

Le buone pratiche agricole per risparmiare acqua

Supplemento ad "Agricoltura" n. 5 - Maggio 2004
Direttore responsabile: Franco Stefani

Reg. Trib. di Bologna N.4269 del 30-03-1973
Progetto grafico e impaginazione: Editing srl, Milano
Stampa: Litosud srl, Roma

I supplementi di Agricoltura - n. 18 - 2004



I SUPPLEMENTI DI Agricoltura 18



Le buone pratiche agricole per risparmiare acqua



Le buone pratiche agricole per risparmiare acqua



Testi di **PAOLO MANNINI** - Consorzio di Bonifica di 2° grado per il Canale Emiliano-Romagnolo

A cura di **PAOLO PIRANI** - Direzione Generale Agricoltura - Regione Emilia-Romagna

Indice

Prefazione, di Giancarlo Cargioli	pag.	4
Premessa, di Paolo Mannini	pag.	5
SCENARIO NAZIONALE E REGIONALE	pag.	9
L'irrigazione in Italia	pag.	10
L'irrigazione in Emilia-Romagna	pag.	13
Prelievi e usi dell'acqua in Emilia-Romagna	pag.	19
Prelievi d'acqua e subsidenza del territorio	pag.	24
TECNICHE DI ARIDOCOLTURA	pag.	29
Tecniche colturali	pag.	30
Aratura	pag.	31
Lavorazioni superficiali	pag.	34
Sistemazioni superficiali dei terreni	pag.	36
Lotta alle infestanti	pag.	40
Inerbimento interfilare dei frutteti	pag.	42
I frangivento	pag.	46
La pacciamatura	pag.	50
SCELTA E GESTIONE DELLE COLTURE	pag.	55
Scelta della specie	pag.	56
Scelta della varietà	pag.	64
Scelta del portinnesto	pag.	67
Scelta dell'epoca di semina	pag.	72
IRRIGAZIONE E BILANCIO IDRICO	pag.	77
Irrigazioni bilanciate	pag.	78
La pioggia	pag.	85
L'evapotraspirazione	pag.	87
La falda superficiale	pag.	94
Compilazione di un bilancio idrico	pag.	97
Il sistema IRRINET	pag.	99
Il tensiometro	pag.	102
Limitazione dell'acqua nel ciclo colturale	pag.	104

METODI E SISTEMI IRRIGUI	pag. 115
Usa efficiente degli impianti	pag. 116
Irrigazione per asperione	pag. 120
Asperione con barre ad alta efficienza	pag. 128
La microirrigazione	pag. 130
Il programma TECNIRRI	pag. 145
Irrigazione a scorrimento	pag. 147
La sommersione	pag. 154
RIUSO IRRIGUO DELLE ACQUE REFLUE	pag. 159
Problemi e limiti	pag. 160
RISPARMIO IDRICO SUL TERRITORIO	pag. 167
Conservazione dell'acqua consortile	pag. 168
La politica contributiva	pag. 175

© Copyright Regione Emilia-Romagna - Anno 2003

Foto di copertina: Archivio CER; Diateca Agricoltura; Samaritani

Distribuzione: Redazione "Agricoltura" - Viale Silvani, 6 - 40122 Bologna
Tel. 051284289 -284681- 284701 - Fax 051284577
e- mail: agricoltura@regione.emilia-romagna.it

PREFAZIONE

In Emilia-Romagna l'agricoltura rappresenta, con 1.400 milioni di metri cubi utilizzati ogni anno, il settore di maggiore consumo di risorse idriche. Questo dato, se messo in rapporto al quantitativo totale dell'acqua utilizzata in regione, pari a circa 2.125 milioni di metri cubi, incide per circa il 66%, contro il 23% del settore civile e l' 11% del settore industriale. In uno scenario generale nel quale i cambiamenti climatici provocano una maggiore irregolarità delle piogge, si accentuano così i problemi ambientali sui corsi d'acqua naturali e le falde sotterranee si abbassano con ingresso di acqua salata e subsidenza.

Nel momento in cui, a tutti i livelli istituzionali, si dibattono, si progettano e si realizzano strategie per l'uso sostenibile delle risorse, anche il mondo agricolo, che pure utilizza acqua "per mangiare", deve impegnarsi per un uso sempre più razionale e oculato di questa preziosa risorsa.

Anche in agricoltura, come negli altri settori produttivi e nel settore civile, il risparmio non è il frutto di una singola azione, ma di strategie diverse integrate fra di loro, perciò, nel quadro della progettazione, concertazione ed approvazione del "Piano di tutela delle acque", sono molteplici le azioni operative che la Regione ha avviato nel settore agricolo.

Da un punto di vista strutturale si va dal miglioramento e dall'estensione dell'efficienza delle reti irrigue, alla sostituzione di vecchi impianti d'irrigazione aziendale con altri a maggiore efficienza irrigua; da progetti per il riuso delle acque reflue da depuratore, allo sviluppo di azioni di ricerca e sperimentazione sul risparmio idrico.

Quest'ultima attività, realizzata su finanziamento regionale, prevalentemente dal Consorzio di bonifica di secondo grado per il Canale emiliano romagnolo, ha consentito di ricavare una grande quantità di dati sperimentali, di provare diverse tecnologie, di produrre modelli e indicazioni per la gestione ottimale dell'apporto irriguo che sono alla base di tante diverse attività dimostrative e di assistenza tecnica.

La pubblicazione di questo supplemento di "Agricoltura", interamente dedicato al risparmio idrico, da una parte vuole sintetizzare e divulgare i risultati della gran mole di lavoro fin qui realizzato; dall'altra intende contribuire ad aumentare la sensibilità culturale degli addetti sul tema della sostenibilità ambientale nell'uso dell'acqua.

A beneficio non solo dell'agricoltura, ma di tutta la società.

GIANCARLO CARGIOLI
Responsabile del Servizio Sviluppo
Sistema Agroalimentare
Regione Emilia-Romagna

L'acqua, risorsa naturale, è un bene prezioso la cui carenza rischia di diventare un grave problema a livello planetario. La scarsità della risorsa idrica è ovviamente sentita in maniera molto diversa nei vari paesi del mondo ed assume caratteristiche drammatiche per molti di essi.

Anche nei Paesi meglio dotati d'acqua il problema comincia a manifestarsi sempre più frequentemente, sia per l'incremento della domanda d'acqua potabile, industriale ed irrigua, sia per i problemi derivanti dalla sempre maggiore irregolarità delle piogge provocata, è ormai certo, dal cambiamento climatico in corso.

La qualità dell'acqua sta progressivamente peggiorando, con la conseguente indisponibilità per molti utilizzi, inoltre, molto più frequentemente di quanto si creda, si assiste a ripercussioni negative sull'ambiente causate dall'eccessivo prelievo della risorsa.

In Emilia-Romagna il problema della scarsità d'acqua è molto meno grave che nelle regioni meridionali ed insulari, ma anche da noi esistono territori con risorse idriche limitate e gli eccessi di prelievo dai fiumi e dalla falda, mostrano danni sull'ambiente. L'eccezionale siccità del 2003 ha fatto vedere anche ai più scettici, l'incertezza della disponibilità idrica alla quale è soggetta anche la nostra regione.

L'agricoltura emiliano-romagnola preleva il 66% dell'ammontare dell'acqua complessivamente attinta, dai fiumi e dalle falde e quindi entra spesso in competizione per l'uso della risorsa con gli altri settori produttivi e civili.

Il notevolissimo volume d'acqua impiegato in irrigazione fa guardare oggi con maggiore attenzione alla razionalità del suo impiego

ed alla necessità di migliorare l'efficienza di tutti gli utilizzi della risorsa idrica.

LA TUTELA DELL'ACQUA

Si parla oggi sempre più frequentemente di risparmio, di uso oculato, di uso razionale e di salvaguardia quantitativa della risorsa idrica, tutti termini che convergono, suppergiù, nella necessità di porre maggiore attenzione nell'uso dell'acqua, certamente nessuno prevede che essa non debba essere impiegata, specie se presente in quantità abbondante.

Comunemente per **risparmio idrico** si dovrebbero intendere tutte le modalità di minor uso dell'acqua assieme a quelle di riutilizzo delle acque reflue.

Occorre perciò giungere ad una maggiore efficienza, per ridurre la necessità di reperimento e accumulo di ulteriori risorse idriche, ed al riuso per trasformare quello che sarebbe un "rifiuto" spesso - almeno parzialmente - dannoso per l'ambiente, in una nuova risorsa, capace di rendere disponibili acque più pregiate per gli usi potabili.

L'applicazione di modalità di risparmio idrico non implica necessariamente irrigazioni insufficienti per il raggiungimento della massima resa, ma una gestione dell'acqua capace di far avere una migliore efficienza, rendendo massime le rese con minori quantitativi d'acqua.

In condizioni di elevato costo economico od ambientale dell'acqua (per esempio se il suo prelievo determina la subsidenza del territorio), le modalità di risparmio idrico dovrebbero essere ancora più incisive, portando anche ad una riduzione della resa, economicamente non vantaggiosa per l'azienda agri-

cola, ma utile per l'ambiente e quindi per la collettività.

Come si è detto la tutela della risorsa idrica non può identificarsi con il non consumo, infatti, se ci si impone di non usarla mai, non è più una risorsa, l'acqua va perciò consumata, anche se oculatamente.

CAMBIARE LA MENTALITÀ PER UN USO ETICO DELL'ACQUA

L'acqua è una risorsa non rinnovabile e quella irrigua somministrata alle piante, torna disponibile sotto forma di pioggia dopo che l'evaporazione e la traspirazione la riporteranno nell'atmosfera a mò di vapore acqueo come l'acqua utilizzata nelle nostre case torna al fiume attraverso gli scarichi: in ambedue i casi, purtroppo non torna nelle condizioni originarie e quindi non sarà più del tutto utilizzabile.

Questa filosofia "sull'utilizzo razionale dell'acqua" non indica però un criterio univoco con cui operare: alcuni riconducono il ragionamento a quello dei costi-benefici di stampo puramente economico, altri ad un'estrema rigidità d'ordine ambientale che non tiene conto delle esigenze di sviluppo economico del territorio; probabilmente, come al solito, il giusto comportamento sta a metà, deve cioè unire insieme le contrastanti esigenze in un non meglio definibile "uso sostenibile della risorsa idrica".

In definitiva, nella realtà della nostra regione, si è alla presenza di una discreta quantità di risorse idriche disponibili, ma esse non sono mai completamente sufficienti per esaurire i fabbisogni, anzi nelle annate meno piovose si assiste a problemi di disponibilità ed a competizione per il loro utilizzo. Questi

PREMESSA

segnali devono rendere tutti consapevoli dei gravi problemi determinati dalla carenza d'acqua nel territorio e dei danni procurati dal suo uso indiscriminato.

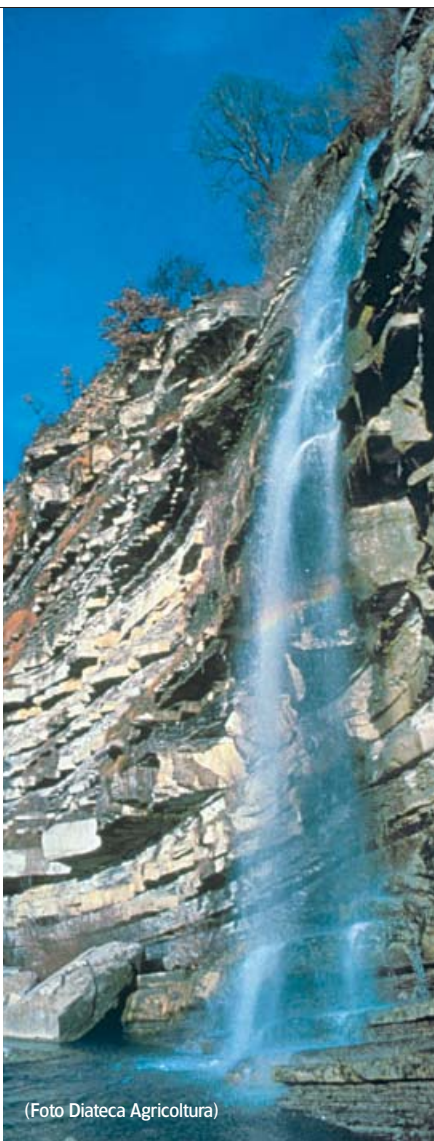
Occorre poi che dalla consapevolezza, si passi al cambiamento della mentalità di tutti gli utilizzatori dell'acqua ed in particolare di quelli irrigui, che dovranno adattarsi ad un uso più etico, basato, appunto, su concetti di impiego sostenibile della risorsa idrica.

Il cambiamento di mentalità sarà probabilmente lungo e complesso e deve essere iniziato al più presto, con azioni mirate ed incisive di informazione, stimolo e coinvolgimento degli utenti irrigui che dovranno applicare delle "regole di buona pratica irrigua".

ACQUA DA BERE E "ACQUA DA MANGIARE"

È anche indispensabile però che tutti comprendano l'estrema importanza dell'irrigazione come fondamentale fattore produttivo capace di incrementare le produzioni e la loro qualità, di ridurre i costi per unità di prodotto, di difendere l'agricoltore dall'incertezza delle piogge, di stabilizzare le rese tra le annate, di introdurre, infine, colture pregiate più redditizie e di maggior qualità. Non è ancora entrata nella consapevolezza di molti che, in certi territori, senza irrigazione è impossibile fare agricoltura o che in altri, è impossibile coltivare certe specie o che senza acqua irrigua molte aziende agricole non sarebbero vitali e andrebbero soggette ad una riduzione di competitività sul mercato ormai globale.

Spesso studiosi, giornalisti o portatori di interessi ambientali, ricorrono ad una divisione molto rigorosa tra usi agricoli, usi civili ed usi industriali dell'acqua: senza



(Foto Dioteca Agricoltura)

considerare che tutti gli usi servono all'uomo e che è quindi l'uomo il vero consumatore di tutta quest'acqua.

Per quanto riguarda gli usi civili tutti riconoscono l'indispensabilità dell'acqua per bere, per lavarsi e per cucinare e recentemente sono iniziate delle campagne di sensibilizzazione all'uso parsimonioso dell'acqua domestica, solle-

citando: l'installazione di particolari diffusori nei rubinetti, di sciacquoni a volume differenziato, dell'uso della doccia piuttosto che della vasca da bagno. Si sconsiglia inoltre l'impiego dell'acqua potabile per l'irrigazione dei giardini, per il lavaggio delle strade e delle automobili.

Per l'agricoltura, viceversa, l'uso dell'acqua viene troppo spesso visto, da parte di persone di formazione non agricola, come un inutile spreco. Sarà capitato a tutti sentire:

- "Perché irrigare quando le produzioni sono eccedentarie e vengo-no buttate?";
- "L'irrigazione riempie d'acqua gli ortaggi che rispetto ad una volta non hanno più sapore!";
- "Guarda quell'agricoltore! Sta irrigando anche se il cielo è nuvoloso!".

Insomma, l'irrigazione è erroneamente considerata, da alcuni: inutile, dannosa, controproducente. Occorre, quindi, accelerare un cambiamento di mentalità da parte della collettività, facendo capire che mentre l'acqua domestica è "acqua da bere" quella irrigua è "acqua da mangiare": mentre si mangia una pera si consumano anche i 20-30 litri d'acqua, serviti alla sua produzione, per una fettina di carne i litri salgono a 800-1200 e per un'insalata di litri bisogna contarne almeno 50.

EFFETTI NEGATIVI DELL'USO ECESSIVO DELL'ACQUA

Normalmente all'irrigazione, o meglio al suo abuso, vengono addebitati alcuni effetti negativi sull'ambiente, riconducibili essenzialmente a:

- impatto sui corsi idrici naturali con danni alla flora ed alla fauna e alla qualità dell'acqua;

- rilascio di elementi nutritivi nelle acque superficiali e profonde (in caso di volumi eccessivi rispetto alle necessità);
- ingresso di acque saline delle falde costiere (in caso di prelievo sottosuperficiale superiore alla ricarica naturale);
- abbassamento del livello delle falde;
- subsidenza del territorio;
- indisponibilità della risorsa per altri usi alternativi;
- incremento dei consumi energetici;

In pratica questi effetti negativi non sono strettamente riconducibili alla tecnica irrigua, ma esclusivamente ad un prelievo esagerato o ad un uso sbagliato ed improprio.

In sostanza, quindi, l'irrigazione è una pratica indispensabile per l'agricoltura, ma da impiegare secondo una precisa programmazione ed equilibrio delle disponibilità d'acqua presenti sul territorio, secondo norme agronomiche e tecnologiche capaci di conferire alla tecnica la migliore efficienza possibile.

MODALITÀ D'USO EFFICIENTE DELL'ACQUA IRRIGUA

Moltissimi esperti hanno tentato un inquadramento generale o complessivo di tutte le possibilità di risparmio idrico o delle modalità d'uso efficiente delle risorse idriche in agricoltura. Dalle diverse analisi emerge una maggiore sensibilità per gli aspetti legati alle colture, da parte dei ricercatori agricoli, per quelli legati al miglioramento dell'efficienza di alcuni sistemi e metodi irrigui, per gli studiosi delle tecnologie irrigue o, ancora, per gli aspetti legati al miglioramento delle opere di estrazione, accumulo e distribuzione dell'acqua, se l'analisi è fatta da ingegneri

ri idraulici.

Tutti rilevano però che “per risparmiare acqua non esiste un'unica soluzione, ma un insieme di strategie che se integrate tra loro permettono, nel complesso, il conseguimento di buoni risultati”.

In effetti, puntare su una singola azione di risparmio idrico non consente, di solito, di ottenere risultati incisivi. Ad esempio, l'introduzione degli impianti ad asperzione in sostituzione dell'irrigazione per scorrimento, determinerà risultati marginali se non è accompagnata da un cambiamento della distribuzione consortile, da una fase di assistenza tecnica agli agricoltori per introdurre nuovi criteri sui tempi ed i volumi di irrigazione, da mutamenti indotti dal nuovo metodo irriguo nella normale tecnica colturale.

Come più avanti verrà illustrato le strategie sono numerose, molto articolate e connesse tra loro; in senso generale si possono applicare azioni volte a:

- invaso di risorse idriche con la costruzione di dighe, laghetti collinari, invasi aziendali, ecc. capaci di accumulare l'acqua nei periodi in cui è largamente disponibile e per consentirne l'impiego in quelli aridi;
- tecniche di risparmio idrico e di incremento dell'efficienza come le tecniche di aridocoltura, la scelta di sistemi irrigui efficienti ecc.
- riuso delle acque già usate, che altrimenti andrebbero perse ai fini irrigui, come quelle scaricate dai depuratori civili, dalle industrie, dalle attività agroindustriali o di drenaggio dai terreni a seguito di importanti eventi meteorici.

Sotto il profilo della loro posizione le azioni di risparmio idrico possono essere distinte in:

- risparmio idrico nell'azienda agricola, con tecniche di gestione aziendale dei terreni e delle colture, capaci di ridurre le perdite o l'impiego d'acqua. Allo stesso modo la scelta di metodi e sistemi irrigui efficienti, il loro impiego razionale ed oculato, la corretta scelta del momento e del volume di irrigazione e la riduzione delle perdite di trasporto idrico aziendale, avranno benefici effetti sull'economia aziendale e generale.

- risparmio idrico nel territorio: per ridurre le perdite di trasporto dell'acqua dalla fonte idrica all'azienda agricola, per il recupero di acque reflue e di scolo ad uso irriguo, per realizzare opere capaci di captare ed accumulare risorse idriche nei momenti di esubero. Altre azioni serviranno per disincentivare i consumi eccessivi mediante un'appropriata politica di suddivisione delle spese e per la diffusione di informazioni tecniche agli utenti irrigui per il migliore uso dell'acqua; talvolta chiamate azioni “immateriali” (educazione al risparmio idrico, informazioni tecniche irrigue, divulgazione dei risultati sperimentali, indicazioni alle aziende agricole sul momento di intervento irriguo ottimale, politica contributiva), per distinguerle dalle azioni materiali, per le quali è necessario costruire opere, acquistare impianti efficienti, effettuare gestioni razionali ecc.

Molte delle azioni alle quali si è ora accennato sono illustrate nel volume, limitandosi a quelle meglio attuabili e tralasciando talvolta, per semplicità, tutte le variazioni che l'introduzione di una tecnica o di un comportamento implicherebbero a catena sulle altre.



(Foto Samaritani)



Scenario NAZIONALE e REGIONALE

Il territorio italiano, pur con le sue vistose differenze tra Nord e Sud, è caratterizzato da una discreta piovosità con presenza di risorse idriche che sarebbero sufficienti per tutti gli usi, se fossero gestite ed impiegate in maniera oculata ed efficiente.

Purtroppo, invece, sempre più frequentemente si presentano fenomeni di grave carenza idrica che provoca competizione tra le diverse utilizzazioni, disagio per la popolazione e difetto di sviluppo economico del territorio soggetto a crisi.

Il risparmio idrico che si può avere con l'uso oculato e corretto dell'acqua, diventa perciò una delle strategie indispensabili per eliminare od alleviare questi aspetti negativi, oltre che attenuare l'impatto ambientale causato da un eccessivo prelievo d'acqua dai fiumi e dalle falde sotterranee.

L'agricoltura è il settore che richiede i maggiori quantitativi d'acqua, che vengono principalmente impiegati per l'irrigazione delle colture al fine di colmare gli insufficienti apporti di pioggia, durante il periodo estivo.

Una moderna agricoltura non può però rinunciare all'uso dell'acqua quale elemento indispensabile per stabilizzare ed incrementare rese e qualità delle produzioni, ma la razionalizzazione dell'irrigazione in tutti i suoi aspetti - dal trasporto sul territorio all'utilizzazione nell'azienda agricola - è ormai indispensabile per poter continuare a disporre di volumi d'acqua adeguati alle necessità.

Il primo passo per individuare le possibili modalità di risparmio idrico nell'agricoltura regionale, è quello di conoscere la quantità dei volumi idrici attualmente impiegati, le superfici delle colture sulle quali viene fatto il maggior ricorso all'irrigazione ed i metodi e sistemi irrigui adottati sul nostro territorio.

L'irrigazione in ITALIA

Dai dati nazionali relativi al 5° Censimento generale dell'agricoltura, si può tracciare un quadro sufficientemente attendibile della situazione dell'irrigazione in Italia.

SUPERFICIE E COLTURE IRRIGATE

I dati ISTAT rendono evidente che su una superficie irrigabile (vedi tab. 1) di 3.887.387 ettari ne sono stati effettivamente irrigati 2.467.763, con un rapporto superficie irrigata/superficie irrigabile pari al 63%. Le regioni col rapporto più elevato sono quelle del Nord Italia, indicando territori dotati sia di opere irrigue sia d'acqua disponibile.

Al Sud la situazione è diversa, con valori che scendono di alcuni punti percentuali, per la probabile conseguenza di dotazioni idriche insufficienti che hanno caratterizzato soprattutto le stagioni irrigue degli ultimi anni.

Nell'Italia centrale la situazione appare problematica, i valori scendono sotto il 50% ed anche l'Emilia-Romagna, con il 45% circa di rapporto tra superficie irrigata ed irrigabile, appare una regione nella quale le potenzialità irrigue non sono pienamente sfruttate.

La parzializzazione irrigua italiana, cioè il rapporto tra superficie irrigata e S.A.U. è solo del 19%, anche come conseguenza del fatto che l'irrigazione è praticata prevalentemente nelle pianure di cui l'Italia è povera.

Il gruppo colturale con maggiore superficie irrigata, rispetto alla propria SAU, è quello degli agrumi (Fig. 1): 113.600 ettari irrigati sui 132.500 presenti (86%), seguiti da ortive

(70%) e da patata (67%), dal mais (58%), dai fruttiferi (38%), dalla bietola da zucchero (36%), dalla soia (35%) e dalla vite (25%).

Tra le principali colture irrigate, il mais raggiunge una superficie irrigua di 622.000 ettari, seguito dalle foraggere avvicendate (267.000 ettari) dalle ortive e patata (217.000 ettari), dai fruttiferi (189.000 ettari), dalla vite (183.000 ettari) e dalla bietola da zucchero con 81.000 ettari.

Il frumento, che è la coltura con maggiore superficie coltivata in Italia (2.233.000 ettari) sarebbe stato irrigato nel 2000 sul 4% della propria superficie (99.500 ettari).

Il mais è soprattutto irrigato nell'Italia nord - occidentale (87% irriguo in Lombardia) gli agrumi lo sono, ovviamente, in quella meridionale (irrigui al 93-95 % in Sicilia e Basilicata).

Le superfici ad ortive vengono irrigate tra il 60 e l'80% delle superfici coltivate, con una discreta omogeneità in tutte le regioni del Paese.

I fruttiferi sono irrigati maggiormente in Trentino - Alto Adige (93%), in Veneto e in Friuli - Venezia Giulia (72%), in Basilicata (72%) e in Emilia-Romagna (61%).

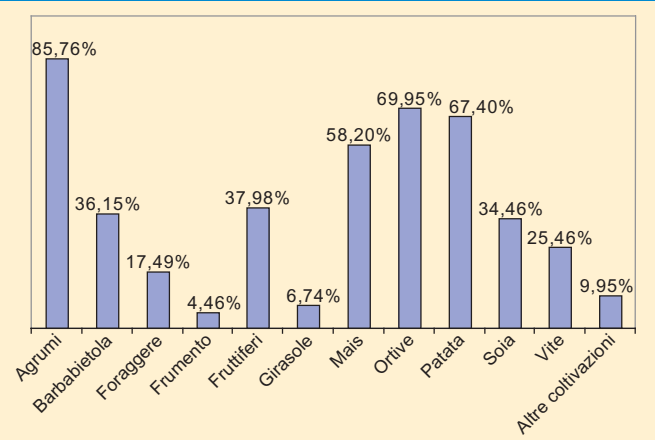
L'irrigazione della barbabietola è praticata soprattutto in Trentino - Alto Adige (96%), Sardegna (83%), Umbria (81%) e Campania (83%); la vite viene irrigata in particolare in Valle d'Aosta (54%), in Trentino - Alto Adige (67%) e in Puglia (62%).

Tali dati evidenziano come alcune colture, pur molto reattive all'irrigazione, non sono però irrigate negli ambienti ove l'acqua è disponibile in quantità limitata, costringendo gli agricoltori a irrigare solamente

Tab. 1- Anno 2000- Superficie (in ha) irrigata ed irrigabile nelle regioni italiane.

Regioni	Superficie irrigata	Superficie irrigabile	% irrigata/irrigabile
Piemonte	335.800	448.947	79,25
Valle d'Aosta	23.623	26.212	90,12
Lombardia	554.382	700.140	79,18
Liguria	7.191	11.244	63,96
Trentino-Alto Adige	57.768	61.774	93,51
Veneto	265.253	435.845	60,86
Friuli-Venezia Giulia	63.202	91876	68,79
Emilia Romagna	252.377	565.573	44,62
Toscana	47.286	111.603	42,37
Umbria	32.117	66.927	47,99
Marche	25.070	49.470	50,68
Lazio	74.052	150.088	49,34
Abruzzo	29.995	59.358	50,53
Molise	11.812	20.881	56,57
Campania	86.414	125.305	68,96
Puglia	248.814	389.617	63,86
Basilicata	42.325	80.640	52,49
Calabria	66.922	117.143	57,13
Sicilia	161.044	209.036	77,04
Sardegna	62.315	165.709	37,60
TOTALE	2.467.763	3.887.387	63,48

Fig. 1 - Anno 2000 - Rapporto tra superficie irrigata e SAU di ogni coltura in Italia.



le colture sulle quali le poche dotazioni idriche a disposizione, rendono massimo il reddito aziendale.

I METODI IRRIGUI ADOTTATI

Il censimento agricolo del 2000 ha evidenziato che il metodo irriguo più utilizzato in Italia (Fig.2) è quello ad aspersione o "a pioggia" (1.047.680 ha), seguito dallo scorrimento ed infiltrazione laterale (850.480 ha) e dalla goccia (290.700 ha) che, assieme alla microirrigazione (75.318 ha), raggiunge una superficie di notevole importanza (366.018 ha), portando l'Italia tra i Paesi nel quale questo metodo irriguo, tecnologicamente avanzato e potenzialmente capace d'alta efficienza irrigua, è maggiormente impiegato. Passando ad un'analisi più accurata, si può notare come l'irrigazione, in Italia, trova diversa forma d'applicazione secondo la zona geografica, in particolare si distingue: lo scorrimento nel Nord - Ovest compresa l'Emilia occidentale; l'aspersione nel Nord - Est e nella fascia adriatica che va dall'Emilia Romagna fino al Molise, oltre che in Sardegna.

Il metodo a goccia e microirriguo sono principalmente diffusi nel meri-

dione (in Puglia con oltre 143.000 ettari ed in Sicilia con quasi 62.000 ettari) ed al nord prevalentemente in Romagna, con quasi 38.000 ettari. Le tre aree sono accomunate dalla presenza di ampie superfici a frutteto ed ortive e da severe o gravi limitazioni della disponibilità d'acqua, spingendo i produttori ad adottare metodi d'elevata efficienza irrigua

proprio sulle colture ortofrutticole dove "la goccia" trova un ottimale adattamento.

Il metodo per aspersione richiede portate continue discrete e si adatta bene all'irrigazione delle grandi colture di pieno campo (mais, medica, prati polifiti, bietola da zucchero, ecc.) ed è maggiormente impiegato in Emilia-Romagna (162.500 ettari),

Fig. 2 - Anno 2002 - Superfici agricole irrigate con i vari metodi in Italia.

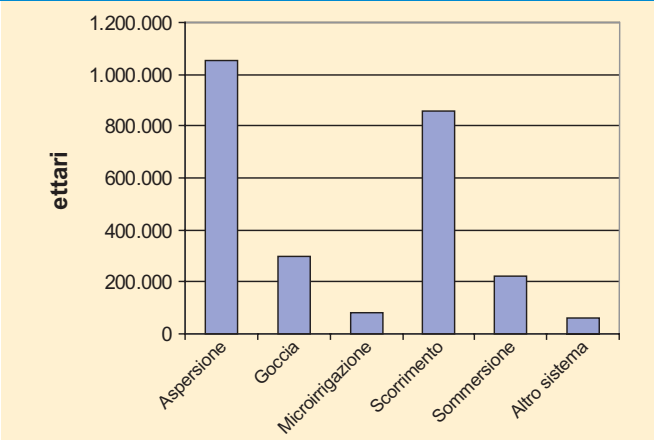
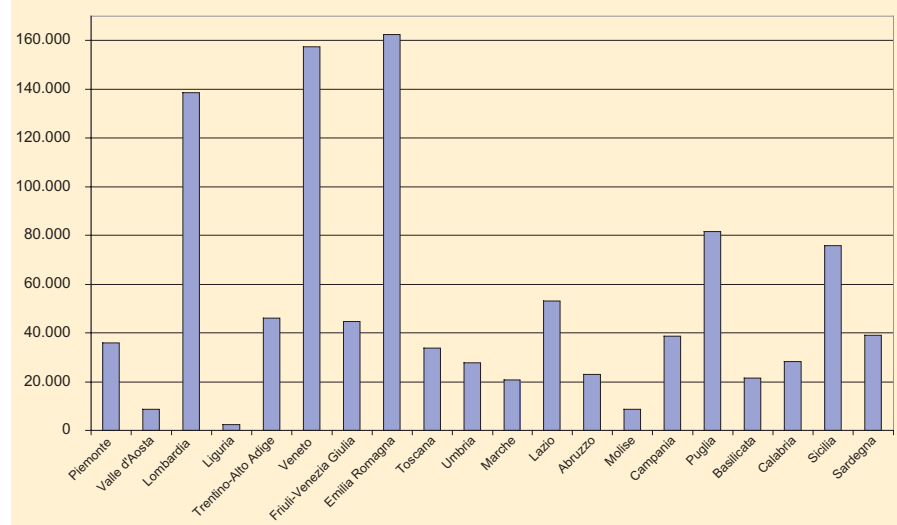


Fig. 3 - Anno 2000 - Superficie irrigata col metodo ad aspersione nelle regioni italiane.



Tab. 2 (fonte ISTAT) - Aziende con irrigazione secondo le principali coltivazioni irrigate (sup. in ettari).

COLTIVAZIONI IRRIGATE	ANNI DI CENSIMENTO			
	2000		1990	
	Aziende	Superficie irrigata	Aziende	Superficie irrigata
Granturco da granella	124.661	621.846,71	179.057	507.169,58
Patata	56.747	26.361,11	90.925	34.710,19
Barbabietola da zucchero	15.183	81.095,47	18.684	81.965,13
Girasole	2.519	14.219,77	3.841	18.537,29
Soia	11.843	78.127,50	40.250	201.083,36
Ortive	152.136	190.813,53	223.873	233.587,08
Foraggiere avvicendate	47.394	267.292,84	96.202	439.376,67
Vite	110.787	182.674,08	113.119	162.391,37
Agrumi	109.071	113.604,72	137.212	153.814,58
Fruttiferi	108.944	189.158,93	117.355	199.059,13
Altre coltivazioni	284.827	603.035,56	384.574	609.999,10
TOTALE		2.368.230,22		2.461.699,48

Veneto (157.500 ettari) ed in Lombardia (138.500 ettari) dove tali colture sono più presenti (Fig. 3). Lo scorrimento superficiale e l'infiltrazione laterale da solchi, sono metodi gravitazionali di bassa efficienza irrigua per i quali occorrono grandi volumi d'acqua disponibili, una fitta rete d'adduzione alle aziende agricole e superfici ben livellate e sistemate. Anche questi metodi si adattano alle grandi colture ed in particolare alle marcite lombarde, ai prati stabili della zona del parmigiano - reggiano, al mais, ecc.. La Lombardia con oltre 343.000 ettari è la regione con maggiore superficie a scorrimento superficiale, seguita dal Piemonte (211.500 ettari), dal Veneto (86.000 ettari) e dall'Emilia-Romagna (45.000 ettari).

In Campania (39.200 ettari) il metodo per infiltrazione è molto adottato sulle ortive in terreni sistemati per l'infiltrazione da solchi corti, sui quali la perizia degli operatori consente un'efficienza superiore a quella da solchi lunghi utilizzati nel nord-Italia.

La sommersione è il metodo impiegato quasi esclusivamente nelle risaie, in Piemonte su oltre 111.000 ettari ed in Lombardia con 89.500

ettari; Veneto, Emilia-Romagna e Sardegna risultano le altre tre zone di produzione risicola con circa 15.000 ettari complessivi coperti da tale metodo.

TREND DELL'IRRIGAZIONE NEGLI ULTIMI 20 ANNI

Rispetto al precedente censimento, effettuato nel 1990, è stato rilevato come per tutte le colture irrigue, ad eccezione di mais e vite, ci sia stata una diminuzione della superficie irrigata; i casi più evidenti riguardano le foraggiere avvicendate con una diminuzione del 40% e la soia dove il calo ha raggiunto addirittura il 60% (Tab. 2).

Per quanto attiene ai metodi irrigui impiegati l'ISTAT non fornisce l'andamento delle superfici nel tempo, ma solo il numero di aziende che hanno adottato i vari metodi.

Dalla tabella 3 risulta evidente come tutti i metodi irrigui, ad eccezione

della goccia, hanno subito una contrazione, che per la sommersione è vistosissima. Il dato seppure influenzato anche dal processo di allargamento delle superfici aziendali per assorbimento di alcune aziende in altre, evidenzia - assieme alla contrazione delle superfici irrigate di molte colture - la crescente difficoltà nel ricorrere all'irrigazione in conseguenza della sempre crescente carenza idrica che caratterizza ormai l'intero territorio nazionale.

I dati mettono però anche in rilievo che gli agricoltori, in conseguenza delle sempre più pressanti esigenze di risparmio idrico e della limitata disponibilità d'acqua in gran parte delle pianure italiane, stanno via via abbandonando i metodi irrigui a peggiore efficienza di distribuzione, a favore di quelli che, come la goccia, consentono irrigazioni con minore volume stagionale irriguo.

È anche visibile una netta propensione all'uso dell'acqua sulle colture a più alta redditività, abbandonando o limitando l'irrigazione delle colture caratterizzate da più bassa remunerazione dell'intervento irriguo.

La tendenza sembra anticipare ciò che molti economisti agrari stanno recentemente ipotizzando, in conseguenza delle direttive europee sull'uso delle risorse idriche, che costringeranno ad una corretta valutazione dei costi dell'acqua, agendo come più forte e veloce strumento di riequilibrio nel rapporto tra la disponibilità della risorsa ed il suo impiego.

Tab. 3 (fonte ISTAT) - Numero aziende secondo il sistema di irrigazione.

Sistemi di irrigazione	2000	1990
Scorrimento superficiale ed infiltrazione laterale	321.948	377.579
Sommersione	7.446	48.095
Aspersione (a pioggia)	333.213	583.183
Goccia	114.360	113.577
Altro sistema	31.371	26.164

L'irrigazione in EMILIA-ROMAGNA

Conoscere l'ampiezza delle aree soggette ad irrigazione e delle colture che meglio si giovano della pratica irrigua, rappresenta il punto di partenza di qualsiasi iniziativa di risparmio idrico a livello di territorio.

L'esame dei dati del censimento permette poi di conoscere i metodi irrigui più impiegati nelle varie aree regionali e la propensione verso l'irrigazione di alcune zone e di alcune colture rispetto ad altre.

L'insieme storico delle informazioni statistiche, pur dotate di una certa incertezza, permette poi di fotografare l'evoluzione nel tempo delle colture e delle tecniche irrigue, con la possibilità di individuare le linee di comportamento che determinano un'espansione o una contrazione delle esigenze idriche sul territorio.

SUPERFICIE IRRIGABILE ED IRRIGATA

I dati del censimento agricolo effettuato dall'ISTAT mettono in evidenza che, nella nostra regione, la superficie irrigabile - cioè quella coperta da impianti irrigui aziendali, dunque a prescindere dalla disponibilità d'acqua e dalla presenza di impianti consortili presenti sul territorio - è di circa 565.000 ettari e nel 2000 sono stati effettivamente irrigati circa 252.000 ettari, con un rapporto tra superficie irrigata e quella irrigabile pari quindi a circa il 45%.

La parzializzazione irrigua, cioè il



(Foto Bottau)

rapporto tra la superficie irrigata e la Superficie Agricola Utilizzata è di circa il 23%. Naturalmente, quasi il 90 % della superficie irrigata è riferita alla pianura e solo il 10% è presente nelle zone collinari e montane della regione.

Le province con maggiore superficie irrigata sono ovviamente quelle con maggiori superfici di pianura e con una buona rete irrigua (Fig.1): il massimo è a Ferrara con oltre 68.000 ettari irrigati ed il 38 % di parzializzazione irrigua, seguita da Piacenza con quasi 42.000 ettari irrigati (33%),

Reggio Emilia con oltre 29.000 ettari (27%), da Ravenna con 27.600 ettari (24%); da Parma con 26.600 ettari (20%), da Modena e Bologna con circa 23.500 ettari ognuna, e parzializzazione del 17% e 13% rispettivamente.

Infine, le province di Forlì-Cesena e Rimini hanno superfici irrigate di soli 10.000 e 1.800 ettari con parzializzazioni irrigue solo del 10% e del 6%; dati questi che evidenziano la cronica mancanza di risorse idriche disponibili a cui anche il recente ingresso del Canale Emiliano

Fig. 1 - Superfici irrigate ed irrigabili nelle Province emiliano-romagnole.

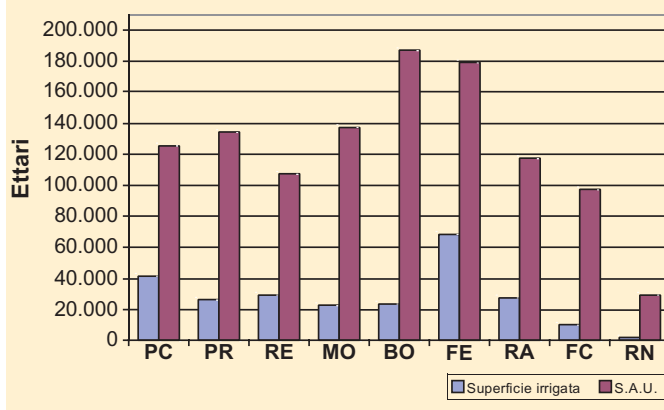
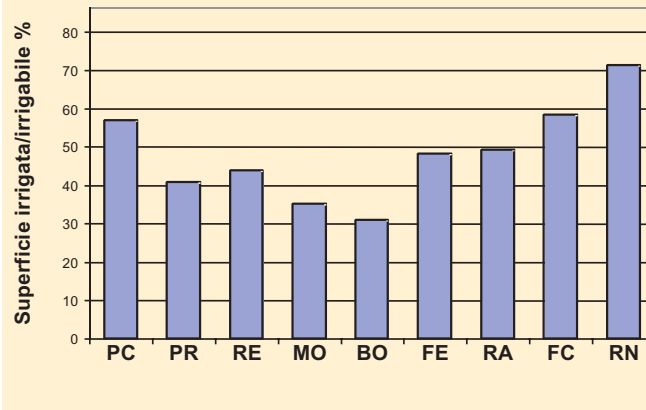


Fig. 2 - Rapporto tra superficie irrigata ed irrigabile nelle Province emiliano-romagnole.



Romagnolo nel forlivese - ma in carenza di adeguate opere di distribuzione secondarie - non ha ancora permesso di dare un'efficace risposta, come sempre più fortemente e giustamente richiesto dagli operatori agricoli locali. Recenti provvedimenti finanziari dello Stato consentiranno presto di migliorare la fruibilità dell'acqua anche in queste province. Esaminando il rapporto tra superfici effettivamente irrigate e quelle irrigabili, risulta evidente che, nelle due province romagnole si oltrepassa il 60%, denotando la maggiore esigenza

di risorse idriche e la massima propensione all'irrigazione (Fig.2). Nelle altre province della regione, la possibilità di irrigare viene meno sfruttata; in particolare Bologna ha fatto registrare il minore impiego delle potenzialità irrigue presenti, con il solo 31% di superficie irrigata su quella irrigabile. Bologna è, infatti, la provincia di confine tra le aree occidentali fortemente vocate alla zootecnia e nelle quali l'irrigazione è principalmente rivolta alle grandi estensioni di foraggere e quelle orientali, nelle quali l'ir-

rigazione è indirizzata sulle colture ortive e sui frutteti, in grado di massimizzare economicamente l'uso della risorsa. L'uso dell'acqua è quindi "frenato" dall'ampia presenza di cereali autunno-vernini e di colture come la bietola da zucchero, la cui remunerabilità ed incremento di resa dovuto all'irrigazione, non consentono un uso "economico" dell'acqua.

SUPERFICI IRRIGATE DELLE PRINCIPALI COLTURE

In Emilia-Romagna sono presenti quasi tutte le colture, sia quelle di

Fig. 3 - Superfici delle principali colture irrigate in Emilia-Romagna.

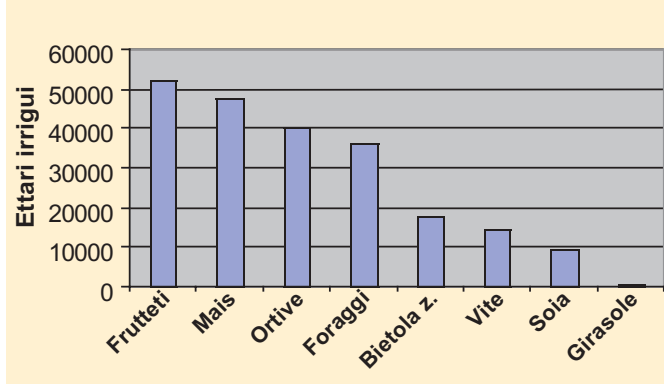


Fig. 4 - Parzializzazione irrigua delle principali colture.

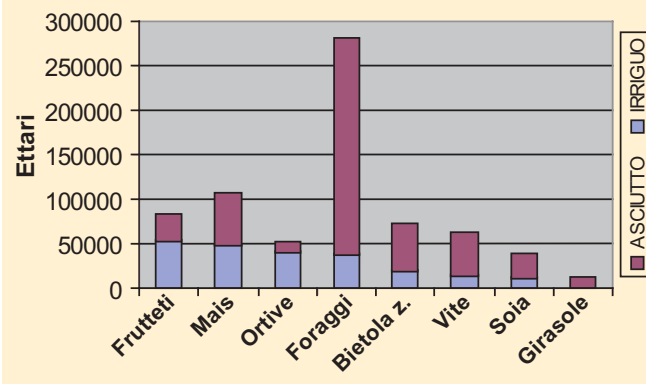
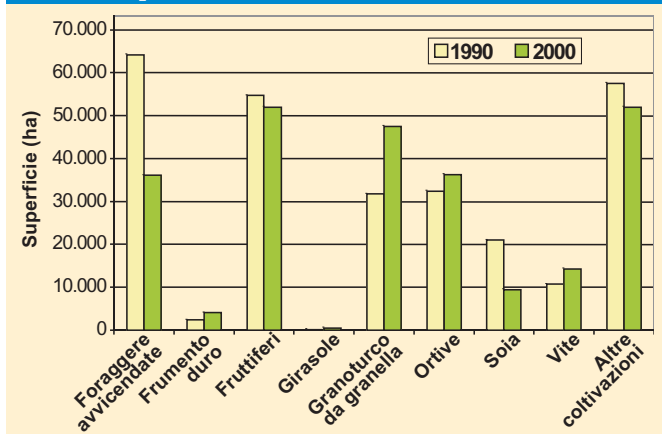


Fig. 5 - Confronto tra superfici delle principali specie irrigue nel 2000 rispetto al 1990.



tipo continentale sia quelle mediterranee; nel 2000, la maggiore superficie irrigata nella regione (Fig. 3) è stata quella a frutteto (52.000 ha), seguita da quella a mais da granella (47.500 ha), a ortive e patata (40.200 ha), a foraggiere avvicendate (36.200 ha) ed a bietola da zucchero (17.600 ha). Di un certo interesse risultano anche le superfici a vigneto irriguo che oltrepassano i 14.300 ettari.

Rispetto alla superficie totale di ogni coltura, la frazione irrigata (Fig. 4) risulta particolarmente elevata sulle ortive (82%), sui frutteti (64%) e sul mais (46%). La soia, la vite e la bietola da zucchero sono irrigate su circa un quarto della loro superficie, mentre per il girasole l'irrigazione è adottata su una superficie esigua, corrispondente al 5% della superficie complessiva della specie.

Nel 2000 la superficie irrigata in Emilia-Romagna è risultata inferiore di circa 22.000 ettari rispetto a quella del 1990; i dati "fotografando" l'agricoltura nell'anno 2000, risultano però influenzati dalla piovosità dell'annata che, in molte aree regionali, è risultata superiore a quella del

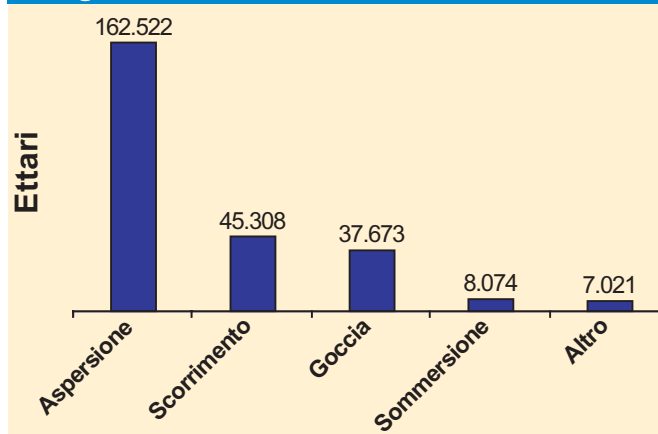
censimento precedente, con inevitabili piccoli errori di valutazione (Fig. 5).

Le foraggiere avvicendate, che erano il gruppo culturale con maggiore superficie irrigata, hanno accusato la massima contrazione (- 28.000 ha), la bietola da zucchero ha ridotto l'irrigazione su quasi 3.000 ettari, i frutteti hanno più o meno mantenuto la superficie irrigata (- 2.000 ha) nonostante la contrazione della loro superficie complessiva. Per contro, in dieci anni, alcune colture hanno espanso la loro superficie irrigata; il mais di circa 16.000 ha, le ortive di circa 3.000 ha, la vite di circa 3.500 ha.

Il trend della parzializzazione irrigua (rapporto tra superficie irrigata e complessiva della coltura) tra il 1990 ed il 2000, permette altre interessanti osservazioni: le ortive mantengono la loro elevata frazione irrigata sopra l'80% del totale, i frutteti passano dal 52% al 64% risultando sempre più irrigati; segno della tendenza tecnica verso nuovi impianti solo se sostenuti da disponibilità d'acqua e da un impianto irriguo fisso.

La vite passando dal 14% al 24% di

Fig. 6 - Superfici dei metodi irrigui impiegati in Emilia-Romagna.



superficie soggetta ad adacquamento risulta sempre più una coltura in cui l'irrigazione è vista come una tecnica capace di stabilizzare le rese e migliorare la qualità del vino. La bietola da zucchero incrementa leggermente la frazione di superficie irrigata, mentre tutte le altre colture erbacee di pieno campo registrano un peggioramento del rapporto: mais -6%, foraggiere - 5%, soia - 18%.

Tali dati regionali sono però la media di comportamenti molto diversi tra le province occidentali e quelle orientali: in particolare emerge che a Forlì-Cesena ed a Rimini, in conseguenza delle già descritte limitate risorse idriche disponibili, anche le colture con maggiore propensione irrigua risultano molto meno irrigate rispetto alla media regionale.

I METODI IRRIGUI IMPIEGATI

Il censimento agricolo del 2000 ha rilevato che la maggior parte delle aziende agricole regionali ha impiegato metodi per aspersione "a pioggia" (Fig. 6), con circa 162.500 ettari pari ad oltre il 64 % della superficie complessivamente irrigata.

RISPARMIO IDRICO / SCENARIO NAZIONALE E REGIONALE

Fig.7 - Aspersione: superfici irrigate (ha) per Provincia.

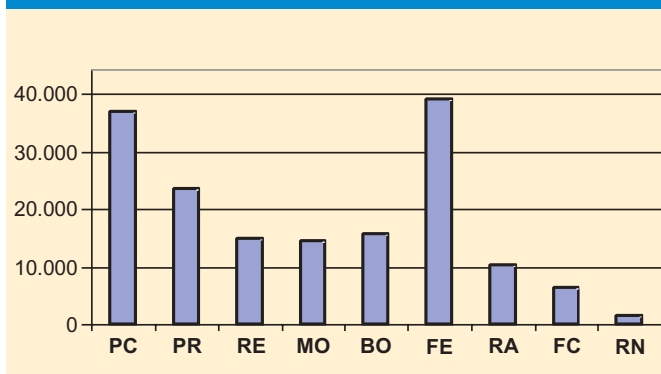
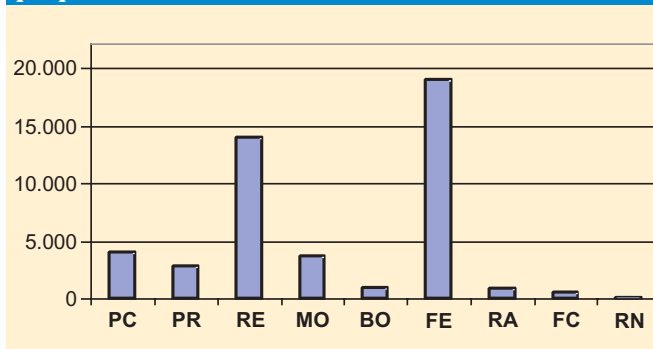


Fig. 8 - Scorrimento superficiale: superfici irrigate (ha) per provincia.



Lo scorrimento superficiale e l'infiltrazione laterale sono stati adottati su 45.000 ettari (18,0%) mentre i metodi irrigui localizzati a bassa pressione (goccia, spruzzo, manichette, ali gocciolanti), sono stati impiegati su oltre 37.500 ettari pari al 15% della superficie irrigata. Infine, la sommersione ha consentito l'irrigazione di 8.000 ettari di risaia (3,2%).

L'analisi ISTAT non permette però di conoscere il metodo adottato sulle varie colture praticate. È però evidente che:

- la sommersione è legata solamente al riso,
- che l'aspersione è diffusa su tutte le colture e in particolare su quelle di pieno campo come il mais e la soia,

- che la microirrigazione e la goccia, sono prevalentemente adottate sui frutteti, sulle ortive pacciamate ed anche su alcune ortive di pieno campo come il pomodoro da industria,
- che lo scorrimento è adottato nelle province occidentali sui prati permanenti di foraggiere e sul mais.

L'aspersione (Fig. 7) è il metodo maggiormente impiegato in tutte le province, tranne che a Ravenna dove è impiegato "solo" sul 37% delle colture irrigue. A Piacenza e Parma l'aspersione è il metodo assolutamente prevalente (88% della superficie irrigata); Ferrara con 39.000 ettari d'aspersione è la provincia con la maggiore superficie coperta col metodo "a pioggia", anche se, in rappor-

to alla vasta superficie provinciale irrigata, tale sistema rappresenta "solo" il 57% dei metodi adottati.

Lo scorrimento superficiale (Fig. 8) è l'infiltrazione da solchi sono prevalentemente impiegati a Reggio Emilia (46%), principalmente per l'irrigazione dei prati stabili e del mais ed a Ferrara (27%) su una molteplicità di colture.

Nelle due province è ampiamente diffusa anche l'irrigazione tramite "infiltrazione dalle scoline" che presumibilmente è stata censita in tale gruppo di metodi irrigui.

I sistemi microirrigui (Fig. 9) rientranti nel metodo definito "a goccia" (goccia, spruzzo, ali gocciolanti, manichette) raggiungono il massimo di superficie nelle pro-

Fig. 9 - Microirrigazione: superfici irrigate (ha) per provincia.

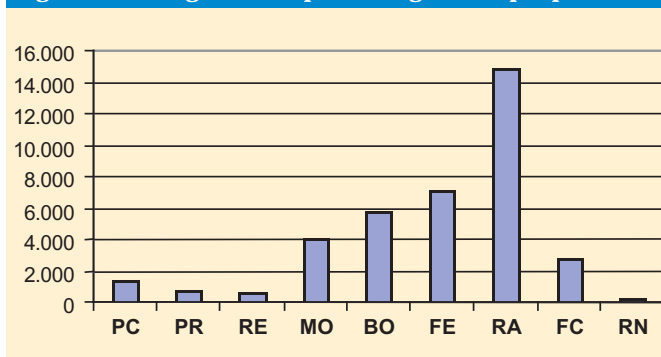
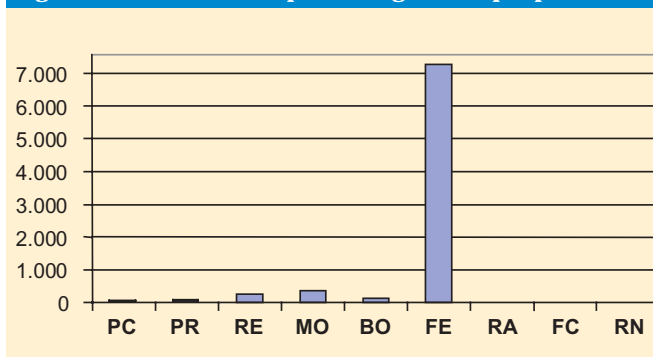


Fig. 10 - Sommersione: superfici irrigate (ha) per provincia.



vince con maggior presenza di arboree da frutto, con quasi 15.000 ettari a Ravenna dove il metodo con il 54% di superficie irrigata prevale nettamente sugli altri. Le altre province con discreta presenza di superfici microirrigate sono: Ferrara (dove i frutteti sono spesso irrigati ad aspersione) con 7.200 ettari (11%), Bologna con 5.800 ettari (25%), Modena con 4.000 ettari (17%) e Forlì-Cesena con 2750 ettari pari al 27% della superficie globalmente irrigata. Le superfici a goccia presenti a Piacenza, Parma, e Reggio (2.650 ettari complessivamente) sono presumibilmente riferite al pomodoro da industria ed a colture pacciamate.

Infine, risulta evidente l'impiego del metodo a **sommersione** (Fig. 10) quasi esclusivamente sulle risaie, presenti nel territorio ferrarese dove, con 7.280 ettari pari all'11% della superficie irrigua della provincia, si raggiunge il 90% della superficie a sommersione presente in Emilia-Romagna.

LE TENDENZE IRRIGUE IN ATTO

Rispetto al precedente censimento del 1990, nonostante la superficie resa irrigabile in Emilia-Romagna sia aumentata di circa 26.000 ettari, quella effettivamente irrigata è diminuita di circa 22.000 ettari.

Il calo di superficie irrigabile più consistente è stato registrato a Reggio-Emilia e a Modena; viceversa, gli aumenti più marcati sono stati a Forlì-Cesena e Ravenna, probabilmente per effetto della possibilità irrigue offerte dalle disponibilità d'acqua del Canale Emiliano-Romagnolo.

Il calo della superficie effettivamente irrigata è stato localizzato nelle province da Parma a Bologna, con riduzioni che vanno dal 16 al 28%. A Piacenza, Ferrara e Ravenna si

riscontra, invece, una leggera crescita con il massimo incremento di superficie irrigata a Forlì-Cesena (+18%).

A livello regionale, il numero complessivo delle aziende irrigue è risultato decisamente in calo (Tab. 1): per

quanto riguarda l'uso dei diversi metodi e sistemi irrigui, le aziende che hanno utilizzato aspersione e scorrimento si sono ridotte quasi della metà, la sommersione (esclusa Ferrara), si è ridotta di oltre il 60%, mentre le tecniche di microirriga-



(Foto CER)

zione a goccia sono aumentate di quasi il 50%.

