

● BUONE PRATICHE PER UNA SISTEMAZIONE EFFICIENTE DEGLI APPEZZAMENTI

Come gestire al meglio l'irrigazione per scorrimento

di D. Masseroni, F. Gangi,
C. Gandolfi, C. Costanzo,
P. Constabile

L'irrigazione per espansione superficiale è una delle pratiche irrigue più antiche e diffuse al mondo per l'irrigazione delle colture a filari. L'espansione superficiale avviene spesso tramite lo scorrimento di un corpo d'acqua sulla superficie dell'appezzamento, da qui l'uso del termine «irrigazione per scorrimento» per indicare questa tecnica. In Italia l'irrigazione per scorrimento è diffusa in Pianura Padana, dove è prevalentemente impiegata per l'irrigazione dei prati e del mais.

Questo lavoro si pone come obiettivo riassumere le buone pratiche da adottare per proporzionare in modo corretto gli elementi costitutivi degli appezzamenti irrigati per scorrimento per ottenere una maggiore efficienza d'uso della risorsa idrica durante la fase di adacquamento.

Questo compendio trae vantaggio dalle informazioni contenute nei numerosi manuali di origine anglosassone come, ad esempio, quelli pro-

porzionare in modo corretto larghezza e pendenza del settore irriguo può migliorare concretamente l'uniformità di distribuzione e l'efficienza d'uso dell'acqua al campo

dotti dal Soil Conservation Service (SCS) e dall'United State Department of Agriculture (USDA) e dalle esperienze di ricerca condotte dal gruppo di idraulica agraria dell'Università degli studi di Milano (UniMi) nelle aree irrigate della Pianura Padana lombarda.

Irrigare per scorrimento

La tecnica irrigua per scorrimento consiste nell'immettere un corpo d'acqua all'interno dell'appezzamento deviandolo dal canale adacquatore posto in testa al campo per mezzo di un sistema di paratoie (figura 1a) o sollevandolo tramite una pompa alimentata

dall'energia di una trattrice (figura 1b).

Il corpo d'acqua, una volta immesso, si propaga sull'appezzamento per effetto della forza di gravità, sfruttando la pendenza imposta dalla sistemazione della superficie del campo prima dell'inizio della stagione agraria.

Tipicamente il campo è suddiviso in più settori separati da arginelli che vincolano la dispersione laterale del fronte di spagliamento, in modo che la propagazione del fronte bagnato lungo il settore sia sufficientemente rapida.

La parte terminale può essere delimitata a sua volta da un arginello oppure essere adiacente a un canale colatore in grado di raccogliere l'eventuale deflusso superficiale in eccesso.

FIGURA 1 - Metodi di immissione del corpo d'acqua nell'appezzamento con tecnica per espansione superficiale: utilizzo di bocche d'ingresso con paratoia(a), trattore e pompa (b)



TABELLA 1 - Lunghezza dei settori irrigati in funzione della tipologia di suolo

Suolo	Lunghezza del settore irriguo (m)
Argilloso	180-350
Franco-argilloso	90-300
Franco-sabbioso	90-250
Sabbioso-franco	75-150
Sabbioso	60-90

Fonte: Bhoover (1974).

L'obiettivo di ciascun intervento irriguo è quello di ripristinare il contenuto idrico presente nello strato di suolo esplorato dall'apparato radicale delle colture in modo uniforme sul settore (e così sul campo) minimizzando le perdite per percolazione e deflusso superficiale.

Il settore irriguo. In prima approssimazione il dimensionamento del settore irriguo può essere riferito alla dotazione disponibile.

In generale, è buona norma dimensionare il settore rapportandolo a una portata di adacquamento pari ad almeno il doppio di quella che il suolo è in grado di infiltrare.

