

OTTIMIZZAZIONE DELL'IMPIEGO DEGLI UGELLI A LUNGA GITTATA ATTRAVERSO LA VALUTAZIONE DEI PROFILI DI DISTRIBUZIONE

P. MARUCCO, M. TAMAGNONE

DiSAFA – Università di Torino – Largo Braccini, 2 - 10095 Grugliasco (TO)

paolo.marucco@unito.it

RIASSUNTO

Il presente lavoro ha avuto come obiettivo lo studio e la caratterizzazione dei profili di distribuzione di alcune tipologie di ugelli a lunga gittata. Con i dati rilevati è possibile eseguire delle simulazioni di differenti condizioni operative, al fine di individuare le migliori soluzioni operative per ottenere una buona qualità della distribuzione. Per ogni ugello esaminato sono stati determinati il profilo di distribuzione e l'angolo di apertura del getto prodotto in funzione delle condizioni operative: pressione, inclinazione rispetto all'orizzontale ed altezza di lavoro. Le relazioni tra i vari parametri operativi sono state analizzate per poter determinare quali risultino ottimali ai fini della distribuzione. Le situazioni operative ipotizzate sono: impiego di ugelli combinati per migliorarne il profilo; estensione di una barra ad ugelli; gestione della larghezza di lavoro variando la pressione; gestione della distanza tra le passate in campo per avere una buona omogeneità di distribuzione. I parametri operativi fondamentali che in base ai risultati dei test, vanno ad influire sulle performance di questi ugelli sono sostanzialmente la pressione di utilizzo e l'inclinazione rispetto all'orizzontale degli stessi. La variazione dell'altezza degli ugelli dal piano di lavoro ha dimostrato di non causare variazioni sensibili della gittata.

Parole chiave ugelli a lunga gittata, distribuzione senza barra

SUMMARY

OPTIMIZATION OF THE USE OF BOOMLESS NOZZLES THROUGH THE EVALUATION OF THE DISTRIBUTION PROFILES

The aim of this work is the study and the characterization of the distribution profiles of some types of boomless nozzles. With the data collected it is possible to perform simulations of different operating conditions, in order to identify the best solutions for a good quality distribution. For each nozzle examined, the distribution profile and the opening angle of the jet were determined according to the operating conditions: pressure, inclination with respect to the horizontal and working height. The relationships between the various operating parameters were analysed in order to determine which conditions are the best for distribution purposes. The hypothetical operating situations are: use of combined nozzles to improve the profile; extension of a nozzle bar; management of the working width by varying the pressure; management of the distance between the passes in the field to have homogeneous distribution. According to the results of the test, the main operating parameters affecting the performance of the nozzles are pressure and inclination with respect to the horizontal plane. The variation in the working height of the nozzles didn't seem to cause important variations in the spray distance.

Keywords boomless nozzles, boomless spraying

INTRODUZIONE

Gli ugelli a lunga gittata sono ugelli a polverizzazione per pressione appositamente progettati per effettuare trattamenti in situazioni in cui non è possibile utilizzare una barra irroratrice standard. Rientrano in tali situazioni, ad esempio, la presenza di ostacoli sull'area oggetto del trattamento (coltivazioni arboree con sesto irregolare o presenza di strutture di sostegno), la

necessità di distribuzione su superfici con inclinazione variabile o la necessità di utilizzare veicoli di piccole dimensioni non in grado di supportare la barra, come quelli ad esempio impiegati nei trattamenti alle coltivazioni orticole protette.

Un altro possibile impiego è alle estremità delle barre standard per incrementare la larghezza di lavoro delle stesse senza modificare la struttura e la massa della barra. Tale soluzione trova impiego soprattutto in risaia dove, operando in terreni sommersi, la massa dell'irroratrice risulta un fattore molto importante.

Questi tipi di ugelli sono caratterizzati da un foro calibrato di regolazione della portata e da un foro di uscita del liquido di forma schiacciata e producono un getto assimilabile a quello degli ugelli a getto eccentrico.

L'entità della loro gittata è funzione della pressione di alimentazione, della loro inclinazione e dell'altezza di lavoro. Tuttavia, i produttori di questi ugelli non forniscono dati esaustivi su come questi parametri operativi influiscano sulle caratteristiche della distribuzione. Per comprendere meglio il fenomeno e l'importanza della scelta dei parametri operativi di questi ugelli è stata effettuata una specifica sperimentazione.

