

I CRITERI CHE REGOLANO LA DISTRIBUZIONE

MODALITA' DI FORMAZIONE E SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

- i sistemi di polveri  e
- modalità di espressione e misura delle gocce e i parametri operativi che la influenzano
- i criteri di scelta e l'influenza dei coadiuvanti
- le tipologie di ugelli a polverizzazione per pressione, materiali impiegati e loro durata

COME AVVIENE LA POLVERIZZAZIONE DELLA MISCELA FITOIATRICA:

-La funzione del sistema di polverizzazione è quella di produrre gocce di dimensioni idonee al tipo di trattamento fitosanitario richiesto.

SISTEMI DI POLVERIZZAZIONE IMPIEGATI SULLE MACCHINE SPRORATRICI:



- *Per pressione*
- *Pneumatici*
- *Centrifughi*

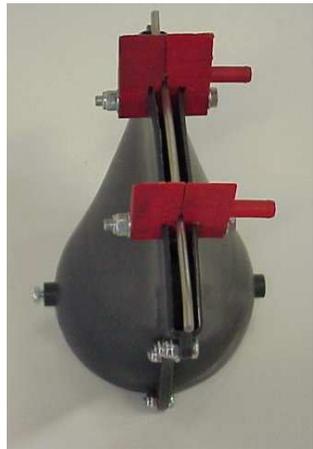
I sistemi di polverizzazione

Per pressione



La miscela antiparassitaria viene messa in pressione da una pompa e spinta a notevole velocità attraverso uno o più ugelli dove si frantuma in gocce con diametri che oscillano tra 200 e i 600 μm .

Pneumatica



La corrente d'aria a forte velocità prodotta da un ventilatore c  fornisce l'energia necessaria a polverizza te (50÷100 μm) la miscela fitoiatrica che arriva a bassa pressione (max 2 bar) ai diffusori pneumatici (che sostituiscono gli ugelli).

Centrifuga

La polverizzazione avviene grazie ad elementi che ruotano a velocità di 5000-18000 giri/min; il liquido arriva a bassa pressione su tali elementi, scivola verso la periferia e viene proiettato verso l'esterno.



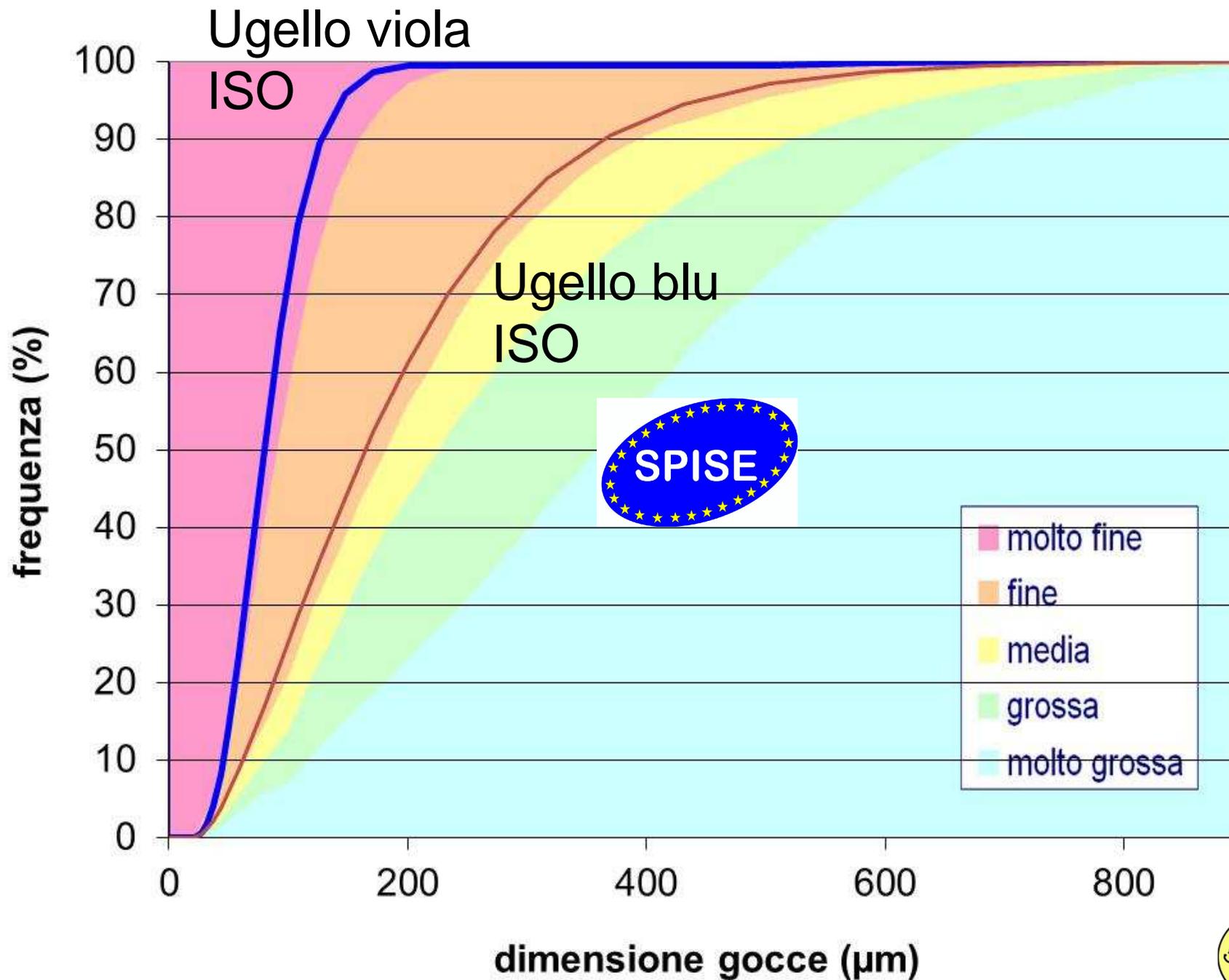
Come si esprime la dimensione delle gocce e come avviene la loro classificazione

Le dimensioni delle gocce sono generalmente espresse in micron (μm). Il micron risulta l'unità di misura appropriata, essendo 1 micron pari a 0,001 mm.



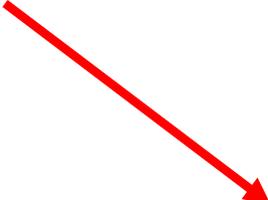
Dal momento che  è l'entità la maggior parte degli ugelli producono gocce le cui dimensioni variano moltissimo, **risulta molto utile a fini pratici l'analisi dello spettro** (insieme delle gocce prodotte), al fine di valutare il grado e l'efficienza della polverizzazione.

Esempio di classificazione BCPC delle gocce



COME SI ESPRIME LA DIMENSIONE DELLE GOCCE

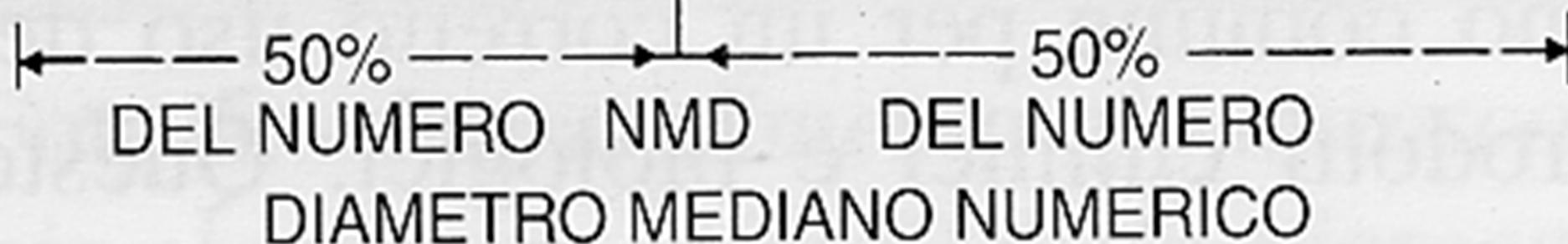
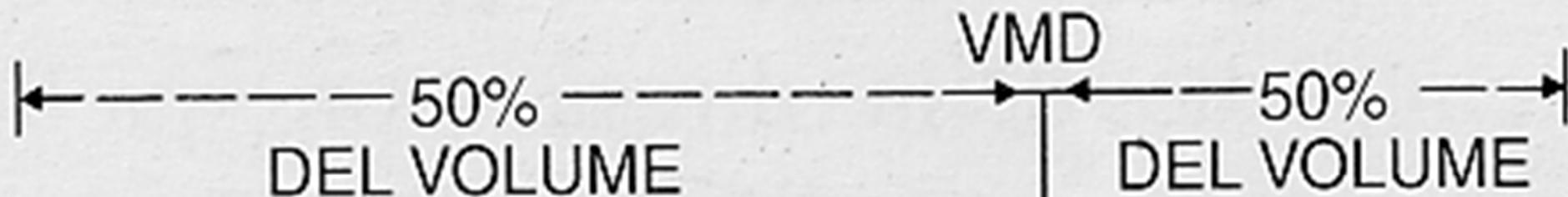
Diametro Mediano Numerico (NMD)
si ottiene dividendo le gocce in due parti
contenenti lo stesso numero di particelle
senza riferimento al loro volume.



Diametro Mediano Volumetrico (VMD)
diametro che divide in due parti uguali il
volume di liquido rappresentato dalla
popolazione delle gocce del campione. In
pratica, il 50% del volume è costituito da
gocce con diametro inferiore al VMD,
mentre l'altro 50% del volume è
caratterizzato da gocce con diametro
superiore.

VMD e NMD

DIAMETRO MEDIANO VOLUMETRICO



TIPO DI UGELLO	VMD/NMD
centrifugo	1.2÷3.0
fessura	2.0÷8.0
turbolenza	1.8÷8.0

**Se il VMD è pari a 250 μm
(ovvero 0.25 mm), significa
che la metà del volume del
liquido viene polverizzato in
gocce a  diametro
maggiore di 250 μm e l'altra
metà in gocce con diametro
inferiore a 250 μm**

COME SI ESPRIME LA DIMENSIONE DELLE GOCCE

d10

La dimensione media delle gocce presenti nel getto che arrivano a rappresentare fino al 10% del volume del getto stesso.

d90

La dimensione media delle gocce presenti nel getto che arrivano a rappresentare fino al 90% del volume del getto stesso

	VIOLET			ROSA		SPISE		VERDE		JAUNE			LILAS		
	5 bar	10 bar	15 bar	5 bar	10 bar	15 bar	5 bar	10 bar	15 bar						
D 10	297	249	209	261	205	169	337	259	218	325	260	226	346	264	230
D 50 VMD	543	470	403	482	389	331	646	507	422	635	544	449	671	542	785
D 90	787	720	705	742	650	599	950	753	690	1020	874	753	992	814	753

