

I metodi irrigui nell'agricoltura di oggi

Cavazza L.

L'aménagement des eaux

Paris : CIHEAM
Options Méditerranéennes; n. 16

1972
pages 41-47

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI010492>

To cite this article / Pour citer cet article

Cavazza L. *I metodi irrigui nell'agricoltura di oggi. L'aménagement des eaux.* Paris : CIHEAM, 1972. p. 41-47 (Options Méditerranéennes; n. 16)



<http://www.ciheam.org/>
<http://om.ciheam.org/>

Luigi CAVAZZA

I metodi irrigui nell'agricoltura di oggi

LE CONDIZIONI IN CUI SI OPERANO LE SCELTE

La dinamicità che contraddistingue la vita moderna tende ad interessare gradualmente tutti i tipi di agricoltura di questo mondo, seppure con manifestazioni che risultano diversificate, in funzione delle condizioni antropo-ecologiche locali ed evolventisi nel tempo con queste e con il progredire della tecnica. Una delle più caratteristiche manifestazioni di tutti i Paesi con regime idrico naturale in insoddisfacente per le colture, anche solo per una parte del loro ciclo, è stato, specialmente negli ultimi due decenni, il crescente interesse per l'irrigazione. A ciò ha contribuito la concomitanza di fattori diversi, quali il generale progresso economico sociale, la crescente esigenza di un aumento della produttività del lavoro umano, la maggiore disponibilità di capitali, il continuo perfezionamento della tecnica irrigua e delle relative attrezzature, l'enorme espansione e l'organizzazione del mercato dei prodotti agricoli ecc... Il risultato di tutto questo è stato a) una crescente attività di ricerca delle fonti di acqua da destinare all'irrigazione, presto in concorrenza con gli impieghi industriale e potabile, tanto da porre in termini improrogabili il problema della pianificazione delle risorse idriche; b) un crescente fervore nella progettazione di grandi opere di invaso, trasporto e distribuzione dell'acqua; c) una spiccata tendenza a spingere l'impiego dell'acqua a più difficili situazioni tecniche od economiche, p. es. all'impiego di acque con contenuto salino più alto di quelli comunemente accettati in passato o di acque sollevate da maggiori profondità, o ancora ad applicare l'irrigazione a colture ritenute un tempo tradizionalmente asciutte; d) un continuo sforzo, da parte dell'industria, di modificare, spesso radicalmente, le attrezzature di distribuzione dell'acqua irrigua, o, da parte degli operatori agricoli, di modificare sistemazioni e metodi irrigui al fine di meglio adeguarli alla esigenza di un moderno esercizio dell'agricoltura; e) un crescente intervento dello Stato negli investimenti di capitali (opere per grossi impianti collettivi, contributi per gli impianti aziendali) e talvolta anche nelle spese di esercizio (p. es. tariffe agevolate per i consumi di energia o prezzi controllati dell'acqua),

allo scopo di rendere economicamente più conveniente l'irrigazione all'agricoltore od anche, eventualmente, per indurlo a ridurre gli sprechi d'acqua.

In pratica tutti questi aspetti si presentano oggi in misura e combinazione diversa nei vari Paesi o nelle varie zone di uno stesso Paese. La stessa espansione dell'irrigazione trova nei vari Paesi fattori limitanti diversi. In molti Paesi la mancanza di adeguate risorse idriche, il loro continuo assottigliamento, la crescente distanza o la crescente profondità delle risorse che di mano in mano restano disponibili o il peggioramento qualitativo delle acque per continua riduzione delle acque migliori o per cattiva utilizzazione delle risorse disponibili (falde salmastre) per inquinamenti di varia origine, rappresentano i veri e gravi limiti dell'espansione dell'irrigazione. In altri Paesi, ancora sottosviluppati, però, fattore limitante può risultare la mancanza dei capitali necessari ad un vasto impiego delle risorse idriche disponibili. In certe zone dei paesi molto industrializzati, al contrario, può risultare limitante all'espansione dell'irrigazione la mancanza di mano d'opera od i suoi elevati salari, ossia, più in generale, l'economicità dell'irrigazione e ciò specialmente per certi tipi di impresa (per lo più quella di tipo capitalistico).

E' evidente come in ognuna di queste situazioni il problema della scelta del metodo irriguo si ponga in termini nettamente diversi ed errato sarebbe il ritenere unica la soluzione ottimale. E' pure chiaro che per ogni singola zona la soluzione consigliabile può mutare più o meno rapidamente nel tempo e che una buona dose di sensibilità al cambiamento delle condizioni generali socio-economiche e tecniche, è fondamentale per tempestive modifiche delle scelte.

Gli ultimi due decenni sono stati caratterizzati dal « boom » dell'irrigazione per aspersione; oggi vi sono importanti innovazioni in questo, ma anche in altri campi del tutto diversi (p. es. l'irrigazione a goccia). E' importante notare, tuttavia, come ben lo dimostrano ai euni dati citati da Tournon e le relative considerazioni, che dei circa 200 milioni di ettari a cui si stima che ammonti oggi in tutto il mondo la superficie dominata dall'irrigazione, la grande maggioranza, presumibilmente più del 95 %, è interessata da irrigazione di superficie (più di 1/4 come sommersione permanente o se-

mipermanente in risaia) e d'altra parte da qualche tentativo di previsione a lunga scadenza, risulta assai probabile che anche in futuro i metodi di irrigazione di superficie continueranno ad essere i più largamente utilizzati. Il progresso, pertanto, non riguarda solo il perfezionamento delle attrezzature per l'irrigazione a pioggia o gli impianti a goccia e di subirrigazione, ma anche l'adattamento continuo alle nuove realtà agricole delle modalità di applicazione dell'irrigazione di superficie.