MATERIALI E METODI

Nelle prove sono state esaminate le serie di ugelli TeeJet XP e ASJ BX. Entrambe le serie non seguono la norma ISO 10625 che definisce la colorazione del corpo degli ugelli in quanto le portate erogate superano il valore massimo (6 L/min) previsto dalla norma. Il codice numerico identificativo, invece, segue le indicazioni della norma. Le portate nominali variano fra 4,5 e 35,8 L/min alla pressione di 400 kPa.

La serie TeeJet XP è caratterizzata da una progettazione con geometria ad orifizio singolo, che produce un getto ampio mantenendo una distribuzione pressoché uniforme sull'intera larghezza coperta dallo stesso (TeeJet, 2015). Essi vengono montati parallelamente al senso di avanzamento, in quanto il getto prodotto è perpendicolare al corpo ugello e, pertanto, vengono prodotte versioni destre e sinistre. La pressione di esercizio consigliata dal produttore è compresa fra 150 e 400 kPa. In funzione della portata nominale variano le dimensioni del corpo dell'ugello e la filettatura dell'attacco. Questi ugelli sono disponibili sia nella versione in polimero plastico (acetale), sia in versione in acciaio inox, per massimizzarne la resistenza alla corrosione e agli agenti chimici impiegati (figura 1).

La serie ASJ BX è costruita con una plastica denominata "Delrin®", a base di poliossimetilene, per tutte le misure di ugello disponibili ed è inoltre equipaggiata con un inserto in ceramica nei modelli BX010, BX020, BX025 e BX045 per conferire migliori caratteristiche di durata a questi ultimi (ASJ, 2015). Questi ugelli devono essere installati perpendicolarmente al senso di avanzamento della macchina, in quanto sono progettati per irrorare il liquido in maniera parallela al corpo ugello. La pressione di esercizio consigliata dal produttore è compresa fra 200 e 600 kPa. Indipendentemente dalla portata hanno tutti la stessa dimensione, compatibile con i portaugelli standard (figura 2).

Figura 1. Ugelli TeeJet XP



Figura 2. Ugelli ASJ BX



Nel corso della sperimentazione sono stati rilevati il profilo di distribuzione e l'angolo di apertura del getto in funzione delle condizioni di impiego.

Per la determinazione del profilo di distribuzione è stato utilizzato un banco prova costituito da una serie di canalette con spaziatura di 100 mm, lunghezza di 6 m e larghezza di 2 m (ISO 5682-1). Le canalette sono inclinate di 3° per permettere la raccolta del liquido irrorato in cilindri graduati posti all'estremità inferiore delle stesse. I dati relativi al diagramma di distribuzione sono stati espressi in mL/min.

L'ugello in esame è stato montato su un supporto in grado di mantenerlo fisso durante l'erogazione e dotato di staffe per gestire le diverse posizioni valutate nel corso della sperimentazione. Nel caso in cui la gittata dell'ugello oggetto delle prove è risultata superiore alla lunghezza del banco, si è reso necessario provare l'ugello in due fasi successive spostando il supporto rispetto al banco e componendo i risultati ottenuti.

La determinazione dell'angolo di apertura è stata effettuata fotografando il getto in prossimità dell'orifizio di uscita dell'ugello, e successivamente misurando direttamente sulla foto l'ampiezza dell'angolo sotteso. Oltre alle dimensioni complessive dell'angolo, sono state determinate le componenti rispetto ai piani orizzontale e verticale passanti per il centro dell'ugello (figura 3). L'angolo del getto rispetto all'orizzontale è stato indicato con "α" mentre quello rispetto alla verticale con "β".

Le altezze di lavoro (distanza verticale fra orifizio dell'ugello e sommità delle canalette del banco prova) esaminate sono state: 350 mm, 400 mm, 450 mm e 500 mm.

Le prove sono state eseguite in tutto il range di pressione consigliato dal produttore dell'ugello con intervalli di 50 kPa per la serie XP e 100 kPa per la serie BX.

Le verifiche sperimentali sono state eseguite con diverse inclinazioni dell'ugello rispetto al proprio asse. I valori utilizzati sono risultati compresi fra +15° e -3° in funzione della diversa forma del getto prodotto dalle differenti serie di ugelli esaminate.

Complessivamente sono state esaminate 291 differenti modalità operative/ugelli (tabella 1).