Esempi di variazione di VMD, d10 e d90

UGELLI CON UGUALI VMD POSSONO AVERE d10 e d90 DIVERSI

Esempi

UGELLO AI
11005 – 3.5 bar

VMD = 578, d10 = 371, d90 = 888

UGELLO TTI 110025
– 6 bar

VMD = 575, d10 = 213, d90 = 1034

UGELLO TTVP
11004 – 2.5 bar

VM  d10 = 224, d90 = 856

UGELLO AI
110015 – 7 bar

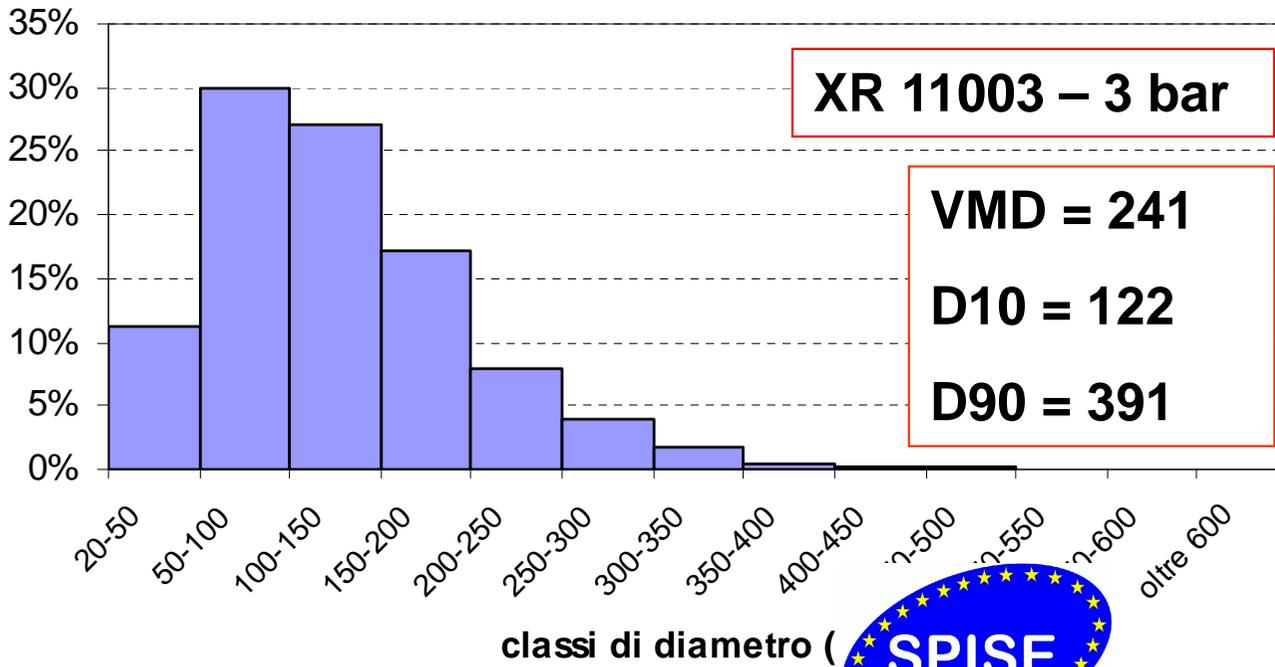
VMD = 445, d10 = 211, d90 = 680

UGELLO TTI
110015 – 7 bar

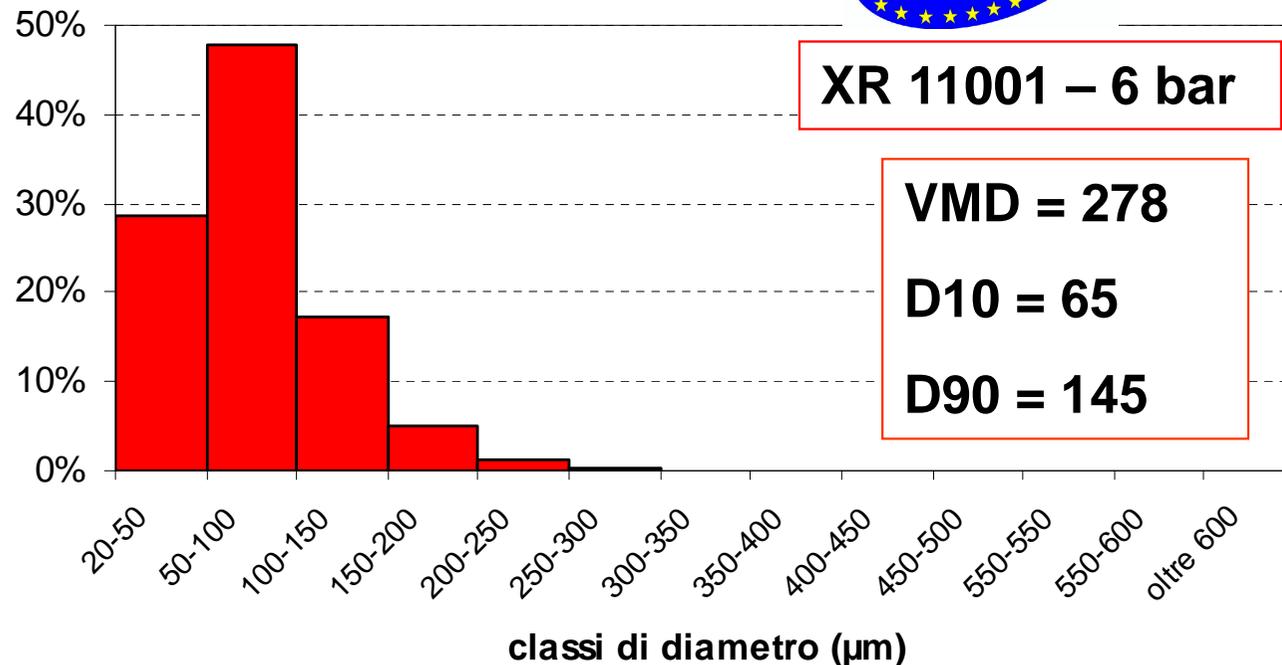
VMD = 520, d10 = 189, d90 = 936

UGELLO TTVP
110015 – 1.5 bar

VMD = 520, d10 = 270, d90 = 997

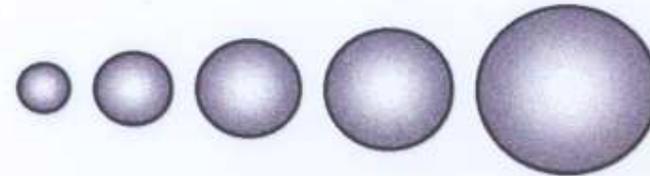


Classi dimensionali dei diametri di differenti popolazioni di gocce



PARAMETRI CHE INFLUENZANO LA DINAMICA DELLE GOCCE SULLA SUPERFICIE FOGLIARE

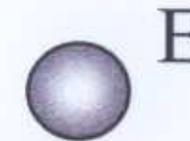
◆ Dimensione



◆ Velocità



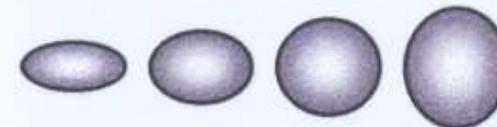
◆ Energia cinetica



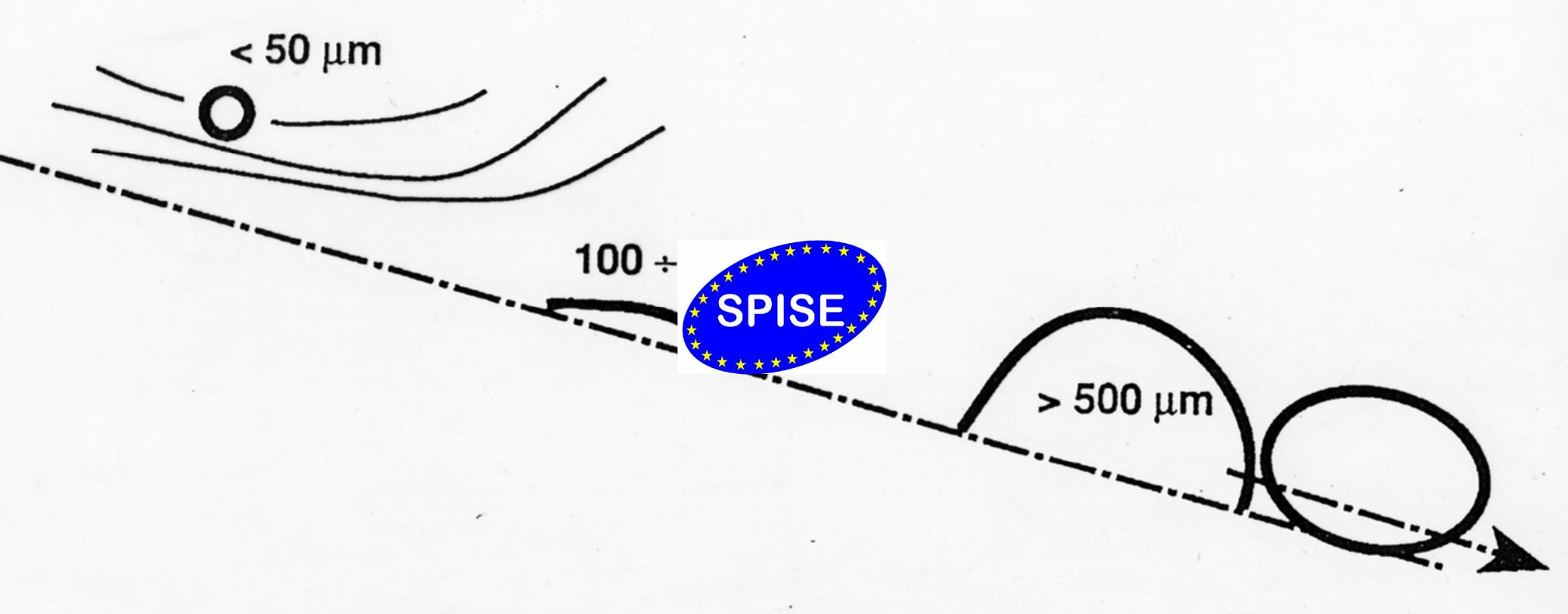
◆ Angolo di impatto



◆ Tensione superficiale



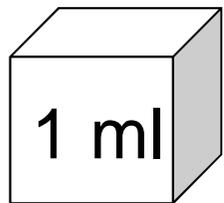
COMPORTAMENTO DELLE GOCCE DI DIFFERENTI DIMENSIONI SULLA SUPERFICIE FOGLIARE



Da 1 ml di soluzione si producono 1910 gocce da 1 mm di diametro che coprono una superficie di 15 cm²

Diametro delle gocce

Superficie coperta



Numero di gocce

1 mm

1910 gocce

15 cm²

0.5 mm

15279 gocce

30 cm²

0.2 mm

238931 gocce

75 cm²

0.1 mm

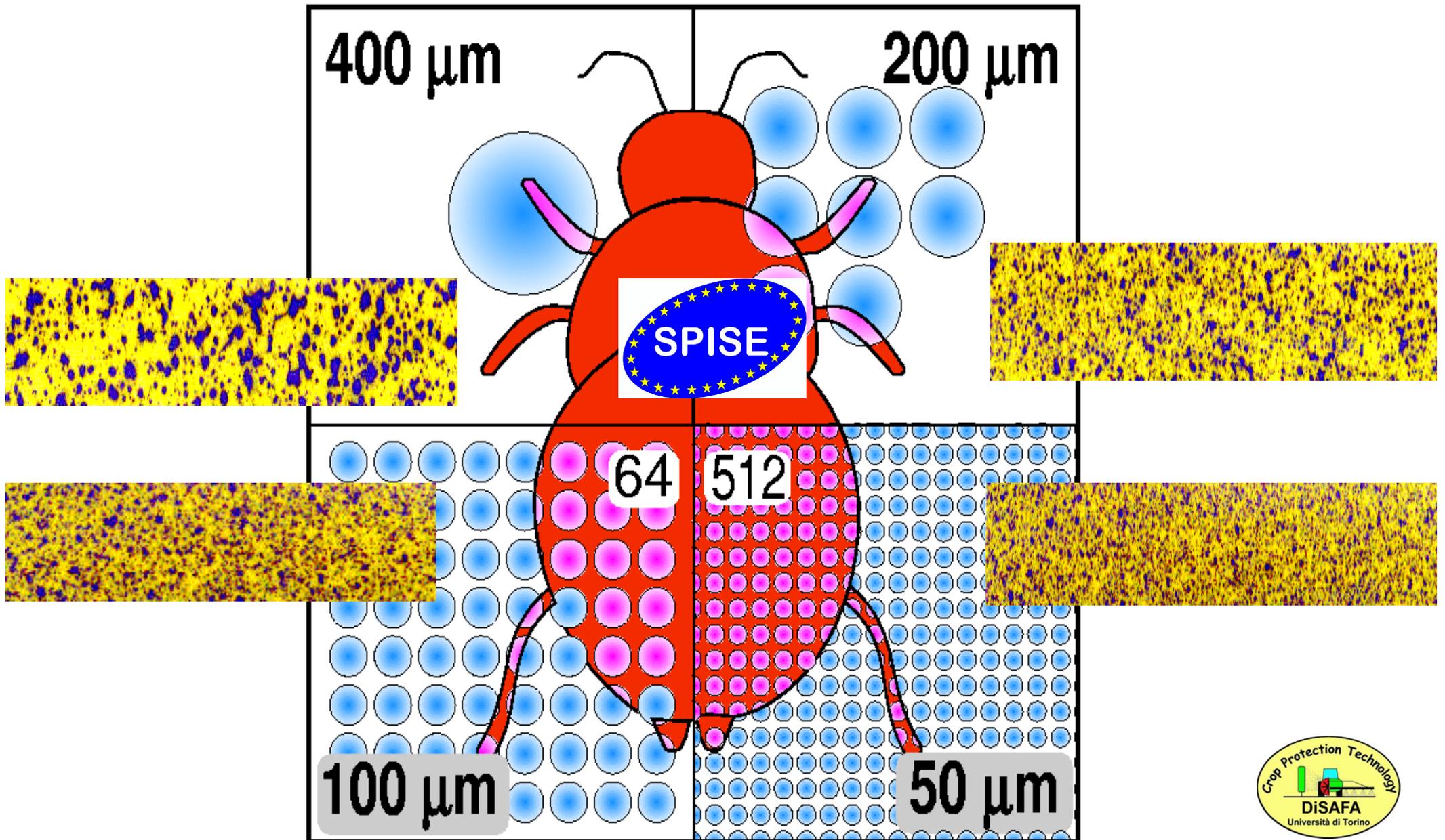
19083971 gocce

150 cm²

Lo stesso millilitro produce quasi 2 milioni di gocce da 0.1 mm di diametro che coprono una superficie di 150 cm² (da I.C.T.F.)



LA DIMENSIONE DELLE GOCCE INFLUENZA IL NUMERO DELLE GOCCE DISPONIBILI



Dimensioni delle gocce	Diametro medio (VMD) μm	Adesione sulle foglie	Utilizzo	Rischio di deriva	Gocciolamento a terra
Molto fini	< 70	buona	Casi particolari	Molto elevato	Assente
Fini	70 – 150	buona	p.a. di contatto	Elevato	Molto ridotto
Medie	150 – 250	buona	prodotti sistemici	Medio	Medio
Grandi	250 – 350	media	prodotti a azione sul terreno	Ridotto	Elevato
Molto grandi	> 350	scarsa	Concimi liquidi	Molto ridotto	Molto elevato



Tabella rappresentante i diversi gradi di polverizzazione

TEMPO DI EVAPORAZIONE DELLE GOCCE

diametro delle gocce (μm)	Tempo di evaporazione (s)			
	20°C - 80% U.R.		30°C - 50% U.R.	
	acqua	acqua + antievaporante	acqua	acqua + antievaporante
40	33.7	2050	9.46	620
30	19.2	1360	5.37	463
20	8.73	681	2.43	307
10	2.35	340	0.54	153
5	0.64		0.16	76



VITA UTILE E DISTANZA DI CADUTA DI GOCCE D'ACQUA A DIFFERENTI TEMPERATURE E UMIDITA'

(da Matthews, 1992)

20 °C; $\Delta T = 2.2$ °C; UR 80%

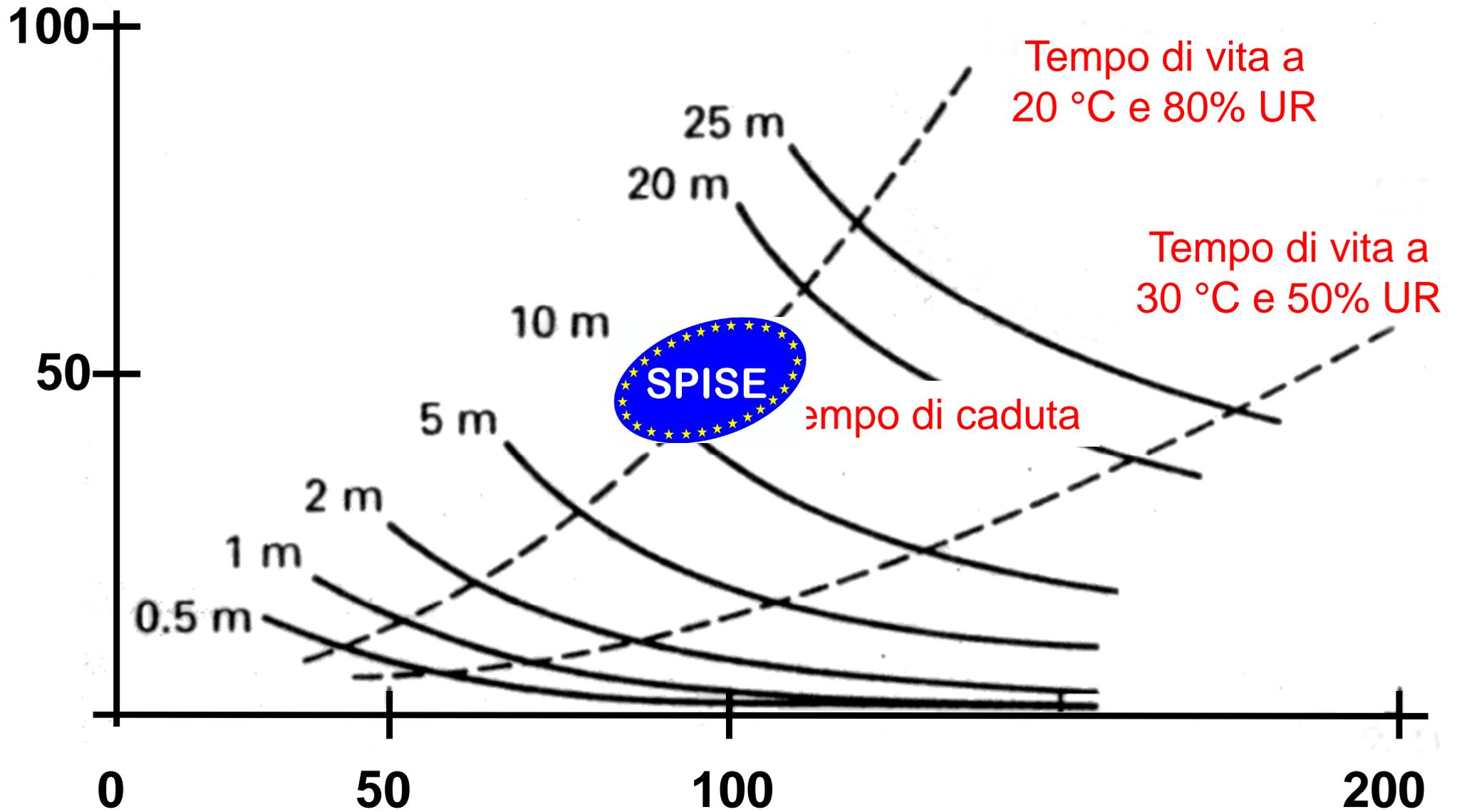
30 °C; $\Delta T = 7.7$ °C; UR 50%

Dimensione iniziale (μm)	Vita utile (s)	Distanza di caduta (m)	Vita utile (s)	Distanza di caduta (m)
50	14	0.5	4	0.15
100	57	8.5	16	2.4
200	227	136.4	65	39