Singh e Su (2022) nel manuale «Irrigation Engineering» riportano che almeno una dotazione teorica continua tra 3 e 14 L/s dovrebbe essere disponibile per ogni ettaro di superficie irrigata. Questa dotazione appare cautelativa rispetto alle dotazioni di alcuni distretti irrigui della Pianura Padana lombarda adacquati interamente con tecnica per scorrimento, dove la dotazione per unità di superficie risulta essere pari a circa 2 L/s per ettaro.

Lunghezza del settore irriguo. In letteratura si riportano esperienze di settori irrigui con lunghezza variabile tra 70 e 400 m.

Sebbene quest'ultima risulti essere pressoché vincolata dalla geometria dell'appezzamento, laddove sia possibile cambiarne la configurazione è bene tenere in considerazione per la sua determinazione

- le caratteristiche idrologiche dei suoli,
- la pendenza,
- la portata disponibile per gli adacquamenti
- l'altezza (o volume) di adacquamento richiesto per soddisfare i fabbisogni irrigui.

TABELLA 2 - Calcolo delle dimensioni dei settori (1) irrigui in aziende agricole di dimensioni medio-piccole

Tipo di suolo	Pendenza longitudinale (%)	Portata per unità di larghezza del settore [L / (s × m)]	Larghezza settore irriguo (m)	Lunghezza settore irriguo (m)
Grossolano (tasso d'infiltrazione maggiore di 25 mm/ora)	0,2-0,4	10-15	12-30	60-90
	0,4-0,6	8-10	9-12	80-90
	0,6-1,0	5-8	6-9	75
Medio impasto (tasso d'infiltrazione tra 10 e 25 mm/ora)	0,2-0,4	5-7	12-30	90-250
	0,4-0,6	4-6	9-12	90-180
	0,6-1,0	2-4	6	90
Argille (tasso d'infiltrazione minore di 10 mm/ora)	0,2-0,4	3-4	12-30	180-300
	0,4-0,6	2-3	6-12	90-180
	0,6-1,0	1-2	6	90

Fonte: Savva e Frenken (2002).

(1) Per larghezza del settore si intende la distanza tra gli arginelli.

In tabella 1 si riportano valori indicativi di lunghezza dei settori irrigui in base alla tipologia di suolo consigliati da Bhoover (1974).

Ulteriori studi condotti da Booher (1974) dimostrano che, in linea generale, si possono ottenere irrigazioni con un buon livello di efficienza e adeguatezza in settori irrigui lunghi fino a 400 m ma avventi suoli con una ridotta capacità di infiltrazione.

Mentre per suoli piuttosto drenanti la lunghezza del settore irriguo non dovrebbe superare i 100 m.

Di contro, in suoli drenanti ma con una portata di adacquamento elevata è possibile avere lunghezze che possono superare i 100 m.

In questo caso l'utilizzo di trattore e pompa aumenta l'energia d'ingresso dell'acqua e agevola lo spagliamento anche per spianante molto lunghe.

In aggiunta, il settore irriguo può essere più lungo se la pendenza di sistemazione del suolo è maggiore (avendo cautela però di evitare l'innescio di fenomeni di erosione del suolo).

Tuttavia, l'evidenza sperimentale conferma che **avere settori di lunghezza ridotta consente di migliorare le performance dell'irrigazione per scorrimento** riuscendo più agevolmente a dosare il volume di adacquamento e raggiungere con più facilità un'uniformità di distribuzione dell'acqua su tutto il settore.

FIGURA 2 - Suddivisione degli appezzamenti in settori irrigui separati da arginelli



EFFICIENZA E ADEGUATEZZA DI UN METODO IRRIGUO

Un intervento irriguo si definisce:

- **efficiente** se minimizza le perdite per percolazione e deflusso superficiale;
- **adeguato** se è in grado di ripristinare in modo uniforme sull'appezzamento il contenuto idrico nello strato di suolo esplorato dall'apparato radicale delle colture almeno alla capacità di campo.