Notevoli anche le modifiche a carico delle colture irrigue praticate: le foraggiere avvicendate con un calo di 28.000 ha e la soia con una riduzione di 11.000 ha, hanno sicuramente contribuito in maniera sostanziale al calo complessivo delle superfici irrigate, sopra descritto. Il mais da granella è, viceversa, la coltura che ha fatto registrare il maggior incremento di superficie irrigata (+16.000 ha).

Dalla lettura dei dati del censimento possono rilevarsi con molta chiarezza alcune tendenze in atto:

- contrazione delle superfici irrigate nelle specie di minore reddito
- forte calo delle superfici irrigate con metodi ad alta necessità d'acqua e minore efficienza irrigua
- deciso aumento della microirrigazione che, in provincia di Ravenna, è addirittura diventato il metodo irriguo prevalente.

In pratica, gli elevati costi derivanti dall'irrigazione aziendale, associati all'attuale basso livello di pagamento delle produzioni, hanno spinto gli agricoltori a contrarre le superfici irrigate delle colture di basso reddito espandendo quelle con migliori prospettive di mercato.

La tendenza è stata probabilmente anche stimolata dal sostegno al reddito della PAC ad alcune grandi colture, basato sulle superfici seminate e non sulla loro resa; in tale situazione, infatti, è conveniente ridurre il livello produttivo riducendo più che proporzionalmente i costi culturali e quindi l'irrigazione.

L'adattamento in corso ha coinvolto anche i metodi irrigui impiegati, con un passaggio da sistemi a bassa efficienza verso quelli più efficienti e quindi capaci di determinare un uso più attento ed oculato delle risorse idriche. La tendenza probabilm-

Tab. 1 - Numero di aziende in Emilia-Romagna che adottano i vari metodi irrigui: confronto 1990-2000.

PROVINCIA	METODO IRRIGUO			
	Aspersione	Sommersione	Scorrimento superficiale e infiltrazione laterale	Goccia e microirrigazione
ANNO 1990				
Piacenza	3380	25	1409	21
Parma	3557	11	1212	19
Reggio-Emilia	5202	94	6005	291
Modena	5967	94	3067	808
Bologna	5968	28	800	1211
Ferrara	7170	366	2074	391
Ravenna	1958	2	500	2618
Forli-Cesena	3911	9	280	1772
Rimini	2633	4	115	468
Totale	39746	633	15462	7599
ANNO 2000				
Piacenza	2010	3	481	235
Parma	1879	9	577	104
Reggio-Emilia	1740	49	3048	323
Modena	2184	21	1527	1437
Bologna	2816	11	475	1885
Ferrara	3984	353	1268	1462
Ravenna	1522	3	338	3370
Forli-Cesena	3008	0	261	2274
Rimini	1101	0	116	230
TOTALE	20244	449	8091	11320

te è provocata anche da una contrazione della disponibilità d'acqua in molti territori regionali, infatti, dove la risorsa è portata con sicurezza di disponibilità ed in quantità abbondanti, l'irrigazione tende ad espandere le superfici irrigue fortunatamente con metodi efficienti.

Sotto il profilo del risparmio idrico, le tendenze in corso sono molto incoraggianti perché mostrano la capacità e la volontà degli agricoltori ad adattarsi alle sempre più pressanti esigenze di risparmiare acqua, irrigando solo le colture sulle quali l'irrigazione è economicamente sostenibile con metodi a basso consumo. L'esempio della provincia di Ravenna è molto chiaro e rassicurante; in pochi anni gli agricoltori hanno orientato l'irrigazione su colture d'alto reddito ed hanno adottato l'irrigazione a

goccia come metodo principale. Le modificazioni irrigue osservate hanno portato l'Emilia-Romagna al terzo posto tra le regioni con maggiore superficie irrigata a goccia o sistemi similari, come prima regione di tutto il centro-nord, nell'impiego di tecnologie capaci di massimizzare l'uso dell'acqua.

Di notevole importanza è poi che le prime 6 colture irrigue (frutteti, ortive, foraggiere, mais, bietola e vite), assieme rappresentano la stragrande maggioranza della superficie complessivamente irrigata.

La sperimentazione sul risparmio idrico in agricoltura e gli eventuali provvedimenti di sostegno al reddito per gli agricoltori che applicano comportamenti mirati al contenimento nell'uso dell'acqua dovranno, quindi, privilegiare tali comparti produttivi.

Prelievi e usi dell'ACQUA in Emilia-Romagna

L'Emilia-Romagna è una regione abbastanza dotata di risorse idriche di superficie; sul confine nord del territorio scorre, infatti, il fiume Po per il quale non sussiste normalmente alcun limite di quantità d'acqua prelevabile per le esigenze agricole, civili ed industriali. La pianura è poi attraversata da alcuni fiumi e numerosi torrenti appenninici capaci di soddisfare, seppure parzialmente ed in maniera molto variabile nelle diverse annate, vasti territori agricoli. Seppure caratterizzati da un regi-

me quasi torrentizio, in luglio alcuni corsi mantengono ancora una portata superiore ad un m³/secondo d'acqua; in Emilia: Trebbia, Taro, Enza, Secchia, Panaro, Reno e Santerno, assieme possono assommare quasi 30 m³/secondo. Al contrario in Romagna: Ronco, Lamone, Savio e Marecchia, raggiungono assieme appena 6 m³/secondo. In Romagna, quindi, la modesta portata estiva dei fiumi appenninici e la distanza dal Po hanno determinato la storica carenza idrica del territorio che è stata discretamente alleviata dalla costruzione del

Canale Emiliano-Romagnolo, che con la sua elevata portata d'acqua derivata dal Po, ha consentito al territorio di esprimere al meglio la sua elevata vocazione ortofrutticola.

Normalmente, in luglio ed agosto, la portata nel Canale eguaglia o supera quella complessiva dei corsi d'acqua appenninici della regione e quindi, in estate, il CER è il secondo "fiume" regionale. L'applicazione delle limitazioni conseguenti alla necessità di rispetto del "Deflusso minimo vitale" nei corsi d'acqua naturali, imporrà-



(Foto Samaritani)

Tab. 1 - Indicatori di domanda idrica (Regione Emilia-Romagna - ARPA, 2002).

Provincia	Residenti (migliaia)	Addetti industria (migliaia)	Superfici irrigate (ha)	Capi zootecnici (migliaia di capi bovini equivalenti)
Piacenza	267	27	41771	151
Parma	400	52	26603	232
Reggio-Emilia	456	78	29381	364
Modena	633	120	23131	363
Bologna	922	122	23611	79
Ferrara	348	33	68268	46
Ravenna	352	33	27667	59
Forlì	357	38	10070	144
Rimini	275	22	1877	15
TOTALE REGIONE	4009	525	252379	1453

no una minore possibilità di prelievo estivo da alcuni fiumi appenninici, mentre l'elevata portata del Po non determinerà la necessità di una riduzione dei prelievi, almeno rispetto ai quantitativi attualmente derivati dal fiume.

Oltre all'acqua di superficie il territorio è dotato di falda capace di soddisfare una parte rilevante dei consumi d'acqua necessari per gli usi civili industriali ed agricoli.

L'acqua di falda è normalmente di qualità pregiata ed andrà quindi sempre più salvaguardata, affinché rimanga pienamente utilizzabile per gli usi civili, inoltre, l'estrazione eccessiva di acqua di falda provoca la "depressurizzazione dell'acquifero", causa principale della subsidenza del territorio.

La probabile espansione dell'irrigazione prevista in alcuni territori regionali, dovrà allora essere garantita da un maggior ricorso sia delle acque del Po, sia da quelle meno pregiate provenienti dai depuratori; a tal riguardo le recenti normative sull'uso irriguo di queste acque (Decreto n. 185 del 12 giugno 2003), hanno imposto degli elevati livelli qualitativi delle acque scaricate dagli impianti di depurazione per la loro destinazione agricola.

QUANTA ACQUA USIAMO?

L'acqua è necessaria a soddisfare le esigenze legate alla vita ed alle altre attività umane. Per fronteggiare tali esigenze occorre normalmente prelevare consistenti volumi d'acqua dalle fonti idriche (fiumi, laghi, falda, ecc.), veicolarli in condotte o canali, distribuirli e consegnarli agli utilizzatori finali per gli usi civili, irrigui, industriali.

Negli usi civili sono generalmente inclusi quelli domestici privati, ed anche quelli non domestici: domanda turistica, attività artigianali, commerciali, di servizio, ecc. che si svolgono in ambito urbano.

Comunemente l'acqua potabile viene anche adoperata per l'irrigazione del verde pubblico e per il lavaggio delle strade.

L'acqua destinata al consumo umano deve avere un'elevata qualità di partenza per poter essere potabilizzata senza costi eccessivi, perciò l'acqua dei fiumi appenninici e quella di falda, qualitativamente migliore, deve essere assolutamente salvaguardata per garantirne l'uso in futuro.

Solo una piccola parte dell'acqua che esce dai rubinetti viene effettivamente bevuta o utilizzata per il lavaggio e la cottura degli alimenti

o per l'igiene personale; una consistente frazione scorre senza essere utilizzata o viene impiegata per gli scarichi dei servizi igienici. Un'altra parte, si perde per filtrazione dalle tubature prima di raggiungere le abitazioni.

Praticamente tutta l'acqua impiegata nelle abitazioni viene scaricata inquinata e deve essere portata ad un impianto di trattamento prima di essere restituita ai fiumi.

L'uso dell'acqua in agricoltura è prevalentemente dovuto all'irrigazione, tecnica che in tutti i paesi del Mediterraneo richiede le maggiori quantità d'acqua. All'irrigazione serve acqua anche di un livello qualitativo inferiore rispetto all'uso civile, per tale motivo la fonte ottimale sono le acque di superficie, mentre quelle sottosuperficiali andrebbero impiegate solo in casi di estrema carenza.

In caso di ridotte disponibilità le acque reflue dei depuratori civili - se perfettamente trattate per soddisfare i limiti di qualità imposti dalla legge e di salvaguardia delle piante e del suolo - possono essere utilmente impiegate in irrigazione.

Anche l'acqua impiegata in irrigazione, non è completamente consumata dalle colture: una parte viene persa per evaporazione nell'atmosfera, mentre un'altra consistente frazione non raggiunge le colture perché è "perduta" durante il trasporto nelle reti collettive ed aziendali oltre che durante l'adacquamento, specie con i metodi irrigui ad espansione superficiale.

Spesso queste acque, anche se contenenti elementi asportati del suolo, sono utili per rimpinguare e sostenere le falde sotterranee, o per alimentare i corsi idrici naturali ed artificiali, migliorandoli e consentendo nuovi usi a valle.

Gli usi industriali d'acqua richiedono oggi minori quantitativi d'acqua rispetto al passato. L'uso per il raffreddamento non richiede elevati livelli qualitativi, mentre quelle di processo sempre più frequentemente devono avere un'alta qualità.

QUANTA ACQUA PRELEVIAMO?

Il recente "Piano di tutela delle acque (PTA) della Regione Emilia-Romagna" evidenzia con precisione le quantità d'acqua impiegate nei vari settori e le fonti naturali, dalle quali è prelevata la risorsa. In tabella 1 sono riportati i principali indicatori che caratterizzano l'esigenza d'acqua del territorio: per gli usi agricoli l'acqua viene prevalentemente impiegata per l'irrigazione di oltre 252.000 ettari di terreno e solo in minima parte per l'allevamento; per gli usi civili l'acqua è necessaria agli usi potabili ed igienici dei 4 milioni di residenti, mentre gli usi idrici industriali sono stati valutati secondo criteri standard, basati sul numero di addetti impiegati nell'industria.

I prelievi d'acqua in Emilia-Romagna ammontano annualmente a circa 2.125 milioni di metri cubi (Mm³), dei quali 1.405 Mm³ per l'irrigazione ed in minima parte per la zootecnia, 487 Mm³ per gli usi civili e 232 Mm³ per gli usi industriali.

L'agricoltura è quindi il settore che effettua i maggiori prelievi d'acqua con il 66% del totale, contro il 23% degli usi potabili e un 11% di quelli industriali.

La forte competizione per l'uso dell'acqua tra i diversi settori di utilizzazione e l'interesse collettivo ad un impiego oculato e senza sprechi, vedono perciò nell'agricoltura il settore che deve più impegnarsi per evitare ogni uso non produttivo della risorsa idrica.

Purtroppo non tutta l'acqua prele-

Fig. 1 - Volumi idrici prelevati e persi durante il trasporto dell'acqua nei settori di utilizzazione dell'acqua.

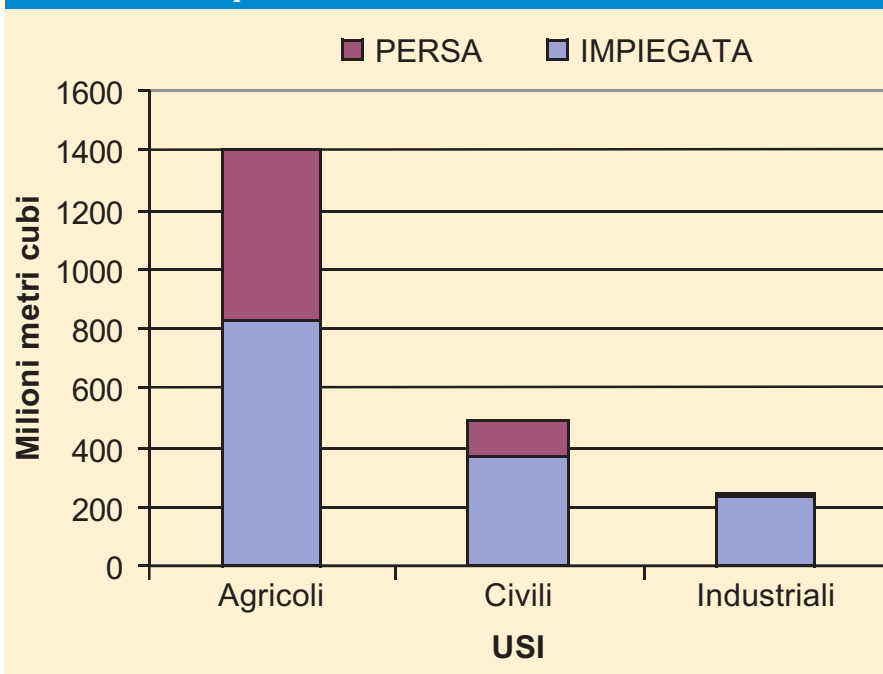
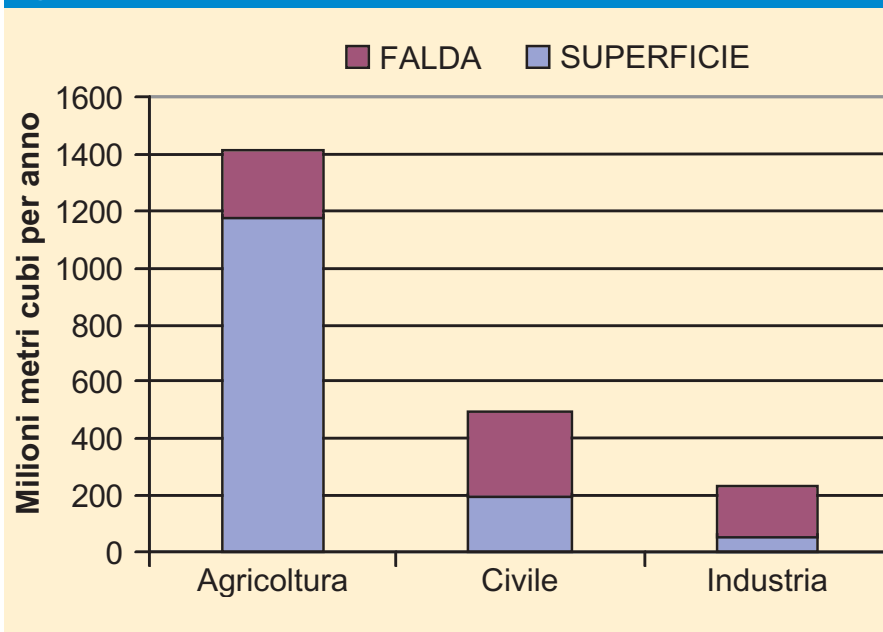


Fig. 2 - Ripartizione dei prelievi tra acqua di falda e di superficie nei diversi usi.



RISPARMIO IDRICO / SCENARIO NAZIONALE E REGIONALE

vata dalle fonti idriche raggiunge il punto di utilizzazione, l'azienda agricola per gli usi irrigui o l'abitazione per quelli civili, infatti, circa 698 Mm³ vengono persi durante il trasporto, con una perdita complessiva di circa il 33% dell'acqua complessivamente prelevata.

In agricoltura l'efficienza del trasporto è bassa, con "perdite" non produttive d'acqua pari al 41% (576 Mm³), invece, nel settore civile le perdite raggiungono "solo" il 25% (122 Mm³) del totale prelevato per tale destinazione (Fig. 1).

Le maggiori perdite percentuali nel portare l'acqua verso le aziende agricole sono dovute alla rete di trasporto costituita generalmente da canali in terra e solo in minor parte da canali irrigui rivestiti o da tubazioni.

Le perdite del settore civile sono ugualmente preoccupanti, specialmente perché, in questo caso, non viene dispersa acqua grezza ma pregiata acqua di falda successivamente potabilizzata con trattamenti molto costosi sia dal punto di vista economico che energetico.

Considerate le perdite d'acqua che avvengono durante il trasporto, for-

tunatamente spesso utili a fini ambientali, la risorsa idrica effettivamente utilizzata in regione si può calcolare in circa 1.426 Mm³; dei quali 829 Mm³ (58%) in agricoltura, 365 Mm³ (26%) nel civile e 232 Mm³ (16%) nell'industriale. In conclusione per ogni ettaro di terreno irrigato vengono prelevati dall'ambiente circa 5.567 m³/anno dei quali 3.285 m³/ha/anno giungono a bordo azienda per l'irrigazione mentre i restanti 2.282 m³/ha/anno risultano dispersi durante il trasporto.

Considerando che le necessità irrigue medie delle diverse colture praticate in regione, si attestano attorno ai 2000-2200 m³/ha/anno, si può stimare in altri 1000 m³/anno la perdita idrica non produttiva, che avviene durante le operazioni di adacquamento delle colture.

In questa ipotesi l'efficienza globale risulta del 39,5%, l'efficienza di consegna al campo del 59% e l'efficienza aziendale e di distribuzione del 67%.

Per usi civili sono invece prelevati e potabilizzati 121 m³/abitante/anno, dei quali 91 realmente utilizzati e circa 30, persi durante il trasporto.

Considerando che la quantità d'acqua utilmente impiegata da una persona per gli usi: potabili, igienici e di cottura degli alimenti è teoricamente di soli 100 litri /giorno, le perdite dovute alla scarsa attenzione e per usi impropri, si aggirano sui 150 l/abitante/giorno. In questa ipotesi i parametri di efficienza del settore civile sono: efficienza globale 30%, efficienza di consegna 75%, efficienza impiego dell'uomo 40%.

Il quadro generale evidenzia quindi che le elevate disponibilità d'acqua del nostro territorio hanno portato a sviluppare dei consumi idrici "di lusso" con bassa attenzione alla riduzione delle perdite e ad un uso oculato della risorsa idrica, sia in agricoltura sia nel settore civile. L'agricoltura presenta un'efficienza globale addirittura superiore a quella del civile, che deve però essere assolutamente migliorata, visti gli elevati volumi idrici impiegati.

DA DOVE PRELEVIAMO LE RISORSE IDRICHE ?

Rispetto ad un prelievo globale d'acqua di circa 2.125 Mm³/anno (Tab. 2), l'acqua sollevata dalle falde

Tab. 2 - Sintesi dei consumi e prelievi idrici connessi ai diversi usi per le Province emiliano-romagnole (Mm³/anno) (Regione Emilia-Romagna - ARPA, 2002).

Provincia	CONSUMI ALL'UTENZA				Totale al lordo delle perdite di distribuzione	PRELIEVI		
	Uso civile	Uso agro-zootecnico	Uso industriale	Totale		Falda	Acque superficiali	Totale
Piacenza	26	101	14	141	177	96	81	177
Parma	42	68	50	160	210	131	79	210
Reggio-Emilia	40	119	22	181	304	114	198	312
Modena	55	76	33	164	245	114	130	243
Bologna	83	72	30	184	280	100	180	279
Ferrara	29	287	21	337	589	12	577	588
Ravenna	33	70	46	149	189	47	118	164
Forlì-Cesena	28	29	12	70	83	33	84	117
Rimini	30	6	4	40	48	30	5	35
Totale Regione	365	829	232	1426	2125	676	1450	2125
<i>In percentuale</i>	<i>26%</i>	<i>58%</i>	<i>16%</i>	<i>100%</i>	<i>-</i>	<i>32%</i>	<i>68%</i>	<i>100%</i>

Tab. 3 - Prelievi di acque superficiali e criticità sui corsi d'acqua appenninici (Mm³/anno) (Regione Emilia-Romagna - ARPA, 2002).

PROVINCIA	ACQUE APPENNINICHE			
	Prelievi totali	Prelievi irrigui	Deficit irrigui al campo nell'anno medio	Aggravi al campo connessi ai DMV
Piacenza	61	54	26	8,5
Parma	56	40	18	6,8
Reggio-Emilia	48	35	32	4,5
Modena	43	30	2	4,0
Bologna	91	33	1	2,3
Ferrara	2	2	0	0,0
Ravenna	42	11	2	2,0
Forlì-Cesena	69	5	0	0,3
Rimini	5	2	0	0,3
TOTALE REGIONE	417	212	81	28,7

profonde è stimata in circa 675 Mm³ pari al 32% del totale, mentre quella che proviene da acque di superficie è circa 1450 Mm³/anno, il 68% del totale. L'agricoltura preleva il 16% dell'acqua di cui ha bisogno dal sottosuolo, gli usi civili il 60% e l'industria il 74% (Fig. 2).

Le acque superficiali dell'agricoltura sono legate al Po, dal quale vengono pompate circa 899 Mm³/anno (76%) dei 1183 Mm³/anno complessivi, la restante parte è prelevata principalmente dai fiumi appenninici, con rilevanti differenze tra le diverse province.

Gli approvvigionamenti ad uso potabile risultano prevalentemente legati alla falda, ma con grandi differenze sul territorio, i valori sono superiori al 70% tranne che a Bologna (53%), Forlì-Cesena e Ravenna (25%) e Ferrara che preleva completamente dal Po.

L'industria, infine, è quasi completamente approvvigionata dalla falda - tranne che a Ferrara - ed utilizza anche 46 Mm³/anno provenienti dalla rete acquedottistica civile.

FATTORI CRITICI LEGATI AI PRELIEVI

L'eccessiva estrazione d'acqua di falda, che negli scorsi decenni ha

provocato un forte abbassamento del suolo, è in fase di regressione; le stime indicano che attualmente si è in presenza di una estrazione d'acqua sotterranea che supera di "soli" 24 Mm³/anno il valore del prelievo di equilibrio, con i valori più negativi nei territori di Parma e Bologna.

Queste stime non troppo pessimistiche, indicano però che occorre proseguire nel contenere il ricorso alle acque sotterranee, accompagnando tale orientamento con la costruzione di connessioni idriche capaci di portare sul territorio agricolo ed urbano, acque superficiali.

In particolare l'agricoltura dovrà cessare l'estrazione d'acqua dalle falde in tutte quelle situazioni ove sono già presenti distretti irrigui dotati di acqua di superficie.

Nonostante l'eccezionale carenza di pioggia che ha caratterizzato l'andamento meteorologico del 2003, il fiume Po appare ancora una fonte idrica che non porrà particolari problemi di approvvigionamento nel futuro; occorrerà però combattere l'abbassamento dell'alveo di magra del grande fiume e adeguare gli impianti di sollevamento, per

poter sopportare queste nuove condizioni.

Molto più preoccupanti appaiono le possibilità future di ricorso irriguo alle acque dei fiumi e torrenti appenninici, infatti, i prelievi irrigui da questi fiumi attualmente valutati in circa 212 Mm³/anno, pur rappresentando il 51% dei prelievi complessivi, non soddisfano a pieno la domanda irrigua d'acqua, che richiederebbe almeno altri 81 Mm³/anno (Tab. 3).

L'applicazione del "Deflusso minimo vitale" (DMV) ai corsi appenninici, può aggravare la situazione determinando una riduzione di prelievo idrico di quasi 29 Mm³/anno; ciò potrebbe portare ad un maggior ricorso alle acque di falda ed alla ripresa della velocità di abbassamento del suolo.

La stesura del Piano di tutela delle acque della Regione Emilia-Romagna, ancora in corso di perfezionamento, ha in parte già delineato le linee guida alle quali ogni settore di utilizzazione dell'acqua dovrebbe tendere per ridurre i prelievi.

Per il settore irriguo, le linee d'azione, specie nelle zone servite da fonti appenniniche, interessano:

- il miglioramento delle reti di trasporto e distribuzione dell'acqua, realizzabile anche mediante impermeabilizzazione parziale della sezione di magra, o costruendo tubazioni interrato, parallele ai canali storici, per l'approvvigionamento idrico nei periodi di estrema scarsità di acqua;
- il maggior ricorso alle acque reflue depurate;
- la riduzione delle superfici soggette ad irrigazione per scorrimento superficiale ed infiltrazione laterale, convertendole all'irrigazione per aspersione e, dove possibile, alla microirrigazione.

Prelievi d'acqua e **SUBSIDENZA** del territorio

La subsidenza è un lento abbassamento della superficie del suolo, che si manifesta su scala più o meno ampia ed assume particolare gravità nelle aree di pianura a bassa giacitura. Le aree vicino alla costa possono subire le più forti ripercussioni, per la vicinanza del mare che provoca una progressiva sommersione e fenomeni di inondazione in caso di mareggiate particolarmente violente.

La subsidenza è da attribuire a cause naturali ed a cause indotte dall'uomo; il fenomeno è comunque irreversibile, la rimozione delle cause umane può far rallentare o arrestare il fenomeno in atto, ma non permette il recupero altimetrico. Contrariamente a molti altri effetti negativi determinati dall'uomo sull'ambiente, il danno procurato oggi non consente, quindi, una sua futura riparazione.

Tutta la pianura emiliano-romagnola è soggetta ad un fenomeno di subsidenza naturale valutata dell'ordine di pochi millimetri/anno, dovuta principalmente: alla costipazione naturale dei terreni sciolti di recente deposito, al prosciugamento di bacini lacustri o lagunari per fenomeni naturali ed all'ossidazione di materiali organici.

Tra le cause indotte dall'uomo le



(Foto Dioteca Agricoltura)

principali sono legate all'utilizzo delle acque di falda che ne provoca l'abbassamento, alla bonifica idraulica dei terreni ed alla depressurizzazione degli acquiferi in pressione, per l'estrazione di acque artesiane e d'idrocarburi.

La relazione tra subsidenza ed estrazione d'acqua è confermata dal fatto che ai massimi abbassamenti, corrisponde sempre la maggior presenza di pozzi per l'estrazione d'acqua; tale situazione porta anche al fenomeno dell'intrusione salina nelle falde dolci, con impossibilità di utilizzarle per i fini potabili ed irrigui. Rispetto ai valori modesti indotti dalle cause naturali, l'estrazione d'acqua da parte dell'uomo determina una velocità di abbassamento del suolo molto superiore, fino ad alcuni cm/anno.

Lungo la nostra linea di costa il fenomeno comporta effetti molto negativi per il territorio e la sua economia; basti pensare ai danni al turi-

simo dovuti alla progressiva erosione delle spiagge ed al patrimonio artistico e monumentale, ma anche a quelli dovuti all'aumento degli allagamenti dei territori costieri ed interni, oltre che alla perdita di efficienza delle infrastrutture idrauliche.

Ai danni ambientali si aggiungono i rilevanti costi derivanti per continue opere di difesa dovute all'abbassamento del suolo:

- innalzamento delle banchine portuali,
- difesa a mare della costa,
- "rimpinguamento" artificiale con aggiunta di nuova sabbia degli arenili,
- risezionamento altimetrico degli scoli di bonifica,
- interventi di manutenzione sulle reti tubate sollecitate dal movimento del suolo.

L'intrusione di acqua salata in falda determina poi, l'impossibilità di impiego irriguo e potabile delle acque con ulteriori gravi danni economici.

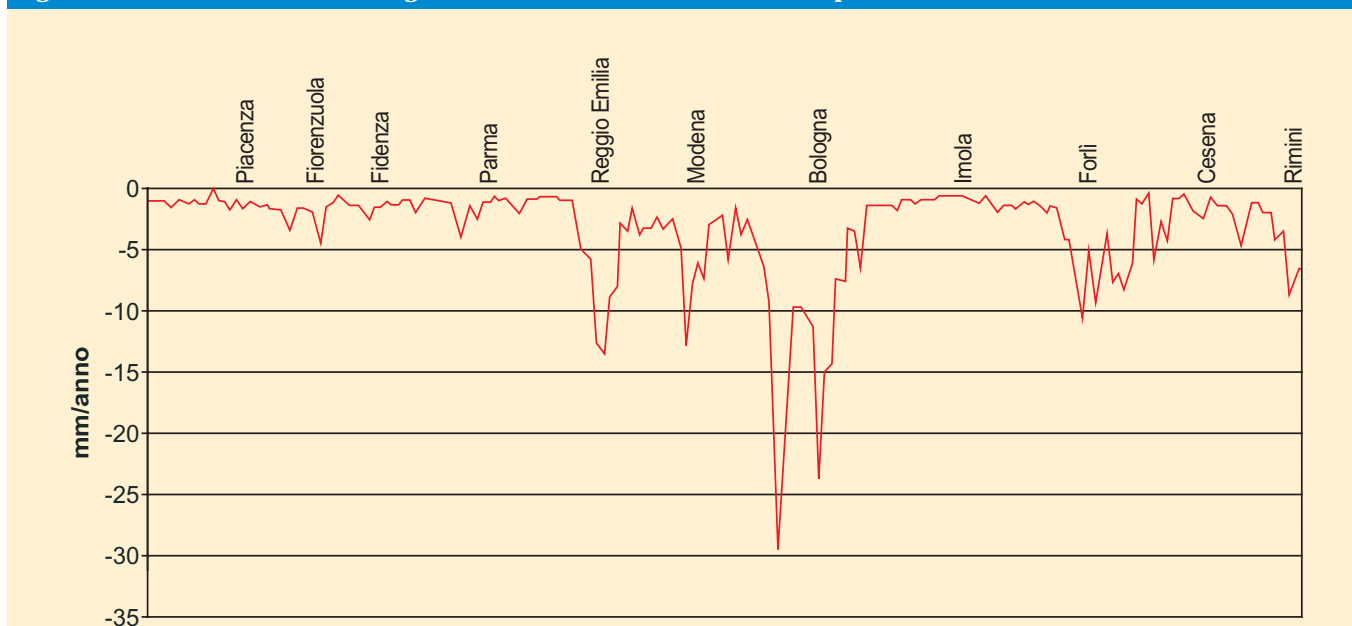
LO SPROFONDAMENTO DEL TERRITORIO

Secondo Raimondo Selli, dell'Università di Bologna, l'abbassamento del caposaldo di Porta Adriana a Ravenna e di quello di Alfonsine dal 1885 al 1953 è stato di 2 mm/anno, quindi, assimilabile a quello naturale. Successivamente, con l'inizio dello sviluppo industriale ed agricolo (e conseguente maggiore prelievo d'acqua) si è determinato un'accelerazione del fenomeno, specie dove la carenza di risorse idriche superficiali ha portato ad un elevato sfruttamento delle falde, con un netto squilibrio tra i volumi prelevati e gli apporti di pioggia in grado di ricaricarle.

Il negativo bilancio idrico ha portato alla depressurizzazione degli acquiferi ed alla contrazione degli orizzonti argillosi profondi con i relativi fenomeni della subsidenza, del richiamo d'acque salate nelle falde e dello squilibrio della morfologia del territorio. La "Relazione sullo Stato dell'am-



(Foto Samaritani)

Fig. 1 - Velocità di abbassamento lungo la via Emilia da Piacenza a Rimini nel periodo 1950-1980/90.


biente 1999” della Regione Emilia-Romagna, riassume i dati sino ad allora disponibili secondo due direttrici fondamentali: la via Emilia da Piacenza a Rimini ed il litorale Adriatico da Volano a Cattolica.

Lungo la via Emilia (Fig. 1) sono state calcolate le velocità di abbassamento del suolo nel periodo 1950 - 1980/90 ottenendo valori maggiori in corrispondenza delle città di Bologna, Modena, Reggio Emilia, Forlì e Rimini.

I dati più drammatici sono nel bolognese con valori massimi di 6 cm/anno, abbassamenti di circa 2,5 cm/anno si registrano a Modena e Reggio Emilia, poi diminuiti più recentemente a 1 cm/anno. Nel tratto da Forlì a Forlimpopoli l'abbassamento massimo del periodo è stato di 1,5 cm/anno, mentre da Parma a Piacenza il danno è contenuto sotto 1 cm/anno.

Lungo la costa adriatica (Fig. 2): sono stati evidenziati abbassamenti che da Cattolica a Rivazzurra di Rimini

si mantengono sotto 1 cm/anno, tra Bellariva e Rimini variano tra 1 e 1,5 cm/anno, per poi arrivare ad un massimo di 3 cm/anno nella zona di Cesenatico dove il fenomeno è più evidente di tutta la costa. Da Lido di Classe a Volano, infatti, gli abbassamenti tornano ad attestarsi attorno a 1,5 cm/anno.

I recenti studi effettuati nel 1999 (Fig. 3) hanno evidenziato una continua modificazione del fenomeno, sia come localizzazione sia come altezza dello sprofondamento; la situazione appare leggermente migliorata in Romagna mentre è più negativa nella porzione emiliana del territorio, con un massimo nel bolognese di 4 cm/anno e sprofondamenti marcati sino a Reggio Emilia, dove la velocità arriva ai 2,5 cm/anno.

Il positivo miglioramento in alcune aree non deve essere preso come elemento tranquillizzante, infatti, la subsidenza è un fenomeno che si somma nel tempo ed i suoi più drammatici effetti si mostreranno più len-

tamente, e quindi in forma ancora più subdola.

In conclusione, la subsidenza in Emilia-Romagna è uno dei fenomeni in atto maggiormente dannosi per l'ambiente, i cui effetti determinano gravi perdite economiche e provocano un'estrema fragilità d'ampie porzioni del territorio. In tale situazione l'impiego delle acque profonde dovrebbe essere, da parte di tutti, il più limitato possibile.

L'agricoltura, pur non essendo il settore che estrae più acqua dal sottosuolo, presenta i prelievi più pericolosi, perché molto elevati e concentrati proprio nel periodo estivo di minor ricarica dell'acquifero.

Nei territori dove è possibile l'approvvigionamento superficiale, l'irrigazione mediante il prelievo d'acqua dai pozzi deve essere, quindi, assolutamente evitata, mentre in quelli dove l'acqua di falda è l'unica risorsa disponibile, dovranno essere attuate le più incisive forme di risparmio idrico.

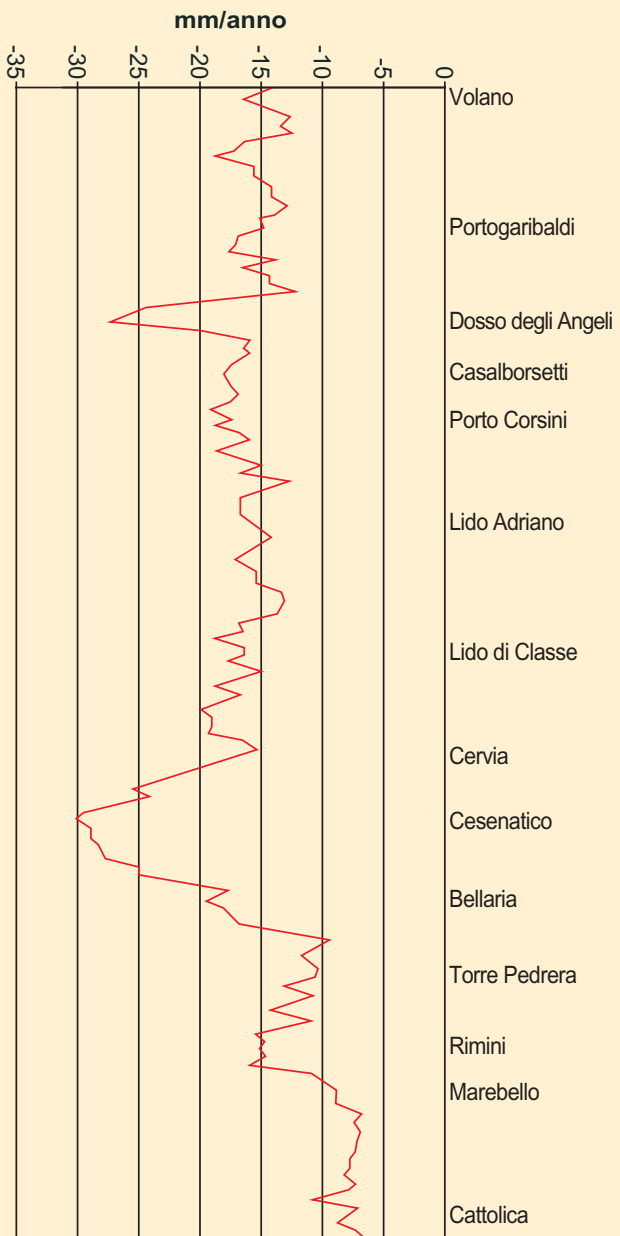


Fig. 2 - Velocità di abbassamento lungo il litorale emiliano-romagnolo nel periodo 1984-1993.

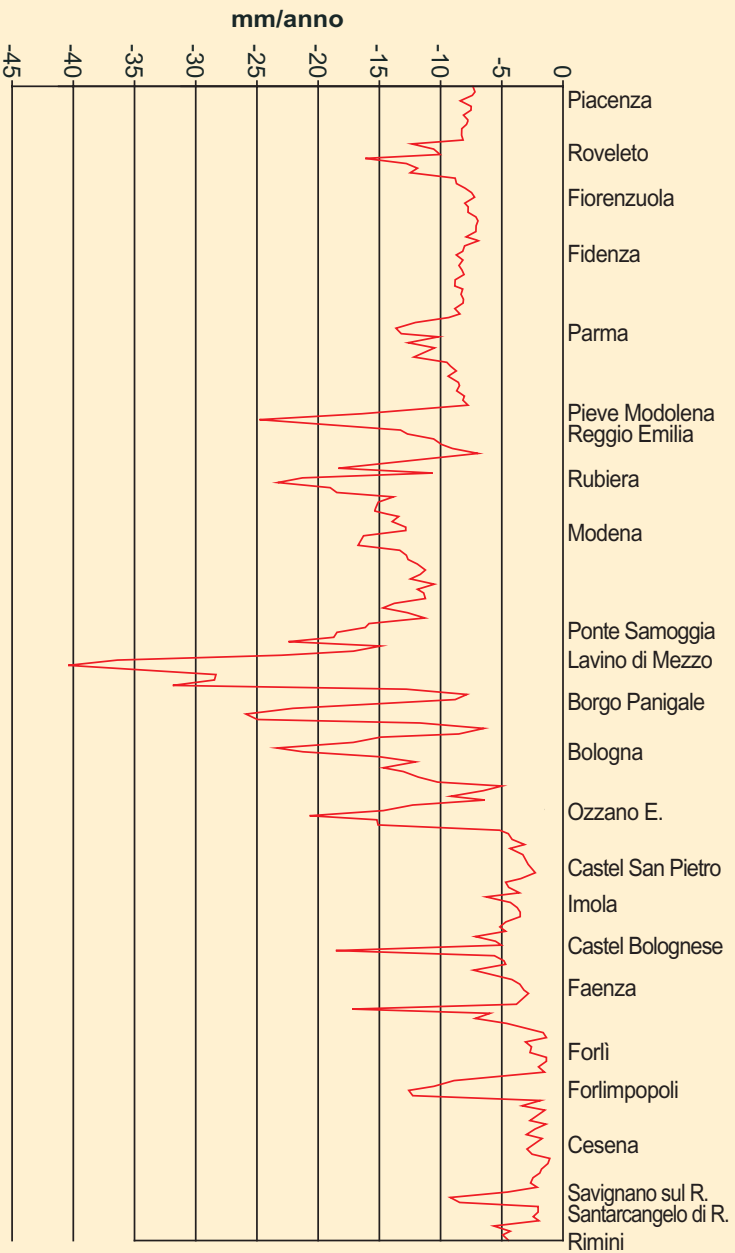


Fig. 3 - Velocità di abbassamento del suolo lungo la Via Emilia nel periodo 1980/92 - 1999 (Benedetti et al.).



(Foto Rebeschini)



Tecniche di ARIDOCOLTURA

Il complesso delle norme e tecniche agronomiche di coltivazione in situazione di carenza idrica, assumono oggi un rinnovato interesse anche nei territori discretamente dotati d'acqua ma protesi al risparmio idrico.

Nel termine aridocoltura possono allora essere comprese tutte quelle tecniche capaci di conservare l'acqua: incrementando l'accumulo d'acqua nel suolo, limitando le perdite per evaporazione e ruscellamento, scegliendo specie varietà e portinnesti capaci di sfruttare meglio l'acqua meteorica ed irrigua.

Alcune tecniche come l'impiego dei frangivento o delle lavorazioni meccaniche superficiali, migliorando il paesaggio e riducendo il ricorso agli erbicidi, associano anche aspetti positivi di carattere ambientale; altre, come quelle tese ad una collocazione ottimale del ciclo colturale per sfuggire ai periodi di massima siccità, rivestono uno spiccato interesse agronomico perché massimizzano le rese senza un incremento dei costi colturali.

Nelle annate siccitose l'applicazione di razionali tecniche di aridocoltura consente, nel complesso, un minore ricorso all'irrigazione con conseguenti economie d'acqua e di denaro, viceversa, in quelle più piovose e su terreni "freschi" riescono perfino ad evitare l'irrigazione, rappresentando la più affascinante risposta alle esigenze di risparmio idrico.

Tecniche COLTURALI

Le tecniche agronomiche capaci di ottimizzare e conservare l'acqua nel sistema agricolo sono comunemente comprese nel termine "aridocoltura", tecniche di origine molto antica e sviluppate prevalentemente negli ambienti aridi del Mediterraneo e caratterizzate dall'assenza d'irrigazione.

Oggi, la carenza generalizzata d'acqua disponibile, l'elevato costo energetico della risorsa, l'applicazione dei deflussi minimi vitali e la competizione tra i diversi settori di utilizzazione, rende necessarie tecniche di aridocoltura ed un diverso approccio al problema dell'uso dell'acqua, anche negli ambienti subumidi settentrionali, discretamente dotati di risorse idriche disponibili. Le tecniche di aridocoltura devono allora ampliare il loro significato e divenire quelle forme di gestione agricola, nella quale è praticato il più razionale e oculato uso delle risorse idriche disponibili.

Gli obiettivi fondamentali dell'aridocoltura sono: aumentare l'acqua naturalmente disponibile per le colture, ridurre le perdite e adottare colture e tecniche in grado di utilizzare al meglio le risorse idriche disponibili.

Occorrono quindi: lavorazioni, scelte colturali, impianti irrigui e comportamenti capaci di contenere l'uso dell'acqua per esempio: migliorando la trattenuta e l'immagazzinamento delle piogge nel terreno, riducendo il ruscellamento superficiale e la rapida discesa in profondità oltre lo strato esplorato dalle radici.

Ugualmente importante sarà: limi-

tare le perdite per evaporazione dalla superficie del terreno e quelle per traspirazione da parte delle piante infestanti, scegliere specie e varietà dotati d'elevata resistenza alla siccità o con un ciclo colturale adatto alla disponibilità naturali d'acqua.

Le tecniche di aridocoltura sono semplici ma è complesso dimostrare la reale capacità di conservazione dell'acqua, perché mettono in gioco tutte le variabili del sistema "suolo - pianta - atmosfera" e le numerose interazioni tra questi fattori. Le tecniche legate alle lavorazioni del terreno, comportano un aumento di costi energetici e di gestione, ma per contro, determinano maggiori rese in conseguenza del migliore stato idrico del suolo e della riduzione di competizione con le infestanti. Operando in questo modo si avrà un minor ricorso all'irrigazione risparmiando acqua; la convenien-

za economica dipenderà quindi, sia dal valore dell'acqua irrigua e dai costi di distribuzione, sia dalla disponibilità nell'ambiente.

C'è anche da notare che alcune tecniche di aridocoltura sono in contrasto con le moderne indicazioni su: riduzione della profondità d'aratura, minima lavorazione del terreno, semina su sodo ed inerbimento dell'interfilare dei frutteti; solo una scelta di tipo economico o un incisivo indirizzo di politica agricola, potranno far decidere se e quando adottare una tecnica o l'altra.

Le lavorazioni, in chiave di conservazione dell'acqua, sono quelle tecniche che ne aumentano la disponibilità: ampliando lo strato di terreno esplorato dalle radici, accrescendo la capacità del suolo di trattenere acqua e favorendo l'immagazzinamento della pioggia e delle irrigazioni nello strato più utile di terreno.



(Foto Diatèca Agricoltura)

ARATURA

L'aratura permette l'interramento dei concimi e dei residui colturali, e se effettuata con il terreno nel giusto stato di umidità (in tempera), determina un benefico effetto sulla struttura e la sofficità del terreno. Sotto il profilo del risparmio idrico, il suo ruolo principale è quello di aumentare lo strato di terreno disponibile per l'approfondimento delle radici delle colture.

Radici più profonde e sviluppate aumentano l'estrazione d'acqua dal terreno e la densità radicale. L'aratura migliora quindi la resistenza alla siccità delle piante, perché l'umidità presente negli strati profondi è meglio sfruttata da radici che possono scendere a maggiore profondità, consentendo anche un miglior sfruttamento dell'acqua delle falde poco profonde. L'aratura, praticata normalmente a fine primavera sul frumento o a fine estate sulle altre specie agricole, determina anche scabrezza superficiale del terreno ed elevata permeabilità, in modo da ridurre il ruscellamento superficiale - molto elevato quando l'intensità di pioggia è superiore alla permeabilità del terreno e dove l'acqua si perde ristagnando in superficie o, nei terreni baulati o in pendenza, confluisce nella rete di scolo - facilitando la bagnatura degli strati profondi del suolo.

Il ruscellamento è quindi una delle maggiori perdite d'acqua dai sistemi colturali ed ad esso spesso si accompagna sia perdita di terreno per erosione, sia rilascio dei fertilizzanti, con riflessi negativi sull'eutrofizzazione delle acque superficiali e marine. Le perdite da ruscellamento superficiale possono essere contrastate



(Foto Dioteca Agricoltura)

anche mediante opportune sistemazioni dei terreni e un modellamento superficiale del suolo. In pianura, il drenaggio tubolare elimina quasi completamente il fenomeno, contribuendo alla conservazione dell'acqua di pioggia nel suolo, nei cam-

pi baulati o leggermente in pendenza formare arginelli lungo le file di coltivazione o la rincalzatura della coltura, hanno effetti molto positivi nel trattenere l'acqua in campo. Le perdite per ruscellamento superficiale e l'erosione risultano molto

più evidenti nei terreni declivi dove si possono contrastare solo regolando al meglio la regimazioni delle acque, attraverso: sistemazioni superficiali, disposizione dei campi e senso della lavorazione lungo le linee di livello e non a ritocchino, cioè perpendicolari ad esse).

In altri termini, migliorando l'intercettazione dell'acqua e la sua infiltrazione nel terreno, l'aratura contribuisce ad incrementare la quantità di pioggia utile, cioè quella caduta sul campo e che è direttamente (perché intercettata dalla coltura) o indirettamente (perché evaporata dal suolo e traspirata dalle piante per la loro crescita) utile alla coltivazione.

L'effetto battente dell'acqua sul suolo, ed il ristagno superficiale più o meno prolungato, possono rovinare la struttura dello strato superficiale con la formazione di una crosta poco permeabile, capace sia di aggravare il problema del ruscellamento, a seguito di successive piogge, sia di provocare altri effetti negativi (difficoltà di emergenza, ecc.). Sui terreni argillosi, è facile che lavorazioni ripetute negli anni alla stessa profondità determinino la formazione della cosiddetta "suola d'aratura" (Foto 1). Tale strato, molto impermeabile, impedisce l'approfondimento delle radici e limita la risalita capillare dell'acqua dalle falde, molto frequenti nella bassa pianura bolognese, ravennate e ferrarese.

Il fenomeno è quindi negativo, in termini di capitalizzazione e miglior sfruttamento delle risorse idriche naturali e va evitato, provvedendo saltuariamente ad una ripuntatura del terreno capace di rompere lo strato di suola, senza il rivoltamento. Il risultato di questa lavorazione (ripuntatura) permetterà una maggiore profondità delle radici, un incremento dell'acqua invasata e lo sfruttamento delle falde ipodermiche,

Foto 1 - Profilo con evidente suola di lavorazione.



(Foto Diateca Agricoltura)

limitando la necessità d'irrigazione. La ripuntatura, contrariamente all'aratura classica con aratro a versoio, non porta in superficie gli strati profondi del terreno, eliminando così i fenomeni di ossidazione della sostanza organica provocati dall'esposizione alle alte temperature ed alla luce.

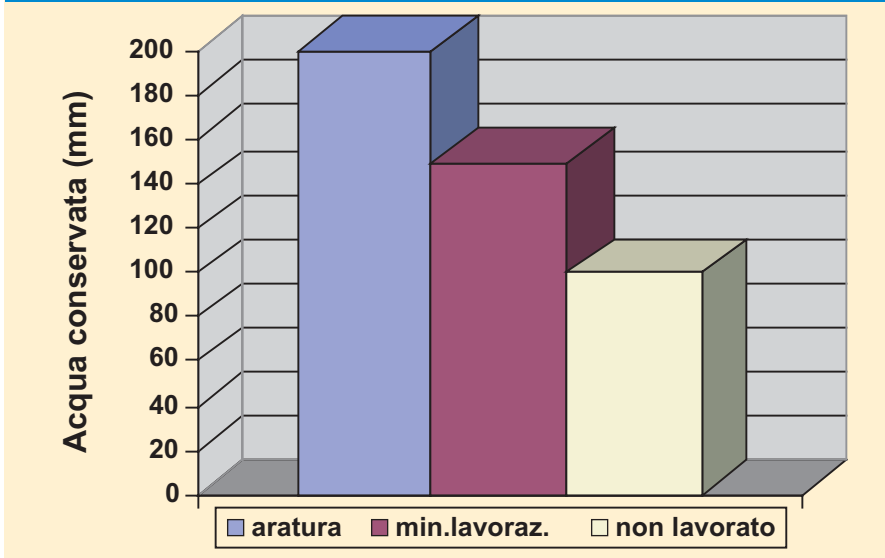
Nel complesso, quindi, è stato rilevato che un'aratura profonda seguita da discrete piovosità, determina un accumulo di circa 50 mm d'acqua in più rispetto ad un suolo soggetto a minima lavorazione o pacciamato, e 100 mm in più (1000 m³ d'acqua per ettaro) rispetto al suolo non lavorato. (Fig. 1)

Da non dimenticare poi che l'aratura e le altre lavorazioni migliorano la porosità del terreno e le condizioni fisiche del suolo e gli scambi gassosi con l'atmosfera, sono favorevoli allo sviluppo ed alla crescita delle colture.

Quanto sinora descritto risulta ben applicabile ai terreni prevalentemente ed al clima emiliano-romagnolo, per i quali l'aratura risulta quasi sempre opportuna.

Viceversa, in terreni sciolti o franco-sabbiosi, o anche in quelli argillosi ma molto dotati di sostanza organica, l'aratura profonda può risultare meno efficace della lavorazione minima o della non lavorazione, essa, infatti, potrebbe diminuire la capacità d'invaso e l'aggressione della sostanza organica, con peggioramento della porosità.

Fig. 1 - Conservazione dell'acqua nel terreno.



(Foto Diateca Agricoltura)

Lavorazioni SUPERFICIALI

Le lavorazioni secondarie del terreno, come le sarchiature le erpicature e le fresature, sono normalmente eseguite nei periodi che precedono le semine o in copertura nell'interfilare, a fini rinettanti od anticrosta, per fare tesoro delle piogge.

Il loro contributo è più modesto rispetto all'aratura, ma pur sempre abbastanza efficace.

Dopo ogni pioggia o irrigazione la perdita d'acqua dalla superficie del suolo è molto alta, specie se la bagnatura superficiale è frequente.

La lavorazione superficiale, ha un grande effetto sulla riduzione delle perdite per evaporazione dalla superficie nuda del terreno. Infatti, quando la superficie del terreno è coperta dalla vegetazione la perdita d'acqua dalla coltura è dovuta alla traspirazione tramite le foglie, per contro a terreno ancora nudo o nelle prime fasi colturali con vegetazione poco coprente, l'evaporazione rappresenta la perdita maggiore d'acqua da parte dei campi.

L'effetto di risparmio idrico più consistente della fresatura e della sarchiatura interfilare è quindi dato dalla sua capacità di ridurre le perdite d'acqua per evaporazione dalla superficie del suolo e per traspirazione da parte delle infestanti eliminate con la lavorazione.

Le riduzioni delle perdite d'acqua per una lavorazione superficiale, sono noti agli agricoltori, specie dei territori agricoli seccagni, per i qua-



(Foto Dioteca Agricoltura)

li il detto "vale più una sarchiatura che un'irrigazione" è ancora pieno di senso.

La riduzione dell'evaporazione dal suolo avviene per effetto della drastica diminuzione della conducibilità idrica nello strato lavorato (solo se è poco saturo d'acqua), come è auspicabile per una buona lavorazione, per l'incremento delle dimensioni delle particelle e per il loro essiccamento. In sostanza l'acqua presente negli strati sottostanti il terreno fresato non raggiunge più per risalita capillare la superficie del suolo,

ove più forte è l'azione evaporante dell'atmosfera, ma risalirà solo sino allo strato di terreno reso grossolano dalla lavorazione, con forte riduzione dell'evaporazione.

La "rottura" della capillarità del terreno e l'effetto antievaporante dello strato lavorato avranno quindi un effetto di auto-pacciamatura sullo strato sottostante che conserverà meglio l'acqua in esso contenuta.

L'evaporazione non sarà eliminata del tutto, ma risulterà nettamente inferiore rispetto a quella che si avrebbe senza la lavorazione.

La maggiore conservazione dell'acqua si ha nei terreni argillosi a grana fine, nei quali la risalita capillare è maggiore; sotto il profilo climatico il maggior risparmio d'acqua avverrà quando l'aria raggiunge alte temperature e basse umidità.

Nei terreni argillosi la lavorazione svolge anche una funzione di chiusura e pacciamatura delle ampie e profonde crepacciature cui sono soggetti; tali fessurazioni, mettendo in comunicazione gli strati profondi e più umidi con la superficie del terreno aumentano la zona esposta all'aria determinando un incremento di evaporazione variabile tra il 15 ed il 30%, che la lavorazione annulla completamente.

Un altro importante effetto di risparmio idrico si ha poi per effetto dell'aumentata scabrosità del terreno come già descritto per l'aratura. La funzione della sarchiatura sulla conservazione dell'acqua è quindi mol-

to più importante del semplice effetto rinettante, anche se l'eliminazione delle perdite d'acqua per traspirazione da parte delle piante infestanti, è ancora un utile strumento di ottimizzazione dell'acqua rispetto al diserbo chimico.

Il risparmio idrico ottenibile con questa tecnica è molto variabile perché dipende da molti fattori quali: la struttura del terreno, la profondità e smiuzzamento determinato dalla lavorazione, le condizioni climatiche e la parte di superficie di suolo lavorata (tutta nella preparazione del letto di semina, a strisce con la sarchiatura).

Evidentemente se dopo la lavorazione superficiale il terreno viene nuovamente costipato, ad esempio con una rullatura o in conseguenza

di un evento piovoso, la sofficità dello strato "pacciamante" prima ottenuto, verrà a perdersi, ripristinando più o meno completamente la risalita capillare e le perdite d'acqua per evaporazione.

Indicativamente la riduzione dell'evaporazione dal suolo è variabile da un 30% al 70%, è maggiore nei terreni argillosi con forte risalita capillare e minore in quelli sciolti. La quantità di acqua risparmiata dipende sia dalla frequenza con cui viene bagnata la superficie del terreno, sia dall'epoca e dalla durata dell'effetto pacciamante.

Essendo però l'evaporazione dell'acqua dal terreno una delle maggiori perdite d'acqua meteorica ed irrigua, tutte le situazioni di risparmio idrico dovranno puntare alla

riduzione di tale valore.

La riduzione della superficie di terreno bagnato, ottenibile con l'irrigazione localizzata (a goccia, a spruzzo od ad aspersione a strisce), consente infatti, sensibili miglioramenti nell'efficienza irrigua.

Nell'aspersione, si dovranno evitare irrigazioni frequenti e di piccolo volume (5-10 mm), in quanto si ha la quasi completa perdita per evaporazione dalla superficie delle foglie bagnate e da quella del terreno umido solo in superficie, proprio dove sono più forti i fenomeni evaporativi.

Volumi più consistenti d'acqua, viceversa, potranno far penetrare l'acqua a livello dello strato radicale ed in strati di terreno meglio protetti dai fenomeni evaporativi, che sono molto intensi sul terreno saturo d'acqua.



(Foto Dioteca Agricoltura)

Sistemazioni superficiali dei TERRENI

Il controllo delle acque in eccesso mediante le sistemazioni superficiali è d'assoluta importanza in tutti i territori settentrionali italiani ed in particolare in quelli emiliano-romagnoli. L'essere in piano, l'elevata caduta di pioggia nel periodo autunno-primaverile e l'alto contenuto d'argilla e limo dei terreni, determina forti rischi di sovrassaturazione e di ristagno idrico superficiale. L'intensa opera di bonifica idraulica permette un buon allontanamento delle acque di drenaggio dal territorio e garantisce ai terreni un buon "franco di coltivazione", indispensabile per una redditizia agricoltura. Nell'azienda agricola occorre però dare ai terreni la struttura migliore possibile, ed è necessario provvedere ad un rapido allontanamento delle acque eccedenti la capacità d'accumulo nel suolo. Infatti, in caso di sovrassaturazione idrica, innalzamento delle falde e ristagno idrico superficiale, il suolo diventa asfittico e perde struttura deprimendo fortemente la crescita e la produttività delle piante.