Tempo di vita o tempo di caduta (s)

----- Tempo di vita
————— Tempo di caduta



(da Matthews, 1992)

Diametro gocce (µm)

CRITERI DI SCELTA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

MODALITA' DI AZIONE DEL PRINCIPIO ATTIVO

CARATTERISTICHE DEL BERSAGLIO

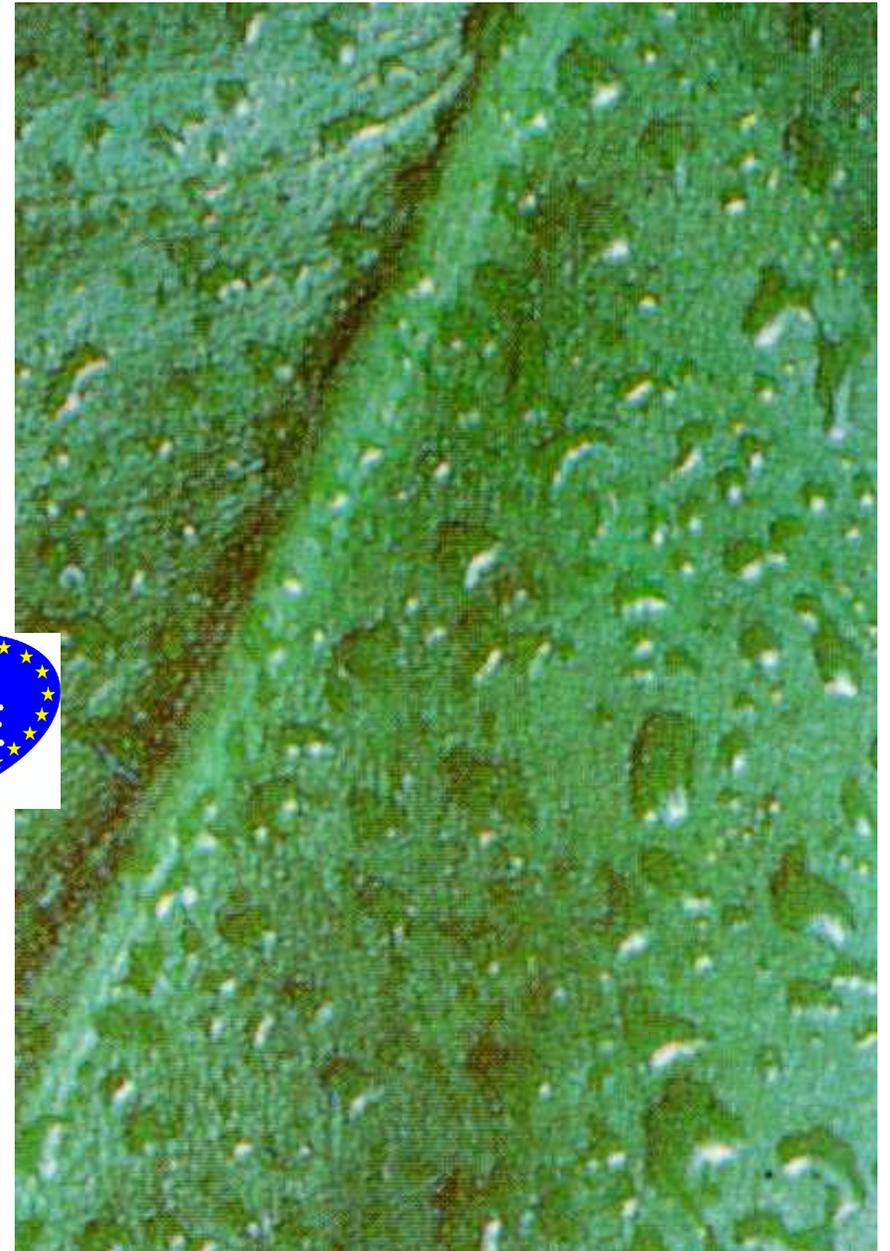
TIPO DI PRODOTTO DISTRIBUITO

CONDIZIONI AMBIENTALI

SPISE

NUMERO DI GOCCE / cm²

ESEMPIO DI IRRORAZIONE *COPRENTE*



ESEMPIO DI IRRORAZIONE *BAGNANTE*



Irrorazione coprente: impiegata per p.a. che agiscono per contatto e che richiedono quindi una buona copertura del bersaglio; in tali situazioni è consigliabile operare con 70÷100 impatti/cm², con dimensioni delle gocce di 300÷400 µm e, per conseguenza con volumi di distribuzione di 100÷350 l/ha.



Irrorazione bagnante: impiegata per p.a. traslocabili all'interno della pianta per i quali è meno importante la completa copertura del bersaglio; in tali situazioni è consigliabile operare con 30÷40 impatti/cm², con dimensione delle gocce di 400÷600 µm e, per conseguenza 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 DEPOSITAZIONE (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

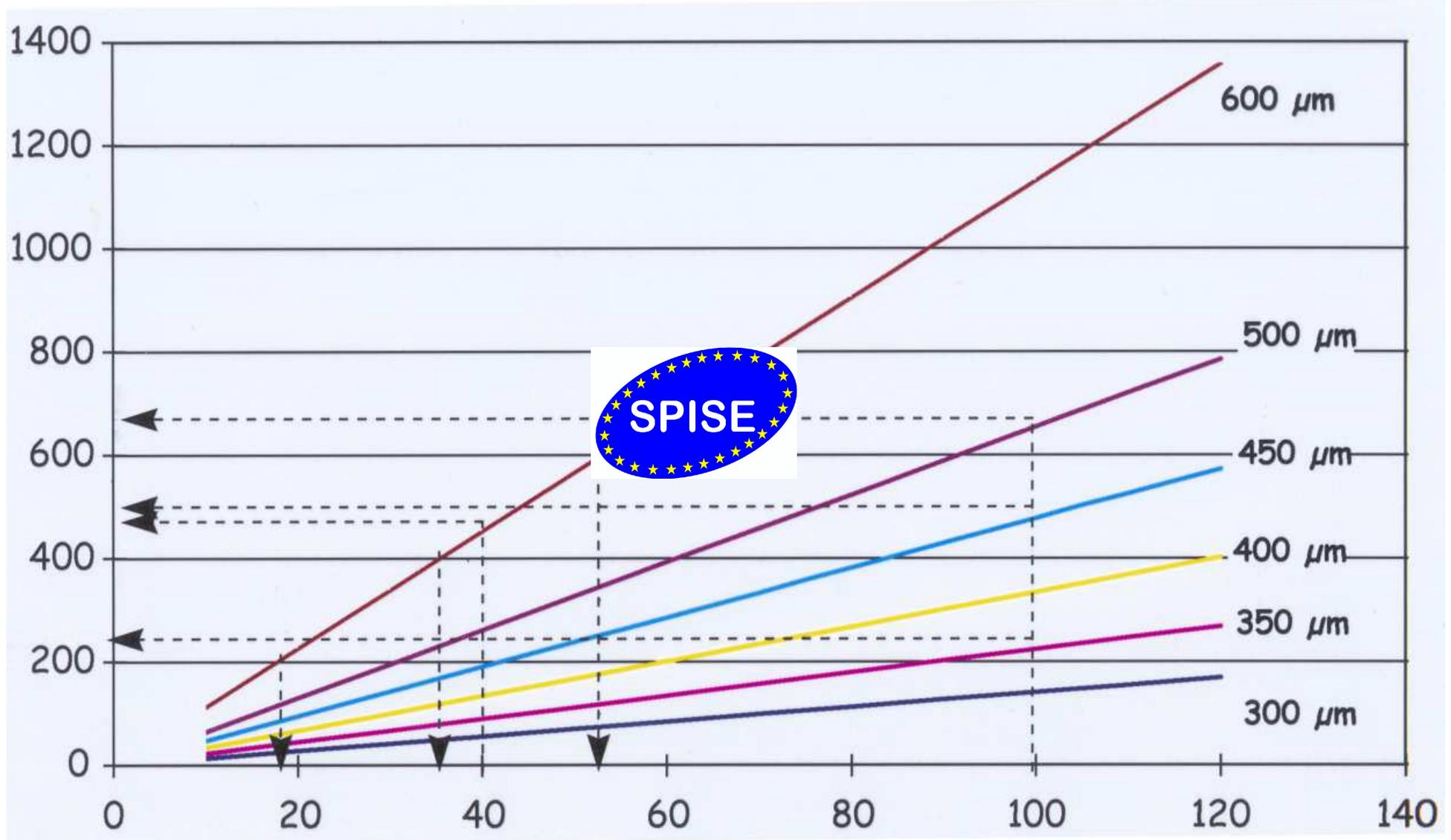


DIMENSIONE RACCOMANDATA DELLE GOCCE IN FUNZIONE DELLE DIFFERENTI TIPOLOGIE DI MISCELA FITOIATRICA DISTRIBUITA

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

CORRELAZIONE TRA DIMENSIONE DELLE GOCCE, IMPATTI /cm² E VOLUME DA DISTRIBUIRE

Volume di distribuzione (l/ha)



Impatti /cm²

I PARAMETRI OPERATIVI CHE INTERAGISCONO SULLA DIMENSIONE DELLE GOCCE

UGELLI A POLVERIZZAZIONE PER PRESSIONE

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

UGELLI A POLVERIZZAZIONE PER INIEZIONE PNEUMATICA

- Portata liquido
- Velocità dell'aria

UGELLI A POLVERIZZAZIONE CENTRIFUGA

- Velocità rotazione disco

PRINCIPALI FUNZIONI DEI COADIUVANTI (ADDITIVI) NELLA DISTRIBUZIONE DEI FITOFARMACI

- Favorire la dispersione del principio attivo in acqua
- Garantire la stabilità della miscela fitoiatrice
- Favorire l'adesione del  sul bersaglio
- Incrementare la persistenza del prodotto irrorato
- Limitare la formazione di schiuma nel serbatoio dell'irroratrice (prodotti antischiuma)

INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

Incremento della dimensione delle gocce (VMD)

Tipologia ugello	Acqua pura	Acqua + iuvante* 0.05%	Acqua + coadiuvante* 0.1%
	XR 01 (5 bar) – gocce fini	138	166
XR 03 (3 bar) – gocce medie	238	289	299
XR 06 (1 bar) – gocce grandi	433	468	487

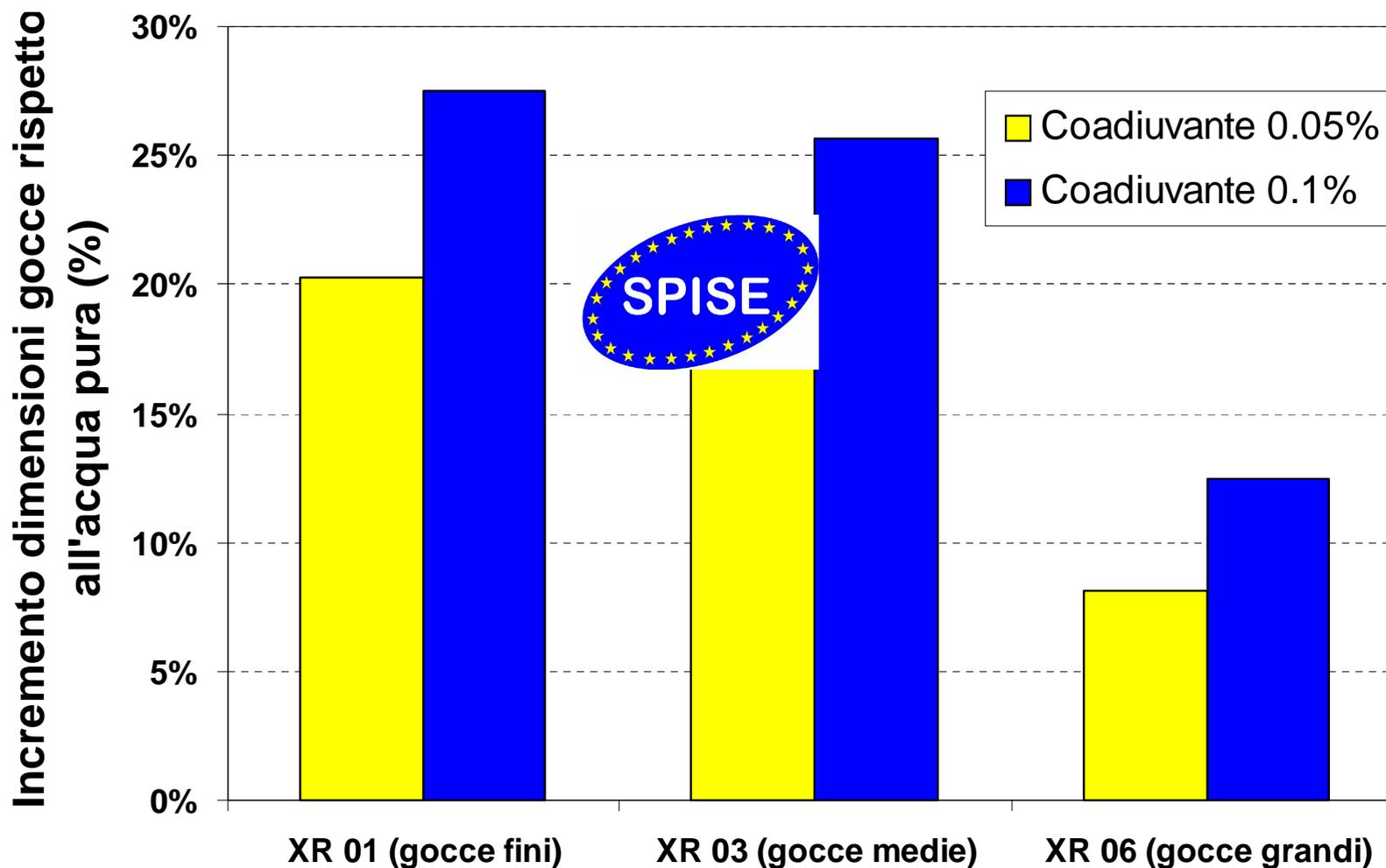
VMD (μm) rilevati in funzione del tipo di miscela utilizzato e della classe di dimensione delle gocce

