



UNIVERSITÀ
DI TORINO



Impiego dei sistemi fissi per l'applicazione dei prodotti fitosanitari in aree specifiche

Paolo Balsari, Marco Grella, Eric Mozzanini

Università degli Studi di Torino (UNITO) - DiSAFA

* *paolo.balsari@unito.it*



Giornate Fitopatologiche 2024
12 – 15 marzo 2024, San Lazzaro di Saveria (BO)

INTRODUZIONE

Le aree Agricole declivi (inclinazione di oltre il 30%) rappresentano una realtà non trascurabile della nostra **viticoltura** (viticoltura eroica) e **frutticoltura**, e sono presenti e diffuse anche in altri Paesi Europei

In Italia, viticoltura e frutticoltura rappresentano, rispettivamente, circa il **5 ed il 15% della SAU delle zone declivi** **corrispondenti rispettivamente a oltre 400.000 e a circa 1.200.000 ha**

In Germania le superfici vitate con pendenza superiori al 30% ammontano a 14.000 ha (14% della superficie vitata nazionale - *relazione Andreas Herbst GF 2024*)



INTRODUZIONE

Principali problematiche legate all'applicazione dei fitofarmaci negli areali con pendenze superiori al 30%:

- **Sicurezza operatore**
 - *Rischio di ribaltamento trattore /macchina operatrice*
 - *Esposizione operatore alla contaminazione*
- Elevato **fabbisogno di manodopera** (*fino a oltre 500 ore uomo/ha x anno in vigneto contro le 15-50 delle aree di pianura*)
- **Ridotta tempestività dell'intervento**
- Possibile **elevata contaminazione delle aree sensibili e astanti**
- **Costi dei trattamenti** particolarmente **elevati**



Le attuali PRINCIPALI modalità di applicazione dei fitofarmaci in aree declivi



LANCIA A MANO



POMPA A SPALLA
(a leva o mistblower)



**SISTEMI A
CREMAGLIERA**



ELICOTTERI

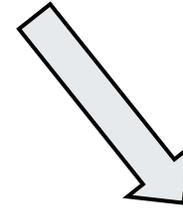
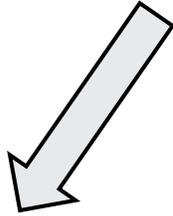


CANNONI

PRINCIPALI LIMITI:

- ***Contaminazione operatore***
- ***Operazione manuale con attrezzature pesanti***
- ***Scarsa uniformità di copertura***
- ***Necessità di personale specializzato e richiesta di deroghe (elicotteri)***
- ***Pericolo di ribaltamento macchina***

LE POSSIBILI NUOVE SOLUZIONI ALTERNATIVE



IMPIEGO DEI DRONI

Uncrewed Aerial Spray Systems (UASS)



IMPIEGO DI MACCHINE A PUNTO FISSO

Fixed Spray Delivery Systems (FSDS)



IMPIEGO DEI DRONI - Uncrewed Aerial Spray Systems (UASS)



Principali problematiche:

AUTORIZZATIVE:

- **Non sono ammessi dalla Direttiva e dall'attuale PAN** se non ed eventualmente per scopi sperimentali in deroga al PAN

OPERATIVE

- **Limitata autonomia e capacità operativa**
Capacità serbatoio: dipende da dimensione drone. Se payload totale >25Kg necessita di **autorizzazione fornita da ENAC (difficile da ottenere)**
- **Limitata durata batterie:** cambio batterie ogni 15-20 minuti
- **Limitata copertura ed uniformità della distribuzione**

IMPIEGO DEI DRONI - Uncrewed Aerial Spray Systems (UASS)

Problematiche Autorizzative:

- **Non sono ammessi dalla Direttiva e dall'attuale PAN** se non ed eventualmente per scopi sperimentali

A.3.10 - Uso dei droni

L'utilizzo di droni (aeromobili a pilotaggio remoto, ossia velivoli radiocomandati da un pilota che rimane a terra) per la distribuzione di prodotti fitosanitari **è vietato ai sensi dell'articolo 13 del d.lgs. n. 150/2012.**

Al fine di promuovere la sperimentazione dell'uso di droni per la distribuzione dei prodotti fitosanitari nell'ambito della difesa sostenibile, con apposito provvedimento del Ministero delle politiche agricole alimentari, forestali e del turismo, di concerto con il Ministero della Salute e con il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio del mare, entro 24 mesi dall'entrata in vigore del Piano, sono stabiliti i requisiti per l'esecuzione di attività di sperimentazione finalizzate all'utilizzo dei droni, anche in considerazione di quanto riportato nella risoluzione del Parlamento UE del 12 febbraio 2019, che riconosce le potenzialità legate all'impiego della tecnologia intelligente e dell'agricoltura di precisione per gestire meglio i prodotti fitosanitari.

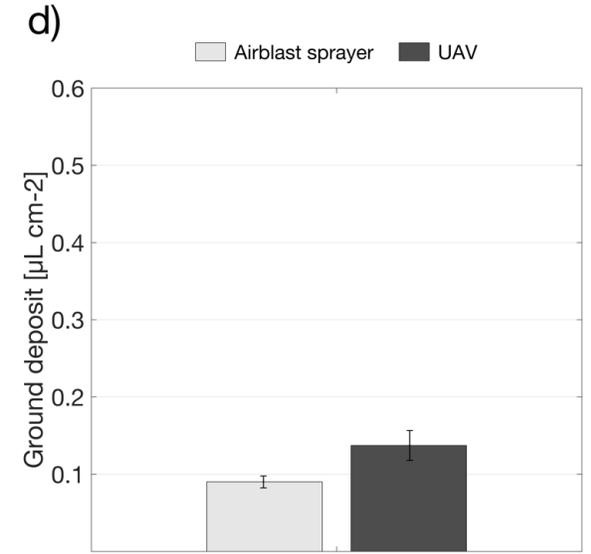
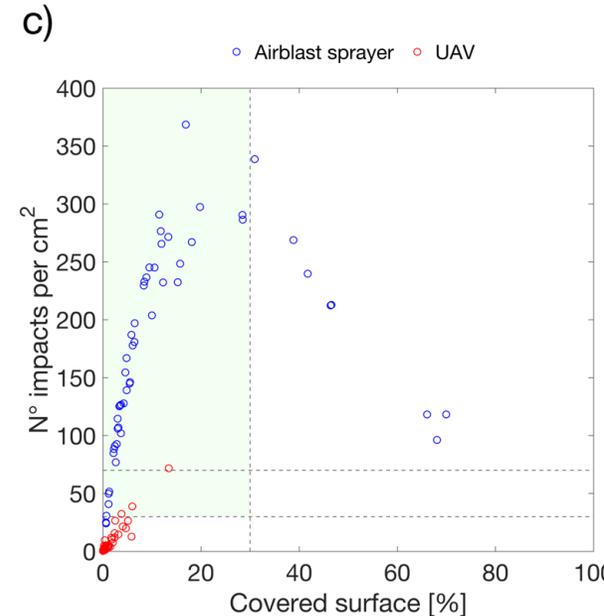
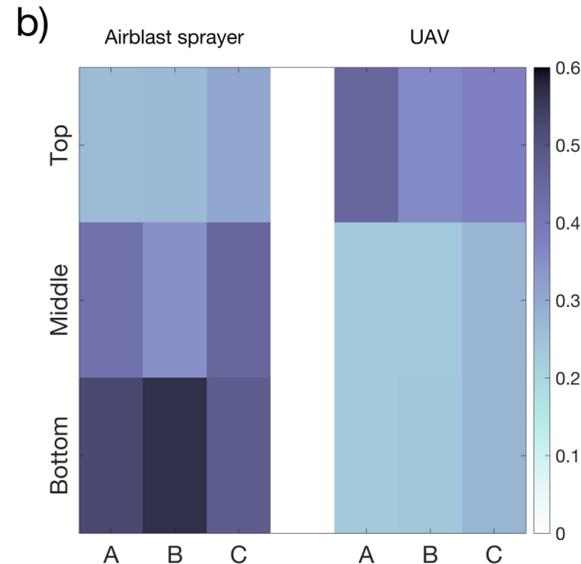
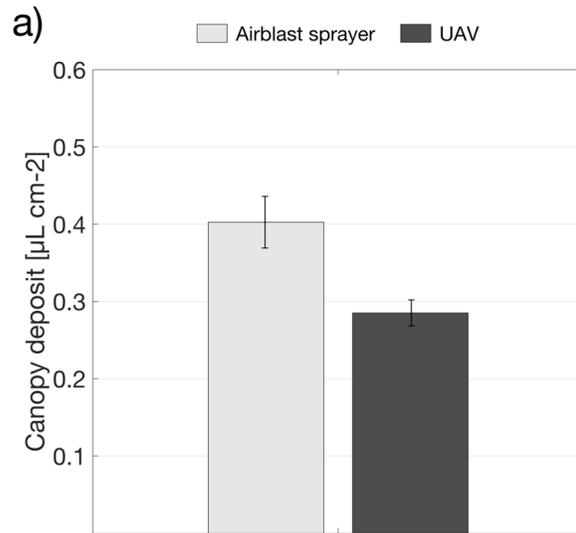
Scarsa uniformità di distribuzione e copertura