I METODI IRRIGUI

Le modalità con cui un determinato volume di adacquamento o, nel caso di irrigazione continua, un dato volume stagionale, può essere somministrato alla parcella irrigua, possono essere molto diverse; esse vanno sotto il nome di *metodi irrigui*. Questi sono stati e sono continuamente elaborati nel tempo in maniera essenzialmente empirica, ma hanno raggiunto un notevole grado di adattamento alle condizioni ambientali ed alle esigenze pratiche, economiche e di esercizio. Per questa stessa ragione risultano in generale molto difficile una classificazione e soprattutto una nomenclatura univoche e precise di tutti i metodi esistenti. Vi sono infatti numerosissime sfumature tra i casi tipici. Prendendo in considerazione solo quanto di più generalmente accettato vi è tra la nomenclatura oggi comunemente adottata un po' in tutto il mondo, ed in particolare nei paesi di maggiore tradizione irrigua, si userà qui la seguente classificazione dei metodi irrigui:

- 1) metodo per sommersione
- 2) metodo per scorrimento (o scorrimento superficiale)
- 3) metodo per infiltrazione laterale (o infiltrazione da adacquatori o scorrimento inalveato)
- 4) metodo per infiltrazione localizzata
- 5) metodo per subirrigazione (o irrigazione sotterranea o ipogea)
- 6) metodo per aspersione (o irrigazione a pioggia o ipergea)

I metodi 1-2-3 e 4 sono spesso indicati globalmente come metodi di irrigazione di superficie o per espansione superficiale o gravitazionali o di irrigazione epigea; spesso nel linguaggio corrente si confondono i metodi 2 e 3 nell'unico termine di « scorrimento ».

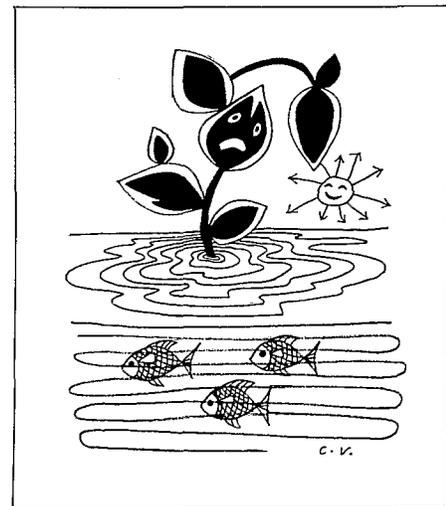
Tutti questi metodi, anche se qualche volta in maniere non nettamente distinguibile, sono contraddistinti dalle seguenti caratteristiche.

Il metodo per sommersione richiede che almeno in un certo momento ed in un certo punto della parcella irrigua l'acqua penetri nel terreno con movimento esclusivamente verticale, essendo il terreno coperto di uno strato di acqua nettamente distinguibile. Nel sistema per scorrimento superficiale l'acqua si distribuisce nel terreno attraverso tutta la superficie della parcella sulla quale essa

è sempre caratterizzata da un movimento in direzione sia parallela alla superficie stessa che verticale. Il metodo per infiltrazione solo attraverso le pareti bagnate del solco o del fosso adacquatore, mentre l'acqua scorre a valle. Coi metodi per infiltrazione localizzata, l'acqua, portata con tubi direttamente nei pressi della pianta o della fila di piante da irrigare, è fatta uscire da tagli, gocciolatori ecc. e lasciata infiltrare perciò solo da determinati punti del terreno (per lo più in superficie, ma eventualmente anche sotto terra). Col metodo per irrigazione sotterranea l'acqua viene distribuita nella massa terrosa dal di sotto della superficie del terreno; col metodo per aspersione l'acqua raggiunge la superficie del terreno dall'alto, in forma di gocce, analogamente a quanto succede durante la pioggia.

La scelta dei vari metodi deve essere fatta in funzione di vari fattori, quali le proprietà topografiche del terreno (pendenza generale e uniformità di pendenza), stratigrafia e caratteristiche geologiche degli strati del terreno sino ad 1-2 metri sotto la superficie, composizione granulometrica del terreno, caratteristiche del clima (piovosità, ventosità, ecc.), qualità dell'acqua irrigua (salinità, contenuto di materiali in sospensione grossolana ecc.), della maggiore o minore disponibilità dell'acqua, del costo dell'acqua irrigua, delle caratteristiche delle condotte (corpi di adacquamento), della coltura, nonché di numerosissime considerazioni di carattere economico ed organizzativo.

Si considerino separatamente alcuni aspetti agronomici e problemi caratteristici dei vari metodi irrigui.



METODO PER SOMMERSIONE

Il metodo per sommersione è caratterizzato in genere dalla possibilità d'essere applicato in terreni normalmente pianeggianti o con pendenza ed irregolarità tali da essere più o meno perfettamente livellati e ridotti a pendenza zero con ragionevole spesa. Nell'Estremo Oriente tuttavia, sono classiche le mirabili sistemazioni delle risaie in vasche a terrazze su terreni in pendio. Si distingue una forma di sommersione a carattere del tutto estensivo e perciò idonea solo quando condizioni topografiche la permettano e per colture non molto delicate, oppure per interventi sur terreno nudo, consistente nel lasciare inondare il terreno da parte delle acque provenienti da corsi d'acqua naturali o artificiali. Questo metodo è utilizzato in qualche paese del mondo per risaie di tipo molto estensivo (risaie a sommersione permanente), per irrigare terreni prima della semina allo scopo di far loro immagazzinare buona quantità di acqua, nonché, qualche volta, per scopi di difesa antiparassitaria (lotta antifilossericca nei territori dove non si è ancora introdotta la pratica dell'innesto della vite su ibridi americani, lotta alle arvicole ed altri topi di campagna). All'altro estremo vi è la tecnica dell'irrigazione per sommersione così come è praticata nelle risaie più intensive, per la cui sistemazione si richiedono delle accuratissime e costose opere di sistemazione del terreno, aventi il carattere di veri e propri imponenti investimenti di capitale fondiario.

