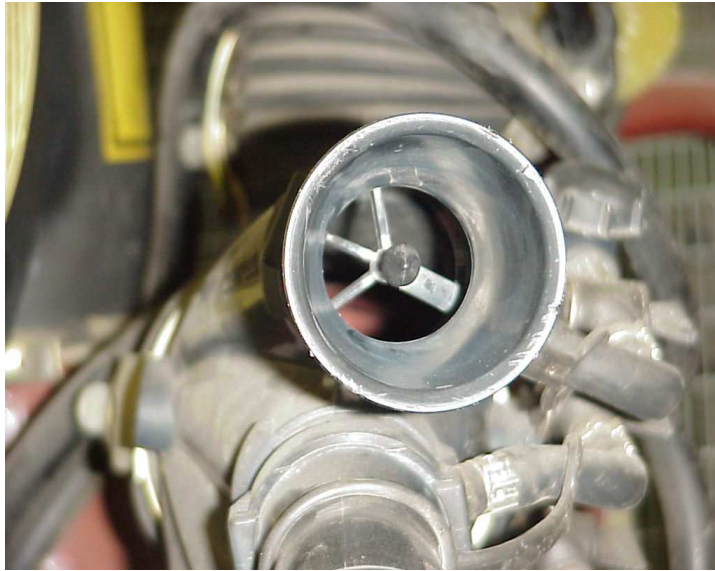
MACCHINE AEROASSISTITE



- Trasporto gocce verso il bersaglio
- Movimento della vegetazione
- Penetrazione gocce nella vegetazione

Funzioni dell'aria prodotta dal ventilatore

MACCHINE PNEUMATICHE



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

Ventilatori assiali: problemi

FLUSSO D'ARIA ASIMMETRICO

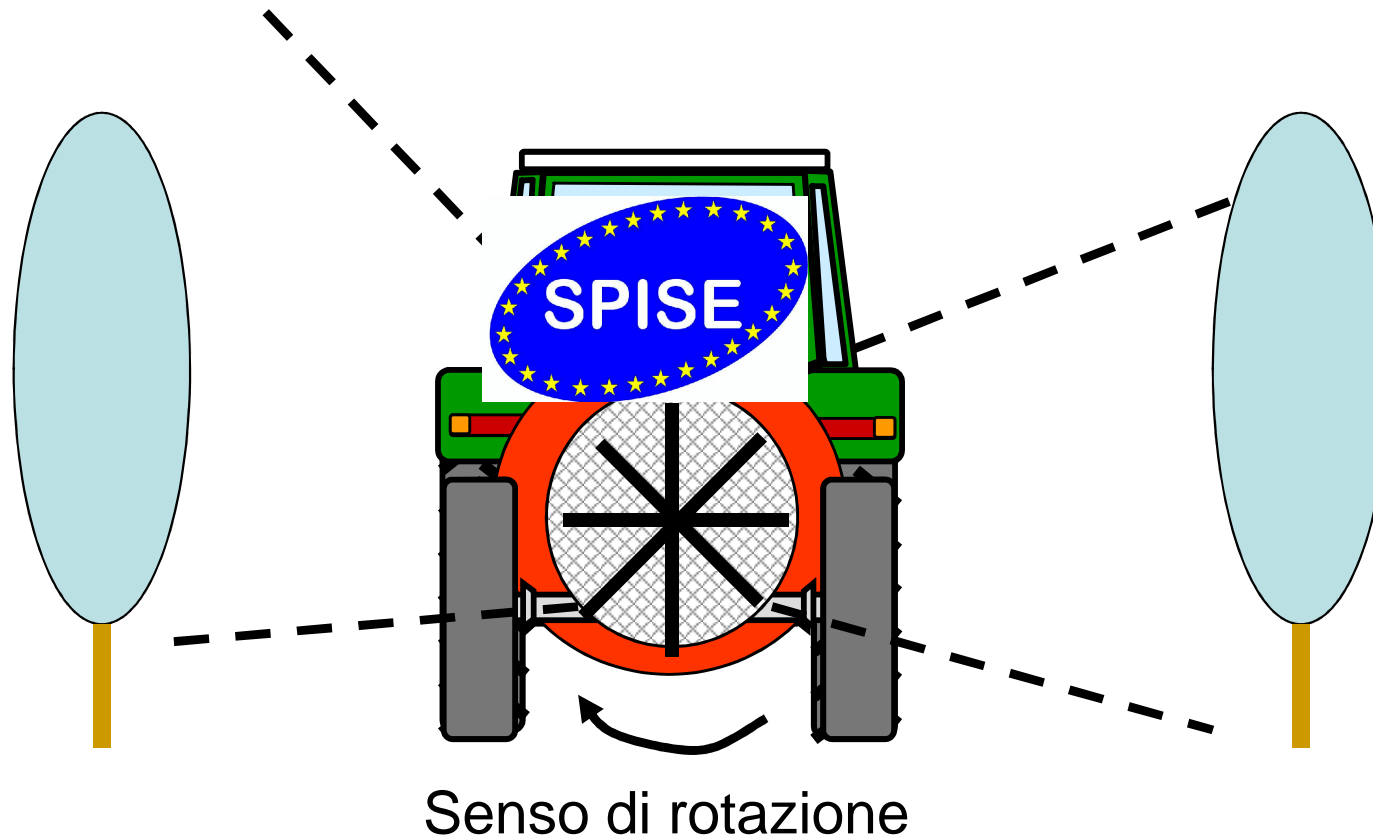
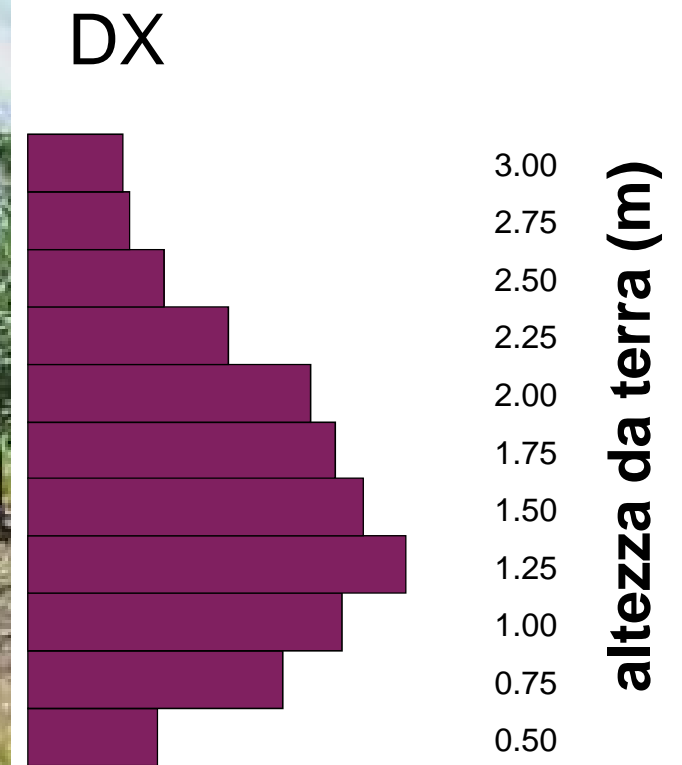
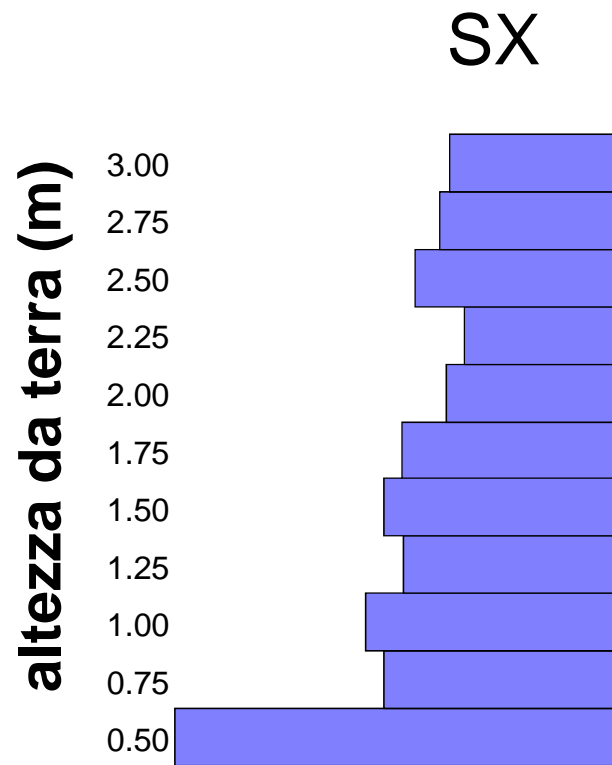


Diagramma della velocità dell'aria asimmetrico



Parametri costruttivi per ottimizzare il flusso d'aria

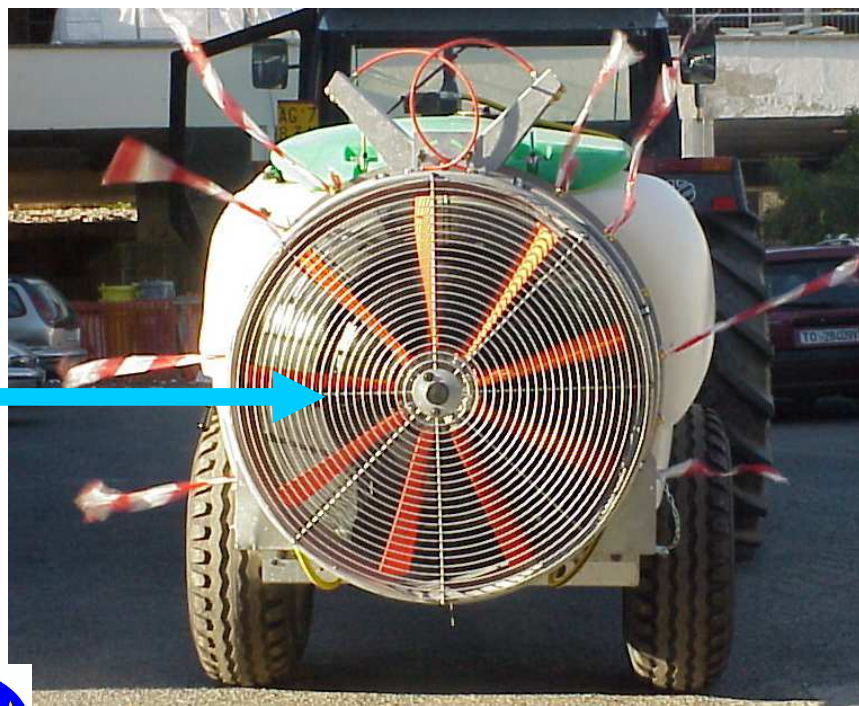
CONTROVENTOLA

DOPPIA VENTOLA



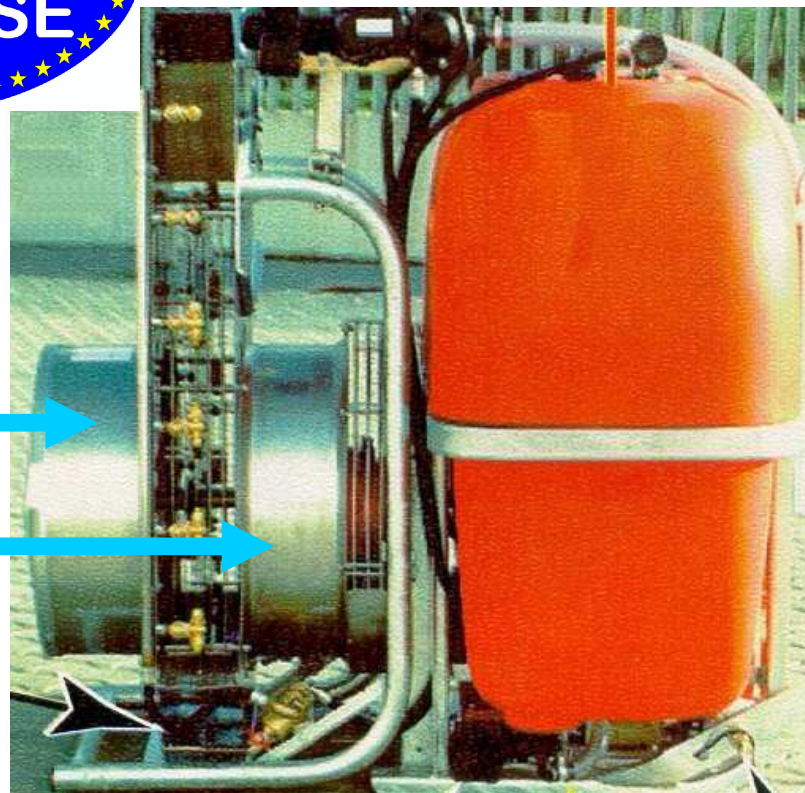
**FLUSSO D'ARIA
FACILMENTE
REGOLABILE**

CONTROVENTOLA



SPISE

DOPPIA VENTOLA



Variazione della portata dell'aria in seguito alla presenza della controventola (valori medi)