Le sistemazioni permanenti o temporanee dei terreni, pur essendo funzionali principalmente al drenaggio delle acque in eccesso, influenzano notevolmente anche la capacità d'accumulo della pioggia e quindi, la conservazione ed il risparmio delle risorse idriche.

Un terreno che per un certo periodo è soggetto al ristagno superficiale, perdendo o peggiorando la pro-

pria struttura, riduce di molto la capacità di immagazzinare acqua nei periodi piovosi (Tab. 1) e successivamente formerà una crosta impermeabile, impedendo all'acqua di pioggia o d'irrigazione di penetrare in maniera efficiente.

In tali casi il terreno sarà più arido di un analogo terreno sul quale si è fatta una razionale sistemazione idraulica superficiale rendendo necessari numerosi interventi irrigui di piccolo volume e di bassa efficienza irrigua.

La prolungata presenza di una falda superficiale, condiziona ulteriormente la fertilità del terreno, infatti, lo "spappolamento" delle argille mantenute troppo a lungo in condizioni di saturazione, determina sotto la superficie la presenza di uno strato compatto e senza struttura, che limita la possibilità di un buon approfondimento degli apparati radicali, riducendo, di fatto, il volume di suolo a disposizione della pianta. Durante la siccità, la pian-

ta sarà meno sviluppata e più soggetta a repentine crisi idriche, abbassando la resa e obbligando al ricorso dell'irrigazione.

Oltre ad effetti negativi sulla conservazione dell'acqua, il ristagno superficiale e sottosuperficiale determina:

- insufficiente scambio gassoso verso gli apparati radicali,
- stentato accrescimento delle radici e ridotto assorbimento degli elementi nutritivi,
- rallentata attività microbica favorevole nel suolo e sviluppo di quella negativa,
- infestazione di malerbe idrofile,
- diminuzione del periodo utile di coltivazione,
- difficoltà di meccanizzazione,
- minore temperatura nel terreno.

Gli effetti combinati della perdita di fertilità e del minor accumulo di risorse idriche nel terreno, per effetto del ristagno, sono molto gravi specialmente durante la stagione di maggior crescita delle piante, potendo provocare la completa perdita di pro-

Tab. 1 - Perdita di capacità d'accumulo idrico di diversi terreni per ristagno superficiale o cattive lavorazioni (da Israelsen rielab. Mannini).

Tessitura terreno	Volume idrico accumulabile in 1 metro di profondità (mm)		Riduzione capacità d'accumulo idrico
	Terreno ben strutturato	Terreno mal strutturato	
Sabbioso	100	60	40
Franco sabbioso	150	90	60
Franco	200	140	60
Franco argilloso	220	160	60
Franco limoso	230	180	50
Argilloso	250	200	50

duzione sulle colture più sensibili e specie in caso di asfissia prolungata. La difesa dal ristagno idrico si può attuare: con adeguate sistemazioni dei terreni, con lavorazioni capaci di ottenere una buona baulatura e quindi un maggior deflusso superficiale, con ottimali lavorazioni e incremento della sostanza organica nel suolo per migliorare la permeabilità del terreno.

Le tradizionali sistemazioni della pianura emiliano romagnola, come il cavalletto, sono ormai scomparse per la semplificazione dei sistemi colturali ed ormai la "larga ferrarese" e la sistemazione più diffusa (Fig. 1). Per evitare ristagno idrico occorre però provvedere ad un'ottimale baulatura dei campi ed ad una continua ed accurata sistemazione delle scoline. La siccità che ha caratterizzato ripetutamente le ultime stagioni ha portato, purtroppo, molti agricoltori ad avere minore cura nel drenaggio a cielo aperto dei campi: il risultato è che sempre più frequentemente si osservano ristagni superficiali o sottosuperficiali prolungati, che condizionano in maniera molto negativa la fertilità e la capacità d'accumulo dell'acqua.

IL DRENAGGIO TUBOLARE

Nella continua semplificazione dei sistemi colturali e per una sempre più razionale lavorazione dei campi, ha avuto grande sviluppo il drenaggio tubolare, in sostituzione delle sistemazioni dei campi a cielo aperto (Fig. 2).

Attualmente in Emilia-Romagna sono presenti oltre 58.000 ettari di terreni, sui quali sono state abbandonate le sistemazioni superficiali, a favore di superfici del suolo perfettamente livellate mediante macchine guidate da tecnologia laser e drenaggio con tubazioni interrate fessurate.

Fig. 1 - Schema della sistemazione a larghe o alla ferrarese.

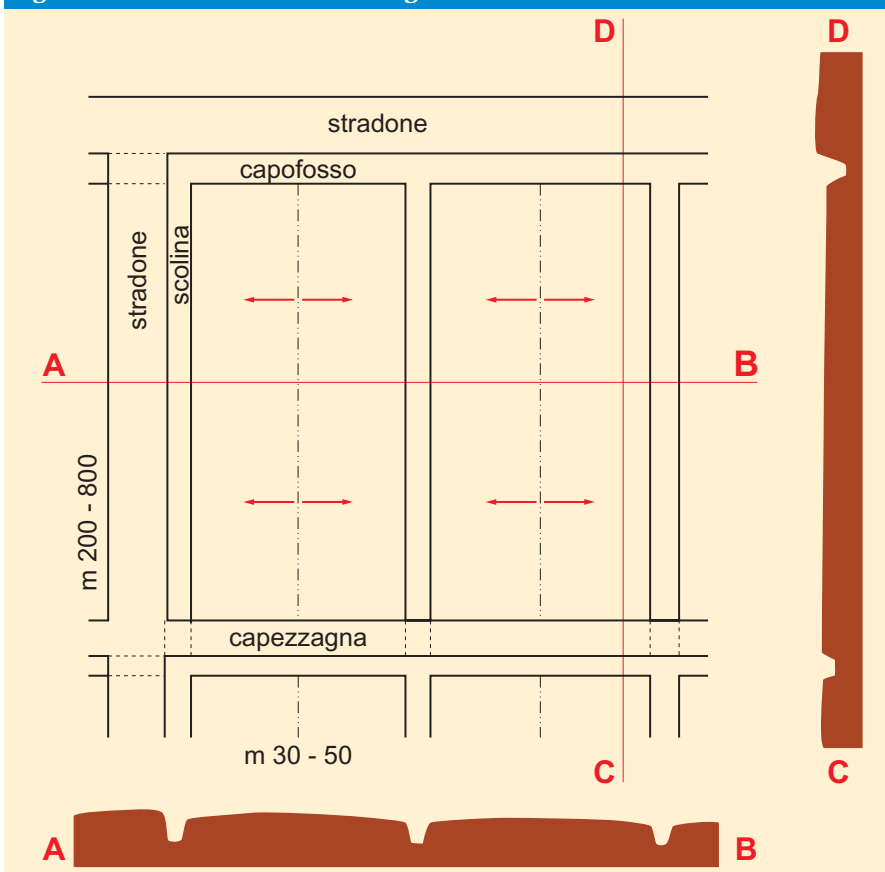


Fig. 2 - Evoluzione delle superfici soggette a drenaggio tubolare in Emilia-Romagna negli ultimi 20 anni (ha x anno).

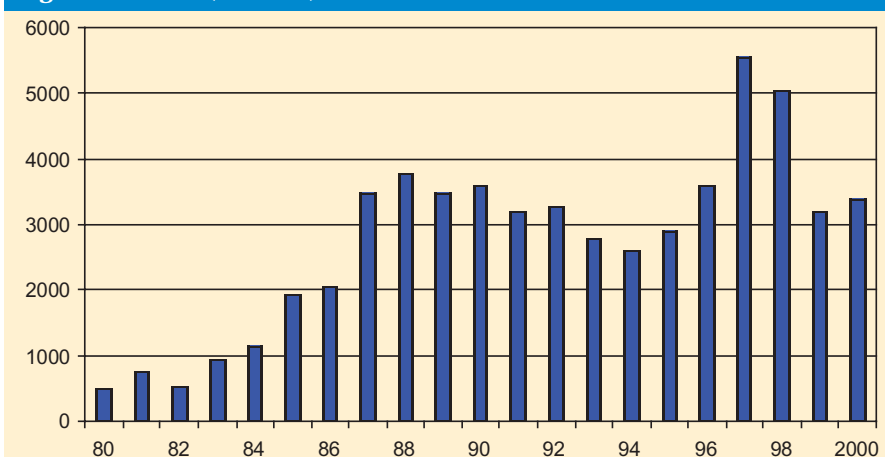
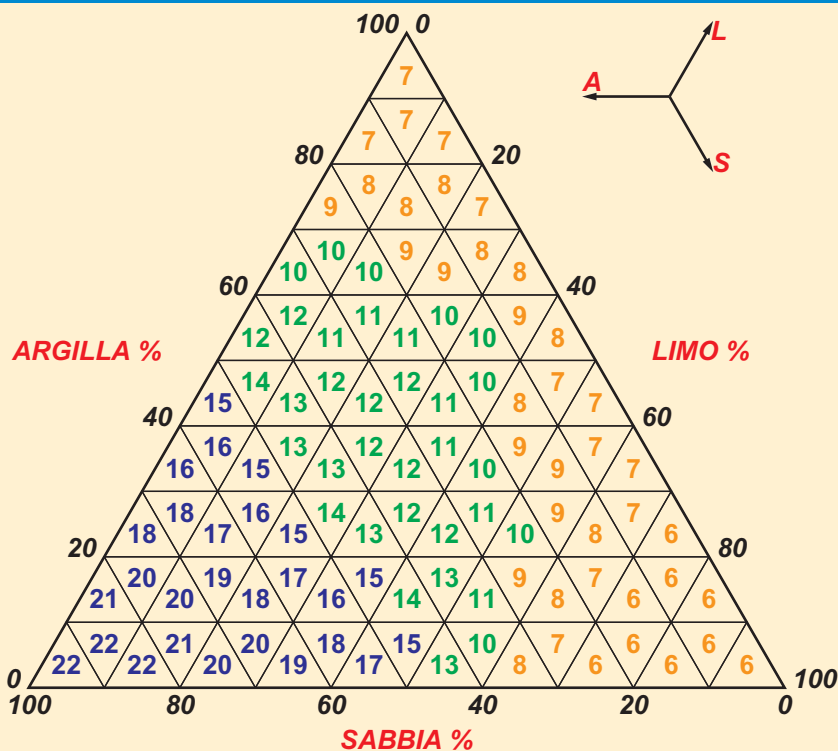


Fig. 3 - Relazione tra interasse dei dreni (in cm) e tessitura del terreno, per piovosità normali nell'ambiente padano (Guidoboni e Mannini, 1993)



I valori in verde sono quelli più usuali, i valori in blu sono di terreni naturalmente dotati di buon drenaggio, i valori in arancio sono tipici di terreni difficili, in cui il drenaggio deve essere attentamente valutato



Oltre il 90% della superficie drenata è nella pianura bolognese, ferrarese e ravennate, territori con una falda superficiale che può condizionare negativamente la colonizzazione radicale dello strato superficiale di suolo, con un peggioramento della capacità di sfruttare le risorse idriche naturali.

Il drenaggio tubolare, se effettuato bene posando i tubi alla giusta profondità e ad una distanza (interasse) calcolata in relazione alla tessitura dei terreni (Fig. 3) permette:

- un discreto aumento del franco di bonifica, la parte di terreno esplorabile dalle radici prima di arrivare a contatto della falda superficiale, e della struttura del terreno nella stessa zona, con miglioramento della fertilità e dell'approfondimento delle radici;
- un maggiore accumulo dell'acqua di pioggia nello strato utile di terreno per effetto del miglioramento della struttura;
- l'eliminazione del ruscellamento determinato dai campi livellati e incrementa la frazione di pioggia utile a disposizione delle piante;
- una più omogenea umidità in tutto l'appezzamento, senza l'effetto negativo di ristagno e presenza di materalie in prossimità delle scoline.

Nel complesso, quindi, rispetto alle sistemazioni tradizionali, il drenaggio tubolare determinando favorevoli condizioni di umidità nel terreno riduce le necessità idriche ed irrigue della coltura.

Il drenaggio tubolare ha anche altri effetti interessanti sul risparmio idrico, infatti: l'eliminazione delle scoline annulla la perdita d'acqua traspirata dalle infestanti che vi crescono, permette irrigazioni razionali ed omogenee e quindi più efficienti anche con grandi macchine ed annulla le perdite d'acqua caduta in zone non coltivate.



(Foto CER)

In molti casi, inoltre, il drenaggio tubolare può essere impiegato per subirrigare le colture, impiegando i dreni fessurati per alimentare la falda superficiale, innalzandola momentaneamente sino alla zona delle radici.

MODELLAMENTO SUPERFICIALE DEL TERRENO

Le sistemazioni a carattere temporaneo, cioè quelle eseguite per la coltivazione della coltura, possono influire notevolmente sull'aumento della evaporazione e/o sull'accumulo d'acqua nel terreno.

In Emilia-Romagna il modellamento superficiale più frequente è quello adottato per la coltivazione della patata.

Le prose di coltivazione incrementano la superficie di suolo esposta all'evaporazione ma, per contro, migliorano notevolmente l'intercettazione dell'acqua di pioggia e di quella irrigua, con una riduzione del ruscellamento e quindi con un migliore sfruttamento delle risorse idriche naturali.

Per ridurre l'acqua irrigua, si può anche incrementare il numero di colture sottoposte a "prosatura" del suolo, ricorrendo almeno in estate al modellamento superficiale, per ridurre le perdite d'acqua irrigua e di precipitazione.

In alcuni casi, oltre all'assolcatura tra le file della coltura, si può essere fare una particolare lavorazione "a conchette" lungo la fila, capace di catturare ancor meglio l'acqua, evitando le perdite trasversali ed aumentando l'acqua intercettata nel terreno.

Attualmente: pomodoro da industria, cipolla e asparago stanno incrementando le superfici a prosatura, sia per ridurre il ristagno dell'acqua sia per una più economica ed efficiente tecnica irrigua a goccia; su queste colture si è anche dimostrato un effettivo calo delle perdite per ruscellamento superficiale.

Lotta alle INFESTANTI

(Foto Dell'Aquila)



Le malerbe esercitano una forte competizione con le piante coltivate, per la luce, gli elementi nutritivi ed il volume di terreno esplorabile dalle radici delle piante condizionandone la resa e la qualità delle produzioni.

La concorrenza nei confronti dell'acqua è naturalmente molto accen-

tuata specie quando l'umidità nel terreno è scarsa e, quindi, proprio nei momenti in cui la pianta coltivata può subire maggiori perdite produttive.

Le infestanti con la loro abbondante massa fogliare, determinano un incremento della superficie traspirante per unità di superficie di terreno

che fa crescere notevolmente le perdite d'acqua dal sistema culturale. La massa di vegetazione traspirante delle infestanti impoverisce vistosamente le riserve idriche del suolo, anche più di quella delle piante coltivate che crescono assieme alle malerbe. Si è dimostrato che il risparmio idrico ottenuto con un'ottima-

le lotta alle infestanti equivale ad un'irrigazione di medio-alto volume d'adacquata pari a 40-50 mm.

Le piante infestanti sono poi caratterizzate da una maggiore resistenza alla siccità rispetto a quelle coltivate, riescono perciò a superare meglio i momenti di aridità continuando a crescere e ad estrarre acqua dal suolo, con una competizione sempre maggiore con i seminativi, sino a ridurne drasticamente la produttività.

Le infestanti si sono selezionate ed adattate a competere con le colture, grazie ai loro apparati radicali profondi ed efficienti e alla capacità di produrre più massa fogliare per unità d'acqua consumata, diventando più efficienti ed aggressive proprio nei momenti di massima esigenza d'acqua.

La lotta alle infestanti si può fare preventivamente con le lavorazioni preparatorie principali (aratura, ecc.) e successivamente con la sarchiatura, che per il contenimento delle perdite idriche dal terreno, solo apparentemente è sostituibile con il diserbo chimico.

L'aratura profonda risulta normalmente più efficace di quella superficiale e del "minimum tillage" (lavorazione minima), per ridurre il numero di semi di infestanti che germineranno prima o durante l'emergenza della coltura.

Le lavorazioni effettuate alla preparazione del letto di semina, possono ridurre drasticamente il numero delle infestanti, specie se sono effettuate quando gran parte delle plantule delle malerbe sono già germinate ed immediatamente prima della semina della coltura. In tal caso una rapida germinazione e crescita delle piante coltivate può favorire la migliore competitività di queste ultime nei confronti delle infestanti.

Il grande progresso della lotta chimica alle malerbe, ha spesso messo

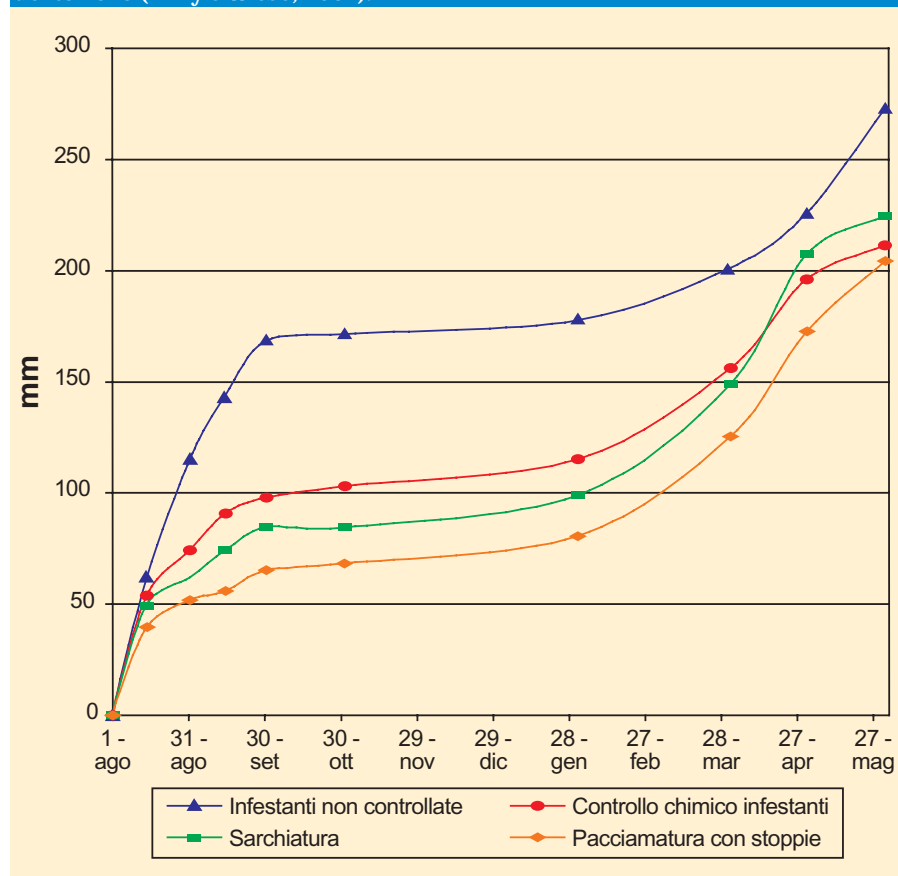
in dubbio l'utilità della sarchiatura, ma oltre alla riduzione delle perdite per traspirazione da parte delle infestanti, la sarchiatura muovendo il terreno, determina una notevole riduzione delle perdite per evaporazione dal suolo ed influisce positivamente sulla permeabilità del terreno aumentando la frazione d'acqua utile e la riserva idrica del terreno. In molti casi, la sarchiatura interfilare provoca anche la rottura della crosta superficiale e un migliore arieggiamento del terreno, condizioni più adatte allo sviluppo ed alla crescita delle colture.

In effetti, con la sarchiatura, la ridu-

zione delle perdite per traspirazione risulta analoga a quella del diserbo chimico, ma gli altri benefici sono un importantissimo fattore di risparmio idrico specie nei climi e nelle annate più aride.

La riduzione della perdita di umidità, data dalla sarchiatura rispetto al diserbo, è risultata elevata ed equivalente al contenimento dell'evaporazione dato da una pacciamatura della coltura con stoppie di frumento (Fig. 1), quindi, la sarchiatura potrebbe tornare ad essere il metodo di lotta alle malerbe di maggiore utilità per il progresso delle tecniche di risparmio idrico in agricoltura.

Fig. 1. Perdita di umidità del suolo con differenti tecniche di diserbo e lavorazione del terreno (Army e Wiese, 1961).



Inerbimento interfilare dei FRUTTETI

In Emilia-Romagna è notevolmente diffuso su tutte le principali colture da frutto ed anche su molti vigneti; la sua vasta applicazione è un dato di fatto ed indica che gli aspetti favorevoli sono considerati, nel complesso, maggiori di quelli negativi.

L'inerbimento interfilare può essere effettuato con la semina di appositi miscugli, generalmente di graminacee, su tutta la superficie del frutteto compreso lo spazio sulla fila o solo

in una striscia di terreno tra le piante. Normalmente lungo la fila si preferisce ricorrere ad un diserbo o ad una lavorazione superficiale del terreno; questo ridurrà la competizione del prato con le piante da frutto ed agevolerà le operazioni di sfalcio, che devono essere numerose e ripetute per minimizzare le perdite idriche per traspirazione dall'inerbimento (inerbimento controllato). L'effetto più visibile nel frutteto è il miglioramento della transitabi-

lità dell'interfilare, la presenza di un cotico erboso determina un'elevata portanza delle macchine agricole riducendo i danni del transito di mezzi pesanti sul terreno, specie se bagnato.

L'inerbimento determina numerosi altri effetti vantaggiosi:

- sui terreni declivi previene l'erosione proteggendo il suolo dall'effetto battente delle piogge, riducendone il dilavamento ed incrementando la permeabilità dell'ac-



(Foto Diatca Agricoltura)



- sui terreni pianeggianti baulati, riduce il ruscellamento superficiale migliorando l'efficienza delle piogge;

- migliora la struttura del terreno aumentando la porosità e l'aerazione del suolo;
- incrementa la sostanza organica nel terreno e quindi l'attività della

- flora microbica aerobica;
- riduce la formazione della suola di lavorazione permettendo una migliore colonizzazione delle radici nel terreno;
- evita la perdita dell'apparato radicale più superficiale degli alberi dovuto alla lavorazione del terreno.

Il generale miglioramento delle caratteristiche fisiche del terreno comporta quindi sia un maggiore accumulo di riserve idriche naturali sia apparati radicali più espansi ed efficienti.

Come conseguenza dell'effetto di mitigazione delle alte temperature dello strato d'aria a contatto con la pianta, in taluni casi viene migliorata la qualità e la colorazione dei frutti e l'efficienza delle foglie. Infine, la moderna tecnica di difesa dalle gelate tardive tramite irrigazione a spruzzo sottochioma, non può prescindere dall'effetto positivo della bagnatura dell'inerbimento, che incrementa la superficie di congelamento al suolo, con successiva cessione di calore nello strato d'aria nel quale si trovano le piante da frutto.

Purtroppo, si devono registrare alcuni effetti negativi dovuti soprattutto all'intensa concorrenza e competizione per l'acqua e gli elementi nutritivi, tra la pianta da frutto ed il prato ad essa consociato. In alcuni casi, la competizione è così spinta che l'apparato radicale delle piante viene a crescere ed a collocarsi quasi esclusivamente lungo la striscia del terreno diserbato o lavorato, mentre poche radici si spingono nel volume di terreno tra i filari.

Il calo del volume di terreno colonizzato dalle radici della pianta da frutto, si riflette negativamente sulla quantità d'acqua (e di nutrienti) a disposizione per la crescita dell'albero che, quindi, diventa dipenden-

te dalle irrigazioni, con incremento dei volumi irrigui complessivamente necessari per la buona produttività del frutteto.

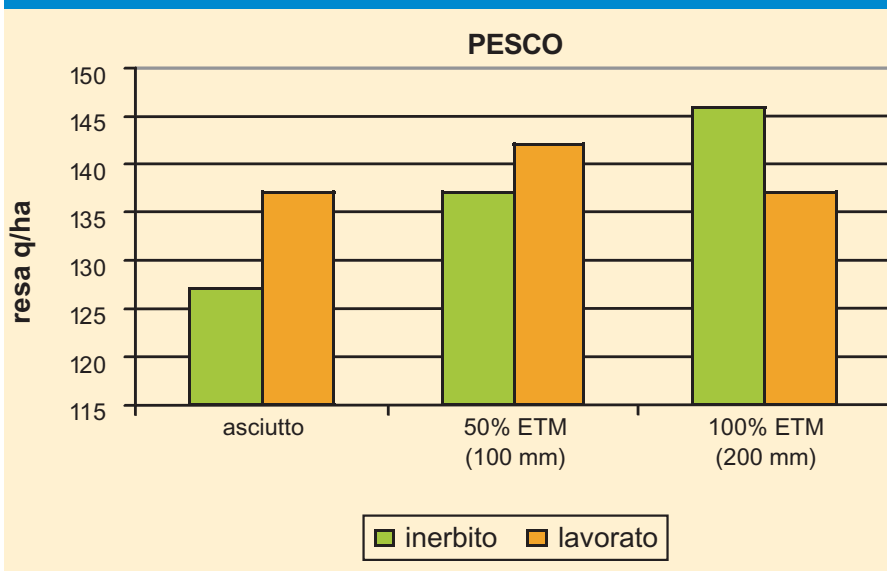
Tutte le specie risentono della competizione con l'inerbimento - il pesco è tra le specie meno tolleranti alla consociazione col prato - specialmente durante la fase d'allevamento. Le giovani piante risentono maggiormente della competizione e nei primi anni dall'impianto occorre effettuare la lavorazione superficiale del terreno che potrà essere successivamente seminato a file alterne per ridurre la competizione.

Questa maggiore dipendenza del frutteto dall'irrigazione può essere vista favorevolmente in una frutticoltura d'avanguardia, seppure altamente esigente d'acqua, per la maggiore possibilità di gestire, tramite precise irrigazioni e fertirrigazioni, l'attività vegeto-produttiva dell'albero.

Si potranno così imporre stati di stress idrico alla pianta in talune fasi e condizioni d'ottimale umidità del terreno in altre, guidando la pianta ad una migliore fruttificazione con riduzione del controproducente rigoglio vegetativo dell'albero.

Con limitate risorse idriche a disposizione o, in ogni modo, per risparmiare acqua occorre, viceversa, indi-

Fig. 1 - Effetti dell'irrigazione per aspersione e dell'inerbimento interfilare del pesco. Media 1985-89 (Mannini e Gallina, 1998).



rizzare il frutteto al miglior sfruttamento delle risorse idriche naturali e questo non può che avvenire eliminando la competizione radicale dell'inerbimento ed i suoi maggiori consumi idrici, determinati dalla traspirazione del prato interfilare.

Prove condotte dal Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo hanno reso evidente la forte competizione per l'acqua determinata dal cotico erboso, nei confronti del

pesco e del pero.

La media produttiva 1985-1989 di pesco impiantato nel 1983, e sottoposto ad inerbimento solo dal 1985, hanno fatto rilevare una resa di 127 q/ha contro i 137 q/ha/anno del confronto mantenuto lavorato, una riduzione della sezione del fusto di circa l'8% ed un più contenuto numero di frutti sulla pianta: 273 contro 302 del lavorato.

La prova ha anche evidenziato come in condizioni idriche ottimali determinate da irrigazioni a pieno soddisfacimento idrico (100% ETM) l'inerbimento consente maggiori rese rispetto al terreno lavorato (Fig.1).

In condizioni irrigue quasi ottimali, date da irrigazioni compensanti solo il 50% delle perdite idriche (100 mm/anno mediamente) la produzione di frutti è risultata uguale a quella del confronto lavorato senza irrigazioni; evidenziando nuovamente come la tecnica dell'inerbimento va effettuata in condizioni irrigue e quin-

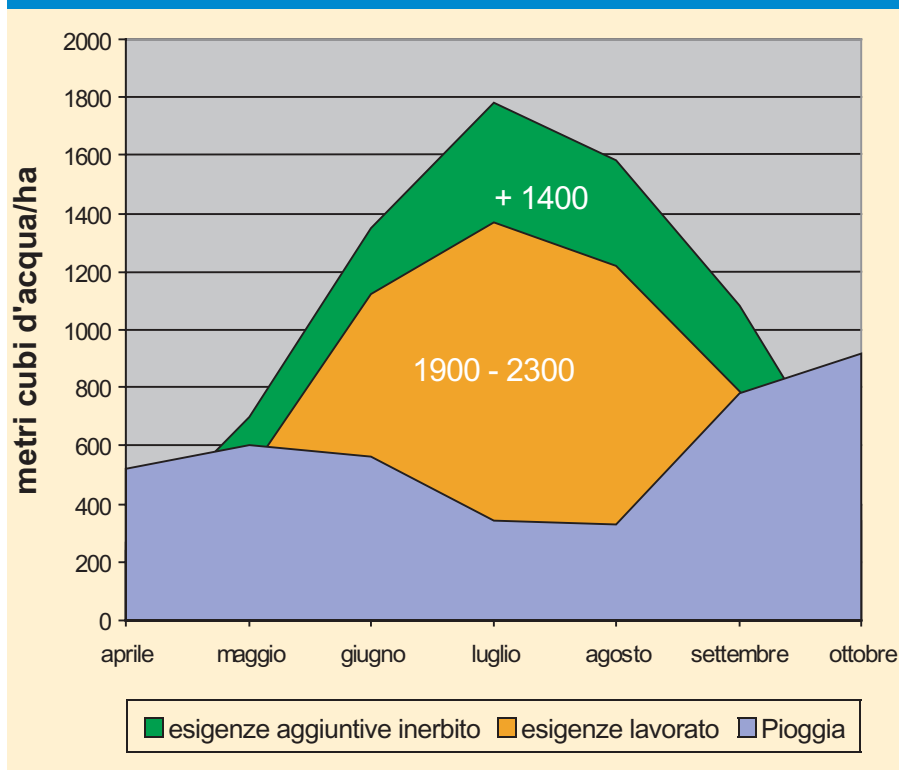
Tab. 1 - Effetti dell'inerbimento su pero Conference e William nel 1989 (CER, 1989).

Carattere esaminato	Conference		William	
	Inerbito	Lavorato	Inerbito	Lavorato
Produzione q/ha	142	188	142	161
Numero frutti/m ²	9	12	10	11

Tab. 2 - Effetti dell'inerbimento su vite Barbera, media 1994-96 (Bovio et al., 2000).

Carattere esaminato	Inerbito	Lavorato
Produzione kg/ceppo	2,42	3,46
Peso 1000 acini (g)	307	316
Peso medio grappolo (g)	221	261
Sarmenti/ceppo (kg)	0,5	0,7

Fig. 2 - Bilancio idrico schematico di pomacee adulte in produzione, in condizioni di interfilare lavorato ed inerbito.



di con maggiori consumi di risorse idriche.

In termini economici la perdita monetaria conseguente all'inerbimento è ancora più rilevante di quella osservata sulla resa, infatti, la riduzione di produzione è accompagnata da minori pezzature commerciali delle pesche, con forti riduzioni sul prezzo di pagamento delle stesse.

Sul pero, in assenza di irrigazioni, l'effetto deprimente dell'inerbimento interfilare nei confronti della resa di frutti è notevole su Conference (-25%) e discreto sulla William (-12%), segnalando una ridotta efficienza di utilizzo dell'acqua di pioggia non tollerabile in condizioni asciutte e contro-

producente ai fini del risparmio d'acqua in condizioni irrigue.

La perdita produttiva determinata dal maggior consumo idrico dell'inerbimento è conseguente sia ad un numero inferiore di frutti per pianta sia al loro peso medio inferiore, con perdite economiche ancor maggiori in termini di prezzo di pagamento del prodotto (Tab. 1).

Altre prove effettuate su vite Barbera nel nord - Italia (Tab. 2), hanno mostrato che l'inerbimento provoca consistenti riduzione di vigoria e produzione, accompagnate da problemi di maturazione dei grappoli, determinate dalla carenza idrica indotta dai maggiori consumi del prato interfilare; analoghe o

ancor maggiori sono le perdite produttive negli ambienti meridionali più aridi.

Naturalmente numerose esperienze sono state effettuate su altre specie da frutto, ed esse, in linea generale, hanno sempre fatto rilevare gli effetti dell'inerbimento sulla riduzione della produzione e della vigoria della pianta in situazione non irrigua e le maggiori necessità d'acqua in condizione di irrigazione.

Il risultato di un bilancio idrico applicato ad un frutteto di pomacee adulto (Fig. 2), mette in rilievo che il consumo potenziale d'acqua non coperto dalle piogge può raggiungere in condizioni di interfilare lavorato i 1900 m³/ha nelle annate più piovose, sino ai 2300 m³/ha di quelle relativamente più aride (area in arancione).

Viceversa, in situazioni d'interfilare inerbito le necessità idriche crescono per effetto della maggiore evapotraspirazione del prato di circa 1400 m³/ha (area in verde), costringendo dunque ad irrigazioni supplementari con minore efficienza produttiva nell'uso dell'acqua irrigua.

Tra gli aspetti negativi dell'inerbimento occorre poi ricordare che è normalmente associato all'irrigazione per aspersione e non a quella a goccia, infatti, per il mantenimento di un buon cotico erboso occorre che esso sia ben irrigato su tutta la superficie, condizione non ottenibile con i metodi di irrigazione localizzata.

Ecco che allora ai maggiori consumi idrici dati dal prato interfilare, si aggiungeranno tutte le perdite per evaporazione delle goccioline d'acqua durante il lancio nebulizzato, peggiorando ulteriormente la possibilità di ridurre i consumi idrici non produttivi.

I FRANGIVENTO

L'evaporazione dalla superficie del terreno e la traspirazione, cioè il consumo d'acqua necessario alla pianta per i suoi numerosi processi fisiologici, aumentano all'aumentare della radiazione solare, della temperatura e della turbolenza dell'aria determinata dal vento.

L'effetto del vento sulla evapotraspirazione è rilevante in termini di maggiori consumi; infatti, la rimozione continua e veloce dello strato d'aria a contatto con la superficie del suolo e della foglia, determina un ricambio d'aria umidificata - dai due fenomeni - con aria più asciutta e quindi in grado di riattivare ed accelerare la perdita d'acqua.

Il frangivento, oltre a ridurre l'evapotraspirazione, permette poi di migliorare la distribuzione dell'acqua con i metodi per asperzione. Con minore ventosità, infatti, si ha una migliore omogeneità dell'irrigazione e minori perdite per evaporazione e deriva delle goccioline d'acqua polverizzate durante il lancio.

La maggiore efficienza d'irrigazione può far risparmiare tra il 10 ed il 35% dell'acqua irrigua, secondo la velocità del vento ed il sistema per asperzione adottato.

A pari condizioni di vento si avranno perdite idriche maggiori quando c'è un'elevata polverizzazione dell'acqua irrigua ed una maggiore altezza dell'irrigatore o degli ugelli, rispetto alla vegetazione.

Un'alta polverizzazione comporta, infatti, sia maggiori perdite d'acqua per deriva delle goccioline fuori della superficie sottoposta ad irriga-

zione, sia un maggiore contatto tra acqua ed atmosfera e perciò una più elevata evaporazione dell'acqua prima che essa raggiunga la pianta od il terreno.

La riduzione dell'altezza di lancio ha sia minore effetto di deriva sia un minor tempo di contatto dell'acqua polverizzata con il potere evaporante dell'atmosfera.

In Emilia-Romagna il vento è molto frequente specie nelle zone agricole costiere ed in quelle collinari e pedecollinari, dove i venti da sud sono particolarmente dannosi perché, essendo molto caldi e secchi, provocano elevatissime evapotraspirazioni giornaliere che giungono ai 10-12 mm/giorno (100-120 m³ per ettaro) provocando, sulle colture più sensibili, bruciature dei margini fogliari e conseguente perdita di produzione.

Il fenomeno è particolarmente sentito sul kiwi nelle zone pedecollinari del faentino: quando durante le "scioccate" estive ("curèna") il vento già caldo e asciutto, si surriscalda ulteriormente per lo schiacciamento al suolo a valle delle montagne appenniniche.

L'elevatissima perdita d'acqua dal frutteto rischia di bruciare le foglie (brusone) sino a comprometterle parzialmente od a farle cadere.

Uno dei metodi tradizionalmente impiegati per ridurre la ventosità erano le barriere inerti (reti anti-vento sulle arboree, arelle in orticoltura) o vive, cioè siepi e filari di piante di una certa altezza.

La meccanizzazione ha purtroppo indirizzato verso un'agricoltura semplificata con campi senza osta-

coli ed i filari frangivento sono stati eliminati.

Viceversa, oggi, la necessità di risparmiare acqua e le misure agroambientali di sostegno al reddito, consentirebbero di piantare siepi e filari di piante, con miglioramento del paesaggio e della biodiversità e con la funzione di mitigare gli effetti dannosi del vento sul consumo idrico delle colture.

I frangivento oltre alla positiva azione di risparmio idrico, riducendo l'evapotraspirazione, innalzano l'umidità relativa ed incrementano la fotosintesi, grazie ad un periodo più prolungato di apertura degli stomi.

FRANGIVENTO INERTI

In molti casi per ottenere un'immediata protezione dal vento, senza attendere i tempi d'impianto e sviluppo di siepi e filari frangivento, si realizzano barriere inerti, costituite da palificazioni di legno o cemento tra le quali vengono apposte reti di plastica con maglie di piccolo diametro, capaci di contrastare gli effetti del vento.

La protezione può circondare completamente la coltura o essere sistemata nella posizione capace di attenuare il vento prevalente e più dannoso.

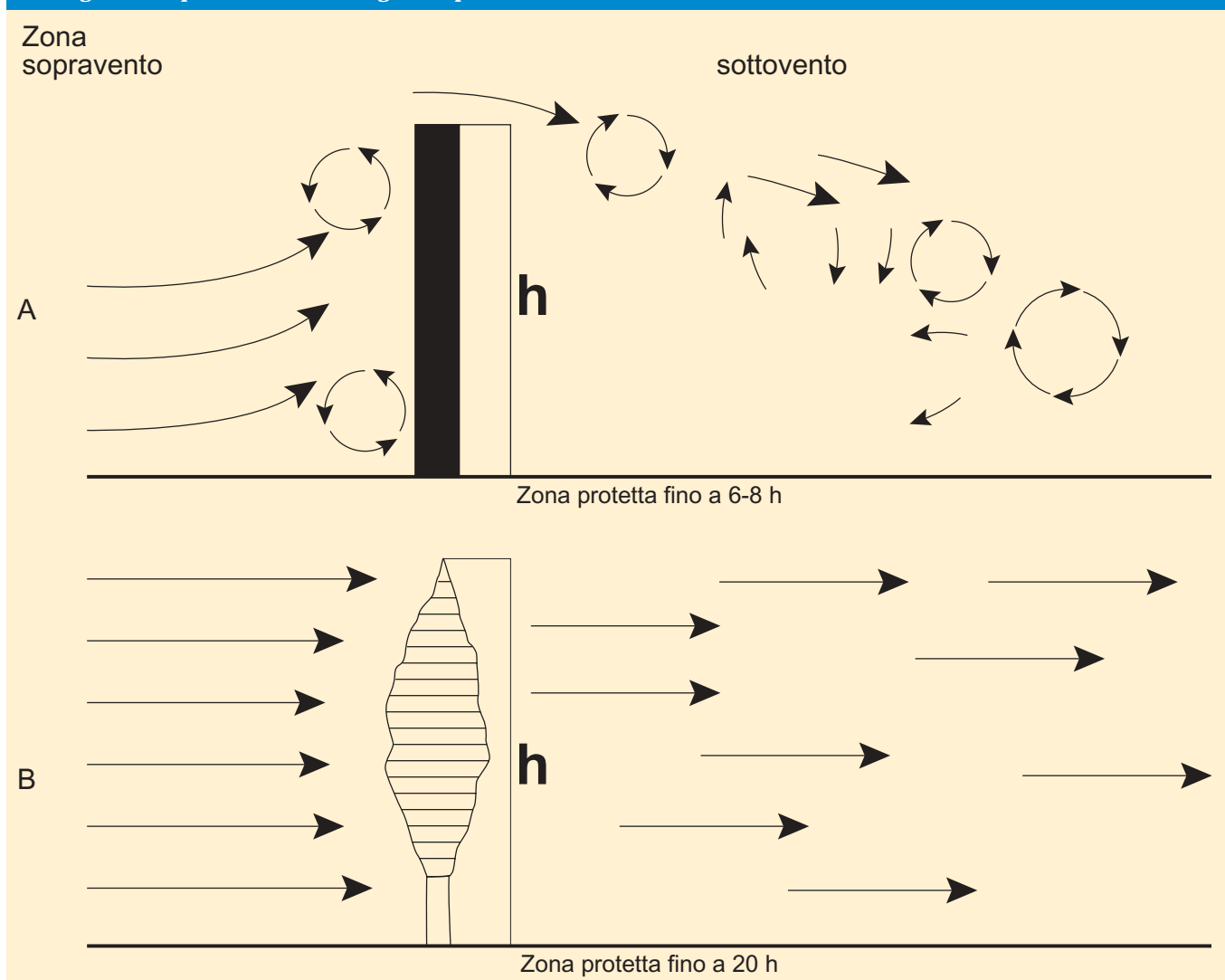
In zone molto ventose, in senso perpendicolare alla protezione principale possono essere posti frangivento di minore altezza, a distanza doppia da quelli principali, per una protezione dai venti delle direzioni diverse da quella dominante.

Rispetto ai frangivento vivi quelli inerti hanno costi più elevati, ma



(Foto Diateca Agricoltura)

**Fig. 1 - Influenza della permeabilità del frangivento sull'efficacia della protezione:
A - frangivento impermeabile, B - frangivento permeabile.**



sono più veloci da realizzare, determinano minori perdite di terreno produttivo e non provocano nessuna competizione radicale con la coltura o perdite d'acqua per la loro traspirazione.

FRANGIVENTO VIVI

Possono essere siepi o filari di alberi attorno ai campi aziendali e per-

pendicolari sulle cavedagne, opportunamente sistemate.

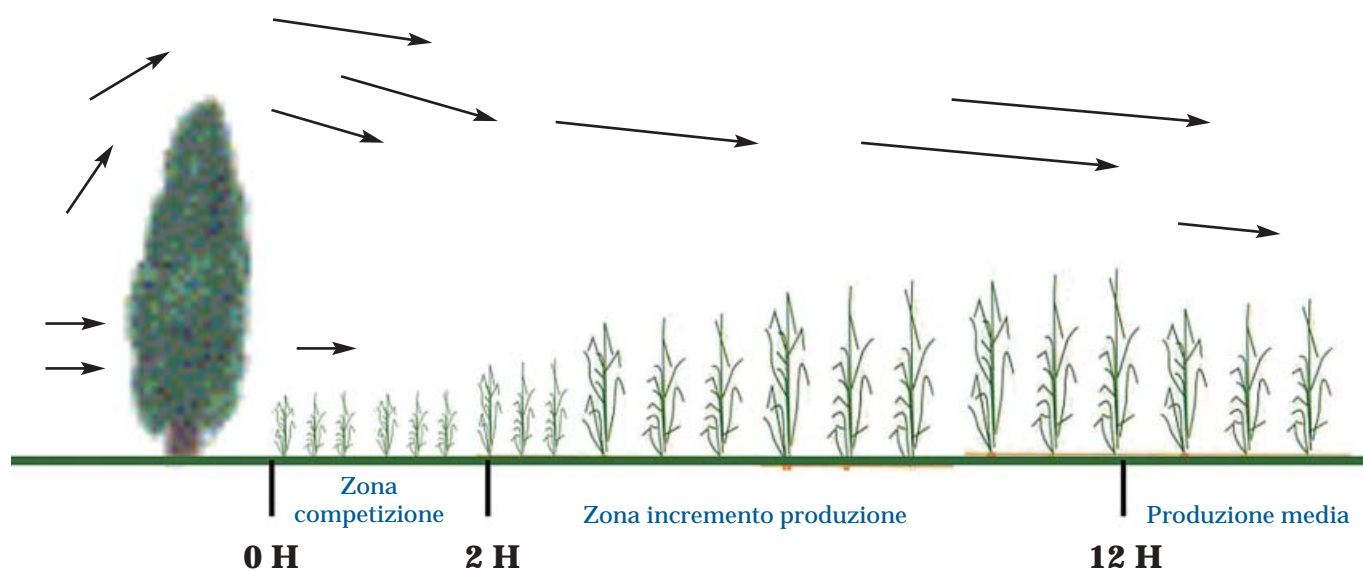
Un'alberatura che protegge almeno dai venti dominanti, ha minori oneri di gestione e minori effetti d'ombreggiamento sulla coltura, consentendo un discreto risparmio idrico e spesso, maggiori produzioni.

La costituzione di filari alberati e di siepi migliora anche il paesaggio

rurale e contribuisce alla naturalità, dovrebbe quindi essere fatta impiegando specie autoctone indicate dal Regolamento CE, con la possibilità di usufruire dei contributi economici per la costituzione o il mantenimento di piantate e siepi.

Per ottenere un buon effetto frangivento è possibile alternare alberi di taglia elevata con siepi di minore

Fig. 2 - Soia: zone a diversa produzione in funzione del frangivento.



altezza, in grado di “chiudere” vicino al suolo gli spazi tra gli alberi. Normalmente si impiegano specie rustiche di facile moltiplicazione, a rapido accrescimento, meglio se a foglia persistente e con radici a sviluppo verticale più che orizzontale. Sono anche da preferire piante che sviluppano più in altezza che in larghezza, flessuose all’azione del vento ma con rami resistenti alla rottura. Non va inoltre sottovalutata la possibilità di piantare piante la cui produzione legnosa può essere economicamente valida.

Le siepi e le alberature frangivento danno un leggero aumento della temperatura nelle porzioni di campo vicine, ma riducono notevolmente la turbolenza delle masse d’aria e quindi l’allontanamento del vapore acqueo con riduzione dell’evapotraspirazione.

L’azione del frangivento dipende molto dalla densità della barriera e dalla sua altezza; infatti, la protezione è maggiore nell’immediata porzione sottovento al frangivento, per poi annullarsi via via allontanandosi dallo stesso.

Barriere troppo dense e poco permeabili al vento sono nocive perché provocano una turbolenza sottovento che limita la profondità della superficie protetta (circa 6-8 volte l’altezza del frangivento); viceversa una certa facilità di passaggio del vento, protegge le superfici sottovento sino a quasi 20 volte l’altezza del frangivento (Fig. 1).

Una barriera di giusta densità e perpendicolare alla direzione del vento riduce la velocità dell’80% sino ad una distanza pari a 2-3 volte l’altezza delle piante, per poi ridurla solo del 20% ad una distanza di 10-16 vol-

te l’altezza del filare. Un filare frangivento di media densità alto 10 metri rallenterà, quindi, il vento del 20% sino ad una distanza di 100-160 metri. Numerose ricerche hanno dimostrato che la riduzione di evapotraspirazione determinata dai frangivento, porta ad un incremento di resa che rende economica la loro costruzione; sulla soia si sono visti aumenti di resa notevoli sino ad una distanza dal frangivento pari a 12 volte la sua altezza e piccole riduzioni di resa per effetto della competizione degli alberi, sino ad una distanza pari all’altezza degli stessi (Fig. 2).

La riduzione di evapotraspirazione provocata dai frangivento è compresa tra il 20 ed il 30%, con un risparmio idrico valutabile mediamente in 400-600 m³/ha d’acqua sulle colture e nelle condizioni climatiche emiliano-romagnole.

La PACCIAMATURA

È la copertura di una porzione più o meno estesa di terreno agrario lungo le file delle piante. I film plastici sono i materiali di copertura ormai più diffusi, anche se, su alcune colture, sono talvolta impiegati altri materiali disponibili in azienda come la paglia ed altri residui colturali, di basso costo.

La pacciamatura del terreno è una pratica molto diffusa in orticoltura, ed in particolare sulla fragola, sul melone e sul cocomero. Lo sviluppo della copertura del terreno con film plastici pacciamanti sta ottenendo un certo successo anche durante la fase d'allevamento delle arboree da frutto e della vite, e specie nelle aziende biologiche dove il diserbo chimico è vietato.

Durante i primi anni di sviluppo delle piante, la pacciamatura viene preferita alla lavorazione meccanica lungo fila, perché i fusti ancora poco robusti vengono spesso danneggiati dai tastatori di rientro della macchina fresatrice ed anche per indurre un accrescimento più veloce delle piante in fase d'allevamento.

Alcune esperienze su vite al primo anno di sviluppo, hanno mostrato quest'ultimo importante effetto: la pacciamatura ha prodotto un maggior sviluppo del fusto e dei tralci rispetto alla medesima cultivar mantenuta lavorata per un buon controllo delle malerbe (Tab. 1), inoltre il migliore stato idrico-nutrizionale dato dalla pacciamatura ha indotto un migliore accumulo di sostanze di riserva nei vari organi

della pianta, con positivi effetti generali sulla funzionalità della pianta (Tab. 2).

I significati agronomici della pacciamatura sono quindi numerosi:

- riduzione dell'evaporazione dal suolo;
- eliminazione dello sviluppo delle infestanti lungo le file con riduzione delle perdite d'acqua per traspirazione dalle stesse;
- incremento della temperatura del suolo e dell'aria in prossimità delle piante, con anticipo della produzione ed incremento di resa;
- eliminazione o riduzione del contatto dei frutti delle ortive con il terreno, con maggiore pulizia e minori attacchi fungini sui prodotti;
- miglioramento della struttura del terreno, ecc.

Il primo è il fattore più importante per un uso ridotto dell'acqua negli ambienti caldi ed aridi nei

quali l'evaporazione è alta, viceversa, in ambienti freschi e con piogge frequenti la pacciamatura con film plastici impermeabili riduce l'efficacia dell'acqua di pioggia che, non potendo penetrare nel terreno in prossimità delle piante, fa accrescere le necessità di ricorso all'irrigazione.

L'efficacia della pacciamatura sulle perdite d'acqua è più alta nelle prime fasi della coltura, quando l'apparato aereo è poco sviluppato e la traspirazione dalle foglie è bassa, successivamente al crescere dell'area fogliare, aumentano le perdite per traspirazione e diminuiscono quelle per evaporazione dal suolo, ombreggiato dalla coltura, con riduzione dell'efficacia della pacciamatura sulla conservazione dell'umidità nel terreno.

Sulla fragola l'effetto benefico della pacciamatura è in ogni caso mol-

Tab. 1 - Accrescimento delle viti pacciamate e non pacciamate con film di polietilene nero (S. Apollinare, PG) Fonte www.arusia.umbria.it.

Vitigno	Tesi	Lunghezza germoglio principale	Lunghezza germogli totali (cm)	Circonferenza del fusto (mm)
Sangiovese	pacciamato	88,5	183,5	23,7
	non pacciamato	72,9	157,1	21,2
Merlot	pacciamato	95,3	246,0	26,0
	non pacciamato	59,5	141,8	21,7

Tab. 2 - Contenuto in carboidrati totali (g) negli organi di viti pacciamate e non pacciamate sulla fila con film di polietilene nero (S. Apollinare, PG) Fonte www.arusia.umbria.it.

Organi	Merlot		Sangiovese	
	Pacciamato	Non pacciamato	Pacciamato	Non pacciamato
Radici	15,4	6,4	12,0	3,8
Fusto	7,5	4,2	4,6	3,1
Tralci	9,1	1,5	4,5	1,2
Totale	32,0	12,1	21,1	8,1

to elevato, per la scarsa copertura vegetale tipica della coltura. Il frequente ricorso, per la raccolta delle fragole, alla distribuzione di paglia nei corridoi di passaggio è aggiuntivo alla pacciamatura ed abbassa ulteriormente le perdite idriche dal suolo e migliora nettamente la permeabilità all'acqua piovana.

Un elemento ormai indispensabile per le colture pacciamate è il ricorso all'irrigazione a goccia, effettuata mediante ali gocciolanti o manichette forate poste sotto la pacciamatura. Tale sistema per-

mette all'acqua di arrivare direttamente al suolo vicino alla zona radicale, senza nessuna perdita per evaporazione durante la distribuzione dell'acqua e dalla superficie bagnata del terreno.

Frequentemente l'uso dell'irrigazione per asperzione durante le fasi d'attecchimento della coltura è impiegato anche a fini climatizzanti; in questo caso la pacciamatura, ostacolando la penetrazione dell'acqua vicino alla piantina, costringe ad irrigazioni lunghe e frequenti, con un impiego d'acqua molto elevato e di efficacia molto

bassa per la pianta.

Alcune osservazioni effettuate nel Cesenate in estate all'atto dei trapianti di fragola, hanno rilevato che, per portare un terreno molto asciutto pacciamato, alle condizioni desiderate di umidità post-trapianto, occorrono irrigazioni a pioggia di 30-35 mm d'acqua; in assenza di precipitazioni naturali o di copertura nuvolosa è poi necessario almeno un altro intervento nei giorni immediatamente successivi.

Per ottenere la medesima umidità, mediante un impianto a manichet-

(Foto Dioteca Agricoltura)



Tab. 3 - Effetto della pacciamatura su orticole (FAO Irrigation and Drainage Paper n. 56).

Coltura	Riduzione dell'evaporazione dal suolo (%)	Incremento traspirazione della pianta (%)	Riduzione del coefficiente culturale (%)
Fragola	n. r.	n. r.	20-30
Zucchini	40-70	10-30	5-15
Cetriolo	40-60	15-30	15-20
Melone	80	35	5-10
Cocomero	90	-1	25-30
Pomodoro	n. r.	n. r.	35
Media	10-30	10-30	10-30

ta forata sotto la pacciamatura, servono viceversa, solo 10 mm d'acqua al trapianto e a volte 5-7 millimetri d'acqua successivamente.

Occorre allora che la stesura dei film plastici avvenga preferibilmente in condizioni di terreno già umido, che l'irrigazione sia effettuata esclusivamente a goccia sottopacciamatura, favorendo l'attecchimento con una perfetta stesura dell'ala gocciolante lungo i fori di trapianto e ricorrendo sempre all'uso di piante con radici sviluppate e chioma contenuta (fri-

goconservate per la fragola). In tal modo si eviterà sia il ricorso ad un doppio impianto irriguo (aspirazione per la climatizzazione durante l'attecchimento e goccia per l'irrigazione umettante), con contenimento dei costi degli impianti irrigui e dell'acqua.

Inoltre, la presenza della pacciamatura condiziona l'osservazione dell'operatore durante l'irrigazione: in molti casi, il volume d'irrigazione erogato alla coltura pacciamata è troppo elevato rispetto alle necessità della coltura, perché

per terminare l'intervento irriguo l'agricoltore aspetta l'uscita dell'acqua dalla pacciamatura, per essere sicuro di avere ben bagnato il terreno. Il ricorso alle indicazioni dei servizi di assistenza tecnica irrigua o l'uso dei tensiometri potrebbe con facilità evitare questi assurdi sprechi di risorsa idrica.

L'incremento di temperatura del terreno e dell'aria circostante la vegetazione, assieme alle migliori condizioni di umidità e di struttura del suolo determinano sempre un maggior sviluppo delle piante e produzioni più elevate. Con le riduzioni le perdite d'acqua per evaporazione, si hanno, quindi, incrementi della traspirazione da parte delle piante più rigogliose e con maggiore superficie fogliare esposta al potere evaporante dell'atmosfera; il consumo idrico per unità di prodotto sarà però minore per l'efficienza nell'utilizzazione dell'acqua.

L'effetto globale di riduzione d'acqua in una coltura ortiva pacciamata rispetto ad una coltivata senza film plastico sul terreno, è quindi variabile tra il 10 ed il 30%, secondo frequenza di irrigazione e della superficie pacciamata rispetto a quella complessiva, questo comporta analoghe riduzioni nei coefficienti culturali (Kc) utili per compilare il bilancio idrico della coltura ai fini irrigui (Tab.3).



(Foto Dioteca Agricoltura)



(Foto Diateca Agricoltura)





Scelta e gestione delle COLTURE

Per la migliore ed oculata utilizzazione delle risorse idriche, la scelta delle colture è uno dei fattori da tenere in massima considerazione, infatti, nell'agricoltura mediterranea non irrigua, gli ordinamenti colturali sono tutti indirizzati a privilegiare le specie capaci di sfruttare al meglio le risorse idriche naturali.

Il frumento e le altre specie a ciclo autunno - primaverile sono le più frequenti per la loro capacità di sfruttare le piogge invernali e maturare prima del periodo di aridità estiva. Le altre colture vengono scelte tra quelle dotate di maggiore adattabilità a situazioni di siccità spesso perché hanno radici profonde ed espanse capaci di prendere l'acqua dagli strati più profondi.

Negli ambienti più favoriti ed irrigui si ha, viceversa, una grande elasticità nelle scelte colturali e la necessità di adottare criteri di uso oculato dell'acqua, devono indirizzare verso specie che, pur determinando un risparmio idrico, non deprimano la redditività e la competitività dell'azienda. La scelta dell'ordinamento, della varietà e del portinnesto sulle arboree, dovranno allora tenere conto di questa duplice esigenza.

Fortunatamente, per risparmiare acqua, si hanno ora a disposizione negli ambienti discretamente dotati di tale risorsa, tecniche colturali che mantengono specie e varietà senza deprimerne la resa.

Si potrà allora sostituire nella rotazione una specie più esigente d'acqua con una più resistente alla siccità, ma di redditività simile, potranno scegliersi varietà più precoci e quindi di minor consumo idrico, si potranno anticipare le semine o scegliere densità di semina con minori esigenze di irrigazioni.