Nelle risaie l'irrigazione per sommersione viene effettuata in *scomparti* o vasche di ampiezza molto variabile (per es. tra alcune are e parecchi ettari) in funzione della preesistente pendenza generale del terreno (più la pendenza è bassa, più ampi possono essere gli scomparti), del corpo d'acqua disponibile più grandi sono gli scomparti, più grande deve essere il corpo d'acqua disponibile), della composizione granulometrica del terreno, che in genere per tutte le risaie deve essere relativamente compatto (meno permeabile è il terreno più ampio può essere lo scomparto), della

frequenza dei venti (venti troppo intensi e frequenti possono determinare un pericoloso moto ondoso nella risaia se lo scomparto è troppo ampio). La permeabilità del fondo delle vasche può essere talvolta ridotta con opportune lavorazioni effettuate a terreno sommerso (intasamento artificiale; sec. Tournon). I corpi d'acqua normalmente impiegati per le risaie variano parecchio ma sono generalmente molto ampi, per lo più di circa 100 l/s; i volumi di irrigazione sono specializzati per l'irrigazione. Nella condiz. di m³/ha. Circa la qualità dell'acqua, quella da impiegare nella risaia può contenere anche un discreto contenuto in sali, sia per la buona resistenza del riso alla salinità, sia, per l'assenza di componenti matriciali della tensione dell'acqua nei terreni così irrigati; acque estremamente dolci tendono a danneggiare la struttura del terreno. La sistemazione della risaia, che è sempre stabile, richiede la possibilità di una regolazione accurata dello strato di acqua che permanentemente ricopre il suolo su tutta la superficie dello scomparto; per questa ragione il fondo delle vasche non deve avere pendenza; pendenze tali che, data la lunghezza dello scomparto, diano origine a dislivelli superiori a 10-15 cm sono dannose. Gli scomparti possono essere indipendenti, cioè alimentati ciascuno per conto suo dalla adacquatrice, oppure dipendenti, ossia tali che l'acqua passa dall'uno nell'altro, il che è possibile quando si dispone di un maggiore corpo d'acqua e si operi su terreni meno permeabili. La coltura in risaia dà luogo a problemi agronomici ed organizzativi particolari. Essa richiede manodopera specializzata per l'irrigazione. Nella concimazione delle risaie si fa spesso largo uso di concimi a lentissimo effetto, come cuoioattoli, residui di pelli, cornunghia e simili, fosforiti, ecc. La semina del riso, quando è fatta a mano, a spaglio, richiede particolari accorgimenti (il seme deve essere preventivamente bagnato) perché la semente non galleggi sull'acqua, nonché accorgimenti per assicurare che il seme venga ricoperto da un po' di terra (intorbidente dell'acqua mediante tavolone). Nella coltura in risaia ha particolare importanza la lotta alle malerbe, la quale oggi si effettua mediante un impiego sempre più vasto e comune di erbicidi; in alcuni casi, tuttavia, e per alcune specie si può ancora richiedere l'intervento diretto del lavoro umano, nella coltura seguente in rotazione. Caratteristico è il problema dell'asciutta, operazione con la quale gli scomparti vengono svuotati dall'acqua per permettere al riso di completare il suo processo di maturazione; allo scopo di rendere più rapido il deflusso dell'acqua, si procede generalmente allo scavo preventivo, sul fondo della risaia, di solchi opportunamente distanziati ed a profondità crescente con pendenza verso un lato della risaia dal quale poi l'acqua passa in un colatore esterno.

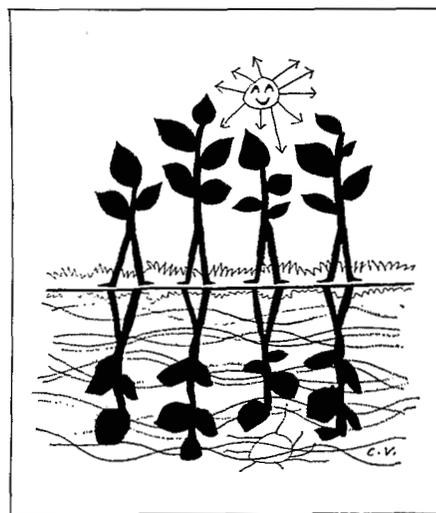
L'irrigazione per sommersione può essere però applicata in maniera discontinua, cioè ad intervalli di tempo (turni) col normale intendimento di rifornire di acqua il terreno. In questo caso di solito gli scomparti sono molto più piccoli e

prendono anzi il nome di aiuole, con una superficie che può andare generalmente da un massimo di una o poche are sino a pochi m² (Per es. 1×1,5 m²). Questo tipo di sommersione è particolarmente idoneo per colture orticole, con specie che resistano bene a marciumi del colletto e radicali quando sono bagnate al piede del fusto; in condizioni economiche di basso costo della manodopera ed alto costo delle macchine, come si verificava in qualche Paese, questo metodo dà agronomicamente ottimi risultati anche per molte colture sarchiate (barbabietola da zucchero) e per parecchie colture foraggere.

Una particolare modifica di questo metodo consiste nel creare attorno agli alberi da frutto da irrigare, delle conche di forma circolare; si parla allora di irrigazione per sommersione a conche. Per piante arboree suscettibili ai marciumi del colletto, si consiglia di lasciare attorno al piede della pianta un anello di terra, sì che la conca si trasforma in un largo solco circolare. Con quest'ultima modifica il sistema di irrigazione per sommersione tende a confondersi con il sistema di irrigazione per infiltrazione da solchi. In ogni caso, l'acqua sia nelle aiuole che nelle conche può essere condotta o mediante canale o mediante solco o mediante tubazione mobile; il caso più frequente è quello dei solchi. Il metodo per irrigazione per aiuole o conche, a motivo della limitata superficie di questi scomparti, richiede minore cura nella sistemazione, che, perciò, almeno per le colture erbacee è sempre temporanea. Le operazioni di preparazione del terreno sono effettuate generalmente a mano, solo parzialmente con l'aiuto dell'aratro. Il corpo di acqua generalmente impiegato per la sommersione in aiuole o in conche è normalmente modesto (5-30 l/s); si possono utilizzare i corpi d'acqua più ampi per terreni più resistenti all'erosione, per piante più adulte e per colture a carattere più estensivo.