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

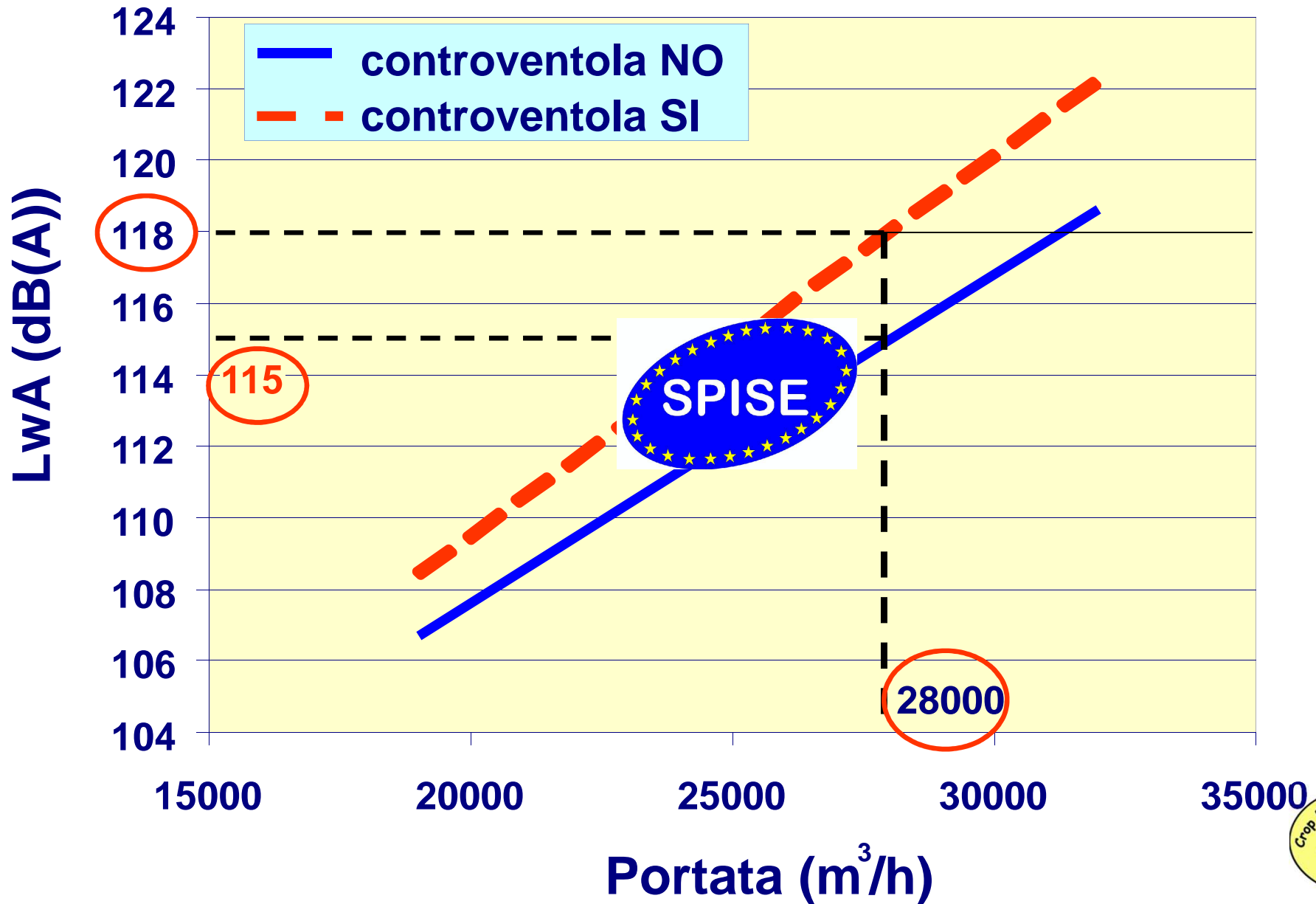


Il problema della rumorosità dei ventilatori

- Rumorosità ventilatori irroratrici elevata (potenza acustica max misurata 123 dB(A))
- Rumorosità strettamente legata alla portata (> portata → rumorosità) che a sua volta è legata al n° di giri
- Per ridurre la rumorosità generata dal ventilatore è necessario:
 - a) impiegare ventilatori con diametri elevati utilizzando un ridotto numero di giri
 - b) non utilizzare portate elevate quando non servono
 - c) indirizzare l'aria solo dove serve



Potenza acustica in funzione della presenza della controventola

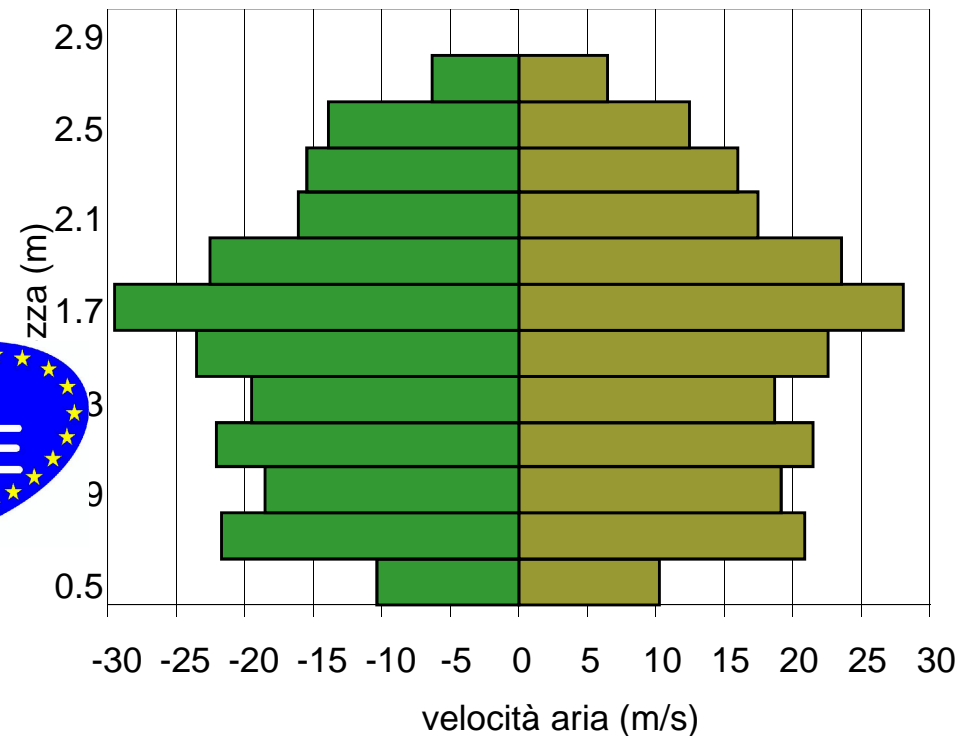
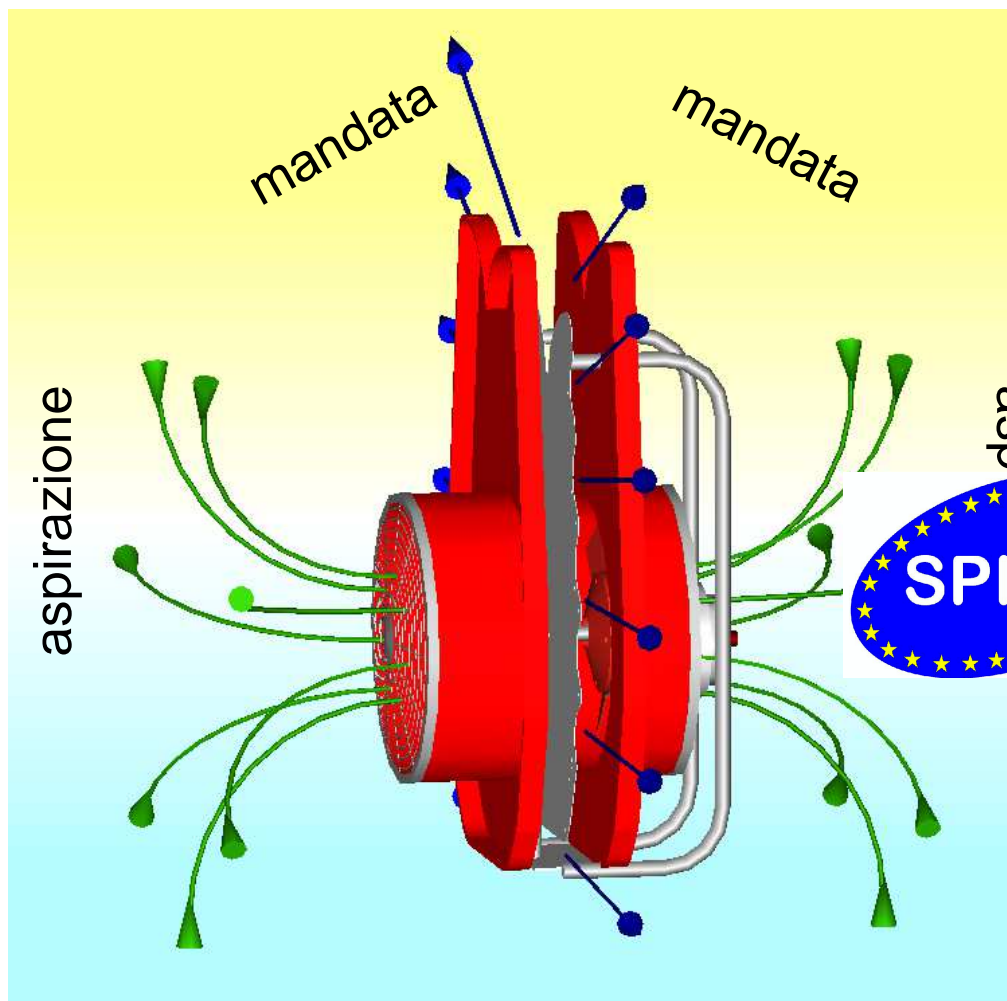


ATTENZIONE!

SU VENTILATORI BEN COSTRUITI LA
CONTROVENTOLA NON E' VANTAGGIOSA, MA PUO'
ADDIRITTURA ESSERE DELETERIA, OLTRE AD
AUMENTARE LA RUMOROSITA'

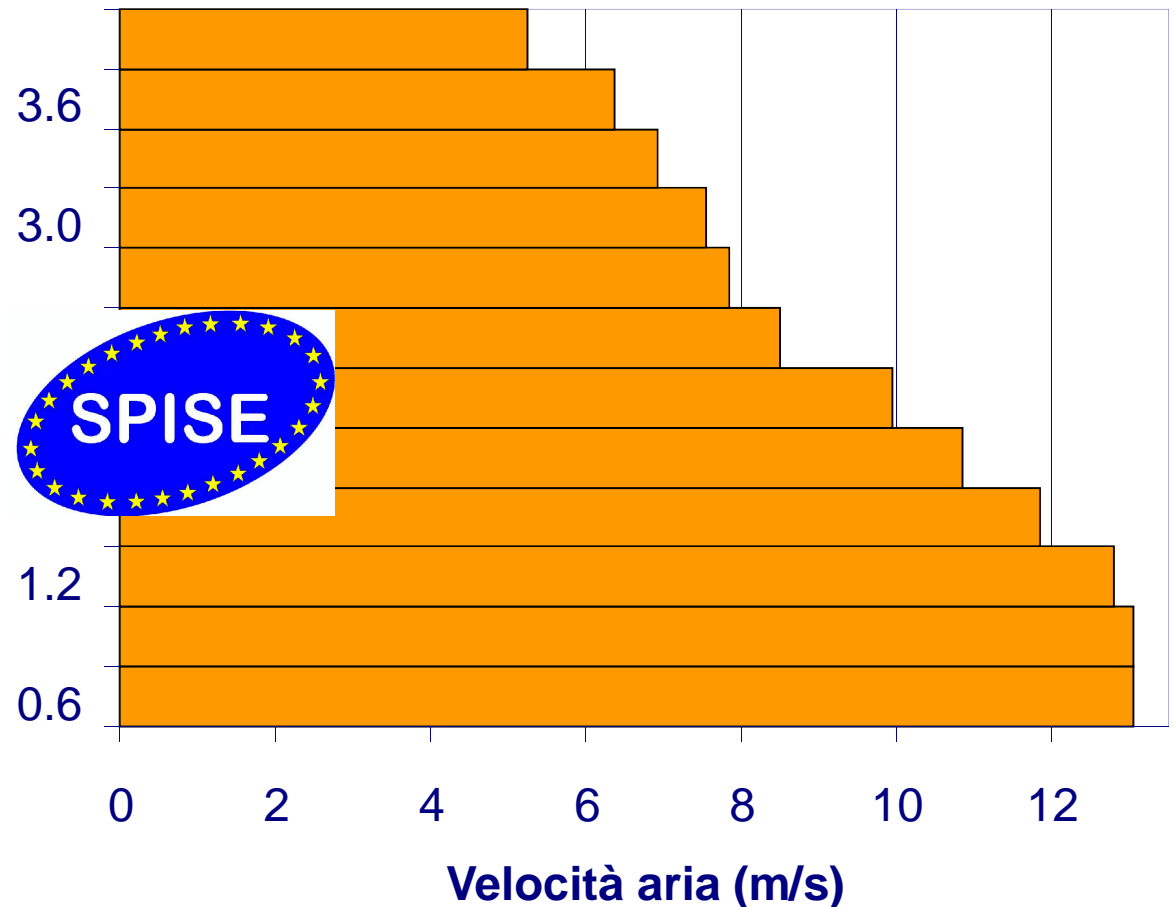
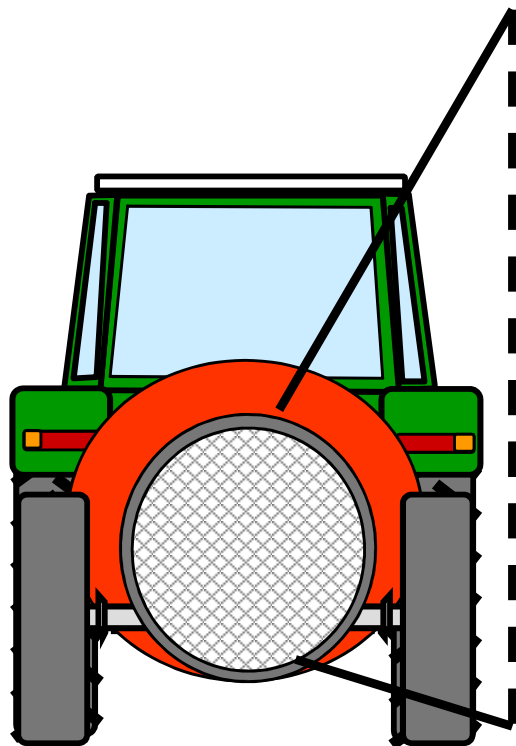