La valutazione dei profili di distribuzione ottenuti è stata eseguita considerando le due principali possibilità di impiego di questa tipologia di ugelli: distribuzione laterale (trattamenti localizzati, generalmente bordi di strade e ferrovie) e estensione della larghezza di lavoro della barra (necessità diffusa soprattutto nei trattamenti in risaia).

Nel caso di distribuzione laterale è necessario ottenere un profilo di distribuzione il più possibile di forma rettangolare al fine di garantire l'omogeneità della dose di fitofarmaco distribuita ed una netta definizione dell'area trattata. Nella realtà operativa è anche necessario poter variare la larghezza della fascia trattata mantenendo costante il volume applicato.

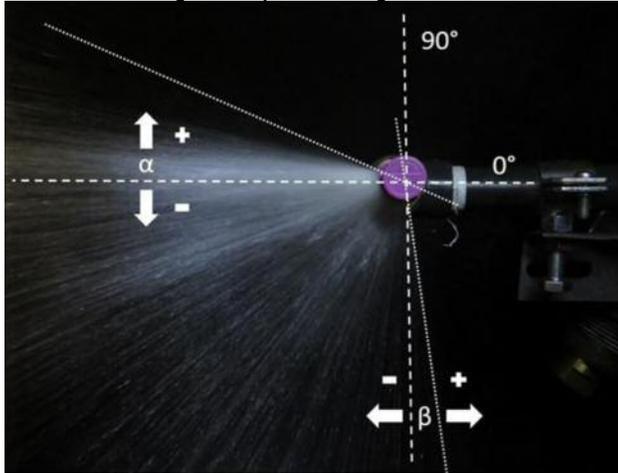
Per l'impiego come estensione della larghezza di lavoro della barra è necessario che il profilo di distribuzione da un lato si integri con quello degli ugelli standard impiegati e dall'altro abbia una terminazione triangolare al fine di ottenere l'uniformità di distribuzione trasversale con la sovrapposizione dei getti prodotti nei passaggi contigui. In queste condizioni, le variazioni dell'equidistanza fra i passaggi incidono in modo poco significativo sull'uniformità trasversale. Oltre alla forma del profilo, è indispensabile che la portata dell'ugello di estensione barra combinata con la gittata sia compatibile con quella degli altri ugelli standard montati sulla barra al momento della distribuzione.

Tabella 1. Numero di profili di distribuzione determinati in funzione dei differenti parametri operativi esaminati.

	Serie XP				
Ugello	10	20	25	40	80
Pressione	2	2	2	6	2
Altezza	1	1	1	4	1
Inclinazione	1	1	1	6	1
N° prove	2	2	2	144	3

	Serie BX					
Ugello	10	20	25	45	60	80
Pressione	3	3	3	3	3	3
Altezza	1	1	1	1	1	1
Inclinazione	5	5	5	5	5	5
N° prove	18	22	23	23	27	25

Figura 3. Schema di rilievo dell'angolo di apertura del getto



RISULTATI

Profili di distribuzione

I profili di distribuzione degli ugelli serie XP sono risultati uniformi e di forma simile fra i diversi modelli della stessa serie. La gittata massima aumenta in funzione della portata nominale da 3,5 a 5,0 m (figura 4).

Diversamente, i profili di distribuzione della serie BX risultano meno uniformi rispetto alle precedenti. Considerando la forma del profilo i più simili sono BX020 e BX025. La gittata massima è pari a 3,0 m per BX010, 5,5 m per BX060 e 4,0 m per tutte le altre portate (figura 5). Una tale varietà di profili prodotti è probabilmente dovuta alle tecniche di realizzazione degli ugelli stessi.

Figura 4. Profili di distribuzione ugelli serie XP a 400 kPa e 0 C° con altezza di lavoro pari a 500 mm.