Scelta della SPECIE

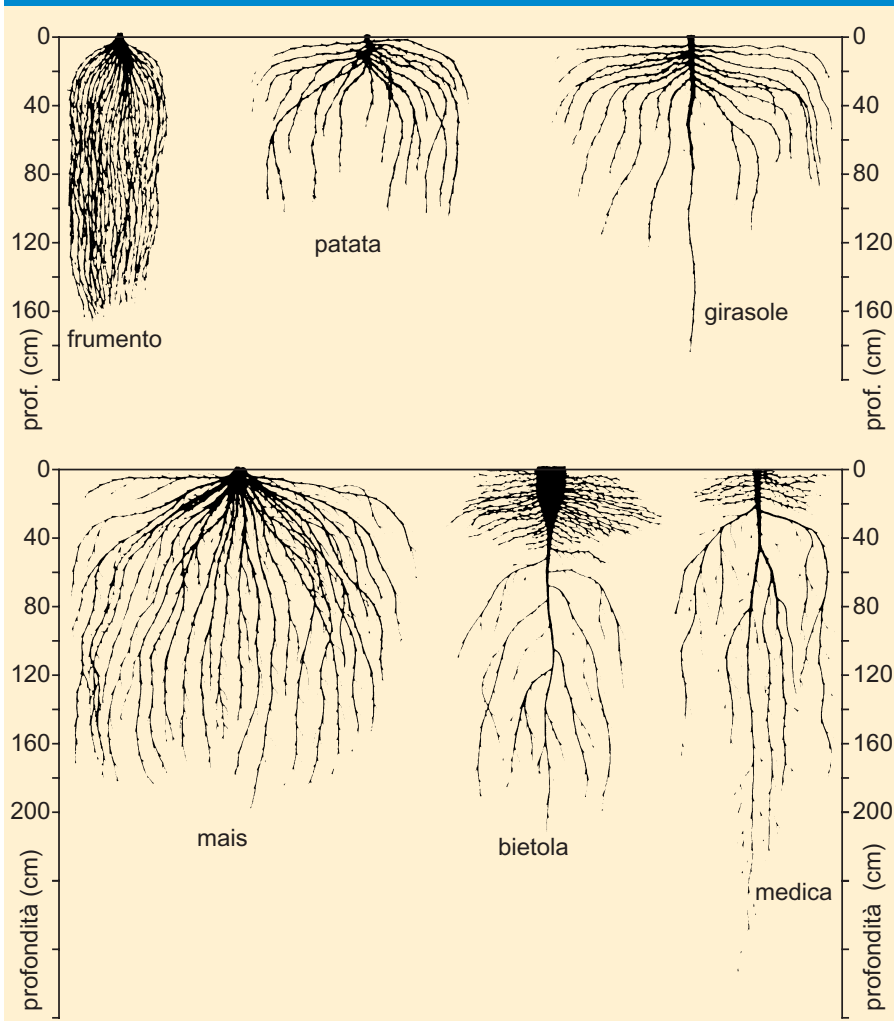
La resistenza alla siccità di una specie o di una varietà e quindi la minore necessità di ricorso all'irrigazione, dipende sia dalle sue caratteristiche genetiche sia dal periodo in cui si compie il suo ciclo colturale.

Una specie e varietà sarà quindi, più o meno esigente d'acqua in rapporto anche alla piovosità del periodo di coltivazione ed all'acqua precedentemente accumulata nel suolo e resa disponibile per la pianta.

Una specie e varietà sarà quindi, più o meno esigente d'acqua in rapporto anche alla piovosità del periodo di coltivazione ed all'acqua precedentemente accumulata nel suolo e resa disponibile per la pianta. Nell'ambiente dell'Emilia-Romagna, come in quello mediterraneo, le colture a semina autunnale riescono a sfruttare al meglio le riserve idriche del terreno e le piogge che cadono in autunno, inverno e primavera, sfuggendo poi al periodo estivo di massima aridità. Le basse temperature invernali, però, limitano al frumento, alla fragola ed al favino le possibilità di semina autunnale, come hanno dimostrato i numerosi tentativi di semina autunnale della bietola da zucchero che si sono sempre rivelati controproducenti. La resistenza alla siccità dipende anche dalle caratteristiche di profondità ed efficienza dell'apparato radicale, che possono però essere peggiorate da una cattiva gestione e lavorazione del terreno; sulle arboree, tali caratteristiche possono essere invece notevolmente modificate, dalla scelta del portinnesto.

Naturalmente anche le capacità dell'apparato fogliare di resistere alla siccità chiudendo gli stomi o con altri meccanismi, sono di grande importanza per superare con minori perdite produttive i periodi di aridità.

Fig. 1 - Apparati radicali di alcune importanti specie erbacee cresciute in terreno fertile e profondo (Fonte L. Giardini).



Nelle pianure dell'Emilia-Romagna, dove è frequente la falda superficiale, profondità ed efficienza d'estrazione d'acqua da parte delle radici sono fattori molto importanti per ridurre le necessità irrigue. Radici

profonde ed efficienti sono infatti, adatte ad attingere acqua direttamente dalla falda o dalla frangia di risalita capillare; attenzione però alle colture annuali, che presentano il massimo sviluppo radicale solo

Tab. 1 - Suddivisione delle colture secondo la capacità d'estrazione d'acqua (Fao-24, rielaborazione Mannini).

Coltura	Profondità radici cm	Strato di max estrazione cm	Acqua facilmente utilizzabile in terreno medio (*) %
Bassa capacità di estrazione			
Fragola	20-30	0-25	15
Cipolla	25-35	0-30	25
Aglione	30-40	0-30	30
Lattuga	30-50	0-30	30
Spinaci	30-50	0-30	25
Patata	40-60	0-35	25
Fagiolo	50-70	0-40	45
Trifoglio	50-70	0-35	35
Peperone	50-100	0-40	25
Actinidia	60-120	0-40	25
Media capacità di estrazione			
Medica imp.	50-80	0-40	40
Cetriolo	70-120	0-50	50
Melanzana	70-110	0-60	40
Pisello	60-100	0-40	35
Prato	50-150	0-50	50
Tabacco	50-100	0-40	40
Soia	60-130	0-50	50
Mais	80-150	0-60	45
Melone	100-140	0-60	35
Melo/M9	70-110	0-50	40
Pero/BA29	80-110	0-50	40
Arancio	120-150	0-60	50
Alta capacità di estrazione			
Sorgo	100-200	0-60	55
Bietola	70-120	0-70	50
Pomodoro	70-150	0-70	35
Girasole	80-150	0-70	50
Fruento	100-150	0-80	70
Medica	100-200	0-80	60
Cotone	100-170	0-80	60
Pesco/GF677	100-170	0-80	60
Melo/M106	80-130	0-60	40
Pero/cotogno	100-150	0-60	50
Vite	100-200	0-80	40

* Le percentuali sono per evaporati di 5-6 mm/giorno, estrazioni superiori o inferiori si verificano rispettivamente per evaporati più bassi o più alti.

quando la pianta è ormai arrivata alla sua massima altezza e quindi, durante le prime fasi di crescita, sono meno capaci di resistere alla siccità. La presenza di una falda troppo superficiale, o di uno strato compatto, può limitare molto l'espansione degli apparati radicali; i danni maggiori

si hanno quando la falda sale al di sopra dello strato colonizzato dalle radici, compromettendole in gran parte.

Tra una specie e l'altra esistono grandi differenze di profondità e forma delle radici che le rendono più resistenti o sensibili alla siccità. Molte

specie, coltivate in terreno profondo e fertile, possono raggiungere notevoli profondità radicali: frumento, mais, girasole, medica e bietola raggiungono comunemente i 150 cm; la patata invece, raggiunge profondità più modeste con radici di bassa efficienza d'estrazione idrica (Fig. 1). Sulle piante da frutto e sulle ortive, la naturale profondità radicale della specie spesso viene compromessa al momento del trapianto, con perdita delle radici principali fittonanti e successiva maggiore sensibilità allo stress idrico.

L'importanza della profondità delle radici non deve però essere sopravvalutata, le radici più profonde infatti, hanno spesso una prevalente funzione d'ancoraggio al terreno, mentre la maggioranza delle radici assorbenti si trova nello strato di terreno lavorato.

Per un buon rifornimento idrico la profondità utile risulta in pratica molto più limitata; la corretta valutazione della capacità della pianta di estrarre acqua e resistere alla siccità, va fatta considerando la densità radicale. Piante con poche radici, anche se profonde, sono più sensibili alla siccità di piante con radici più superficiali, ma molto dense e quindi con un maggiore contatto tra radice e terreno.

Secondo queste considerazioni le specie possono essere suddivise in colture a bassa, media ed alta capacità d'estrazione dell'acqua e quindi più o meno adatte a risparmiare irrigazioni (Tab. 1). Lo strato di massima estrazione dell'acqua dal terreno risulta molto più limitato della profondità massima delle radici ed è variabile tra i 25 cm della fragola e della cipolla e gli 80 cm del pesco innestato sull'ibrido pesco/mandorlo GF677 e della vite: il significato di tale profondità andrà poi messo in relazione alla capacità d'estrazione rappresentata dalla frazione d'acqua



utilizzabile delle varie colture, caratterizzando nel complesso la reale capacità delle piante di utilizzare al meglio la riserva idrica naturale limitando, quindi, le irrigazioni.

In pratica ogni azienda si è adattata nel tempo scegliendo le colture migliori per risolvere varie esigenze: reddito complessivo, disponibilità di manodopera e di mezzi meccanici, stabilità di produzione e resistenza agli eventi climatici. Ovviamente la scelta è più ampia quando l'acqua c'è e quando costa poco anche distribuirli sulle colture, allora vengono praticate colture di maggiore redditività, come sono normalmente quelle maggiormente idroesigenti.

Viceversa, al crescere del costo dell'acqua o della sua non disponibilità, l'azienda dovrà adattarsi scegliendo colture capaci di massimizzare l'acqua ed il reddito aziendale; gli scenari potrebbero essere i seguenti:

- un mancato adattamento alla nuova situazione di carenza idrica, o d'alto costo dell'acqua, porterà a continuare nella coltivazione del-

le stesse colture fornendo però a tutte minori o nulle irrigazioni;

- un primo adattamento parziale, senza modificare gli ordinamenti colturali, porterà a ridurre l'irrigazione sulle colture meno esigenti d'acqua, mantenendola per quelle che ne hanno più bisogno e che danno un maggiore ritorno economico;
- un adattamento parziale, con modifica degli ordinamenti ma senza stravolgere la tipologia colturale, potrà portare alla sostituzione di una o più colture con altre aventi tecniche di coltivazione similari, ma minori esigenze idriche, raggiungendo lo stesso reddito per effetto dei minori costi colturali dovuti alla riduzione o assenza di irrigazioni;
- un adattamento complessivo potrà essere operato, seppure progressivamente, modificando l'ordinamento colturale con la scelta di colture a ridotte esigenze idriche ed irrigue.

Tra le specie erbacee di pieno campo, il mais è quella con le maggiori

esigenze e più alta sensibilità allo stress idrico; tale situazione, assieme al basso prezzo di pagamento della granella e con un sostegno al reddito analogo a quello del sorgo, stanno indirizzando molte aziende verso quest'ultima coltura, meno esigente d'acqua irrigua e, generalmente, di produttività più sicura: per la semplicità di coltivazione, e riduzione dei relativi costi.

Il sorgo può essere coltivato senza l'irrigazione, o con un sussidio idrico limitato perché resiste meglio alla siccità, arrestando il suo sviluppo sino a condizioni di umidità più favorevoli.

La sostituzione del mais col sorgo può risultare, in molti casi ed in presenza di alti costi dell'irrigazione, economicamente conveniente, determinando un risparmio idrico variabile tra i 600 ed i 1000 m³/ha.

Un'altra possibile sostituzione del mais è con il girasole che ha spiccate caratteristiche di resistenza alla siccità e che nelle numerose prove effettuate in Emilia-Romagna non ha mai segnalato incrementi di produzione provocati dall'irrigazione; la sostituzione mais - girasole, consente quindi, di evitare l'irrigazione ed i suoi costi. Il più alto prezzo del seme di girasole, l'analogo compenso della PAC ed i più bassi costi di produzione, permettono, in molti casi, sia il mantenimento del reddito aziendale sia un risparmio idrico valutabile in circa 1200-1800 m³/ha, secondo le annate.

Un analogo situazione si ha anche sulle colture foraggere: la medica, rispetto ai prati di graminacee e ai prati permanenti (tra l'altro spesso irrigati per scorrimento superficiale), risulta più resistente alla siccità - almeno nel suo secondo e terzo anno d'età - in virtù dell'apparato radicale profondo ed efficiente.

Nelle aziende rivolte al mercato dei

foraggi o in quelle zootecniche nelle quali è possibile tale sostituzione, si ha quindi la possibilità di abbinare al risparmio di notevoli quantitativi d'acqua anche produzioni superiori. Nelle aziende frutticole, la scelta dell'ordinamento culturale andrebbe fatta tenendo in considerazione le necessità idriche delle differenti specie; il mantenimento di un buon tenore di umidità nel terreno va ben oltre il risultato produttivo della singola annata ed una corretta gestione dell'acqua sulle arboree da frutto, consente:

- la salvaguardia ed il miglioramento delle caratteristiche estetiche, organolettiche e qualitative dei frutti;
- il mantenimento o il raggiungimento di elevati standard commerciali di omogeneità e pezzatura dei frutti, senza necessariamente incrementare le rese;
- la stabilizzazione delle rese tra le annate, con migliore e sicura programmazione aziendale e dell'intera filiera contribuendo a ridurre quel "fattore natura" che caratterizza negativamente l'impresa agricola e l'agroindustria, rispetto agli altri comparti produttivi;

- una maturazione contemporanea dei frutti con minori spese di raccolta;
- la riduzione dei tempi improduttivi della fase di allevamento;
- un miglior equilibrio vegeto-produttivo tra gli organi della pianta, con riduzione di trattamenti e concimazioni ed un miglior sfruttamento delle risorse ambientali e biologiche;
- una maggiore elasticità nelle scelte di settore, potendo l'azienda adeguarsi più rapidamente alle diverse esigenze del mercato e della politica agricola.

Recenti analisi economiche sui risultati di ricerche irrigue nelle colture frutticole, dimostrano come i benefici dovuti all'irrigazione consistono principalmente nel miglioramento merceologico e qualitativo, piuttosto in maggiori rese.

Limitare l'uso dell'acqua sulle arboree dovrà, essere fatto con estrema attenzione e con profonda conoscenza della fisiologia della pianta; la tecnica dello "stress idrico controllato", può però dare ottimi risultati produttivi e di risparmio idrico.

La gestione attenta e ridotta dell'ir-

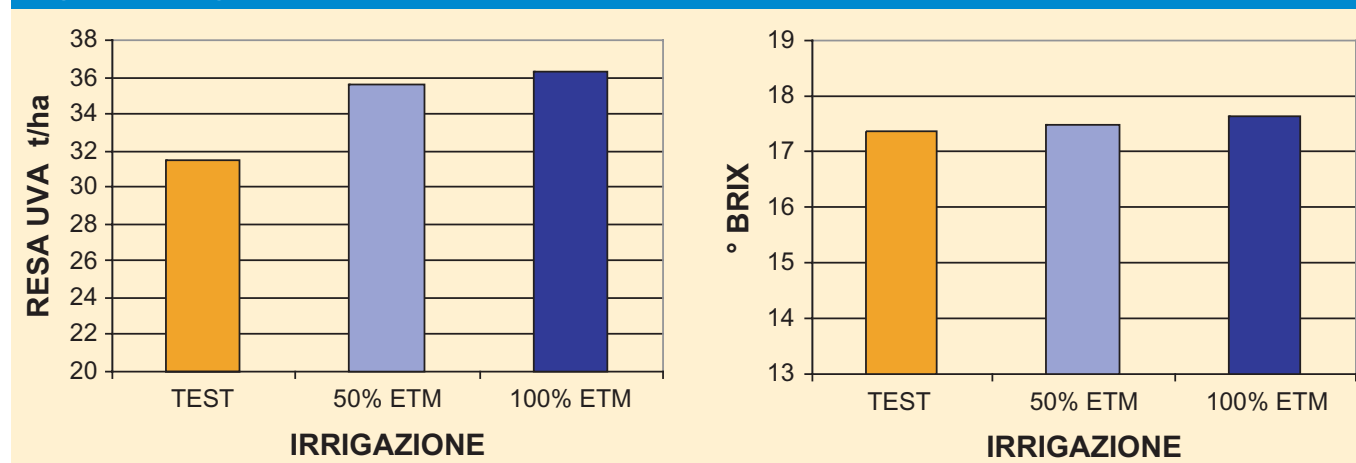
rigazione dovrà, però essere condotta esclusivamente sulle piante adulte, infatti durante la fase di allevamento, l'irrigazione è sempre molto vantaggiosa per formare precocemente lo scheletro dell'albero ed per una rapida e più economica entrata in produzione.

La vite è la specie più resistente alla siccità, seguita dalle drupacee che sono mediamente resistenti, dalle pomacee poco tolleranti alla carenza idrica, e dal kiwi assolutamente dipendente dall'irrigazione.

LA VITE

Il vigneto ha buone caratteristiche di resistenza alla siccità e viene coltivato in asciutta negli ambienti aridi dell'Italia meridionale e ancor più in quelli subumidi padani di collina e di pianura. La resistenza alla siccità della vite è data sia dalle ottime capacità d'estrazione d'acqua dal suolo, anche se poco umido, sia dalla capacità della pianta di chiudere gli stomi riducendo molto le perdite per traspirazione fino a riprendere la piena fotosintesi quando le condizioni di umidità del suolo lo consentono. In tali condizioni di stress idrico la pian-

Fig. 2 - Effetti dell'irrigazione nel Trebbiano Romagnolo su SOA, coltivato con interfilare lavorato; media anni 1987-1992 (Bagnara di Romagna (RA) - Battilani, Mannini e Anconelli, 2000).



ta, però, arresta la regolare produzione; la resa in peso ed in zuccheri dei grappoli sarà quindi proporzionalmente ridotta, secondo il numero di giorni di arresto vegetativo.

Se la siccità dura fino all'epoca della raccolta, il tenore zuccherino risulterà basso e l'acidità elevata con un negativo squilibrio tra le due componenti del mosto.

In aziende con acqua limitata ma con clima e terreno adatti la vite rappresenta comunque una via eccellente per un uso oculato delle risorse idriche. In passato, l'irrigazione della vite è stata considerata una pratica inutile o addirittura controproducente per la qualità dell'uva e del vino, viceversa, negli ultimi anni in Emilia-Romagna l'irrigazione dei vigneti sta iniziando ad essere una pratica abbastanza diffusa - specie nel reggiano e nel faentino - con superfici di vite irrigata di oltre 14.000 ettari, pari ad un quarto di quella complessiva.

Prove pluriennali effettuate su Trebbiano romagnolo innestato su

SO4 (Fig. 2), hanno ben evidenziato la capacità dell'irrigazione di incrementare la resa del vigneto: irrigazioni a goccia, effettuate restituendo il consumo d'acqua teorico della coltura (mediamente 1200 m³/ha), hanno aumentato le rese, in cinque anni su sei, di 4,8 t/ha; adacquate dimezzate hanno poi permesso incrementi quasi equivalenti, pari a circa 4,1 t/ha, con un risparmio idrico annuo di circa 600 m³/ha. Le due tesi irrigate secondo un preciso bilancio idrico della coltura, hanno migliorato di poco il grado zuccherino, senza quindi peggiorare la qualità.

IL PESCO

Il pesco è la specie con più resistenza alla siccità e sino a venti anni fa la maggioranza dei pescheti romagnoli non era irrigata. Ancora oggi si stima che almeno il 30% dei pescheti sia coltivato senza il ricorso sistematico all'irrigazione, ma solamente con adacquate di soccorso, effettuate nelle annate più aride.

Alcuni accorgimenti come la lavo-

razione del terreno, l'uso di portinnesti molto efficienti nell'estrazione dell'acqua ed un severo diradamento dei frutti per la salvaguardia della pezzatura, consentono di coltivare il pesco senza irrigazione.

Oggi però, il ricorso a densità d'impianto elevate, l'inerbimento dell'interfilare, e l'accresciuta esigenza di elevate pezzature, su tutte le varietà precoci o tardive, rendono il pesco più dipendente che in passato dall'acqua, permettendo rilevanti incrementi di P.L.V.

I risultati della sperimentazione confortano però la tendenza di molti agricoltori, nei territori con poca acqua, ad indirizzare l'irrigazione su colture con maggiore risposta irrigua rispetto al pesco; la cui massima risposta produttiva all'irrigazione è del 20% nelle annate più aride e quasi nulla in quelle piovose, in pescheti innestati su portinnesti efficienti.

Molte esperienze evidenziano poi come rispetto al pieno soddisfacimento idrico della coltura (100% ETM), il dimezzamento dei volumi irrigui al 50%ETM determina solo un lieve calo produttivo associato però al mantenimento del grado zuccherino dei frutti.

Esperienze di lunga durata, hanno permesso di calcolare come al quinto anno dall'entrata in produzione, un pescheto irrigato a pieno regime idrico aveva una P.L.V. superiore di soli 465 €, rispetto allo stesso frutteto irrigato con dose d'acqua dimezzata. Irrigazioni decise secondo un bilancio idrico del pesco, ma effettuate solo restituendo la metà del consumo stimato, hanno, consentito ottimi risultati produttivi e di pezzatura capaci di aumentare il valore dei frutti raccolti di 2400 € rispetto all'asciutto e con un risparmio idrico valutato in circa 1000 m³/ha/anno.

Fig. 3 - Produzione lorda vendibile del pesco in relazione ai volumi irrigui distribuiti nei primi 5 anni della prima produzione (Mannini e Gallina, 1998).

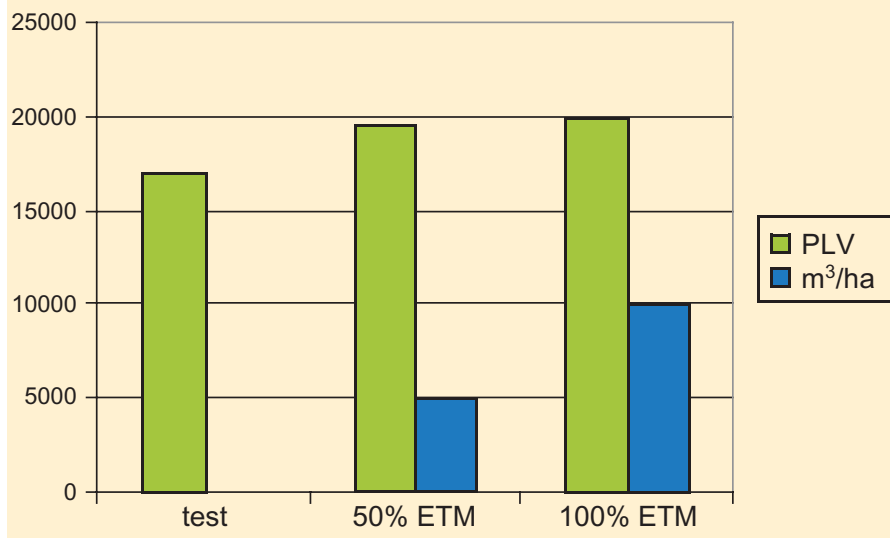
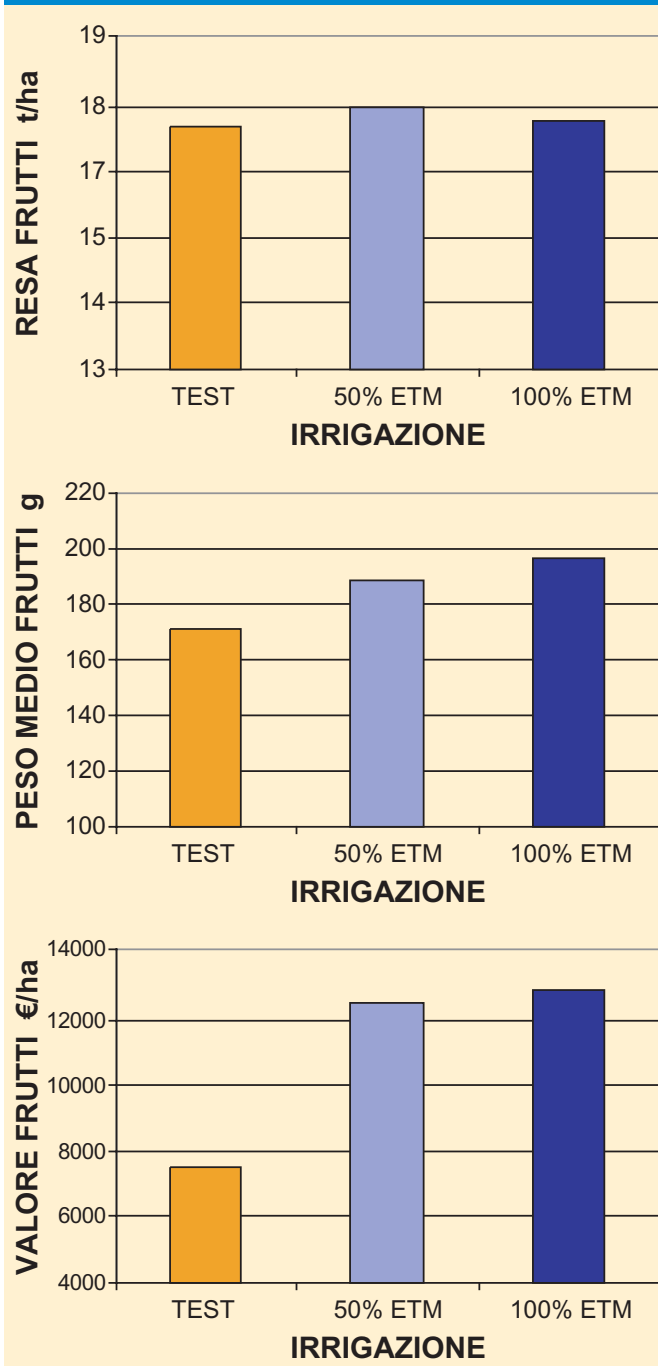


Fig. 4 - Effetti dell'irrigazione sulla resa, il peso medio dei frutti e la P.L.V. del pero Conference/BA29, media anni 1996-1999 (Monestirolo FE - Anconelli e Mannini, 2002).



In definitiva, gli altri 1000 m³/ha/anno necessari per irrigare con il pieno soddisfacimento idrico, avrebbero determinato un incremento produttivo molto modesto che non avrebbe ripagato i costi aggiuntivi dell'irrigazione (Fig. 3); l'incremento di P.L.V. data da ogni metro cubo d'acqua dei "primi" 1000 m³/ha/anno è di circa 0,5 €/m³ che scende a solo 0,1 €/m³ per ogni metro cubo d'acqua aggiuntiva a tale dose.

IL SUSINO

Anche questa pianta ha comportamento abbastanza simile a quello del pesco, le eventuali differenze sono dovute all'efficienza nell'estrazione dell'acqua propria dei portinnesti impiegati. Esperienze fatte nel Faentino dal CER, hanno dimostrato una decisa risposta della specie all'irrigazione, restituendo la metà dell'evapotraspi-

razione calcolata; irrigazioni a pieno regime irriguo non hanno invece mostrato incrementi produttivi o di pezzatura, capaci di migliorare la P.L.V. del frutteto.

Si ha quindi, anche in tal caso, la possibilità di risparmiare acqua senza diminuire la resa ed anzi migliorando il reddito aziendale, per il risparmio idrico ed energetico derivante dalla distribuzione di volumi ridotti d'acqua.

IL PERO

Rispetto al pesco, il pero vuole maggiori volumi irrigui potendo anche rispondere meglio all'irrigazione grazie ad incrementi produttivi superiori di quasi il 40% rispetto alla coltura asciutta. Anche su questa specie, è stata però, dimostrata la possibilità di risparmiare considerevolmente acqua, irrigando con un regime idrico ridotto del 50% e tramite metodi di elevata efficienza, come la goccia. Una prova di lunga durata (Fig. 4) condotta su Conference/BA29 ha dimostrato come irrigando con un volume stagionale d'adacquata medio di circa 1500 m³/ha (50%ETM) si sono ottenute rese in frutti di circa 30 t/ha, contro le 21,5 t/ha del frutteto non irrigato; il volume d'adacquata di 3000 m³/ha, necessario al pieno soddisfacimento idrico non portava, quindi, a nessun incremento di resa supplementare ma solo ad un leggero miglioramento del peso medio dei frutti. Mentre l'incremento di P.L.V. dato dall'irrigazione con soli 1500 m³/ha era di circa 5000 €/ha/anno, con la piena irrigazione si aveva un ulteriore miglioramento di soli 400 €/ha/anno, quindi solo il 3% a fronte però di un consumo di risorsa idrica raddoppiato.

IL MELO

È forse la coltura arborea che in Emilia-Romagna risponde meglio

all'irrigazione aumentando notevolmente sia la resa sia la pezzatura dei frutti. Sino agli anni 80 molti meleti del ferrarese e del ravennate erano coltivati senza irrigazione o con irrigazioni di soccorso, le prime prove effettuate dal Consorzio per il Canale Emiliano-Romagnolo con il metodo a goccia a partire dal 1975 misero però in luce sia la bontà del metodo irriguo, allora assolutamente innovativo in regione sia l'eccezionale risposta del melo.

Il meleto era di Golden Delicious innestato su M9, ad alta densità di piante ed interfilare lavorato; l'incremento medio di resa in frutti dal 1975 al 1981 fu di 222 q/ha, ma risultò evidente come dalla relativamente bassa reattività all'irrigazione dei primi anni (nei 7 anni dall'impianto prima della prova non era mai stato irrigato) si passava anno dopo anno, ad una reattività maggiore fino al 1980 dove si raggiunse il raddoppio della produzione.

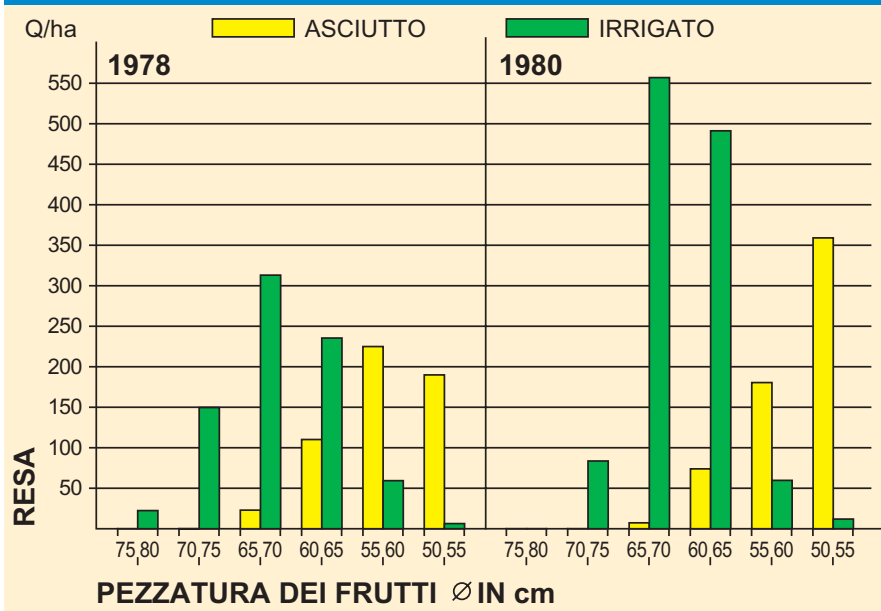
Parallelamente, risulta evidente il positivo l'effetto sulle pezzature dei frutti che in anni più aridi, come il 1978 ed il 1980, fecero passare tutta la produzione, altrimenti di scarso commerciale, ottimamente pagata sul mercato (Fig 5).

L'effetto combinato di incremento di resa e pezzatura portò ad un aumento medio di P.L.V. dell'80% nei 7 anni, con un massimo nel 1980 addirittura del 650%.

Mai era stata rilevato un risultato economico dell'irrigazione così elevato su una coltura irrigata saltuariamente e solo dai frutticoltori romagnoli più avanzati.

Risultarono necessari volumi irrigui tra i 2000 ed i 3000 m³/ha somministrati a goccia e quindi con un'alta efficienza di distribuzione, essendo il meleto ad interfilare lavorato si può calcolare che le necessità di un analogo frutteto inerbito sarebbero

Fig. 5 - Effetti dell'irrigazione sulla distribuzione della resa nelle classi di calibro commerciali della Golden Delicious/M9.



state superiori di almeno il 20%. Successive prove effettuate dal CER nel ravennate, su diversi portinnesti, hanno messo in evidenza risultati dell'irrigazione meno marcati ma sempre di elevatissimo significato e con un aumento sulla resa e la pezzatura dei frutti.

Nel 1990, ad esempio, la resa in frutti della cv. Cooper7 innestata su MM106 e coltivata su terreno lavorato, è passata da 295 q/ha a 557, 574 e 596 q/ha rispettivamente con irrigazioni pari a 1/3, 2/3 ed a tutta l'evapotraspirazione massima del frutteto. L'incremento dato dall'irrigazione è quindi passato dall'88% della tesi a più basso volume irriguo (circa 1000 m³/ha), al 95 % di quella con irrigazione stagionale di circa 2000 m³/ha sino al 102 % con la massima restituzione d'acqua di circa 3000 m³/ha (Fig 6).

Sul melo, quindi, irrigazioni con volumi inferiori rispetto a quelli massimi da bilancio idrico della coltura,

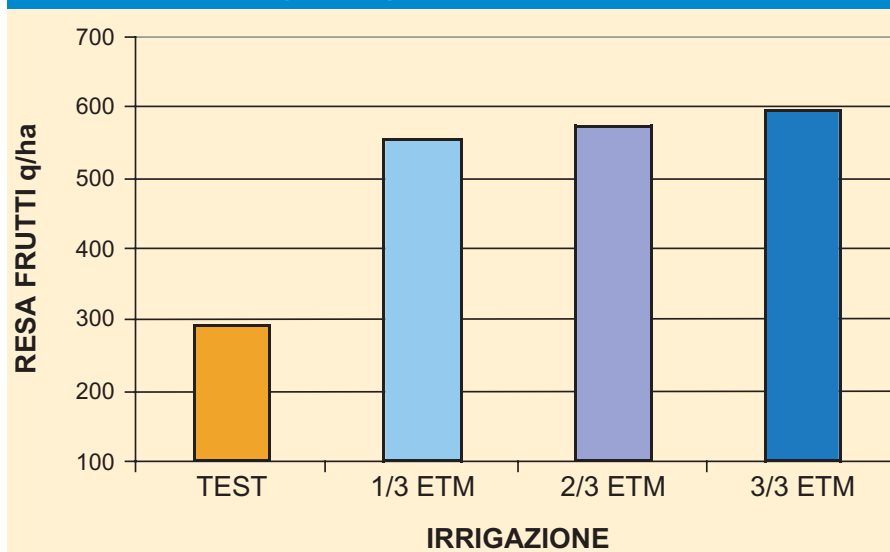
portano a discrete riduzioni nella resa in frutti che potrebbero però risultare sopportabili in condizioni di carenza d'acqua o dove il suo costo sia elevato.

Sul melo è quindi possibile risparmiare acqua restituendo circa la metà dell'evapotraspirato stimato, con una perdita produttiva valutabile attorno al 10% ma con un risparmio di circa 1500 m³/ha nell'anno medio. Occorre poi nuovamente ricordare che la strategia di limitazione dei consumi d'acqua deve però essere effettuata esclusivamente in frutteti adulti e seguendo un preciso bilancio idrico della coltura; in mancanza di quest'ultimo la riduzione dei volumi potrebbe portare a irrigazioni effettuate in momenti sbagliati, con gravi perdite produttive.

L'ACTINIDIA

Tra le specie da frutto l'actinidia è sicuramente quella con maggiori esigenze irrigue, ed anche in Emilia-

Fig. 6 - Effetti dell'irrigazione sul melo della cv. Cooper7/MM106 coltivata con interfilare lavorato; media dell'irrigazione a goccia e ad aspersione nel 1990 (dati CER).



Romagna, contrariamente alle altre frutticole, la sua coltivazione non è praticabile in assenza di adeguate irrigazioni.

Esperienze svolte dal CER nel faentino hanno dimostrato come su un impianto adulto di cv. Hayward le irrigazioni necessarie ad evitare stress idrici e consentire buone produzioni, raggiungono i 5000 e i 6000 m³/ha e che il kiwi necessita di un terreno mantenuto sempre ad elevata umidità, specie in conseguenza dell'apparato radicale poco denso e poco efficiente.

L'irrigazione dovrebbe poi avere un effetto anche climatizzante, per contrastare le elevate perdite per traspirazione delle giornate più calde e ventose che le radici non riescono a compensare, anche in presenza di terreno molto bagnato.

Le strategie di risparmio idrico sul kiwi sono limitate, non si può agire in nessuna fase colturale sulla limitazione dei consumi o tramite l'eliminazione dell'inerbimento, necessario anche per ridurre l'alta temperatura estiva; viceversa, la presenza di reti antigrandine ed ombreggian-

ti, è molto utile per attenuare del 10-15 % la traspirazione del frutteto con una conseguente riduzione delle necessità idriche. Recentemente sono state introdotte varietà alternative all'Hayward che per la loro precocità di maturazione, riducono la lunghezza del ciclo colturale e potrebbero quindi consentire minori irrigazioni.

In conclusione, la sperimentazione ha reso evidente che è possibile risparmiare consistenti quantitativi d'acqua senza rinunciare all'incremento di reddito dato dall'irrigazione dei fruttiferi.

In generale, infatti, i risultati indicano che dimezzando le irrigazioni con programmi di bilancio idrico al 50% di restituzione dell'acqua persa per evapotraspirazione, si riesce a mantenere pressoché inalterata la resa ed il valore della produzione in limiti veramente sostenibili, specie in situazioni di elevato costo dell'acqua o del suo trasporto alla pianta. Naturalmente occorrerà accompagnare la scelta della coltura e del bilancio idrico con altre strategie limitative dei consumi o delle perdite idriche; la restituzione parziale dell'evapotraspirato dovrà, ad esempio, essere effettuato con metodi ad elevata efficienza di distribuzione, come quello a goccia, impiegandolo in maniera corretta e razionale con un'alta uniformità d'erogazione e piccoli volumi distribuiti molto frequentemente.

Riepilogo delle possibilità di risparmio idrico, conseguibili in Emilia-Romagna, riducendo la restituzione dell'evapotraspirato sulle principali colture arboree.

Specie	Piena irrigazione		Irrigazione limitata			
	Volume stagionale (mm/anno)	Produzione (t/ha)	Volume ridotto (mm/anno)	Produzione (t/ha)	Perdita produttiva (%)	Risparmio idrico (%)
Vite	120	36,3	60	35,6	1,9	50
Pesco	200	20	100	19,6	2,0	50
Susino	200	31,4	50	29,9	4,8	75
Pero	300	29,0	150	29,9	0	50
Melo	300	59,6	100	55,7	6,5	67
Actinidia	500-600	25,6	-	-	-	-

Scelta della **VARIETÀ**



Occorre individuare due aspetti fondamentali: la resistenza alla siccità caratteristica del genotipo impiegato e il periodo in cui si svolge il ciclo colturale della varietà e quindi la sua precocità e lunghezza del ciclo di coltivazione.

All'interno della stessa specie, la maggiore resistenza alla siccità di alcune varietà è legata ad un minore apparato fogliare e quindi ai minori consumi per traspirazione; normalmente però una "fogliosità" ridotta si riflette negativamente sulla resa. Alcune esperienze su fragola in tunnel mostrano ad esempio gli effetti indotti da una maggiore superficie fogliare di alcune varietà di fragola: la varietà Belrubi con un indice di area fogliare LAI (Leaf area index) cioè il rapporto tra la superficie della coltura e quella del terreno, di 1,42 mostrava esigenze irrigue discretamente superiori a quelle della varietà Addie meno fogliosa e con un indice di area fogliare di 1,22. A bassi livelli di irrigazione la varietà con poche foglie risultava più produttiva dell'altra che raggiungeva la medesima produzione solo con i volumi irrigui più elevati, costringendo ad irrigazioni primaverili superiori di circa 350 m³/ha (Fig.1). Nel contempo il più alto volume stagionale di irrigazione distribuito sulla Addie si dimostrava eccessivo, con riflessi negativi sulla resa e con spreco di risorse idriche.

Effetti di risparmio idrico maggiori si possono ottenere con varietà precoci che permettono sia un miglior sfruttamento delle riserve idriche

Fig. 1 - Esigenze irrigue di due varietà di fragola di differente L.A.I.

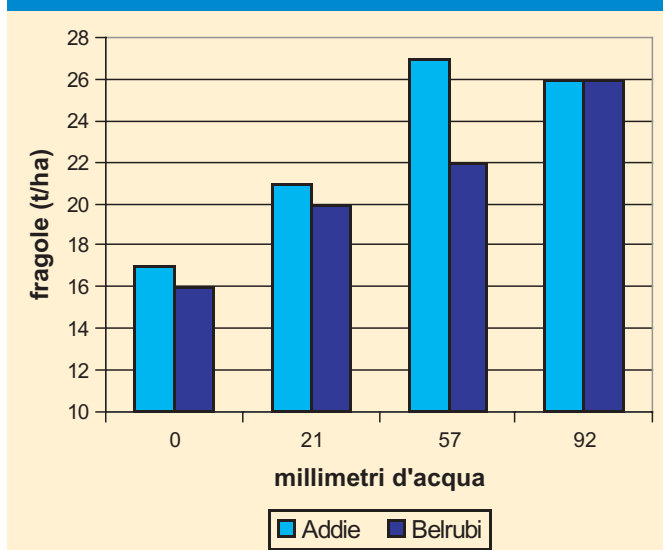
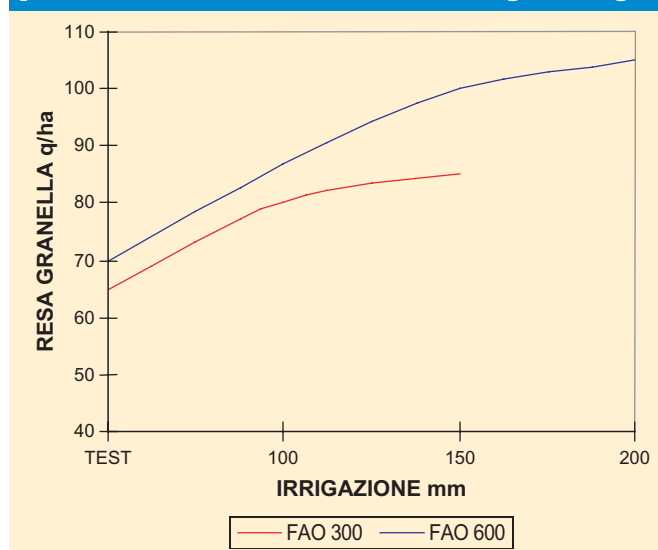


Fig. 2 - Risposta all'irrigazione di due ibridi di mais a diversa precocità di maturazione e differente volume stagionale irriguo.



primaverili del suolo sia di abbreviare le fasi biologiche di maggior necessità idriche. Una migliore scelta del ciclo biologico della varietà consente di accorciare il periodo d'irrigazione e di avere il periodo di massima esigenza coincidente con le maggiori riserve idriche del suolo,

determinando minori necessità di ricorso all'irrigazione.

Sul mais, la soia ed altre erbacee la scelta di classi di maturazione precoci riduce almeno un'irrigazione, questa scelta può risultare economicamente sbagliata nelle aziende o nei comprensori con acqua larga-

mente disponibile e poco costosa, viceversa anche le produzioni più modeste ottenibili con un ibrido a ciclo corto possono risultare più remunerative di quelle più elevate di un ciclo lungo, ottenute però con più acqua; tale ipotesi è attualmente rafforzata dal sostegno al reddito

Fig. 3 - Volumi d'irrigazione necessari su 5 varietà di pesco di differente epoca di maturazione (Mannini e Gallina, 2001).

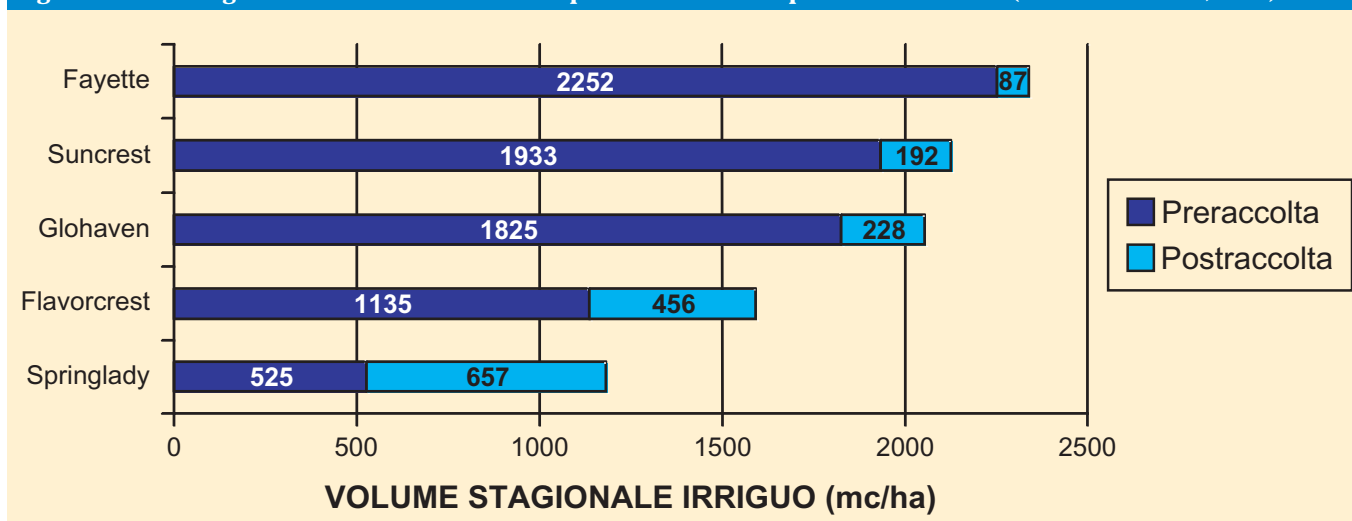
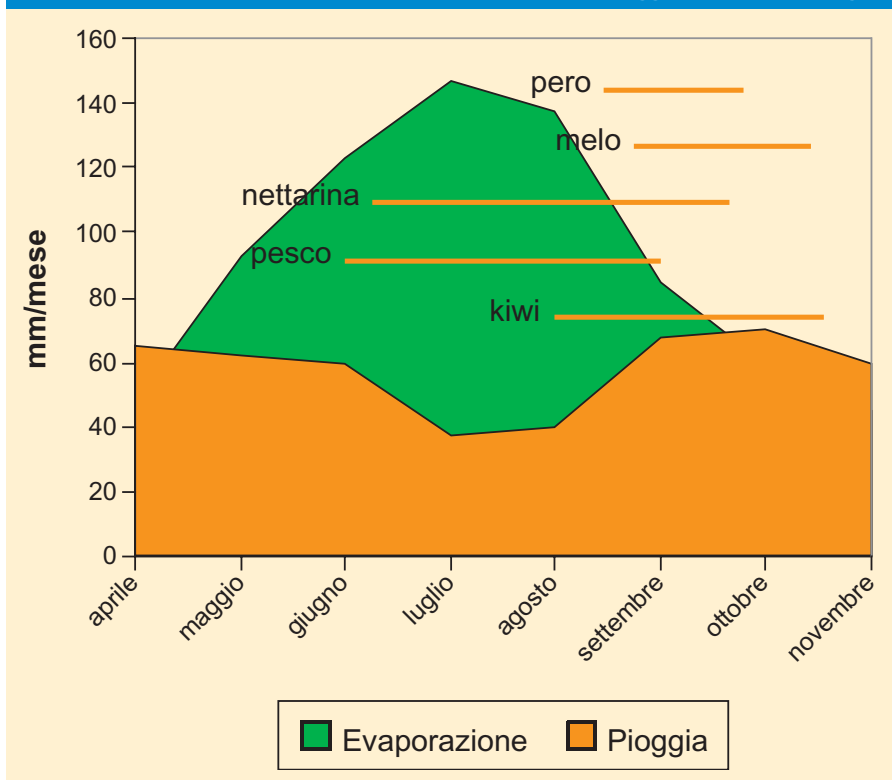


Fig. 4 - Periodi di maturazione delle varietà delle principali specie da frutto, in relazione al periodo di massima evaporazione e minima pioggia in Emilia-Romagna.



derivante dalla PAC, per questo tipo di colture (Fig. 2).

In frutticoltura, ad esempio, la scelta di varietà di pesco precoci riduce i volumi irrigui necessari dimezzando le necessità irrigue rispetto alle più tardive, consentendo un forte risparmio idrico. Ciò è soprattutto vero se gli impianti già in produzione vengono irrigati moderatamente in post-raccolta, con migliore equilibrio vegeto-produttivo della pianta e minori spese di potatura.

In ricerche effettuate dal Consorzio CER, il volume stagionale d'irrigazione mediamente necessario per un'adeguata produzione della varietà Fayette a maturazione agostana, è di circa 2300 m³/ha quasi tutti effet-

tuati in preraccolta dei frutti, mentre l'irrigazione della Springlady che matura a fine giugno, necessita mediamente di soli 1200 m³/ha, per oltre la metà distribuiti in estate dopo la raccolta dei frutti e quindi con volume irriguo moderato (Fig. 3).

Contrariamente a quanto sostenuto da molti frutticoltori romagnoli, l'irrigazione delle varietà precoci di pesco è indispensabile, infatti, il breve periodo d'ingrossamento dei frutti deve essere assolutamente sostenuto da un'ottimale umidità del terreno; pochi giorni di stress idrico sono, infatti, sufficienti a deprimere in maniera considerevole la produttività delle varietà molto precoci.

È ovvio che gli effetti sul risparmio idrico verificati con la scelta di varietà precoci di pesco, sono possibili anche su altre specie da frutto con ampia gamma di epoche di maturazione. Sulla nettarina la gamma di precocità varietale è ampia, con varietà come la Rose Diamond a maturazione di fine maggio sino alla tardiva Alexa® con epoca di raccolta a metà settembre, con un divario di oltre 80 giorni.

Sul pero, i volumi d'irrigazione necessario per le varietà più precoci come la Turandot (-35 gg. rispetto a William) sono nettamente inferiori a quelli delle tardive come la Kaiser (+31 gg. rispetto alla William). Sul melo la varietà Mondial Gala® arriva a maturazione attorno alla metà di agosto mentre la tardiva Pink Rose® nella seconda decade di ottobre con un divario di precocità di circa 65 giorni. Il kiwi, che era caratterizzato dalla coltivazione della Hayward quale unica varietà raccomandata, oggi dispone di alcune varietà più precoci che, oltre a consentire meno pericoli per le avversità atmosferiche, determinano una netta riduzione dei consumi idrici e delle irrigazioni necessarie che per la Summer 3373®, più precoce di circa 50-55 giorni rispetto ad Hayward, possono arrivare a 600-800 m³/ha.

Da rilevare che, in caso di varietà molto tardive, l'epoca di ingrossamento dei frutti potrebbe, almeno parzialmente, coincidere con periodi in cui la piovosità è normalmente più elevata. In tal caso l'ammontare delle irrigazioni non risulterà proporzionale alla lunghezza del periodo di fruttificazione ed ingrossamento dei frutti, anzi le piogge del periodo potrebbero compensare precedenti stati di carenza idrica con recupero di pezzatura dei frutti e della produttività complessiva.

Scelta del PORTINNESTO

Serve a dare all'albero la vigoria più opportuna alle condizioni di terreno e clima aziendali, nonché alla forma d'allevamento ed alla tecnica colturale adottata; ma il portinnesto consente anche diverse resistenze: al calcare, all'assfissia radicale, al ristoppio e ad alcuni patogeni e parassiti.

L'introduzione di portinnesti deboli serve a conferire al frutteto una taglia ridotta delle piante, capace di agevolare le raccolte e di favorire una miglior penetrazione della luce all'interno della chioma.

Il frutteto diventa però più dipendente dagli apporti artificiali d'acqua, con minor sfruttamento delle risorse idriche naturali.

Attualmente molti stanno riconsiderando questi sistemi frutticoli, pensando che la fragilità indotta sia negativa per una frutticoltura integrata all'ambiente, dove l'indirizzo generale è quello di ridurre gli input esterni d'acqua di fertilizzanti e, per quanto possibile, di pesticidi.

La resistenza alla siccità dei portinnesti e la loro capacità di esplorare gli strati più profondi ed umidi del terreno, riveste grande importanza per

contenere le necessità idriche della specie.

Radici molto profonde ed efficienti portano il frutteto a disporre di un maggior "serbatoio d'accumulo" d'acqua nel suolo, conferendo alle piante una maggiore vigoria in caso di presenza d'acqua di pioggia od irrigazione, o in caso opposto una maggiore resistenza alla siccità.

Dalle osservazioni effettuate sullo sviluppo delle radici del pesco possono essere stimate le quantità d'acqua teoricamente a disposizione delle piante nel volume di terreno colonizzato dalle radici.

Ad esempio, un pescheto adulto innestato su GF 677 ha a disposizione ad inizio primavera oltre 1000 m³/ha d'acqua potenzialmente disponibile, mentre se fosse innestato su MrS 2/5 ne avrebbe a disposizione solamente 350 e quindi un terzo, rendendo il frutteto molto più dipendente dall'irrigazione (Tab. 1).

L'impiego di portinnesti capaci di un elevato sviluppo ed efficienza radicale consente perciò di resistere alla siccità e di ridurre in maniera consistente il ricorso all'irrigazione. Volendo, o dovendo, ridurre le neces-

sità irrigue non si potrà prescindere da questa scelta che è forse l'arma migliore per ridurre in maniera consistente le necessità irrigue.

L'accrescimento delle radici e la loro distribuzione in ampiezza e profondità, dipendono in grande misura dalle caratteristiche genetiche dei portinnesti, anche se altrettanto importanti sono quelle indotte dalle pratiche colturali effettuate, ed in particolare dalla lavorazione od inerbimento interfilare e dal metodo irriguo adottato.

Sul pesco, ad esempio, è possibile impiegare l'ibrido interspecifico pesco/mandorlo GF677 dotato di un apparato radicale denso e profondo capace di sfruttare meglio degli altri portinnesti l'umidità presente nel suolo.

In situazione asciutta le radici del GF 677 si spingono a oltre 3 metri dal fusto contro i 2,5 del Franco, inoltre la quantità di radici e di capillizio, cioè della parte delle radici in grado di assorbire, del GF 677 è risultata di oltre il 60% superiore indicando una capacità di assorbimento dal terreno molto elevata (Foto 1 e 2).

Per queste caratteristiche il GF677 consente di ottenere maggiori produzioni, e di migliore pezzatura, con una riduzione delle necessità irrigue valutabile tra gli 800 ed i 1000 m³/ha secondo le annate.

In esperienze pluriennali condotte a Cesena dal Consorzio per il CER si è verificato che senza irrigazioni il GF 677 è in grado di far ottenere

Tab. 1 - Stima dell'acqua potenzialmente disponibile in pescheti adulti con portinnesti di diversa vigoria coltivati in un terreno franco-argilloso.

Portinnesto	Distanza piante (m)	Volume potenzialmente colonizzato dalle radici (m ³ /ha)	Acqua disponibile alla
			capacità di campo nel volume esplorato (m ³ /ha)
Gf 677	4,7 x 4	5200	1040
Franco	4 x 3	4100	820
MrS 2/5	4 x 2,5	1766	353

Foto 1 - Pesco: diversa densità e sviluppo delle radici in Franco (sopra) e GF 677 (sotto).



maggiori rese di frutti rispetto al Franco asciutto (Fig. 1) dimostrando forte produttività in situazioni di carenza idrica, inoltre, la resa del

Franco in irriguo è risultata inferiore a quella del GF 677 in asciutto, evidenziando ulteriormente la possibilità di risparmiare acqua sem-

plicemente mediante la scelta di questo portinnesto molto efficiente, senza nessun costo aggiuntivo per l'azienda agricola.

Le modeste necessità irrigue di un pescheto innestato su GF 677, in Romagna, sono anche dimostrate dal fatto che irrigandolo con la metà dei consumi stimati riesce ad accrescere ulteriormente le rese; se irrigato però con la piena restituzione dell'evapotraspirato riduce la produttività a livelli inferiori a quelli conseguiti in asciutto, manifestando danni da eccesso d'acqua.

Abbinando alla grande capacità di resistenza alla siccità del GF 677 altre pratiche agronomiche di riduzione dei consumi idrici, come la lavorazione interfilare, si ritiene che la coltivazione seccagna del pesco su GF sia economicamente sostenibile in molti fertili ambienti romagnoli.

Per gli altri portinnesti del pesco, va anche considerato che in generale gli ibridi di pesco e i franchi inducono un maggior sviluppo vegetativo rispetto a quelli di susino, come Ishtara e Julior, questi sono più utili a contenere la taglia dell'albero piuttosto che a resistere alla siccità. Misurando i potenziali fogliari si è verificato che Julior pur di modesto rigoglio vegetativo, ha scarsa resistenza alla siccità mentre il GF 677, pur molto vigoroso e quindi con apparato fogliare espanso soggetto ad elevata traspirazione, è risultato di buone capacità d'estrazione d'acqua dal suolo e resistenza alla siccità (Fig. 2). Il Barrier pare al momento l'unico altro portinnesto del pesco capace di resistere in maniera discreta a stati di carenza idrica nel suolo, conferendo alla pianta una vigoria inferiore di circa il 20% rispetto a quella del GF 677.

Pur senza specifiche esperienze nelle altre specie, per l'individuazione le capacità dei portinnesti di rispar-

Fig. 1 - Effetti dell'irrigazione a goccia al 50% e 100% dell'ETM su due portinnesti di pesco (Mannini e Gallina, 1998).