Principio di funzionamento di una doppia ventola



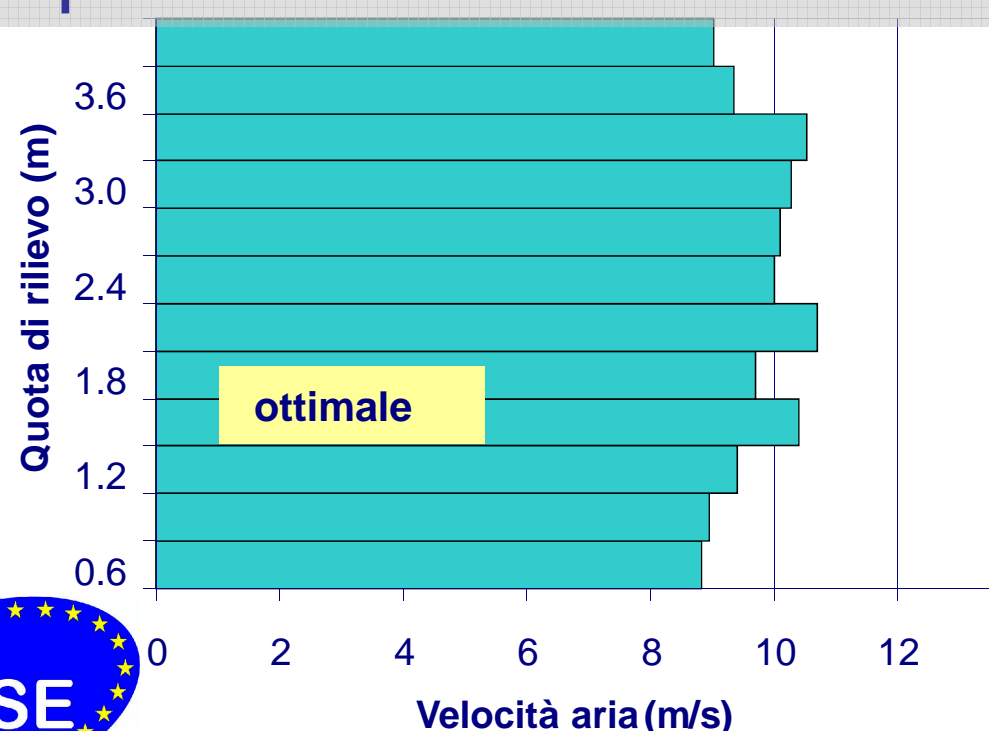
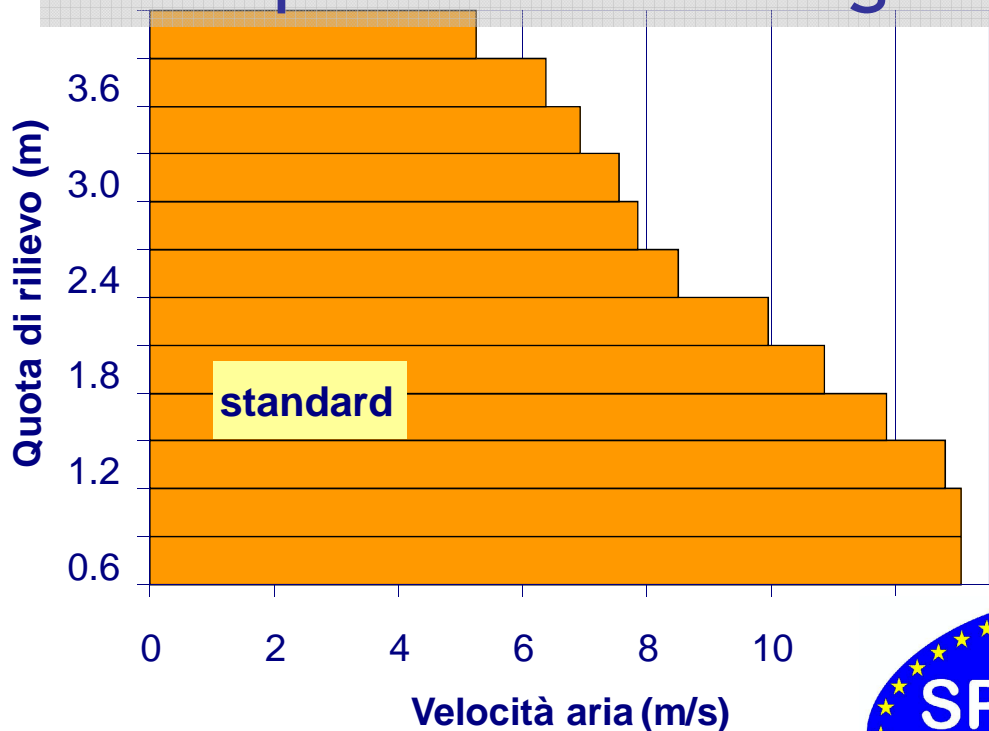
Distribuzione dell'aria ottenibile con doppia ventola

Variazione della velocità dell'aria in funzione della quota di rilievo

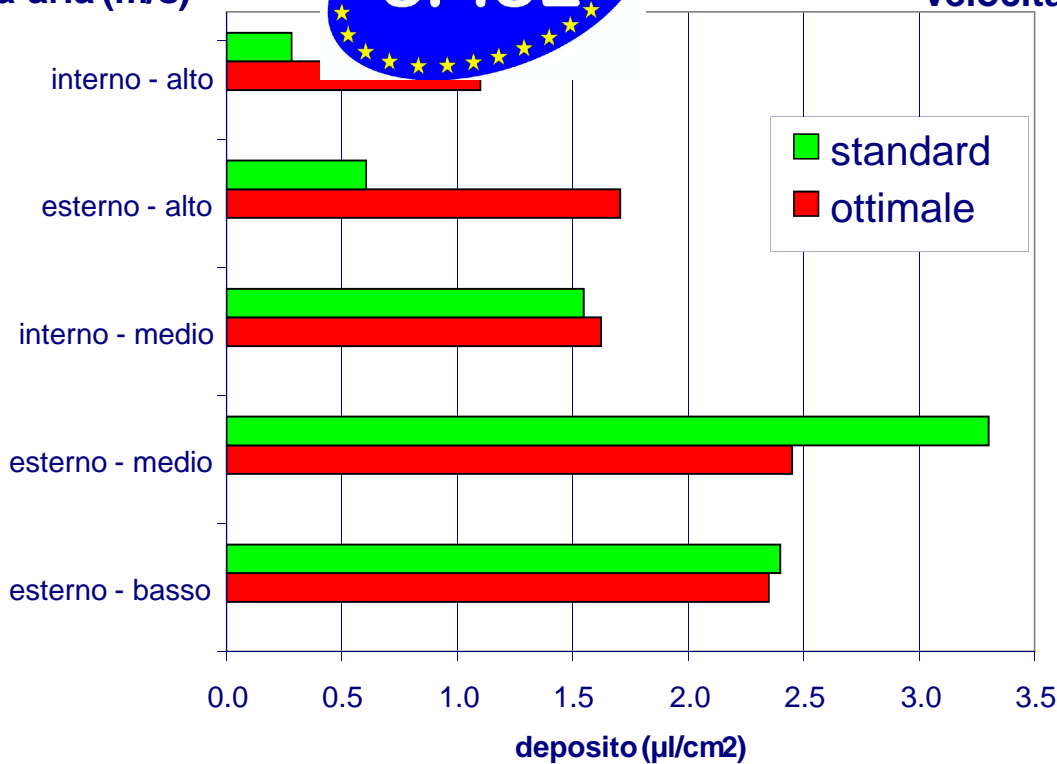


Può essere un problema soprattutto **in frutteto**

Deposito sul bersaglio e qualità del ventilatore



prodotto
sulle foglie
in funzione
del tipo di
ventilatore



Effetti negativi imputabili all'aria

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



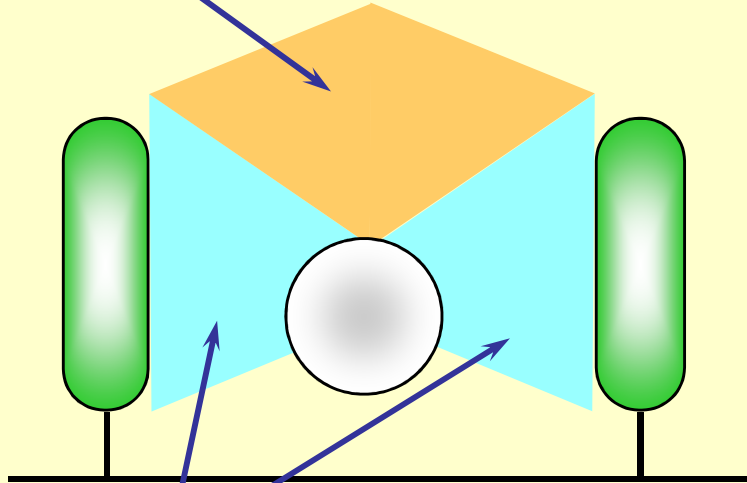
Parametri legati al flusso d'aria prodotto dal ventilatore che interagiscono sul trasporto e sul deposito delle gocce sul bersaglio

- Portata utile d'aria
- Direzione del flusso d'aria
- Velocità dell'aria e omogeneità del bersaglio
- Velocità di avanzamento



ventilatore assiale
senza deflettori
superiori

aria inutile - 40%

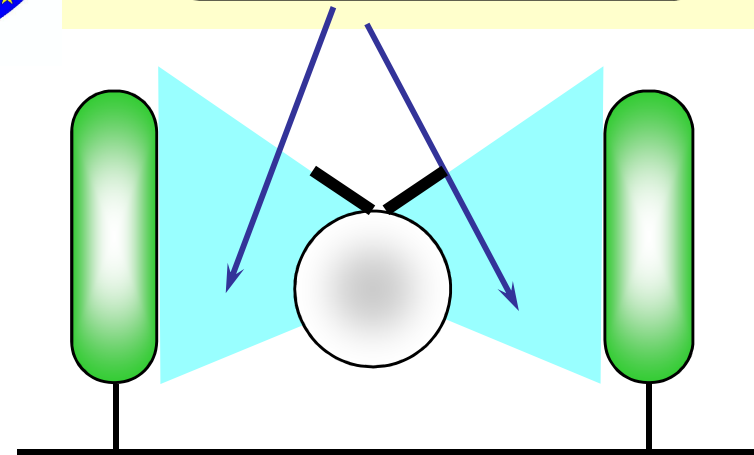


aria utile - 60%



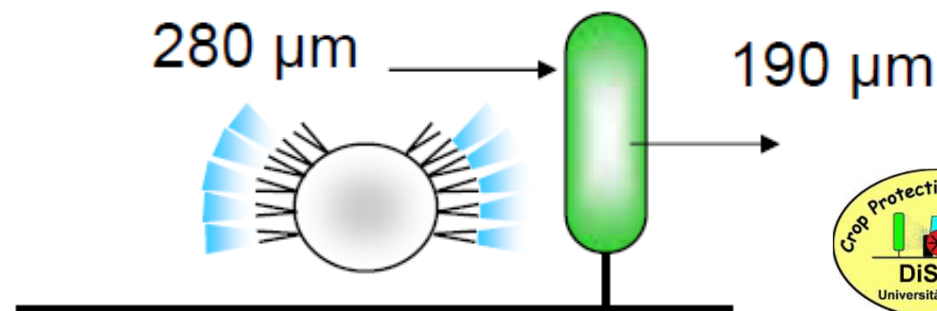
aria utile - 100%

ventilatore assiale
con deflettori
superiori

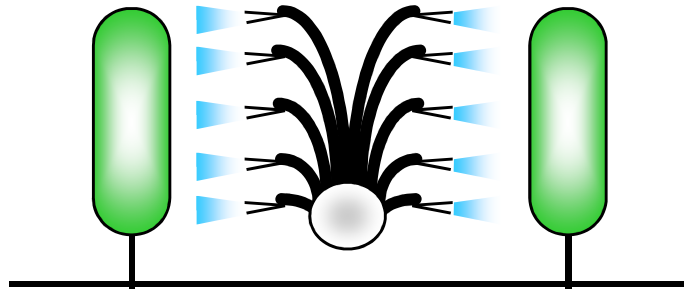


INTERAZIONE FLUSSO D'ARIA DIMENSIONE GOCCE NELLE IRRORATRICI AD AEROCONVEZIONE

- Le gocce più piccole sono più facilmente catturate dal flusso d'aria
- Velocità dell'aria elevate provocano una riduzione della dimensione delle gocce (-10-20%)
- In condizioni di temperatura elevata e ridotta umidità relativa le gocce più piccole (MD < 100 μm) possono evaporare già durante il tragitto dall'ugello alla vegetazione
- La vegetazione funge da filtro e riduce le dimensioni delle gocce

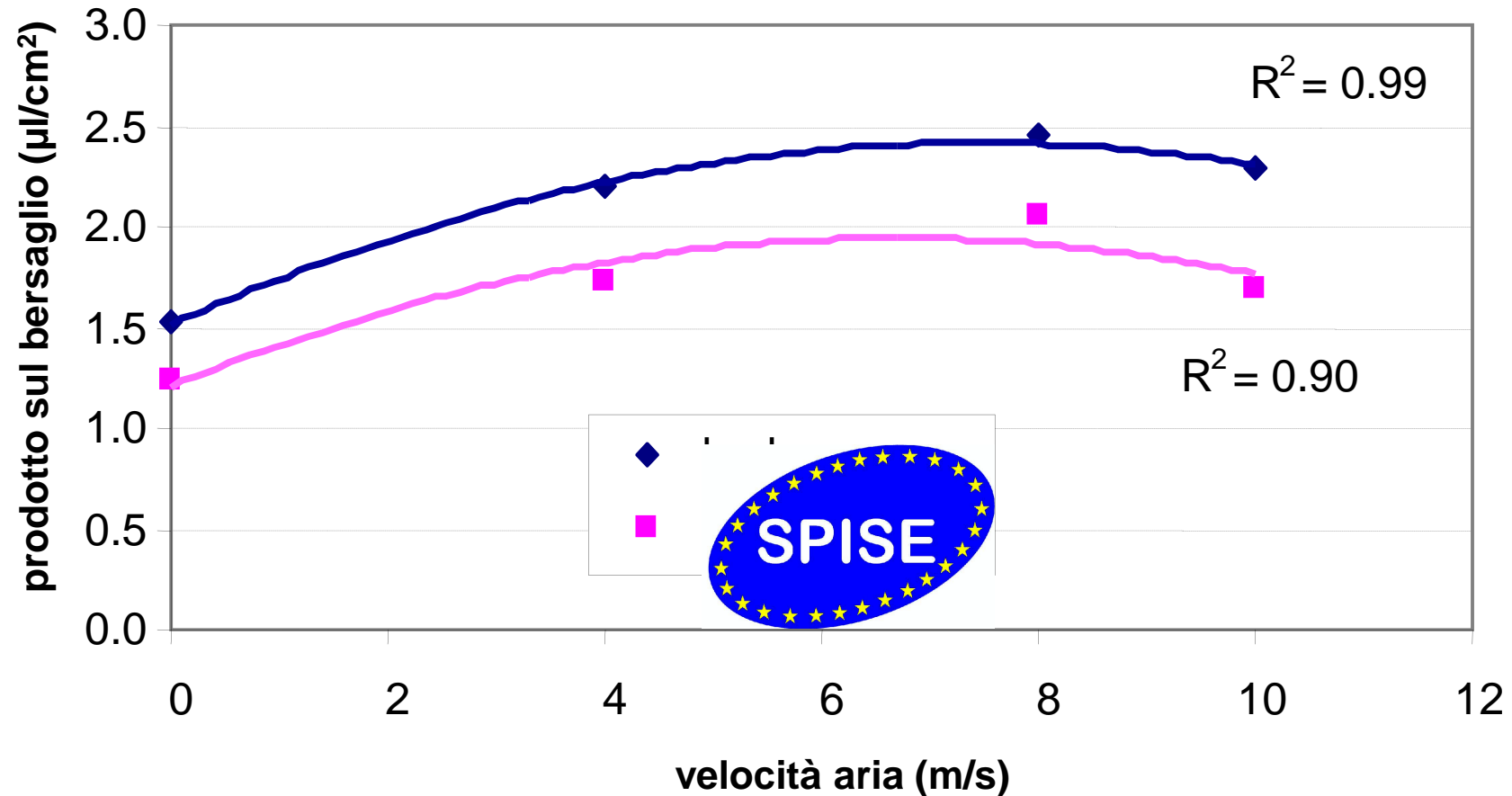


La regolazione dell'ampiezza del flusso d'aria è solo parzialmente possibile sulle irroratrici con ventilatore assiale orientando opportunamente i *deflettori*....