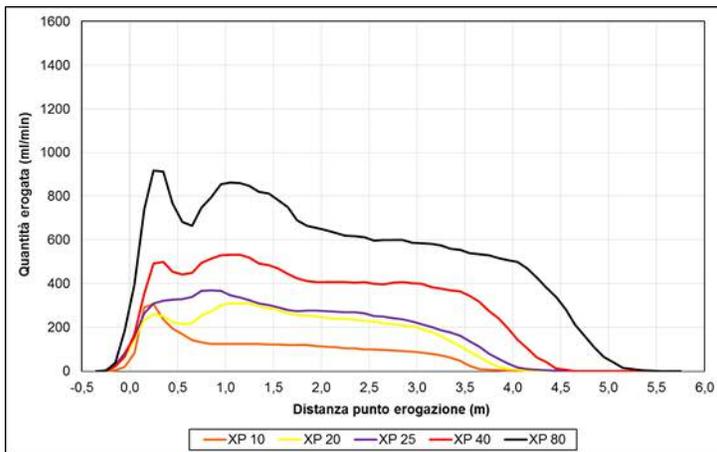
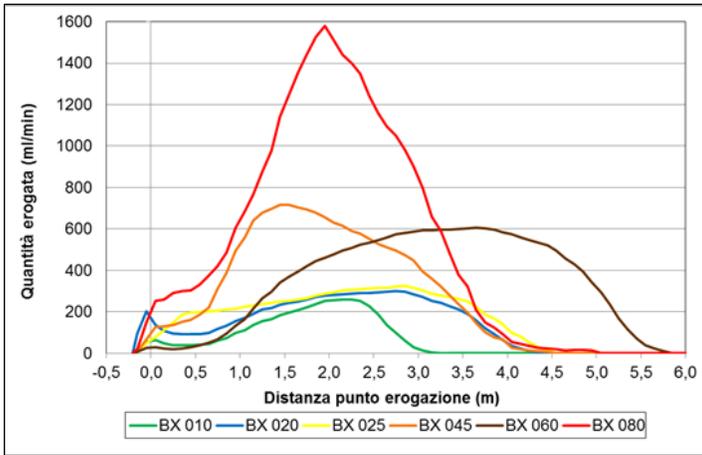


Figura 5. Profili di distribuzione di ugelli serie BX a 400 kPa e 0 C° con altezza di lavoro pari a 500 mm.



Confrontando la gittata dichiarata dal produttore con quella rilevata sono state riscontrate differenze anche elevate. La serie XP ha fatto registrare gittate massime mediamente leggermente inferiori a quelle dichiarate dal produttore, mentre per la serie BX i dati rilevati si discostano molto dai dati dichiarati dalla casa produttrice, con valori sempre ben superiori a quelli indicati (figura 6).

Esaminando i profili rilevati in funzione della pressione di esercizio si evidenzia una correlazione positiva sulla gittata: l'aumento di pressione si traduce in un aumento della gittata ottenibile. Nel caso dell'ugello TeeJet XP40 posizionato a 500 mm di altezza dal banco, con 0° di inclinazione rispetto all'orizzontale è stata rilevata una gittata di 2,8 m a 150 kPa e di 4,3 m a 400 kPa, corrispondente ad un incremento del 53% (figura 7). La serie di ugelli BX evidenzia anch'essa una variazione di gittata in funzione della pressione di esercizio, ma con trend meno omogeneo tra i vari ugelli.

Figura 6. Gittate massime rilevate e dichiarate operando a 400 kPa.

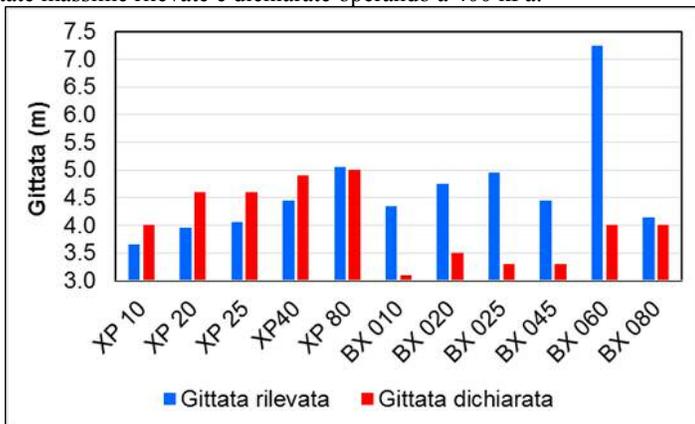
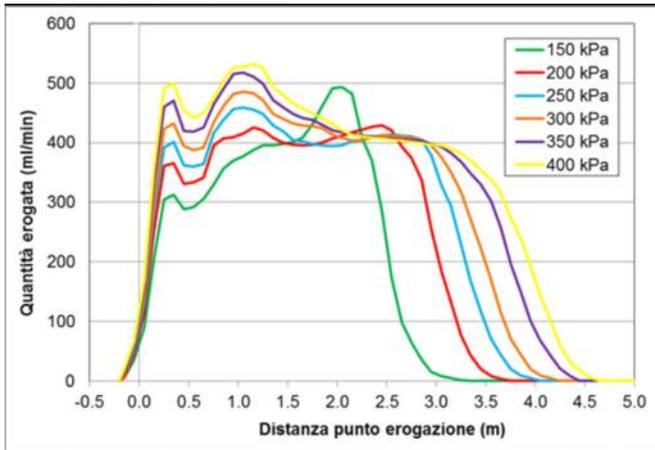


Figura 7. Profili prodotti dall'ugello XP 40 in funzione della pressione di esercizio a 0 C° di inclinazione e 500 mm di altezza dal banco.