* coadiuvante a base di olio vegetale



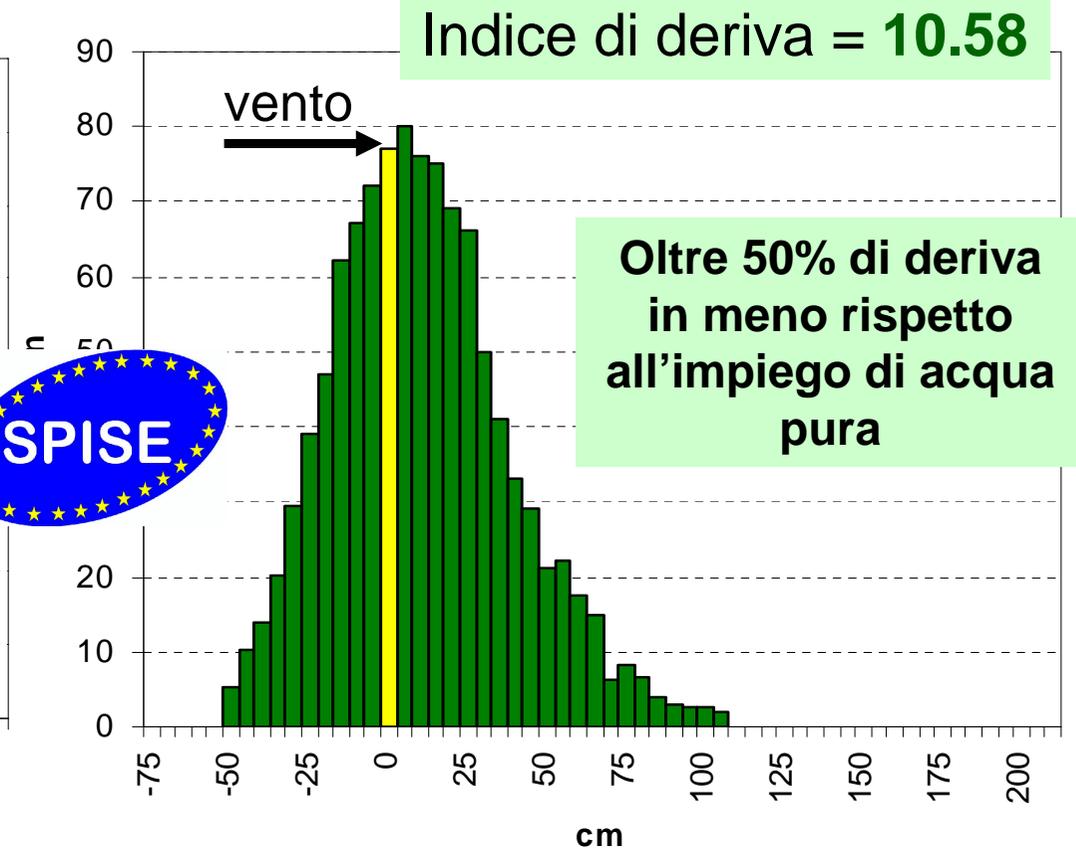
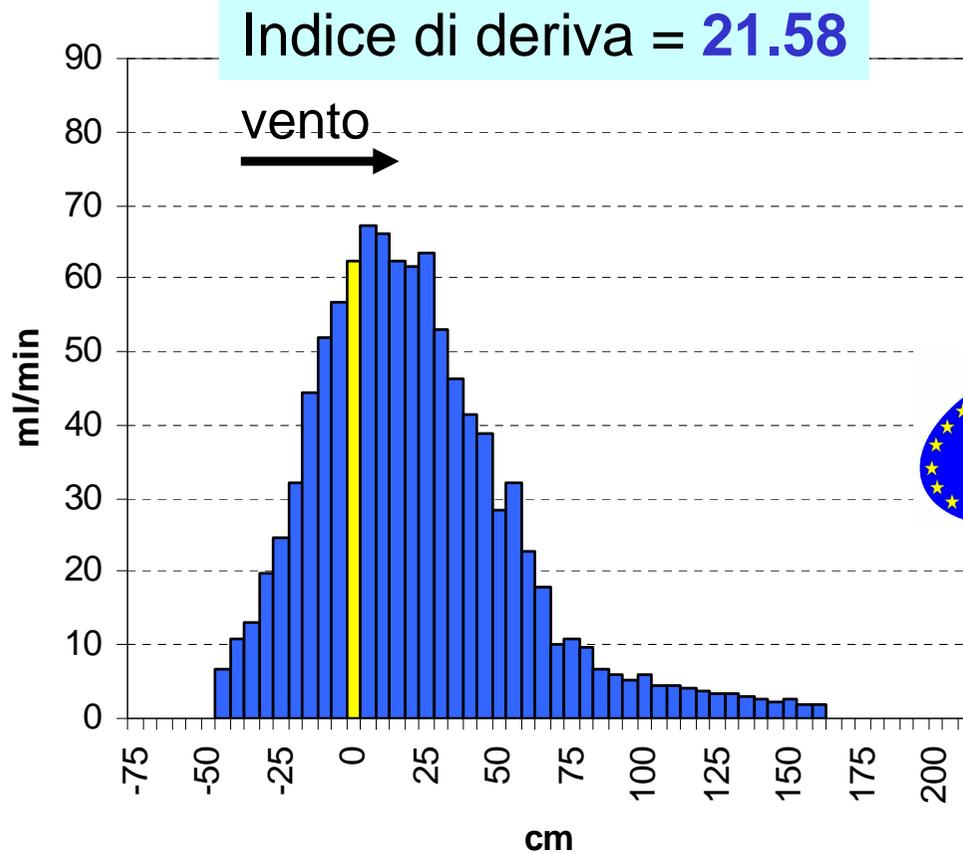
INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

Incremento della dimensione delle gocce (VMD)



INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

Effetto sulla sensibilità alla deriva



Acqua pura

Acqua + coadiuvante (0.05%)

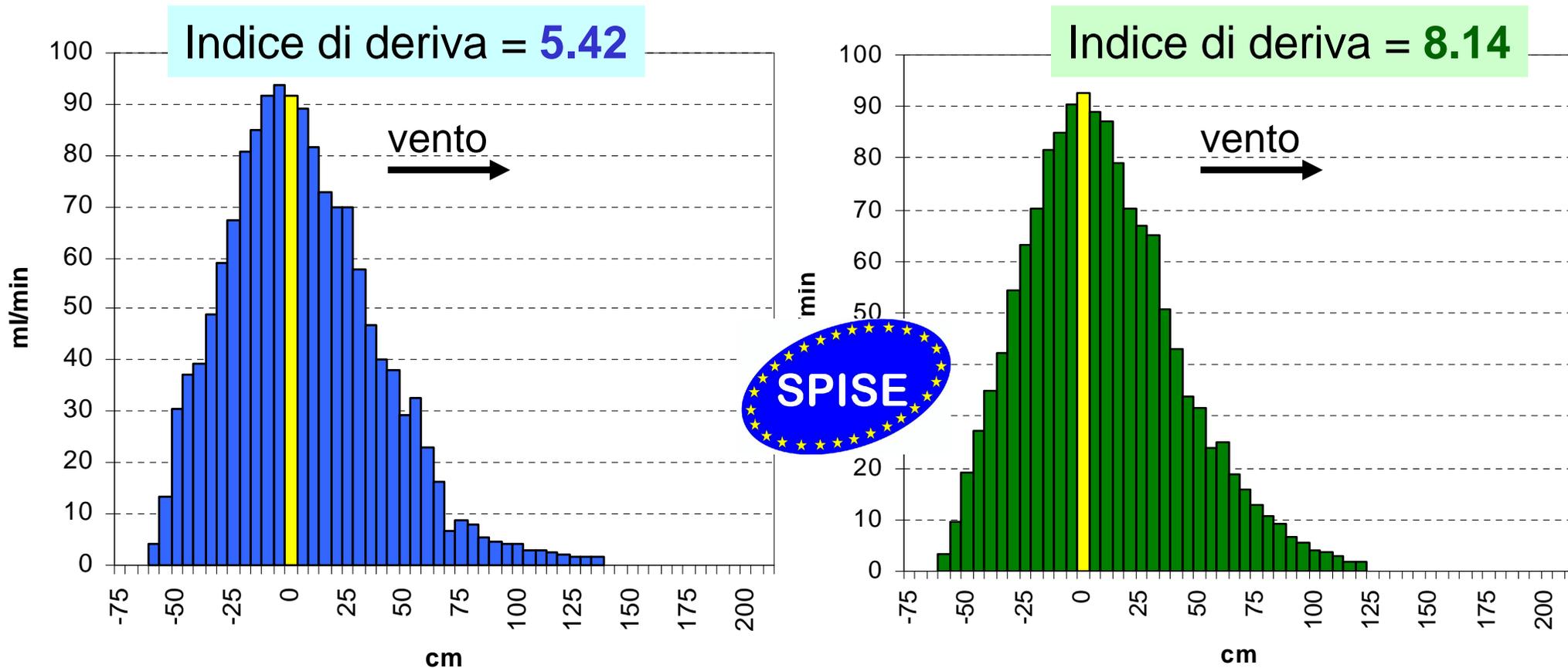
Ugello: a fessura tradizionale XR 03 Pressione: 3 bar

Altezza: 50 cm Vento: 2.8 m/s



INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

Effetto sulla sensibilità alla deriva



Acqua pura

Acqua + coadiuvante (0.05%)

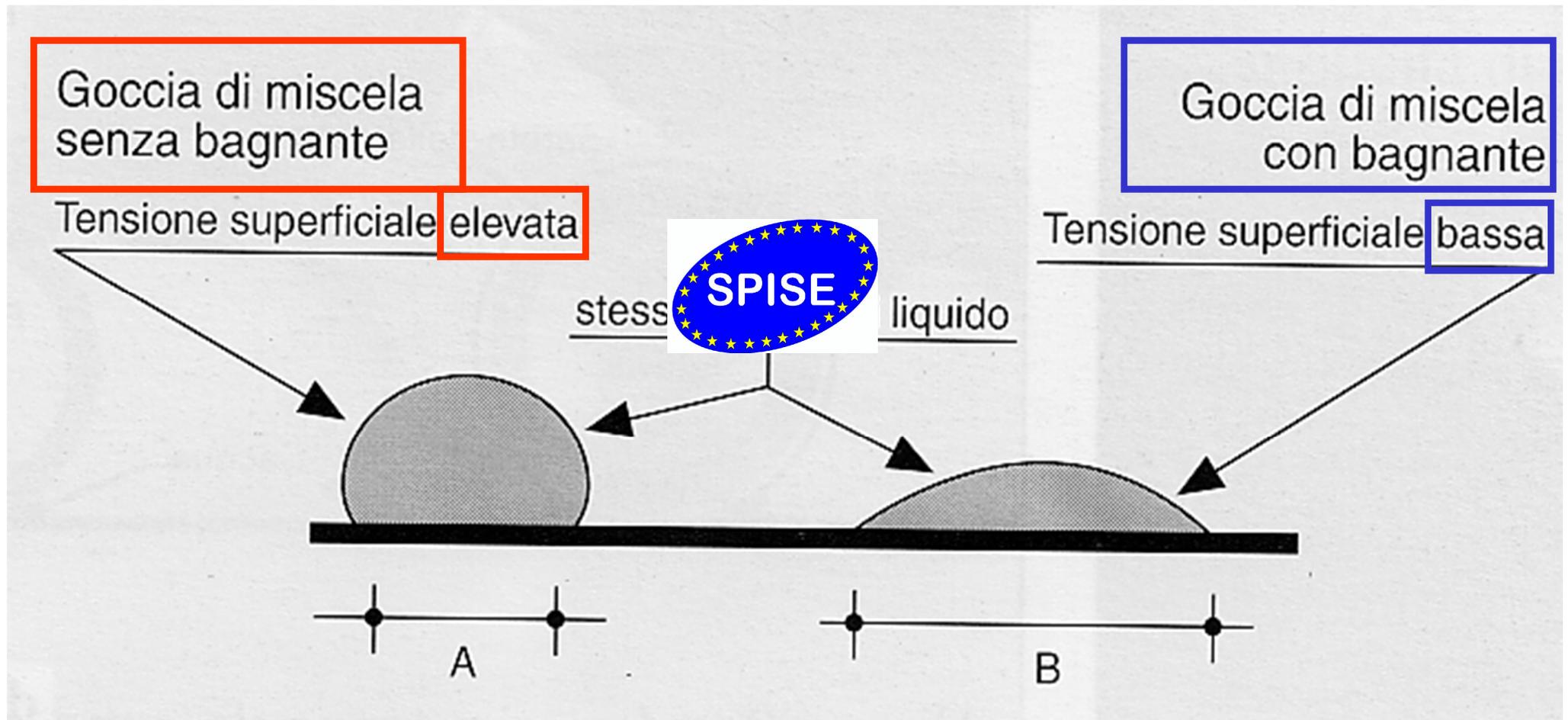
Ugello: a fessura antideriva Al 03 Pressione: 5 bar