Confronto tra UASS ed irroratrice (prove Disafa Unito -2022)

▪ deposito in chioma: a) media b) distribuzione

▪ c) qualità della distribuzione

▪ d) perdite a terra



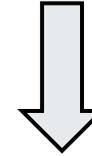
A. Biglia, M. Grella*, et al. (2022). UAV-spray application in vineyards: flight modes and spray system adjustment effects on canopy deposit, coverage, and off-target losses. *Science of the Total Environment* 845, 157292. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157292>

IMPIEGO DI MACCHINE A PUNTO FISSO

Fixed Spray Delivery Systems (FSDS)



NON SONO TRATTAMENTI AEREI



**SONO MACCHINE PER LA DISTRIBUZIONE
DEI FITOFARMACI**



**DEVONO RISPONDERE ALLA DIRETTIVA MACCHINE E
ALLA NORMA ARMONIZZATA ISO 16119 PER ESSERE
MARCHIATI CE E POTERE ESSERE UTILIZZATI PER LA
DISTRIBUZIONE DEI PRODOTTI FITOSANITARI IN
EUROPA OLTRE AD ESSERE PERIODICAMENTE
OGGETTO DI CONTROLLO FUNZIONALE**

LE ATTUALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO PER L'APPLICAZIONE DEI PF

Registrazione prodotto fitosanitario

1107/2009/CE

Riguarda l'immissione sul
mercato dei **prodotti fitosanitari**

**Stabilito da una Commissione
permanente**

Con esperti del:

Ministero della Salute

Ministero dell'Ambiente

Ministero dell'Agricoltura

Istituto "Zooprofilattico" di Roma

Istituto "Sant'Anna" di Pisa

Immissione sul mercato di una nuova macchina

Direttiva machine (2009/127/CE)

Garantisce anche la sostenibilità
ambientale delle macchine
irroratrici nuove di fabbrica

Stabilisce i requisiti essenziali di
protezione ambientale applicabili
nella progettazione e costruzione
delle macchine irroratrici

Norma ISO/EN di riferimento:
serie **16119**

Controllo periodico della macchina

**Direttiva sull'uso sostenibile dei
prodotti fitosanitari (2009/128/CE)
e PAN (D.Lgs. n. 150 del
14/08/2012)**

Richiedono il controllo funzionale
periodico di tutte le macchine
irroratrici in uso

Norma ISO/EN di riferimento:
serie **16122**

PRINCIPALI COMPONENTI DI UNA MACCHINA A PUNTO FISSO

SISTEMA DI POMPAGGIO

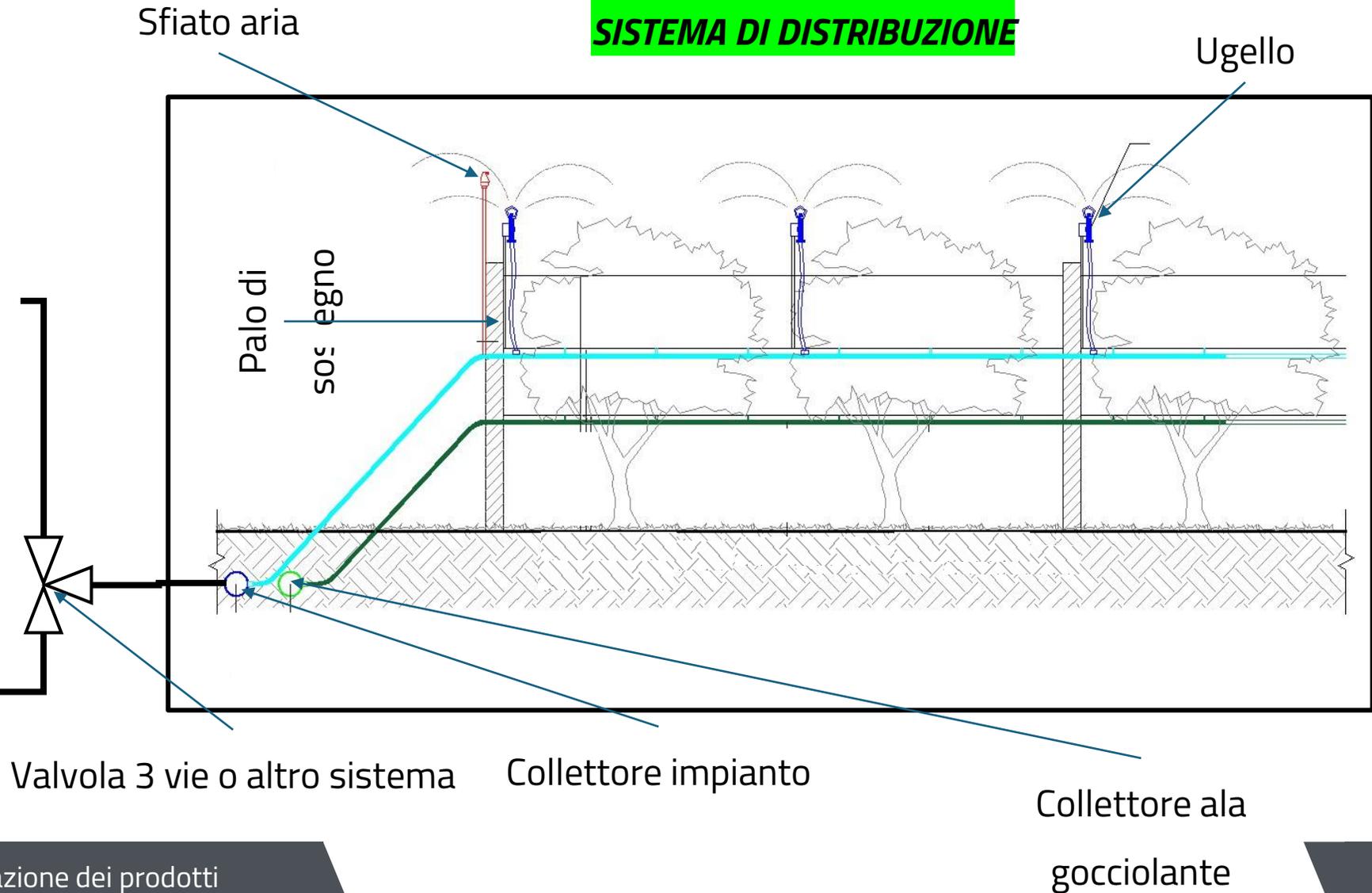
(fisso o mobile)