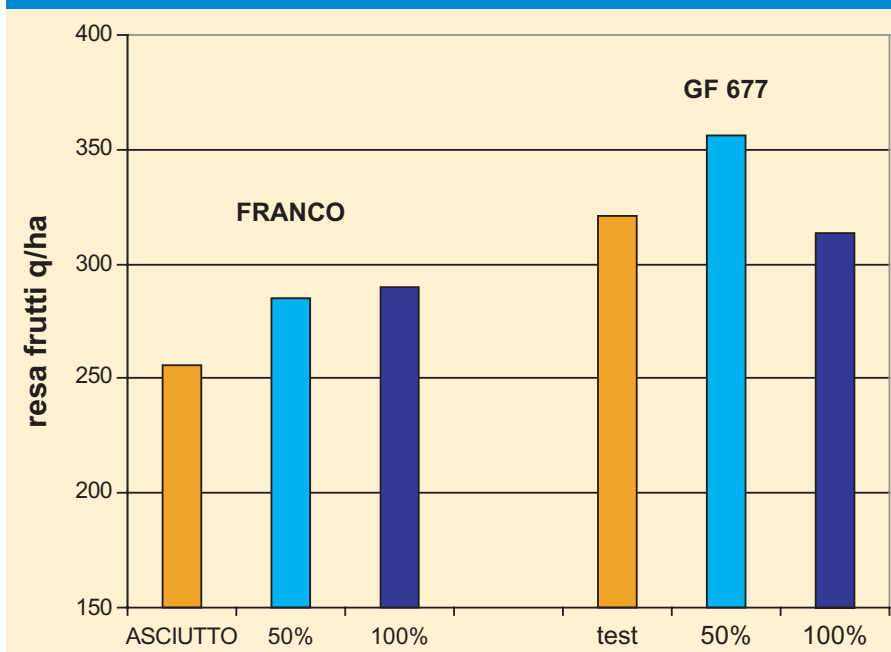
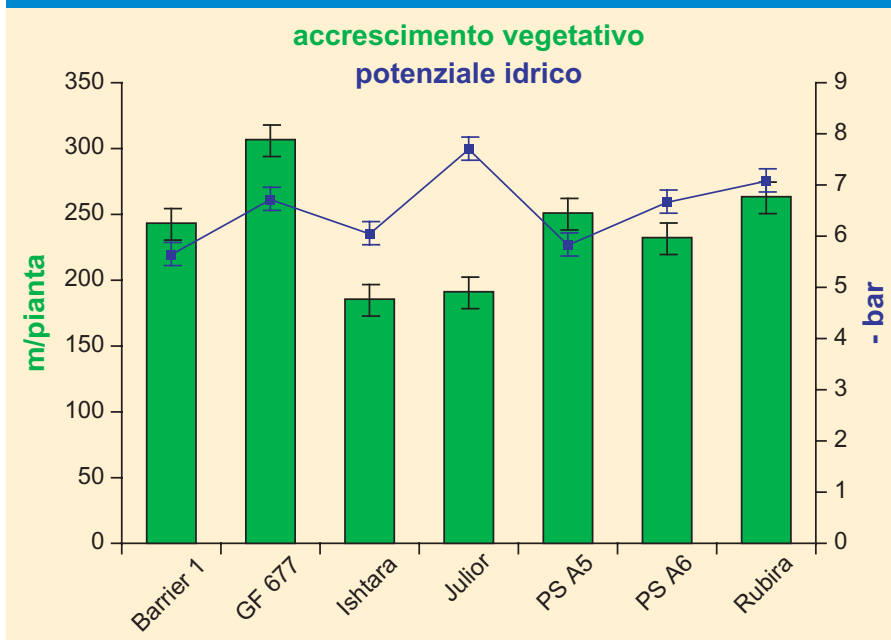


Fig. 2 - Sviluppo vegetativo e potenziale idrico fogliare di alcuni portinnesti del pesco (Regione Piemonte).



miare acqua, qualche valutazione di resistenza alla siccità, può essere fatta (Tab. 2 a pag. 70).

Sull'albicocco, che in Emilia-Romagna viene frequentemente coltivato sui terreni difficili in alternativa al pesco, tra i vari portinnesti che hanno buoni risultati produttivi in tutti gli ambienti: il Montclar induce elevata vigoria e ha buone caratteristiche generali ma sembra preferire terreni irrigui. L'Ishtara pur meno vigoroso si adatta a terreni freschi o irrigati ed è il futuro probabile sostituto di MrS 2/5 (anch'esso ben adattabile solo a terreni irrigui) e solo il Mirabolano 29C si adatta ai più vari tipi di terreno anche molto siccitosi ed è quindi, assieme al Mirabolano da seme, il portinnesto di riferimento per una coltivazione dell'albicocco senza irrigazione o con limitati sussidi idrici.

Il melo è la specie per la quale già da molto tempo si dispone di portinnesti nanizzanti, come M9 e M26, tanto che moderni impianti di M9 ed i suoi cloni rappresentano la stragrande maggioranza di quelli impiegati. MM 106 e M26 sono ormai poco presenti, mentre sono stati quasi abbandonati M 111 ed altri portinnesti capaci di indurre nelle piante buone od elevate caratteristiche di resistenza alla siccità.

La resistenza alla siccità dei portinnesti vigorosi di melo è in parte annullata dall'abbinamento con varietà Spur, mentre la debolezza dei portinnesti nanizzanti è in parte compensata dall'abbinamento con varietà Standard.

In prove effettuate dal Consorzio CER confrontando diversi portinnesti del melo abbinati a varietà Spur o Standard (Fig. 3), è infatti risultato che:

- Spur su M9 in condizioni asciutte risulta meno produttiva di Spur

con M26 e Standard con MM106, ma più produttiva di Spur con MM 111 teoricamente molto adatto a condizioni non irrigue.

- L'abbinamento risponde bene all'irrigazione aumentando la resa del 50% sino alla restituzione di 2/3 dell'evapotraspirato teorico (1800 m³/ha), per poi ridurla al volume irriguo massimo di 2700 m³/ha.
- Spur su M26, senza irrigazione produce meglio di M9 e MM 111 ma meno di MM 106 ed al crescere dell'irrigazione risponde peggio di M9 tranne che al massimo volume irriguo.
- Standard su MM 106, risulta più produttivo delle altre combinazioni d'innesto sia in coltura asciutta sia assoggettato all'irrigazione, incrementando la resa sino al massimo volume irriguo ma di "solo" il 19 % rispetto all'asciutto.
- Standard su M111 non è risultato a livello delle aspettative di resistenza alla siccità e produttività, mostrando le minori rese in asciutto rispetto alle altre combinazioni ed una discreta reattività all'irrigazione solo sino alla restituzione di 900 m³/ha pari a 1/3 dell'evapotraspirato, per poi decrementare la resa ai volumi irrigui superiori

I risultati, confermati da molte altre annate di prova, hanno quindi mostrato che il portinnesto MM 106 è sia il più efficiente in situazione asciutta sia capace di rispondere abbastanza bene all'irrigazione a goccia. Tra i portinnesti deboli, M9 è più produttivo di M26 solo in condizioni irrigue mostrando anche la massima reattività all'irrigazione rispetto alle altre combinazioni. In definitiva, MM 106 è il portinnesto più efficiente nell'uso dell'acqua per l'abbinamento con varietà Spur e

Tab. 2 - Indicazioni sulla vigoria e la resistenza alla siccità di alcuni portinnesti.

Portinnesto	Vigoria	Resistenza siccità
PESCO		
GF 677	alta	alta
Barrier	medio-alta	medio-alta
Franco	media	medio-bassa
P.S. A5	medio-bassa	medio-bassa
MrS 2/5	medio-bassa	bassa
ALBICOCCO		
Montclar®	alta	media
Mirabolano da seme	alta	alta
Mirabolano 29C	alta	medio-alta
MrS 2/5	media	bassa
Ishtara® Ferciana	media	bassa
PERO		
Franco comune	alta	alta
BA 29	medio-alta	media
EM A*	media	bassa
EM C*	bassa	bassa
Sydo®	medio-bassa	medio-bassa
MELO		
M 9	bassa	bassa
EMLA 9	medio-bassa	medio-bassa
Pajam® 2	medio-bassa	medio-bassa
M 26	medio-bassa	medio-bassa
MM 106	media	media
MM 111	alta	alta

In verde i portinnesti consigliati nei Disciplinari di Produzione Integrata.

M26 per l'abbinamento con varietà Standard.

Nel pero, il Franco comune è capace di conferire un'alta vigoria ed un'elevata resistenza alla siccità. Per contro i portinnesti EM A, EM C e Sydo® hanno una bassa o medio-bassa vigoria accompagnata da limitata resistenza alla siccità, quindi non sono idonei ad una frutticoltura capace di ridurre i consumi idrici.

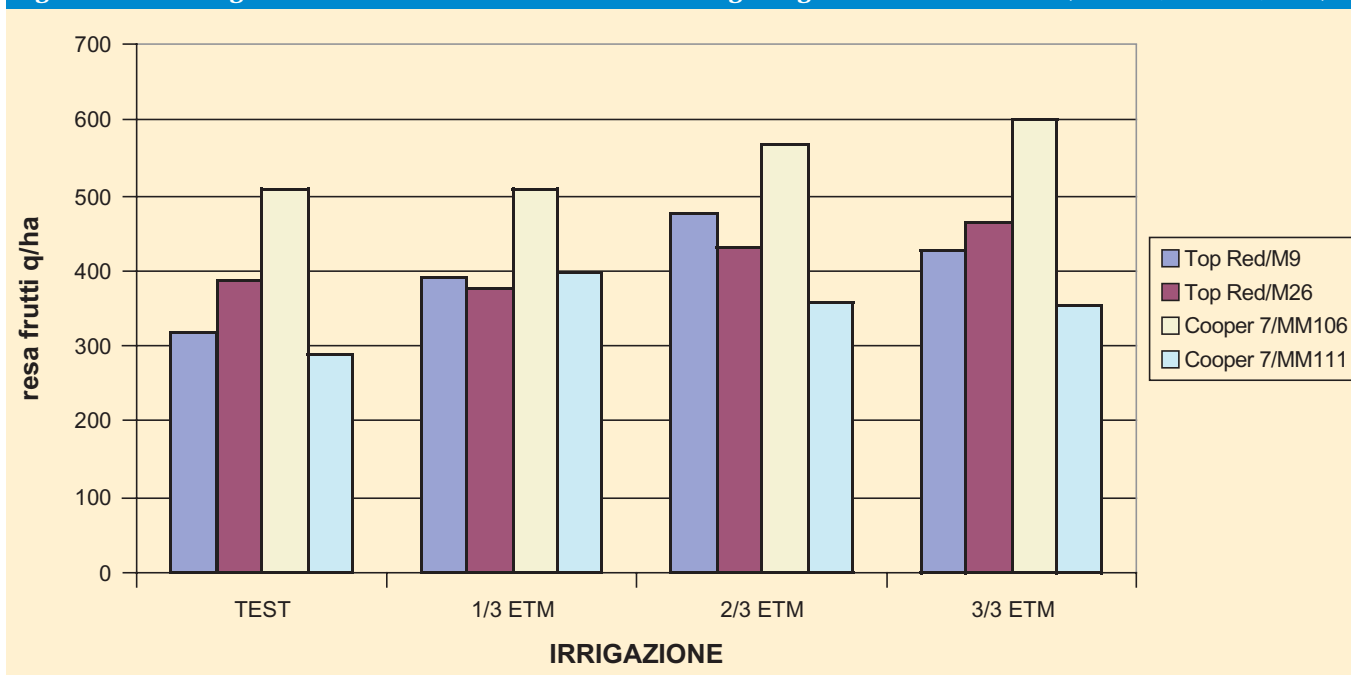
Il cotogno BA29, tra i portinnesti del pero più impiegati in Emilia-Romagna, è sia mediamente vigoroso sia considerato mediamente resistente alla siccità. Recenti esperienze nel ferrarese, hanno rilevato che la Conference innestata su cotogno BA29 risponde in modo vistoso all'irrigazione a goccia, incrementando la resa rispetto all'asciutto di circa il 40% se irrigato

col 50% dell'evapotraspirato teorico, pari a circa 1500 m³/ha. IL BA29 non conferisce al frutteto la capacità di poter rinunciare all'irrigazione, o di limitarla a volumi inferiori del 50% dell'evapotraspirato.

Anche per la vite la scelta del portinnesto è fondamentale per garantire un adattamento ideale della varietà alle condizioni di fertilità e siccità dell'ambiente pedoclimatico. La tipologia dell'apparato radicale che caratterizza il portinnesto è sicuramente determinante per l'efficienza di assorbimento dell'acqua dagli strati più profondi e quindi per la più o meno elevata resistenza a situazioni di siccità.

Normalmente i portinnesti con una buona o elevata resistenza alla siccità, quali il 1103 Paulsen e 110 e 140 Richter, sono dotati, normal-

Fig. 3 - Effetti dell'irrigazione sulla resa di 4 combinazioni d'innesto irrigate a goccia su terreno inerbito (dati CER, Ravenna, 1990).



mente, di apparato radicale fittonante capace di raggiungere profondità notevoli. Alcuni portinnesti molto impiegati come il Kober 5BB e SO4, viceversa, hanno radici abbastanza superficiali che li rendono più sensibili a stress idrici ma più resistenti a condizioni di ristagno idrico nel suolo.

I disciplinari di produzione integrata della Regione Emilia-Romagna del 2003, riportano indicazioni molto accurate sulla resistenza alla siccità dei diversi por-

tinesti (Tab. 3):

- K5BB: vigoria elevata, per terreni tendenzialmente freschi e mediamente fertili.
- SO4: vigoria medio elevata, per terreni freschi e fertili (induce buon equilibrio e anticipa la maturazione) non idoneo per Albana e Biancame.
- 1103P: vigoria elevata, per terreni compatti, siccitosi e salini (ritarda la maturazione).
- 420 A: vigoria media, per terreni mediamente siccitosi e media-

mente fertili (non adatto al ristoppio).

- 140 R: vigoria elevata, per terreni poveri, calcarei, siccitosi (ritarda la maturazione).
- 110 R: vigoria media, per terreni tendenzialmente siccitosi e mediamente calcarei.

Limitatamente all'area del litorale ferrarese, data l'elevata presenza di sabbia, si possono consigliare varietà franche di piede (per zone e terreni composti da sabbia per almeno il 90-95%).

Tab. 3 - Resistenza alla siccità di diversi portinnesti della vite (Fonte: Fregoni, 1980).

Molto scarsa	Scarsa	Buona o media	Elevata
3309	K5BB	41B	140 R
3306	161 - 49	333 EM	1103 P
Schwarzmann	SO4	99R	779 P
	101 - 14	31R	110 R
	Riparia	1045 P	44 - 53
	34 EM	1616	17 - 37
	A x RG1	Rupestris du Lot	775 P
	8B	420 A	1447 P

SCELTA dell'EPOCA di semina

Deve essere programmata tenendo conto sia delle caratteristiche biologiche della specie sia dell'andamento climatico dell'ambiente; riuscire ad allineare la semina e l'emergenza e le fasi successive di sviluppo e maturazione della coltura, con l'andamento climatico della zona, consente il massimo

sfruttamento delle risorse idriche naturali e la possibilità di ricorrere meno all'irrigazione.

Il clima in Emilia-Romagna ha un andamento delle piogge di tipo mediterraneo, con un massimo di piovosità in autunno e primavera e piogge relativamente scarse in estate. L'andamento opposto delle tempe-

rature determina un aumento dell'evapotraspirazione proprio nel periodo di minor pioggia ed un periodo di aridità in cui l'ammontare dei millimetri di acqua evapotraspirata supera quello delle piogge cadute (Fig. 1).

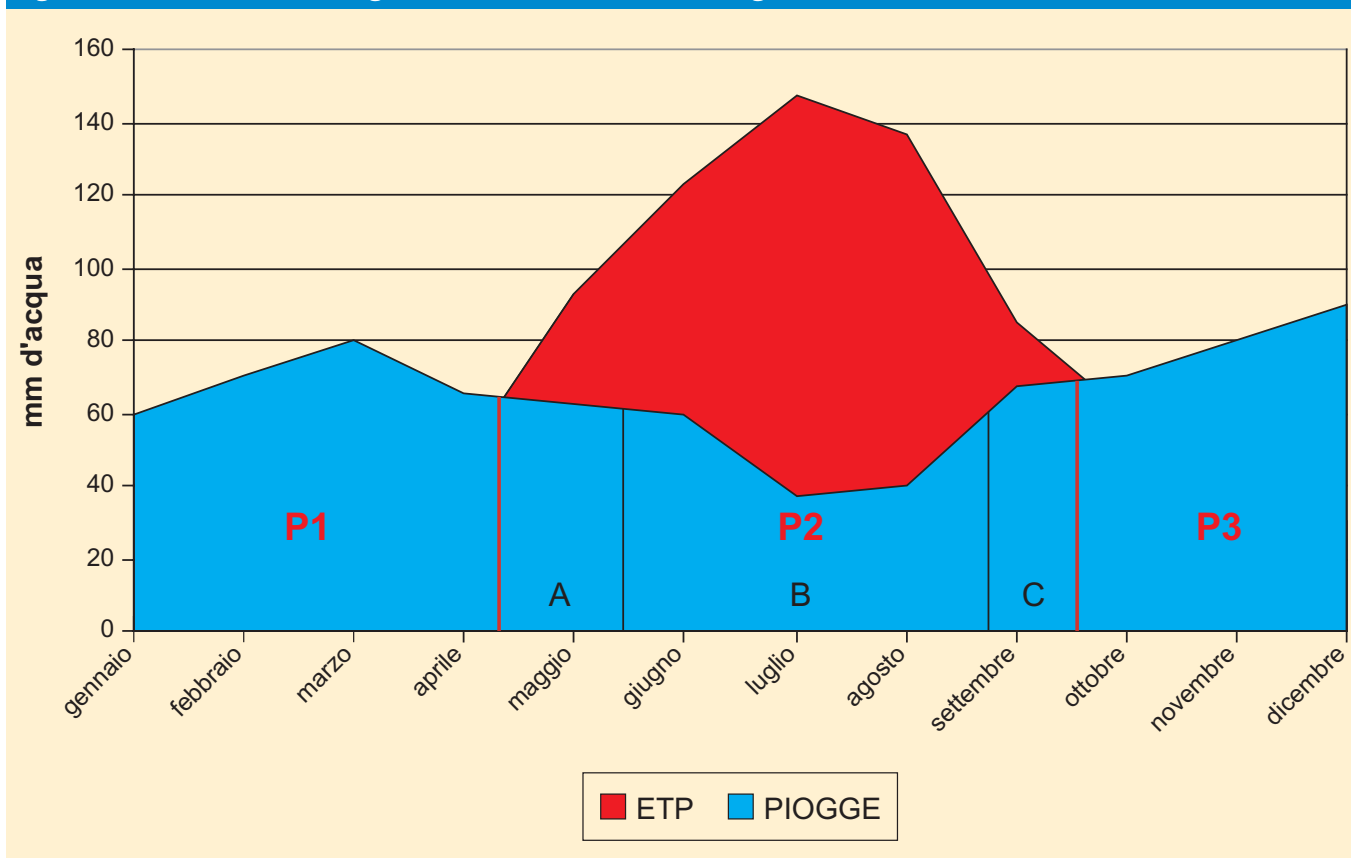
In un'annata regolare, l'andamento piogge/evaporati può essere suddi-

Girasole: effetti della diversa epoca di semina.



(Foto CER)

Fig 1 - Schema del clima nella stagione di coltivazione in Emilia-Romagna.



viso in tre periodi:

● **P1.** È il periodo in cui l'ammontare delle piogge supera quello delle perdite per evapotraspirazione potenziale (ETP) e le colture vegetanti sono in buone condizioni di rifornimento idrico senza necessità d'irrigazione. Le temperature di gennaio e febbraio sono basse ed il terreno è molto umido, con difficoltà di semina, viceversa, da fine febbraio le temperature medie iniziano ad innalzarsi e nei periodi meno piovosi si determinano situazioni con terreno ad umidità superficiale idonea alla semina delle specie primaverili-estive ed al primo sviluppo delle colture.

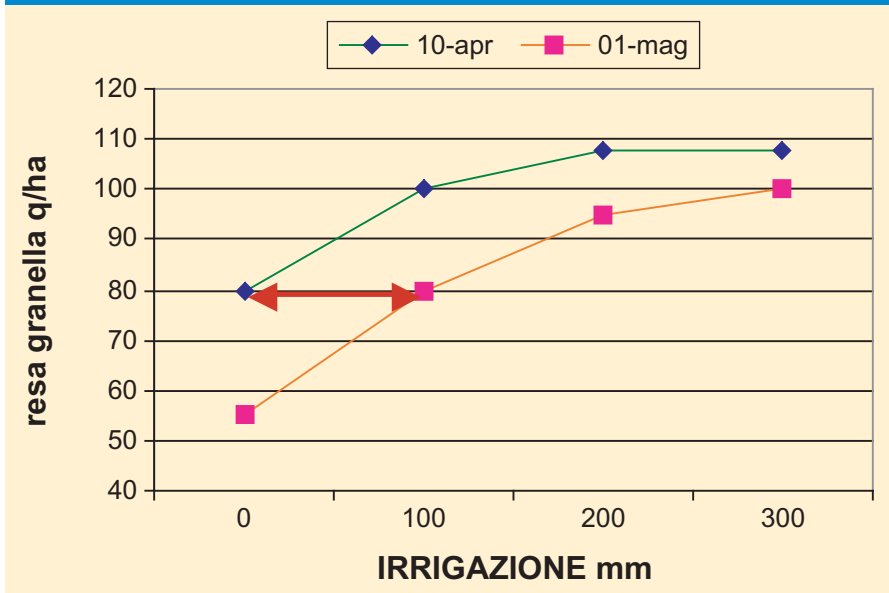
● **P2.** Generalmente le semine delle principali colture primaverili estive sono già state effettuate e la quantità d'acqua persa per ETP inizia a superare quella di pioggia entrando nel "periodo di aridità".

Nella prima fase (A) possono ancora essere effettuate semine tardive delle colture primaverili-estive, e l'umidità del terreno accumulata nel periodo precedente riesce generalmente a compensare il consumo idrico della coltura. Per garantire l'emergenza delle piante nelle annate più aride, si possono effettuare irrigazioni di piccolo volume, capaci di portare alla programmata densità di piante e ad un rapido primo svilup-

po della coltura. Nei casi meno gravi l'irrigazione alla semina può essere evitata con una rullatura del terreno già seminato; ciò favorirà sia la risalita capillare dagli strati umidi sottosuperficiali, sia un maggior contatto tra il terreno ed il seme, favorendo l'emergenza.

La seconda fase (B) è quella più arida, infatti, le precipitazioni generalmente si fanno ancora più scarse e l'ETP cresce notevolmente (con consumi mediamente superiori ai 5-6 mm/giorno) mentre le riserve di umidità nello strato superiore del terreno sono ormai esaurite; in tale periodo vengono concentrate il 70-80% di tutte le irrigazioni effettuate sulle colture emiliano-roma-

Fig. 2 - Effetti del ritardo dell'epoca di semina sul mais. La freccia indica il volume irriguo supplementare necessario a compensare la perdita di resa della semina tardiva rispetto a quella di un mais a semina precoce in asciutto.



gnole, con volumi quasi coincidenti alla differenza dell'ETP rispetto alle piogge (piena restituzione di evapotraspirato). Pre le semine o trapianti effettuati in tale periodo sono sempre assolutamente necessarie irrigazioni capaci di garantire l'emergenza o l'attecchimento delle colture.

In questa fase il comportamento della coltura è condizionato dalle riserve d'umidità ancora disponibili nel terreno che andranno salvaguardate con accorgimenti agronomici come la sarchiatura interfilare. Se la coltura è stata seminata precocemente avrà sviluppato un apparato radicale che col suo sviluppo sarà in grado di "inseguire" il progressivo approfondimento delle riserve d'umidità nel terreno, evitando stress idrici e permettendo il raggiungimento di discrete produzioni in asciutto; limitando il numero delle irrigazioni necessarie ed il volume stagionale d'acqua sommi-

nistrato.

Colture seminate tardivamente, viceversa, si saranno sviluppate in periodi più caldi, anche se con terreno ancora sufficiente umido per l'emergenza ed il primo sviluppo (eventualmente garantiti da un'apposita irrigazione), con accrescimento veloce dell'apparato fogliare ma limitato - in profondità ed espansione - di quello radicale; in tal caso la produzione in asciutto sarà decurtata per effetto della siccità o il numero di irrigazioni necessarie per raggiungere buone rese sarà elevato, con perdita di risorse idriche e notevole incremento dei costi culturali.

Le semine tardive delle colture primaverili-estive porteranno anche il ciclo della pianta a coincidere di più col periodo secco e di massima temperatura, fenomeno particolarmente grave quando la fase fenologica critica di maggiore sensibilità allo stress idrico, ad esempio durante la fiori-

tura femminile del mais, coincide proprio col picco delle perdite idriche della pianta per ETP. Le piante seminate tardivamente accorciano il periodo riproduttivo e d'ingrossamento del seme, con sensibili riduzioni di produttività non sempre compensate dalle irrigazioni.

Nell'ultimo sottoperiodo (C), il consumo idrico delle colture (ETP) inizia a calare ed aumenta la probabilità delle piogge di fine estate. Le principali colture erbacee primaverili-estive iniziano il periodo d'invecchiamento fogliare e terminano quello di riempimento del seme (mais, soia) o di concentrazione degli zuccheri (bietola) e dei solidi sospesi nelle bacche (pomodoro). Le irrigazioni sono spesso superflue o controproducenti, per l'incremento di umidità nel prodotto da raccogliere e nel terreno, con ostacolo all'ingresso in campo delle macchine da raccolta.

Sui frutteti con ancora produzioni da raccogliere le irrigazioni possono continuare nelle annate più aride, viceversa, sui frutteti ormai nella fase di postraccolta, vanno sospese per sfruttare l'acqua ancora presente nel suolo sia per una migliore induzione a fiore delle gemme sia per contenere il dannoso rigoglio vegetativo.

- **P3.** È il periodo nel quale le precipitazioni compensano normalmente le perdite d'acqua per ETP e si procede alle semine delle colture autunno-vernine la cui epoca va decisa soprattutto per evitare lunghi periodi di aridità dopo la semina e un troppo precoce sviluppo vegetativo prima del freddo invernale. In tale periodo vanno attuate tutte le strategie agronomiche capaci di permettere il maggior accumulo d'acqua nel terreno, con le arature precoci dei terreni soggetti alle semine primaverili, e quelle

Tab. 1 - Effetti sulla resa in granella di mais del numero di giorni di stress idrico della coltura (Albori A., Lanzoni L., Pietrosi L., Mannini P.).

irrigazione	1982		1983		1984		media triennale	
	giorni stress	q/ha	giorni stress	q/ha	giorni stress	q/ha	q/ha	giorni stress
Asciutto	36	64,8	15	102,4	31	92,7	86,63	27
50% ETM	12	103,8	11	104,7	17	117,5	108,67	13
100% ETM	0	112,6	0	106,3	0	126,3	115,07	0

capaci di evitare il ristagno idrico superficiale con danni alla struttura del suolo.

L'epoca di semina è quindi un fattore strategico nei programmi di riduzione dei consumi irrigui delle colture, senza ridurre la loro produttività.

Il massimo anticipo dell'epoca di semina, tenendo conto delle specifiche esigenze termiche d'ogni coltura, va fatto anche considerando economicamente conveniente rischiare eventuali risemine per danni da freddo in alcune annate, piuttosto che dover costantemente fare irrigazioni supplementari con spreco di acqua ed incremento dei costi colturali.

Un esempio del danno dovuto a semine non effettuate tempestivamente è quello frequentemente rilevato sul mais (Fig. 2). Semine precoci, determinano produzioni in asciutto più elevate rispetto a quelle di semine tardive: il mais a semina tardiva per raggiungere le stesse produzioni vuole circa 500 - 1000 m³/ha di irrigazione supplementare. All'aumentare delle eventuali irrigazioni, il mais a semina precoce raggiunge il massimo produttivo con circa 1800-2000 m³/ha di volume stagionale, mentre quello a semina tardiva necessita di ulteriori interventi irrigui, che comunque non eliminano il divario produttivo per l'accorciamento della fase di riempimento del seme.

Sul mais il passaggio da semine nell'ultima decade di marzo a quelle di fine aprile porta ad un calo pro-

duuttivo di circa 35 q/ha corrispondente, quindi, a circa un quintale di granella persa per ogni giorno di ritardo. Le prime semine, infatti, danno rese medie di 95 q/ha contro i circa 60 q/ha delle ultime, segnalando, inoltre, che in annate di normale od elevata piovosità l'anticipo del momento di semina può far ridurre in maniera consistente le necessita d'irrigazione.

Su mais, è stato anche accertato che la coltura risente particolarmente degli stress idrici nel momento dell'accrescimento e della fioritura maschile e femminile; raggiunta la maturazione cerosa o, in alcuni anni, quella latteata avanzata, il mais diviene scarsamente o per nulla sensibile agli stress idrici. Il ritardo nell'epoca di semina nella coltura non irrigua, porta le piante a subire il maggior numero di giorni di stress idrico in tali fasi critiche e produce un danno rilevante sulla resa.

Calcolando il numero di giorni di stress idrico sofferti dalle colture e le corrispondenti produzioni per ettaro in granella al 15% di umidità (Tab 1), in annate poco piovose, senza irrigazioni si determinano circa 36 giorni di stress idrico sulla coltura sino ad un minimo di 15 nelle annate più piovose, con una riduzione di resa più che proporzionale al numero di giorni senza irrigazione. Un'epoca di semina anticipata è quindi capace di ridurre il numero di giorni di stress idrico, incrementando le rese e rendendo meno utili le irrigazioni in molte annate medie o piovose.

In assenza di irrigazione, una corretta epoca di semina consente migliori prestazioni nella bietola da zucchero dove ogni giorno di ritardo nella semina procura una perdita produttiva di saccarosio di quasi un quintale al giorno e nel girasole dove tardando la semina dalla prima decade di marzo alla prima di aprile si ha una perdita di resa di circa 8 quintali/ha, pari a circa il 20% del totale ed a 25 kg/ha al giorno di calo produttivo.

Tutte le osservazioni effettuate portano quindi a concludere che la migliore epoca di semina è quella che viene effettuata non appena le condizioni di umidità del terreno consentono l'ingresso in campo; se in tale periodo si sono raggiunte le temperature minime del suolo per la germinazione della specie.

Nella maggior parte delle colture l'anticipo dell'epoca di semina consente un miglior rapporto radici/foglie con maggiore approfondimento delle radici in sincronia con l'approfondimento dell'umidità nel terreno. Il ritardo nelle semine è particolarmente dannoso per la contrazione della fase vegetativa, ed in parte anche di quella riproduttiva; l'accelerazione dei processi fisiologici della maturazione comportano inevitabilmente sia perdite di prodotto sia di qualità.

Il ritardo della semina determina spesso una riduzione di fertilità per aborto dei fiori durante i periodi più aridi, ed una conseguente riduzione di produzione. Tali danni sono frequenti sul girasole, sul mais, la soia ed il pomodoro da industria.





Irrigazione e BILANCIO idrico

Una delle maniere più efficaci per evitare di sprecare acqua e quella di irrigare le colture in base alle reali esigenze della pianta e nel giusto momento.

Nonostante la buona esperienza degli agricoltori del nostro territorio, le irrigazioni decise sulla base di semplici osservazioni della coltura e del terreno, portano spesso ad uno spreco d'acqua per la modesta efficacia di queste valutazioni empiriche, viceversa, una precisa valutazione dei volumi d'acqua di irrigazione e dell'esatto momento di intervento irriguo, rendono l'uso dell'acqua molto efficiente e corretto, minimizzando i volumi necessari per il raggiungimento delle migliori produzioni.

La ricerca irrigua ha individuato nel calcolo del bilancio idrico delle colture durante la stagione di coltivazione, il metodo più preciso, economico e semplice: la quantità d'acqua irrigua è, infatti, quella necessaria a colmare la differenza tra l'acqua consumata dalle colture per evapotraspirazione e quella che giunge alle piante con le piogge e dalle falde superficiali, per risalita capillare nel terreno.

Pur preciso, il bilancio idrico ha il limite nella laboriosità delle misurazioni e dei calcoli poco adatti, specialmente nei periodi di massimo lavoro, nell'azienda agricola.

Per questi motivi è stato messo a disposizione delle aziende agricole regionali un Servizio di assistenza alle irrigazioni (IRRINET) per ottenere un bilancio idrico preciso e personalizzato attraverso il collegamento ad Internet.

Senza dimenticare che IRRINET permette l'uso più efficiente dell'acqua anche perché i parametri in esso impiegati sono il frutto della vasta attività di ricerca e sperimentazione del Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo, che ha adattato il bilancio di ogni coltura alla realtà dei terreni e del clima del territorio regionale.

Irrigazioni BILANCIATE

Una buona pratica irrigua rende necessarie delle scelte che richiedono esperienza consolidata ed approfondite conoscenze agronomiche, tecnologiche e di economia dell'irrigazione. Tali conoscenze devono essere ancora più forti per irrigazioni che non mirino solamente a massimizzare la resa e la qualità delle produzioni, ma anche ad un'utilizzazione dell'acqua efficiente e senza sprechi.

Occorre, infatti, avere buone conoscenze dell'ambiente in cui si opera, della risposta all'irrigazione delle diverse colture, varietà e portinesti, del probabile consumo idrico delle stesse colture, e della loro sensibilità allo stress idrico nelle varie fasi biologiche del ciclo colturale. La scelta razionale è inoltre complicata dalla tipologia del terreno su cui si opera, e quindi dalle sue caratteristiche idrologiche: permeabilità, capacità di campo, punto di appassimento, volume idrico trattenuto nello strato utile alle piante, ecc..

La scelta dell'impianto irriguo ottimale: per le colture praticate, per la disponibilità d'acqua e per i costi derivanti dal loro impiego (sia in termini d'acquisto sia della manodopera necessaria), complica ulteriormente le decisioni influenzate, specie negli ultimi anni, dall'impossibilità di conoscere a priori quale sarà il probabile andamento pluviometrico dell'annata.

Tre sono le scelte necessarie per irrigare in maniera precisa: quando, quanto e come irrigare

QUANDO IRRIGARE?

Occorre individuare bene il momento in cui l'irrigazione potrà dare il

massimo incremento di produzione consentendo, quindi, di massimizzare l'uso dell'acqua.

La scelta è sempre difficile, anche perché l'esperienza pratica porta ad irrigazioni basate sull'osservazione dei sintomi di carenza idrica sulle piante (appassimenti, colore della vegetazione, ecc.) o sul terreno (colore, ampiezza delle crepaccature, ecc.).

Purtroppo però le irrigazioni effettuate al comparire di tali sintomi risultano spesso poco valide; numerose osservazioni sperimentali hanno, infatti, verificato che si fanno irrigazioni troppo tardive, cioè effettuate quando il danno produttivo è già avvenuto, oppure adacquate in momenti del ciclo biologico nei quali l'irrigazione influisce poco o nulla sulla resa.

La corretta determinazione del giusto momento di intervento irriguo è quindi di estrema importanza per un'ottimale e parsimoniosa utilizzazione dell'acqua; in molti casi una corretta scelta del momento, consente un risparmio anche superiore a quello della scelta del metodo e del sistema irriguo.

La decisione del momento d'irrigazione è purtroppo ancora frequentemente basata sull'esperienza, la sensibilità e la conoscenza del comportamento delle colture da parte dell'agricoltore. Gli errori di valutazione sono in tal caso elevati per una sovrastima o sottostima delle irrigazioni necessarie e per un cattivo momento d'adacquate, con conseguenti riduzioni produttive e disconomie nell'uso dell'acqua e delle attrezzature irrigue.

Un'irrigazione effettuata in un momento di bassa efficienza dell'acqua, oltre a sprecare risorse può allora portare ad un costo inutile capace di annullare il basso margine di redditività economica tipico di molte colture.

La decisione sul momento di irrigazione assume, quindi, già oggi un significato economico rilevante e diventerà sempre più importante nei territori scarsamente dotati d'acqua, dove la risorsa idrica sarà sempre più costosa.

FASI CRITICHE PER L'ACQUA

La decisione del momento di intervento irriguo, dovrà tenere in massima considerazione le fasi di maggiore sensibilità della coltura allo stress idrico (periodo critico per l'acqua). Una bassa disponibilità idrica nel periodo critico, comporta danni produttivi o qualitativi alla coltura ben superiori a quelli che si avrebbero se la stessa carenza idrica avvenisse in un altro periodo.

La fase di trapianto, semina e primo sviluppo delle colture è normalmente un periodo critico per tutte le colture, anche perché la morte o nascita scalare delle piante, può determinare una bassa ed eterogenea densità in campo. Successivamente le piante possono attraversare uno o più momenti critici come durante la fecondazione dove la carenza idrica porta sempre a fenomeni di aborto fiorale, con una conseguente riduzione di semi o frutti portati a produzione. Sulle piante erbacee a fioritura pressoché contemporanea come mais e sorgo si assisterà ad una riduzione del numero di semi alle-

gati nella parte più alta della pannocchia o alla sterilità centrale della calatide nel girasole.

Viceversa, sulle piante a fioritura scalare come: soia, fagiolino e pomodoro ci sarà perdita di produzione dei palchi che erano fioriti nei momenti di stress idrico.

Nel primo caso, quindi, il principale periodo critico è limitato ai pochi giorni nei quali si ha l'emissione degli organi fiorali, nel secondo caso il periodo critico è abbastanza prolungato, rendendo necessaria in assenza di piogge un maggior numero di irrigazioni.

Sul pomodoro sono poi note le perdite per marciume apicale, determinato da gravi stati di sofferenza idrica durante lo sviluppo delle bacche; analoghe perdite qualitative quali deformazioni di frutti o bacche insorgono su altri prodotti, per effetto di un irregolare fecondazione durante i periodi siccitosi.

Sulle principali piante da frutto la fioritura avviene normalmente in periodi molto piovosi o con terreni in buone disponibilità idriche, evitando problemi di aborto fiorale; in annate con inverni e primavere di scarsa piovosità possono però verificarsi problemi di aborto fiorale, o di successiva allegagione e cascola dei frutticini. Sulle arboree da frutto e su molte colture da seme anche una carenza idrica durante la fase di ingrossamento dei frutti e dei semi, può limitare vistosamente la pezzatura, con danni economici rilevantissimi e spesso superiori a quelli dello stress idrico in fioritura.

Sulla patata il periodo critico principale è nella precoce fase di stolonizzazione e tuberizzazione, stress in tali fasi possono limitare vistosamente il numero di patate prodotte e la pezzatura finale dei tuberi.

Tutte le colture ortive da taglio e quelle da biomassa non hanno momenti

critici per l'acqua, una limitazione della disponibilità idrica nel terreno porta però ad una limitazione dell'accumulo di sostanza organica, negativa in tutte le fasi del ciclo culturale.

Un'approfondita conoscenza delle fasi critiche della coltura nei confronti dell'acqua, permette la formulazione di un "pilotaggio delle irrigazioni" capace di ottenere la massima efficienza di utilizzazione dell'acqua (WUE, *water use efficiency*) cioè l'indice ottenuto dal rapporto

tra acqua utilizzata dalla pianta e prodotto commerciale raccolto; tali conoscenze sono ancora più utili se inserite in modelli delle irrigazioni basati sul continuo aggiornamento dei bilanci idrici delle colture.

La ricerca ha anche individuato le riduzioni di resa per riduzioni nelle restituzioni di evapotraspirato (Ky) nelle diverse fasi fenologiche della coltura, permettendo ulteriori messe a punto di programmi delle irrigazioni per il risparmio idrico.



Nei territori con acqua limitata, o di alto costo, la somministrazione nelle fasi di massima efficienza di utilizzazione permette la programmazione delle irrigazioni, per utilizzare la scarsa risorsa idrica a disposizione dell'azienda o del territorio ed ottenere il massimo risultato.

MOMENTO DI INTERVENTO IRRIGUO E VOLUME D'ADACQUATA

Gran parte della ricerca in irrigazione ha perciò tentato di individuare strumentazioni o metodologie capaci di "centrare" il momento delle irrigazioni. I risultati sono stati spesso molto interessanti, ma gran parte degli strumenti impiegati (ad eccezione dei tensiometri) si sono rivelati scarsamente utilizzabili o di eccessivo costo per l'azienda agricola.

Gli unici metodi molto applicati nella pratica di campo sono basati sulla valutazione, su base agroclimatica, del bilancio idrico nel terreno. Tale metodo considera assieme le relazioni esistenti tra pianta, clima e terreno, riuscendo ad individuare con una certa precisione, tempi e volumi irrigui coltura per coltura.

Naturalmente, la formulazione di un bilancio idrico in grado di stimare con una buona precisione le esigenze idriche delle colture, richiede numerose conoscenze difficilmente disponibili a livello di azienda agricola singola.

In Emilia-Romagna, il Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo, grazie ai finanziamenti della Regione, ha però condotto una intensa attività di ricerca e sperimentazione a livello locale, per la formulazione di un preciso bilancio idrico delle colture e per la realizzazione del Servizio di assistenza alle irrigazioni IRRINET (www.consorziocer.it/irrinet). Tutte le aziende agricole possono facil-

mente utilizzarlo, senza doversi singolarmente preoccupare del reperimento di dati meteorologici o di altri parametri di complicata individuazione o comprensione.

Purtroppo, nell'irrigazione collettiva, la decisione di un corretto momento dell'irrigazione è spesso vincolata dai turni imposti dalle necessità idrauliche della rete consortile. Se l'irrigazione viene concessa alla domanda si potrà attendere il momento più propizio, viceversa, una turnazione dell'acqua troppo rigorosa ed a turno lungo, oltre a non permettere decisioni corrette sul momento d'intervento, stimolerà l'utente ad utilizzare la massima quantità d'acqua disponibile, con spreco della risorsa idrica.

Per tali motivi molti consorzi stanno attrezzandosi per rendere più elastici i turni, sino ad arrivare ad istituire dei "call center" telefonici per la prenotazione dell'acqua irrigua. In altri casi molti agricoltori hanno preferito sottrarsi ai vincoli dei turni irrigui costruendo degli invasi aziendali d'acqua.

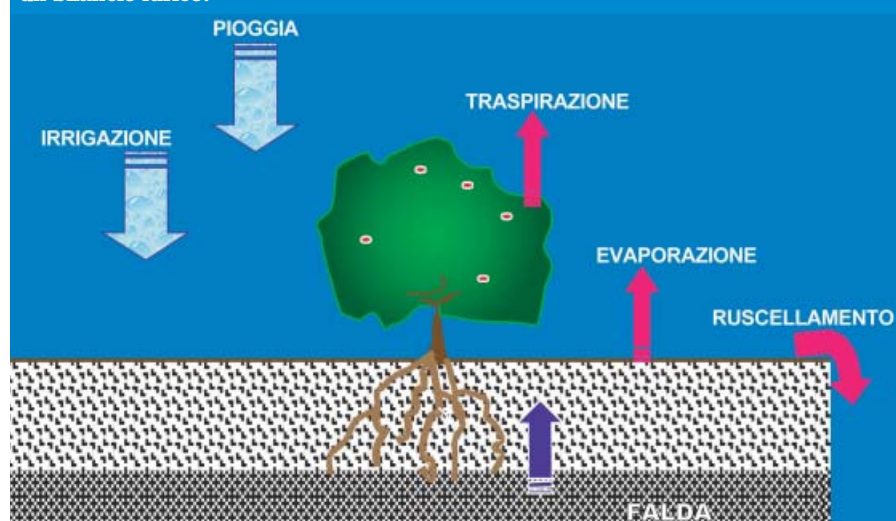
IL BILANCIO IDRICO DELLE COLTURE

Il pilotaggio delle irrigazioni tramite il bilancio idrico della coltura, è basato sul continuo aggiornamento del quantitativo d'acqua presente nello strato di terreno interessato dalla coltura. Il calcolo valuta e misura tutti gli ingressi e tutte le perdite d'acqua dal sistema colturale (Fig.1); gli ingressi d'acqua sono sommati al totale dell'acqua disponibile già presente nel suolo, le perdite d'acqua sono invece sottratte. Il flusso delle informazioni permette, quindi, di rendersi conto di quando il bilancio dell'acqua presente diventa tanto negativo, da consigliare un'irrigazione.

Il bilancio idrico si basa quindi sulla stima e la misura di tutti gli ingressi e le perdite del sistema colturale per individuare un contenuto di umidità nel terreno, raggiunto il quale, procedere all'irrigazione.

L'unità di misura impiegata per tutti i calcoli è il millimetro d'acqua, che corrisponde ad 1 litro/m^2 e quindi a $10 \text{ m}^3/\text{ettaro}$ pari a 10.000 litri d'acqua. Giornalmente viene quindi stimato

Fig. 1 - Principali ingressi e perdite d'acqua di una coltura necessari al calcolo di un bilancio idrico.



il contenuto medio di umidità nello strato di terreno colonizzato dalle radici, impiegando la seguente equazione di bilancio:

$$\text{CAO} = \text{CAI} + \text{IRRIGAZIONE} + \text{PIOGGIA} + \text{FALDA} - \text{EVAPOTRASPIRAZIONE} - \text{PERDITE RP}$$

Dove:

CAO = contenuto d'acqua oggi (mm)

CAI = contenuto d'acqua ieri (mm)

IRRIGAZIONE = volume di irrigazione dato ieri (mm)

PIOGGIA = volume d'acqua piovuto ieri (mm)

FALDA = acqua di falda giunta nello strato utile per risalita capillare da falda (mm)

EVAPOTRASPIRAZIONE = evapotraspirazione della coltura ieri (mm)

PERDITE RP = perdite di ruscellamento e percolazione profonda ieri (mm)

QUANTO IRRIGARE?

La scelta della quantità d'acqua di ogni irrigazione, tale da permettere la massima efficienza d'utilizzo da parte della pianta, è un altro cardine di una buona pratica irrigua, a basso consumo di risorse idriche. Anche in questo caso la scelta è vincolata da parecchi fattori, principalmente: dalla capacità del terreno di trattenere l'acqua, dalla profondità dello strato esplorato dalle radici e dal metodo e sistema irriguo adottato. L'applicazione di volumi non corretti porta sempre ad uno spreco d'acqua irrigua: volumi troppo modesti non bagnano lo strato colonizzato dalle radici ed evaporeranno velocemente dalla superficie del suolo e delle foglie bagnate, viceversa, volumi troppo abbondanti determineranno una percolazione d'acqua in profondità, non utilizzabile dalle radici delle colture.

L'ACQUA UTILIZZABILE DALLA COLTURA

Il quantitativo d'acqua a disposizione delle piante è influenzato dal tipo di terreno, dalla capacità del suolo di immagazzinare l'acqua e della forza con cui essa è trattenuta dalle particelle costituenti il suolo.

La profondità, densità ed efficienza delle radici nel terreno determinano la frazione d'acqua effettivamente utilizzabile dalle piante; caratteristica di ogni specie e progressivamente maggiore nel tempo, per lo sviluppo ed approfondimento dell'apparato radicale.

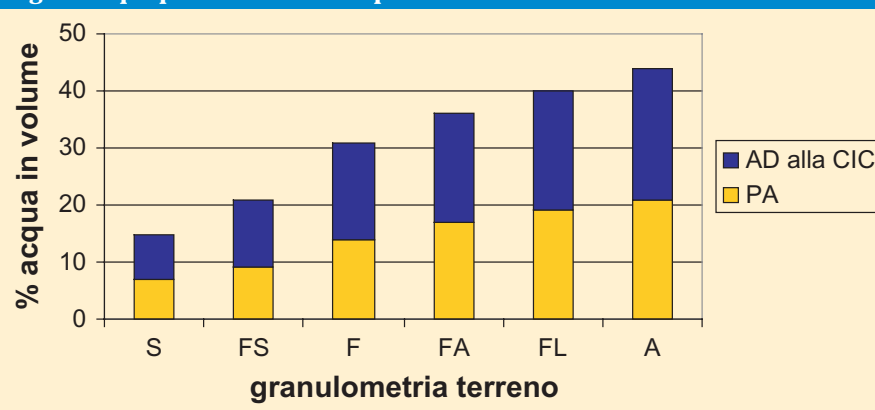
I due parametri più importanti per ogni terreno sono la Capacità Idrica di Campo (CIC) ed il Punto di Appassimento (PA); il primo esprime la percentuale di umidità presente in un suolo saturo dopo che è percolata o drenata tutta l'acqua non trattenuta del terreno. Il secondo indica la percentuale di umidità alla quale la pianta non riesce più ad assorbire acqua dal suolo ed inizia l'appassimento permanente. Per definizione, è il contenuto d'acqua alla quale il terreno esercita una forza di trattenuta corrispondente a circa -15 bar, al di sotto della quale l'acqua non è più disponibile per la coltura.

La frazione d'acqua contenuta tra la Capacità Idrica di Campo (CIC) ed il Punto di Appassimento (PA) è l'Acqua Disponibile (AD) che rappresenta molto bene la capacità del terreno di accumulare riserve idriche e, quindi, di permettere alle colture di resistere a periodi di siccità più o meno prolungati.

Passando dai terreni sabbiosi a quelli di medio impasto e a quelli argillosi, crescono sia il valore del PA sia quello della CIC, ed anche il volume di Acqua Disponibile con maggiore accumulo e successiva utilizzazione dell'acqua di pioggia od irrigazione (Fig.2). Per semplicità, nel servizio di assistenza alle irrigazioni IRRINET il Consorzio CER ha messo a punto delle "pedofunzioni", che permettono, conosciuta la granulometria del terreno, di calcolare la CIC ed il PA dei terreni prevalenti in Emilia-Romagna e quindi, per differenza, sapere l'Acqua Disponibile.

Ancora più semplice è riferirsi poi, senza grandi errori, ai valori di tipologie standard di terreno con valori precalcolati. In tabella 1, sono riportati i valori in millimetri dell'Acqua Disponibile in % del volume del terreno considerato ed anche il valore a 100 e 50 cm di profondità di diverse tipologie di suolo.

Fig. 2 - Acqua presente in diversi tipi di terreno.



RISPARMIO IDRICO / IRRIGAZIONE E BILANCIO IDRICO

Fig. 3 - Schema grafico di bilancio idrico per l'irrigazione a goccia.

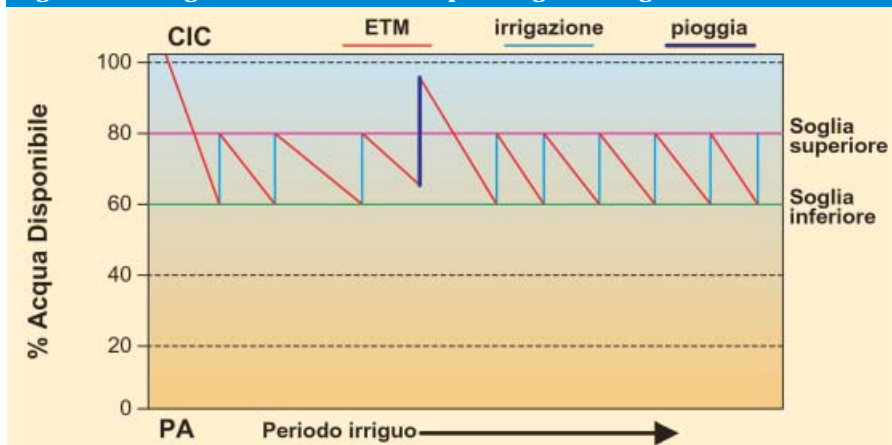
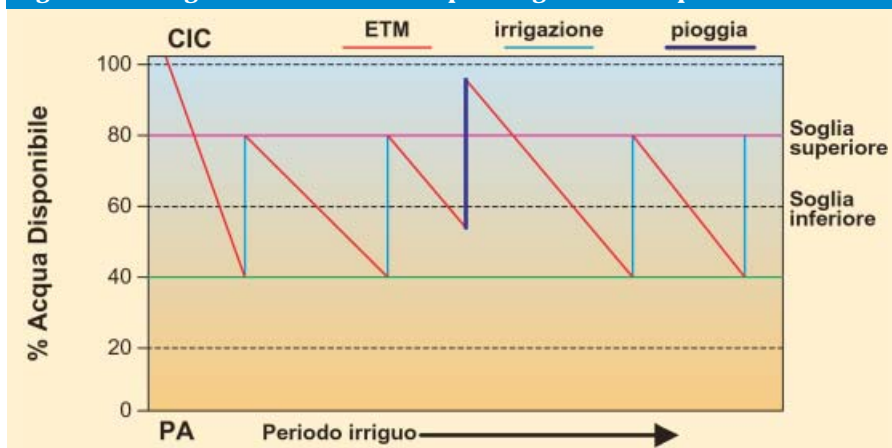


Fig. 4 - Schema grafico di bilancio idrico per l'irrigazione ad aspersione.



Normalmente, non è consigliabile far consumare alla coltura tutta l'Acqua Disponibile presente nel terreno prima di irrigare, infatti, man mano che

il contenuto idrico nel terreno cala, l'acqua viene trattenuta dal suolo sempre più fortemente e la pianta inizia ad attuare degli accorgimenti di ridu-

zione della perdita d'acqua (chiusura degli stomi, arrotolamenti, riduzione di crescita delle foglie), che riducono la capacità di fotosintesi e quindi la produttività della coltura.

Ecco che allora è consigliabile permettere alla coltura di esaurire solamente la Riserva Facilmente Utilizzabile (RFU) dell'acqua contenuta nel terreno, cioè quella parte dell'Acqua Disponibile che le piante riescono ad assorbire dal terreno con uno sforzo modesto e senza abbassare la resa. Per le colture più resistenti allo stress idrico la Riserva Facilmente Utilizzabile potrà essere circa il 50-70 % dell'Acqua Disponibile nello strato di massima presenza delle radici, viceversa, per le colture più sensibili, la frazione potrà essere ridotta al 30-40 % dell'AD presente nella zona radicale. In tabella 1 sono riportati anche i valori in millimetri di Riserva Facilmente Utilizzabile sempre calcolati come il 50% dell'Acqua Disponibile contenuta in 50 cm di profondità di terreno che, generalmente, è lo strato di suolo più efficacemente esplorato dalle radici delle principali colture.

SOGLIE DI INTERVENTO

Per ogni coltura e tipo di terreno è necessario stabilire a quale soglia di bilancio intervenire con un'irrigazione, il cui volume dovrà corrispondere ai millimetri d'acqua capaci di far tornare il bilancio idrico a valori di umidità ottimali per la coltura. Tramite questo calcolo, il meto-

Tab. 1 - Valori orientativi delle costanti idrologiche di diversi tipi di terreno e relativi volumi d'acqua in essi immagazzinabili (mm).

Terreno	CIC % volume	PA % volume	AD % volume	AD in 100 cm	AD in 50 cm	RFU (50% AD)
Sabbioso	15	7	8	80	40	20
Franco-sabbioso	21	9	12	120	60	30
Franco (medio impasto)	31	14	17	170	85	43
Franco-argilloso	36	17	19	190	96	48
Franco-limoso	40	19	21	210	105	53
Argilloso	44	21	23	230	115	58

do del bilancio, permette, quindi, sia di decidere il momento di intervento irriguo (quando irrigare) sia il volume d'adacquata necessario a ripristinare il bilancio entro i limiti desiderati (quanto irrigare).

Naturalmente sia la soglia di intervento irriguo (soglia inferiore), sia quella alla quale tornare con le irrigazioni (soglia superiore) dipendono dal terreno, dalla coltura e dalla sua fase biologica oltre che dal metodo impiegato per irrigare.

Nel caso dell'irrigazione a goccia, caratterizzata dalla necessità di irrigare frequentemente e con piccoli volumi, le due soglie saranno ravvicinate, ed il bilancio indicherà frequenti necessità irrigue di modesto volume (Fig.3), nel caso dell'irrigazione ad aspersione le due soglie saranno distanziate di una quantità corrispondente al volume ideale d'adacquata a pioggia dello specifico terreno in esame (Fig.4)

Sulle colture molto sensibili allo stress idrico e con radici poco profonde, come ad esempio la cipolla, si adatterà una soglia di intervento irriguo corrispondente a modesti cali d'acqua dal suolo, mentre per colture capaci di resistere a maggiore siccità come la bietola da zucchero, la soglia sarà molto inferiore. In programmi più sofisticati o mirati al risparmio della risorsa idrica, l'adozione di idonee soglie di intervento differenziate tra le fasi di massima sensibilità all'irrigazione e quelle di tolleranza allo stress idrico, permette una gestione della coltura capace di irrigare con limitati apporti idrici col minimo di perdita produttiva.

IL VOLUME D'ADACQUATA OTTIMALE

Il volume d'adacquata da restituire alle colture al raggiungimento della soglia di irrigazione (soglia inferiore) è individuato e deciso assieme a quel-

lo delle soglie superiore, alla quale portare il bilancio dopo l'irrigazione. La soglia superiore non deve coincidere con il valore della Capacità Idrica di Campo, infatti, riportare l'umidità del suolo a valori così elevati è controproducente per molte colture e per il risparmio idrico. Le colture potrebbero soffrire d'eccesso idrico o di asfissia radicale inoltre un livello di umidità così elevato riduce la possibilità di immagazzinare nel suolo le piogge cadute durante il ciclo colturale, provocando percolazioni d'acqua al di sotto dello strato utile e quindi uno spreco di risorse idriche.

Per gli stessi motivi il volume d'irrigazione individuato dovrà essere distribuito esattamente, in caso contrario si avranno perdite di acqua irrigua per percolazione profonda o per ruscellamento superficiale, controproducenti sia per la coltura sia in termini di spreco d'acqua e di energia. Un dosaggio preciso del volume irriguo può essere fatto tramite contatori volumetrici o pluviometri o calcolato indirettamente, in base alle caratteristiche idrauliche del materiale irriguo o di messa in pressione.