La meccanizzazione delle tecniche colturali è particolarmente ostacolata dalla sistemazione del terreno caratteristica della sommersione, specialmente se a scomparti piccoli o ad aiuole; più limitato è il problema nelle risaie, dove può ridursi a risolvere le possibilità di passaggio delle macchine da uno scomparto all'altro, costituendo ogni scomparto una unità colturale sufficientemente ampia per permettervi il lavoro delle macchine; la meccanizzazione non è praticamente ostacolata con l'irrigazione a conca dagli alberi da frutto. Con l'irrigazione per sommersione, quando la sistemazione è stabile, si hanno difficoltà nello scolo invernale delle acque.

In generale, col crescere della produttività del lavoro umano tende a scomparire l'irrigazione per sommersione in aiuole o da conche, mentre in risaie le vasche tendono ad ingrandirsi e soprattutto ad allungarsi; in qualche caso la sommersione discontinua in vasche per esondazione da canali comincia ad essere applicata oggi con successo anche per il mais.



METODO PER SCORRIMENTO SUPERFICIALE

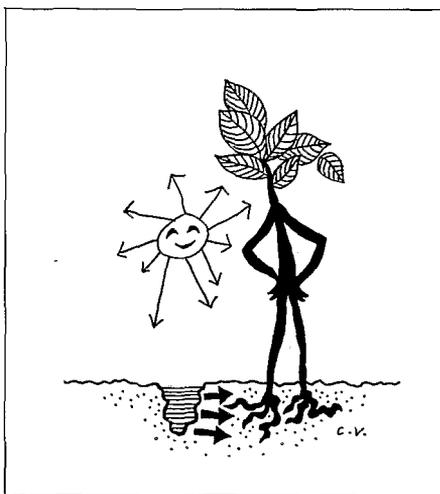
L'irrigazione per scorrimento superficiale si effettua sempre su superfici più o meno, anche se poco, inclinate. Si tratta normalmente di pendenze che, per percorsi alquanto lunghi dell'acqua (80-150 m) sono dell'ordine dello 0,5-1 %, ma che raggiungono valori più elevati (2-4 %) quando il percorso completo seguito dall'acqua è più breve (per es. nel caso della sistemazione ad ali, semplice o doppia); solo in casi particolari per la coltura di pascoli, in terreni ben protetti dall'erosione e con modesti corpi d'acqua, la pendenza della superficie su cui l'acqua scorre può superare il 5 % e in casi eccezionali raggiungere persino il 20 % (metodo per fossatelle orizzontali). In generale i metodi per scorrimento richiedono una accurata regolazione della superficie del terreno e delle sue pendenze, corpi d'acqua relativamente abbondanti (per lo più da 30 a 200 ed oltre l/s) con conseguente possibilità di riduzione dell'orario di adacquamento, ed una manodopera molto specializzata nel governo dell'acqua (manovre delle paratoie, tempestività nella sospensione dell'adacquata, pronte riparazioni nelle alterazioni della sistemazione, ecc.); l'efficienza degli adacquamenti è generalmente bassa. I metodi di irrigazione per scorrimento si prestano soprattutto bene alle colture foraggere, specialmente se permanenti, ed in genere per colture abbastanza resistenti ai marciumi del colletto e radicali, resistenti all'azione dell'acqua fluente, che non richiedano modifiche della superficie del terreno, la quale deve rimanere sempre più vicino possibile a quella piana, nei casi in cui non si temano fenomeni di erosione, particolarmente facili con i corpi d'acqua che si richiedono per questi metodi.

Anche con l'irrigazione per scorrimento si possono distinguere applicazioni più estensive (metodo per fossatelle orizzontali, non rettilinee, seguenti tendenzialmente le curve di livello in terreni con sensibile pendio, per pascoli o prati permanenti), applicazione a campi di dimensioni più o meno ampie (p.es. spianate di 100-

150 × 40 m circa) sino alle più accurate sistemazioni ad ala semplice o doppia, la cui perfezione tecnica è massima nel caso delle marcite della Lombardia, in cui l'irrigazione è effettuata col duplice scopo termico d'inverno (irrigazione con tinua) e di rifornimento idrico d'estate (irrigazione discontinua).

Con tutti i metodi per scorrimento, in genere, si rilevano elevatissimi consumi di acqua ad una bassa efficienza dell'irrigazione, ma si possono raggiungere costi minimi di distribuzione dell'acqua (almeno se riferiti alla superficie irrigata); lo sgrondo invernale dell'acqua è sempre efficiente con queste sistemazioni, aventi carattere permanente. Lievi, in generale, possono essere gli ostacoli alla meccanizzazione, soprattutto sulle spianate.

Le tendenze moderne sono decisamente a sfavore dell'irrigazione per scorrimento quando questo è effettuato sia a fossatelle orizzontali, che sulle costose sistemazioni ad ala (semplice o doppia che sia); per queste ultime costa non solo la sistemazione, ma molto anche l'esercizio. Solo le « marcite » lombarde, per il loro elevato grado di perfezione sistematoria e per il loro particolare scopo, resistono seppure con difficoltà all'evolversi dei tempi. In zone in cui l'acqua abbonda ed ha un basso costo, ma dove invece è alto il costo della monodopera e specialmente se prevalgono i prati, resiste bene, anzi è tendenzialmente preferita l'irrigazione per scorrimento su spianata, sistemazione molto versatile (si presta p. es. anche alla temporanea sovrapposizione della sistemazione a solchi) e perfettamente compatibile con le esigenze di ampiezza dell'unità colturale e di meccanizzazione tipici di un'agricoltura ad alta produttività del lavoro umano.