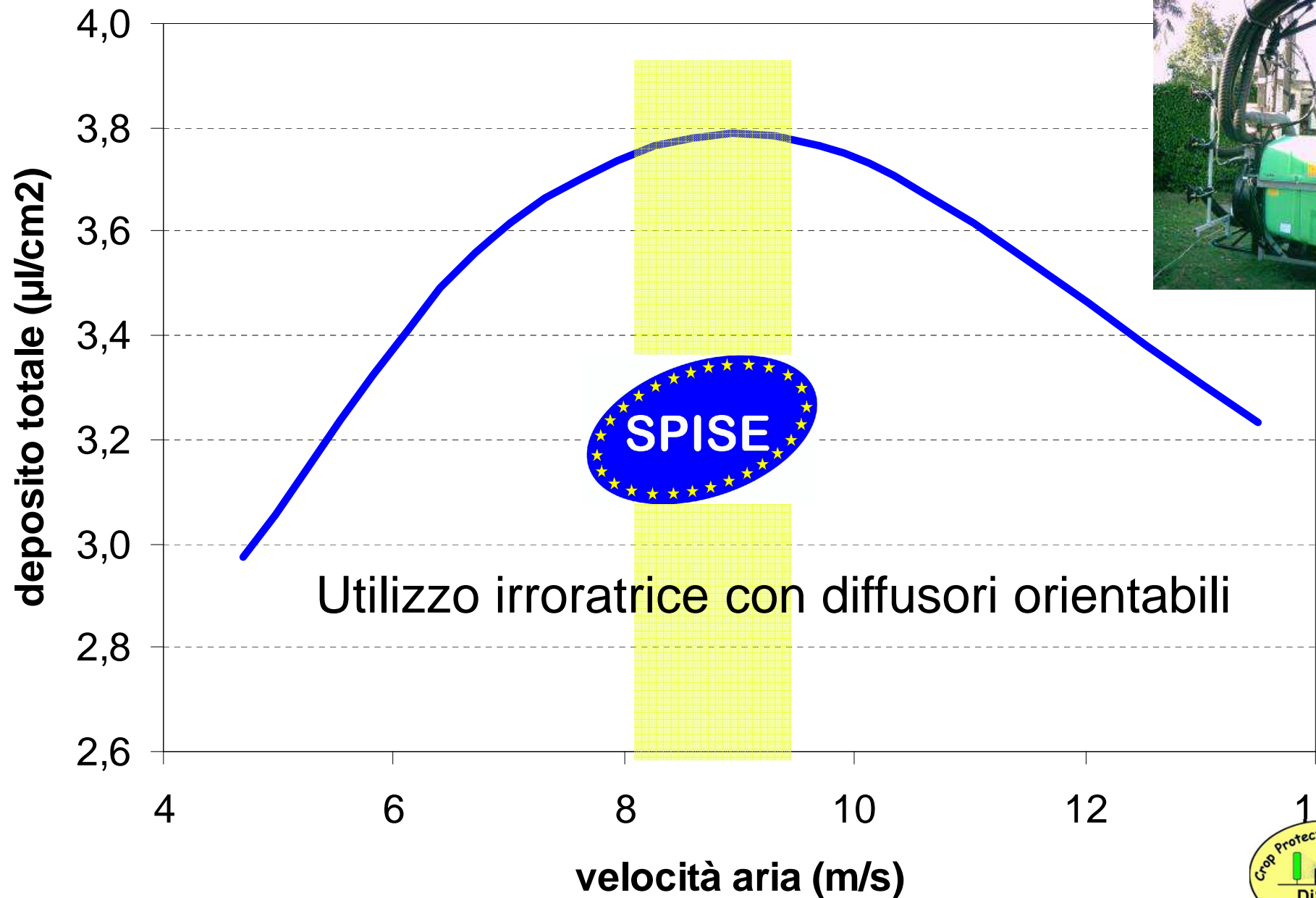
...mentre è più facile nelle irroratrici dotate di *diffusori orientabili*

Interazione velocità dell'aria e deposito sul bersaglio (prove su vite in laboratorio)

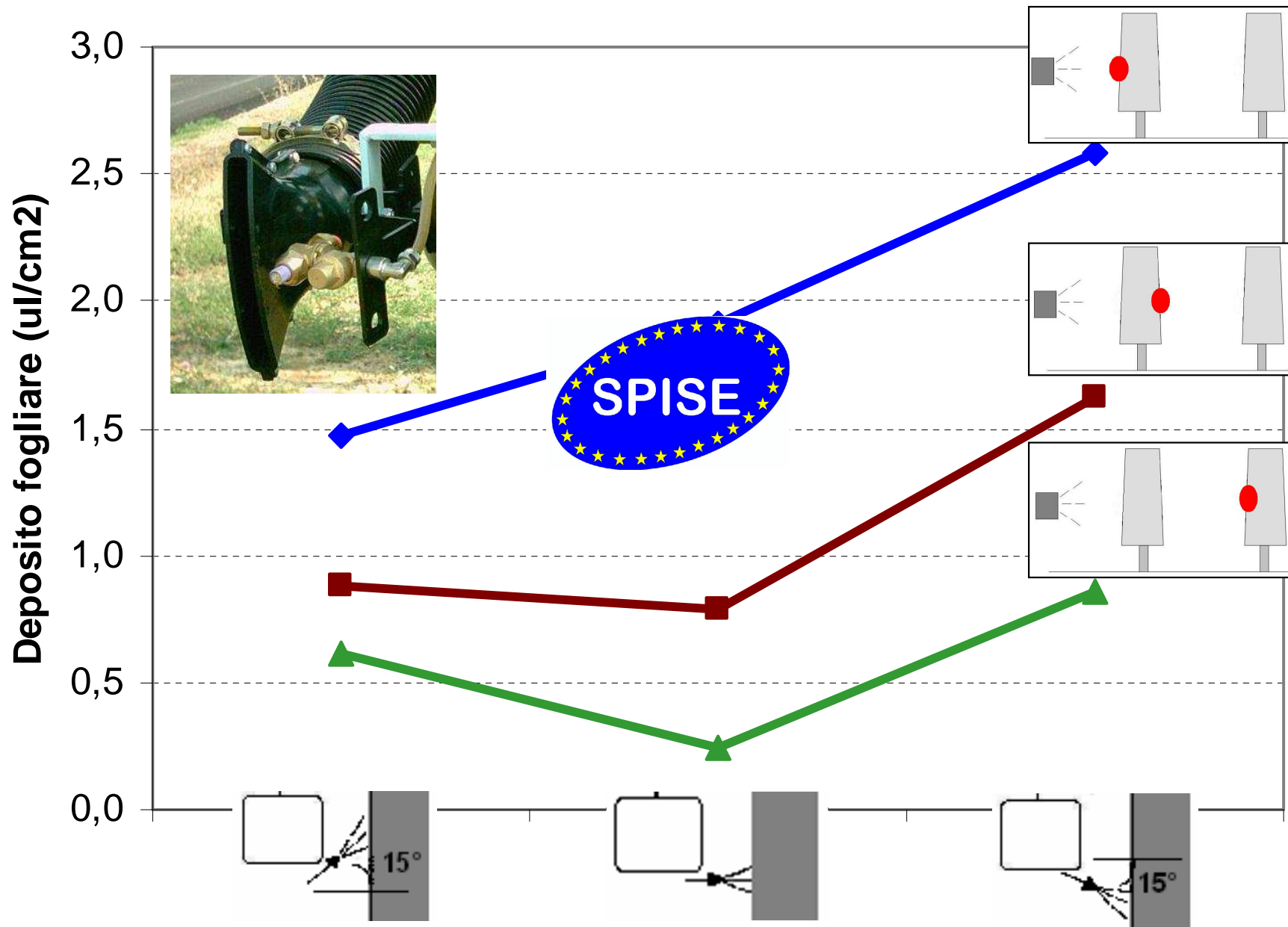


A parità di condizioni operative si ottengono migliori risultati con **velocità dell'aria in prossimità del bersaglio pari a 8 m/s**

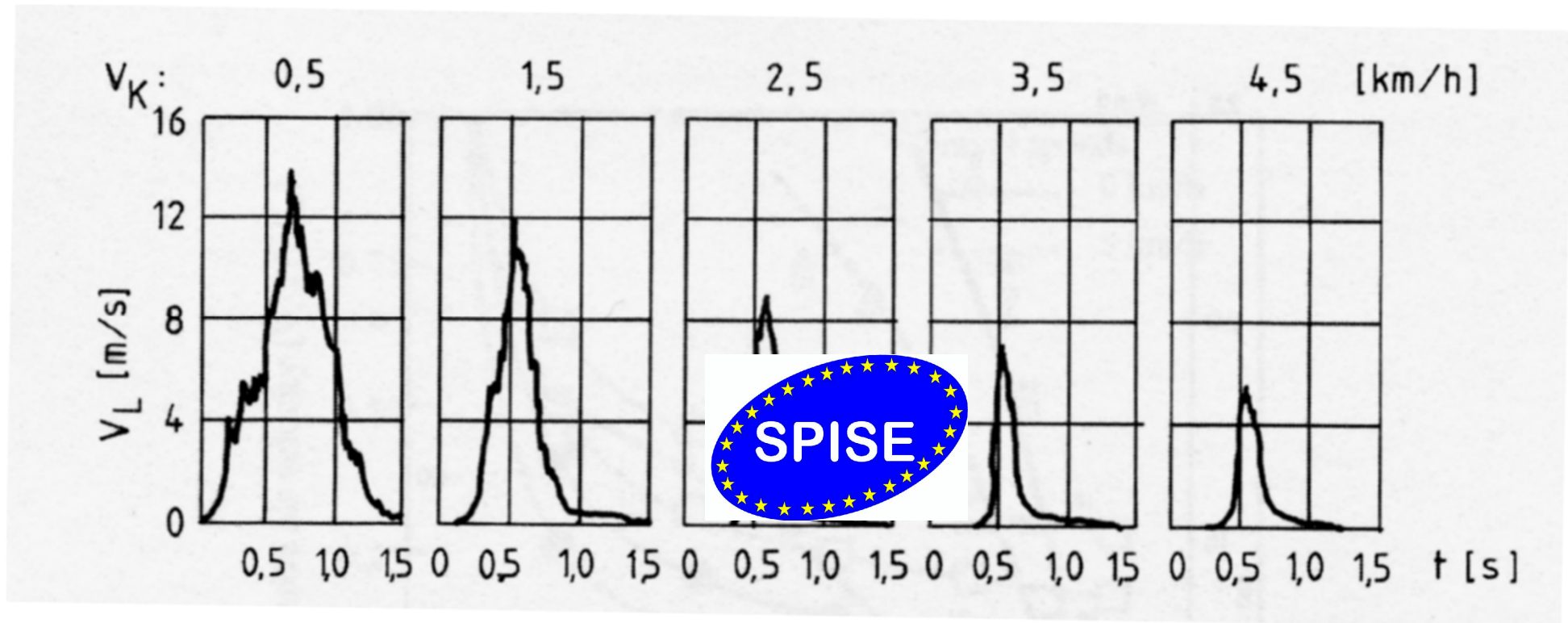
Interazione velocità dell'aria e deposito sul bersaglio (prove su vite in campo)



INTERAZIONE ORIENTAMENTO FLUSSO D'ARIA E DEPOSITO SUL BERSAGLIO (prove su vite in campo)