Nell'irrigazione per aspersione il volume massimo somministrabile alla coltura sui terreni prevalenti dell'Emilia-Romagna, coincide con quello dei valori di Riserva F a c i l m e n t e Utilizzabile (calcolati nell'ultima colonna a destra

di tabella 1).

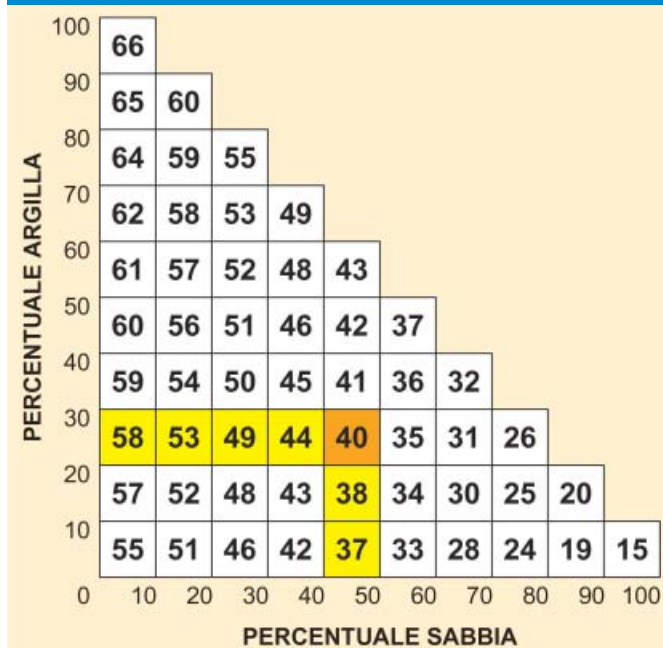
Irrigazioni ad aspersione di circa 20-25 mm sui terreni sciolti, di 30-35 mm in quelli medi e 40-50 mm su quelli argillosi, corrispondono anche a tempi di irrigazione dei comuni impianti ad aspersione; valori più dettagliati possono essere calcolati con semplicità in base alla conoscenza delle frazioni di sabbia ed argilla del terreno (la terza componente, il limo, non è necessaria in quanto complemento a 100 delle altre due).

In tabella 2 sono riportati, per comodità, i volumi massimi d'adacquata ad aspersione in base alla composizione granulometrica del terreno.

Le componenti argillose e limose del terreno sono quelle capaci di trattenerne di più l'acqua nel terreno, mentre quella sabbiosa, per l'elevata dimensione delle particelle, non contribuisce molto alla capacità di ritenzione idrica.

Irrigazioni ad aspersione fino al rag-

Tab. 2 - Aspersione. Millimetri d'acqua necessari per innalzare del 50% (alla RFU) l'acqua disponibile in 50 cm di terreno.



giungimento della Riserva Facilmente Utilizzabile non dando percolazioni d'acqua sotto lo strato di terreno utile, sono senza sprechi; viceversa, volumi superiori sprecano acqua che infiltrandosi in profondità trascina elementi nutritivi presenti nella soluzione circolante, rappresentando quindi anche una perdita di elementi fertilizzanti capaci di inquinare le acque profonde.

Anche dare volumi ad aspersione di molto inferiori a quelli descritti è economicamente controproducente, nell'irrigazione con impianti a pioggia non fissi c'è infatti l'esigenza di un maggior numero di interventi irrigui, con un'onerosa movimentazione delle attrezzature irrigue e maggiori calpestanti per l'ingresso in campo. Volumi troppo modesti provocano anche un consistente abbassamento dell'efficienza dell'acqua per la continua bagnatura delle foglie e dello strato superficiale di terreno.

La frazione d'acqua che evaporerà dalla superficie bagnata del terreno e delle foglie sarà elevata e persa ai fini dell'alimentazione idrica da parte della coltura.

Nell'irrigazione a goccia, le perdite d'acqua durante il passaggio dal gocciolatore al terreno sono irrilevanti, sia se l'ala gocciolante è sospesa alle piante sia, ancor più, se è appoggiata al terreno. Anche l'evaporazione dalla superficie del terreno è limitata dalla modesta porzione di suolo bagnato dai gocciolatori rispetto all'intera superficie del campo; con l'irrigazione a goccia interrata ambedue queste perdite d'acqua vengono completamente eliminate.

Il metodo a goccia ha quindi una efficienza nell'uso dell'acqua potenzialmente molto elevata, che può però essere limitata, anche fortemente, da una errata progettazione e gestione del metodo irriguo localizzato: una eccessiva distanza degli erogatori dal-

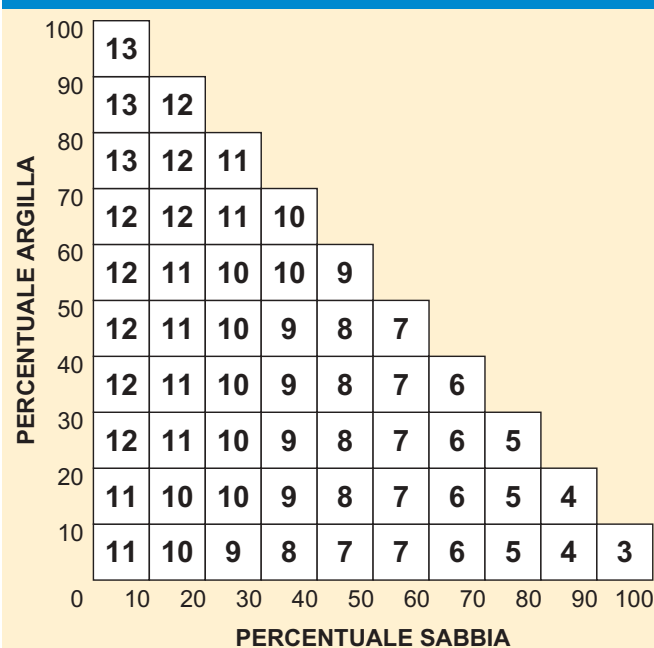
la zona radicale, un troppo basso numero di erogatori in relazione alle necessità della pianta, erogatori con portata diversa tra loro, una troppo bassa frequenza di irrigazione ed i conseguenti volumi irrigui troppo elevati, possono ridurre l'efficienza e determinare perdite d'acqua. Il volume ottimale d'applicare ad ogni irrigazione dovrà essere dato con elevata frequenza per distribuire piccoli volumi capaci di non

provocare perdite per percolazione sotto lo strato di terreno utile. Il limitato numero di punti d'erogazione ed il modesto volume di terreno interessato dalla bagnatura rende potenzialmente molto elevato tale rischio.

In tabella 3 vengono riportati i volumi orientativamente adatti all'irrigazione a goccia, mentre l'illustrazione più approfondita dei problemi è presente nel capitolo illustrante il metodo di microirrigazione (vedi a pag. 130).

Sui terreni prevalenti in Emilia-Romagna, i valori di una corretta irrigazione a goccia sono compresi tra i 6 ed i 12 mm, corrispondenti circa alle necessità idriche di 1 o 2 giorni di luglio, delle principali colture. Nell'irrigazione a scorrimento su tutta la superficie, o da solchi, il volume d'adacquata è sempre molto superiore alle necessità idriche della coltura, infatti, è indispensabile che l'acqua immessa sulla testata adacquatrice arrivi in fondo al campo scorrendo

Tab. 3 - Irrigazione a goccia. Valori orientativi del volume d'adacquata massimo da distribuire.



sul terreno, rendendo necessari volumi irrigui variabili tra gli 800 ed i 2000 m³/ha a seconda della tecnica adottata e della permeabilità e "scabrezza" della superficie del suolo. Naturalmente l'acqua sarà soggetta a rilevanti perdite per percolazione profonda, che abbassano l'efficienza del metodo al 40-50 %, rendendo molto difficoltosa l'applicazione del bilancio idrico per individuare il momento di intervento irriguo.

COME IRRIGARE?

È la scelta riferita agli impianti ed alle attrezzature irrigue, che per tutta la loro durata influenzeranno le stesse scelte colturali, il costo delle irrigazioni, la tempestività degli interventi e, soprattutto, l'efficienza agronomica e di distribuzione dell'acqua irrigua, con fortissime ripercussioni in termini di possibilità di risparmiare acqua, che sarà oggetto del successivo capitolo a pagina 115.

La PIOGGIA

Negli ambienti climaticamente subumidi, come quelli emiliano-romagnoli, la pioggia costituisce, nelle annate normali, la principale fonte di alimentazione idrica delle colture. La quantità d'acqua totale che cade annualmente nel periodo di coltivazione, la sua frequenza, intensità e distribuzione nel tempo, rappresentano, quindi, un parametro di grande interesse per l'agricoltura. Gli anni 2002 e 2003, caratterizzati il primo da piogge troppo abbondanti ed intense e il secondo da un lunghissimo periodo di siccità, hanno evidenziato l'importanza di questa risorsa per l'agricoltura con rilevanti problemi di eccessi idrici in un anno seguiti da un'aridità molto ampia in un altro. Anche la stessa quantità di pioggia annualmente caduta determina un utile o un danno a secondo che cada in un breve periodo o regolarmente

e con moderata intensità durante il ciclo culturale. Piogge di forte intensità non sono in grado di infiltrarsi nel terreno e ruscellano in superficie; un lungo periodo piovoso porta il terreno a saturazione idrica per poi provocare percolazioni profonde, utili alla ricarica delle falde, ma perse dal sistema culturale.

Un clima ideale per l'agricoltura richiederebbe perciò una buona distribuzione delle piogge ed intensità variabili dai 2 ai 7 mm/ora a seconda dei terreni.

La pioggia è l'elemento positivo dei bilanci idrici più facilmente misurabile tramite un pluviometro, che per una buona misurazione dell'acqua caduta dovrebbe essere collocato verticalmente a circa 1,5 m dal terreno ed in una posizione lontana da ostacoli capaci di influenzarne la misura. La quantità giornalmente caduta viene normalmente misura-

ta con un apposito misurino in grado di determinarne direttamente la quantità.

La pioggia oraria e quindi l'intensità di precipitazione possono anche essere misurate con pluviografi meccanici od elettronici, che permettono una migliore determinazione dell'utilità della pioggia ai fini del bilancio idrico.

La pioggia è definita utile quando può essere utilizzata dalle piante dopo esser stata trattenuta dal terreno, per tale motivo l'acqua esuberante la capacità d'accumulo nello strato utile di terreno viene considerata tra le PERDITE RP (perdite di ruscellamento e percolazione profonda) ai fini della compilazione del bilancio idrico della coltura.

Oltre all'acqua non immagazzinabile nello strato utile ormai saturo, le piogge hanno una differente efficacia in funzione della loro intensità e delle caratteristiche del terreno, disturbando notevolmente la stima del principale elemento di ingresso d'acqua del bilancio idrico. Piogge troppo modeste, inferiori ai 3-5 mm, sono troppo limitate per interessare le radici delle piante, perché normalmente intercettate dalla vegetazione e dalla superficie del suolo e subito soggette a perdita per evaporazione. Viceversa risultano di una certa efficacia se cadono su foglie già bagnate per una pioggia immediatamente precedente.

In sintesi:

$\text{Pioggia Utile} = \text{Pioggia Totale} - \text{perdite per ruscellamento} - \text{perdite per percolazione al di sotto della zona esplorata dalle radici} - \text{acqua trattenuta e rievaporata dalle foglie e dalla superficie del suolo.}$



(Foto CER)

LA PIOGGIA IN EMILIA-ROMAGNA

La piovosità media della pianura dell'Emilia-Romagna (Tab. 1) è di circa 730 mm/anno, i valori più elevati, superiori agli 800 mm/anno, sono nella parte più occidentali della regione e vicino all'Appennino; le precipitazioni meno abbondanti, comprese tra i 600 ed i 700 mm, sono localizzate in un'ampia area che comprende la bassa pianura modenese, ferrarese e ravennate. Le piogge più importanti sotto

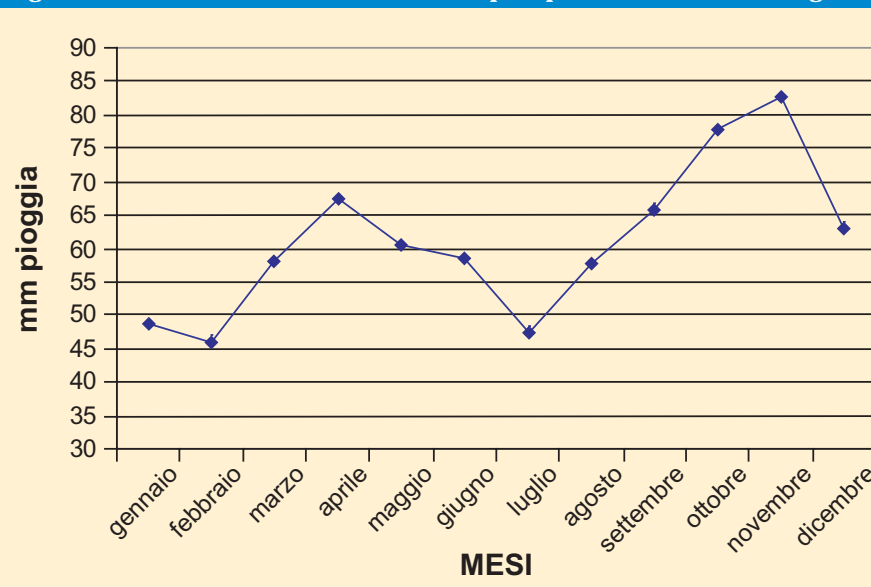
il profilo agricolo, sono quelle da maggio ad agosto che raggiungono mediamente i 224 millimetri d'altezza. Purtroppo, specie negli ultimi anni, la discreta piovosità estiva è stata di bassa efficacia ai fini irrigui, per la sempre più pronunciata intensità che ne impedisce la piena infiltrazione nel terreno.

La distribuzione delle piogge durante l'anno ha un andamento quasi di tipo continentale, infatti, si assiste ad un minimo di piovosità invernale ed estiva ed a piogge più consistenti in autunno ed inizio primavera (Fig. 1). La somma delle precipitazioni di marzo ed aprile raggiunge i 125 mm garantendo, nell'annata media, un ottimale livello di accumulo idrico nel terreno, prima dell'inizio del periodo di più intenso consumo da parte delle colture.

Tab. 1 - Valori medi (1951-2002) della quantità di pioggia in mm caduta nelle stazioni di pianura dell'Emilia-Romagna (dati Servizio idrografico integrati da Consorzio CER).

STAZIONE	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	anno
S. LAZZARO ALBERONI (PC)	59	51	65	75	66	64	44	62	62	106	87	62	803
FIORENZUOLA D'ARDA	56	52	66	80	71	67	40	63	71	99	95	66	826
FIDENZA	58	55	66	82	67	64	37	55	66	102	94	69	815
PARMA	52	51	67	77	65	61	41	67	71	101	91	63	807
POVIGLIO (RE)	50	47	58	72	64	54	44	69	62	89	79	59	747
REGGIO EMILIA	51	47	63	76	64	58	43	55	60	88	83	64	752
CARPI	47	41	55	66	60	58	42	50	58	71	74	56	678
FINALE EMILIA	43	38	50	60	57	57	50	49	56	64	67	53	644
MODENA	52	45	62	73	64	58	50	56	58	79	80	67	744
BOLOGNA	52	48	65	75	69	61	48	54	69	81	87	71	780
PIEVE DI CENTO	43	41	56	62	57	58	47	48	59	69	74	60	674
MALALBERGO	44	41	54	62	57	54	48	52	58	68	70	56	664
FERRARA	42	39	49	56	53	57	45	55	57	60	66	50	629
CODIGORO	42	32	41	51	58	54	53	60	57	60	63	49	620
ALFONSINE	46	49	59	71	62	65	48	57	73	72	89	69	760
RAVENNA	41	40	53	57	54	49	49	60	65	61	79	59	667
FAENZA	46	49	59	71	62	65	48	57	73	72	89	69	760
FORLÌ	46	48	56	64	57	60	53	60	69	69	85	66	733
SAVIO (RA)	47	48	56	68	56	54	54	58	79	71	89	65	745
CESENA	53	53	64	73	61	62	58	67	77	77	98	74	817
LIDO DI RIMINI	46	46	54	57	52	53	53	56	73	73	85	64	712
CATTOLICA	53	52	58	59	56	55	46	59	75	79	93	72	757
Media generale	49	46	58	68	60	59	47	58	66	78	83	63	733
pioggia maggio-agosto					60	58	48	58					224

Fig. 1 - Andamento medio (1951-2002) delle precipitazioni in Emilia-Romagna.



L'EVAPOTRASPIRAZIONE

È la combinazione di due processi separati, l'evaporazione dal terreno e la traspirazione da parte delle foglie delle piante (Fig. 1) e costituisce la principale perdita d'acqua dal sistema colturale. L'evapotraspirazione (ET) è, quindi, il principale elemento negativo del bilancio idrico.

L'evapotraspirazione è il vero "motore" capace di provocare l'assorbimento radicale dell'acqua ed una regolare fotosintesi, è quindi una perdita d'acqua positiva per la produttività delle colture e, quasi sempre, alla maggiore evapotraspirazione della coltura, non limitata da carenza d'acqua nel terreno, corrisponde la massima resa.

Quando l'umidità del terreno per effetto del consumo per evapotraspirazione delle piante raggiunge livelli critici per la coltura, la pianta cercherà di adattarsi sia incrementando il potere assorbente delle radici (processo più veloce) sia aumentando, seppure lentamente, la superficie assorbente delle radici, sviluppandole in profondità ed in densità (aumento dell'acqua in ingresso nella pianta).

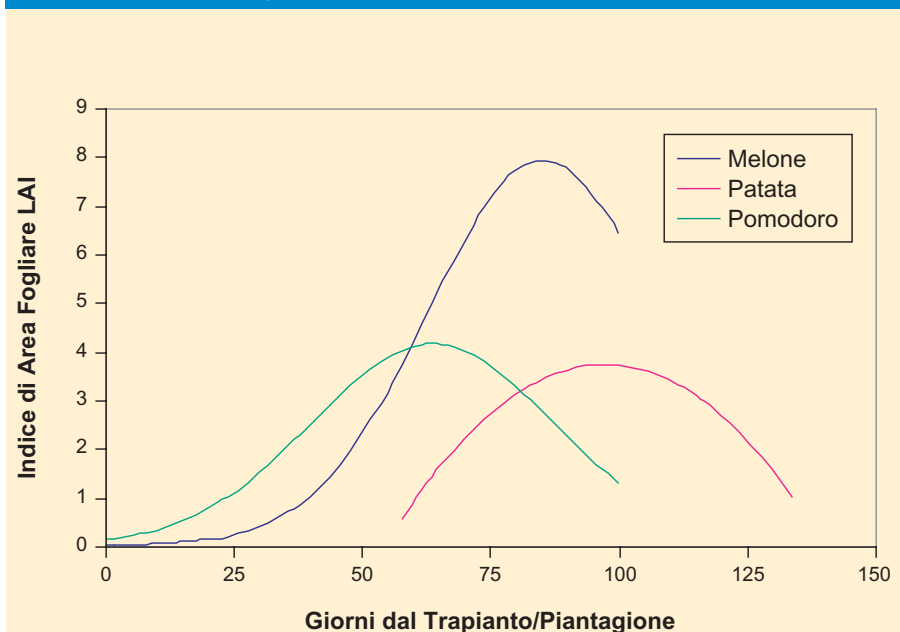
A livelli ancora minori di umidità nel terreno, la pianta inizierà anche a ridurre le perdite d'acqua con chiusura degli stomi attraverso i quali l'acqua viene traspirata e aumentando la concentrazione osmotica nei tessuti vegetali. In casi estremi l'adattamento della pianta allo stress idrico la porterà a sviluppare foglie più piccole e più spesse, ancora più negative in termini di funzionalità produttiva della coltura.

La conoscenza dell'evapotraspira-

Fig. 1 - Tragitto dell'acqua tra suolo, pianta ed atmosfera.



Fig. 2 - Sviluppo dell'indice di Area Fogliare (m^2 foglia/ m^2 di terreno) di alcune colture in Emilia-Romagna.



zione delle colture è quindi molto importante sia per valutarne l'adattabilità nei diversi ambienti climatici, sia per la compilazione dei bilanci idrici finalizzati ad un pilotaggio irriguo efficiente e senza sprechi della risorsa idrica.

L' EVAPORAZIONE (E)

L'evaporazione è il processo fisico per cui l'acqua liquida passa a vapore acqueo, in conseguenza della temperatura dell'aria riscaldata dalla radiazione solare (energia). L'acqua evapora da tutte le superfici: terreno, foglie bagnate, specchi d'acqua, ecc. e la forza di rimozione dipende fortemente dal vento e dall'umidità dell'aria, infatti, cala se lo strato d'aria tra la superficie e l'atmosfera è già saturo di vapore d'acqua e non è sostituito da aria meno umida. In una coltura, l'evaporazione dipende anche dall'ombreggiamento dato dalla vegetazione presente e dalla

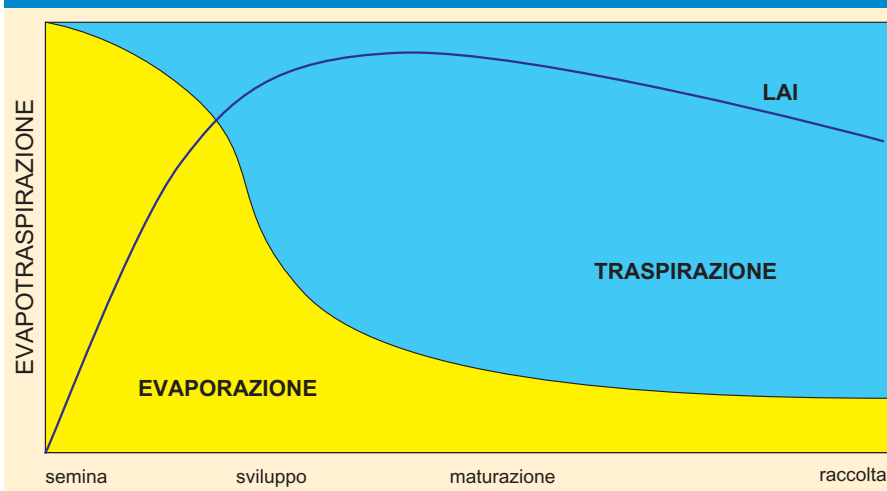
quantità d'acqua disponibile. A suolo nudo, o nelle prime fasi di sviluppo della coltura, l'evaporazione sarà quindi più elevata rispetto a quando il terreno è coperto dalle piante.

Inizialmente, quindi, l'evaporazione sarà la componente principale dell'evapotraspirazione, per poi progressivamente diventarne una frazione modesta. Sulle coltivazioni arboree ed erbacee allevate a file larghe il terreno non sarà mai completamente ombreggiato dalla vegetazione, in tal caso, l'evaporazione resta una discreta parte (15-30 %) dell'evapotraspirazione. In presenza di piogge o irrigazioni frequenti, il terreno rimarrà a lungo soggetto al potere evaporante dell'atmosfera e le perdite saranno elevate, viceversa, al distanziarsi di piogge ed irrigazioni la capacità del terreno di portare acqua in superficie, per risalita capillare, si ridurrà e la superficie asciutta avrà un effetto pacciamate capace di ridurre e poi annullare quasi completamente l'evaporazione.

LA TRASPIRAZIONE (T)

La traspirazione è lo stesso fenomeno fisico dell'evaporazione, ma avviene a carico delle foglie come acqua che passa allo stato di gas uscendo principalmente dagli stomi ed in misura più modesta attraverso la superficie fogliare.

Fig. 3 - Rapporto tra evaporazione e traspirazione in relazione all'indice di area fogliare (LAI) della coltura.



La soluzione circolante di acqua e nutrienti viene perciò prelevata dalle radici assorbenti e trasportata attraverso la pianta sino alle foglie (Fig. 1), dove gli stomi controllano con un sofisticato sistema la perdita di vapor acqueo, permettendola quasi liberamente se la pianta ha un ottimale regime idrico, riducendola drasticamente quando le riserve del suolo sono quasi esaurite.

Le caratteristiche di resistenza o tolleranza alla siccità di una specie rispetto ad un'altra sono prevalentemente dovute al numero di stomi e all'efficienza del sistema di controllo delle proprie perdite d'acqua.

La traspirazione è influenzata dal tipo di terreno e dalla disponibilità d'acqua e quindi dalla capacità del terreno di trasportare l'acqua vicino alle radici, man mano che esse la prelevano.

Naturalmente, anche l'entità del potere evaporante dell'atmosfera e le caratteristiche proprie d'ogni specie, portano a diverse quantità d'acqua traspirata per unità di superficie.

La maggiore variabilità è poi data dalla fase di sviluppo della coltura e quindi dalla quantità di superficie fogliare sviluppata ed a contatto con il potere evaporante dell'atmosfera. Nelle fasi iniziali la superficie fogliare della coltura è modesta e molto inferiore a quella del terreno; l'evapotraspirazione sarà prevalentemente evaporazione dal terreno se bagnato in superficie e poca acqua sarà persa per traspirazione dalle foglie. Lo sviluppo della coltura porta l'apparato fogliare ad aumentare (Fig. 2), ed il rapporto tra superficie fogliare e superficie di terreno investita (LAI= Indice di Area Fogliare) raggiunge valori compresi tra 3 (coltura poco fogliosa) e 8-10 (colture con apparato fogliare denso ed espanso). In tale situazione la quantità di superficie traspirante a contatto con l'atmosfera determinerà i massimi valori di traspirazione, anche perché nelle colture primaverili-estive, la massima espansione della vegetazione coincide proprio con le giornate più calde dell'anno.

Nel complesso l'Evapotraspirazione, quindi il rapporto tra evaporazione e traspirazione, sarà decisamente proporzionale a quello tra superficie del terreno e delle foglie esposte alla radiazione solare, nell'evolversi delle diverse fasi di crescita della coltura. A terreno nudo il 100% dell'evapotraspirazione è determinata dalla evaporazione, mentre a piena copertura vegetale e con il massimo indice di area la traspirazione prevarrà sino a rappresentare l'80-90% del fenomeno (Fig. 3).

L'EVAPOTRASPIRAZIONE DI RIFERIMENTO (ET₀)

Come tutte le altre componenti del bilancio idrico anche l'evapotraspirazione viene misurata o stimata in mm d'acqua.

Il potere evaporante dell'atmosfera rappresentativo di in dato territorio o di un'azienda agricola, deve essere valutato indipendentemente dal tipo di coltura e del suo sviluppo. Per ET₀ si intende, quindi, l'evapotraspirazione di un prato di

Fig. 4 - Valori medi giornalieri dell'ET₀ (mm) in Emilia-Romagna.

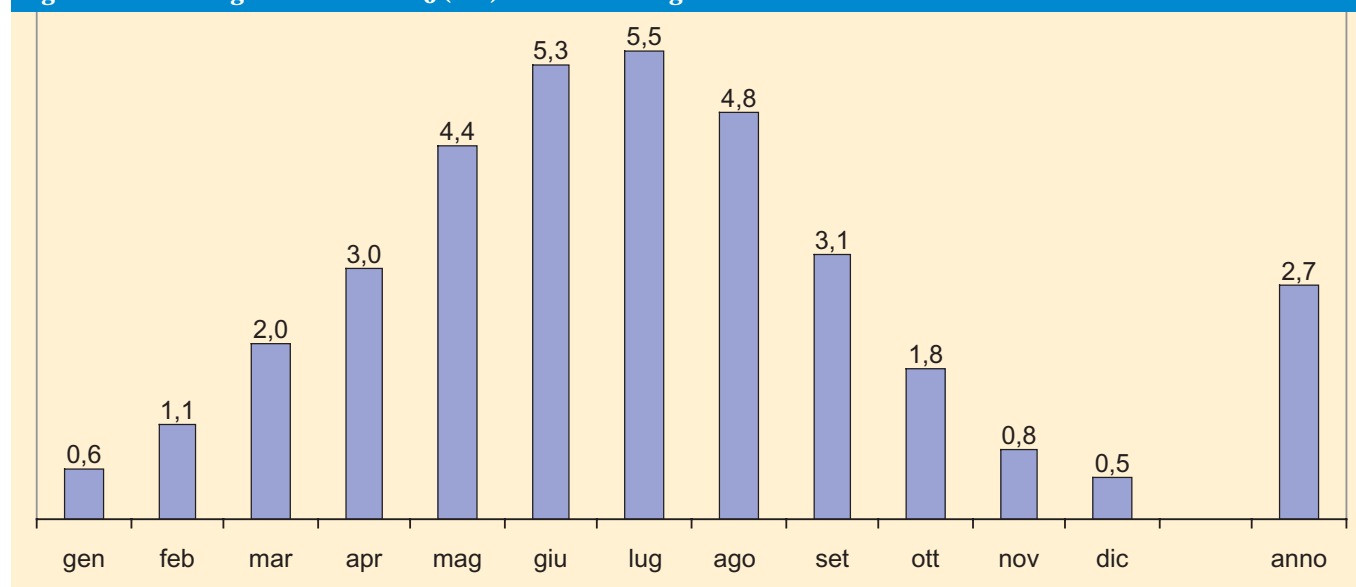
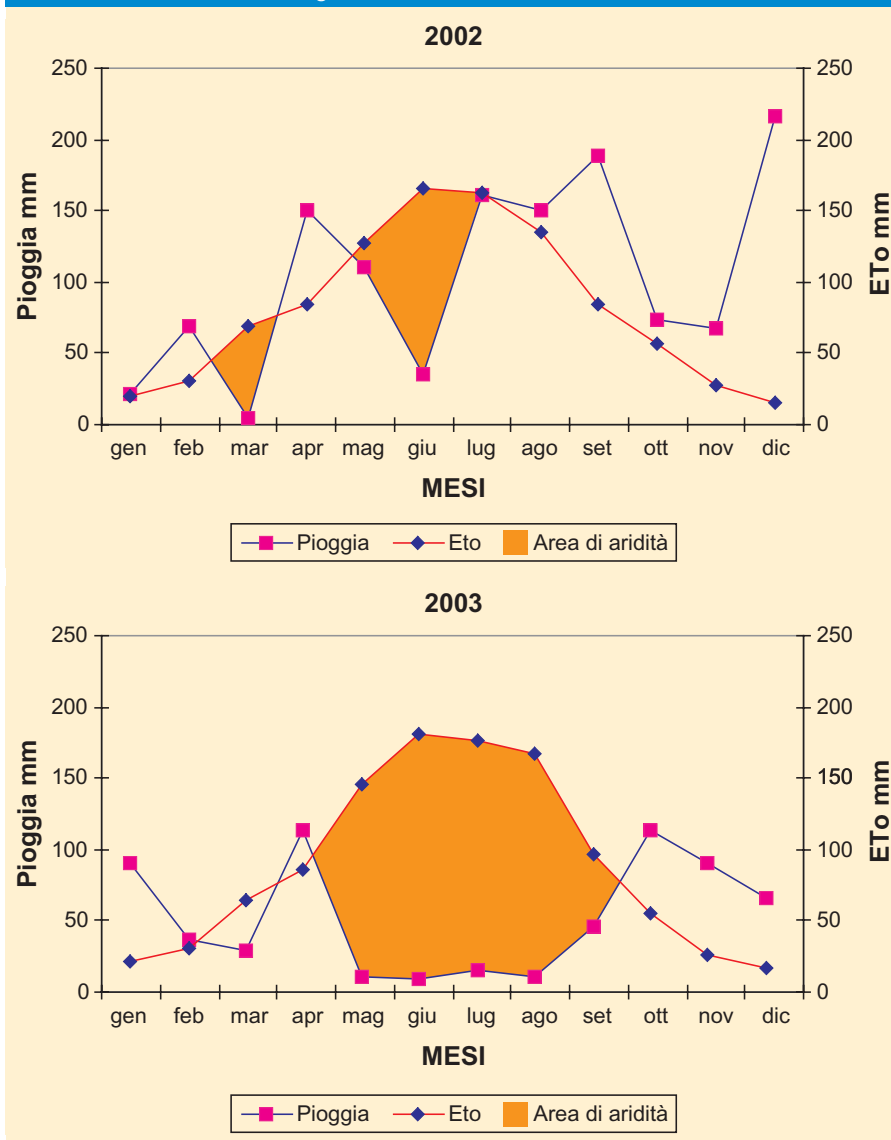


Fig. 5 - Rapporto Piogge/ET₀ della stazione Savio (RA).



graminacee alto 12 cm, mantenuto in ottimali condizioni, completamente ombreggiante il terreno ed abbastanza esteso.

L'esperienza ha ormai dimostrato che, nonostante la semplicità ed il costo ragionevole delle attuali stazioni meteorologiche utili alla misura dei dati climatici, solo aziende

agricole molto avanzate e di grandi dimensioni possono autonomamente procedere ai calcoli ed alla loro successiva utilizzazione in programmi di bilancio idrico. Sono stati perciò creati dei servizi di assistenza tecnica irrigua capaci di utilizzare la tecnica agroclimatica per fornire all'azienda agricola consi-

gli precisi sul bilancio idrico delle proprie colture.

Pur nella variabilità delle annate e dei differenti territori agricoli, l'ET₀ annua dell'Emilia-Romagna è di circa 1000 mm/anno, pari a circa 2,7 mm/giorno. A gennaio il basso potere evaporante dell'atmosfera determina una ET₀ di 0,6 mm/giorno che poi assume valori di 1,1; 2,0; 3,0 in febbraio, marzo ed aprile rispettivamente. Con l'allungamento della lunghezza delle giornate e la più elevata radiazione solare nei mesi successivi l'evapotraspirazione di riferimento aumenta raggiungendo i 4,4, 5,3 e 5,5 mm/giorno in maggio, giugno e luglio, per poi diminuire nuovamente in agosto (4,8 mm/giorno) sino al minimo annuale di dicembre di circa 0,5 mm/giorno (Fig. 4).

Una prima analisi delle necessità irrigue di un territorio agricolo, può essere fatta verificando il rapporto tra la piovosità e l'evapotraspirazione di riferimento. L'andamento mensile delle piogge rispetto a quello dell'ET₀ consente anche di verificare l'ampiezza dell'area di aridità, cioè del periodo nel quale il potere evaporante prevale sulle piogge, rendendo negativo un bilancio idrico standard. Per la stessa zona la variabilità del rapporto è molto elevata tra le diverse annate; la variabilità risulta molto evidente confrontando i dati della stazione Savio (RA) degli anni 2002 e 2003 (Fig. 5), nel primo una piccola area di aridità e quindi modeste necessità irrigue, viceversa, nel secondo, l'ET₀ assume valori molto superiori alla media e le piogge estive sono scarsissime; l'area di aridità intercettata dai due valori è quindi molto ampia, sottolineando che l'estate 2003 è stata la più arida dell'ultimo sessantennio.

L'EVAPOTRASPIRAZIONE MASSIMA DELLA COLTURA (ETM)

L'evapotraspirazione di riferimento ET_0 è, per definizione, riferita ad un prato standard in buone condizioni irrigue e dunque non rappresenta il consumo delle altre colture.

L'evapotraspirazione massima di una coltura ETM in ottimali condizioni di umidità nel terreno è però facilmente calcolabile tramite l'equazione:

$$ETM = ET_0 \times Kc$$

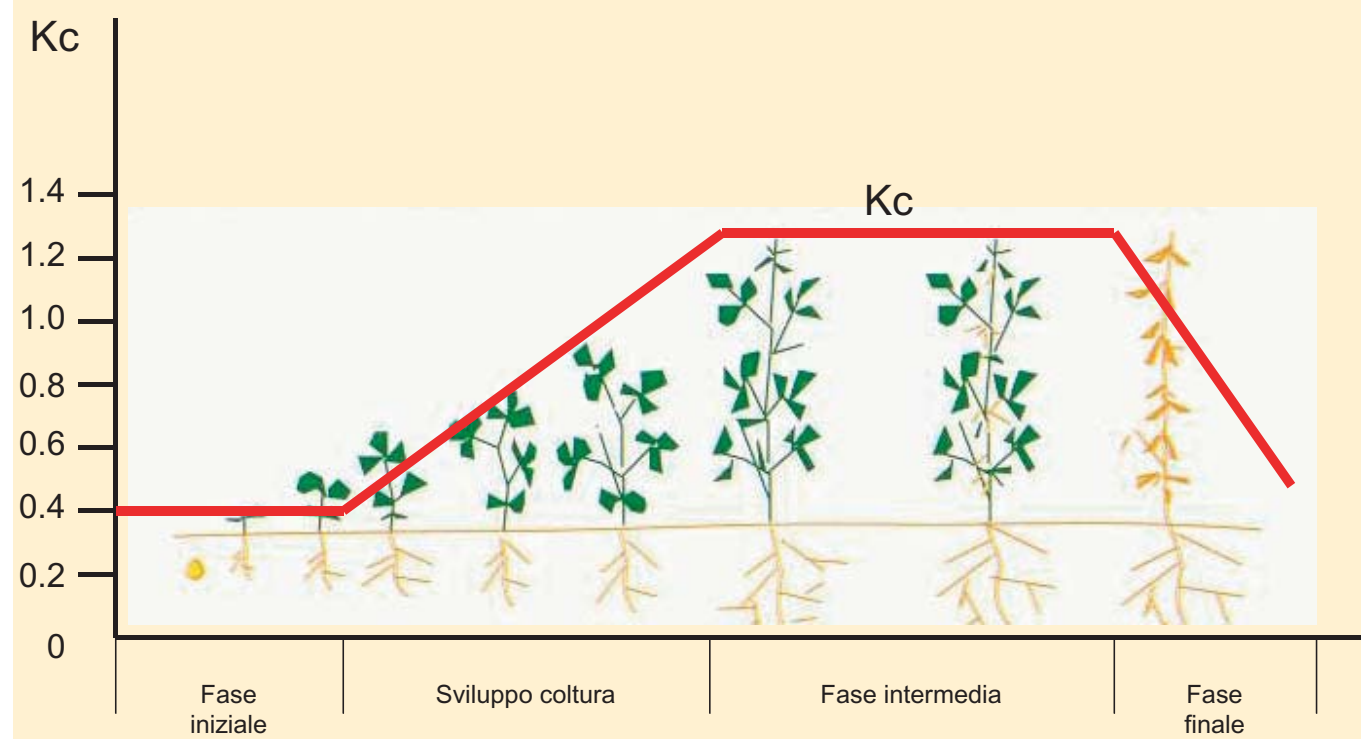
Dove il Kc è il coefficiente culturale, tipico di ogni coltura in ogni fase del suo ciclo. Il Kc è individuato dalla ricerca secondo il rapporto tra il consumo per evapotraspirazione della coltura studiata, con quella del prato di riferimento: $Kc = ETM / ET_0$. Mentre però ET_0 prescinde dalla coltura e dalla fase di crescita, l'ETM

varia in funzione delle caratteristiche di ogni coltura, della copertura vegetale del terreno e dell'Indice di area fogliare della coltura.

Ad inizio del ciclo culturale il Kc della coltura a suolo nudo assume valori di circa 0,2-0,4, secondo la frequenza delle piogge capaci di bagnarlo in superficie. Immediatamente dopo l'emergenza od il trapianto delle colture annuali, o la ripresa vegetativa di quelle poliennali, la traspirazione a carico delle foglie determina un leggero incremento dell'evapotraspirazione, in precedenza esclusivamente dovuto dall'evaporazione, con un innalzamento del valore del coefficiente culturale. Nella successiva fase di veloce sviluppo della coltura il Kc cresce velocemente sino a raggiungere il valore massimo di 1,1-1,3, che si mantiene

tale sino all'inizio del periodo d'inviechiamento, momento dal quale inizia a calare sino a tornare ai valori minimi iniziali di 0,4-0,5 (Fig. 6). Naturalmente immediatamente dopo la pioggia o l'irrigazione il Kc subirà dei rapidi innalzamenti per effetto dell'incremento della evaporazione dal terreno o dalle foglie bagnate e quindi, minimi in caso di irrigazione a goccia e massimi con l'aspersione. La ricerca internazionale ha messo a punto i coefficienti culturali per ognuna di queste fasi, la sperimentazione condotta dal Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo ha prima consentito di individuare i Kc più adatti alle specifiche condizioni dell'Emilia-Romagna, cercando anche di rendere individuabile in campo il momento di passaggio da una fase all'altra (Tab. 1 e 2), per poi individuare l'an-

Fig. 6 - Andamento generale del coefficiente culturale Kc per una coltura tipo.



RISPARMIO IDRICO / IRRIGAZIONE E BILANCIO IDRICO

Tab. 1 - Coefficienti culturali (Kc) per colture erbacee consigliati nell'ambiente emiliano-romagnolo.

Specie	Kc	Fase fenologica	Specie	Kc	Fase fenologica	Specie	Kc	Fase fenologica
Asparago	0,3	fine raccolta turioni	Fagiolo	0,4	semina	Melanzana	0,4	trapianto
	0,6	bottono florale	e fagiolino	0,6	emergenza		0,9	sino ad attecchimento
	0,8	fiori e foglie		0,8	quattro foglie vere		1,0	fase vegetativa
	1,0	80% bacche rosse		1,0	abbozzi floreali		1,2	inizio e piena produzione
Bietola da seme	0,4	semina/trapianto	Fragola	0,8	raccolta	Patata	0,4	semina
		emissione foglie basali		0,3	risveglio vegetativo		0,6	emergenza
		chiusura sulla fila e tra le file		0,6	primi fiori		0,8	inizio formazione tuberi
	0,6	fase piena fioritura		0,8	primi frutti bianchi		1,1	massimo sviluppo vegetativo
Bietola a seme	1,2	fase piena allegagione		1,0	prima raccolta	1,0	ingiallimento fogliare	
	0,7	giomeruli suberosi		1,0	raccolta in aprile	Pisello	0,4	semina
	0,4	semina	Girasole	0,3	semina		0,6	emergenza
	0,6	sesta foglia		0,4	emergenza		0,8	quattro foglie vere
0,8	ottava foglia		0,6	comparsa calatide (infiorescenza)	1,0		abbozzi floreali	
Cipolla	0,8	dicesima foglia		0,8	fioritura	Pomodoro da industria	0,4	semina o trapianto
	0,8	diciottesima foglia		1,1	allegagione		0,6	primi frutti
	0,4	semina	Mais	0,4	semina		0,8	secondo palco con frutti
	0,6	emergenza		0,5	sesta foglia		1,0	10% bacche rosse
Cocomero	0,8	due foglie vere		0,8	levata	0,8	25% bacche rosse	
	1,0	inizio formazione bulbi		1,2	emissione pennacchio	Soia	0,4	semina o trapianto
	0,8	20% piante collassate		1,0	imbruttimento sete		0,8	quarta foglia
	0,4	trapianto		0,8	fine maturazione lattea		1,0	fioritura primo palco
0,6	rimozione copertura				0,8		riempimento baccelli 5° palco	
	0,8	diametro frutti 10 cm				0,8	completo ingrossamento semi	
	1,0	inizio raccolta						
	0,8	fine raccolta						

Tab. 2 - Coefficienti culturali (Kc) per colture arboree consigliati nell'ambiente emiliano-romagnolo.

Specie	Kc		Mese e/o fase fenologica	Specie	Kc		Mese e/o fase fenologica
	Terreno inerbato	Terreno lavorato			Terreno inerbato	Terreno lavorato	
Actinidia	0,5	0,45	aprile	Melo	0,45	0,5	aprile
	0,75	0,5	maggio		0,75	0,55	maggio
	1,1	0,9	giugno		1,0	0,75	giugno
	1,25	1,15	da luglio a ottobre		1,1	0,85	da luglio a settembre
Albicocco	0,45	0,5	aprile	Pero	0,6	0,45	agosto o post raccolta
	0,5	0,7	maggio		0,5	0,45	aprile
	0,65	0,9	giugno		0,6	0,7	maggio
	0,75	1,0	luglio (anche post raccolta)		0,9	0,8	giugno
Ciliegio	0,4	0,5	agosto post raccolta	Pesco	1,0	0,9	da luglio a settembre
	0,45	0,5	aprile		0,5	0,4	agosto o post raccolta
	0,75	0,55	maggio		0,5	0,45	aprile
	1,0	0,75	giugno		0,7	0,5	maggio
Vite	1,1	0,85	luglio	Vite	0,9	0,65	giugno
	0,6	0,45	luglio e agosto post raccolta		1,0	0,75	luglio e agosto
					0,5	0,4	luglio e agosto in post raccolta
					0,75	0,55	pre-chiusura grappolo
			0,6	0,8	inizio invaiatura		

damento dei coefficienti culturali basandosi non su osservazioni dirette, ma su modelli di sviluppo delle stesse basati sui dati climatici.

La sperimentazione del Consorzio per il CER ha anche in parte adattato i Kc per l'ottenimento non dell'Evapotraspirazione Massima (ETM) del-

la coltura, ma di una Evapotraspirazione Agronomica, cioè quella per la quale sono eliminati i consumi di lusso e per la quale si ottiene il massimo

prodotto commerciale, o la qualità desiderata dal mercato (zucchero per la bietola, pezzature commerciali per la patata e la cipolla, ecc.).

L'ETM, infatti, è per definizione di una coltura in ottimali condizioni di rifornimento idrico, condizione non sempre ideali per le colture industriali, che richiedono un alto contenuto dell'elemento da trasformare o per molte colture ortofrutticole e la vite dove il contenuto zuccherino rappresenta un elemento importante

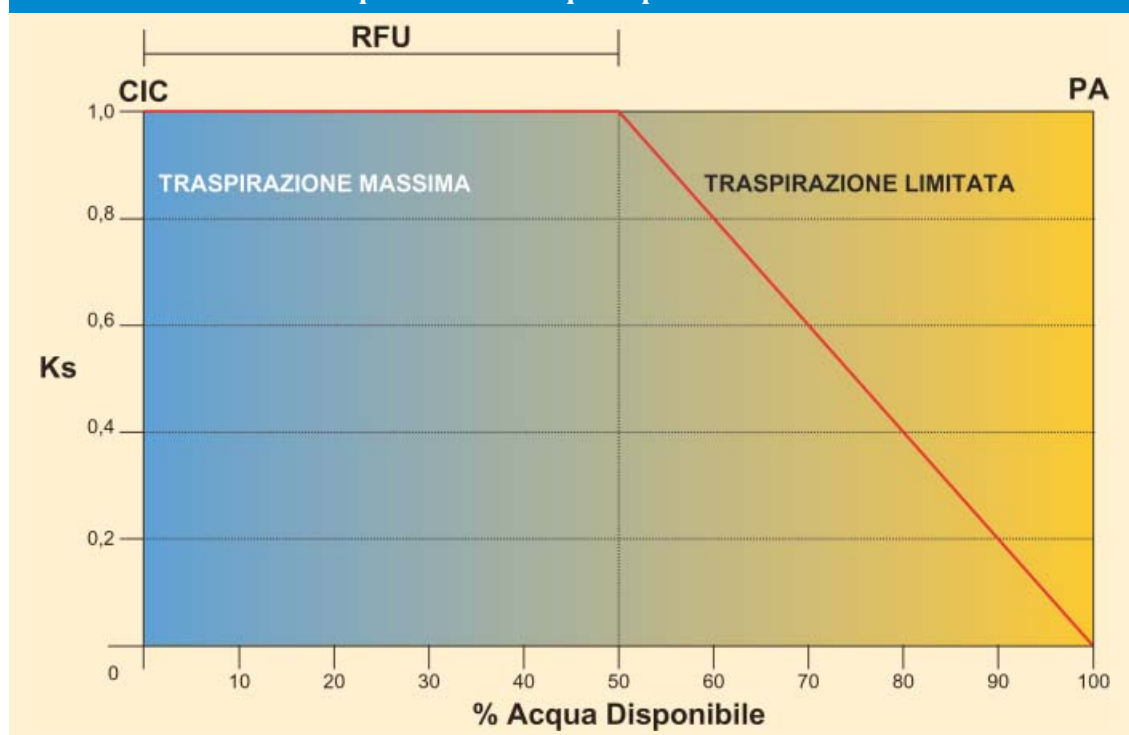
della qualità; tale adattamento ha consentito un primo compromesso capace di determinare un risparmio della risorsa idrica.

L'EVAPOTRASPIRAZIONE EFFETTIVA DELLA COLTURA (ETE)

Mentre l'ETM è il consumo della coltura mantenuta in un perfetto rifornimento d'acqua che gli garantisca, appunto, la possibilità di traspirare senza limitazioni; ma nel caso concreto anche le colture irrigate da bilancio idrico riducono il loro tasso di traspirazione se l'irrigazione è ritardata e l'acqua contenuta nel terreno scende al di sotto di quella che abbiamo definito la Riserva Facilmente Utilizzabile (RFU), che è variabile per ogni specie.

Ecco che allora occorre individuare l'evapotraspirazione Effettiva ETE

Fig. 7 - Individuazione grafica del coefficiente di stress idrico Ks per una coltura con Riserva Facilmente Utilizzabile pari al 50% dell'Acqua Disponibile.



della coltura; quando la coltura è in buone condizioni d'umidità nel suolo, senza scendere al di sotto della RFU avremo che ETE è uguale a ETM, cioè la evapotraspirazione effettiva coincide con quella massima, in caso opposto occorre calcolare l'effettiva evapotraspirazione applicando un coefficiente di stress Ks, dove $ETE = ET_0 \times Kc \times Ks$.

La RFU è tipica di ogni tipo di terreno (vedi pag. 82) e variabile da coltura a coltura sulla base della sua efficienza d'estrazione d'acqua dal terreno e della profondità del suo apparato radicale (Tab 1 a pag. 57). In un bilancio compilato giornalmente andranno quindi sottratti i millimetri di ETM persi il giorno precedente, ma se la quantità d'acqua dello strato di suolo interessato dalle radici scende al di sotto del valore

di RFU, andrà sottratta la ETE valutando la limitazione dei consumi della coltura, tramite l'applicazione del Ks individuabile graficamente in figura 7; il Ks si mantiene eguale ad 1 sino alla RFU, per poi calare sino a 0 e raggiungere il valore del Punto di Appassimento (PA), annullando i consumi stimati del giorno.

Nel caso di una RFU pari al 50% dell'Acqua Disponibile il Ks sarà 0,8 al raggiungimento del 60% dell'acqua disponibile consumata, diventa 0,6 al 70% è 0,4 all'80%, 0,2 al 90%, per poi essere 0 raggiunto l'intero consumo dell'acqua disponibile nello strato considerato (punto di appassimento).

In quest'ultima situazione l'ETE sarà eguale a zero, ed il bilancio idrico stimerà l'annullamento dei consumi, per mancanza di acqua assorbibile dalle piante.

La falda SUPERFICIALE

La risalita dalle falde superficiali è un altro ingresso d'acqua da valutare attentamente nel bilancio idrico delle colture, sottovalutarla porta ad effettuare irrigazioni non necessarie, con spreco di risorse idriche preziose.

Per falda si intende la presenza di acqua libera all'interno dei pori del terreno. Lo strato sottosuperficiale saturo d'acqua poggia solitamente su un orizzonte impermeabile e, nella sua parte superiore, determina una certa risalita dell'acqua per capillarità; per falda ipodermica si intende quella posta ad una profondità massima di 2-3 metri e quindi potenzialmente utilizzabile dalle radici delle colture.

L'acqua di falda naturale, o artificiale creata con la subirrigazione freatica tubolare (vedi a pag. 38), può essere presa direttamente dalla pianta, ma nella maggioranza dei casi viene assorbita dalla coltura nella zona di risalita capillare, la cui altezza e portata dipendono dal tipo di terreno.

Il terreno posto sopra il livello di falda si comporta come una carta assorbente che prende l'acqua dal basso portandola verso l'alto per il richiamo dovuto alla minore umidità negli strati soprastanti. Il movimento dell'acqua verso l'alto è ostacolato dalla forza di gravità, ma l'acqua riesce a vincere questa forza per l'evaporazione degli strati superficiali del terreno che richiama l'acqua verso la superficie.

Ovviamente, il meccanismo si innescava solo se la falda è abbastanza vicina allo strato coltivato del terreno e si blocca se non vi è una differenza di umidità verso l'alto; in caso di pioggia od irrigazione si ha, infatti, più umidità in superficie che in profondità e l'acqua non può risalire dalla falda.

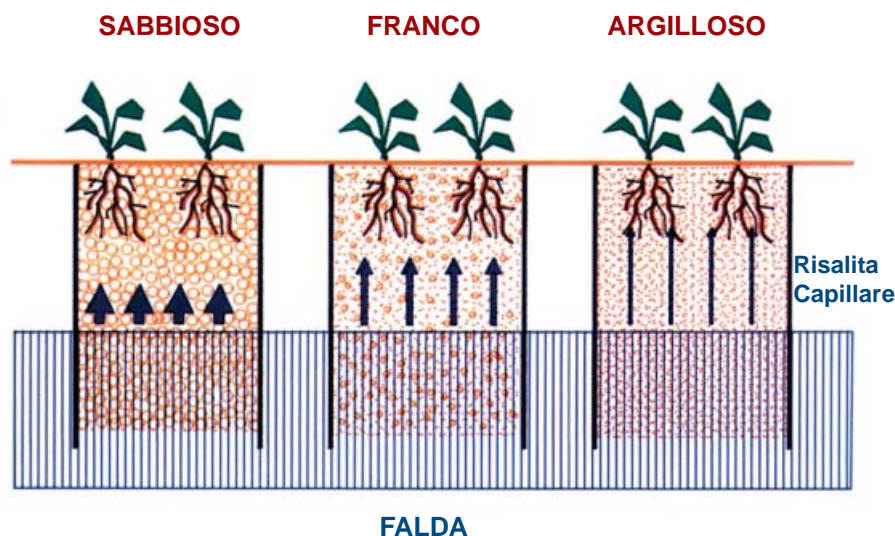
Più le particelle costituenti il suolo sono fini (terreni argillosi) più la risalita sarà alta e la portata bassa, viceversa, se il terreno è a grana grossa (terreni sabbiosi) l'altezza di risalita sarà bassa e la portata elevata; nei terreni di medio impasto si realizza spesso il miglior compromesso tra altezza e portata idrica da falda (Fig. 1).

L'altezza di risalita capillare utile alle piante varia dai 20-25 cm nei terreni fortemente sabbiosi sino agli 80-100 di quelli argillosi; la limitata risalita nei suoli sciolti è in parte compensata dal maggior approfondimento delle radici che si ha in tali terreni.

PROFONDITÀ ED EFFICACIA DELLE RADICI

Radici profonde ed efficienti, capaci cioè di estrarre la massima quantità d'acqua anche da terreni poco umidi, sono le più adatte ad attingere direttamente dalla falda o dallo strato bagnato per risalita capillare. Ovviamente le colture annuali presentano la massima espansio-

Fig. 1 - Schema della portata ed altezza di risalita capillare sui vari tipi di terreno.



ne e profondità radicale, solo durante il loro pieno sviluppo; prima le radici sono più superficiali. Bisogna considerare che una falda idrica superficiale o un terreno compatto, possono limitare l'estensione in profondità delle radici.

Tra una specie e l'altra esistono grosse differenze di profondità e forma dell'apparato radicale (figura 1 a pag. 56), causa della maggiore o minore capacità di resistere alla siccità.

Nella tabella 1 a pag. 57 sono riportate sia le profondità effettive che quelle dello "strato di maggior estrazione" a cui è ben riferirsi per valutare i rapporti tra pianta e falda, lo strato di maggior estrazione è variabile tra i 25 cm della fragola sino agli 80 centimetri di medica, cotone, pesco innestato su GF677 e vite.

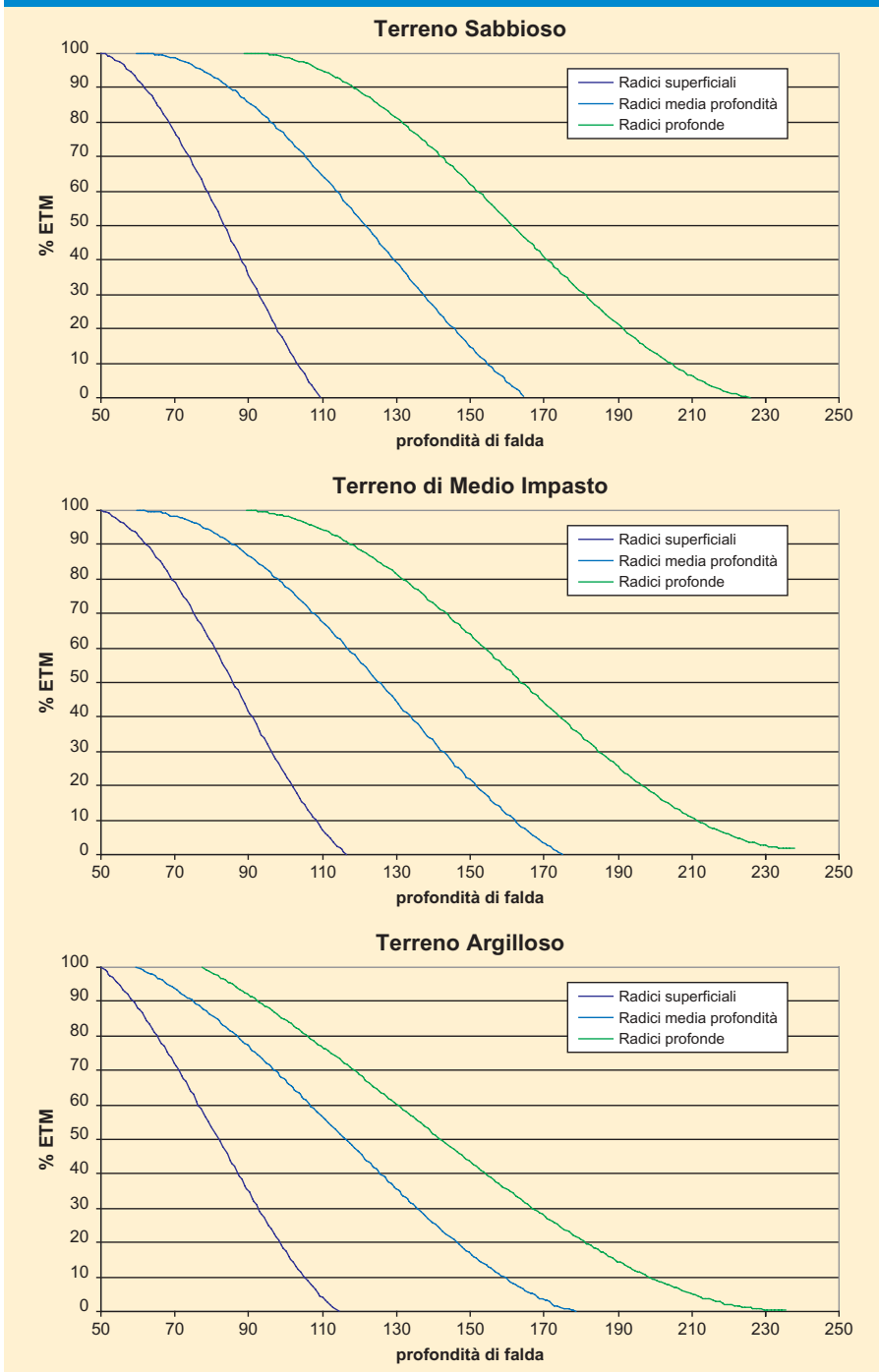
Tale profondità va valutata assieme alla capacità di estrazione d'acqua, cioè la percentuale di acqua facilmente utilizzabile dalle varie colture. In certi casi, infatti, la bassa capacità di estrazione limita l'assorbimento d'acqua dalla falda nonostante la normale profondità delle radici, come per esempio nel caso dell'actinidia.