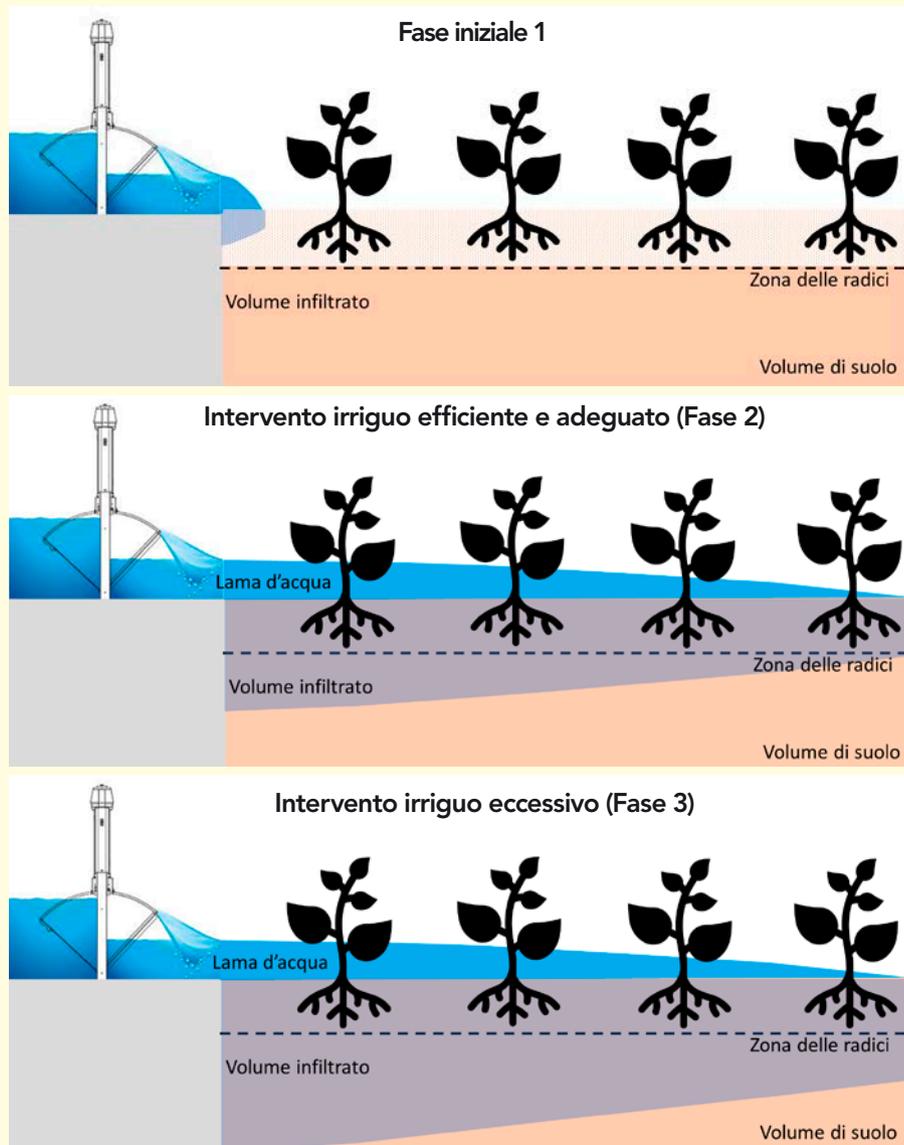
L'impossibilità di dosare localmente l'acqua nel caso delle irrigazioni condotte con tecnica per scorrimento rende difficile eseguire degli interventi irrigui tramite questa pratica che rispondano contemporaneamente a elevati livelli di efficienza e adeguatezza.

In figura sono schematizzati gli effetti di alcune fasi dell'adacquamento con tecnica per scorrimento sul ripristino del contenuto idrico del suolo.

All'istante iniziale il contenuto idrico nella zona radicata è prossimo alla soglia di stress e pertanto si decide di intervenire con l'irrigazione (**Fase iniziale 1**).

Se l'intervento è eseguito in modo corretto allora esso risulta efficiente e adeguato, la distribuzione dell'acqua è uniforme sull'appezzamento e le perdite per percolazione e drenaggio superficiale risultano ridotte (**Fase 2**).