INTERAZIONE VOLUME DELL'ARIA E VELOCITA' DI AVANZAMENTO

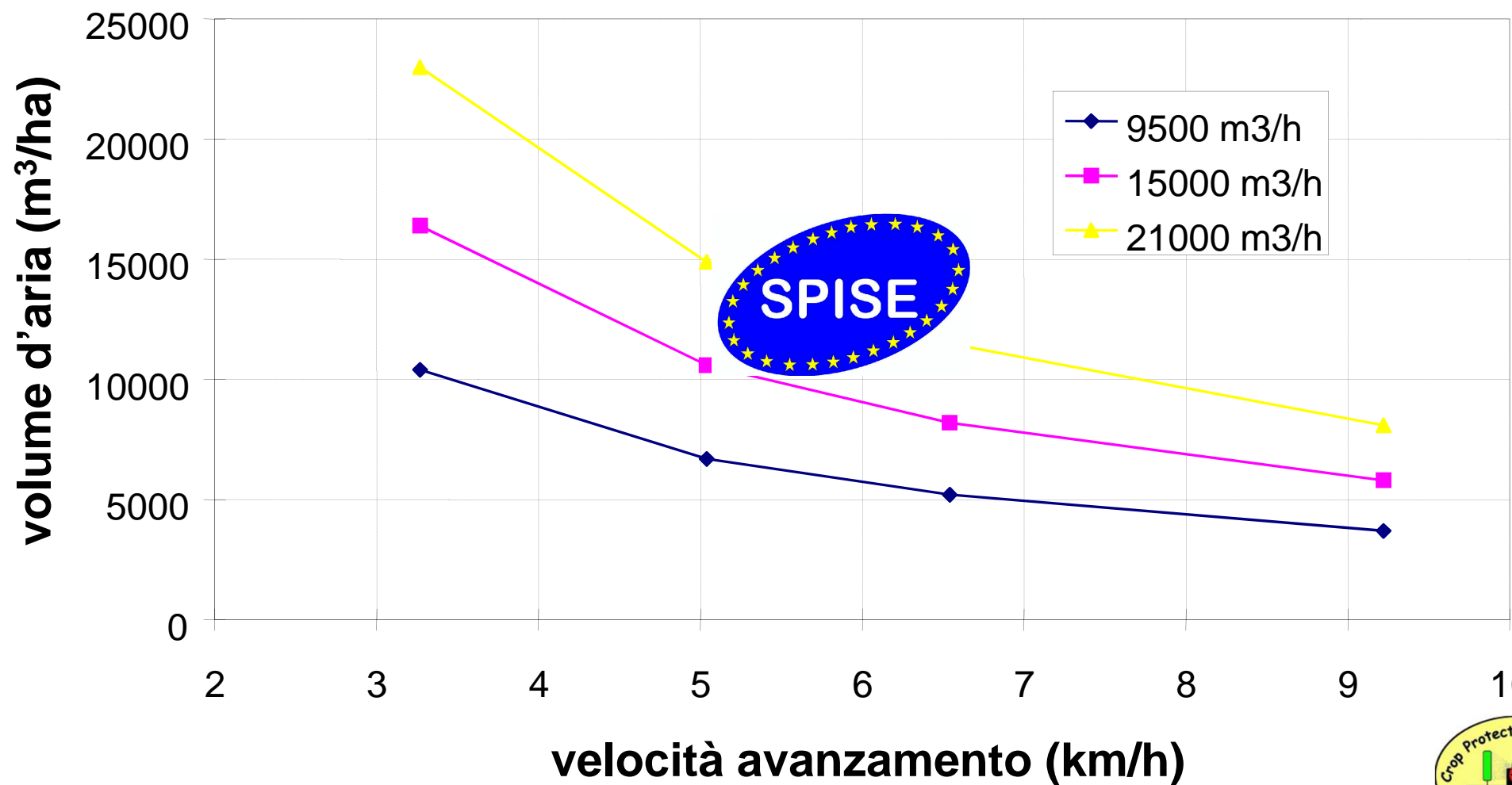


A parità di portata del ventilatore, $>$ è la velocità di avanzamento, $<$ è la velocità dell'aria in prossimità del bersaglio e il tempo di permanenza sullo stesso.

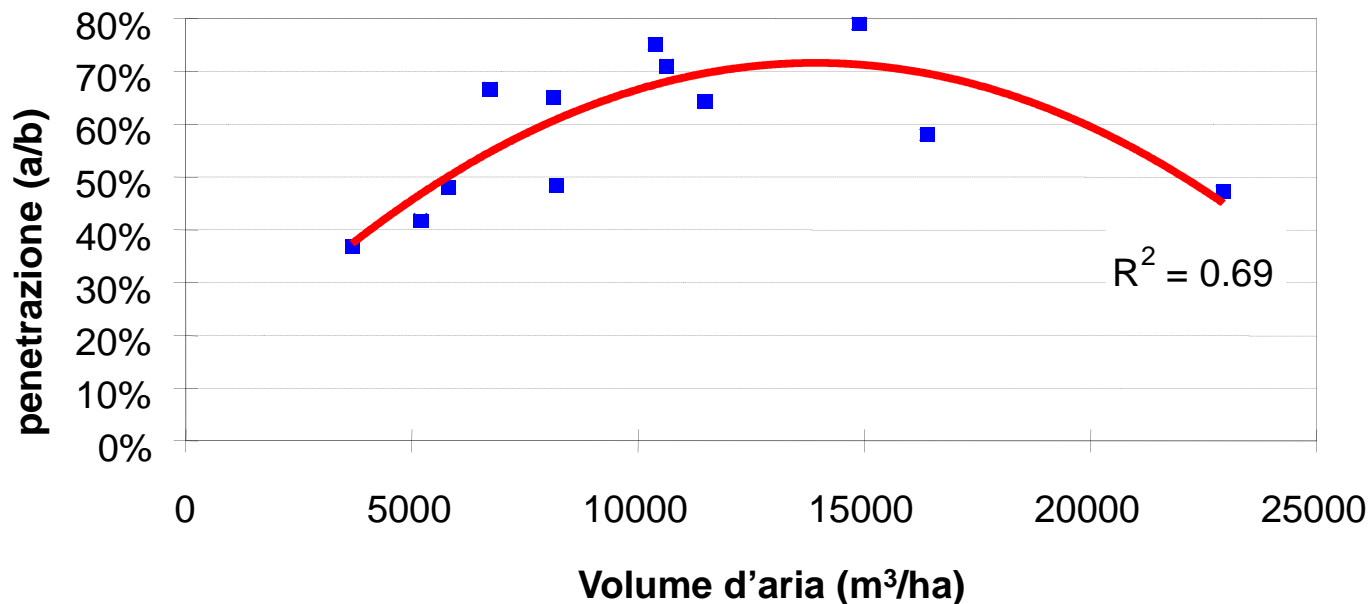
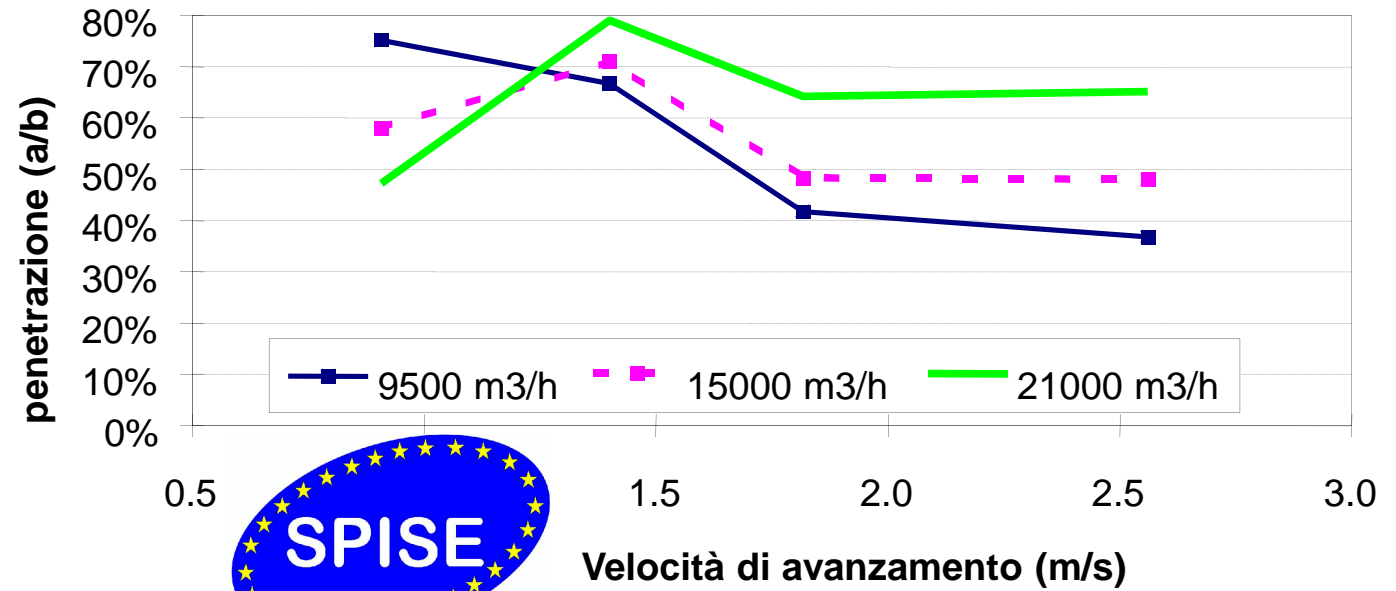
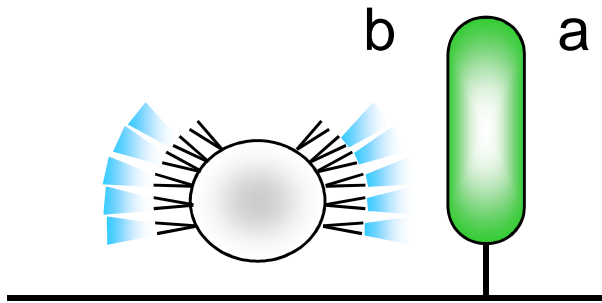
PERMANENZA DEL FLUSSO D'ARIA SULLA VEGETAZIONE



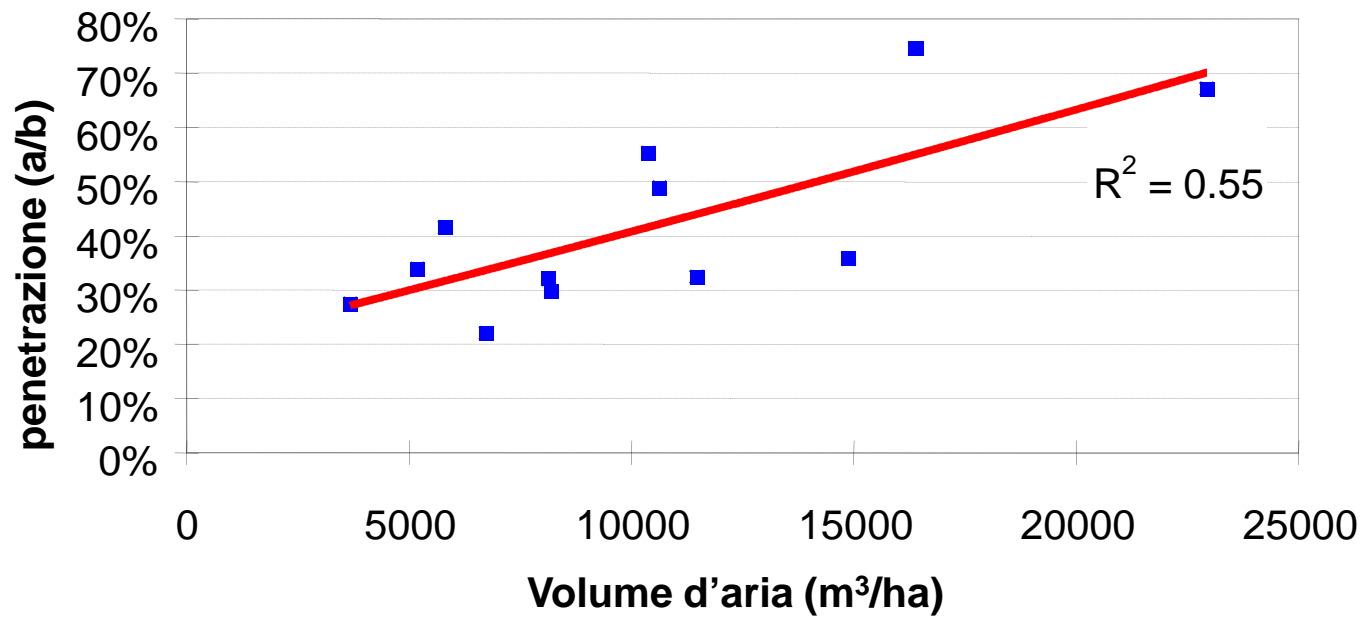
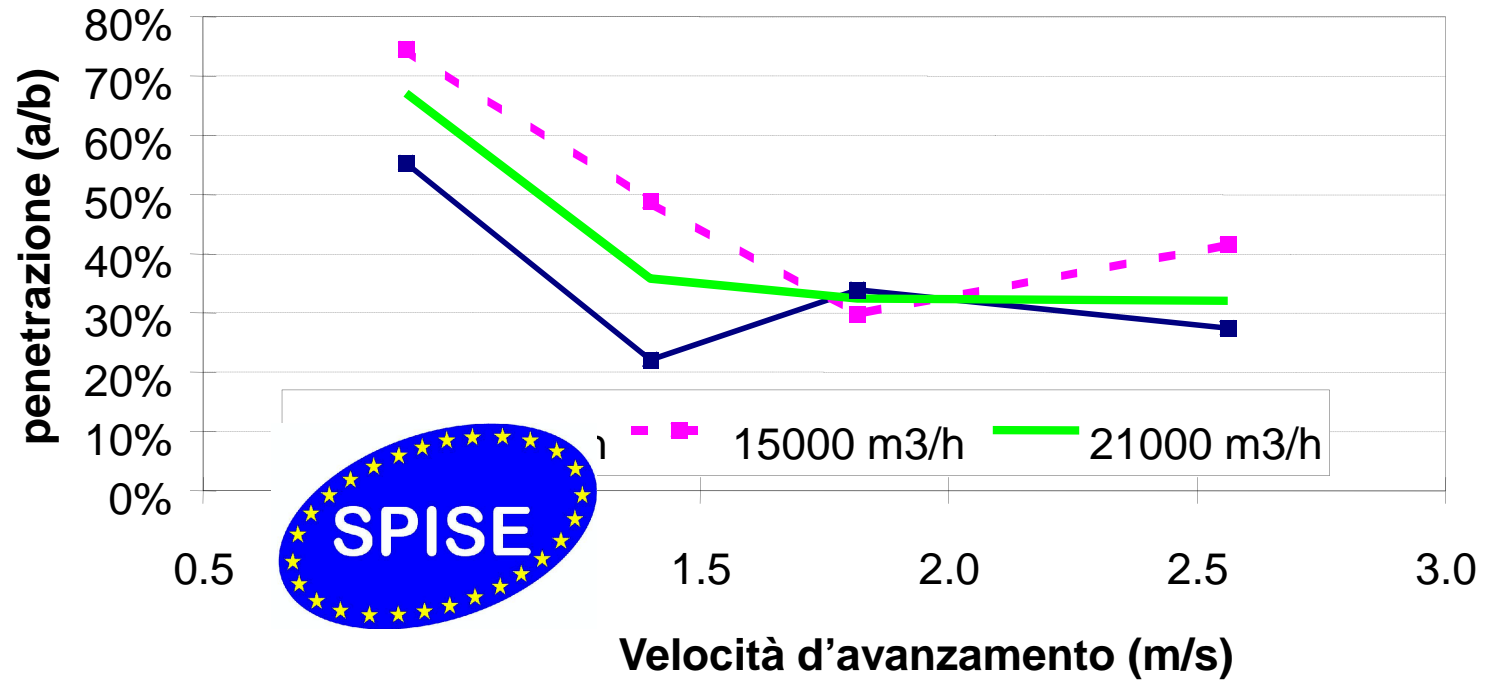
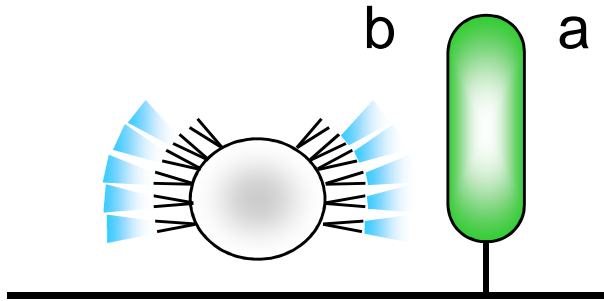
Velocità di avanzamento



PENETRAZIONE NELLA VEGETAZIONE IN FUNZIONE DELLA VELOCITA' DI AVANZAMENTO E DEL VOLUME D'ARIA (prime fasi vegetative)



PENETRAZIONE NELLA VEGETAZIONE IN FUNZIONE DELLA VELOCITA' DI AVANZAMENTO E DEL VOLUME D'ARIA (piena vegetazione)



Come va regolata l'aria?