L'altezza di lavoro è un parametro che in una situazione reale d'impiego dell'ugello può subire variazioni istantanee ed è quindi importante capire quanto possa essere influente tale parametro sul profilo prodotto dagli ugelli, specialmente sulla gittata degli stessi. Variando l'altezza di lavoro sono state rilevate limitate variazioni di gittata, indipendentemente dalla serie di ugelli esaminata (figura 8).

I profili di distribuzione rilevati nel corso delle prove hanno dimostrato di essere soprattutto legati all'inclinazione con cui è utilizzato l'ugello. Esaminando i dati relativi agli ugelli BX emerge un progressivo incremento della gittata a seguito dell'incremento dell'orientamento verso l'alto del getto. Considerando l'ugello BX020 si può ottenere un incremento della gittata pari a +2,1 m a seguito di un aumento dell'inclinazioni di 15° (figura 9). Anche gli ugelli della serie XP hanno fatto registrare un fenomeno simile.

Figura 8. Profili di distribuzione dell'ugello XP 40 in funzione dell'altezza di lavoro a 0 C° di inclinazione e 400 kPa di pressione.

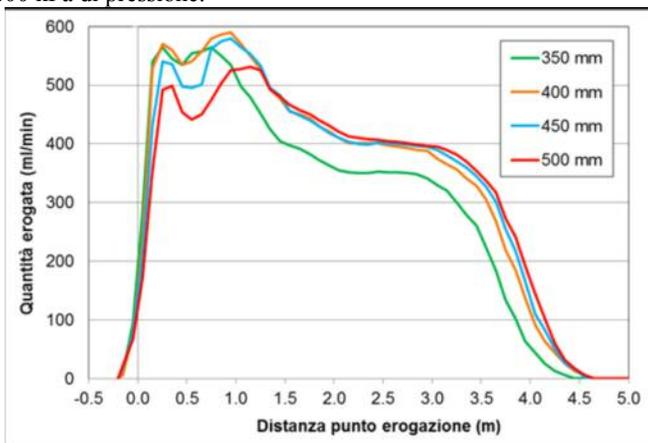
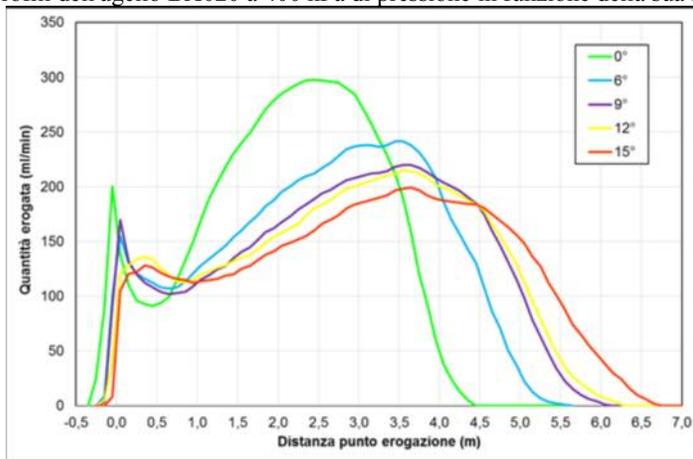


Figura 9. Profili dell'ugello BX020 a 400 kPa di pressione in funzione della sua inclinazione



Angolo di apertura

La serie di ugelli ASJ BX ha fatto registrare angoli di apertura del getto che variano da un minimo di 110° fino ad un massimo di 150° (tabella 2). L'ampiezza del getto prodotto dipende da caratteristiche intrinseche dell'ugello ma è comunque influenzata dalla pressione di esercizio. Con l'ugello più piccolo (BX010) si è riscontrato un progressivo aumento dell'angolo in funzione della pressione. Negli ugelli di dimensione maggiore è stato registrato un aumento dell'angolo solo a seguito dell'incremento di pressione da 200 a 400 kPa, mentre l'incremento a 600 kPa non ha portato variazioni.