Se l'adacquamento prosegue nel tempo l'intervento irriguo risulta eccessivo e le perdite per percolazione e/o drenaggio superficiale aumentano, mentre l'efficienza dell'adacquamento diminuisce (**Fase 3**). ●



Le figure mostrano la distribuzione del volume infiltrato nelle differenti fasi di un intervento irriguo condotto con tecnica per scorrimento.

Larghezza del settore irriguo. I manuali dell'USDA e del SCS riportano larghezze ottimali del settore irriguo variabili tra 3 e 30 m (anche se nei contesti della pianura lombarda le larghezze dei settori si avvicinano di più all'estremo superiore del range).

Per ridotte portate di adacquamento è possibile avere settori irrigati di ridotte dimensioni, ma è sempre bene non scendere al di sotto dei 6 m.

Il dislivello nella direzione trasversale del settore non dovrebbe eccedere i 6 cm per evitare una disomogeneità nella dispersione laterale del flusso.

James (1988) suggerisce di non superare i 9 m di larghezza se insistono sul settore pendenze trasversali dell'ordine dell'1%.

Come detto già in precedenza, la lunghezza del settore irriguo è in linea di massima vincolata alle geometrie dell'appezzamento, non sempre modificabili, e spesso legate alla dimensione aziendale.

In tabella 2 si riportano dei valori plausibili di dimensioni dei settori irrigui nel caso di aziende di medio-piccole dimensioni secondo quanto suggerito da Savva e Frenken (2002).

Pendenza longitudinale. In genera-

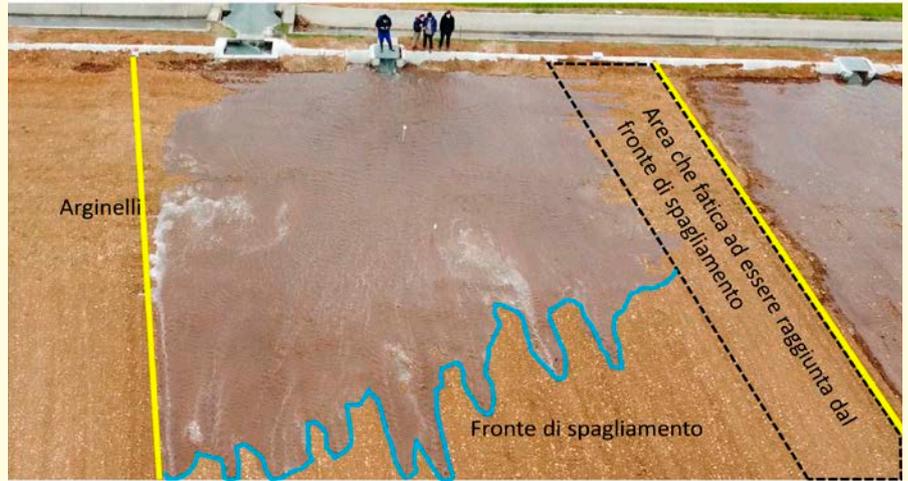
le, la pendenza longitudinale del settore irriguo dovrebbe essere tale da consentire al fronte di spagliamento di transitare in tutti i punti del settore, facendo in modo che la lama d'acqua superficiale permanga in ognuno per un tempo sufficiente a consentire l'infiltrazione di un volume d'acqua almeno sufficiente a ricostituire un contenuto idrico pari o superiore alla capacità di campo lungo l'intero profilo di suolo, fino alla profondità esplorata dagli apparati radicali della coltura.