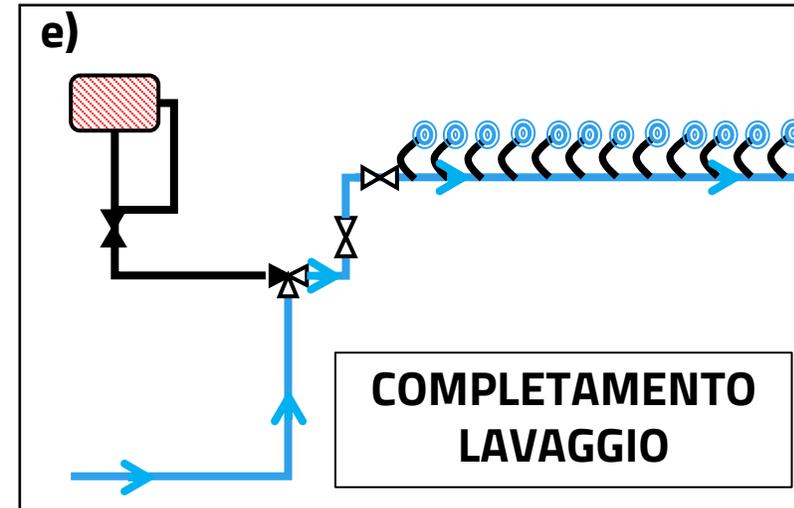
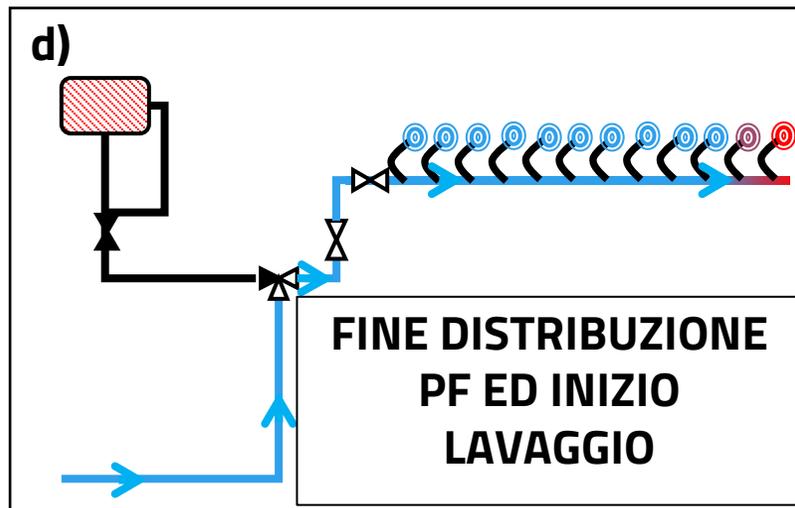
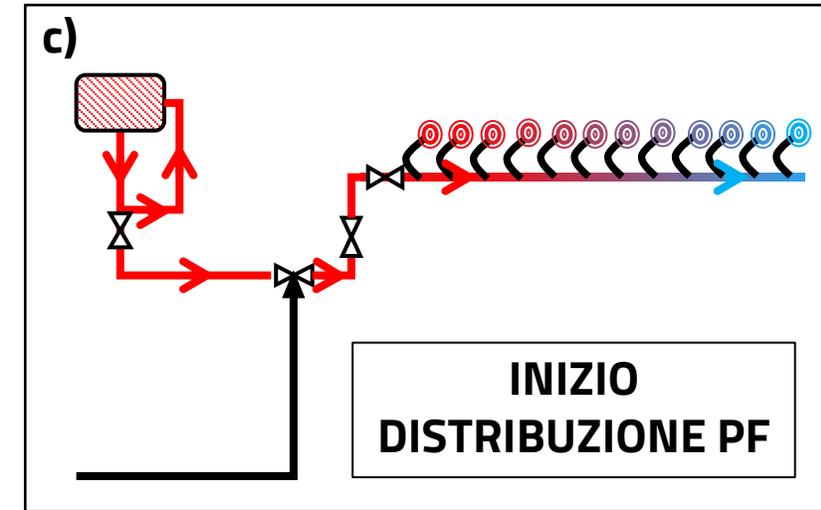
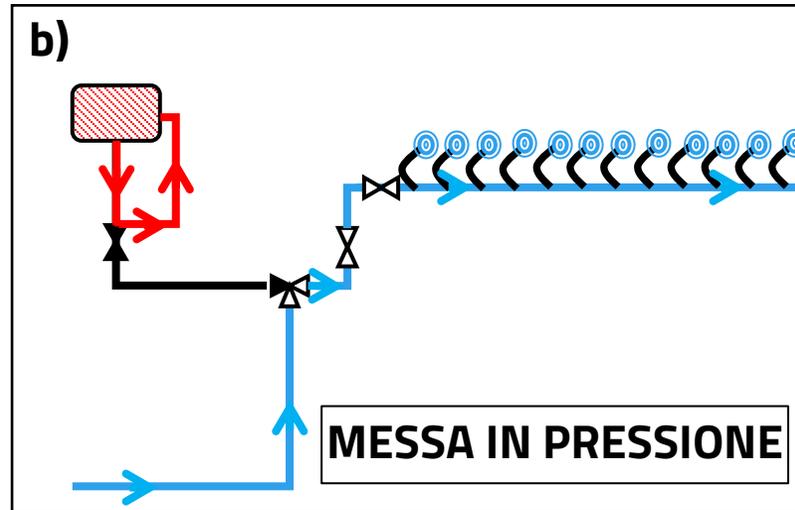
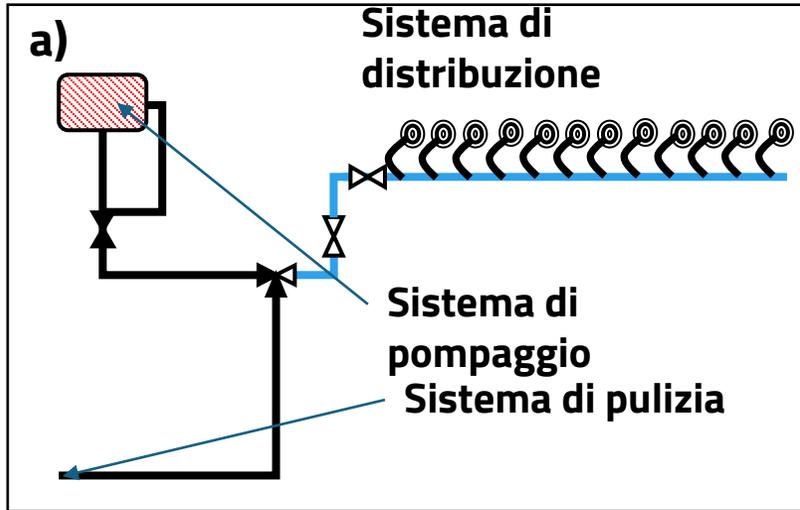
SISTEMA DI PULIZIA

(es: acquedotto, acqua irrigazione,...)

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE



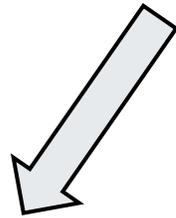
PRINCIPALI FASI OPERATIVE DI UNA MACCHINA A PUNTO FISSO



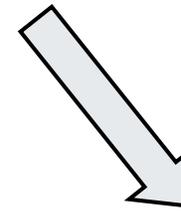
ESEMPIO DI FUNZIONAMENTO DI UNA MACCHINA A PUNTO FISSO



ALCUNE ESPERIENZE CONDOTTE DAL DISAFA – UNITO CON LA MACCHINA A PUNTO FISSO – S.O.P.H.I.A.TM - NETAFIM



A)
**ITER PER ARRIVARE ALLA SUA
CERTIFICAZIONE CE E AL SUO
CONTROLLO FUNZIONALE
PERIODICO**



B)
**SERIE PROVE PER
DEFINIRE IL LAYOUT
OTTIMALE SU VITE**

A) Cosa prevede la marchiatura CE necessaria per l'immissione sul mercato EU di una nuova macchina

Marchiatura CE:

- **L'autocertificazione da parte del costruttore della sicurezza della sua macchina** non solo per gli aspetti legati alla **sicurezza dell'operatore** ma anche per quelli inerenti alla **protezione dell'ambiente**
- Il **fascicolo tecnico** prodotto dal costruttore della macchina irroratrice è **provvisto di certificazione della rispondenza** della macchina **ai requisiti di tutela dell'ambiente** previsti dalle norme vigenti (**ISO 16119**)

Nel 2022 NETAFIM ha completato l'iter per arrivare alla autocertificazione della macchina a punto fisso

S.O.PH.I.A.TM che è ora marchiabile CE



Cosa è stato necessario verificare per arrivare alla marchiatura CE e ottemperare ai requisiti della Norma Armonizzata EN/ ISO 16119: (2013) – parte 1

(alcuni aspetti generali validi per tutte le attrezzature per la distribuzione dei PF)