Sulla base di queste considerazioni le colture sono state orientativamente suddivise in tre gruppi che, o per profondità o per capacità di estrazione, possono avere una diversa facilità di rifornirsi dalla falda (Fig. 2).

Se la falda si mantiene a profondità costante gli inconvenienti sono limitati, viceversa se le radici hanno colonizzato uno strato profondo, approfittando di un temporaneo abbassamento, vi si trovano intrappolate al momento della sua risalita e vengono distrutte se l'innalzamento dura a lungo, rendendo poi la pianta incapace di attingere da falde nuovamente più basse.

Sono noti fenomeni di adattamen-

Fig. 2 - Percentuali di evapotraspirazione delle colture adulte soddisfatta dalla risalita capillare da falde ipodermiche, su tre diversi tipi di terreno.



to: se la falda è molto profonda ed il terreno secco in superficie, la pianta è stimolata ad approfondire le radici e se la siccità permane, la pianta tenderà ad avere l'apparato radicale più sviluppato e quello fogliare più ridotto del normale.

EFFETTI DELLA FALDA SULLE COLTURE

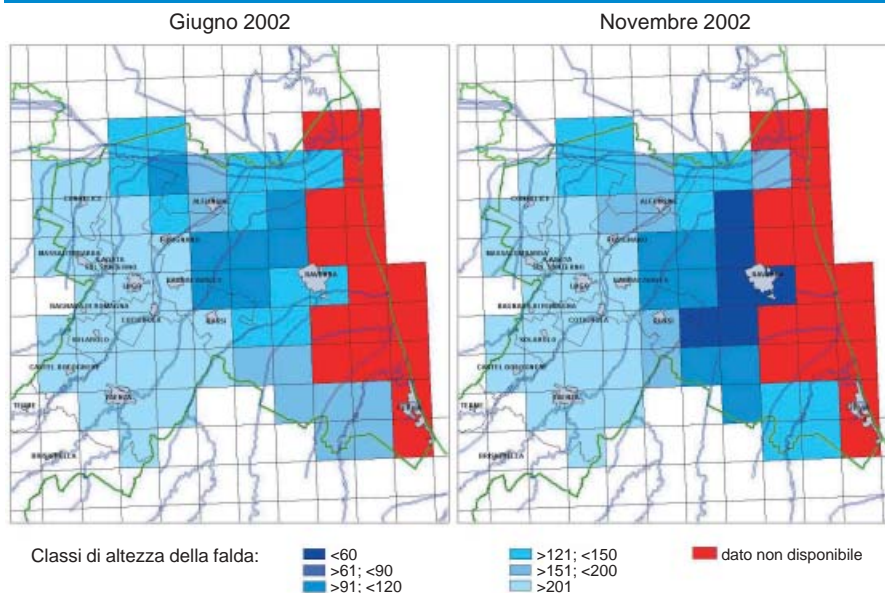
L'ampia presenza di falde superficiali nella bassa pianura emiliano romagnola ha spinto il Consorzio per il CER a numerose ricerche sui loro effetti nei confronti delle colture, osservando un fortissimo contributo delle falde al rifornimento idrico delle colture erbacee ed arboree. Sulla soia, ad esempio, la presenza di falda ad 80 cm di profondità ha garantito la massima produzione senza apporti irrigui, mentre profondità superiori hanno determinato frazioni di assorbimento percentualmente inferiori sino ad annullarsi alla profondità di circa 150 cm.

Sulle arboree è stato notato un forte adattamento delle radici alla presenza di falda più o meno profonda, comunque, il pesco innestato su GF 677 ha mostrato un elevato rifornimento idrico per falde poste sino a 150 cm di profondità per poi diminuire l'assorbimento dalla frangia di risalita a profondità superiori, mentre innestato su franco l'assorbimento già diminuisce a profondità superiori al metro.

DISTRIBUZIONE STAGIONALE E TERRITORIALE IN EMILIA-ROMAGNA

L'altezza di falda è influenzata dalle precipitazioni e dall'evapotraspirazione; raggiunge i valori massimi in inverno, rimane costante da fine maggio a inizio giugno e cala rapidamente raggiungendo il minimo alla fine dell'estate - inizio autunno, per

Fig. 3 - Rappresentazione geografica delle classi di altezza di falda nella provincia di Ravenna.



poi riprendere a salire. Nella bassa pianura si riscontrano profondità minime di circa 0.80 m nei mesi invernali-primaverili a cui si contrappone un valore massimo di 2 - 2.5 metri durante l'estate.

Per conoscere la distribuzione della falda sul territorio regionale il Consorzio CER ha realizzato uno studio basandosi su 4 anni di rilevamenti della falda tramite freatimetri aziendali e su 40 anni di rilevamenti della falda tramite pozzi freatimetrici degli Uffici Idrografici e Mareografici regionali.

La figura 3 riporta i risultati dello studio che risultano utili ai fini dei bilanci idrici territoriali.

VALUTAZIONE DELLA FALDA NEI BILANCI IDRICI

La valutazione del soddisfacimento idrico da falda per ogni coltura e terreno è un elemento del bilancio idrico di notevole importanza, che implica la conoscenza di:

- radici (profondità, densità ed efficienza in ogni fase biologica);
- terreno (granulometria, struttura ed uniformità del profilo);
- umidità del suolo al momento della valutazione;
- evapotraspirazione, come elemento capace di attivare la risalita capillare.

Una valutazione orientativamente valida può essere ottenuta mediante l'individuazione del tipo di coltura e della profondità ed efficienza dell'apparato radicale della stessa tramite la tabella 1 (vedi a pag. 57) e la stima diretta del soddisfacimento idrico da falda, espresso come percentuale di ETM della coltura in base ai grafici riportati per tre tipi di terreno.

Il risultato sarà perciò la frazione di ETM della coltura soddisfatta per risalita capillare, da considerare come ingresso nel bilancio idrico al pari delle piogge o delle irrigazioni.

Compilazione di un BILANCIO IDRICO

Chiarito il significato di tutti gli elementi necessari alla compilazione di un bilancio idrico di una coltura, risulta abbastanza semplice procedere al calcolo delle irrigazioni.

Riepilogando:

- il terreno verrà inteso come un serbatoio il cui volume massimo di riempimento è pari all'acqua disponibile alla Capacità Idrica di Campo (CIC),
- il livello minimo che si vuole raggiungere prima di riempire nuovamente il serbatoio-terreno con una irrigazione (intervento irriguo) è quello dato dalla Riserva Facilmente Utilizzabile (RFU) della coltura,
- il volume irriguo da applicare per ricostituire il volume d'acqua nel serbatoio-terreno è dato dall'intera RFU; o meglio da un volume leggermente inferiore, per assicurare la possibilità di un completo riempimento in caso di piogge immediatamente successive all'irrigazione. Questa accortezza consente un risparmio idrico per migliore sfruttamento delle risorse idriche naturali di pioggia,
- la quantificazione del livello giornaliero del serbatoio-terreno è dato dal calcolo delle perdite per ETM della coltura (applicando all'ET₀ il coefficiente colturale Kc della coltura in quel momento) e degli ingressi d'acqua di pioggia o di falda.

Tab. 1 - Esempio di un bilancio idrico del mais compilato dal giorno successivo ad un'irrigazione (valori in millimetri).

Data	ET ₀	Kc	ETM	Ks	ETE	Pioggia	Irrigazione	Acqua disponibile	Pioggia persa
15-giu							38	48	
16-giu	4,8	0,9	4,3	1	4,3			43,7	
17-giu	5,2	0,91	4,7	1	4,7			38,9	
18-giu	6,3	0,92	5,8	1	5,8			33,2	
19-giu	7,5	0,93	7,0	1	7,0			26,2	
20-giu	5,2	0,94	4,9	1	4,9			21,3	
21-giu	4,6	0,95	4,4	1	4,4			16,9	
22-giu	6,5	0,96	6,2	1	6,2			10,7	
23-giu	6,8	0,97	6,6	1	6,6		38	42,1	
24-giu	5,5	0,98	5,4	1	5,4			36,7	
25-giu	5,4	0,99	5,3	1	5,3			31,3	
26-giu	6,1	1	6,1	1	6,1			25,2	
27-giu	6,8	1,01	6,9	1	6,9			18,4	
28-giu	7,5	1,02	7,7	1	7,7			10,7	
29-giu	7,3	1,03	7,5	1	7,5			3,2	
30-giu	3,8	1,04	4,0	0,98	3,9			-0,7	
01-lug	4,5	1,05	4,7	1	4,7		38	32,6	
02-lug	4,6	1,06	4,9	1	4,9			27,7	
03-lug	2,2	1,07	2,4	1	2,4	7,8		33,2	
04-lug*	2,8	1,08	3,0	1	3,0	27,8		48,0	10
05-lug	5,3	1,09	5,8	1	5,8			42,2	
06-lug	5,1	1,1	5,6	1	5,6			36,6	
07-lug	5,5	1,11	6,1	1	6,1			30,5	
08-lug	5,5	1,12	6,2	1	6,2			24,3	
09-lug	5,1	1,13	5,8	1	5,8			18,6	
10-lug	4,8	1,14	5,5	1	5,5			13,1	
11-lug	3,9	1,15	4,5	1	4,5		38	46,6	

* la pioggia del 4 luglio è stata utile solo per 17,8 mm perché esuberante di 10 mm il valore della Capacità Idrica di Campo

- In caso si determini un calo di livello al di sotto del livello minimo programmato, si potrà migliorare la valutazione del consumo sostituendo alla ETM la Evapotraspirazione Effettiva ETE, applicando il Coefficiente di stress idrico Ks.

Nel foglio di bilancio rappresentato in tabella 1 sono riportati gli elementi sopra considerati per una coltura di mais.

Nell'esempio, il calcolo inizia il 15 giugno, il giorno dopo un'irrigazione che ha portato il livello idrico nel



(Foto Riccioni)

serbatoio-terreno alla Capacità di Campo. Si è considerato un terreno di tipo franco-argilloso con Capacità Idrica di Campo (vedi a pag. 81) di 96 mm in 50 cm di profondità, una Riserva Facilmente Utilizzabile di 48 mm di acqua disponibile, una soglia di intervento irriguo di 10 millimetri ed un volume di irrigazione ad aspersione di 38 mm, la falda è stata considerata profonda e non influente sul bilancio.

Il 22 giugno si è fatta la seconda irrigazione, in quanto l'acqua disponibile è nuovamente scesa a livello di 10 mm; una successiva irrigazione

è poi stata fatta in data 1 luglio però in ritardo: l'acqua disponibile era scesa a valori inferiori a 10 (0,7 mm) e nella colonna del Ks compare il relativo coefficiente (0,98)

Il bilancio idrico potrà anche essere migliorato inserendo il coefficiente d'efficienza di adacquamento del metodo irriguo adoperato, necessario a valutare l'acqua effettivamente giunta al suolo dopo l'irrigazione.

La pioggia del 4 luglio è stata utile solo per 17,8 mm perché esuberante di 10 mm il valore della Capacità Idrica di Campo.

La metodologia del bilancio idrico permette, quindi, di individuare il momento di intervento irriguo sulla base dell'effettivo fabbisogno della coltura, migliorando l'efficienza delle irrigazioni e razionalizzando anche il volume d'adacquata.

Per non compromettere il risultato, il volume di irrigazione andrà però applicato nella precisa quantità calcolata, è quindi indispensabile un contatore volumetrico o altre procedure capaci di permettere la misura od il calcolo della quantità d'acqua somministrata alla coltura.

Il sistema IRRINET

Irrinet è il servizio di irrigazione gestito dal Consorzio di bonifica per il Canale Emiliano Romagnolo (CER) che diffonde gratuitamente via Internet informazioni irrigue agli agricoltori.

Applica una procedura di bilancio idrico simile a quella descritta in precedenza, anche se effettuata con altri elementi capaci di dare una maggiore precisione al bilancio. Il servizio è disponibile per tutte le aziende agricole regionali sul sito del CER (www.consorziocer.it/irrinet), e consente a tutti ottenere indicazioni sul momento di irrigazione liberandosi dall'onere di una compilazione personale del bilancio idrico.

Il servizio elabora il “consiglio irriguo” sulle principali colture della regione utilizzando i dati meteorologici (pioggia ed evapotraspirazione) forniti dal Servizio meteorolo-

gico regionale, i dati dei suoli del Servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna ed i parametri colturali messi a punto nell'attività sperimentale del CER. Sulla base dei dati richiesti si calcola poi il bilancio idrico della coltura, che viene visualizzato riportando quando e quanto irrigare, insieme ad un grafico che mostra l'andamento dell'umidità nel terreno dall'inizio della stagione irrigua.

Il modello utilizzato per il calcolo è in realtà piuttosto complesso: servono infatti numerose operazioni per arrivare alla stima dei consumi idrici delle colture. Grazie a questo modello si può:

- calcolare quant'acqua piovana si infila effettivamente nel terreno;
- simulare la crescita dell'apparato radicale e l'avvicendamento delle fasi fenologiche delle colture;

radici delle colture nel giorno in cui viene effettuata l'interrogazione.

In questo modo è sempre nota la quantità di acqua a disposizione delle colture.

COME SI ACCEDE AL SERVIZIO IRRINET

Come tutti i servizi Internet, è possibile “arrivare” ad Irrinet percorrendo strade diverse. Le più frequentate sono:

- www.ermesagricoltura.it (il nuovo portale della Direzione Agricoltura Regionale) nella sezione Link: CER;
- www.gias.net (nella sezione “Ecocompatibilità” compare il link al servizio);
- www.consorziocer.it (vedi alla sezione “Servizi Interattivi”).

La home page del servizio (Fig. 1) è suddivisa in 2 parti: a sinistra si trova la sezione dell'utente “registrato”, a destra la sezione dell'utente “anonimo”. In termini di efficacia del consiglio irriguo, tra le due figure di utente non vi è sostanziale differenza; a vantaggio dell'utente registrato c'è però la possibilità di inserire i propri dati e registrarli. Ciò dà luogo ad alcuni vantaggi:

- 1) la registrazione al servizio, oltre che essere assolutamente gratuita, è compatibile con la registrazione al servizio Gias, per cui l'utente Gias non deve registrarsi ad Irrinet, perché i suoi dati sono automaticamente passati da un servizio all'altro;
- 2) l'operazione di registrazione descritta e le successive operazioni di inserimento delle colture che si

Fig. 1 - Home page di Irrinet.



intendono irrigare vanno effettuate una sola volta. Nel solo caso di colture erbacee può essere necessario ripetere l'operazione all'inizio dell'anno;

- 3) una volta effettuate queste operazioni, il calcolo del bilancio idrico delle colture registrate è immediato e non è più richiesta nessuna altra informazione colturale;
- 4) è possibile registrare le irrigazioni effettuate su un apposito registro che serve come promemoria degli interventi;
- 5) si possono inserire i dati sulle precipitazioni aziendali ed effettuare il calcolo del bilancio idrico con assoluta precisione;
- 6) infine, è possibile inserire i dati di falda (se conosciuti) per potere ridurre i volumi idrici da distribuire (questa opzione non è attivata per l'utente anonimo, perché egli non è in grado di immettere questo tipo di dato).

Tutti i passaggi descritti hanno lo scopo di ridurre i tempi di consultazione e, al tempo stesso, costituiscono la documentazione di adesione al servizio e dell'adempimento di quanto richiesto, limitatamente al settore irriguo, ai fini del regolamento Ce 1257/99.

L'UTENTE REGISTRATO

La registrazione può avvenire sia online, compilando il questionario che appare cliccando sullo spazio apposito, sia compilando per iscritto il questionario, che può essere stampato dalla sezione apposita ed inviato via fax all'indirizzo riportato sul questionario stesso. Una volta registrato, l'utente si vede assegnato un codice azienda ed una password personale che vanno digitate negli appositi spazi (Fig.1) ogni volta che si vuole accedere al servizio.

Il caricamento delle colture avviene dal menù "Gestione aziende/culture"

inserendo tutti i dati richiesti; in questo modo possono essere registrate tutte le colture dell'azienda. Per le colture arboree questa operazione non va mai più ripetuta fino all'estirpazione del frutteto; per le altre colture deve essere ripetuta solo se, cambiando appezzamento, i parametri cambiano in maniera significativa. Altrimenti i dati registrati restano memorizzati.

In seguito, man mano che le colture vengono seminate, trapiantate oppure entrano in fioritura, vengono inserite nel menù "Avvio coltura" le rispettive date; questa operazione permette di fare partire la stima di crescita della coltura, partendo da un dato reale, aumentando la precisione della previsione di sviluppo.

Tutte le informazioni relative alle irrigazioni effettuate, alla profondità di falda, alle eventuali piogge che si desidera per aggiornare il bilancio idrico, vanno inserite nell'apposito menù "Registrazioni aziendali" (Fig.2), dal quale si accede ai singoli registri, che, per coloro che aderiscono al reg. Ce 1257, devono essere sempre aggiornati e a disposizione del personale incaricato degli eventuali controlli amministrativi. Il consiglio irriguo (Fig. 3) contiene le informazioni relative ai consumi previsti nei giorni successivi e al volume di adacquata (espresso in millimetri ed anche in ore e minuti se l'impianto è microirriguo) ed è completato da un riepilogo grafico di quanto è avvenuto in precedenza (piogge, irrigazioni e andamento dell'umidità nel terreno).

Fig. 2 - Registrazioni aziendali.



L'UTENTE ANONIMO

Dalla sezione di destra della home page (Fig.1) si ha l'accesso al servizio anonimo, che è una semplificazione delle informazioni richieste, ma ripetute tutte le volte che lo stesso utente intende utilizzare il servizio.

La prima necessità per gli utenti è di localizzare la propria azienda per potere utilizzare i dati del Servizio meteorologico regionale che sono di pertinenza di quell'area; questa operazione viene effettuata partendo da una "videata" della carta della regione, ingrandendo progressivamente il territorio in cui potrebbe trovarsi l'azienda, fino a che, una volta individuata, si clicca sul pulsante "bersaglio" ed automaticamente il sistema assegna i dati meteo di competenza di quel territorio (Fig. 4).

A questo punto è possibile far partire la procedura di avvio del consiglio irriguo; le informazioni che l'utente deve inserire sono del tutto simili a quelle della procedura di registrazione delle colture dell'utente registrato, con la differenza che la pro-

Fig. 3 - Il consiglio irriguo.



cedura di inserimento va ripetuta ad ogni interrogazione del programma, che in questo caso non può archiviare alcuna informazione. Tuttavia a parziale compensazione di ciò, c'è la novità piuttosto utile di vedersi diret-

le, è possibile inserire i propri.

LE INFORMAZIONI IRRIGUE SUL TELEFONO CELLULARE

Irrinet è un servizio utilizzabile solo dagli agricoltori che possiedono un computer, e que-

tamente assegna- ti dal sistema le percentuali di sabbia ed argilla del territorio, grazie al collegamento tra Irrinet e Catalogo regionale dei suoli, che fornisce questo genere di dati. Ovviamente questo permette di accelerare le operazioni di inserimento dati; tuttavia, qualora i dati fossero molto differenti dalla realtà azienda-

ciare quotidianamente Irrinet, recupera le informazioni irrigue, le impacchetta opportunamente e le invia al cellulare dell'agricoltore (Fig. 5).

L'attivazione delle aziende agricole potrà essere fatto direttamente via web inserendo le aziende come utenti registrati, con le colture interessate (massimo 3) ed i dati richiesti dal sistema esattamente come avviene per l'utente registrato di Irrinet. Da quel momento il software provvederà a inviare alla cadenza desiderata, in automatico gli SMS contenenti le informazioni su quanto e quando irrigare.

La possibilità di usare il proprio cellulare per ricevere tutte le informazioni sul momento di intervento irriguo e sul volume d'adacquata per ogni coltura, permette un reale avvicinamento del Servizio Irrigazione all'utente, consentendo un concreto miglioramento delle irrigazioni ed un risparmio d'acqua sul territorio.

Fig. 4 - Individuazione automatica dei dati meteo.



Fig. 5 - Messaggio IrriSMS.



sto non limita molto l'espansione e l'accessibilità, per risolvere questo problema e dare ulteriore valore aggiunto all'iniziativa è nato IrriSMS, che utilizzando Irrinet, spedisce il consiglio irriguo al cellulare dell'utente via SMS.

Tutto il servizio è gestito centralmente dal Consorzio per il CER utilizzando Irrinet, tramite un apposito programma che si incarica di lan-

II TENSIOMETRO

I metodi di misurazione dell'umidità nel terreno finalizzati alla decisione del momento di intervento irriguo sono diversi, ma la maggior parte presenta però difficoltà operative e tecniche che ne sconsigliano l'uso diretto da parte dell'agricoltore.

Il tensiometro tuttavia fornisce, in taluni casi, adeguate garanzie di precisione e di semplicità per la misura dell'umidità nel terreno.

Gli elementi (Fig. 1) che lo costituiscono sono una coppa porosa, un contenitore cilindrico chiuso, riempito di acqua, ed un vacuometro (misuratore di depressione) la cui scala di lettura è espressa in centesimi di Bar (centibar) dove 1 centibar = 1 kpasal.

La coppa porosa viene posta nel terreno alla profondità voluta, cioè nella zona interessata dagli apparati radicali, in tal modo l'acqua contenuta nello strumento si pone in equilibrio con quella del terreno. Durante la fase di asciugatura del terreno per l'evapotraspirazione, si ha un richiamo dell'acqua contenuta nel tensiometro attraverso la coppa porosa, ciò provoca una depressione misurata dal vacuometro; minore è l'umidità del terreno e maggiore sarà la depressione misurata.

Tale valore corrisponderà allo sforzo compiuto anche dalle radici, per assorbire acqua dal terreno.

In caso di pioggia o d'irrigazione, la depressione all'interno del tensiometro sarà in grado di far riassorbire l'acqua presente nel terreno, ed il vacuometro registrerà un proporzionale calo di tensione.

Il principale limite dello strumento è la ridotta ampiezza di valori di umidità rilevabili, infatti, non riesce a misurare tensioni superiori a 70-80 centibar. Purtroppo a questo valore in molti tipi di terreno corrispondono quantitativi di umidità ancora soddisfacenti per l'alimentazione idrica delle colture.

Tuttavia il basso costo, la sensibilità e la semplicità d'uso rendono il tensiometro particolarmente indicato per rilevare i valori di umidità nel terreno, soprattutto quando sono alti ed uniformi in seguito a forti precipitazioni.

QUANDO USARLO

È possibile quindi utilizzare lo strumento per misurare valori di umidità nel terreno corrispondenti a tensioni piuttosto basse.

Per una corretta gestione dell'irrigazione, un solo strumento è suf-

ficiente per stabilire la data del primo intervento nei terreni con scarsa capacità di immagazzinare l'acqua, come quelli serviti dagli impianti microirrigui, dove i piccoli volumi distribuiti ad ogni intervento devono essere dati su terre-

Foto 1 - Elementi costitutivi del tensiometro.



(Foto Dell'Aquila)



ni con un'umidità abbastanza elevata (25-30 centibar).

È quindi opportuno iniziare le irrigazioni precocemente ed il tensiometro è particolarmente indicato per determinare tale momento.

Per quanto riguarda gli impianti a pioggia, gli elevati volumi irrigui distribuiti consentono di intervenire con un certo ritardo; l'umidità del terreno al momento di intervento è, in taluni casi, bassa (> 80 centibar) e rischia di non essere misurabile dallo strumento.

Per la pianificazione delle irrigazioni è quindi opportuno posizio-

nare alcuni tensiometri a diverse profondità; il valore del tensiometro posto più in basso dello strato radicale potrà così segnalare l'esigenza di irrigare lo strato soprastante.

Le colture orticole in serra ed in pieno campo, come l'actinidia ed in generale le colture che necessitano di elevata umidità nel suolo, sono le più adatte per essere irrigate seguendo le indicazioni del tensiometro. In tabella 1 sono riportati i valori di tensione a cui effettuare le irrigazioni per alcune colture orticole.

Tab. 1 - Limiti di tensione per l'intervento irriguo di alcune colture orticole.
(Usare i valori inferiori nei periodi di maggiore consumo idrico e quelli più alti nei periodi di minor consumo).

Colture	Tensione in cent. bar
Carota	50-70
Cavolfiore	60-70
Cavolo	60-100
Cipolla	40-70
Lattuga	40-60
Melone	30-80
Patata	30-70
Pisello	30-80
Sedano	20-30

Limitazione dell'acqua nel CICLO COLTURALE

Sino a qualche anno fa, la razionalizzazione delle irrigazioni sembrava la forma più avanzata di decisione, effettivamente l'uso del bilancio idrico ha permesso un miglioramento nell'uso dell'acqua, rendendo le scelte irrigue più precise ed esenti dagli errori che senza tale metodo sono sempre possibili e frequenti.

Negli anni 1984-1990 iniziò in Emilia Romagna il progetto "VIDEOTEL-Irrigazione" che permetteva ad un migliaio di aziende agricole di ricevere, per via telematica, precise informazioni sul momento d'intervento irriguo e sul volume d'adacquata di tutte le colture presenti sul territorio. Il progetto finanziato dalla Regione e coordinato dal Consorzio della Bonifica Renana, era scientificamente supportato dal Consorzio per il Canale Emiliano Romagna lo che, sfruttando i dati raccolti dalla propria attività di ricerca, riuscì a stilare un modello di bilancio idrico capace di una

buona precisione.

I risultati del lavoro svolto su oltre 3.000 bilanci-coltura all'anno, misero in evidenza che le aziende raggiunte dai consigli irrigui avevano produzioni più elevate delle altre, con un consumo d'acqua media-mente inferiore del 25-30%; la razionalizzazione delle irrigazioni data dall'applicazione del bilancio idrico delle colture, dimostrò con chiarezza tutte le sue potenzialità di risparmio idrico.

Nel tempo le esigenze di risparmio idrico sono ulteriormente cresciute, sia per l'elevato costo degli interventi irrigui, sia per la competizione

per la risorsa idrica con gli usi civili ed industriali.

Già oggi gli aiuti della PAC basati sulla superficie coltivata, ed il sempre più basso livello dei prezzi delle colture estensive, riduce fortemente la convenienza economica dell'irrigazione su queste colture.

Schemi di irrigazione che non massimizzano le produzioni ma il reddito, saranno indispensabili; essi dovranno necessariamente tener conto con grande precisione sia della meteorologia dell'annata sia del diverso risultato che determina l'irrigazione secondo la fase biologica in cui viene effettuata.



(Foto Bonifica Renana)

L'attività di ricerca sull'irrigazione ed il risparmio idrico ha perciò tentato di individuare forme ancora più efficienti d'uso dell'acqua, raggiunte individuando riduzioni delle irrigazioni basate sul miglioramento delle conoscenze della fisiologia della pianta, oltre che sull'uso appropriato dei metodi e sistemi irrigui, progressivamente divenuti più versatili ed efficienti.

Un primo miglioramento è stato raggiunto adattando il valore del coefficiente colturale alle reali esigenze dell'ambiente climatico regionale; il passaggio dai Kc indicati dalla FAO a quelli, normalmente inferiori, individuati come ottimali dall'attività di ricerca del CER ha consentito di ridurre del 10-15% la valutazione dell'evapotraspirazione massima delle colture, riducendo di conseguenza il volume irriguo dato alle piante. Fondamentale è stato il nuovo approccio basato sull'incompleta somministrazione d'acqua, cioè sulla restituzione di volumi inferiori all'evapotraspirazione massima ETM delle colture; genericamente chiamati: "irrigazione a carenza idrica" o "irrigazione a deficit idrico".

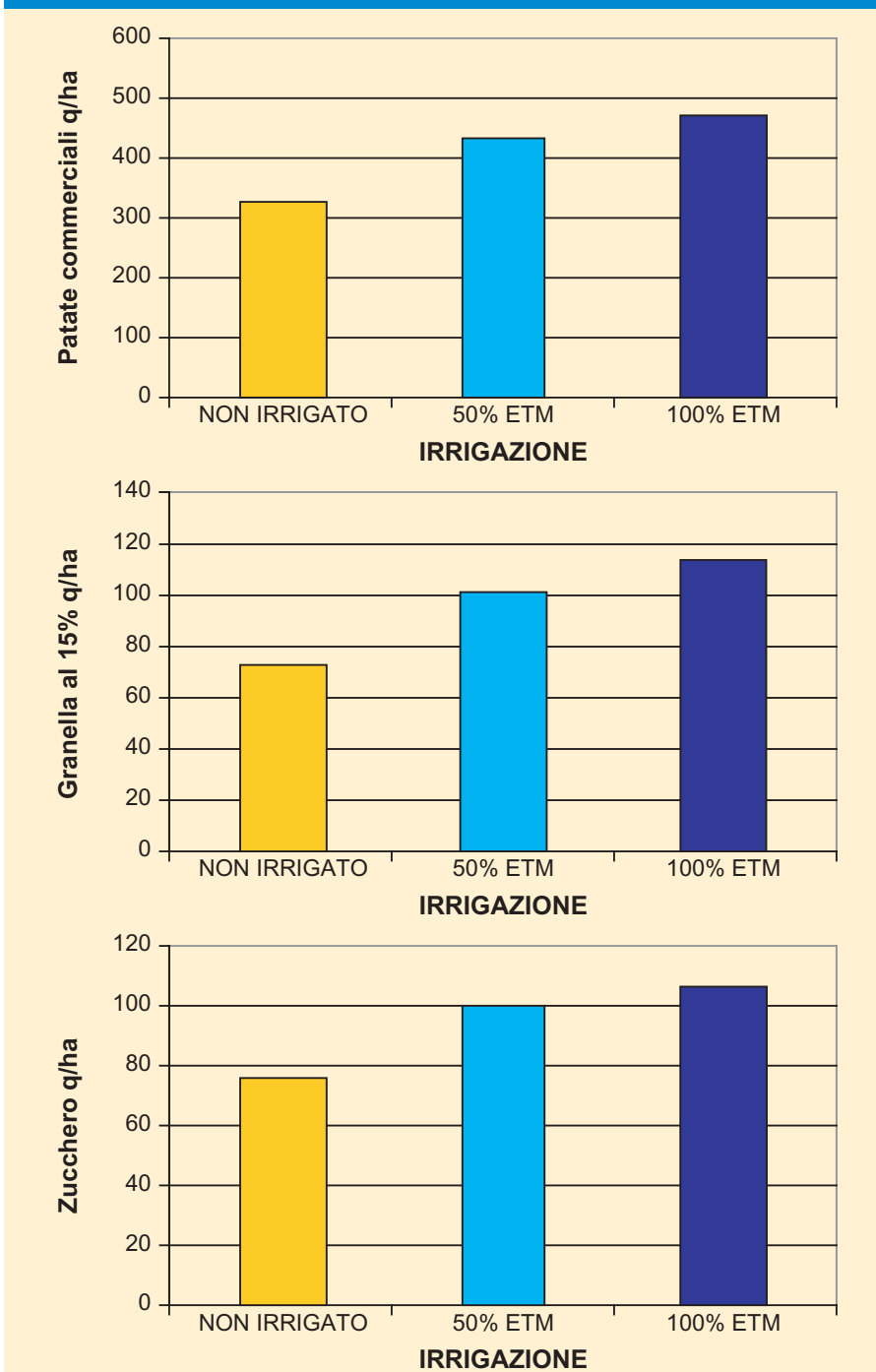
In tutti i casi l'obiettivo è quello di incrementare l'efficienza irrigua, riducendo le irrigazioni ed i loro oneri, con il raggiungimento di una resa inferiore, ma economicamente più vantaggiosa per il risparmio idrico, energetico ed economico prodotto. Le metodologie principali sono tre.

IRRIGAZIONE A DEFICIT IDRICO PERMANENTE

Può essere raggiunta individuando restituzioni idriche percentualmente ridotte dell'ETM stimata, da fare durante l'intero ciclo colturale.

In pratica si impiega la classica compilazione del bilancio idrico per individuare le esigenze idriche potenziali ed il momento di intervento

Fig. 1 - Effetti di restituzioni irrigue crescenti di ETM su patata, mais e bietola da zucchero (CER).



irriguo per poi procedere, viceversa, a restituzioni ridotte anche del 30-50% dei volumi (con mantenimento del numero di interventi), o restituendo il volume programmato al raggiungimento di un consumo maggiore di evapotraspirato (mantenimento del volume d'adacquata e riduzione del numero di interventi irrigui).

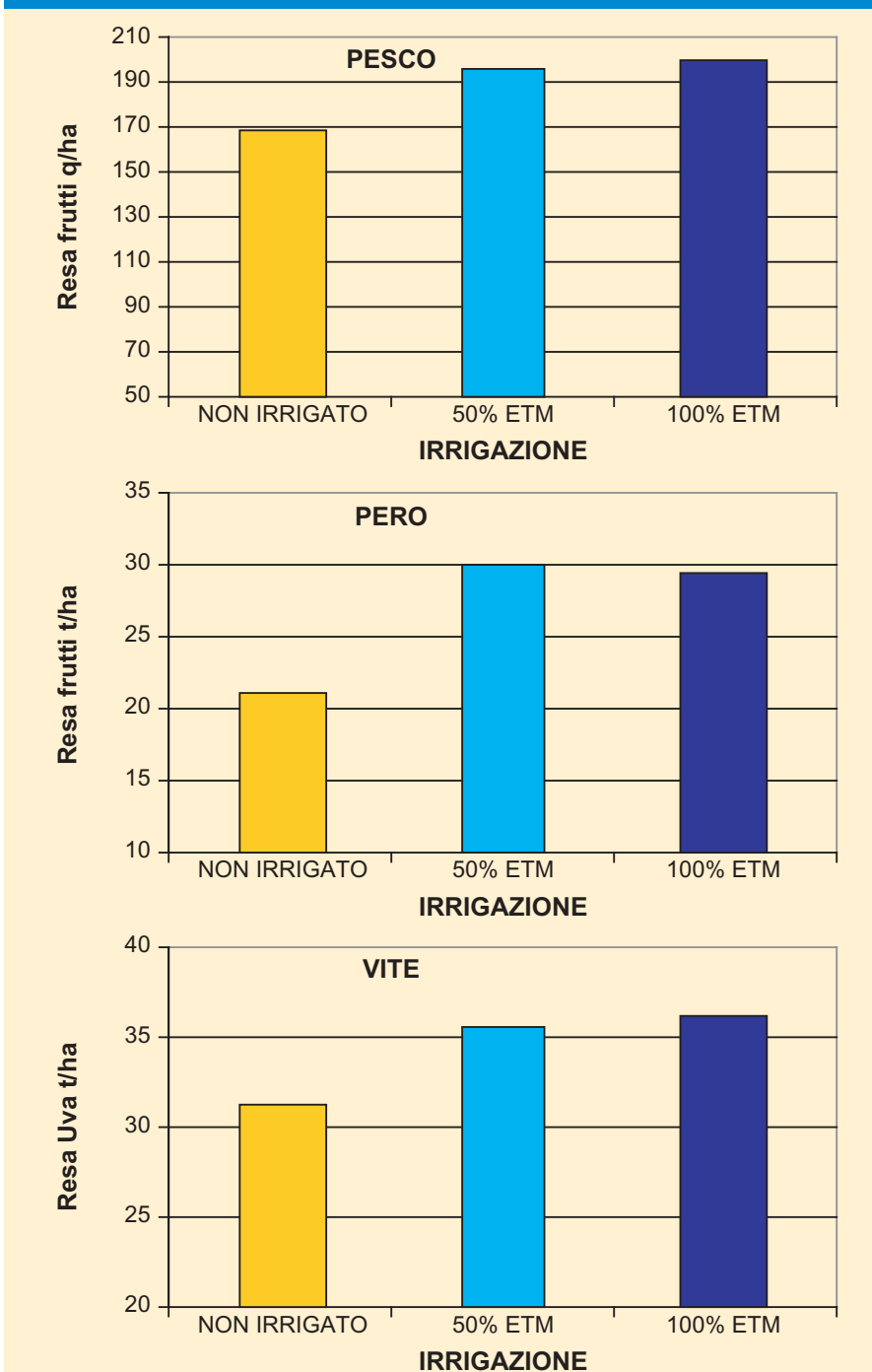
La metodologia, apparentemente rozza, permette di mantenere il terreno in condizioni subottimali di umidità; la pianta si adatta alla situazione di parziale deficit modificando il proprio rapporto tra apparato radicale e fogliare e limitando in parte, gli effetti della carenza idrica riuscendo a raggiungere rese quasi equivalenti alle massime ma con un rilevante miglioramento dell'efficienza d'uso ed economia nella distribuzione dell'acqua.

Numerosissimi risultati ottenuti in Emilia-Romagna, hanno dimostrato che mantenendo la metodologia del bilancio idrico, ed attuando questa semplice limitazione delle irrigazioni, si riesce ad ottenere un consistente risparmio idrico su erbacee ed arboree. Naturalmente, la riduzione della frazione di ETM da restituire con le irrigazioni dipende dalla capacità della coltura ad adattarsi alla carenza idrica, alcune osservazioni su questa caratteristica sono state illustrate nell'ambito del capitolo riguardante la scelta delle colture per limitare l'uso dell'acqua irrigua (vedi a pag. 56).

I risultati ottenuti su patata mais, bietola da zucchero, (Fig. 1) pesco, pero, vite Fig. 2) e numerose altre colture permettono, quindi, di intervenire sui bilanci idrici modificandoli e passando dall'obiettivo di massima produzione a quello di massimo risparmio idrico.

Sulle colture più sensibili all'acqua, come la fragola, il fagiolino, la lat-

Fig. 2 - Effetti di restituzioni irrigue crescenti di ETM su pesco, pero e vite (CER).



tuga, la cipolla ed il kiwi, la limitazione modesta ed i forti rischi produttivi, ne sconsigliano l'applicazione ed il risparmio idrico potrà essere raggiunto con metodi e sistemi irrigui d'elevata efficienza.

IRRIGAZIONI A DEFICIT IDRICO IN FASI POCO SENSIBILI

Irrigazioni effettuate durante le fasi di massima sensibilità della coltura allo stress idrico (periodo critico per l'acqua) possono innalzare maggiormente le rese rispetto a quelle somministrate in periodi di relativa resistenza alla siccità.

Un'approfondita conoscenza delle fasi critiche della coltura nei confronti dell'acqua, e quindi dei momenti in cui la risorsa dà i massimi effetti agronomici ed economici, permette un "pilotaggio delle irrigazioni" per la massima efficienza dell'acqua; in pratica è possibile adattare il bilancio idrico delle colture, prevedendo di irrigare solamente se la pianta è in uno dei suoi periodi critici.

La limitazione delle irrigazioni a determinate fasi ha quindi l'obiettivo di eliminare le irrigazioni che hanno un basso impatto sulla resa, la cui riduzione può essere modesta se confrontata con i benefici dati dal risparmio idrico o con la possibilità di destinare una risorsa idrica limitata ad altre colture.

La fase di trapianto, semina e pri-

mo sviluppo delle colture è normalmente un periodo critico per tutte le coltivazioni, successivamente le piante possono attraversarne altri come durante la fecondazione di tutte le colture, dove la carenza idrica porta sempre a fenomeni di aborto fiorale con riduzione del numero di semi o frutti portati a produzione. Sui fruttiferi il periodo critico è prolungato anche alla fase di allegazione dei frutticini ed a quella di ingrossamento dei frutti, su altre specie, come la patata, il periodo critico principale viene attraversato dalla coltura nella precoce fase di stolonizzazione e tuberizzazione.

Naturalmente anche tutte le fasi di crescita della pianta sono importanti e vanno in ogni modo garan-



tite, infatti, la taglia della pianta o la sua superficie fogliare devono essere adeguate ad una buona capacità fotosintetica in grado di portare la coltura alla migliore produzione. Questo è particolarmente vero proprio sulle colture dove il prodotto è la biomassa accumulata (lattuga, colture da biomassa, ecc.) e per le quali la tecnica ora descritta non è applicabile.

Una sommaria descrizione delle fasi biologiche in cui le colture attraversano i periodi critici per l'acqua è riportata in tabella 1.

Sul mais, ad esempio, in un'annata poco piovosa, il bilancio idrico della coltura basato sulla piena resti-

Tab. 1 - Principali fasi critiche per l'acqua.

Coltura	Periodo critico		
	maggiore	medio	relativo
Medica	Dopo il taglio	-	-
Mais	Fioritura	Riempimento seme	Maturazione
Patata	Stolonizzazione	Formazione tuberi	Germogliamento
Pomodoro	Fioritura e trapianto	Ingrossamento bacche	Periodo vegetativo
Girasole	Fioritura	Riempimento seme	
Bietola da zucchero	Primi 60 giorni dall'emergenza	-	-
Cipolla	Ingrossamento bulbi	Rapida crescita bulbi	Periodo vegetativo
Melone e cocomero	Fioritura	Allegazione	-

tuzione di evapotraspirato porterebbe a cinque irrigazioni effettuate ad aspersione con un volume d'acquada di circa 40 mm, quindi con un volume stagionale complessivo di circa 200 mm (2000 m³/ha); nelle annate a siccità precoce occorrerà poi prevedere un'irrigazione all'emergenza delle piante (Fig. 1).

Le 5 irrigazioni avranno però una differente importanza ai fini produttivi in quanto effettuate in una fase biologica di maggiore o minore sensibilità: la prima irrigazione durante la fase vegetativa di levata, la seconda durante la fase riproduttiva di emissione del pennacchio, la terza sarà ravvicinata alla seconda e cadrà durante la fase riproduttiva femminile di emissione delle setole, la quarta durante la fase di maturazione lattea e cerosa della granella (riempimento seme), l'ultima, non sempre necessaria specie per la coltura da silomais, durante la maturazione commerciale del seme.

In figura 2, sono indicate le presumibili produzioni ottenibili in caso di mancata effettuazione di uno dei 5 interventi irrigui; risulta evidente che, giungere al risparmio di un intervento con il minimo decremento di resa (circa 5%) sarà ottenibile annullando la quinta irrigazione, viceversa sarà sbagliato annullare la seconda o la terza perché si determinerebbe una perdita di resa di circa il 25-35%. Una più incisiva riduzione delle irrigazioni è oggi attuale per il basso valore commerciale della granella, ed è in parte già applicata dalle aziende che meglio valutano i costi conseguenti all'irrigazione.

La figura 2 riporta, quindi, i momenti di più efficiente uso dell'acqua per un numero di irrigazioni variabili da 1 a 5: con solo una irrigazione programmata occorrerà far coincidere l'in-

Fig. 1 - Schema classico delle irrigazioni sul mais.

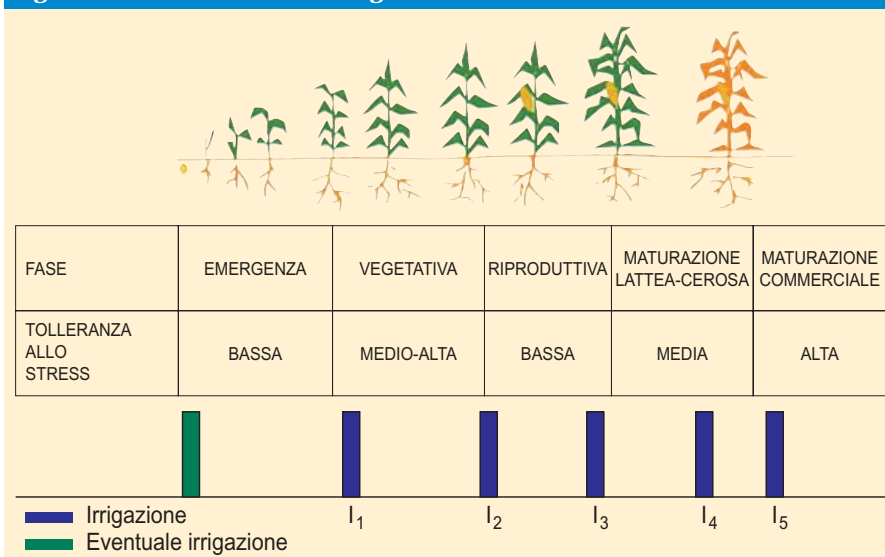
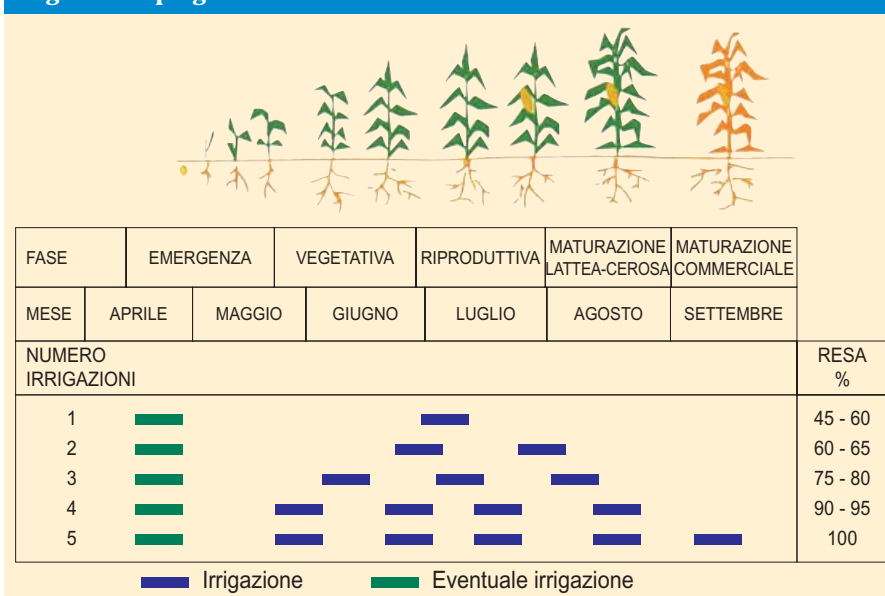


Fig. 2 - Riduzione del numero di irrigazioni sul mais e collocazione ottimale delle irrigazioni in programmi di limitato sussidio idrico.



tervento all'inizio della fase riproduttiva o leggermente in anticipo (foglia bandiera), ciò determinerà una resa pari a circa il 50-60 % di quella ottenibile con i 5 interventi a

piena restituzione idrica, con due interventi posizionati, per una buona umidità nel terreno, durante l'intera fase riproduttiva la resa potrà essere il 60-65% della massima.

Con tre interventi si riuscirà ad ottenere un discreto rifornimento idrico del mais sia durante parte della fase di sviluppo (levata), sia in quella riproduttiva con l'ottenimento dell'80% della resa massima, che potrà essere di almeno il 90-95% con un quarto intervento irriguo durante la fase di riempimento del seme.

La limitazione d'uso dell'acqua sarà molto più consistente in caso di irrigazione per scorrimento da solchi, per la quale il volume d'adacquata minimo distribuito è di circa 800-1000 m³/ha ad intervento; e quindi è possibile risparmiare quasi 2000 m³/ha passando dalla piena restituzione ad un programma con solo tre interventi irrigui.

IRRIGAZIONI A STRESS IDRICO CONTROLLATO

La tecnica dello stress idrico controllato (S.I.C.) rappresenta la frontiera più avanzata di gestione delle irrigazioni finalizzate al risparmio idrico. La tecnica è basata su conoscenze fisiologiche molto approfondite della pianta in relazione alla disponibilità d'acqua, ed i suoi meccanismi di difesa dal deficit idrico, nelle diverse fasi biologiche, sono sfruttati permettendo di ridurre l'uso dell'acqua senza sensibili limitazioni delle rese, ed anzi, in molti casi migliorandole. In pratica l'acqua e lo stress idrico vengono ambedue utilizzati per una positiva regolazione dell'attività vegetativa e riproduttiva della pianta, rendendo massima la resa, la qualità ed il reddito agricolo.

Naturalmente le piante che meglio si prestano a regolazioni così raffinate sono le arboree da frutto, in quanto caratterizzate da un ciclo biologico annuale e poliennale, lungo e complesso e da produzioni di elevato reddito.



(Foto Diathea Agricoltura)

BASI FISILOGICHE DELLO S.I.C.

L'efficienza produttiva dei frutteti dipende fortemente da un'equilibrata ripartizione degli assimilati prodotti dalle foglie per fotosintesi, tra crescita vegetativa (chioma e radici), crescita dei frutti e differenziazione a fiore delle gemme.

I tre processi sono soggetti a fenomeni di competizione ed interazione tra loro, che vengono esaltati nei momenti in cui il fabbisogno d'energia, acqua ed elementi nutritivi è particolarmente elevato.

La regolazione delle disponibilità idriche nel suolo (stress idrico ed irrigazioni) può essere dunque utilmente sfruttata per ottenere una competizione tra gli organi della pianta, realizzando l'equilibrio vegetativo più adeguato agli obiettivi economici del frutteto ed all'esigenza di risparmio idrico.

In pratica usando lo stress idrico e l'irrigazione nelle diverse fasi biologiche attraversate dal frutteto, si tenta di indirizzare gli assimilati dalle foglie agli organi maggiormente interessanti per l'uomo (frutti).

La tecnica dello stress idrico controllato può essere applicata solo su piante adulte; su quelle in allevamento (primi tre anni dall'impianto) non è mai opportuno limitare la crescita delle piante per non subire ritardi di entrata in produzione ed una perdita di efficienza produttiva per tutta la vita del frutteto.

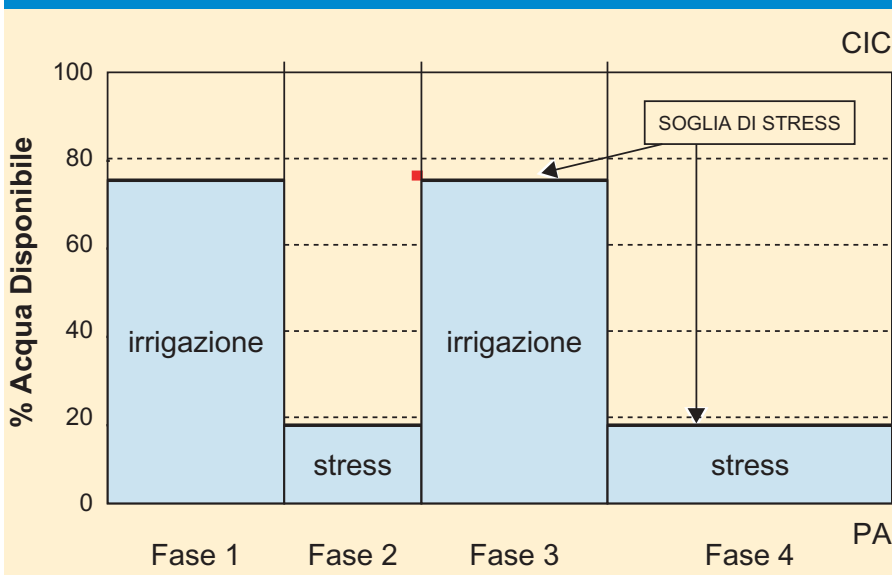
Sul pesco, ad esempio, è idealmente possibile suddividere il ciclo fisiologico in quattro fasi principali:

- Fase 1 (dall'inizio della fioritura e della fecondazione) cominciano i processi di moltiplicazione cellulare dei tessuti costituenti il futuro frutticino, ed un buon tenore di umidità nel terreno favorisce la

moltiplicazione cellulare ed evita la cascola; nella stessa fase l'attività vegetativa del germoglio è quasi ferma o molto lenta, e quindi l'elevata umidità nel terreno non stimola un'eccessiva vegetazione.

- Fase 2 (dalla formazione del nocciolo) nel frutticino il numero di cellule è ormai definito ed inizia l'espansione cellulare che porta all'accrescimento dei frutti. Il germoglio inizia il suo rapido sviluppo richiamando assimilati verso di sé in forte competizione con i frutticini. In questa fase la competizione esercitata dai germogli supera quella dei frutticini, ed è quindi opportuno "svantaggiare" l'eccessivo rigoglio vegetativo riducendo le disponibilità idriche nel terreno. Lo stress idrico indotto ridurrà anche l'accrescimento iniziale del frutto, che però recupererà completamente nelle fasi successive.
- Fase 3 gli ormoni vegetali prodotti dal seme in formazione (mandorla) determinano un forte richiamo di assimilati verso il frutto che è in distensione cellulare e nel periodo di massimo accumulo di sostanza secca. La competizione esercitata da frutto è così forte che determina un accrescimento rallentato dal germoglio. Occorre mettere la pianta nelle migliori condizioni di disponibilità idriche, perché la maggioranza degli assimilati sarà diretta verso il frutto.
- Fase 4 (dalla raccolta al decadimento delle foglie) la pianta ormai scaricata dai frutti dirigerà gli assimilati nuovamente verso il germoglio e se lo stato idrico nel terreno è ottimale la crescita dei germogli sarà notevole, con un eccesso di rigoglio vegetativo. Un eccessivo sviluppo dei germogli è negativo perché riduce l'induzione a fiore delle gemme (meno fiori nell'anno successivo), determina mag-

Fig. 1 - Schema grafico delle soglie di stress da imporre nelle fasi biologiche del pesco per attuare lo stress idrico controllato.



giori potature e rallenta la lignificazione dei rami a frutto rendendoli più sensibili al freddo invernale. In questa fase, quindi, l'irrigazione andrà fortemente ridotta o annullata, con uno stress idrico capace di contenere il rigoglio vegetativo e l'uso non produttivo dell'acqua.

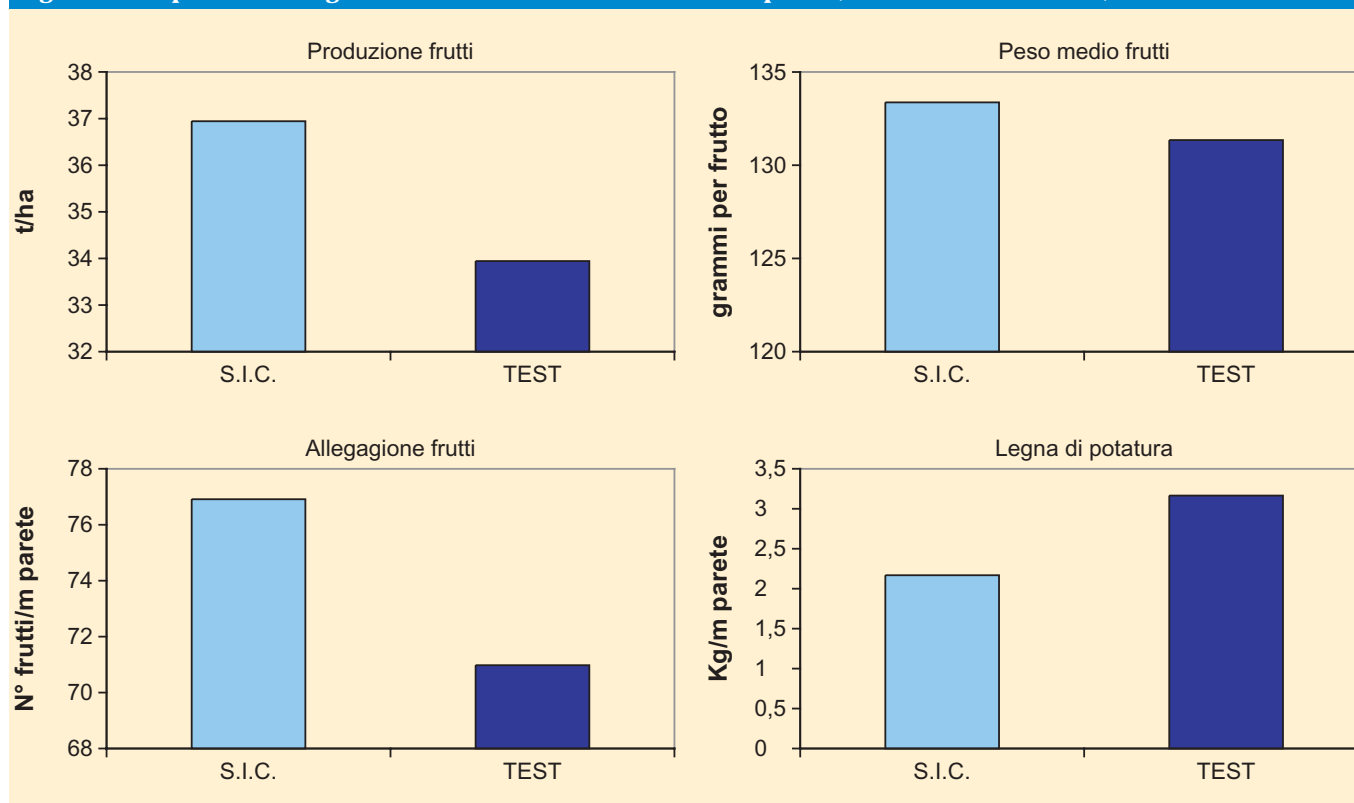
Per una più facile identificazione delle fasi da parte del frutticoltore, il Consorzio per il Canale Emiliano-Romagnolo ha prima accertato e poi proposto la seguente suddivisione:

- Fase 1- dall'inizio della fioritura alla formazione di frutticini di 3-4 cm di diametro (post diradamento)
- Fase 2- sino all'indurimento del nocciolo: non si taglia più facilmente con un coltello
- Fase 3- sino alla raccolta
- Fase 4- post raccolta.