Inoltre, la pendenza deve essere tale da non innescare significativi fenomeni erosivi. Savva e Frenken (2002)

EFFETTO DELLA MICROTOPOGRAFIA SULLA PROPAGAZIONE DEL FLUSSO E VARIABILITÀ SPAZIALE DEI VOLUMI INFILTRATI

In una serie di campagne sperimentali (eseguite nell'ambito del progetto IrriGate) volte a quantificare le performance degli adacquamenti condotti con tecniche per espansione superficiale, i ricercatori UniMi hanno monitorato le diverse fasi di propagazione del fronte d'onda su un settore irriguo durante un'irrigazione con tecnica per scorrimento. La figura in basso riporta un fotogramma della fase di spagliamento alcuni minuti dopo l'apertura della bocchetta d'ingresso dell'acqua al campo. Come si può notare dalla ripresa aerea il fronte d'onda risulta essere frastagliato e molto influenzato dalla microtopografia che ne guida l'avanzamento lungo solchi e depressioni. Inoltre, è presente una zona laterale che fatica a essere raggiunta dal fronte d'onda. Questo può essere causato da una differenza di quota (ancorché minima) nella direzione trasversale del settore irriguo e/o dalla non perfetta equidistanza della posizione della bocca d'ingresso rispetto agli arginelli del settore irrigato.

Preso atto della natura bidimensionale del fenomeno di propagazione del flusso d'acqua sul settore irrigato,



Fotogramma di una fase di spagliamento dopo alcuni minuti dall'apertura della bocchetta d'ingresso

nell'ambito del progetto IrriSuS, ricercatori UniMi insieme e dell'Università della Calabria hanno messo a punto e successivamente calibrato su alcuni appezzamenti sperimentali un modello idrodinamico (IrriSurf2D) in grado di riprodurre bidimensionalmente il processo di spagliamento dell'acqua e di stimare i volumi infiltrati nei vari punti del settore irriguo.

La figura A mostra uno degli output del modello in grado di rappresentare la variabilità dei volumi complessivamente infiltrati all'interno del settore irriguo al termine dell'adacquamento.

Nella figura B invece si riportano i particolari dei volumi complessivamente infiltrati in 4 sezioni (Arc) differenti del settore irriguo. Oltre a una variazione (attesa) dei volumi infiltrati lungo la direzione longitudinale del settore (espressa dall'irregolarità delle linee), la simulazione ha permesso di mettere in evidenza una significativa variabilità dei volumi infiltrati (deducibile dalla distanza tra le quattro linee), anche nella direzione trasversale del settore, che può comportare inefficienze (e/o inadeguatezza) dell'intervento irriguo.

FIGURA A - Output del modello IrriSurf2D e i particolari dei volumi complessivamente infiltrati lungo 4 transetti del settore irrigato

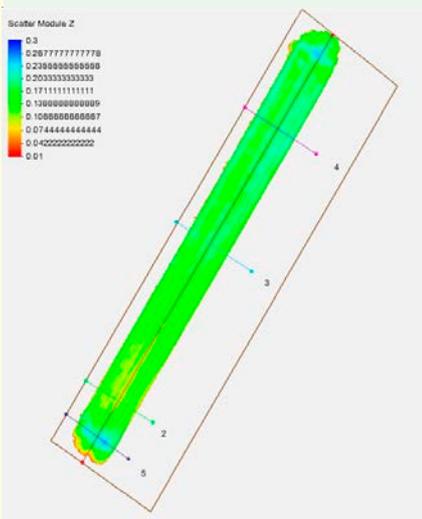
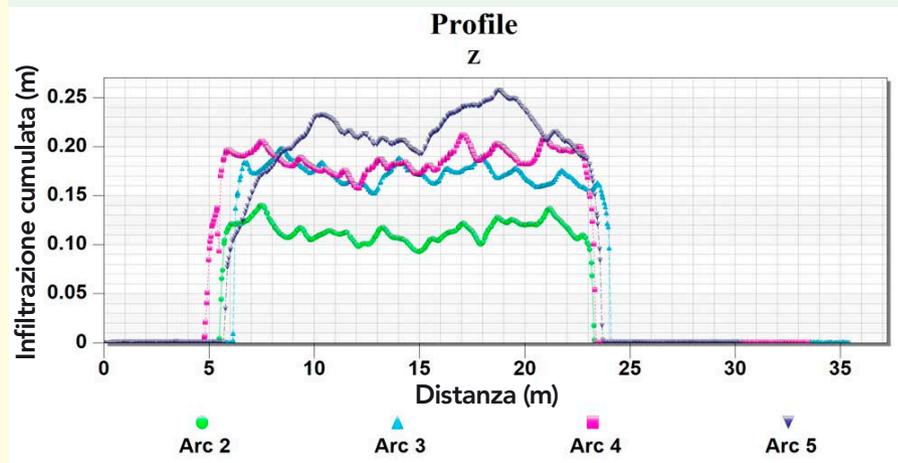