- Direzioneandola il più possibile all'interno della vegetazione
- Modificandola in funzione di:
 - Tipologia di macchina irroratrice
 - Sesto d'impianto (> a impianti fitti)
 - Forma d'allevamento (alle forme espanse)
 - Epoca vegetativa (> aria in piena vegetazione)
 - Condizioni ambientali (> aria in presenza di brezze)
 - Velocità di avanzamento



CALCOLO DEL TEORICO VOLUME D'ARIA

$$A \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{1000 \times \text{velocità (km/h)} \times \text{interfila (m)} \times \text{altezza piante (m)}}{K}$$

Dove K è un coefficiente che varia da 3.0 a 3.5 in presenza di una vegetazione poco densa e tra 2.5 e 3.0 in presenza di vegetazione molto sviluppata

$$\text{Volume} = \frac{1000 \times 4 \text{ (km/h)} \times 2.8 \text{ (m)} \times 2.4 \text{ (m)}}{2.5} = 10752 \text{ m}^3\text{/h}$$

Esempio
(vigneto)

Come va regolata l'aria?

Vigneto nelle prime fasi vegetative

portata aria: 3-6000 m³/h

velocità avanzamento: 4÷6 km/h

Velocità sulla parete: 4-6 m/s



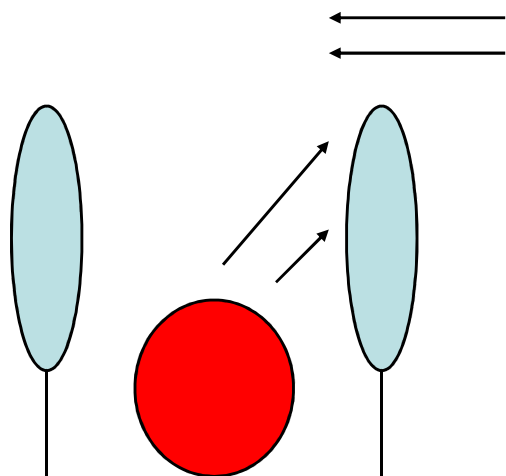
Vigneto in piena vegetazione

portata aria: 7-12000 m³/h

velocità avanzamento: 4-6 km/h

Velocità sulla parete: 6-8 m/s

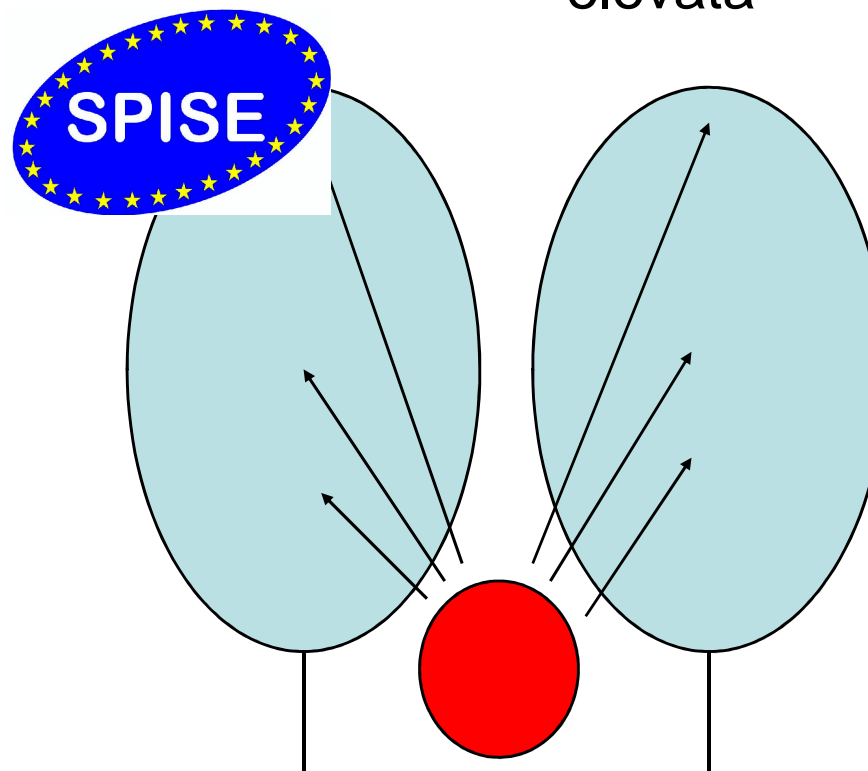
Con **piante piccole** si deve contrastare il vento: meglio operare con velocità dell'aria elevate e portate ridotte



Con **piante grandi** il problema è il volume della pianta; se la distribuzione è effettuata con velocità dell'aria elevata le foglie si chiudono e non permettono una buona penetrazione



Bassa-media velocità e portata elevata

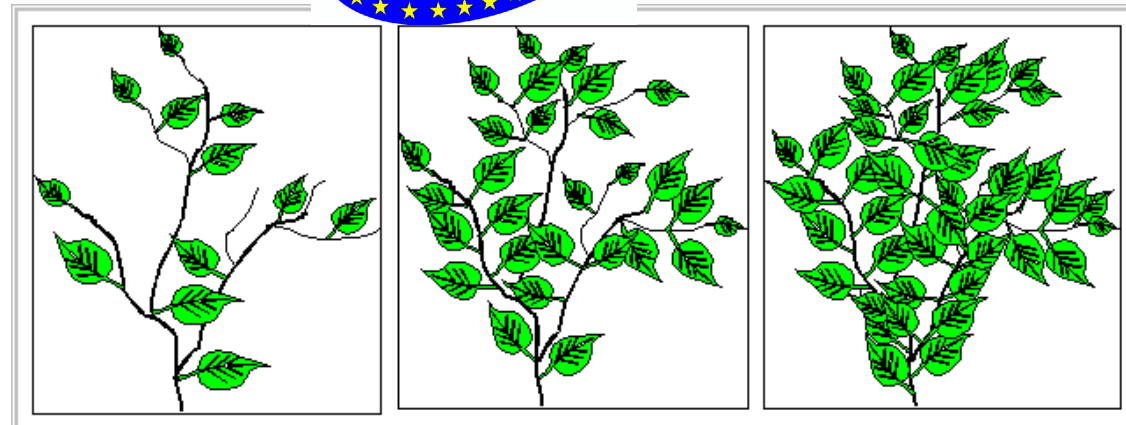


REGOLAZIONE DELLA VELOCITA' DI AVANZAMENTO E DELL'ARIA IN FUNZIONE DEL VOLUME DELLA "CANOPY"

Massima velocità di avanzamento teorica:

il ventilatore deve essere in grado di coprire il bersaglio con la nuvola di gocce e aria

$$\text{Velocità max (km/h)} = \frac{\text{Portata aria (m}^3\text{/h)} \times \text{IDF}^*}{1000 \times \text{ampiezza trattare (m)} \times \text{altezza piante (m)}}$$



*Indice di densità fogliare

3 – 3.5

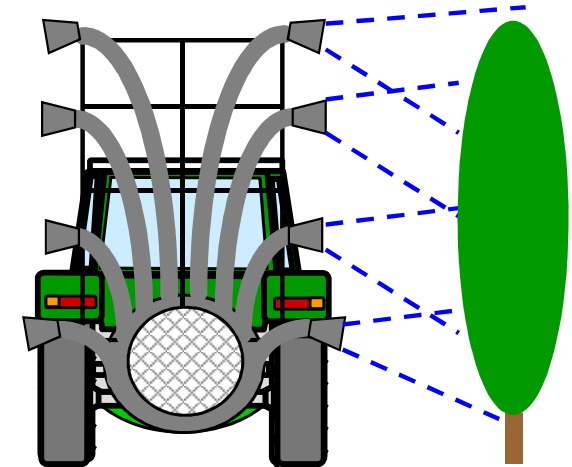
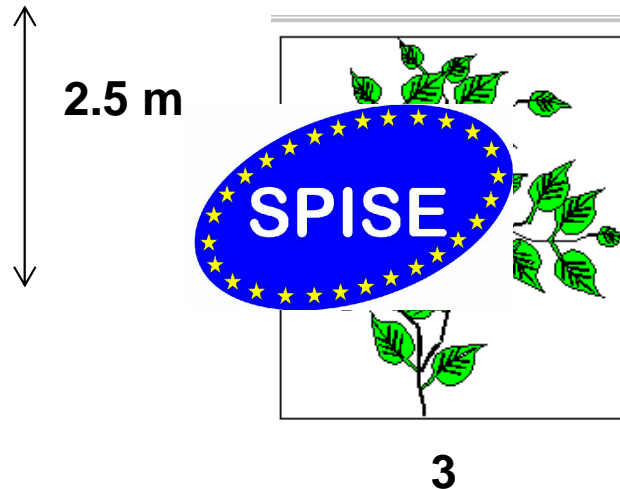
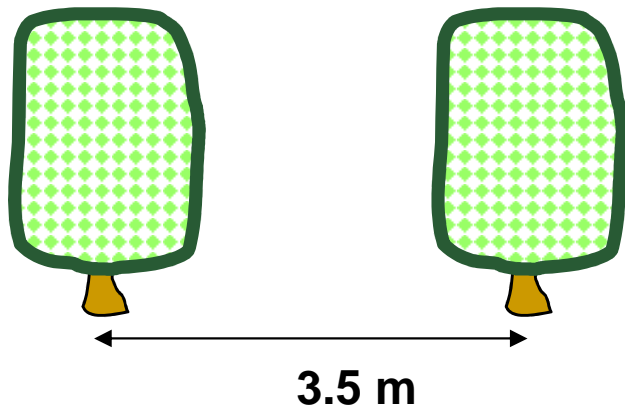
3

2.5 - 3

REGOLAZIONE DELLA VELOCITA' DI AVANZAMENTO E DELL'ARIA IN FUNZIONE DEL VOLUME DELLA "CANOPY"

Portata aria (m³/h) x IDF*

$$\text{Velocità max (km(h))} = \frac{\text{Portata aria (m}^3\text{/h) x IDF*}}{1000 \times \text{ampiezza fascia da trattare (m) x altezza piante (m)}}$$



18000 m³h

$$\text{Velocità max (km(h))} = \frac{18000 \text{ m}^3\text{/h} \times 3}{1000 \times 3.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}} = 6.2 \text{ km/h}$$

COME SI PUO' VERIFICARE LA CORRETTA DIREZIONE E VELOCITA' DELL'ARIA IN CAMPO

Fettuccine

SI

Cartine idrosensibili

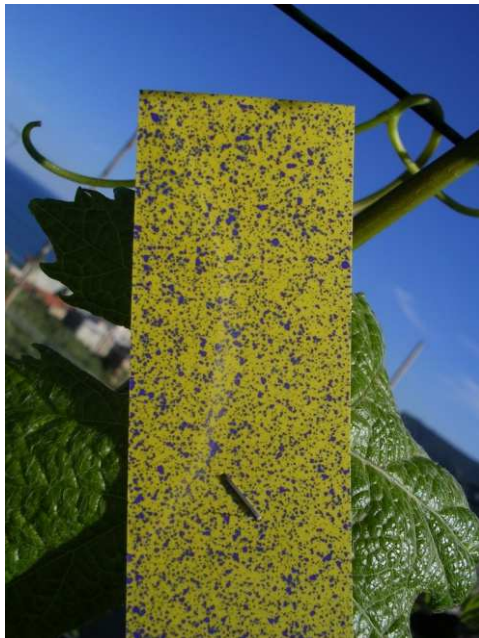
SI



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 là della
vegetazione



Ottima e uniforme copertura



Copertura ridotta e non uniforme

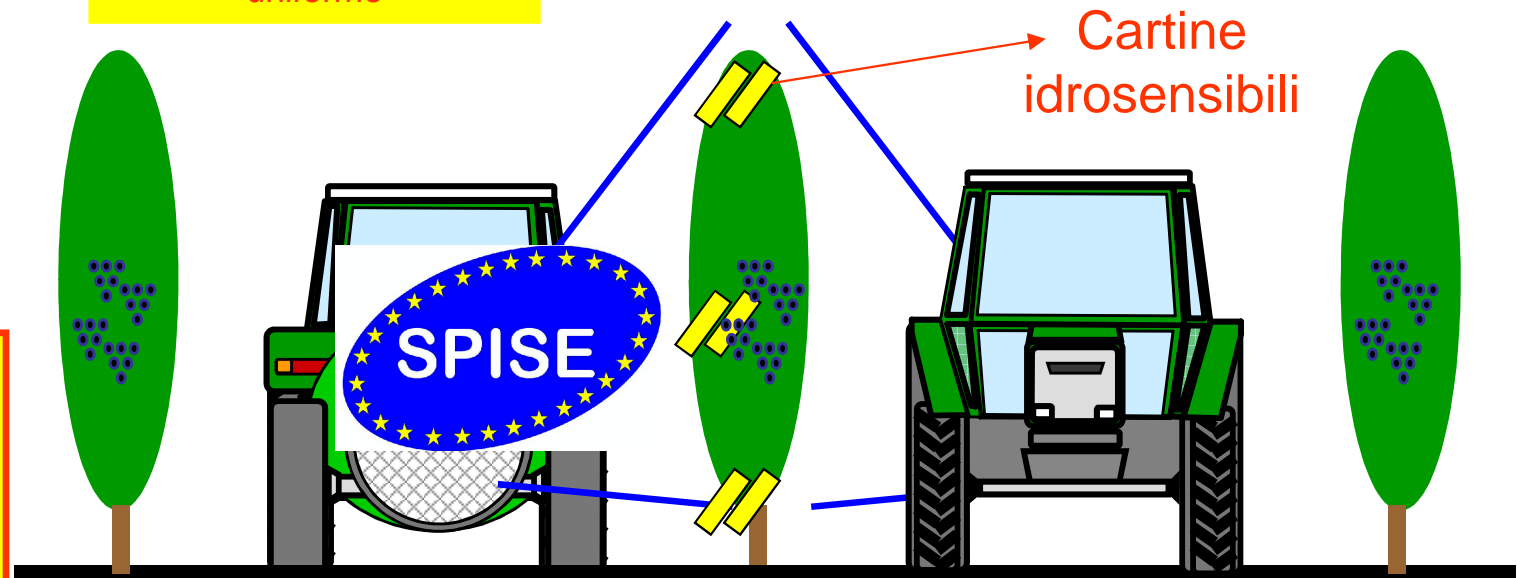


Copertura eccessiva (dilavamento)