METODO PER INFILTRAZIONE DA ADACQUATORI

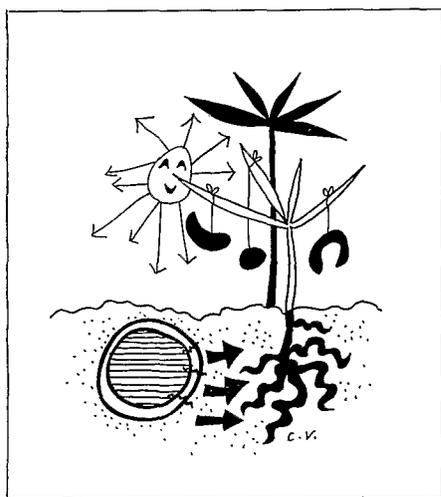
Nei casi di irrigazione per infiltrazione da adacquatori, l'acqua viene distribuita sulla parcella irrigua mediante solchi, che quando sono accuratamente sagomati, come è possibile nelle colture poliennali ed in determinati tipi di terreno, prendono l'aspetto di veri e propri fossi o canali in terra; dai solchi o fossi l'acqua passa per infiltrazione nella terra circostante nella quale si diffonde. Nei terreni molto sabbiosi ma con sottosuolo poco permeabile l'acqua può essere lasciata infiltrare anche dalle scoline (o fossi) che fiancheggiano l'unità colturale, nel qual caso si è in presenza di una forma di transizione verso la subirrigazione.

I metodi per infiltrazione da adacquatori sono particolarmente idonei per colture seminate o piantate in file sufficientemente distanti (non meno di 60 cm circa), come colture sarchiate, piante arboree ecc. specialmente se sono soggette a malattie in seguito al diretto bagnamento del loro piede con un eccesso di acqua (marciumi del colletto ecc.). Il sistema va anche bene per colture seminate a file più fitte od a spaglio, purchè i solchi o fossi vengano effettuati a sufficiente distanza tra loro, onde permettere l'agevole esecuzione dei lavori, soprattutto se effettuati a macchina; in questo caso è bene che la distanza tra i due solchi o fossi (porca) sia pari alla larghezza di lavorazione delle macchine o ad un suo multiplo. Con questi metodi risulta anche facile lo sgrondo dell'acqua invernale. Il corpo d'acqua per solco o per fosso utilizzato per l'infiltrazione da adacquatori è normalmente abbastanza basso e può scendere in certi casi sino a valori minimi di 0,5-2 l/s; per lo più si aggira tra i 5-10 l/s, ma può raggiungere i 20-25 l/s e persino i 50 l/s (terreni ghiaiosi del Veneto). L'immissione dell'acqua nei solchi adacquatori è spesso realizzata frazionando in parti eguali per più solchi il corpo d'acqua dispensato, cosa che rende il metodo più facilmente adattabile a situazioni pedologiche e topografiche diverse. Un metodo già da tempo diffuso con successo soprattutto negli Stati Uniti d'America,

consiste nell'immettere l'acqua nei singoli solchi mediante l'impiego di sifoncini; questo criterio, che richiede una dotazione di sifoncini non eccessivamente costosa, permette di ridurre notevolmente le portate per solco (p. es. a 0,5-1 l/s) e di irrigare così campi molto lunghi (p. es. alcune centinaia di m) e con pendenza apprezzabile, mentre l'impiego di manodopera è resta molto modesto.

Il volume delle adacquate è generalmente inferiore a quello realizzabile con altri metodi; per questa ragione il metodo per infiltrazione laterale è molto diffuso nei paesi con modeste risorse idriche ed è stato tradizionalmente portato a perfezione nei Paesi mediterranei, soprattutto sotto l'influenza della civiltà araba. La lunghezza dei solchi è molto variabile; più i solchi sono corti più è facile regolare, seppure limitatamente, il volume dell'adacquata; più i solchi sono lunghi meno uniforme è la distribuzione dell'acqua lungo il solco. Si usano in generale solchi più corti per i terreni a maggiore pendio e soprattutto per le colture orticole; quando il solco è molto corto (p. es. 3-5 m) e largo e le piante sono disposte sugli arginelli, il metodo degenera in metodo a sommersione. In ogni caso, nella scelta della lunghezza del solco vanno considerati la permeabilità del terreno ed il corpo di acqua che si intende applicare in ogni solco; più permeabile è il terreno più è opportuno usare corpi d'acqua relativamente ampi onde ridurre una eccessiva disformità di distribuzione entro il solco; quando la pendenza è forte occorre limitare notevolmente il corpo d'acqua onde evitare fenomeni di erosione e permettere al tempo stesso al terreno di assorbire una sufficiente quantità di acqua. Nell'irrigazione per infiltrazione da adacquatori, come in quella mediante scorrimento, l'immissione dell'acqua nel solco, o sulla superficie nel caso dello scorrimento deve essere sospesa prima che l'acqua giunga in fondo all'appezzamento, onde permettere che l'acqua ancora contenuta nei solchi, o alla superficie del terreno, possa procedere a valle bagnando il resto del terreno senza determinare inutili o pericolosi accumuli oppure perdite nelle scoline di acqua in eccesso in fondo all'appezzamento; se i solchi sono sufficientemente corti, tuttavia, e la pendenza è molto bassa, questo problema non esiste e si instaura una situazione analoga a quella della sommersione in aiuole.

Il problema fondamentale del metodo per infiltrazione da adacquatori sta nello stabilire la distanza tra i solchi, la quale dipende moltissimo dalla composizione granulometrica del terreno, dalla sua stratigrafia, dalla sua tendenza a spaccarsi e dalla coltura. Si possono verificare impacci, generalmente non grandi, all'operazione delle macchine.