FIGURA B - Volumi complessivamente infiltrati in 4 sezioni differenti del settore irriguo



suggeriscono una pendenza minima di sistemazione del suolo in direzione longitudinale di 0,05-0,1%. Michael (1978) suggerisce di adottare penden-

ze tra 0,25 e 0,6% per suoli grossolani (sabbie), tra 0,2-0,4% per suoli franchi e tra 0,05-0,20% per suoli argillosi.

Bhoover (1974) suggerisce una pen-

denza minima di 0,2-0,3%, una massima del 2% per terreni franco-sabbiosi e fino al 7% per pascoli su terreni argillosi.

INFLUENZA DELLA LARGHEZZA DEL SETTORE SUI CONSUMI IRRIGUI

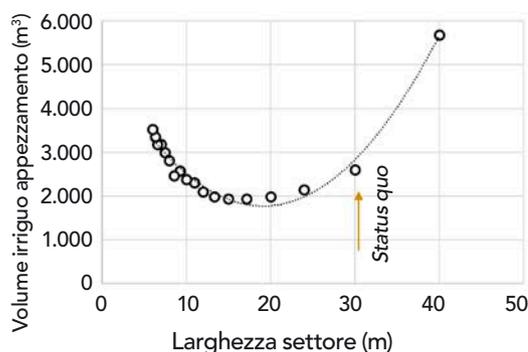
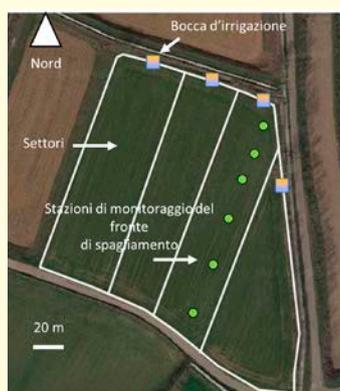
Durante le stagioni agrarie 2021 e 2022 i ricercatori UniMi, nell'ambito del progetto IrriGate, hanno monitorato i reali volumi di adacquamento (portate e tempi di ciascun intervento irriguo), gli avanzamenti e le recessioni del fronte d'onda durante la fase di adacquamento in un campo coltivato a mais (suolo franco-sabbioso con un elevato contenuto di scheletro) lungo 113 m suddiviso in 4 settori larghi circa 30 m e localizzato nel distretto

irriguo di Ponte Trento (quest'ultimo gestito dal Consorzio di bonifica Garda Chiese). La pendenza media dei settori era pari a circa 0,6% e la dotazione nominale pari a circa 360 L/s.

I dati monitorati sono stati utilizzati per calibrare il modello WinSRFR 5.1 dell'Usda che è in grado di replicare in modo semplificato (monodimensionale) le dinamiche dei processi di spagliamento nelle irrigazioni per espansione superficiale. Il modello è stato utilizza-

to per simulare gli effetti di una variazione della larghezza del settore irriguo, in combinazione con una gestione ottimale della durata dell'adacquamento, sui volumi complessivamente richiesti per irrigare l'intero campo.