Altezza: 50 cm Vento: 2.8 m/s



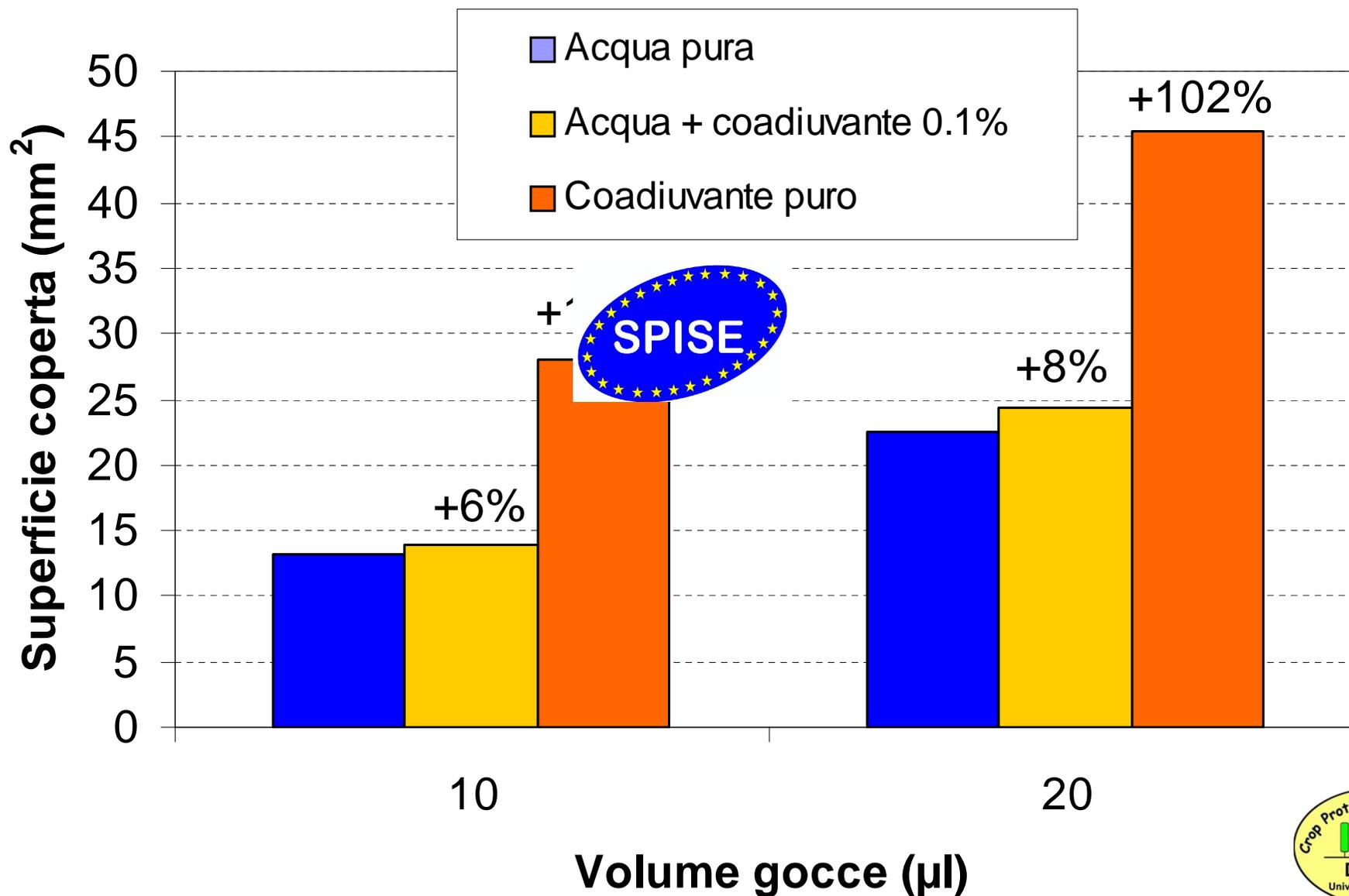
INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

Importanza del bagnante per aumentare la superficie di contatto ($b > a$)



INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

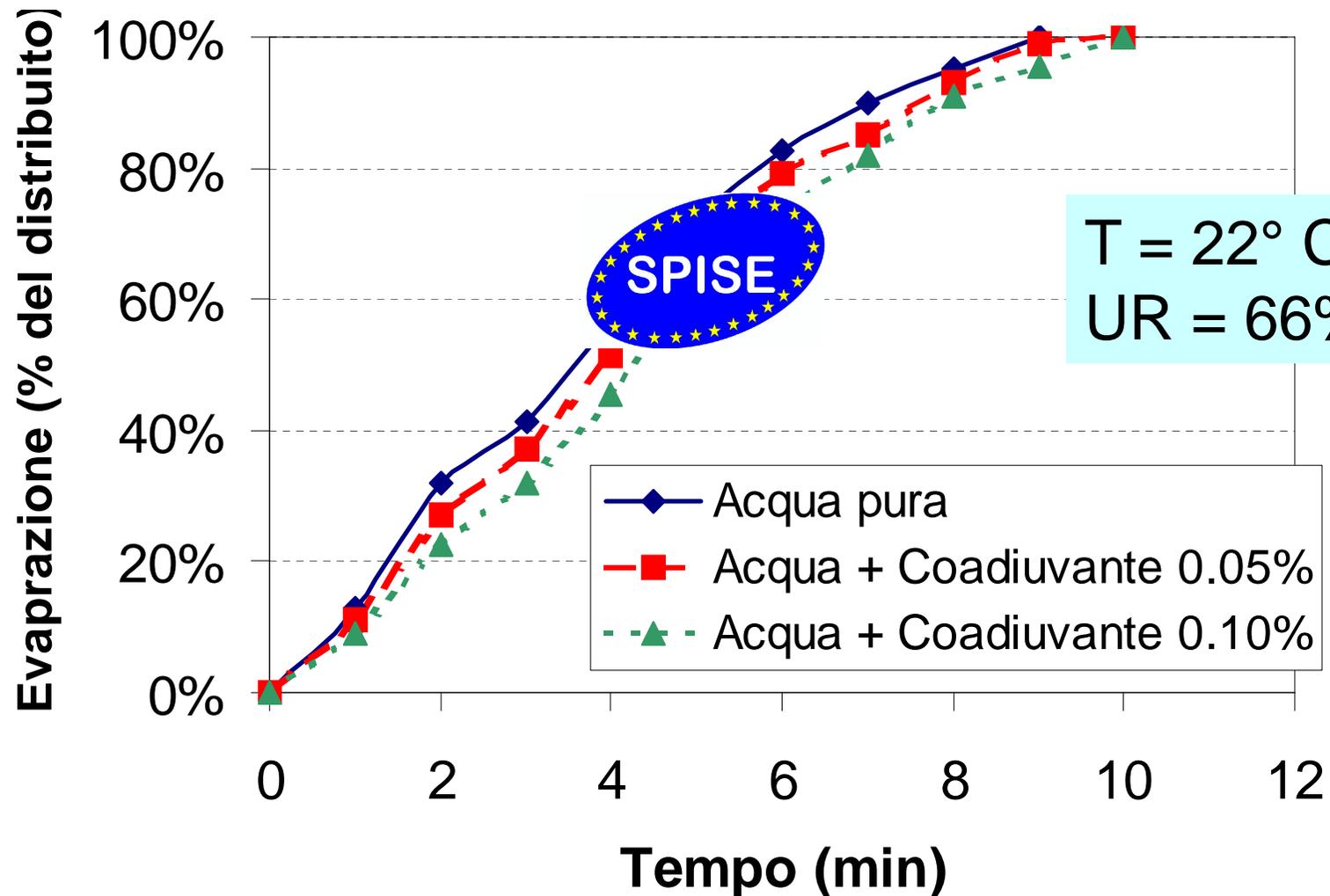
Influenza sulla superficie del bersaglio coperta dalle gocce



INFLUENZA DEI COADIUVANTI SULLA DISTRIBUZIONE

Influenza sul tempo di evaporazione delle gocce

Ugello a fessura XR 11001 (5 bar)



LA POLVERIZZAZIONE PER PRESSIONE



ELEMENTI CHE CODIFICANO UN UGELLO (esempio)

Modello

XR

TEEJET

Ditta costruttrice

Materiale

Esempio:

Angolo di apertura

110

2

VS

VS = acciaio

VK = ceramica

VP = plastica

Portata (colore ISO)

Portata in galloni

PRINCIPALI TIPOLOGIE DI UGELLI IMPIEGATE NEI TRATTAMENTI FITOIATRICI ALLE COLTURE ARBOREE

Turbolenza a piastrina



Fessura tradizionale



Antideriva

Turbolenza tradizionale



Iniezione d'aria



Turbodrop



Portata nominale degli ugelli



colore	codice	pressione (bar)								
		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	0.75	0.80	0.86	0.92	0.98	1.03
verde	- 015 -	0.68	0.83	0.96	1.10	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

	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	1.54	1.64	1.75	1.86	1.96
rosso	1.24	1.52	1.76	1.97	2.17	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



Portata nominale degli ugelli

Ø pisatrina	Ø rompiflusso	pressione (bar)		
		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	4.35	5.10
1.5	1.5	4.35	5.10	5.87
1.8	cieco	3.45	4.22	5.00
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

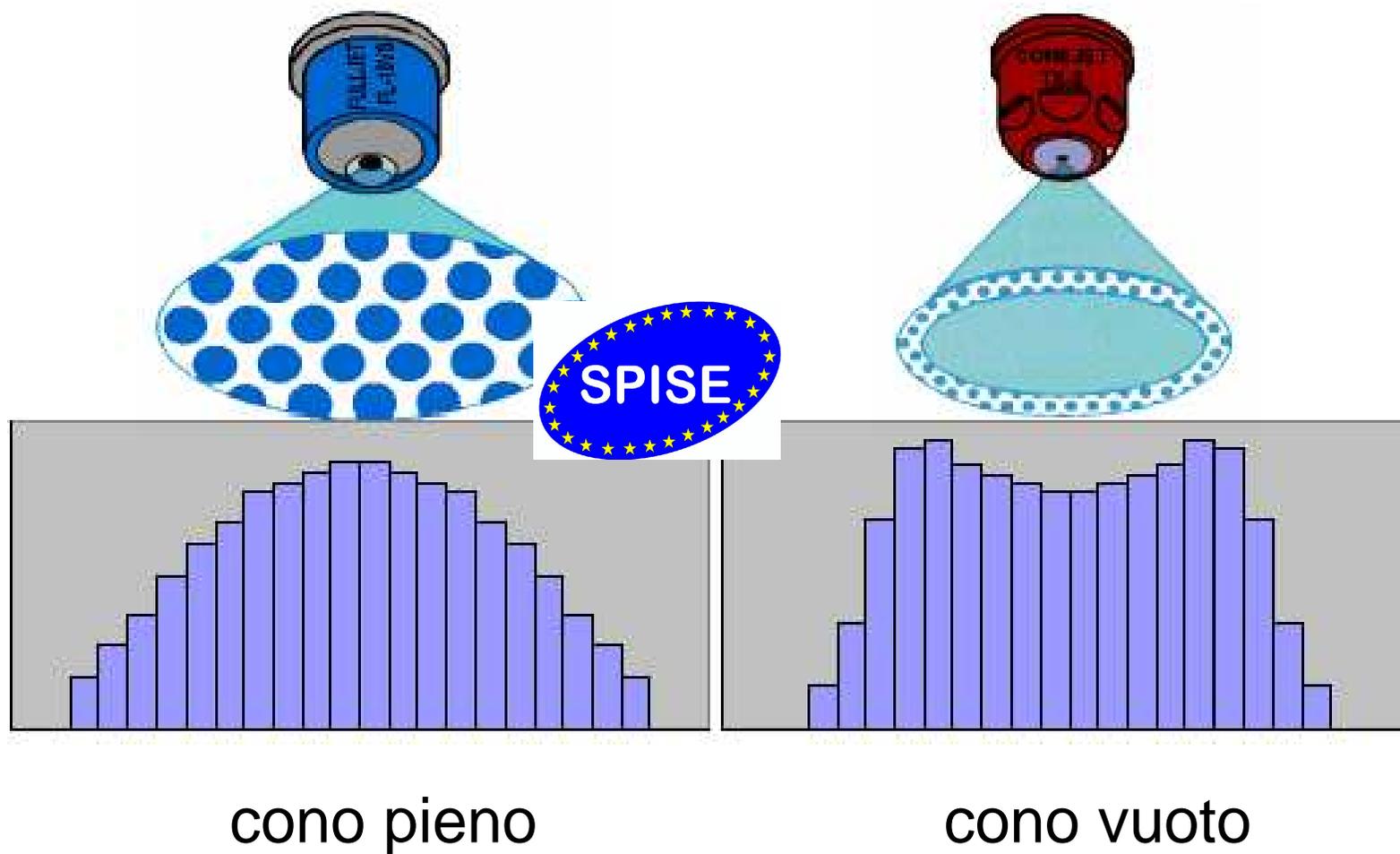


Piastrine

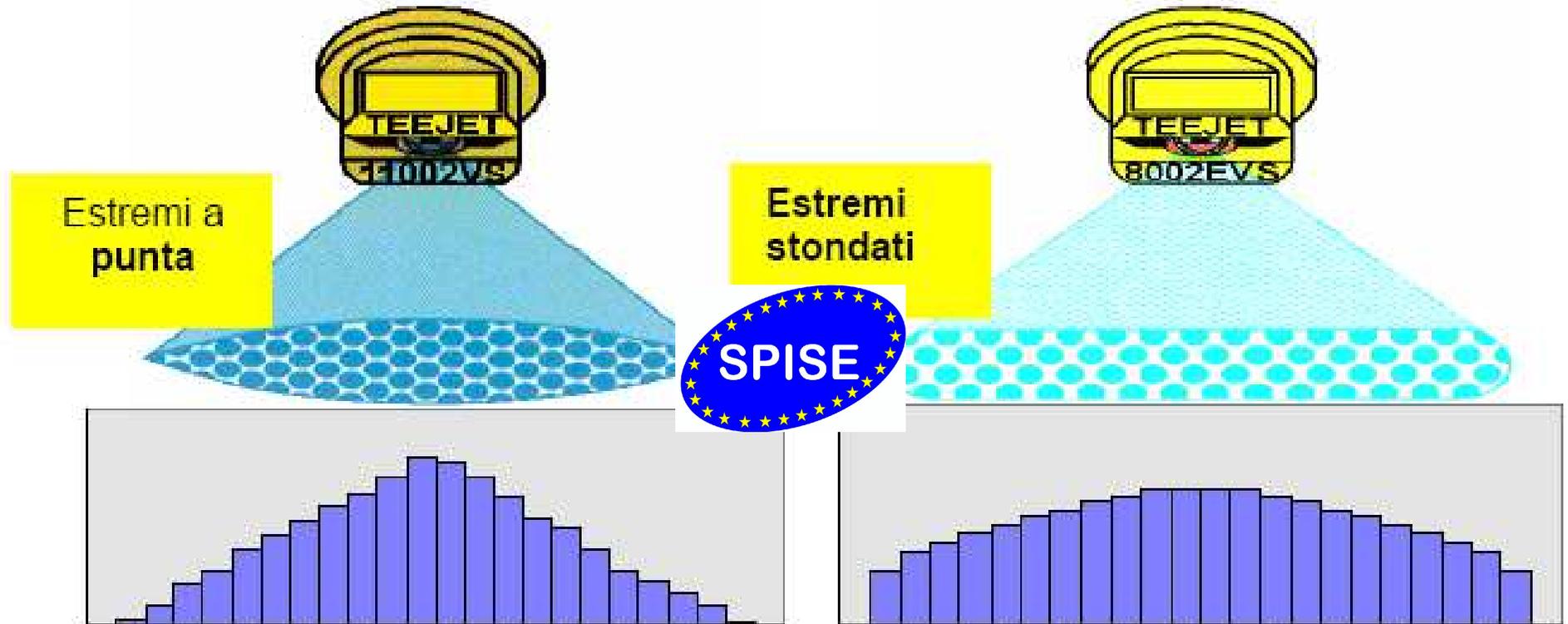


Esempi di portate erogate (l/min) da ugelli a piastrina di differenti dimensioni in abbinamento a differenti rompiflusso (NB le portate indicate fanno riferimento a piastrine e rompiflusso Albus nuovi: ugelli di altre marche potrebbero originare portate differenti)