La serie di ugelli TeeJet XP, dal canto suo ha evidenziato valori dell'angolo di apertura compresi tra un minimo di 100° e un massimo di 135° (tabella 3). Le variazioni risultano contenute a causa del limitato range di pressione consigliato dal costruttore. In entrambe le serie l'ugello con portata nominale inferiore è risultato anche quello caratterizzato da un minore valore dell'angolo di apertura del getto.

Tabella 2. Angolo di apertura del getto degli ugelli BX in funzione della pressione di esercizio

Ugello	200 kPa			400 kPa			600 kPa		
	Totale	a	b	Totale	a	b	Totale	a	b
BX010	110	20	0	120	25	5	135	25	20
BX020	125	25	10	145	35	20	145	30	25
BX025	120	20	10	135	25	20	135	25	20
BX045	125	25	10	135	35	10	135	30	15
BX060	130	30	10	150	35	25	150	35	25
BX080	120	20	10	125	20	15	125	20	15

Tabella 3. Angolo di apertura del getto degli ugelli della serie XP a 0 C° di inclinazione alle varie pressioni di utilizzo

Ugello	200 kPa			400 kPa			600 kPa		
	Totale	a	b	Totale	a	b	Totale	a	b
XP 10	100	15	-5	100	10	0	120	15	15
XP 20	125	25	10	120	15	15	125	25	10
XP 25	115	15	10	120	20	10	125	20	15
XP 40	125	20	15	120	15	15	135	30	15
XP 80	125	20	15	125	25	10	135	35	10

Simulazione operativa – Distribuzione laterale

Nell'effettuare tale simulazione è stata considerata l'interazione esistente tra la pressione di esercizio e la gittata prodotta dagli ugelli. Ad esempio, è possibile ottenere una fascia di distribuzione compresa fra 2,7 m e 5,4 m utilizzando l'ugello BX060 con pressioni variabili fra 200 e 600 kPa mantenendo pressoché costante il volume distribuito.

Per ottenere larghezze di lavoro superiori è necessario combinare più ugelli che lavorano in contemporanea. Gli ugelli utilizzati singolarmente presentano una buona potenzialità soprattutto per quanto riguarda la gittata e la loro indipendenza dalle variazioni dell'altezza di lavoro, ma hanno sempre qualche difetto in alcune parti del profilo prodotto per quanto riguarda l'omogeneità o la fine del profilo non netta. Sono state esaminate molte combinazioni di ugelli, per valutarne l'interazione fra i profili prodotti. In alcuni casi le coppie individuate hanno dimostrato di essere in grado di produrre un profilo che oltre ad essere migliore dei due profili singoli si avvicina in maniera accettabile all'ottimo teorico. Per garantire una buona operatività è necessario individuare combinazioni in grado di fornire differenti gittate.

Due esempi di ugelli che montati in coppia producono un buon profilo, utilizzabile in condizioni operative reali sono: XP40 + BX080 (figura 10) e XP40 + BX025. La prima coppia di ugelli proposta risulta essere in grado di generare un profilo regolare con una gittata utile maggiore ai 7,5 m (figura 11), mentre la seconda coppia proposta risulta avere una gittata utile minore, di poco superiore ai 3,5 m. Queste due coppie di ugelli permetterebbero quindi di variare la larghezza di lavoro del 100% in maniera istantanea, semplicemente attivando l'una o l'altra combinazione.