I risultati hanno mostrato la possibilità di ottenere una riduzione dei volumi utilizzati per irrigare complessivamente il campo attraverso una riduzione della larghezza dei settori dai 30 m attuali a 18 m. Un'ulteriore riduzione della larghezza non porterebbe beneficio aggiuntivo, produrrebbe anzi un leggero aumento dei volumi richiesti (vedi nel grafico a fianco). Il risparmio idrico della transizione da una larghezza di 30 m a 18 m è stato stimato in circa il 20% (ovvero da un volume attualmente utilizzato per l'adacquamento del campo da 2.500 m³ a 2.000 m³ con una larghezza del settore di 18 m). Lo studio modellistico ha pertanto evidenziato l'importanza di un corretto proporzionamento della larghezza del settore irrigato e della durata dell'adacquamento sul risparmio idrico, che tenga conto della portata disponibile, della lunghezza e della pendenza dei settori, oltre che delle caratteristiche del suolo. ●



La figura di sinistra mostra la configurazione del campo sperimentale. La figura di destra i volumi complessivamente utilizzati per ciascuno scenario di cambiamento della larghezza del settore. Lo status quo indica il volume attualmente utilizzato per irrigare l'intero appezzamento (circa 2.500 m³).

Arginelli. Gli arginelli sono realizzati per agevolare la propagazione del fronte d'onda verso la porzione di valle del settore irriguo. La loro altezza dovrebbe essere sufficiente per contenere la massima altezza della lama d'acqua durante l'intervento irriguo. In generale, l'altezza degli arginelli dovrebbe essere almeno 3 cm più elevata rispetto alla massima altezza della lama d'acqua.

Durata dell'intervento irriguo. La scelta della durata dell'intervento irriguo è uno dei fattori cruciali per ottenere un adacquamento efficiente ed adeguato. L'interruzione dell'intervento dovrebbe avvenire prima che il fronte di spagliamento raggiunga il termine del settore, e ciò è tanto più evidente quanto più argilloso è il terreno. Clemmens and Dedrick (1982) suggeriscono di interrompere l'adacquamento quando il fronte di spagliamento raggiunge circa l'80-85% della lunghezza del settore, ma questo valore è fortemente influenzato dalla portata disponibile per l'adacquamento, dalla geometria, dalla pendenza del settore e

dalla tipologia di suolo. Alcune recenti sperimentazioni dimostrano come la combinazione di sensori in campo in grado di monitorare lo stato idrico del suolo e/o i tempi di arrivo del fronte di spagliamento e di bocche d'ingresso dotate di sistemi automatici di regolazione, potrebbe migliorare significativamente le performance delle irrigazioni per scorrimento (Pramanik et al., 2022; Costabile et al., 2023)

Migliorare l'uniformità di distribuzione

In questo lavoro sono state riassunte le buone pratiche per il proporzionamento degli elementi costitutivi i settori irrigati con tecnica per scorrimento.

Sia le informazioni tecniche contenute nei manuali, sia le evidenze sperimentali delle ricerche condotte nei contesti irrigui della pianura lombarda confermano come un corretto proporzionamento della larghezza e della pendenza del settore irriguo (essendo la lunghezza di quest'ultimo pressoché vincolata dalla geometria

dell'appezzamento) possa consentire di migliorare l'uniformità di distribuzione dell'acqua sul campo e con essa l'efficienza e l'adeguatezza dell'intervento irriguo.

Le stime condotte attraverso simulazioni modellistiche mostrano che una corretta scelta delle geometrie, ponderata alla disponibilità di portata per gli adacquamenti e il tipo di suolo, consente dei significativi risparmi idrici che si aggirano attorno al 20%.

**Daniele Masseroni, Fabiola Gangi
Claudio Gandolfi**

Dipartimento di scienze agrarie e ambientali
Università degli studi di Milano

Carmelina Costanzo, Pierfranco Costabile
Dipartimento di ingegneria ambientale
Università della Calabria

Questo articolo è corredato di bibliografia/contenuti extra. Gli Abbonati potranno scaricare il contenuto completo dalla Banca Dati Articoli in formato PDF su: informatoreagrario.it/bdo