Il diagramma degli ugelli a cono (turbolenza)



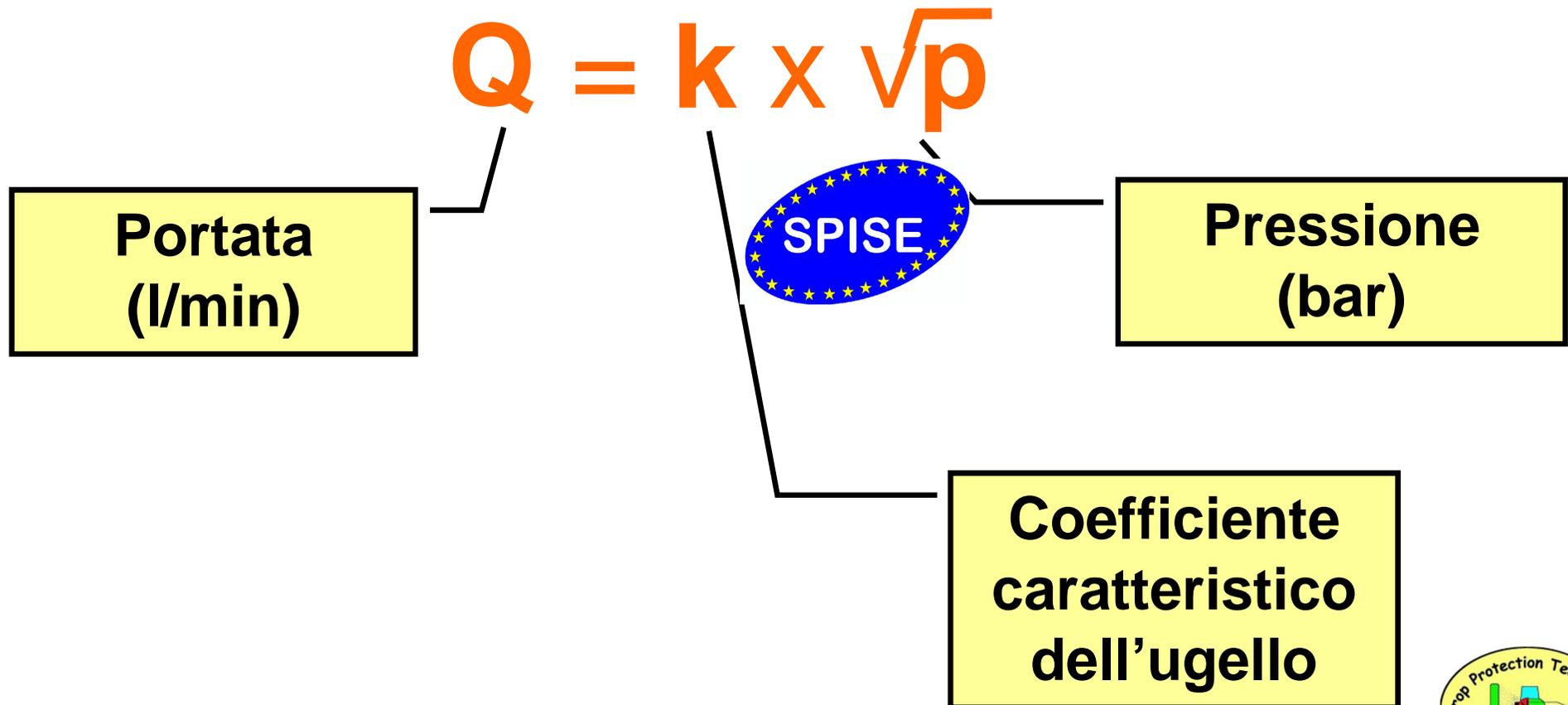
Il diagramma degli ugelli a fessura (ventaglio)



Ugello tipo “Even” (diserbo localizz

Portata ugelli

È funzione della dimensione dell'ugello
e della pressione di esercizio



Portata ugelli

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

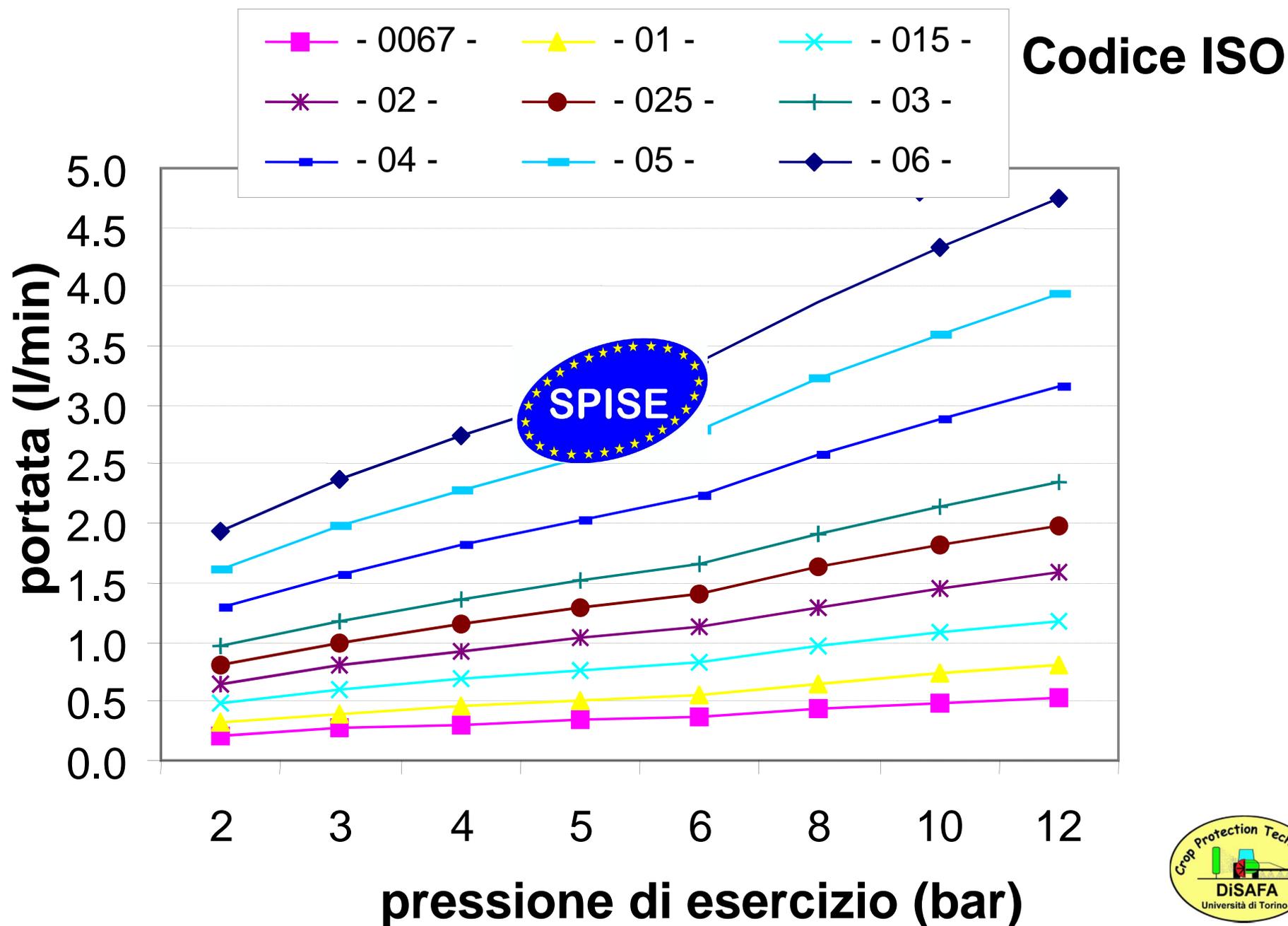
$$\frac{Q_1}{\sqrt{p_1}} = \frac{Q_2}{\sqrt{p_2}}$$



$$Q_1 = \frac{Q_2}{\sqrt{p_2}} \times \sqrt{p_1}$$

$$p_1 = \left(\frac{\sqrt{p_2}}{Q_2} \times Q_1 \right)^2$$

VARIAZIONE DELLA PORTATA DEGLI UGELLI ALL'AUMENTARE DELLA PRESSIONE



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

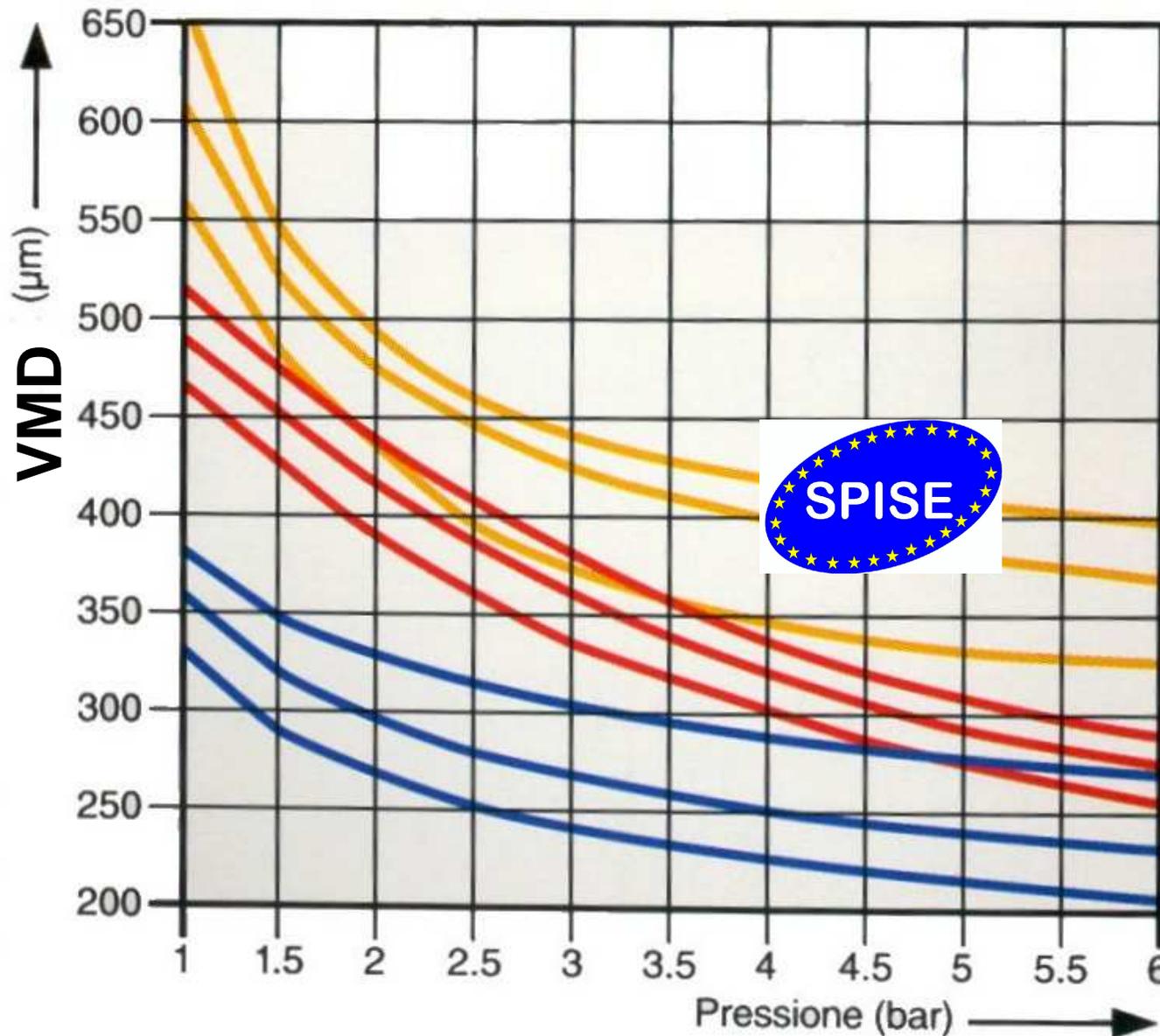
VARIAZIONE DELLA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE IN FUNZIONE DEL TIPO DI UGELLO E DELLA PRESSIONE DI ESERCIZIO