<u>Ispezione:</u>	Devono essere predisposti dei punti o componenti di innesto per effettuare le periodiche e obbligatorie verifiche funzionali del sistema
<u>Volume di applicazione:</u>	La regolazione del volume di applicazione deve essere semplice e ripetibile
<u>Distribuzione e copertura:</u>	Devono essere uniformi
<u>Riempimento:</u>	Evitate contaminazioni e/o errati riempimenti
<u>Svuotamento e lavaggio:</u>	Deve essere assicurato e non deve causare contaminazioni dell'ambiente
<u>Ugelli e filtri:</u>	Facilmente riconoscibili (tipo e codice colore come da ISO 10625 e ISO 19732 rispettivamente)
<u>Manuale istruzioni:</u>	Deve contenere tutte le informazioni necessarie per un corretto e sicuro impiego dell'attrezzatura sia per l'operatore (ISO 4254-6:2009, 7.1) che per l'ambiente (16119:2013 parte 4)

Cosa è stato necessario verificare per arrivare alla marchiatura CE e ottemperare ai requisiti della Norma Armonizzata EN/ ISO 16119: (2013) – parte 3

(aspetti specifici per le attrezzature per la distribuzione dei PF alle colture 3D)



5.3.3 Deriva

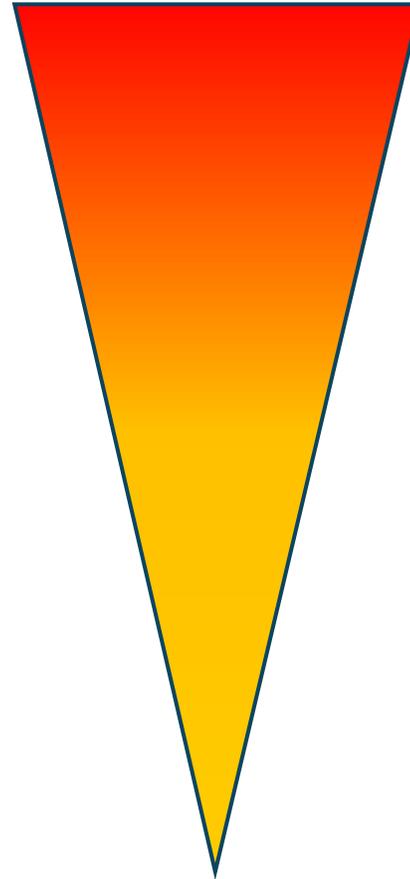
La **macchina deve essere disegnata e realizzata** considerando la necessità di **ridurre per quanto possibile la deriva del prodotto fitosanitario**

DERIVA:

“Il movimento del fitofarmaco nell’atmosfera dall’area trattata verso qualsivoglia sito non bersaglio, nel momento in cui viene operata la distribuzione” (ISO 22866)

FATTORI CHE INFLUENZANO LA DERIVA

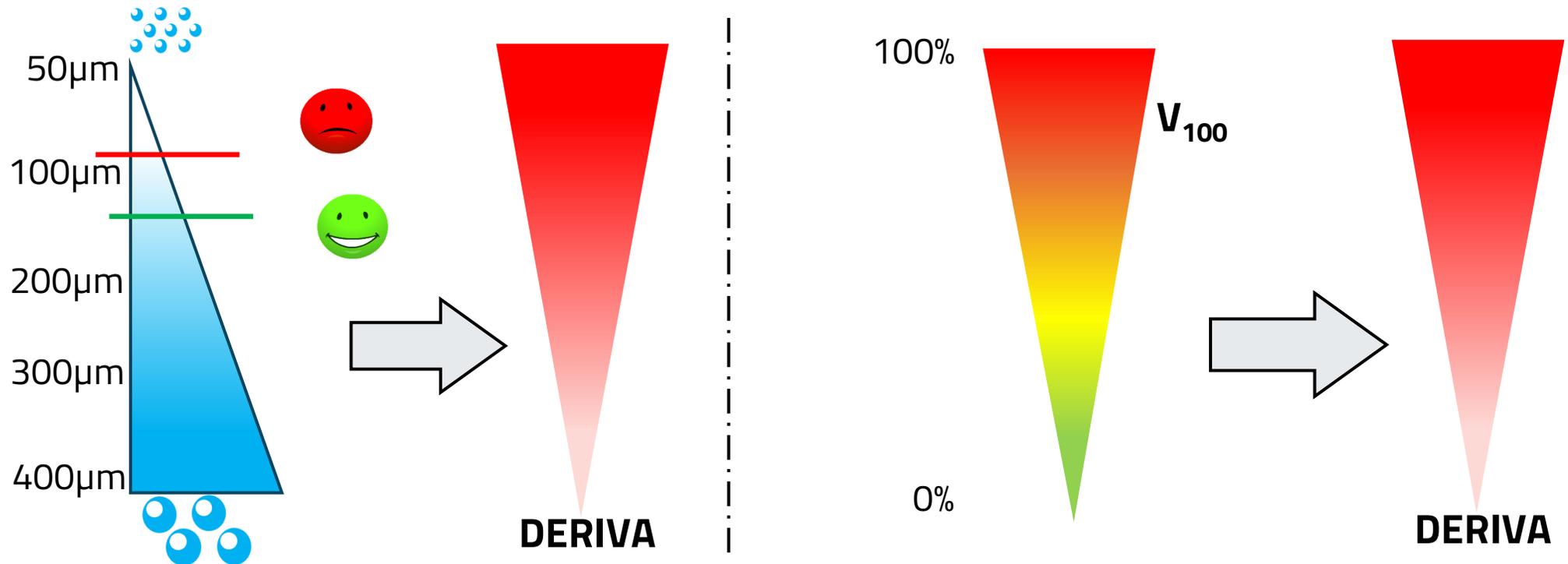
- VELOCITA' DEL VENTO
- **DIMENSIONE DELLE GOCCE**
- TECNICA DI APPLICAZIONE
- REGOLAZIONE IRRORATRICE
- TIPO DI IRRORATRICE
- SVILUPPO DELLE COLTURE TRATTATE
- AREA ADIACENTE
- TEMPERATURA AMBIENTE
- UMIDITÀ RELATIVA



LA DIMENSIONE DELLE GOCCE

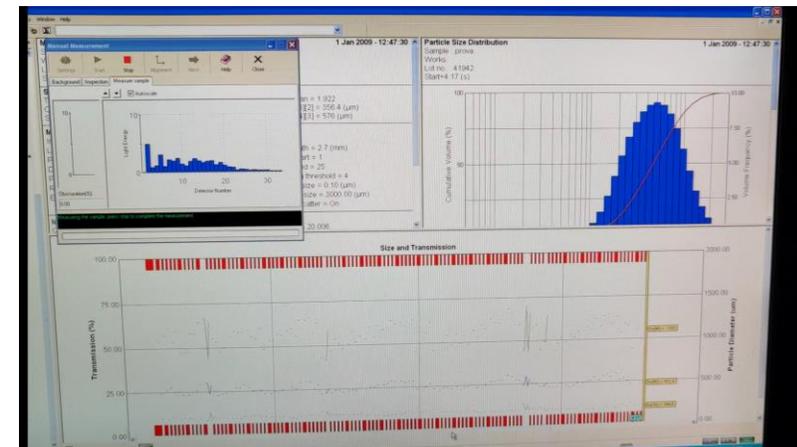
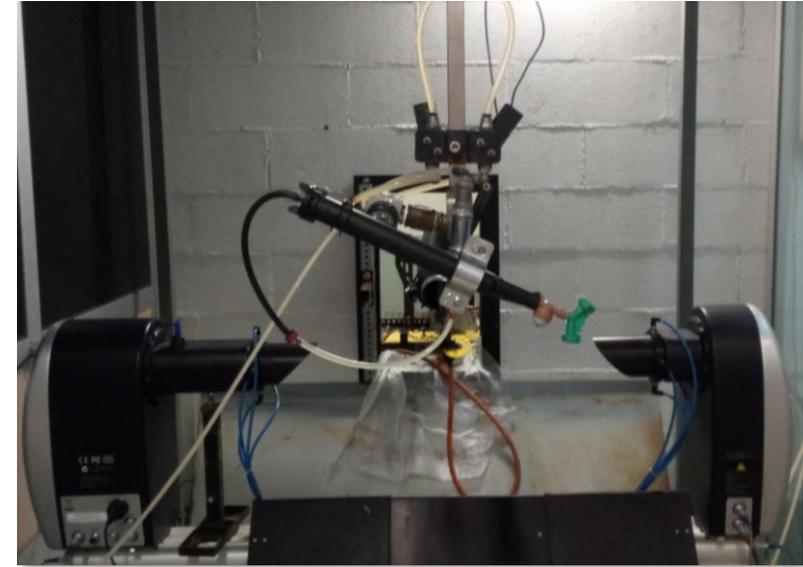
Principali parametri che descrivono lo spettro delle gocce prodotte:

- **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**
- **V₁₀₀**: la percentuale di liquido erogato con **gocce inferiori ai 100 μm** (valore soglia)

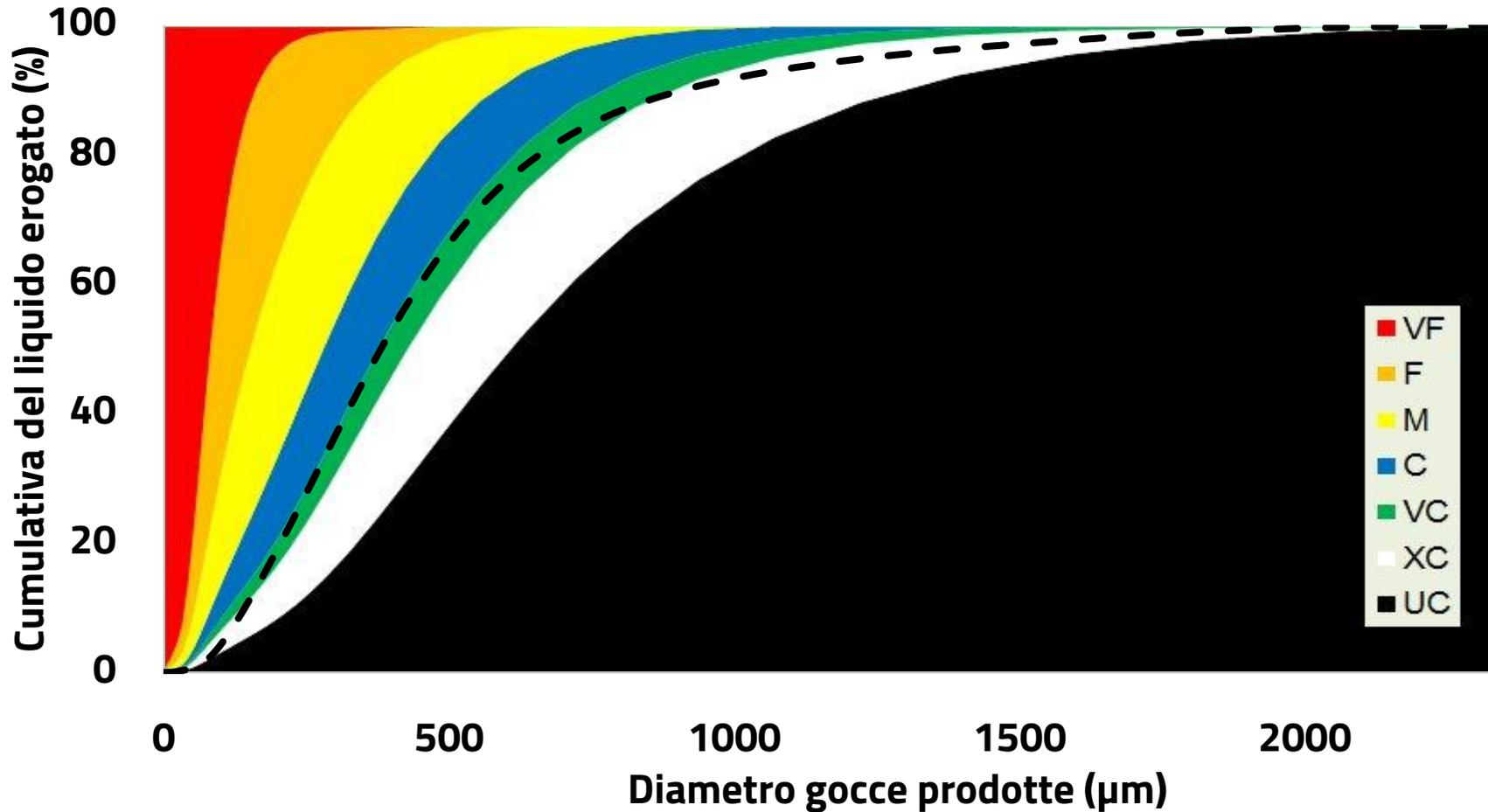


MISURA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE GENERATE DA UGELLI USATI SU SISTEMA SOPHIA

- **Pressione:** 3 bar
- **Liquido:** acqua
- **Ugello:** StripNet
- **Metodologia:**
 - Sistema a diffrazione laser Malvern Spraytec (frequenza di acquisizione 1 kHz)
- **Parametri misurati:**
 - D10, D50 (VMD), D90 e V_{100}



RISULTATI: MISURA DELLA DIMENSIONE DELLE GOCCE



D10 = 193,8 µm

D50 = 453,1 µm

D90 = 879,8 µm

V₁₀₀ = 4,6 %

Lo **spettro delle gocce** prodotte è **simile a quello di ugelli ad iniezione d'aria** e quindi l'ugello StripNet **può essere classificato** come **tecnologia** che permette di **ridurre** il fenomeno della **deriva**

CONTENUTI DEL DOCUMENTO PAN attuativo del D.Lgs 150

Misure per la tutela dell'ambiente acquatico

Le misure di mitigazione della deriva finalizzate a ridurre la sua formazione o ad impedirne gli effetti **sono**:

Intercettazione: minimizzare l'entità del deposito di gocce su superfici non bersaglio (Esempio: **fasce di rispetto, barriere di vegetazione, ecc.**);

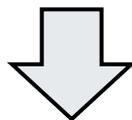
Produzione delle gocce: migliorare le caratteristiche del getto irrorato (Esempio: attraverso **ugelli a iniezione d'aria o basse pressioni**); la macchina a punto fisso **LAVORA a 3 BAR**

Trasporto delle gocce: controllare le caratteristiche degli elementi climatici nell'atmosfera presente fra punto di irrorazione e bersaglio (temperatura, umidità relativa dell'aria, presenza di vento, turbolenze, inversione termica) e la **corretta regolazione del volume d'aria distribuito**. La macchina a punto fisso **NON USA ARIA E PUÒ ESSERE ATTIVATA QUANDO LE CONDIZIONI AMBIENTALI SONO LE PIU'FAVOREVOLI**

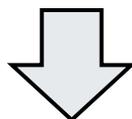
Cosa prevedono la Direttiva sull'uso sostenibile di prodotti fitosanitari e il PAN (D.Lgs. n. 150 del 14/08/2012)

Art. 8 della Direttiva:

Gli stati membri assicurano che le **attrezzature per l'applicazione** dei prodotti fitosanitari impiegate per uso professionale siano **sottoposte a ispezioni periodiche** (ogni 3 anni)



Nel caso della macchina a punto fisso. come di altre macchine per l'applicazione dei PF poco diffuse (*fogger, impolveratrici, microgranulatori, macchine per disinfezione terreno, ecc.*) **non esistono Norme armonizzate di riferimento su come fare i controlli e i relativi limiti di accettabilità** e si può, solo in parte fare riferimento alla EN/ISO 16122



NECESSITÀ DI DEFINIRE UN PROTOCOLLO DI PROVA AD HOC

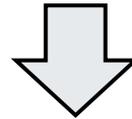
Rispetto della Direttiva sull'uso sostenibile di prodotti fitosanitari (D.Lgs. n. 150 del 14/08/2012)

Stesura BOZZA protocollo di prova per la verifica funzionale periodica della macchina a punto fisso

S.O.P.H.I.A.TM

in collaborazione con il DiSAFA – UNITO gruppo CPT

COSA PREVEDE



- Controlli in campo per la parte delle tubazioni idrauliche
- Controllo presso i Centri Prova autorizzati, nel caso di alimentazione del sistema con macchina irroratrice, per i soli componenti della macchina irroratrice che alimentano l'impianto

Controllo funzionale di S.O.P.H.I.A.TM SISTEMA DI ALIMENTAZIONE/POMPAGGIO

FISSO

(Richiede un suo controllo in campo)

Iniezione della miscela con sistema dotato di pompa di alimentazione autonoma (es. Dosatron)



MOBILE

(il controllo può essere effettuato presso i Centri Prova Autorizzati)