Consigli per il posizionamento delle cartine idrosensibili sulla vegetazione:

- 3 altezze (estremità inferiore, superiore e centro)
- 2 posizioni nel filare (esterno e interno filare)
- 2 posizioni sulle foglie (pagina superiore e inferiore)
- 2 punti di campionamento

TOTALE: almeno 24 cartine



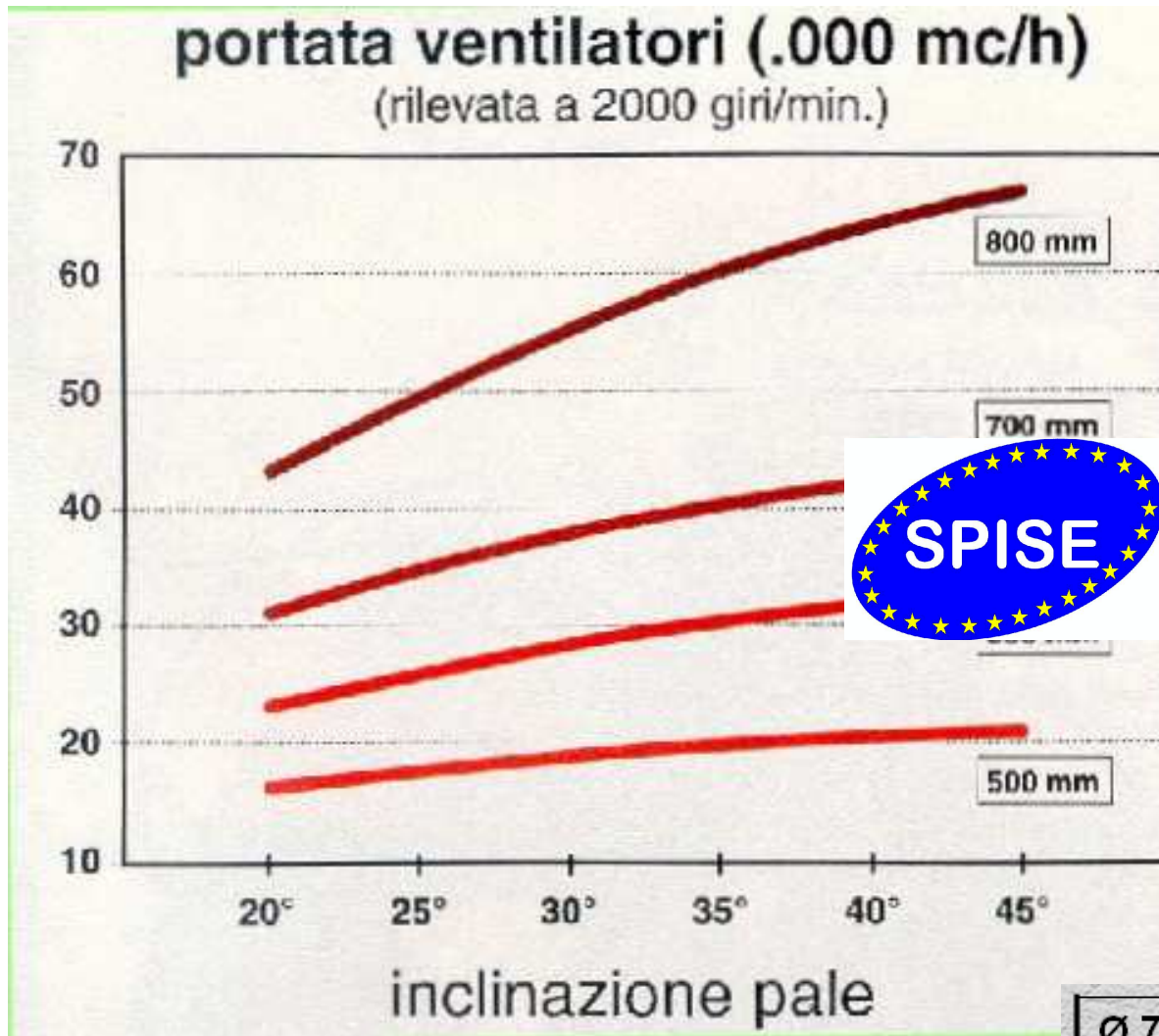
Possibilità di regolazione della portata dei ventilatori

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

2. Inclinazione p The logo for SPISE is a blue oval with a yellow border of stars, containing the word "SPISE" in white capital letters.

3. Variazione sezione di aspirazione

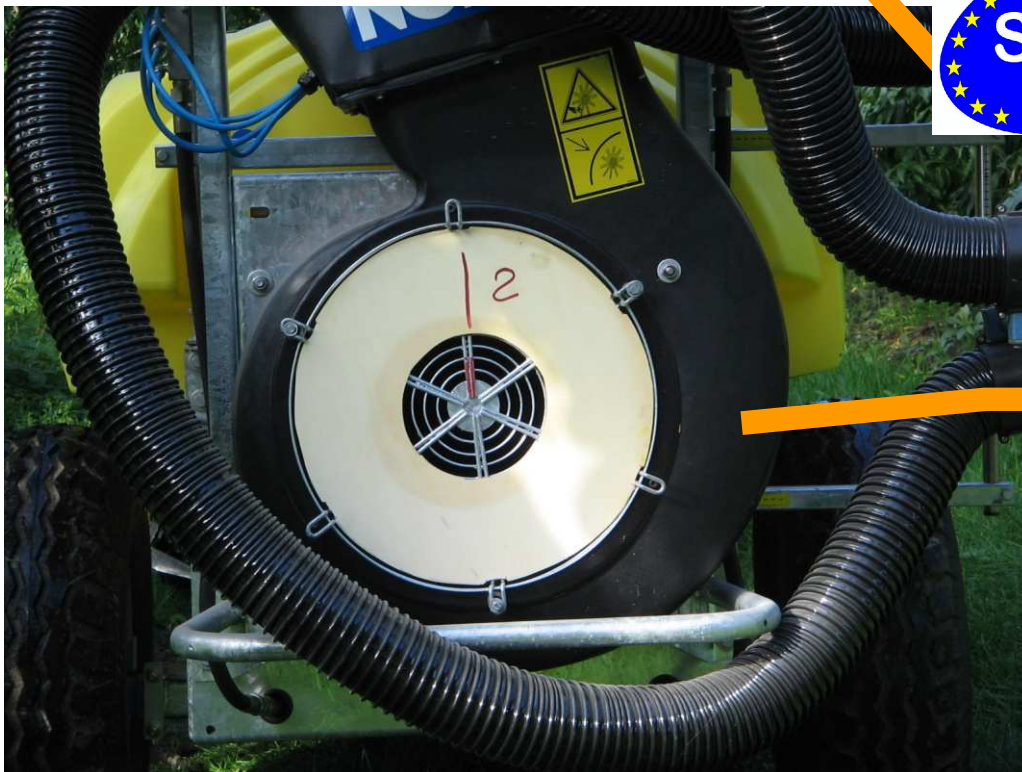
Influenza dell'inclinazione delle pale



Influenza del rapporto di trasmissione

		1 ^a marcia		2 ^a 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

LE REGOLAZIONI DEL VENTILATORE



3.7 m/s
1 – 500 rpm

10.3 m/s
1 – 500 rpm

6.2 m/s
1 – 500 rpm



13.8 m/s
I – 500 rpm

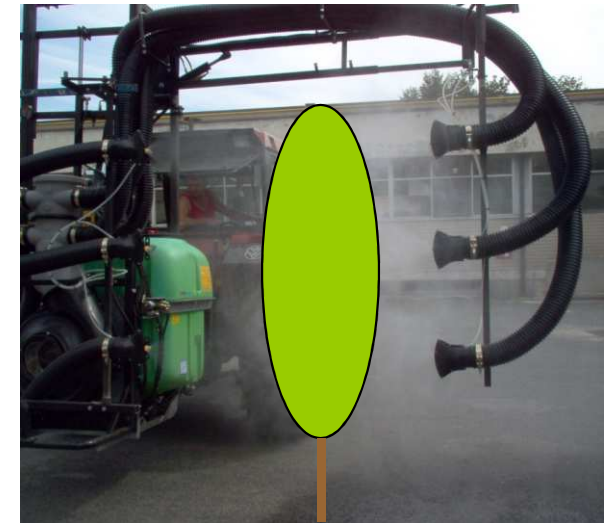
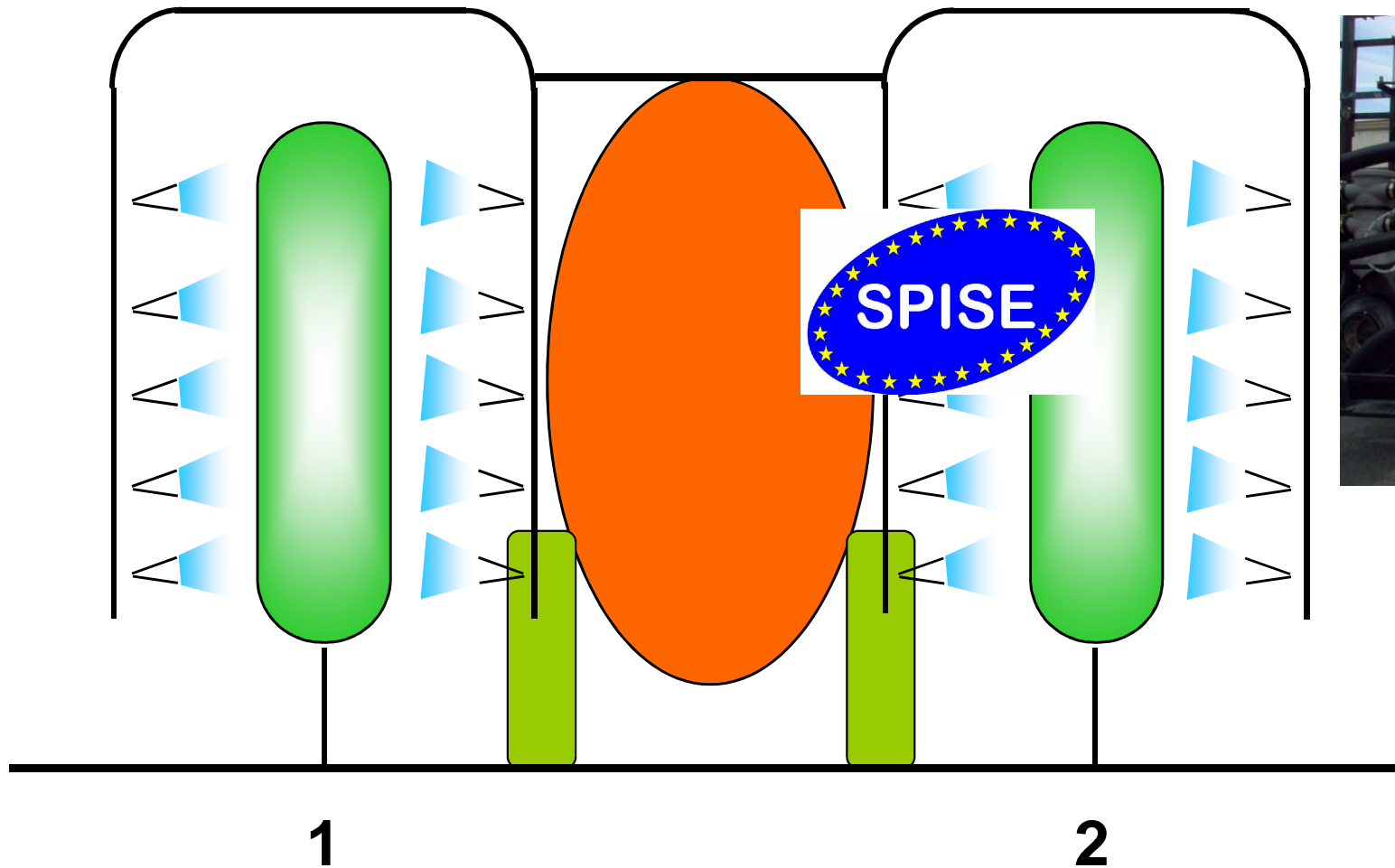
17.0 m/s
I – 500 rpm