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



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

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



LEGENDA

TT: ugello antideriva a getto piatto

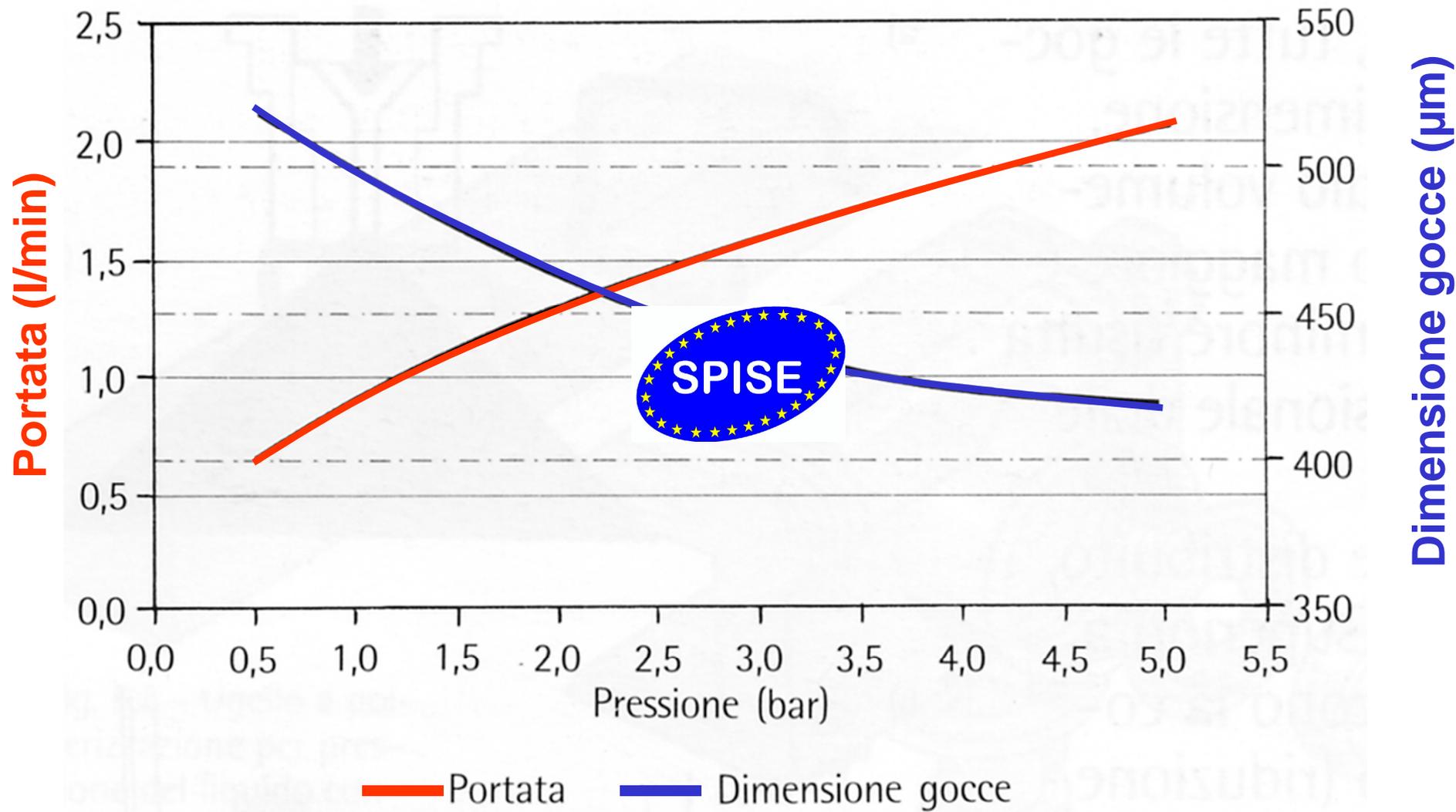
DG: ugello antideriva con preorifizio

XR: ugello tradizionale

TT11005
TT11004
TT11003
XR11005
XR11004
XR11003

DG11005
DG11004
DG11003

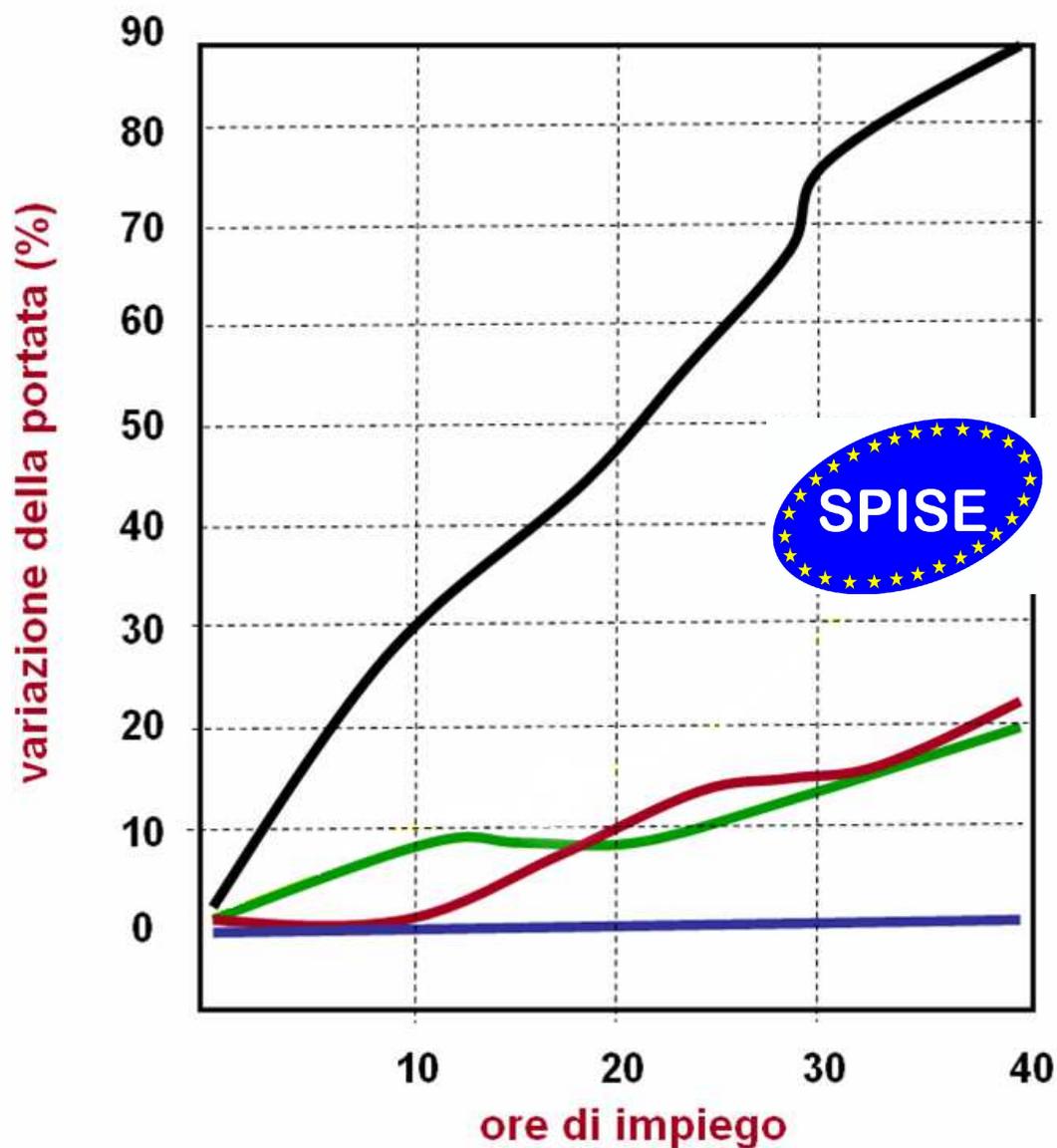




UGELLI USURATI



INFLUENZA DELL'USURA DEGLI UGELLI SULLA PORTATA



ottone



SPISE

acciaio inox
plastica

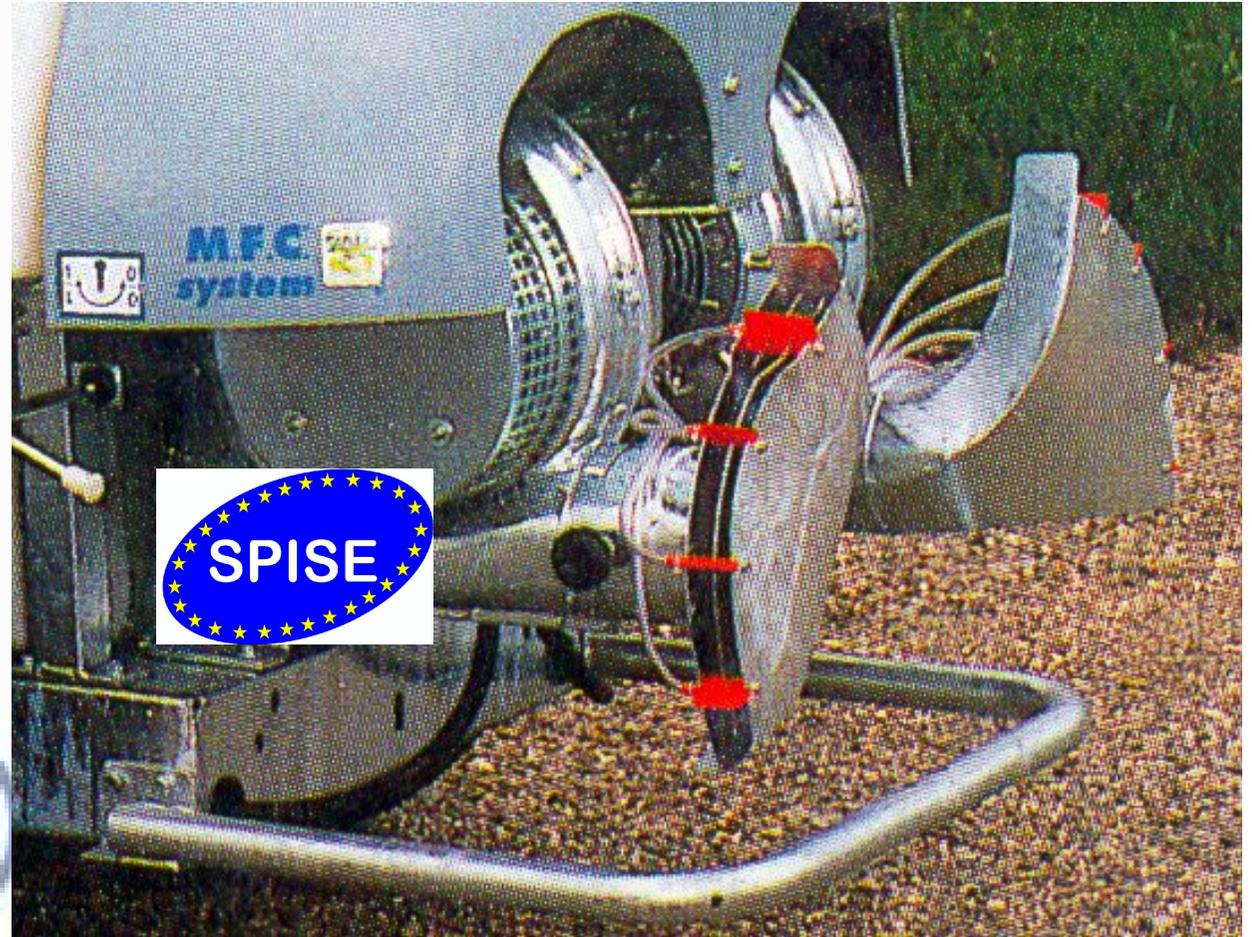
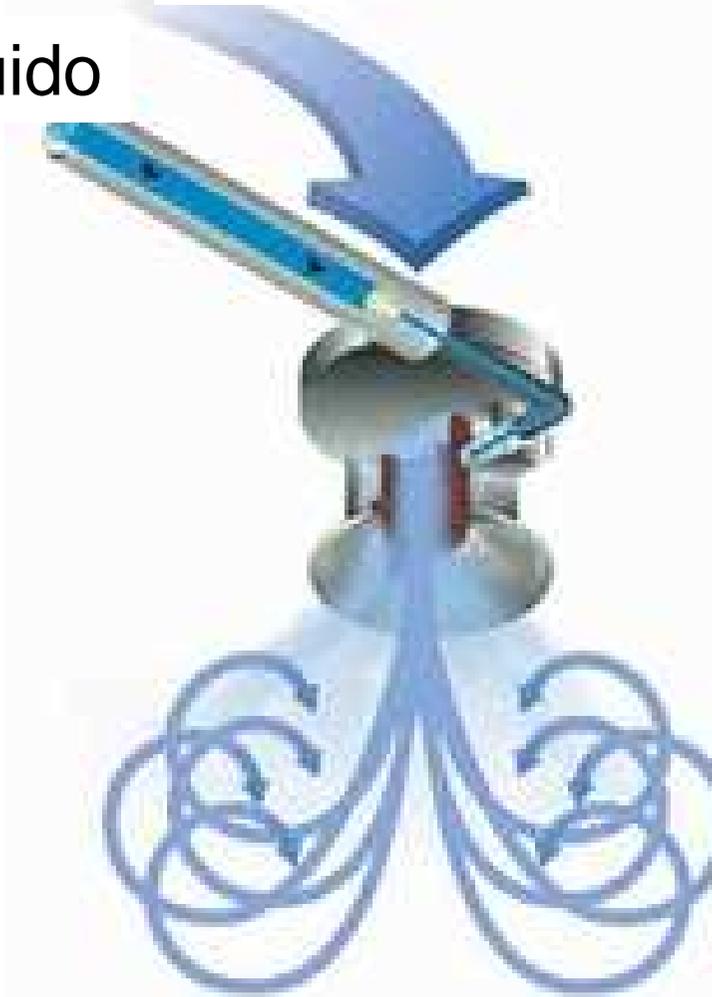
ceramica