GENERALITÀ SUI METODI PER INFILTRAZIONE LOCALIZZATA

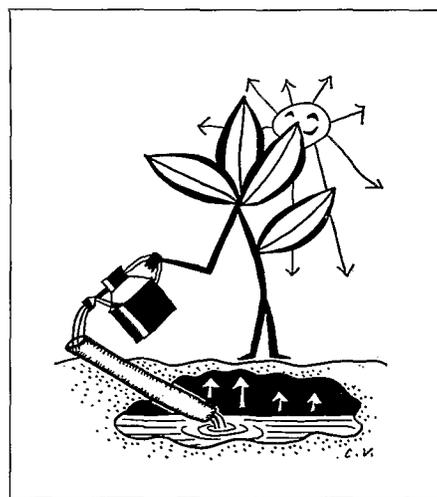
I metodi per infiltrazione localizzata contemplano l'installazione di una serie di tubi distributori, normalmente in plastica, disposti in parallelo lungo la fila delle colture sarchiate o di quelle arboree, eventualmente in doppia fila per queste ultime. Si possono avere impianti con tubi alla superficie del terreno o con tubi interrati nello strato esplorato dalle radici (subirrigazione capillare di Tournon); questo ultimo caso rappresenta un metodo di transizione rispetto alla subirrigazione vera e propria. L'acqua nei tubi si trova a pressione generalmente molto bassa (da 0,1 ad 1 atm secondo i tipi di impianto) e ne esce da appositi ugelli o gocciolatori (criterio applicato in Israele ed in Australia e studiato in Italia da Celestre col nome di irrigazione a goccia, o trickle irrigation degli Anglosassoni) opportunamente distanziati (per es. 1 m circa per colture erbacee ed in funzione della distanza di piantamento per quelle arboree); l'acqua può pure uscire più semplicemente da tagli longitudinali praticati nel tubo di plastica (criterio studiato in Italia da Tournon). La portata degli ugelli è molto bassa (p. es. 1-3 l/h); l'intensità media di irrigazione è sempre molto bassa (p. es. meno di 1 mm/h).

Questo metodo ha in comune con l'infiltrazione da adacquatori la caratteristica di lasciare infiltrare l'acqua nel terreno solo da determinate porzioni della sua superficie (rispettivamente solco continuo o « punti » di infiltrazione distinti) e perciò di non bagnare tutta la superficie del terreno. Ha in comune con l'irrigazione per aspersione la caratteristica di non implicare normalmente la saturazione costante del terreno alla superficie di infiltrazione e di permettere perciò una intensità di infiltrazione e cioè una portata di erogazione che può essere ridotta a piacere indipendentemente dalle caratteristiche del terreno. Questi metodi ancora poco diffusi e in parte ancora in fase sperimentale sono stati ideati mirando a fornire un'alimentazione idrica molto lenta ma molto prolungata (p. es. centinaia di ore) e

frequentemente ripetuta (p. es. ogni giorno) se non continua, (concetto di irrigazione permanente di Celestre (1)), riducendo fortemente le perdite per evaporazione dal terreno ed eventualmente quelle di percolazione. In definitiva, si mira a ridurre fortemente il consumo di acqua e, ciò facendo, si ottiene pure una notevole riduzione dell'azione dell'acqua sulla struttura del terreno e si eliminano i danni da erosione. L'impianto deve essere preferibilmente, se non necessariamente, fisso ma pone problemi nei riguardi delle operazioni di lavorazione al terreno, specialmente per le colture orticole, e di durata dei materiali e di intasamento degli ugelli (ci sono difficoltà con l'impiego di acque non limpide); sotto questi due ultimi aspetti, ma non per il primo, sembra più promettente il criterio del tubo fessurato sotterraneo (Tournon). In ogni caso si possono ancora incontrare problemi di convenienza economica. Si tende a diffondere questo metodo soprattutto nelle zone a clima semiarido od arido; buoni risultati sono stati ottenuti in Israele su peri, vite e pomodori, ma in genere non sicuramente su agrumi.

In una particolare versione il metodo si sta diffondendo sempre più e con successo nell'irrigazione delle piante in vaso (floricoltura) prodotte industrialmente in serra; da un tubo distributore in plastica si diramano sottili tubetti (ϕ interno 1 mm) con ugello terminale appoggiato alla superficie del terreno di ogni vaso.

Tutti questi sistemi si prestano molto bene, così come il metodo per aspersione, all'automazione.



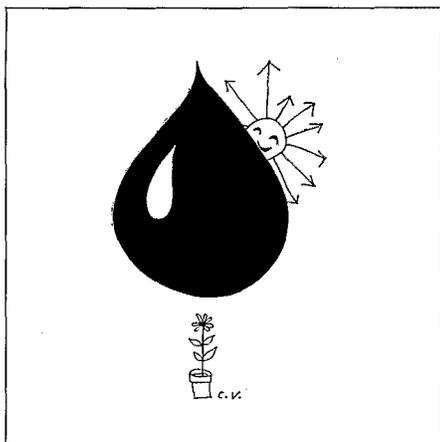
SUBIRRIGAZIONE

Il metodo per subirrigazione comprende applicazioni molto estensive ed applicazioni intensive. Le prime consistono nell'impinguamento di falde freatiche sino a farle risalire ad altezza tale che permetta di rifornire le piante coltivate in superficie. Il metodo è in uso sia in condizioni di agricoltura molto estensiva ove le condizioni pedologiche lo permettano ed immettendo l'acqua nelle falde attraverso canali, fossi, scoline (p. es. in terreni molto sabbiosi), pozzi assorbenti o superfici di spandimento, oppure utilizzando la normale rete dei canali di scolo delle acque invernali la quale d'estate può servire ad immettere acqua in maniera da stabilizzare il livello della falda onde non farla discendere oltre un certo livello (la cosiddetta irrigazione di « ristoro » delle bonifiche della valle Padana).

Nella sua forma più classica, intensiva, il sistema per subirrigazione è pochissimo diffuso; esso consiste nella somministrazione di acqua al terreno mediante un sistema di tubi costituiti da elementi giustapposti o da un'unica tubazione perforata, molto simili ai sistemi di drenaggio: gli stessi comuni sistemi di drenaggio per tubazione sotterranea possono servire per inviare d'estate l'acqua per la stessa via dalla quale essa è portata via d'inverno. In questa forma la subirrigazione presenta tutti i pregi ed i difetti già ben noti per i comuni sistemi di drenaggio ed è di applicazione molto rara.