Iniezione della miscela con irroratrice



Controllo funzionale di S.O.P.H.I.A.™

SISTEMI DI MISURA, CONTROLLO E REGOLAZIONE DEL SISTEMA: MANOMETRI

Requisiti

La **stazione di pompaggio** ed i **sistemi di distribuzione e pulizia** devono essere provvisti di manometro

- La stazione di pompaggio di un manometro con diametro non inferiore a **63 mm**
- Il sistema di lavaggio di un manometro con diametro non inferiore a **40 mm**
- Sul sistema di distribuzione devono essere presenti almeno **due manometri**, uno in testata ed uno in coda al sistema, del diametro di almeno **40 mm**
- **Precisione del manometro = ± 0.2 bar per pressioni di lavoro ≤ 2 bar e ± 10.0 % per pressioni ≥ 2 bar**

Modalità secondo cui effettuare il controllo

- I manometri possono essere testati **o direttamente sulle componenti su cui sono installati, oppure su apposito banco prova**, comparando i valori letti con il manometro di riferimento calibrato e certificato usato dal personale accreditato;
- Le **misure** devono essere **condotte sia aumentando che diminuendo la pressione** per un minimo di quattro punti di lettura equidistanti all'interno del range di pressione di lavoro del sistema.



Banco prova Manometri

Controllo funzionale di S.O.P.H.I.A.™ SISTEMA DI DISTRIBUZIONE: UGELLI



Requisiti

- Dopo 5 s dallo spegnimento del sistema di distribuzione **non devono verificarsi gocciolamenti** da parte dagli ugelli
- **provvisti di** un dispositivo **anti-gocciolamento**
- **forma del getto erogato** deve essere **consona alla superficie da trattare**
- **Disposizione in campo** deve essere **uniforme**

Modalità secondo cui effettuare il controllo (CONTROLLO VISIVO)

- Gli ugelli devono essere montati sul sistema di distribuzione;
- Assicurarsi che i **getti erogati dagli ugelli siano formati correttamente**;
- Verificare che tutti gli ugelli siano **dotati di antigoccia** e che **5 s dallo spegnimento del sistema di distribuzione non ci siano gocciolamenti da parte dagli ugelli**

Uniformità della portata lungo il filare, che è garantita dall'uso degli ugelli con Sistema Pulsar, è **oggetto di controllo funzionale** (controllo strumentale con modalità ancora da definire)

ULTERIORI STEP NECESSARI

Si tratta di una prima bozza di protocollo di controllo funzionale che **dovrà essere ulteriormente implementata e discussa con i Tecnici preposti ai controlli funzionali periodici delle macchine irroratrici e poi verificata sul campo eseguendo alcuni controlli su impianti S.O.P.H.I.A.TM esistenti**

Considerando, sia la necessità di dovere eseguire il controllo direttamente in azienda e non presso il Centro Prova Regionale o Provinciale, sia le dimensioni dell'impianto e il numero di componenti da verificare il **costo del controllo funzionale** risulterà sicuramente **maggiore rispetto a quello delle macchine tradizionali**



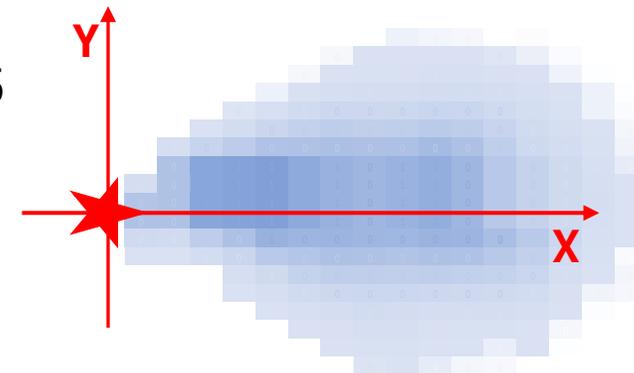
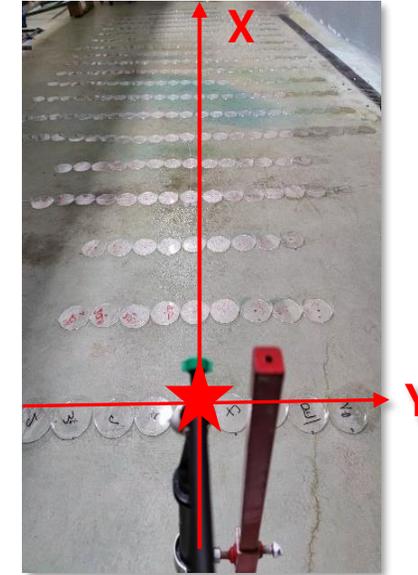
**B) SERIE PROVE PER DEFINIRE LAYOUT OTTIMALE
S.O.PH.I.A.TM SU VITE**

B1. Determinazione dell'impronta dell'ugello StripNet

*B2. Prove di deposito in chioma e perdite a terra con
differenti layout*

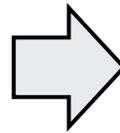
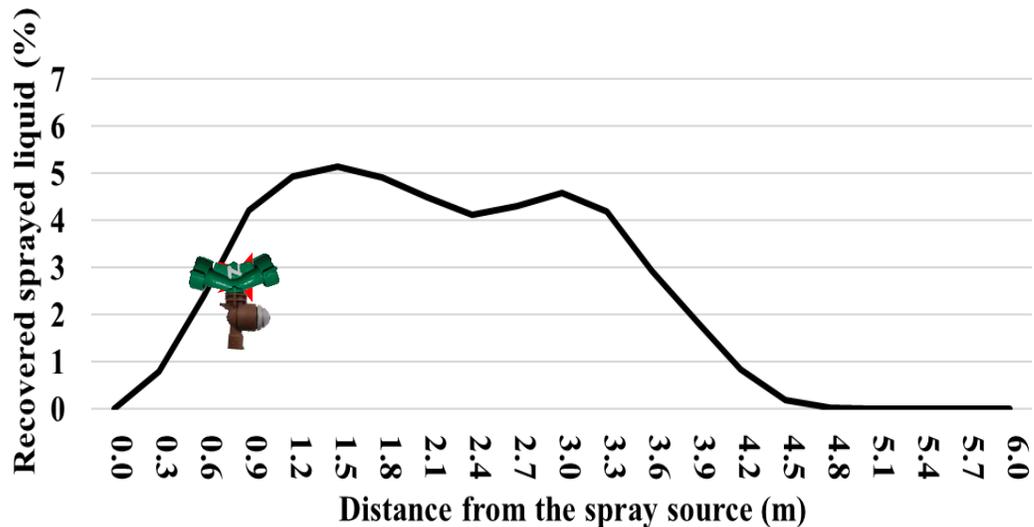
B1. DETERMINAZIONE DELL'IMPRONTA DELL'UGELLO STRIPNET

- **Posizionamento rispetto al punto di erogazione:**
 - 0,5 m di altezza e perpendicolare al terreno
- **Pressione:** 3 bar
- **Ugello:** StripNet
- **Liquido di prova:** acqua
- **Metodologia:**
 - Raccolta del liquido di prova su 1092 piastre Petri (6 x 2,5 m)