Figura 10. Profili degli ugelli XP40 a 6° e BX080 a 15°, a 400 kPa di pressione

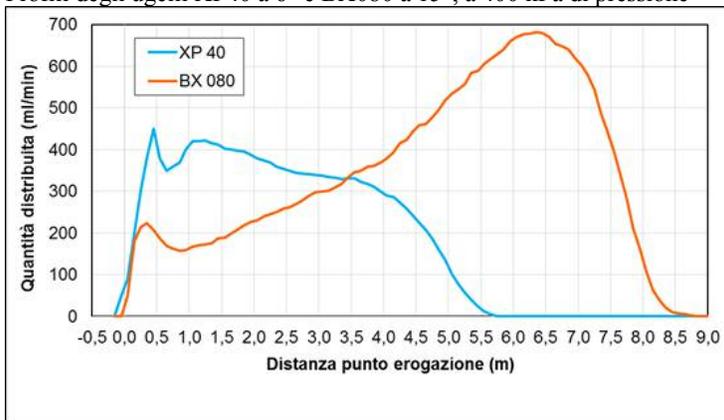
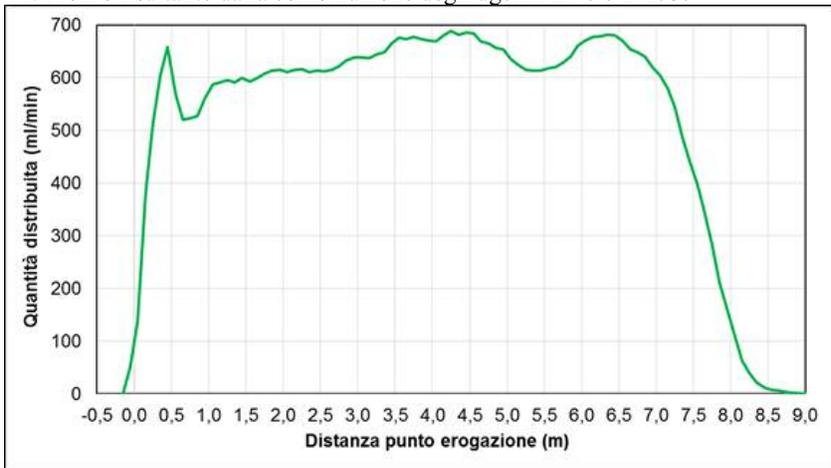
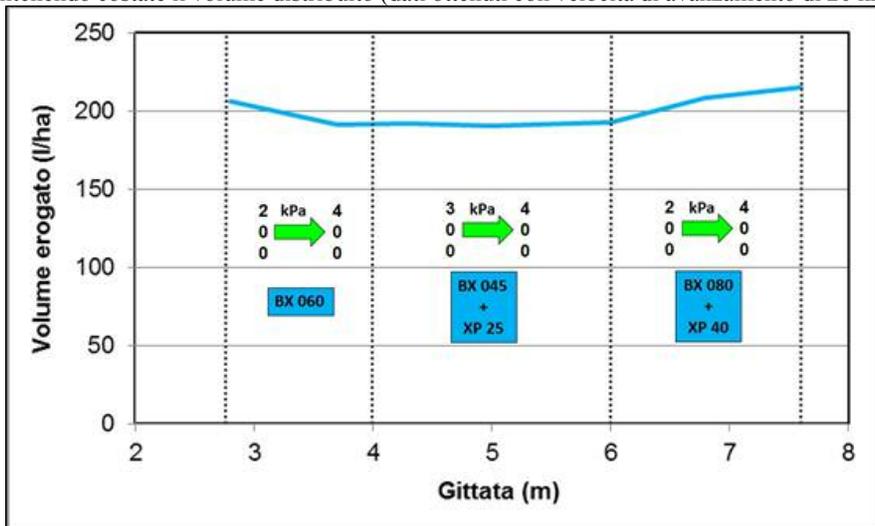


Figura 11. Profilo risultante dalla combinazione degli ugelli XP40 e BX080



È stato infine elaborato un insieme di combinazioni di pressione ed ugelli per riuscire a gestire la larghezza di lavoro in continuo, in funzione delle esigenze di distribuzione. Con lo schema operativo illustrato è possibile gestire larghezze di lavoro che vanno da 2,8 m a 7,6 m utilizzando combinazioni di ugelli diverse e cambiamenti della pressione di utilizzo degli stessi (figura 12).

Figura 12. Combinazioni di ugelli e pressioni di utilizzo per gestire larghezze di lavoro differenti mantenendo costate il volume distribuito (dati ottenuti con velocità di avanzamento di 20 km/h)