Con la subirrigazione si incontrano in generale difficoltà ad assicurare l'impianto delle colture erbacee (semine e trapianti) in condizioni meteoriche piuttosto siccitose. Il metodo, tuttavia, permette spesso notevole riduzione dei costi di irrigazione e spesso è utilizzato quando si dispone nella stessa azienda di un più modesto e semplice impianto di irrigazione a pioggia che assicuri il buon esito delle semine.

(1) In realtà il concetto di irrigazione permanente (comunemente: continua) di Celestre è, secondo lo stesso A., più generale ed egli stesso lo applica per lo più anche all'irrigazione per aspersione a bassissima intensità, eventualmente con intermittenza.



GENERALITÀ SULL'IRRIGAZIONE PER ASPERSIONE

Il metodo di irrigazione per asperzione è in piena diffusione soprattutto da circa due decenni. I suoi rapidi sviluppi sono dovuti sia al progresso tecnico realizzato nella costruzione delle attrezzature che esso richiede (pompe e motori più efficienti, tubazioni più leggere e più facili da maneggiare, ecc.), sia dall'abbassamento dei costi di queste attrezzature, sia infine dal crescente costo della manodopera e perciò da ragioni economiche oggi vi si aggiunge anche la facile predisposizione all'automazione. Si omette qui ogni dettaglio sugli aspetti meccanici ed ingegneristici relativi alle strutture ed agli impianti di irrigazione a pioggia. L'irrigazione per asperzione richiede normalmente, almeno nell'ultimo tratto, la conduzione dell'acqua in condotta tubata (eccezioni si hanno solo nei casi di irrigatore direttamente inserito sulla pompa montata su trattore che pesca immediatamente in un vicino canale fiancheggiante l'appezzamento o in modernissimi impianti ad ali semoventi e pescanti in canale). Si distinguono impianti fissi (con tubazioni sotterrate, in superficie o aeree), semifissi (tubazioni fisse con idranti a cui si collegano le ali piovane), mobili e semoventi. Si distinguono impianti ad alta pressione (5-7 atm all'irrigatore), a media pressione (3-4 atm) ed a bassa pressione (meno di 2,5 atm). In base alla distanza a cui l'acqua è lanciata dall'irrigatore si distinguono irrigatori a lunga gittata (> 40 m), a media gittata (20-30 m) ed a corta gittata (sotto i 15 m circa); con gli impianti a lunga gittata si può temere la forza battente dell'acqua. In base all'intensità della erogazione sull'unità di terreno bagnato si distinguono irrigatori a pioggia intensa (10-15 mm/h o più), a pioggia di media intensità (7-5 mm/h) ed a pioggia lenta impianto fisso e bassa pressione è possibile effettuare l'irrigazione antigelo (o antibrina), effettuata in maniera continua e capace di mantenere intorno a 0° C la temperatura degli alberi (gemme, fiori).

In base all'inclinazione del getto si distinguono irrigatori a getto normale (p. es. circa 30° rispetto all'orizzontale)

ed a getto teso (p. es. circa 15°); questi ultimi sono necessari per la *irrigazione sottochioma* delle piante arboree (contrapposta alla comune *irrigazione soprachioma*). Negli impianti fissi le tubazioni sono generalmente sotterrate ma qualche volta, almeno nelle ultime diramazioni aeree e quindi non si ha alcun ostacolo al movimento delle macchine in superficie; negli impianti mobili o semi-fissi, l'ostacolo frapposto alla meccanizzazione è modesto e soprattutto limitato alla durata dell'adacquata. L'irrigazione a pioggia in linea di massima non richiede la sistemazione del terreno; per i terreni a bassa velocità di infiltrazione, tuttavia, e con impianti ad alta intensità di pioggia si possono avere sensibili fenomeni di ruscellamento con pericoli di ristagno di acqua od erosione ed è perciò necessaria una sistemazione sommaria del terreno; in altri casi, invece, è possibile irrigare anche su terreni in forte pendio senza alcuna sistemazione (pascoli, prati permanenti su terreni permeabili o di ottima struttura).

L'irrigazione a pioggia richiede investimenti di capitali molto variabili crescenti dagli impianti più semplici sino agli impianti fissi. I costi di esercizio pure molto variabili (utilizzo di cadente naturale o pressione ottenuta mediante impianto di pompaggio); essi si riducono generalmente passando dagli impianti mobili agli impianti fissi. L'irrigazione a pioggia solo teoricamente assicura una sensibile uniformità di distribuzione dell'acqua sulla superficie del terreno; in pratica le caratteristiche dell'impianto, la disposizione degli irrigatori sul terreno (disposizione in quadrato ed a triangolo e perciò lo *schema di avanzamento* delle ali piovane), la forma dell'area bagnata (circolare, quadrata, rettangolare), le imprecisioni della regolazione dell'impianto stesso, l'influenza del fogliame, specialmente per certe piante (mais), e soprattutto l'azione del vento a sua volta diversa per vari tipi di irrigatore, rappresentano importanti e spesso gravi cause di disformità di distribuzione dell'acqua. Con l'asperzione si possono utilizzare corpi d'acqua variabili (per es. 1-40 l/s); il volume di adacquamento si regola meglio che con ogni altro metodo. Nei terreni molto sabbiosi o che spaccano in poche, grosse e lunghe crepe, l'irrigazione a pioggia permette un risparmio di acqua, che però non si mette in evidenza nei casi più comuni. Con gli impianti a lunga gittata si notano in generale sensibili danni da costipamento (danni alla struttura del terreno) e danni alle colture più delicate; tali impianti si prestano meglio per pascoli e prati permanenti o per colture molto estensive. Gli impianti a gittata corta e bassa pressione evitano questi inconvenienti, specialmente se sono anche a pioggia lenta, ma costano di più (occorre una maggiore dotazione di tubi ed irrigatori o maggiori spese per spostamenti). Con la gittata corta, od anche media ma a getto teso e, negli arboreti, con l'irrigazione sottochioma si riducono alquanto le interferenze del vento.