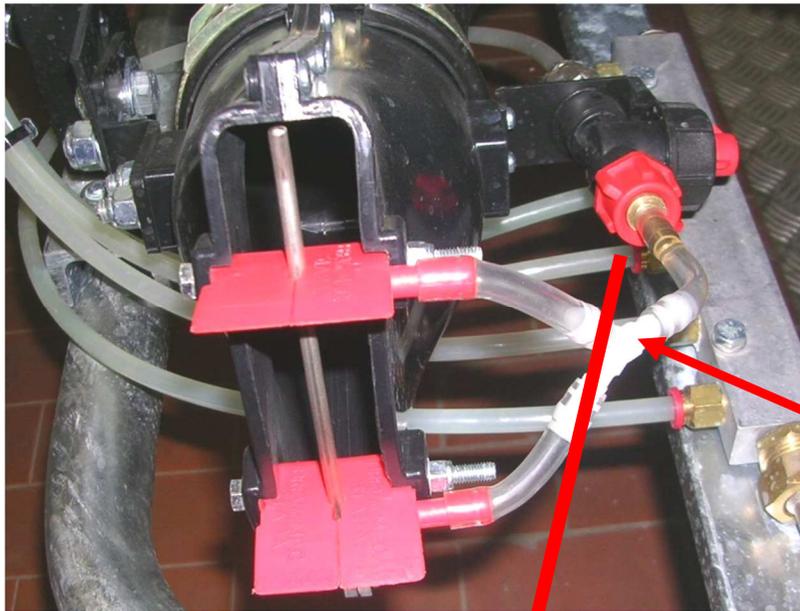


I DIFFUSORI PNEUMATICI

aria

liquido



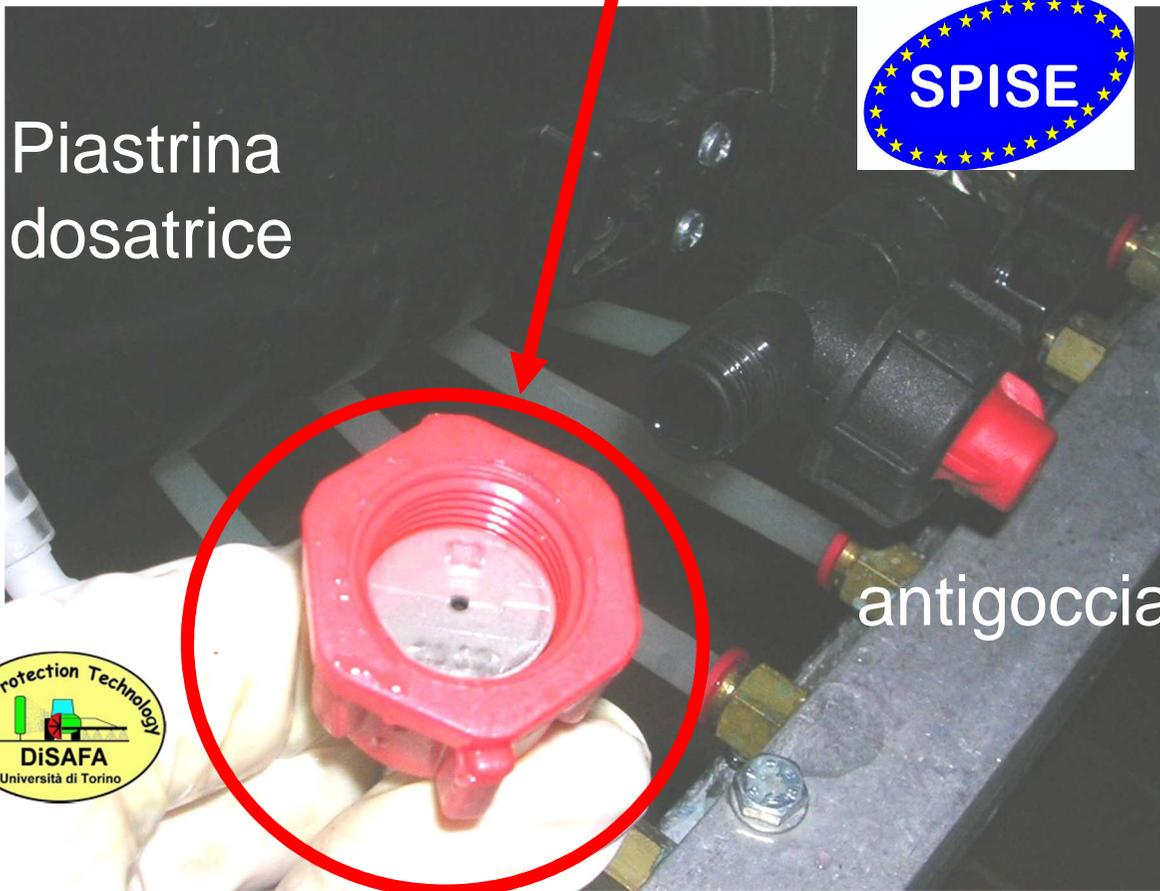


Diffusori a tromboncino

alimentazione



Disco dosatore



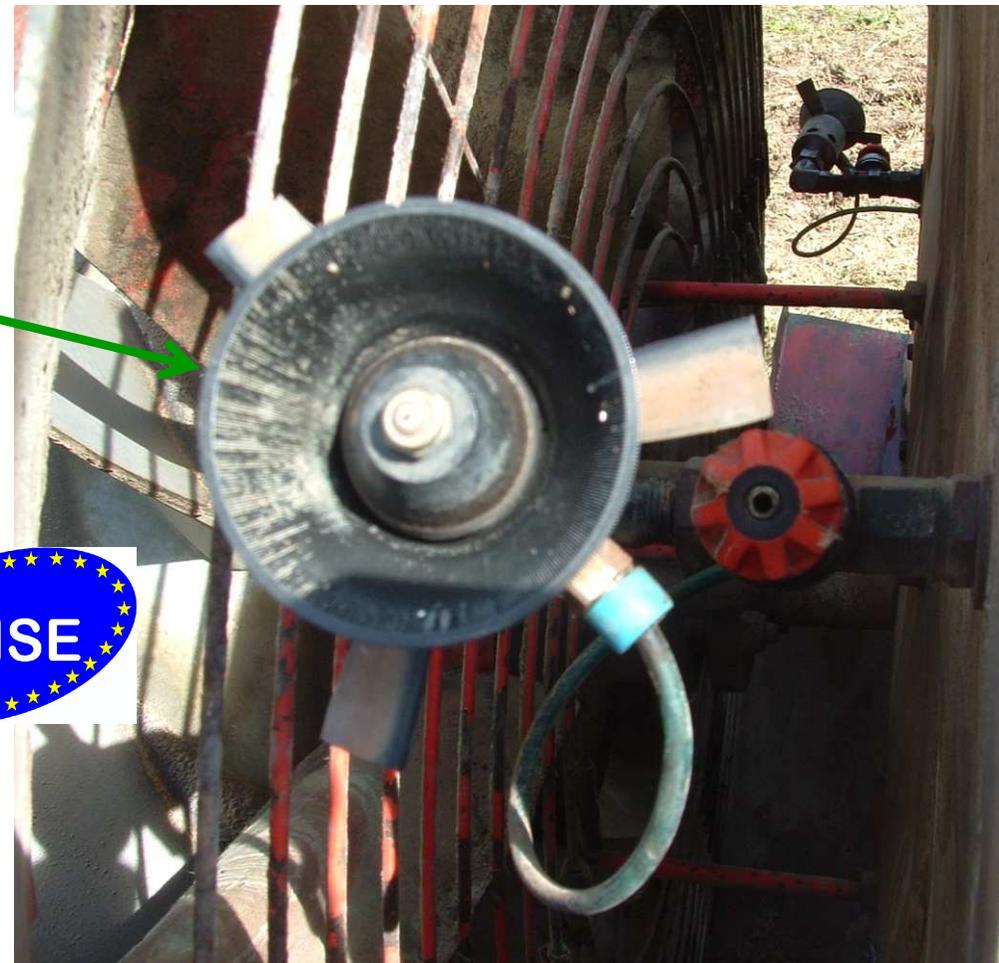
Piastrina dosatrice



antigoccia

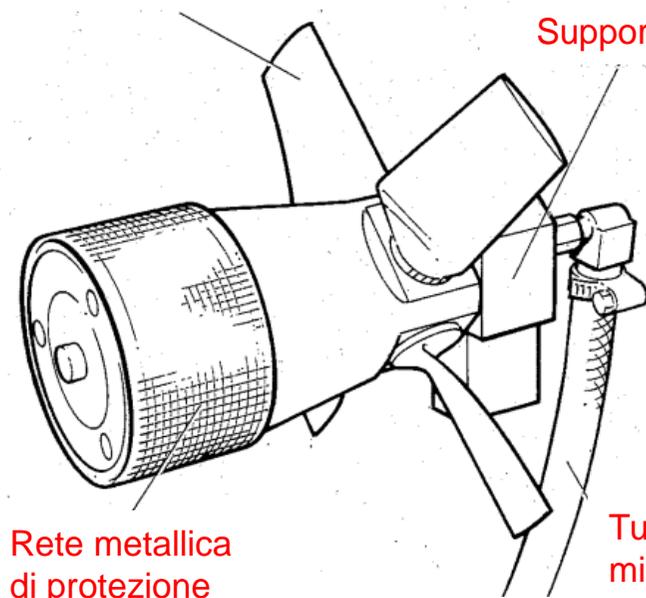


I DIFFUSORI CENTRIFUGHI - ATOMIZZATORI



Palette regolabili

Supporto



Rete metallica di protezione

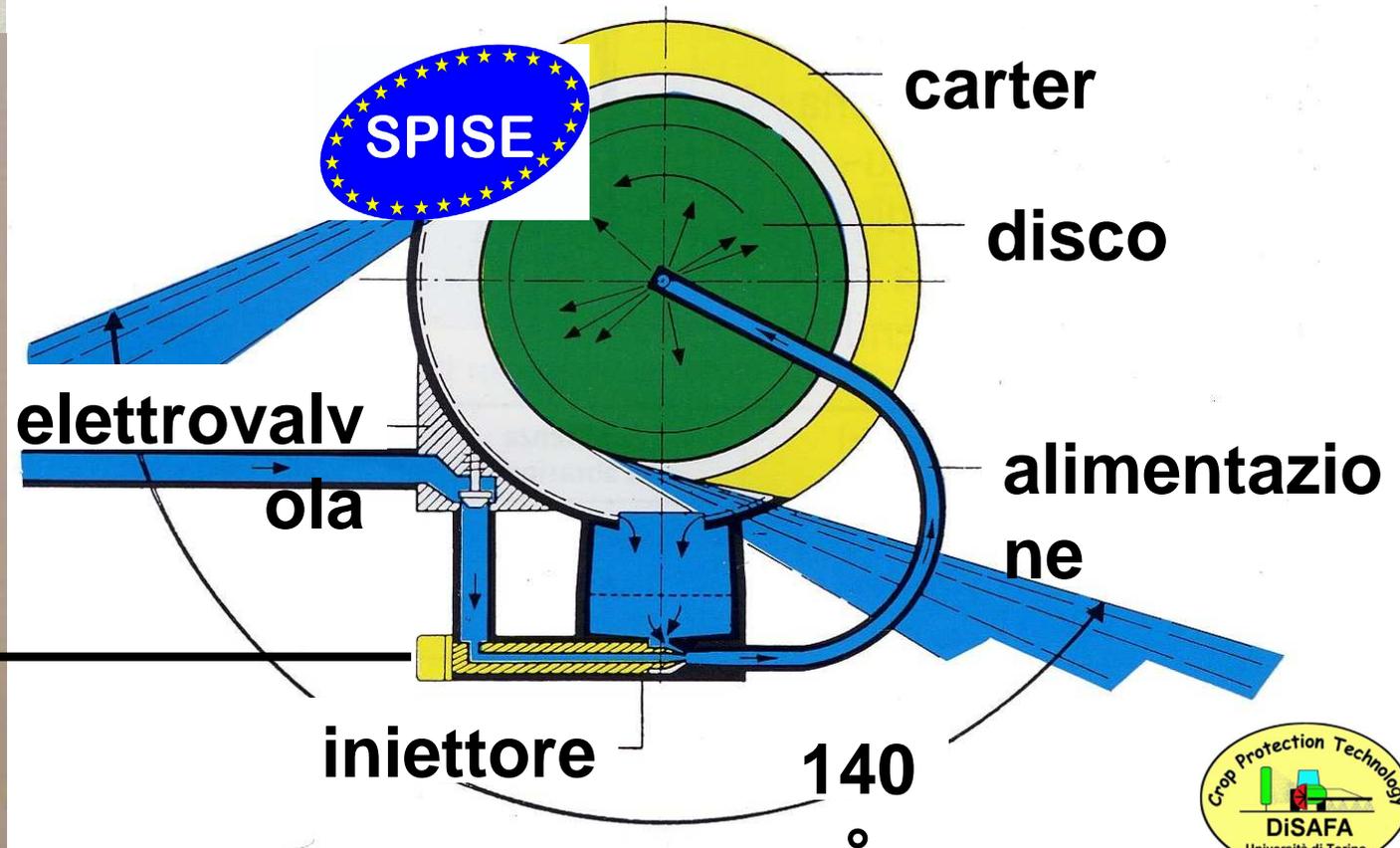
Tubazione miscela



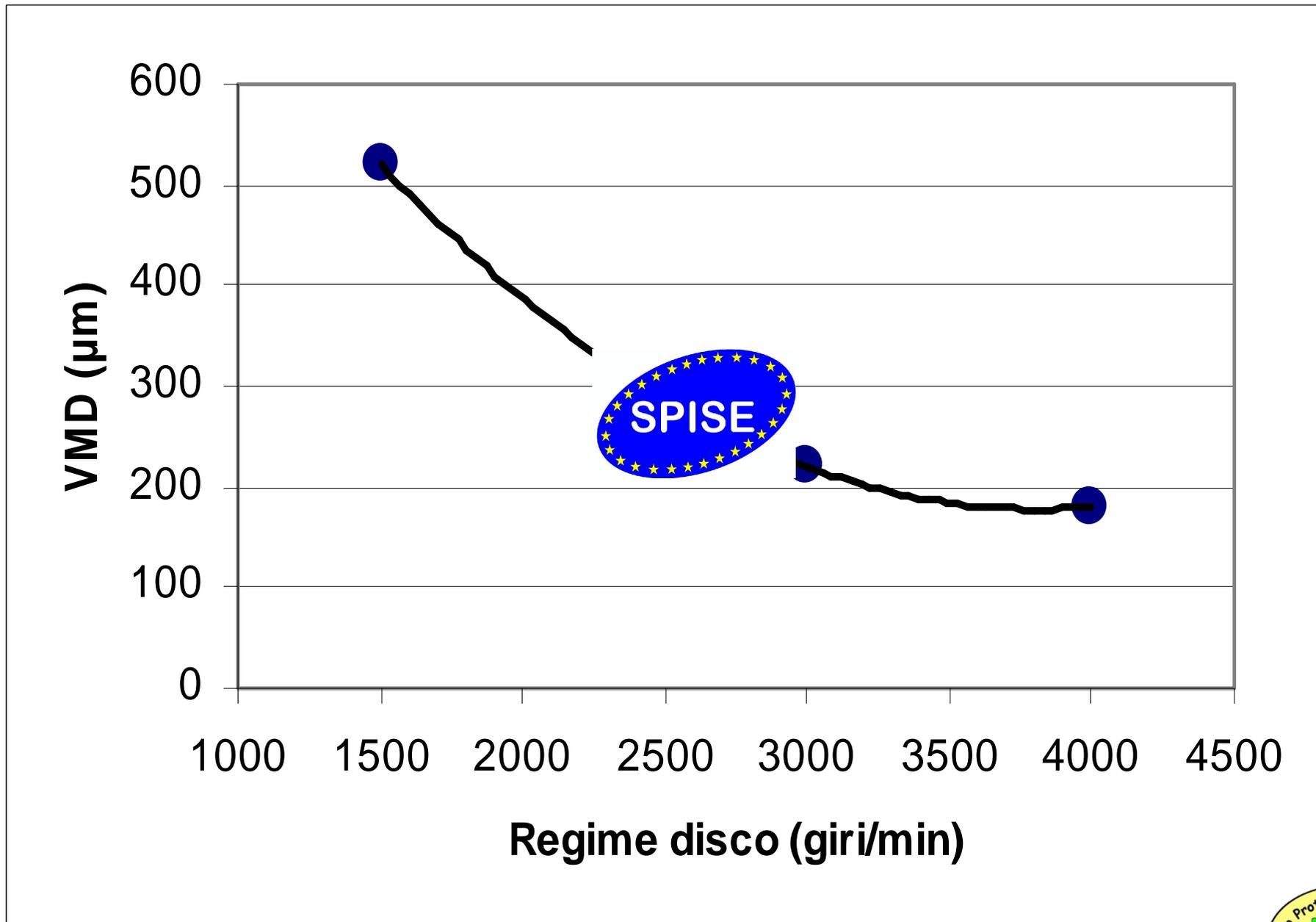
I DIFFUSORI CENTRIFUGHI - BARRE



- Migliore uniformità dimensione gocce
- Possibilità variare dimensione gocce (da 150 a 500 μm) solo variando il numero dei giri del disco
- Possibilità di operare con volumi di distribuzione ridotti (< 100 l/ha)



Ugelli centrifughi – Evoluzione del diametro delle gocce in funzione del regime di rotazione del disco (girojet)



I DIFFUSORI CENTRIFUGHI: I VANTAGGI

- Migliore uniformità dimensione gocce
- Possibilità variare dimensione gocce (da 150 a 500 μm) solo variando il numero dei giri del disco
- Possibilità di operare con volumi di distribuzione ridotti (< 100 l/ha)