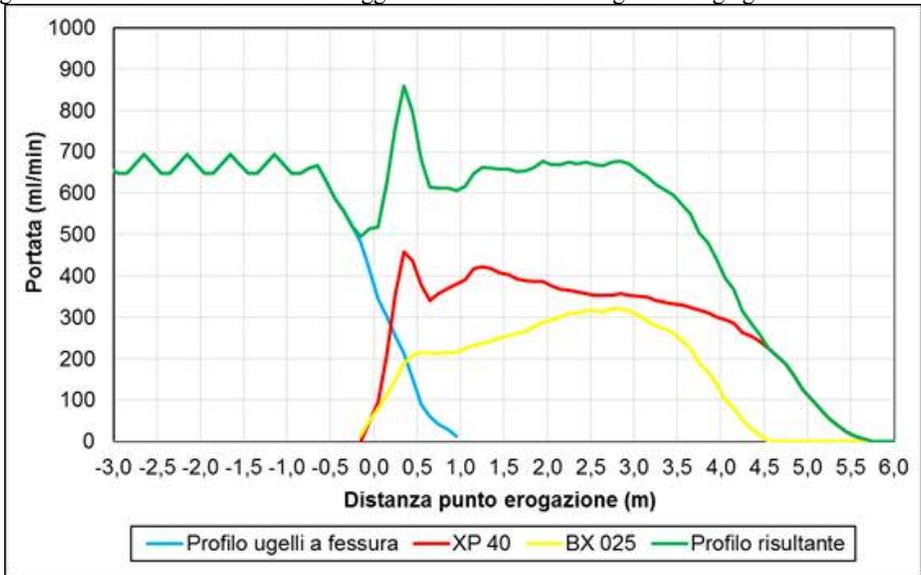


Simulazione operativa – Estensione barra

Per questa simulazione si è ipotizzato di impiegare una barra dotata di ugelli a fessura e di utilizzare una pressione di 400 kPa. Grazie alla simulazione è stata individuata la distanza a cui porre l'ugello a lunga gittata rispetto a quello a fessura, in maniera da mantenere il più uniforme possibile il profilo creato dagli ugelli nella zona di transizione tra i due tipi di ugello. Tale distanza è risultata pari a -0,35 m, ovvero l'ugello a lunga gittata è stato posizionato sulla barra prima dell'ultimo ugello a fessura per ottenere un profilo omogeneo nella parte prossima all'ugello a fessura (figura 13). Successivamente, sempre grazie alla simulazione è stata identificata la larghezza di lavoro in grado di fornire un profilo regolare cioè la distanza da mantenere fra le passate per garantire una uniforme distribuzione. Quest'ultima è risultata di 4 metri superiore a quella della lunghezza della barra.

Tutte le considerazioni fatte sull'estensione barra mediante l'uso di ugelli a lunga gittata presuppongono che tali ugelli vengano impiegati sulla barra a pressione fissa. Le variazioni di gittata derivanti dai cambiamenti di pressione non risulterebbero infatti né utili né tantomeno accettabili in questa situazione operativa. Di conseguenza l'impiego aggiuntivo di questi ugelli sulla barra non consente l'abbinamento con sistemi di regolazione della dose del tipo Dose Proporzionale all'Avanzamento (DPA).

Figura 13. Profilo risultante dal montaggio a fine barra di due ugelli a lunga gittata



CONCLUSIONI

I parametri operativi fondamentali che, in base ai risultati delle prove, influenzano le performance di questa tipologia di ugelli sono sostanzialmente la pressione di utilizzo e la loro inclinazione rispetto al piano orizzontale.

La variazione dell'altezza di lavoro degli ugelli, nel range di valori esaminato (350-500 mm), ha dimostrato di non causare variazioni sensibili sulla gittata. Di conseguenza non risulta essere un parametro operativo influente sulle performance degli ugelli, anche qualora il suo valore

dovesse oscillare fino a ± 150 mm durante il trattamento a seguito delle oscillazioni della barra dovute all'avanzamento della stessa.

Per quanto riguarda la maggiore larghezza di lavoro, ottenibile impiegando gli ugelli come estensione barra, essa è di per se molto vantaggiosa, ma ha un vincolo nel suo utilizzo, legato alla necessità di mantenere costante la pressione e quindi non poterla modificare in funzione della velocità di avanzamento come invece avviene con i sistemi DPA.

Và infine ricordato che l'utilizzo di questi ugelli a lunga gittata per incrementare la larghezza di lavoro della barra irroratrice è una soluzione valida, a condizione che essi vengano montati alla corretta distanza dagli ugelli "tradizionali" già in uso sulla barra.

LAVORI CITATI

ASJ spray-jet, 2015, Catalogo ugelli.

International Organization for Standardization, 2013, ISO 5682-1 - Equipment for crop protection - Spraying equipment - Part 1: Test methods for sprayer nozzles.

International Organization for Standardization, 2013, ISO 5682-2 - Equipment for crop protection - Spraying equipment - Part 2: Test methods hydraulic sprayer liquid delivery system.

International Organization for Standardization, 2003, ISO 10625 - Equipment for crop protection - Sprayer nozzles- Colour coding for identification.

TeeJet technologies, 2015, Catalogo ugelli.