L'irrigazione a pioggia si presta particolarmente bene per le zone collinari, per tutte le colture foraggere, colture

sarchiate, specialmente se a file piuttosto strette (per es. barbabietola), ecc.; il suo impiego è un po' meno diffuso per le colture orticole, almeno per certe di esse (va molto bene, per es. per il carciofo).

L'irrigazione per asperzione permette di aiutare la germinazione dopo le semine anche in terreni sistemati per l'irrigazione con altri metodi (specialmente se infiltrazione da adacquatori o subirrigazione, che non permettono di bagnare bene ed uniformemente lo strato più superficiale del terreno) e rende facilmente attuabile l'irrigazione di soccorso (su colture per le quali non era stata effettuata alcuna sistemazione del terreno, per es. per il frumento).

L'irrigazione a pioggia, ma non essa solo, permette di realizzare comodamente la fertirrigazione.

Allo stato attuale si notano rilevanti tentativi di innovazione nella concezione degli impianti di irrigazione a pioggia, miranti tutti a ridurre ulteriormente l'impiego di mano d'opera ed a favorire l'automazione degli impianti stessi. L'indirizzo più significativo di questa evoluzione negli U.S.A. è costituito dalle ali (su cui è montato un certo numero di irrigatori), semoventi ed incernierate e rotanti intorno al punto di presa d'acqua. Nell'U.R.S.S. si è invece evoluta l'ala gigante montata su trattore, che pesca in un fosso ed avanza mentre irriga; un impianto analogo è stato creato ed è commercializzato anche in Italia ed ha funzionato in Egitto; un analogo modello fabbricato in Francia ottiene un abbassamento dell'intensità istantanea di pioggia mediante la rotazione dell'ala. Un recentissimo modello italiano prevede una serie di analoghe ali rotanti (sospese a guisa di gru) ma su postazioni fisse dominanti ciascuna 1 ha. Non sono tutt'altro che sorpassati i tipi ad ala rotolante (rigida) a « rotoala » (ala in tubo di plastica da avvolgere su tamburo) e soprattutto le soluzioni di irrigatori montati su slitte rifornite da tubi di plastica.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel complesso l'enorme variabilità delle situazioni esistenti nei vari Paesi ed anzi nelle varie zone agrarie, differenti per condizioni sociali, ecologiche, politiche, climatiche, topografiche, geologiche, pedologiche, colturali, differenti per disponibilità idriche, per qualità dell'acqua, regime fondiario, ampiezza e forma delle unità colturali, viabilità, ecc. ammette ancora oggi la possibilità dell'adozione di metodi irrigui estremamente diversi, anche per una stessa zona. L'errore più grave sarebbe quello di standardizzare la scelta.

Non si deve dimenticare che in certe zone la disponibilità di acqua non è un fattore limitante e che quivi, già in passato, sono risultati vani gli appelli a risparmiare l'acqua; l'agricoltore ha invece cercato di risparmiare l'onere di manodopera ma anche il disagio ed il peso del lavoro dei campi anche a costo di sprecare l'acqua (p. es. le spianate piemontesi). In altri territori si verifica l'opposto e si è diffusa, p. es., nei terreni sabbiosi di Israele, soprattutto l'irrigazione per aspersione a bassa pressione ed oggi si insiste sull'irrigazione a goccia. In molti Paesi, e non necessariamente tra i meno sviluppati, c'è ancora molta manodopera che gravita con basso reddito di lavoro sull'agricoltura e l'irrigazione di superficie, specialmente quella per infiltrazione da solchi, resta qui ancora uno dei criteri più saggi da adottare. Il metodo dell'infiltrazione da solchi, del resto è quello che, dopo la sommersione più strettamente e tipicamente legata alla coltura del riso, resta ancora tra i più diffusi nel Mondo ed è il più importante nei climi caldo-aridi e per le colture orticole. Non si dimentichi, infine, che negli stessi Stati Uniti questo metodo pur con ogni accorgimento per ridurre le spese di manodopera (p. es. adottando campi molto lunghi e con l'impiego di sifoncini) è ancora tra i più diffusi nei terreni in piano, dove è preferito all'aspersione per i costi di impianto di quest'ultima.

Circa l'irrigazione a pioggia, gli impianti mobili ed a bassa pressione restano ancora molto utili, convenienti e comodi per le piccole aziende delle ventose pianure costiere mediterranee, specialmente se il numero di adacquamenti richiesto per stagione irrigua non è grande (p. es. per bietola da zucchero, per carciofo, ecc.), il che permette di limitare anche le spese di investimento. Nelle medie aziende a prevalenti colture annuali specialmente se organizzate con unità colturali (campi) non molto larghe (p. es. 30 m), è particolarmente frequente l'impiego di irrigatori a media pressione, che permette di irrigare bene e senza molte limitazioni campi siffatti. Soprattutto nelle più grandi aziende ad ampie superfici destinate ad una stessa coltura, meglio ancora se con campi anche molto larghi (p. es. non meno di 80 m) eventualmente di forma quadrata (lato p. es. sino a 500 m) ed in condizioni economiche che permettano più o meno forti investimenti di capitale ed esigano la massima riduzione della manodopera,

così come spesso si verifica in ogni Paese p. es. per la foraggicoltura a prati o ad erbai che sia, trovano più frequentemente condizioni ottimali di applicazione gli impianti di aspersione a lunga gittata ed alta pressione e soprattutto i moderni giganti ad ali semoventi. Indispensabile è il ricorso agli impianti fissi a pioggia lenta e bassa pressione ove si richieda all'irrigazione la possibilità di impiego come antibrina.

La convenienza all'automazione degli impianti restringe ovviamente la scelta ai metodi per aspersione (impianti fissi e ad ali rotanti intorno o su postazioni fisse) e per infiltrazione localizzata, escludendo gli altri metodi di superficie o di subirrigazione. Si tratta di criteri ed impianti di avanguardia, di sicuro avvenire, e del massimo interesse anche per il progettista e per l'industria ma che non possono togliere la preminenza ai grossi e spesso preoccupanti problemi socio-economici legati ai metodi di irrigazione di superficie, che resteranno i più estesamente applicati.