23.0 m/s
II – 500 rpm

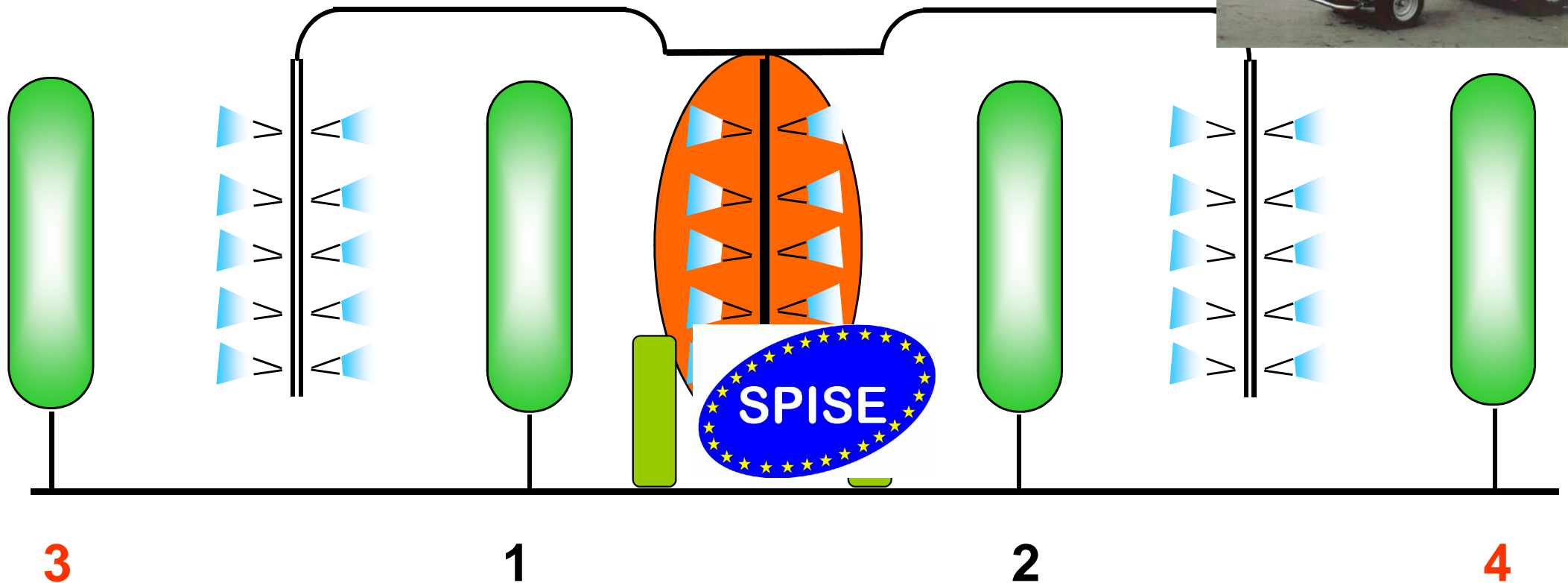
LE REGOLAZIONI DEL VENTILATORE

Regolazione del flusso d'aria nelle macchine scavallanti

Entrambi i lati del filare sono trattati in contemporanea

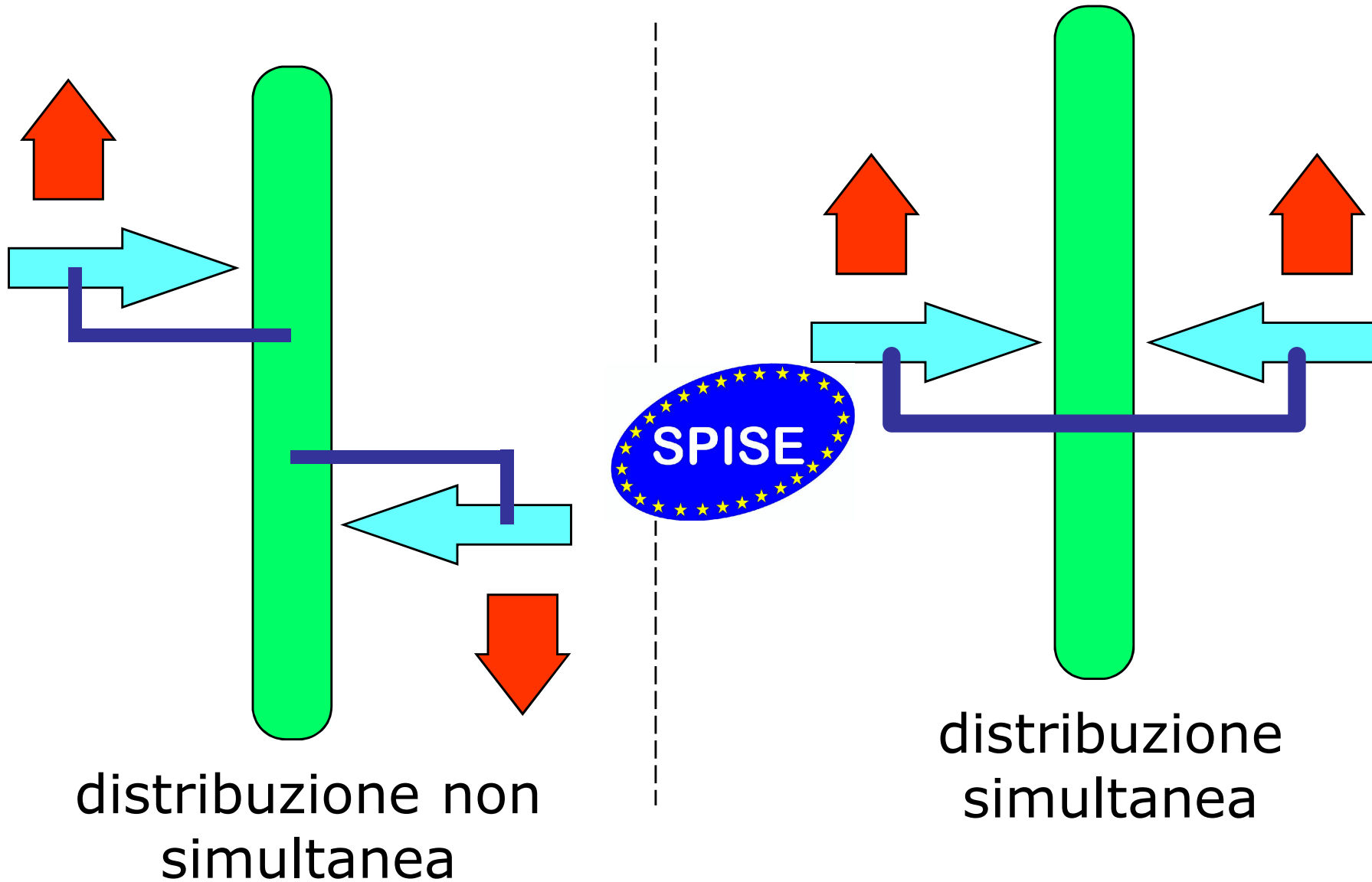


Regolazione del flusso d'aria nelle macchine scavallanti



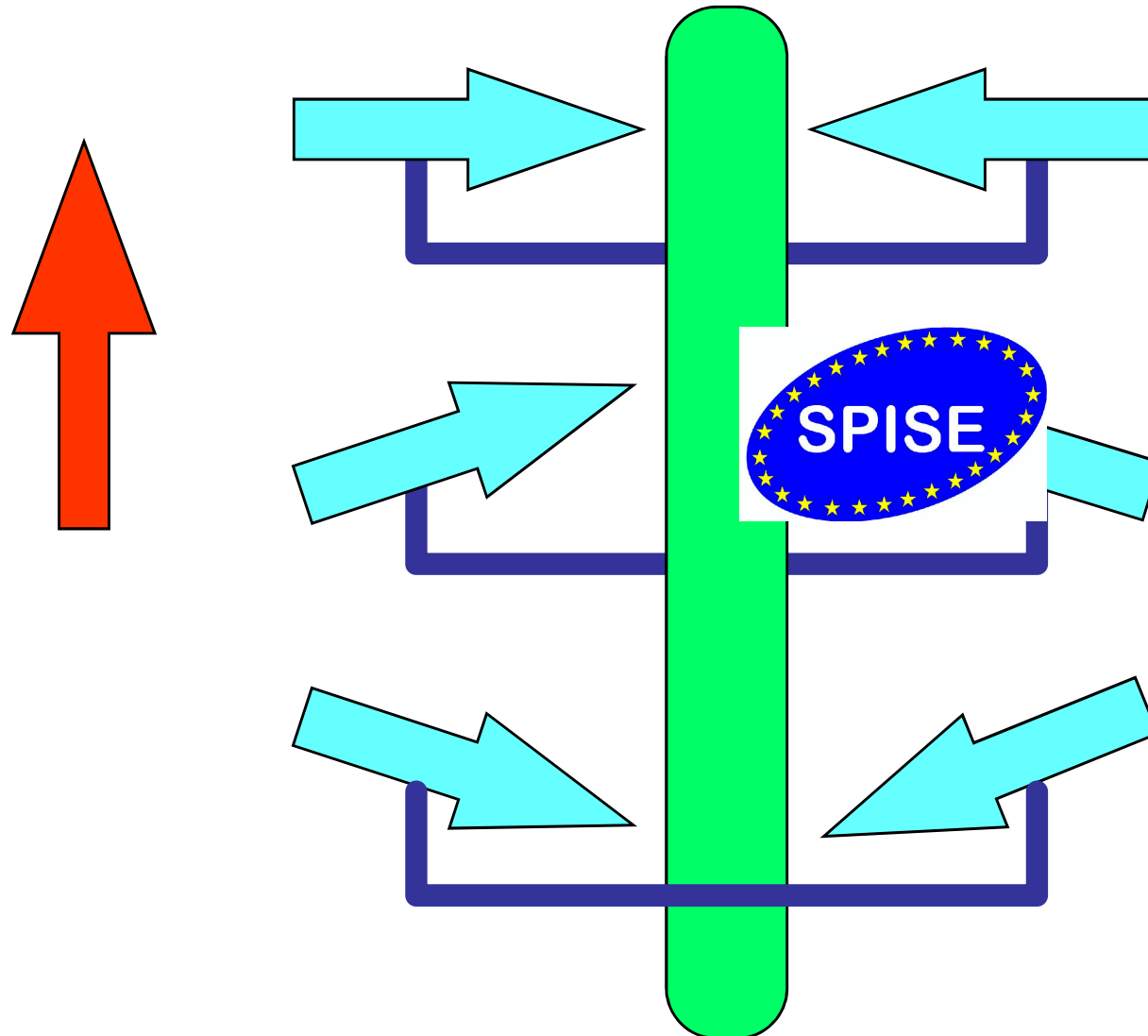
Entrambi i lati dei filari 1 e 2 sono trattati in contemporanea, mentre il lato esterno dei filari 3 e 4 viene trattato in un secondo tempo rispetto al lato interno

Confronto tra distribuzione simultanea e non



Confronto fra diverse inclinazioni flussi

Inclinazione flussi

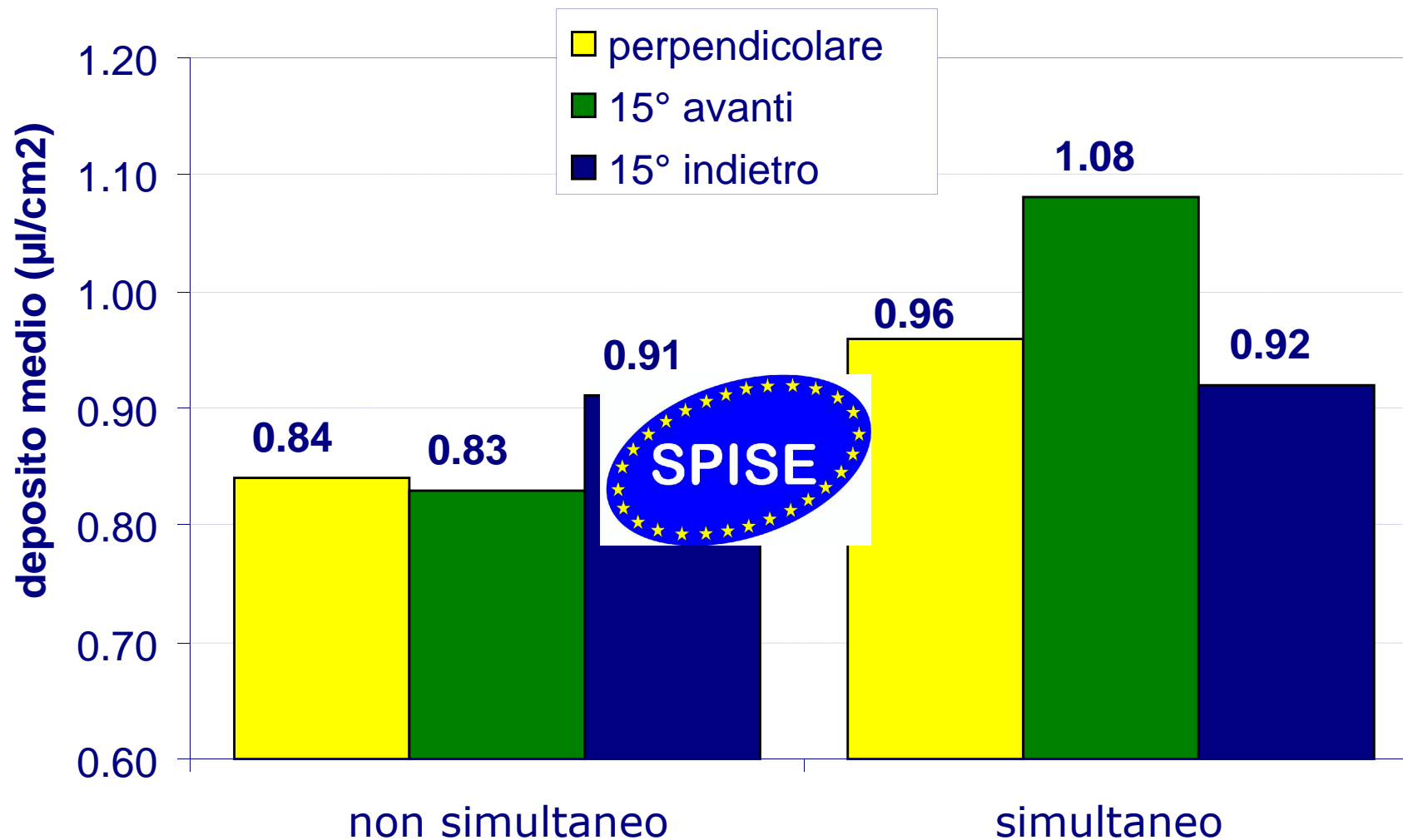


0° Opzione 1

+15° Opzione 2

-15° Opzione 3

Risultati ottenuti



Alcune considerazioni sulla scelta della velocità dell'aria

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



Alcune considerazioni sulla scelta della velocità dell'aria

- la quantità di aria utilizzata durante la distribuzione dei fitofarmaci deve essere modificata in funzione delle condizioni operative



- le portate d'aria attualmente impiegate sono considerevolmente superiori a quelle ottimali (è necessaria una capillare azione di formazione e sensibilizzazione in tal senso nei confronti degli agricoltori)