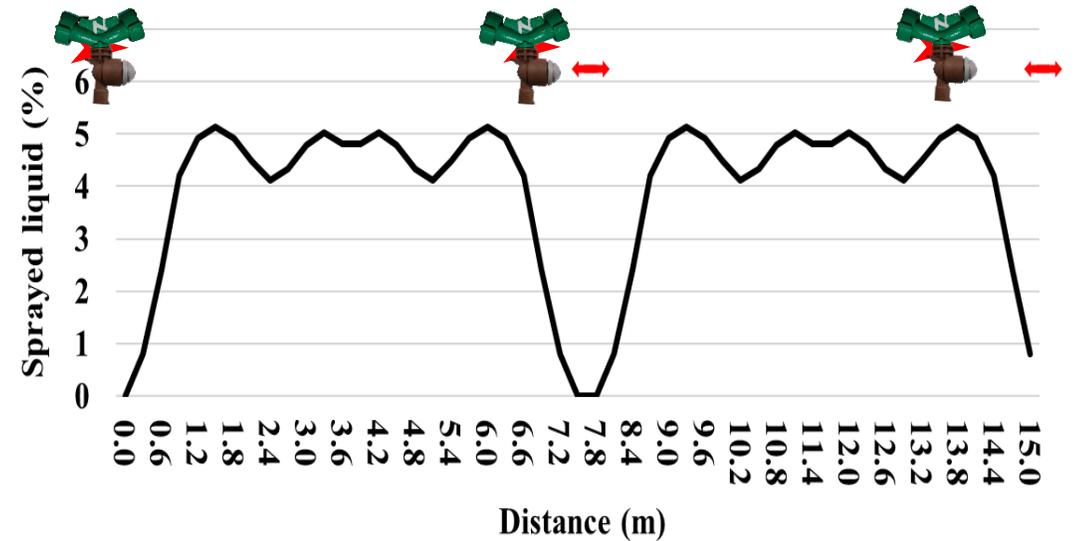


B1. RISULTATI: dall'IMPRONTA DELL'UGELLO STRIPNET E' STATA DETERMINATA LA DISTANZA OTTIMALE DEGLI UGELLI

Profilo dell' ugello STRIPNET



La migliore uniformità si ottiene distanziando gli ugelli di 4,8 m



B2. Prove di deposito in chioma e perdite a terra con differenti layout

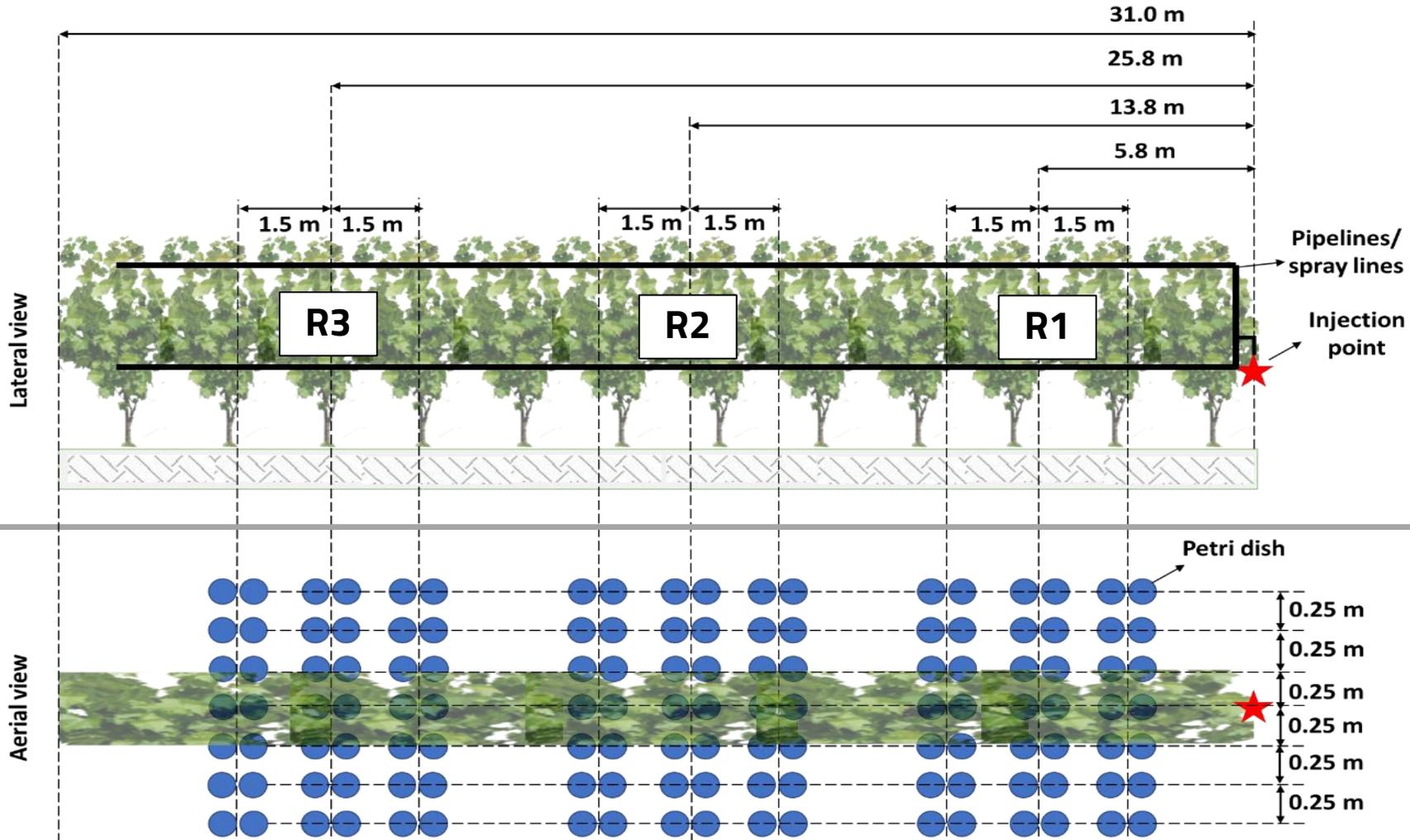
LAYOUT OGGETTO DELLE PROVE

- **4 parcelle sperimentali** (1 layout per parcella)
- **Lunghezza parcella:** 31 m
- Varietà di vite «**Barbera**» (allevamento: Guyot) valutazioni svolte a pieno sviluppo vegetativo

Layout	L1	L2	L3	L4
				
Linea alta	StipNet + VibroNet	VibroNet	StripNet + Mistnet	Mistnet
Linea mediana	VibroNet	VibroNet	Mistnet	Mistnet
Portata totale (L/min)	19,8	31,2	19,8	31,2
Numero ugelli/ha	12.774	20.128	12.774	20.128

B2. Prove di deposito in chioma e perdite a terra con differenti layout

METODOLOGIA IMPIEGATA



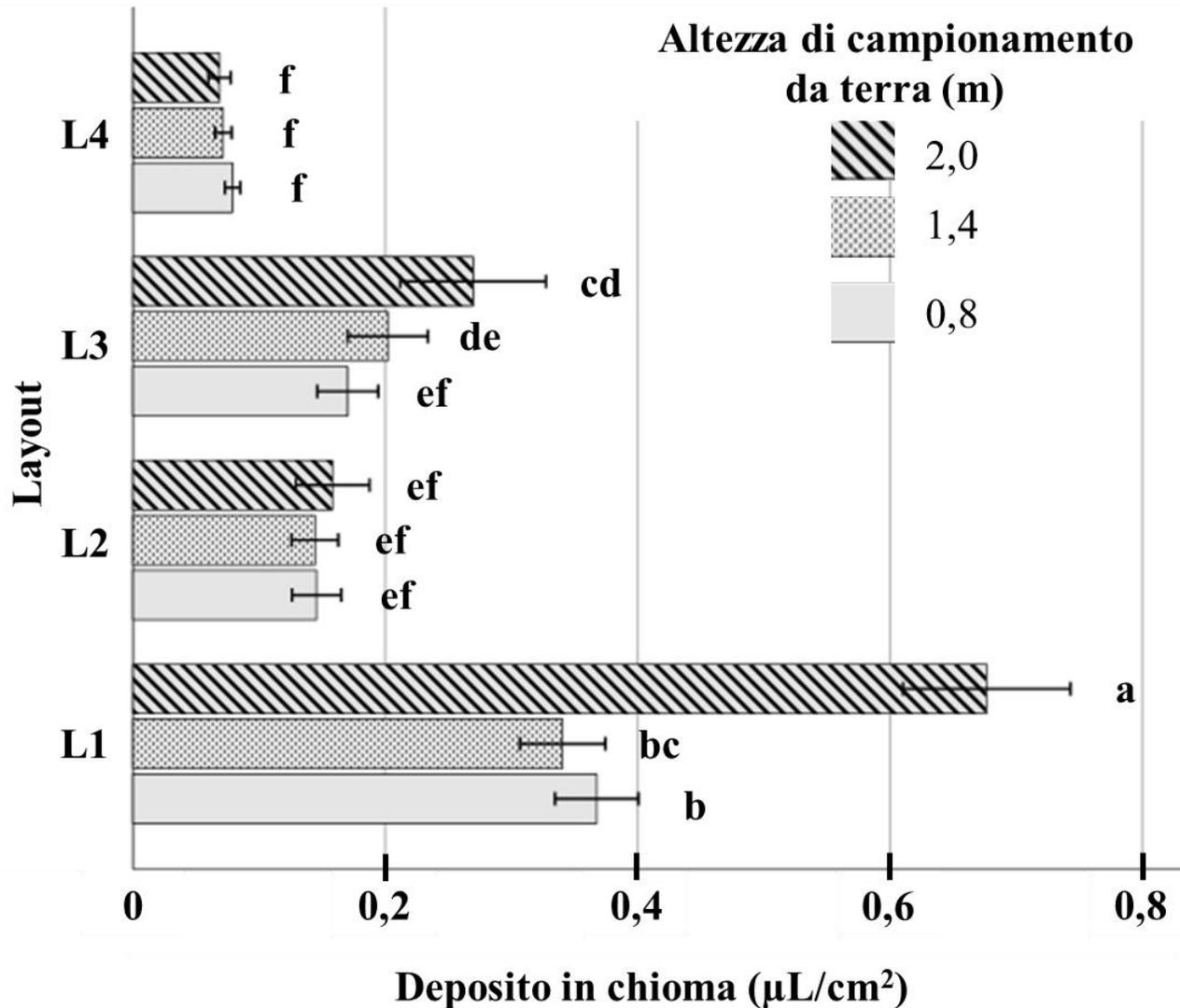
Liquido di prova:

acqua + E102 Tartrazine (10 g/L)

Volume di applicazione: 1.333 L/ha

B2. Prove di deposito in chioma e perdite a terra con differenti layout

RISULTATI: MISURA DEI DEPOSITI IN CHIOMA



Generalmente maggiori depositi nella parte alta della chioma (2 m da terra)

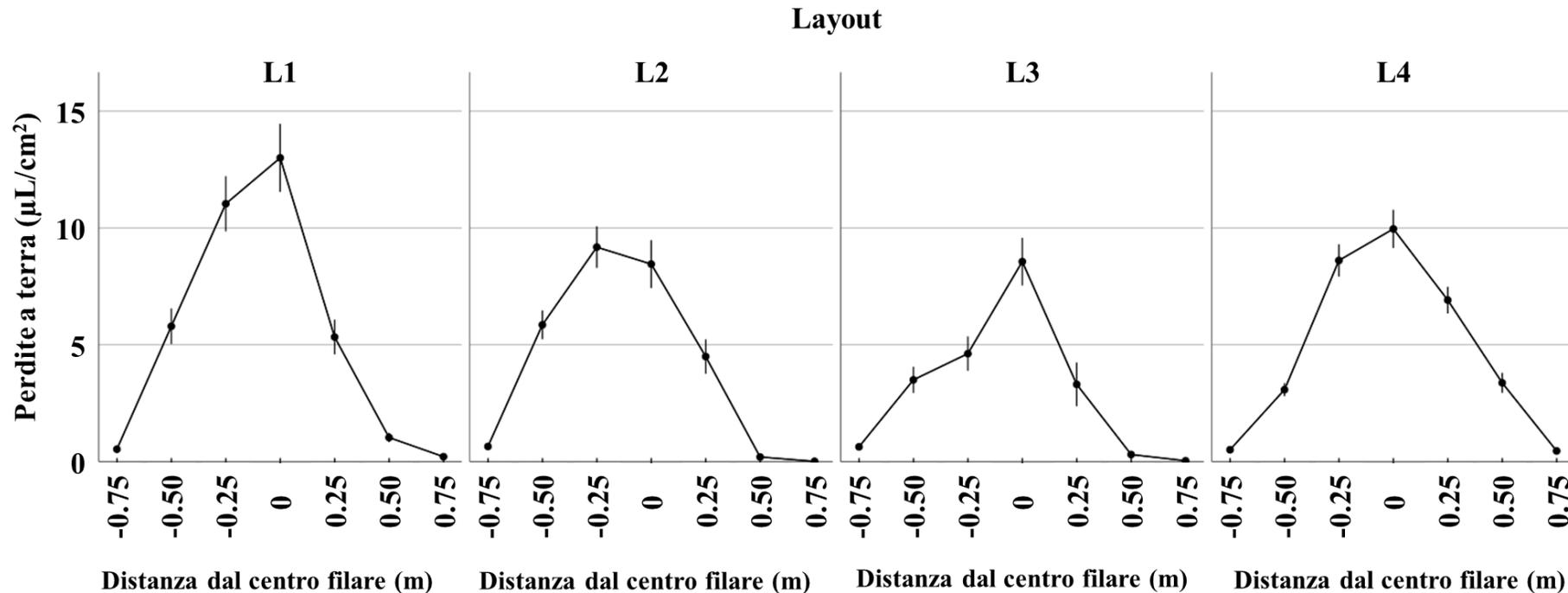
Il Layout L1 è quello che ha fornito i depositi più elevati

B2. Prove di deposito in chioma e perdite a terra con differenti layout

RISULTATI: MISURA DELLE PERDITE A TERRA

Andamento opposto rispetto ai convenzionali atomizzatori:

Perdite a terra maggiori sulla fila, mano a mano che ci si allontana dal centro filare, le perdite a terra diminuiscono



B2. Prove di deposito in chioma e perdite a terra con differenti layout **CONCLUSIONI SU PROVE LAYOUT S.O.PH.I.A.TM**

- **L'ugello StripNet abbinato a Vibronet e con il layout 1 (circa 13000 ugelli/ha) è risultata la soluzione migliore per l'impiego della macchina S.O.PH.I.A.TM sulla vite**
- **Ulteriori studi sulla macchina S.O.PH.I.A.TM impiegata in vigneto sono in corso su:**
 - **ottimizzazione** dell'applicazione di PF con l'impiego di un **nuovo tipo di ugello**
 - **Confronto dell'efficacia del trattamento ,dei depositi, delle perdite a terra e per deriva con i convenzionali atomizzatori e tecniche di applicazione in collaborazione con FEM di S.Michele Adige**

CONCLUSIONI GENERALI

Il sistema a punto fisso, essendo a tutti gli effetti una vera e propria macchina per la distribuzione di prodotti fitosanitari, se marchiata CE, come nel caso di S.O.PH.I.A.TM, rispetta i requisiti della Direttiva macchina e della Direttiva SUD e può essere impiegata per la distribuzione dei prodotti fitosanitari

CONCLUSIONI (continua)

L'impiego della macchina fissa per la distribuzione dei fitofarmaci consente:

- **Maggiore Sicurezza operatore** (*No rischio di ribaltamento trattatrice e ridotta o nulla esposizione operatore*) e **minori danni ambientali (perdite a terra e per deriva)**
- **Nessun compattamento del suolo** (*tutela fertilità del suolo*)
- **Elevata tempestività dell'intervento** (*il trattamento di 1 ha richiede meno di 20 min e in futuro potrà essere automatizzata e gestita da smartphone*) e **possibilità di effettuare il trattamento anche subito dopo precipitazioni**
- **Risparmio energetico e minore emissione di CO2** (*L'impiego del trattore è limitato alla sola fase di alimentazione della macchina che in futuro potrà essere automatizzata*)
- **Garantisce l'applicazione della dose desiderata e una buona uniformità di distribuzione oltre a facilitare la distribuzione di PF nei vigneti e fruttiferi di collina e montagna (viticoltura eroica, aree declivi)**
- **Può essere usata anche come sistema per contrastare gli stress abiotici** (*gelate, siccità, mitigazione alte temperature estive*)



SU MELO GIA' REALIZZATI IN TRENTINO CIRCA 100 HA OPERANTI CON MACCHINE FISSE « S.O.PH.I.A.TM » E PIU'CHE ALTRETTANTI SONO IN FASE DI REALIZZAZIONE

PER L'APPLICAZIONE DI S.O.PH.I.A.TM SU VITE : WORK IN PROGRESS soprattutto in termini di verifica dell'efficacia biologica



UNIVERSITÀ
DI TORINO



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

*Si ringraziano I Dottori **Ballerini** e **Puggioni** di NETAFIM per il supporto economico e organizzativo nello svolgimento delle prove e il dottor **Bondesan** di FEM per il contributo scientifico*

DOMANDE ??

CONTATTI

Paolo Balsari

Università degli Studi di Torino (UNITO) - DiSAFA

* paolo.balsari@unito.it 3386286314



Giornate Fitopatologiche 2024
12 – 15 marzo 2024, San Lazzaro di Saveria (BO)