La tecnica dello stress idrico controllato è stata inizialmente precisata negli ambienti aridi australiani, in tale situazione le irrigazioni saranno

effettuate per mantenere un'umidità pari al 70-80 % dell'Acqua Disponibile nel terreno nelle fasi F1 e F3, e solo del 20-25% nelle fasi F2 e F4 (Fig.1). Anche nelle fasi F2 e F4, nelle quali lo stress idrico è molto severo, occorrerà controllarlo intervenendo con l'irrigazione per non superare il limite di stress imposta, e non determinare problemi alla pianta; in caso di irrigazione, il volume erogato dovrà essere modesto ed appena sufficiente per rimanere attorno alla soglia di stress imposta, per tale motivo il metodo ideale è quello a goccia. Applicando questa gestione in numerose prove, si è avuto un lieve miglioramento della resa di frutti, il mantenimento del loro peso medio, una migliore fioritura negli anni successivi ed una netta riduzione del legno di potatura prodotto, ma soprattutto, una fortissima riduzione del volume irriguo applicato alla pianta (Fig.2). In Emilia-Romagna, nelle annate climaticamente normali, l'andamento delle piogge non permette una pie-

Fig. 2 - Effetti produttivi e vegetativi dello stress idrico controllato su pesco (da Chalmers rielaborato).



na applicazione del metodo. Naturalmente la tecnica è meglio praticabile, o più efficiente, sui terreni sciolti con minori capacità di ritenzione dell'acqua, e su quelli dove l'inerbimento interfilare ne aumenta i consumi per evapotraspirazione. Sul pesco, ad esempio, in un'annata mediamente piovosa il risparmio idrico conseguibile varia tra il 50% ed il 68% per le cultivar medie e pre-

coci su terreni di medio impasto od argillosi, e tra il 20 e il 23% per quelle tardive, senza particolari differenze dovute al terreno (Tab.1). In molte situazioni, il risparmio d'acqua risulta notevole potendo spesso superare i 1000 m³/ha sino ad un massimo di 1600 m³/ha in un'annata media. Nelle annate aride il volume risparmiato risulterà naturalmente ancora maggiore.

Per verificare anche sul versante produttivo la tecnica dello Stress Idrico Controllato, sono state effettuate dal Consorzio CER alcune prove pluriennali su pero, susino e vite. I risultati ottenuti sono stati veramente confortanti sia in termini produttivi sia di risparmio idrico. Sul pero lo stress idrico controllato è stato in grado di incrementare la resa rispetto all'asciutto del 57%, il

Tab. 1 - Percentuale di risparmio idrico ottenibile applicando lo S.I.C. sul pesco, rispetto all'irrigazione a pieno soddisfacimento idrico (Mannini e Zinoni, 1993).

TERRENO	Interfilare lavorato			Interfilare inerbito		
	cv. precoce	cv. media	cv. tardiva	cv. precoce	cv. media	cv. tardiva
SABBIOSO	44	38	20	38	34	20
FRANCO	58	59	20	52	46	23
ARGILLOSO	68	56	22	60	51	23

peso medio dei frutti del 16% e la produzione commerciale vendibile del 101%; con un risparmio idrico del 28% rispetto alla piena restituzione d'acqua, corrispondente a quasi 1000 m³/ha (Fig. 3).

Di forte interesse è che lo stress idrico controllato è stato produttivamente ed economicamente migliore del pieno soddisfacimento idrico della coltura, pur determinando un maggiore risparmio della risorsa idrica.

I risultati indicano che anche nell'ambiente sub-umido dell'Emilia Romagna, lo stress idrico controllato è una tecnica di eccezionali potenzialità perché capace di abbinare al risparmio idrico risultati produttivi ed economici migliori dell'irrigazione tradizionale.

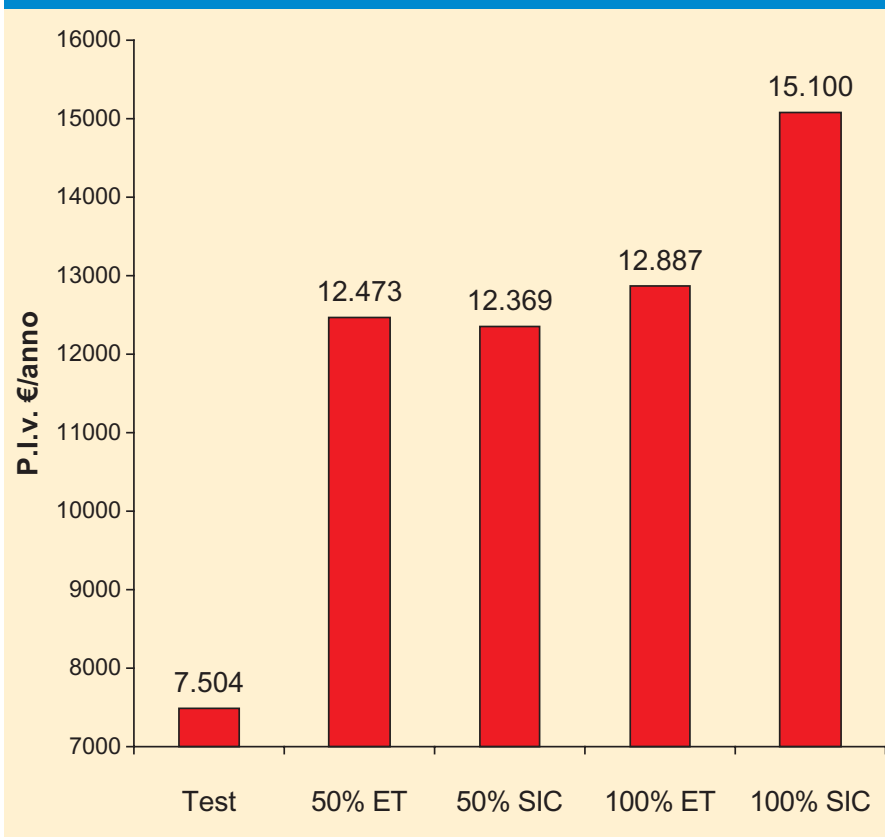
PIANTE IN FASE DI ALLEVAMENTO

Sulle piante adulte la limitazione delle irrigazioni può dare ottimi effetti produttivi e di risparmio idrico, specie se condotta secondo la tecnica appena illustrata.

Viceversa, sulle piante giovani ancora in fase di crescita, ogni stress idrico determina un rallentamento dello sviluppo della pianta molto controproducente sulla futura produttività del frutteto. Nei primi tre anni dall'impianto occorre quindi assicurare alla pianta una perfetta continuità nell'alimentazione idrica e nutrizionale, successivamente si potrà iniziare ad applicare la tecnica di limitazione delle irrigazioni.

Nella fase d'allevamento la limitazione degli apporti irrigui potrà essere esclusivamente basata sulla riduzione delle perdite per evaporazione (non produttive), e non di quelle per traspirazione dalle foglie. La pacciamatura della striscia lungo il filare potrà determi-

Fig. 3 - Applicazione di forme diverse di limitazione delle irrigazioni sul pero. Produzione lorda vendibile ottenuta dai confronti (media del quadriennio 1996-1999).



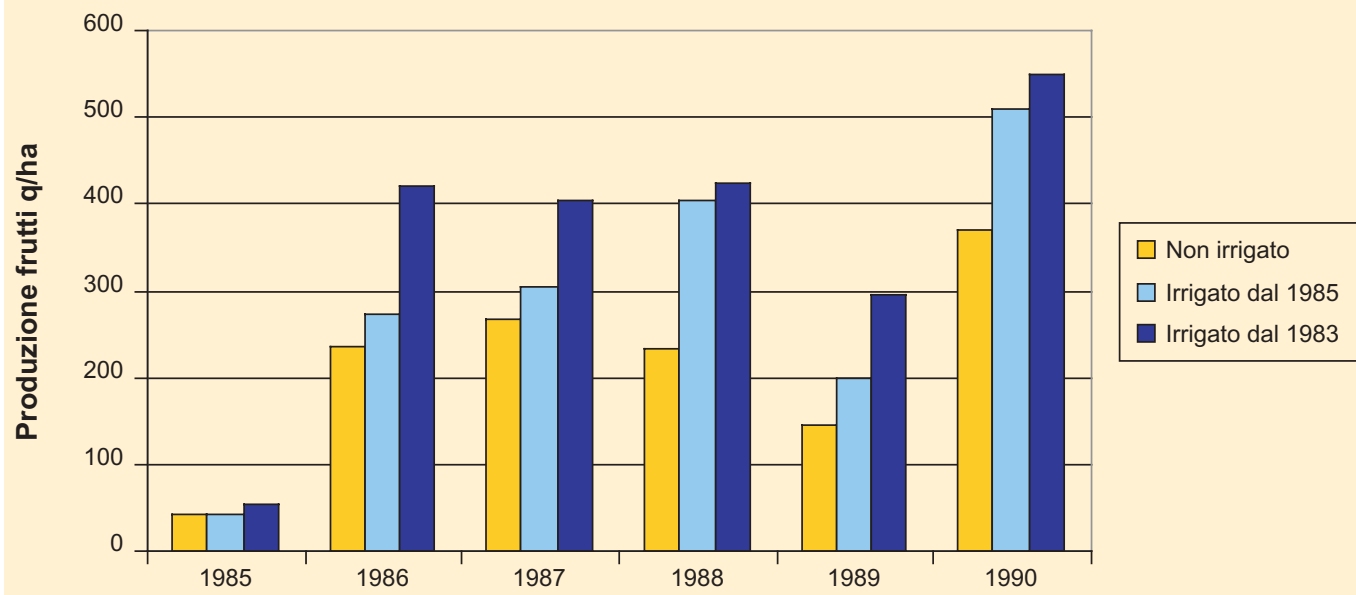
nare una discreta riduzione delle perdite d'acqua dal terreno; maggiori quantitativi potranno essere risparmiati adottando il metodo a goccia che permette di bagnare solo il limitato volume di terreno colonizzato dalle radici delle giovani piante.

Con l'obiettivo di posticipare le spese d'acquisto dell'impianto d'irrigazione, alcuni frutticoltori rimandano l'irrigazione al primo anno di entrata in produzione; la riduzione d'accrescimento comporta un ritardo nella formazione dello scheletro della pianta che ritarda l'entrata in produzione. Inoltre, è stato osservato che la produttività del frutte-

to non irrigato dal primo anno, rimane limitata per tutta la vita dell'impianto, anche se successivamente mantenuto in ottimale stato di rifornimento idrico.

Gli effetti negativi della mancata irrigazione dall'anno di impianto sono ben evidenziati da prove condotte a Ravenna negli anni 1983-1990, nelle quali un meieto non irrigato nei primi due anni di impianto ha subito una minore resa, rispetto allo stesso melo irrigato dal primo anno, pari a circa 70 q/ha/anno nei 6 anni successivi (Fig. 4). Il danno economico per l'abbassamento di resa fu valutato in 3 milioni di lire all'anno.

Fig. 4 - Effetti negativi del ritardo nell'anno di inizio dell'irrigazione su melo cv. Cooper 7/MM106.





(Foto Archivio CER)



METODI e SISTEMI irrigui

Le attrezzature e le modalità adottate per l'irrigazione delle colture sono numerose e molto diverse tra loro ma solo il raggiungimento della più elevata efficienza di distribuzione d'acqua alle colture, permette di conseguire un'economia nell'uso dell'acqua.

Il passaggio da un metodo caratterizzato da elevate perdite ad uno capace di determinare la massima efficienza d'utilizzazione, rappresenta quindi una strategia indispensabile nel quadro complessivo del risparmio idrico agricolo.

L'abbinamento di un metodo e sistema irriguo alle caratteristiche della coltura e del terreno non è però mai casuale, infatti, nessun sistema irriguo si adatta perfettamente a tutte le situazioni ma ognuna di esse richiede particolare attenzione, per individuare il sistema irriguo che riunisce in se il maggior numero di vantaggi agronomici senza, ovviamente, tralasciare gli aspetti economici e gestionali.

Nella realtà di campo, quindi, non tutte le colture sono - per esempio - utilmente irrigabili per aspersione, e per molte altre è difficile od antieconomico passare all'irrigazione a goccia.

Viceversa, ogni metodo e sistema può e deve essere impiegato in maniera corretta, adottando tutti gli accorgimenti possibili per consentire il raggiungimento della sua migliore efficienza di distribuzione.

Sistemi altamente efficienti - come quelli in pressione ad aspersione ed a goccia - sono spesso adoperati male ed impropriamente, con perdite d'efficienza e d'acqua.

Dopo la scelta del sistema irriguo più adatto alla coltura ed alla situazione aziendale, serve quindi anche un'ottimale conoscenza delle caratteristiche del metodo irriguo per minimizzarne le perdite di omogeneità e di efficienza di distribuzione.

Uso EFFICIENTE degli IMPIANTI

Nell'azienda agricola le perdite che avvengono durante l'irrigazione, sono principalmente per:

- evaporazione ed infiltrazioni dalle condotte di trasporto aziendali (canali e tubazioni);
- evaporazione durante l'adacquata, (durante il lancio o da pelo libero);
- percolazione profonda, per applicazione di un volume esuberante la capacità di ritenzione del suolo;
- ruscellamento superficiale, per una pluviometria irrigua superiore alla permeabilità del terreno;
- bagnatura di volumi di terreno non interessati dalla coltura.

All'interno dell'azienda agricola, quindi, l'adozione di un metodo o sistema irriguo piuttosto che un altro è un fattore importante per giungere ad un uso corretto ed efficiente dell'acqua. Come lo sono le modalità di impiego del metodo irriguo, infatti, la buona od elevata efficienza propria di un sistema può essere irrimediabilmente compromessa da una sua cattiva progettazione o dal suo uso scorretto.

La peggiore efficienza di distribuzione è attribuita ai metodi che non impiegano tubature in campo, come la sommersione, lo scorrimento, l'infiltrazione laterale da solchi. Viceversa, un'efficienza migliore è data dai metodi che prevedono il trasporto dell'acqua per mezzo di tubazioni all'interno del campo, e la successiva distribuzione al suolo mediante vari congegni: irrigatori, gocciola-

tori, spruzzatori, ecc. (Tab. 1).

I valori di efficienza sono però solo orientativi, in certi casi, infatti, è possibile osservare un'efficienza dell'irrigazione per infiltrazione laterale anche del 75%, se praticata con solchi corti e su terreni poco permeabili da un agricoltore esperto, od un'efficienza dell'irrigazione a goccia di solo il 50% perché, ad esempio, praticata con un impianto con gocciolatori di portata molto diversa tra loro, e carenti per numero e posizione rispetto alla pianta.

L'efficienza di ogni metodo può quindi essere migliorata applicando tecniche o comportamenti capaci di ridurre le perdite d'acqua non produttive; viceversa, può essere anche notevolmente peggiorata dall'impiego di sistemi inadeguati o mal utilizzati.

Certi metodi non sono assolutamente economici su alcune colture e terreni, altri non si adattano al turno di distribuzione dell'acqua irrigua imposto dal Consorzio, od alla qualità dell'acqua a disposizione, altri, ancora, determinano problemi di gestione non sopportabili dalla bassa disponibilità di manodopera aziendale, ecc.

Ogni sollecitazione a metodi irrigui di elevata efficienza dovrà, quindi, tener conto di queste difficoltà, non sempre eliminabili.

Occorre poi considerare che non sempre l'adozione di un metodo irriguo di elevata efficienza determina un risparmio d'acqua a livello di

azienda o di territorio; infatti, un metodo molto efficiente ma di facile e comodo uso, stimolerà l'agricoltore ad usarlo a pieno regime, mentre un metodo poco efficiente ma che richiede molto impegno di manodopera ed alti costi ad ogni irrigazione, sarà impiegato parsimoniosamente, con un consumo complessivo inferiore.

Indicativamente, i sistemi di irrigazione fissi o stanziali (piazzati in campo all'inizio della stagione irrigua e spostati su un altro campo l'anno successivo) stimolano l'agricoltore ad un maggior numero di interventi irrigui, mentre quelli mobili, che richiedono costosi spostamenti di macchine e tubazioni (e talvolta anche della stazione di pompaggio) sono normalmente impiegati per un numero di adacquate inferiore.

L'agricoltore, infatti, tende giustamente a massimizzare il reddito: con i metodi irrigui fissi impiega (e a volte sovraimpiega) molta acqua per giungere alla massima resa della coltura, con quelli mobili rinuncia a quella quota di produzione che sareb-

Tab. 1 - Valori orientativi di efficienza dei vari metodi di irrigazione.

Metodo irriguo	Efficienza massima di distribuzione acqua
Sommersione	< 25%
Scorrimento	40-50%
Infiltrazione laterale da solchi	55-60%
Aspersione	70-80%
Goccia	85-90%

be antieconomico raggiungere. Naturalmente questa tendenza si registra in assenza di fattori che condizionano il comportamento dell'agricoltore, come la scarsa risorsa idrica o un suo costo elevato, infatti, in questo caso cercherà di giungere al massimo di produzione col minimo quantitativo di risorsa idrica, impiegando un metodo efficiente e con volumi ridotti.

EFFICIENZA ED UNIFORMITÀ DI DISTRIBUZIONE

La capacità di un sistema di irrigazione di applicare l'acqua in maniera uniforme ed efficiente, è il fattore che influenza maggiormente sia la risposta produttiva delle colture, sia la possibilità o meno di utilizzare l'acqua in maniera oculata.

Per il calcolo o la descrizione degli indicatori occorre conoscere tutte le perdite d'acqua possibili (già descritte per illustrare il bilancio idrico delle colture: evaporazione, traspirazione, evapotraspirazione, percolazione profonda, ruscellamento superficiale), ma anche quelle tipiche dei vari metodi da confrontare, come ad esempio: la deriva, le colature irrigue di fondo campo, la perdita dalle tubazioni o dalle affossature di testata, ecc.

Per deriva s'intende la perdita d'acqua sotto forma di gocce che vengono trasportate dal vento fuori dell'appezzamento da irrigare; l'effetto è specifico dell'irrigazione per aspersione e nella microirrigazione a spruzzo, e può assumere valori elevati in condizione di vento forte, specie se l'irrigatore è alto rispetto al terreno e le gocce sono molto nebulizzate.

Le colature sono le perdite d'acqua fuori dal campo da irrigare spesso necessarie o conseguenti all'irrigazione per scorrimento e da solchi, e possono essere quasi assimilate a perdite per ruscellamento superficiale. Una prima distinzione importante

può essere fatta tra: perdite produttive e non produttive; normalmente per giungere ad un uso corretto dell'acqua occorre eliminare solo le seconde, mentre le perdite produttive, come l'evapotraspirazione, sono limitabili solo a condizione di deprimere la resa; abbiamo però già dimostrato che anche l'evapotraspirazione può essere ridotta ricorrendo a tecniche di stress idrico controllato (pag. 109).

Alcune perdite possono essere poi totalmente od in parte recuperate al di fuori del campo soggetto ad irrigazione, ad esempio, le perdite di colatura dell'irrigazione a scorrimento, o quelle conseguenti allo svuotamento di bacini di risaia, possono essere riutilizzate "a valle" per altri usi irrigui; quindi perse dal singolo campo ma non completamente a livello di territorio.

Anche sul territorio, le perdite per infiltrazione che avvengono durante il trasporto dell'acqua nella rete di canali possono rifornire positivamente le falde o contribuire ad aspetti favorevoli per il paesaggio, risultando "perdite ambientalmente benefiche". Questi concetti portano ad una più attuale ripartizione separando altri eventuali benefici agronomici dalle perdite non opportune.

Nell'uso benefico dell'acqua le perdite dovrebbero essere limitate a:

- perdite per evapotraspirazione utili al miglior rifornimento idrico e alla produttività della coltura,
- perdite per evapotraspirazione di piante agronomicamente o ambientalmente utili, come i frangivento vivi, l'inerbimento interfilare dei frutteti, colture da sovescio per l'incremento della sostanza organica nel terreno, ecc.
- perdite d'acqua per il controllo delle temperature: irrigazione rinfrescante su certe ortive o sul kiwi, climatizzazione per l'attecchimento

post trapianto, irrigazione anti-brina, controllo termico per sommersione del riso, ecc.,

- perdite per percolazione necessarie in presenza di acque saline o per il dilavamento dei suoli salsi.

Per contro, le perdite non benefiche sono:

A- Perdite non benefiche ma utili, come:

- irrigazione o rilascio d'acqua a siepi utili al rifugio di insetti o altri animali utili,
- rilascio d'acqua in zone umide naturali od artificiali,
- rilascio d'acqua nei corsi idrici in magra eccezionale per alleviare l'inquinamento,
- percolazione finalizzata alla ricarica artificiale delle falde;

B- Perdite non benefiche inutili, cioè non mirate a nessun risultato agronomico od ambientale, come:

- evaporazione, percolazione, ruscellamento e deriva, dovute ad errate scelte del momento d'intervento irriguo, del volume d'adacquata del metodo irriguo o del suo impiego corretto,
- perdite per la bagnatura di terreno non coltivato o non raggiunto dalle radici delle piante,
- perdite dalle condotte di irrigazione.

EFFICIENZA IRRIGUA

Le prestazioni di un metodo irriguo, o di un sistema irriguo a livello di campo o di territorio, sono date dal rapporto percentuale tra la quantità d'acqua utilizzata "beneficamente" ed il volume d'acqua distribuita.

Specialmente nel calcolo dell'efficienza irrigua a livello di un territorio, che comprende tutte le perdite tra fonte d'alimentazione idrica e coltura, è stato recentemente proposto un "indice di sagacia dell'irrigazione" (IS). L'indice considera vantaggiose sia le utilizzazioni d'acqua stret-

tamente legate alla produzione agricola, sia quelle necessarie al mantenimento di un certo livello qualitativo nella canalizzazione mista di scolo ed irrigazione, di quelle necessarie a mantenere un certo livello di ricarica delle falde, ecc.

L'indice di sagacia rappresenta molto bene alcune realtà irrigue dell'Emilia-Romagna dove l'impermeabilizzazione dell'estesissima rete di canali irrigui non rivestiti, potrebbe consentire, a livello teorico, una rilevante riduzione delle "perdite" d'acqua durante il trasporto della risorsa, ma le conseguenze ambientali di tale costosissima trasformazione potrebbero determinare un peggioramento qualitativo delle acque superficiali, un impoverimento del paesaggio ed un deleterio abbassamento delle falde.

Per una più concreta valutazione dell'efficienza occorre quindi un indi-

catore meno raffinato, ma che meno si presti a equivoci od interpretazioni, conviene riferirsi quindi, alla Efficienza globale di distribuzione (EG) cioè al semplice rapporto tra volume d'acqua trattenuta nello strato di terreno ed utilizzabile dalla coltura e l'acqua prelevata dalla fonte idrica d'approvvigionamento. Il calcolo dovrà quindi necessariamente prevedere una corretta valutazione dello strato utile, e di tutti i livelli di efficienza tra fonte idrica e suolo.

L'efficienza è quindi composta dalle diverse efficienze che si incontrano durante il trasporto dell'acqua dalla fonte idrica alla pianta.

Una prima frazione dell'efficienza globale EG è costituita dall'efficienza di consegna (EC) che esprime il rapporto tra il volume d'acqua consegnato alle aziende agricole e quello prelevato dalla fonte idrica tipicamente un fiume, un lago o la falda.

L'efficienza di consegna rappresenta molto bene la fase di trasporto dell'acqua da parte dei Consorzi di bonifica verso le aziende agricole, e sarà molto bassa (40-50 %) in caso di trasporto tramite canalizzazioni in terra non rivestite, nelle quali alle perdite d'evaporazione si sommano ingenti perdite per infiltrazione dell'acqua dal fondo e dalle sponde. Viceversa potrà risultare molto elevata, ed anche superiore al 90%, se la rete di trasporto è nuova, o mantenuta in ottimo stato di manutenzione.

Una seconda frazione dell'efficienza globale è data dall'efficienza aziendale (EA), cioè dal rapporto tra il volume d'acqua che l'azienda distribuisce sui terreni irrigati ed il volume d'acqua consegnata dal Consorzio di bonifica all'azienda. Se l'azienda agricola preleva direttamente da una fonte idrica il volume consegnato assume il significato di volume pre-



(Foto Archivio CER)

levato.

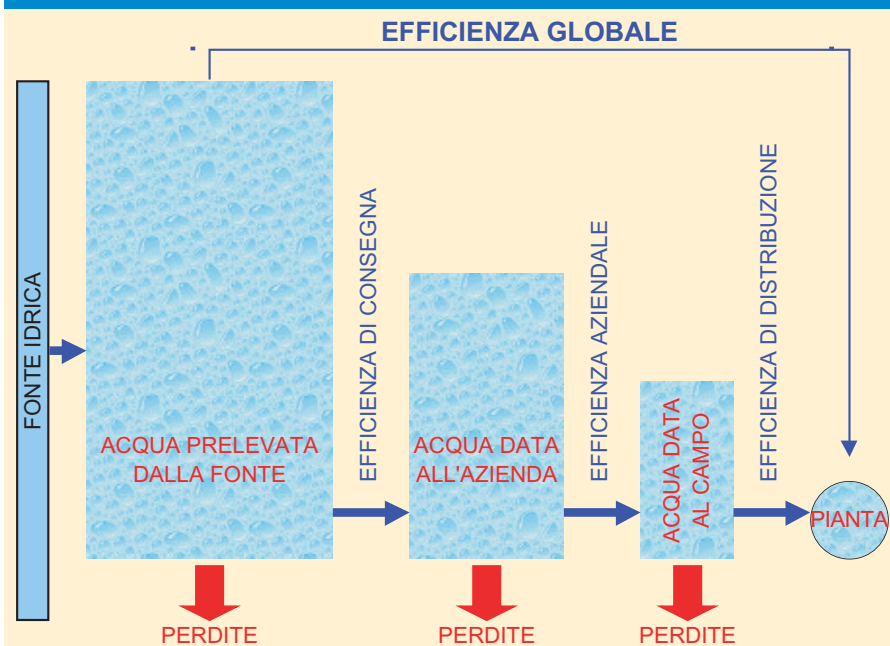
La terza parte dell'efficienza globale è l'efficienza dell'adacquamento o efficienza di distribuzione (ED), molto dipendente dal metodo irriguo impiegato (ma anche dall'accuratezza con la quale viene adoperato), esprime il rapporto percentuale tra il volume d'acqua trattenuta nello strato di terreno, ed utilizzabile dalle piante, ed il volume di adacquata. La percentuale di ED evidenzia tutte le perdite d'acqua che possono avvenire nell'appezzamento di terreno durante l'irrigazione, per effetto dell'impiego dei diversi metodi irrigui e dei criteri adottati per la loro utilizzazione.

In conclusione l'efficienza globale EG è data dalla composizione delle diverse efficienze descritte $EG=EC+EA+ED$ (Fig. 1).

UNIFORMITÀ DI DISTRIBUZIONE IRRIGUA

Per ottenere il massimo beneficio agronomico dall'irrigazione è assolutamente necessario che l'acqua distribuita raggiunga uniformemente le piante presenti in coltura. In caso contrario il diverso grado di umidità presente nel terreno può portare a situazioni di stress idrico in certe parti del campo ed ad eccesso di umidità in altre e, quindi, a diverse condizioni di crescita tra le piante, molto negative ai fini produttivi: ombreggiamento delle piante più alte a danno delle meno sviluppate, eterogeneo raggiungimento della maturazione con problemi per la raccolta manuale e meccanica, peggiore uniformità del colore e della pezzatura dei frutti, qualità del prodotto molto variabile, ecc. La scarsa omogeneità di distribuzione dell'acqua è poi ancor più negativa in caso di fertirrigazione, per l'esaltazione della eterogeneità di crescita delle piante.

Fig. 1 - Schema dell'efficienza di un sistema irriguo, tra fonte di prelievo idrico ed utilizzazione d'acqua da parte della pianta.



Una poco omogenea bagnatura della coltura porta poi sempre ad un abbassamento dell'efficienza nell'uso dell'acqua e quindi ad un uso scorretto della risorsa, inoltre spinge l'agricoltore a soddisfare le esigenze delle piante alle quali arriva meno acqua, sovrirrigando di conseguenza le altre, con ulteriori sprechi e danni alla coltura.

Le differenze di uniformità dei vari metodi irrigui rappresentano quasi completamente le differenze di efficienza tra gli stessi, inoltre, l'ottenere la più elevata uniformità di distribuzione dell'acqua irrigua è il principale fattore per conseguire la migliore efficienza raggiungibile dal metodo adottato.

L'uniformità di distribuzione irrigua non è però sinonimo d'efficienza nell'uso dell'acqua, infatti, se l'efficienza di distribuzione è alta sicuramente sarà elevata anche l'uniformità ma, viceversa, anche in caso di un'otti-

ma uniformità di distribuzione (come nella sommersione delle risaie) si potrà avere una bassissima efficienza se il volume applicato è eccessivo e viene in gran parte perso per percolazione profonda.

Le cause principali della perdita di uniformità possono essere provocate da vari motivi:

- nell'irrigazione a scorrimento e da solchi per l'eccesso di saturazione e percolazione dell'acqua nella porzione iniziale del campo, o per la diversa bagnatura dell'appezzamento;
- nell'irrigazione per aspersione per pressione non uniforme nella rete, per la pluviometria decrescente dall'irrigatore alla parte finale del getto, per la sovrapposizione delle aree bagnate dagli irrigatori in postazione, per effetto del vento;
- nell'irrigazione a goccia ed a spruzzo per cattiva uniformità delle portate degli erogatori.

Irrigazione per ASPERSIONE

La sollecitazione ad un uso più parsimonioso e corretto dell'acqua vede nella sostituzione dei metodi scarsamente efficienti, con quelli dotati di maggiori possibilità di ridurre gli sprechi, uno degli elementi principali capaci di risparmiare acqua.

Oltre alla sostituzione dei metodi irrigui, che come già rilevato non è sempre facile od opportuno effettuare, rimangono poi ampi margini di miglioramento nell'ambito di ogni metodo capaci di aumentarne l'efficienza anche in maniera considerevole.

L'irrigazione per asperzione è detta anche "a pioggia" perché le modalità d'arrivo dell'acqua sul terreno o sulla coltura simulano quelle degli apporti idrici naturali. In realtà, mentre la pioggia cade simultaneamente e abbastanza uniformemente in tutte le zone del campo, la pioggia artificiale prodotta dagli irrigatori cade in aree irregolarmente circolari, con un'uniformità imperfetta, per la necessaria sovrapposizione del lancio degli irrigatori e per l'effetto del vento.

Nell'irrigazione meccanizzata mediante i semoventi (rotoloni) la forma di bagnatura è invece prodotta da un unico irrigatore o da una barra irrigatrice, con una bagnatura rettangolare del campo e modeste sovrapposizioni.

Pur nella difficoltà di tracciare le caratteristiche generali dell'asperzione per le molte forme che assu-

me, l'irrigazione a pioggia è soggetta a:

- volumi medio - alti di acqua distribuita ad ogni intervento,
 - orari di adattamento contenuti,
 - medi o lunghi intervalli tra una irrigazione e l'altra,
 - pressione medio - alta dell'acqua.
- Dal dopoguerra, l'irrigazione a pioggia si è notevolmente sviluppata in Italia in tutti i territori di nuova irrigazione, ed anche in quelli precedentemente soggetti a metodi per scorrimento superficiale.

In ambedue i casi, la scelta era sostenuta dai numerosi vantaggi ed anche per le ampie possibilità di ottenere un uso migliore e più ridotto dell'acqua, che già decenni fa costituiva un obiettivo da raggiungere.

Oggi l'irrigazione per asperzione non è più una novità, ma il continuo progresso ha nel tempo prodotto parecchie innovazioni tecnologiche, ampliando le soluzioni impiantistiche e di distribuzione a disposizione dell'agricoltore e, soprattutto, con la possibilità di meccanizzare l'irri-

Tab. 1 - Principali tipologie di sistemi di irrigazione per asperzione.

Mediante tubazioni ferme durante l'irrigazione	
Sistemi ad ali mobili	Costituite da tubazioni di trasporto dell'acqua ed irrigatori rotanti che vengono spostati da un campo all'altro al termine dell'irrigazione; vuole molta manodopera e poco capitale d'acquisto. Adatta per aziende con irrigazione sporadica.
Sistemi ad ali stanziali	Tubazioni ed irrigatori rotanti rimangono in campo dall'inizio alla fine della stagione irrigua e poi immagazzinati. Adatta per aziende con irrigazione sistematica e frequente.
Sistemi semifissi	Tubazioni principali interrate e secondarie mobili o stanziali sulla superficie irrigata nell'anno. Maggiori costi d'acquisto. Adatta per aziende con irrigazione sistematica di discreta superficie.
Sistemi fissi	Tubazioni principali e secondarie e irrigatori rotanti fissi sempre in postazione. Costi impianto maggiori. Adatta per aziende specializzate in colture ortofrutticole sempre irrigate.
Sistemi meccanizzati	
Semoventi ad ala avvolgibile (rotoloni)	Macchine semoventi con tubazione avvolgibile su un aspo trainante un irrigatore a settore (180-210°) od una barra irrigatrice in movimento longitudinale sul campo. Ottimo compromesso costo d'acquisto/manodopera necessaria. Va bene in aziende di discreta superficie con colture irrigue in rotazione nei campi.
Ali piovane ad avanzamento frontale (rainger)	Grandi macchine con tubazioni della larghezza dell'appezzamento irriguo portanti irrigatori statici o dinamici. Adatta in grandi aziende ad irrigazione sistematica e poca manodopera.
Ali piovane impennate (pivot)	Grandi macchine con tubazioni impennate al centro ed avanzamento ruotante, portanti irrigatori statici o dinamici.

gazione per aspersione mediante macchine irrigue di varia concezione (Tab. 1):

Specie in Emilia Romagna, l'irrigazione per aspersione può essere considerata il metodo irriguo di riferimento per ogni confronto d'efficienza rispetto agli altri metodi; infatti, tutte le colture presenti nel territorio possono essere irrigate senza nessuna particolare difficoltà mediante i diversi sistemi d'irrigazione a pioggia.

Oggi i sistemi ad ali mobili o stanziali sono rimasti confinati in poche aziende ortive, mentre i sistemi fissi sono prevalentemente impiegati in frutticoltura nelle aree con elevate dotazioni irrigue come nel ferrarese. Il semovente ad ala avvolgibile ha sostituito gran parte delle ali mobili e stanziali per la duttilità ad adattarsi a numerose situazioni colturali, e soprattutto alle grandi colture erbacee estensive per le quali è oggi il metodo principale. La sollecitazione alla sostituzione dell'irrigazione per scorrimento con metodi più efficienti e meno idroesigenti, vede nel rotolone l'unica soluzione oggi plausibile e praticabile sulle foraggere e sulle altre colture erbacee di pieno campo. Viceversa la goccia potrà razionalmente sostituire lo scorrimento sulle rare colture ortofrutticole ancora così irrigate.

Il metodo a goccia è, invece, il sistema irriguo che ha sostituito l'aspersione su una discreta superficie di colture ortofrutticole, alimentando una vivace discussione tra i tecnici favorevoli al sistema localizzato e quelli che vedono nell'irrigazione a pioggia un sistema ancora molto valido e più produttivo; nel confronto tra i due metodi, infatti, le specifiche caratteristiche della coltura e della risorsa a disposizione determinano condizioni ora favorevoli ad un metodo ora all'altro.

Il risparmio idrico conseguente alla sostituzione dello scorrimento con l'aspersione è veramente alto. Nel reggiano, ad esempio, alcuni confronti effettuati su prato stabile hanno verificato riduzioni del 78% nella quantità d'acqua somministrata alla coltura, anche con incrementi di 24 q/ha del foraggio secco prodotto (Fig. 1).

Il volume mediamente erogato dall'irrigazione a scorrimento, di circa 12.900 m³/ha/anno, è stato ridotto a 2.750 m³/ha/anno, con un indice di conversione dell'acqua in foraggio secco passato da 59,7 m³/q di s.s. (sostanza secca) a 11,4 m³/q di s.s.

Potenzialmente, quindi, la parziale sostituzione del metodo a scorrimento e per infiltrazione laterale, presenti in regione su circa 45.000 ettari, potrebbe portare ad un risparmio della risorsa idrica prelevata di parecchie decine di milioni di metri cubi, od ad una notevole possibilità di ampliamento delle superfici irrigate con la medesima acqua.

Nessun'altra sostituzione tra i metodi irrigui potrebbe portare ad un risultato così clamoroso.

ASPERSIONE E RISPARMIO IDRICO

L'efficienza di distribuzione data dall'irrigazione per aspersione è mediamente del 70-80%, ma sono rag-

Fig. 1 - Confronto produttivo e di consumo idrico tra l'irrigazione ad aspersione e per scorrimento superficiale, del prato stabile, nel reggiano (Consorzio CER e Bantivoglio-Enza).

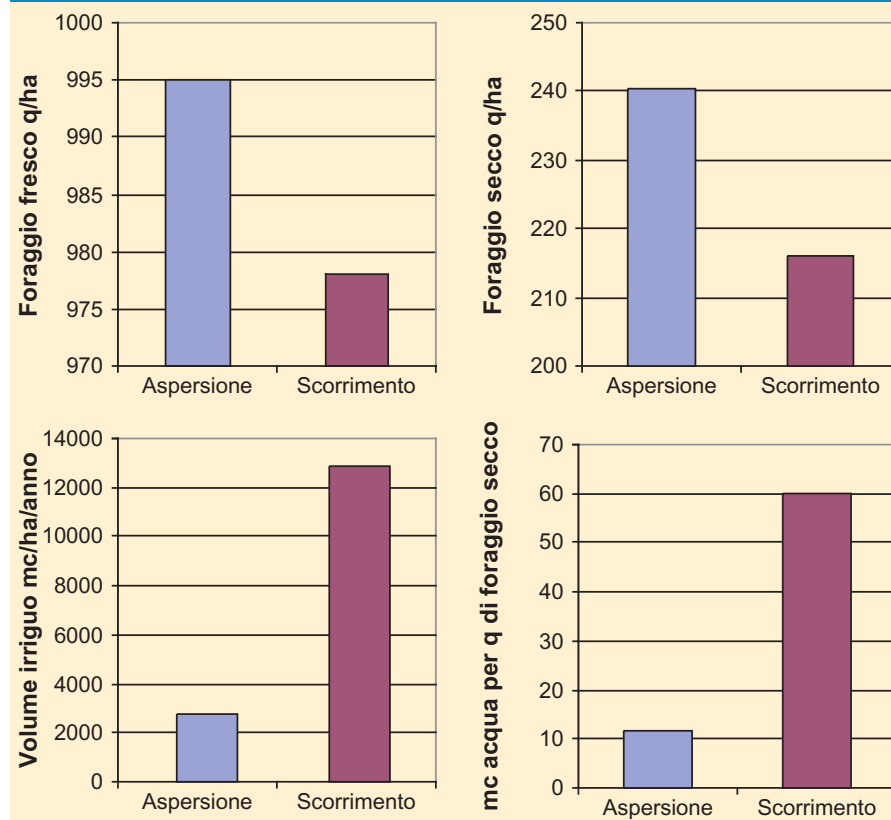
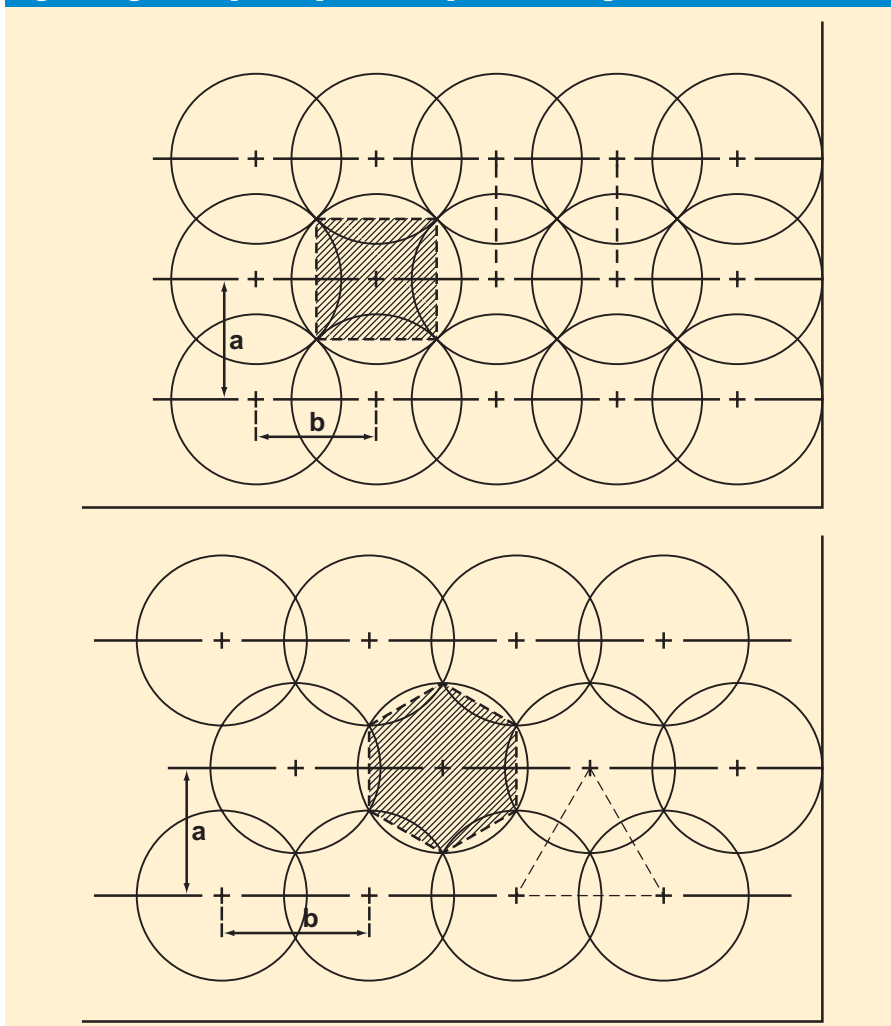


Fig. 2 - Irrigatori disposti a quadrato (sopra) ed a triangolo (sotto).



giungibili valori superiori in impianti ben calcolati e regolati e se si interviene in assenza di vento, e con volumi ben dosati per evitare percolazione profonda.

Con l'aspersione è quindi possibile:

- dosare il volume irriguo rispetto alla capacità di trattenuta idrica del suolo riducendo la percolazione,
- dosare con buona precisione il volume irriguo con un'applicazione corretta delle indicazioni del bilancio idrico,

- ottenere una elevata uniformità di bagnatura del terreno capace di aumentare l'efficienza e ridurre gli sprechi di risorsa idrica,
- adattare facilmente il volume irriguo al tipo di terreno,
- effettuare irrigazioni idonee all'emergenza dei seminativi o all'attecchimento dei trapianti con l'applicazione di piccoli volumi efficienti,
- climatizzare le colture contro le minime e le massime termiche,

- mantenere un buon inerbimento interfilare dei frutteti,
- irrigare tutti i tipi di coltura presenti in azienda con un unico metodo,
- automatizzare e meccanizzare l'irrigazione con migliore uso dell'acqua.

Per contro l'irrigazione per aspersione comporta diversi aspetti negativi:

- richiede energia per la messa in pressione dell'impianto,
- è soggetta a perdite per evaporazione durante il lancio,
- determina perdite per evaporazione dalla superficie del terreno bagnato e da quella delle foglie bagnate dopo l'irrigazione,
- è soggetta a perdite d'acqua per deriva in caso di vento che ne influenza negativamente anche l'uniformità di distribuzione,
- necessita di sovrapposizione di aree bagnate dagli irrigatori con peggioramento dell'uniformità,
- determina percolazione profonda in caso di somministrazione di volume eccessivo in relazione alla profondità delle radici ed al tipo di terreno,
- aumenta lo sviluppo di erbe infestanti e della traspirazione complessiva.

Per irrigare ad aspersione con un'elevata efficienza di distribuzione dell'acqua, è quindi indispensabile attuare tecniche o comportamenti capaci di eliminare, o ridurre al minimo, le cause d'inefficienza del metodo.

UNIFORMITÀ DI DISTRIBUZIONE

Nei classici impianti per aspersione costituiti da irrigatori fermi nella loro postazione, l'acqua cade in aree che, in assenza di vento e con irrigatori ben regolati, assumono una forma circolare e con sovrapposizione delle aree bagnate. Queste porzioni di terreno fortunatamente non ricevono il doppio d'acqua di quelle

bagnate dal lancio di un solo irrigatore, infatti, la quantità di pioggia terminale del getto è inferiore a quella della parte centrale; ciononostante è necessario ridurre al minimo l'irregolarità della distribuzione.

I modelli di disposizione degli irrigatori più comunemente adottati sono quelli a triangolo ed in quadrato. (Fig. 2), la disposizione in quadrato prevede che la distanza tra le linee tubate (a) sia eguale alla distanza tra gli irrigatori (b), ed ambedue equivalenti al raggio dell'irrigatore (R) per la radice di 2, cioè per 1,41

$$a=b= R \times \sqrt{2} = R \times 1,41$$

La disposizione in triangolo crea

minori sovrapposizioni di aree bagnate, migliorando la distribuzione della pioggia artificiale e quindi l'efficienza di distribuzione dell'acqua. Essa prevede che la distanza tra le tubazioni (a) sia pari ad 1,5 volte il raggio, e la distanza tra gli irrigatori (b) pari al raggio di lancio per la radice di 3, cioè 1,73

$$a = R \times 1,5$$

$$b = R \times \sqrt{3} \text{ cioè } b = R \times 1,73$$

Questo modello di posizionamento in campo degli irrigatori che sembra frutto di pura teoria, permette un reale miglioramento dell'uniformità di erogazione, e quindi dell'ef-

ficienza di distribuzione, raggiungendo anche l' 85-90%.

In genere con la postazione a triangolo, l'intensità oraria di pioggia, ha un valore inferiore di circa il 30% rispetto a quella in quadrato, è quindi più adatta a terreni argillosi a bassa permeabilità; per contro l'orario di adacquamento sarà più lungo perché l'intensità oraria di pioggia è inferiore.

Per alcuni irrigatori a bassa pressione di corta gittata ed in zone ventose, la distribuzione triangolare viene prevista con distanze pari alla gittata R (sovrapposizione completa). Nella realtà una perfetta applicazione di queste regole è ben applicabile solamente agli impianti fissi, per i quali le tubazioni in P.V.C od in P.E.



(Foto Archivio CER)



(Foto Archivio CER)

d'efficienza nell'uso dell'acqua, la gittata può essere facilmente calcolata con:

$$R = 1,35 \times \sqrt{dH}$$

Dove d è il diametro dell'ugello in mm e H è la pressione in metri. Infine, l'uniformità di bagnatura può anche essere peggiorata da tubazioni lungo la linea di diametro insufficiente in rapporto alla portata degli irrigatori; in questo caso, le perdite di carico idraulico lungo la condotta determinano una minor pressione agli irrigatori più distanti,

possono essere tagliate nelle misure desiderate; viceversa, la disposizione degli irrigatori su ali mobili con tubazioni di acciaio zincato viene condizionata dalla loro lunghezza standard di tre o sei metri. Un posizionamento degli irrigatori secondo spaziature troppo occasionali può determinare un'efficienza di distribuzione inferiore al 70%.

Una drastica perdita di uniformità ed efficienza di distribuzione dell'acqua è provocata dalla mancata sovrapposizione delle aree bagnate per errori di progettazione (scarsa pressione, condotte sottodimensionate), che possono portare l'indice di efficienza a valori inferiori al 50%. Il raggio dell'irrigatore, cioè la sua gittata, va quindi ben considerato per non incorrere in gravi perdite

che avranno gittata e portata ridotti, portando ad una irregolare bagnatura del campo.

Le macchine semoventi (rotoloni) sono costituite da un telaio carrellato sul quale è installato un aspo capace di avvolgere e svolgere una tubazione in polietilene, collegata da un lato al telaio ed alla condotta di alimentazione idrica, dall'altro ad un irrigatore di grande gittata anch'esso posto su un carrello.

Per l'irrigazione la macchina viene posta su una testata del campo e collegata all'alimentazione idrica. Prima della messa in pressione il carrello portairrigatore viene trainato sulla testata opposta del campo. Una volta in pressione, l'irrigatore di grande gittata, regolato a settore di 180-240°, viene lentamente riportato ver-

so la macchina mediante la trazione del tubo stesso esercitata dall'aspo azionato da un motore idraulico.

Durante il lento arretramento, l'irrigatore bagna una grande fascia rettangolare avente per lato il doppio del raggio di lancio dell'irrigatore, e per lunghezza quella del tubo avvolgibile (e parte di quella del raggio di lancio). La diversa velocità di arretramento dell'irrigatore può essere regolata per ottenere il valore di pluviometria desiderato.

Rispetto all'aspersione con ali piovane ed irrigatori, il rotolone determina:

- un consistente risparmio di manodopera e di tempo, evitando i numerosi cambi di postazione degli impianti a pioggia ad ali mobili;
- una maggiore regolarità nella distribuzione dell'acqua, grazie alla distribuzione a strisce rettangolari parallele, che permette di controllare con precisione le aree di sovrapposizione con conseguente miglioramento dell'uniformità (anche superiore all'80%) e quindi del risparmio idrico;
- una maggiore capacità di lavoro, oscillante tra i 2 e i 10 ettari irrigati in 24 ore.

L'estrema duttilità del rotolone per l'irrigazione di gran parte delle colture (sui frutteti è però consigliabile l'aspersione classica o la goccia), trova i suoi maggiori inconvenienti:

- nell'elevata pressione necessaria all'impianto (fino a 9-11 bar),
- nella forte intensità di precipitazione data dalla pluviometria quasi istantanea nella porzione sottoposta ad irrigazione, con fenomeni di ruscellamento che possono abbassare l'efficienza di distribuzione,
- nell'alta sensibilità al vento in conseguenza della lunghezza di gittata ed altezza di lancio dell'irrigatore.

Per tali motivi, negli ultimi anni molti agricoltori preferiscono impiegare delle barre irrigatrici al posto dell'irrigatore "a cannone" facendo innalzare le prestazioni di efficienza di distribuzione dei rotoloni per l'ottima uniformità di distribuzione e la limitata area di sovrapposizione necessaria. Le barre adacquatrici sono anch'esse carrellate e sono costituite da una tubazione portante numerosi ugelli nebulizzatori, capaci di determinare:

- un minor effetto battente sul terreno e la vegetazione, anche se sempre con elevata intensità di distribuzione,
- necessità di minor pressione (2,5-3 bar),
- minore effetto deriva in caso di vento,
- minori perdite per evaporazione e deriva durante il lancio,
- maggiore uniformità ed efficienza di distribuzione dell'acqua.

La riduzione della deriva e dell'evaporazione sono l'effetto della minor distanza tra uscita dell'acqua e coltura, purtroppo però tale vantaggio è spesso annullato dalla eccessiva polverizzazione dell'acqua. Per questo motivo il Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo sta sperimentando l'impiego di spruzzatori LEPA (Low Energy Precision Application) vedi a pag. 128, capaci di ridurre gli effetti dell'evaporazione e della deriva, migliorando ulteriormente le prestazioni delle barre irrigatrici e quindi delle macchine semoventi.

L'impiego dell'irrigatore o della barra causano una forma di bagnatura rettangolare e una minore sovrapposizione delle aree adiacenti bagnate, con una migliore uniformità, ma altri inconvenienti potrebbero ridurla: le testate di partenza ed arresto dell'irrigazione potrebbero ricevere meno acqua per il movimento



continuo dell'irrigatore sul campo, durante l'avvolgimento del tubo sull'aspo il diametro aumenta potendo provocare un incremento della velocità con diminuzione della pluviometria durante il tragitto dell'organo irrigatore.

Le più moderne macchine irrigue sono oggi dotate di computer di regolazione e controllo molto raffinati che consentono di eliminare completamente questi inconvenienti, rendendo programmabili con precisione i millimetri di irrigazione desiderati e la misura del volume effettivamente impiegato. In alcuni modelli ancora più evoluti è previsto l'arresto automatico dell'irrigazione a determinate velocità e direzioni del vento, e la possibilità di dosare l'immissione d'elementi nutritivi nell'acqua (fertirrigazione).

In sintesi, dunque, il metodo per aspersione consente di raggiungere

mediamente buone uniformità di distribuzione; la diversa disposizione degli irrigatori in campo e l'uso di macchine semoventi con irrigatore o con barra adacquatrice, possono però influire discretamente sull'uniformità (Tab. 2).

PERDITE DURANTE IL LANCIO

Durante l'irrigazione per aspersione l'acqua fuoriesce dagli ugelli degli irrigatori o dei nebulizzatori, con una pressione capace di polverizzare, più o meno fortemente, il getto; gli irrigatori rotanti hanno poi appositi rompigetto capaci di frammentare ulteriormente il flusso in uscita. Gli spruzzatori inseriti sulle barre adacquatrici sono normalmente di tipo statico, e polverizzano minuziosamente l'acqua o la diffondono mediante fessurazioni di vario tipo.

In tutti, i casi le gocce d'acqua entra-

no in contatto con l'atmosfera e sono soggette ad un'evaporazione più o meno consistente durante il tragitto tra l'ugello dell'irrigatore e la coltura, o il terreno.

La frazione d'acqua persa durante il lancio per evaporazione varia in maniera considerevole in conseguenza della durata dell'irrigazione, della lunghezza del tragitto, del diametro delle gocce, della temperatura dell'aria, dell'umidità relativa e dell'energia data dalla radiazione solare (l'evaporazione di un grammo d'acqua richiede 580 calorie di energia). Irrigazioni effettuate in giornate calde e secche con molta radiazione solare saranno soggette ad alte perdite per evaporazione, mentre in condizioni opposte le perdite saranno minime.

L'influenza dell'umidità relativa dell'aria è però molto importante; anche in presenza di un'alta temperatura dell'aria e di notevole radiazione, il processo di evaporazione è molto rallentato da un'elevata umidità dell'aria, le condizioni tipiche del periodo irriguo nella nostra regione, moderano, quindi, le perdite d'acqua durante l'irrigazione.

All'opposto, la ventosità aumenta le perdite idriche durante l'aspersione, sia per l'effetto di trasporto delle goccioline fuori dell'area da irrigare (deriva), sia perché ricambia l'aria umidificata dall'aspersione con nuova aria calda e secca, capace di mantenere elevato il processo evaporativo. Irrigazioni ad aspersione effettuate con aria fresca ed umida ed in assenza di vento (di prima mattina o di notte), difficilmente raggiungono perdite per evaporazione e deriva superiori al 4-5%. Viceversa, nelle ore calde e secche ed in presenza di vento moderato sono state osservate, in ambienti asciutti, perdite del 35-40%, veramente eccessive per l'uso ottimale della risorsa acqua.

Tab. 2 - Valori orientativi di uniformità di distribuzione raggiungibili da sistemi ad aspersione in assenza di vento e percolazione per volumi eccessivi.

Sistema ad aspersione	% uniformità efficienza
Irrigatori in quadrato ben sovrapposti	70-80
Irrigatori in triangolo ben sovrapposti	75-80
Irrigatori in quadrato mal sovrapposti	50-60
Rotolone con irrigatore senza regolazioni di velocità e pluviometria sulle testate	65-70
Rotolone con irrigatore e controller di velocità e pluviometria sulle testate	80-85
Rotolone con barra adacquatrice e controller di velocità e pluviometria sulle testate	80-90
Rotolone con barra LEPA con controller di velocità e pluviometria sulle testate	>90

L'effetto del vento sull'irrigazione ad aspersione è tanto elevato che in molti ambienti ventosi costringe all'adozione di altri metodi che non ne risultano influenzati, come lo scorrimento o l'irrigazione a goccia. In altri casi, costringe ad adottare distanze ridotte tra gli irrigatori e modelli a getto teso.

Per limitare le perdite per evaporazione occorre perciò evitare le giornate o le ore più calde, secche e senza vento, ma altre strategie come la riduzione del tempo di irrigazione, dell'altezza e lunghezza del lancio, e l'incremento del diametro delle gocce, possono contribuire con successo alla limitazione delle perdite per evaporazione e deriva.

Purtroppo, ridurre il tempo di irrigazione è negativo perché equivale ad ottenere un'elevata intensità di pioggia, con difficoltà di infiltrazione nel terreno e ruscellamento superficiale.

Nell'aspersione mediante "rotolone" l'intensità di pioggia è elevata, e determina minori evaporazioni ma l'effetto positivo è bilanciato da quello della frazione d'acqua ruscellata. Nell'irrigazione effettuata con bar-

ra adacquatrice trascinata da un rotolone, un'efficienza migliore può essere raggiunta diminuendo la polverizzazione delle gocce (minor superficie di contatto acqua/atmosfera) ed abbassando il getto dell'acqua sul tetto della vegetazione (minor tragitto ugello/coltura). Per tali motivi, l'impiego di barre irrigatrici accessoriate con spruzzatori a goccia grossa (minor tragitto con gocce soggette a minor evaporazione e deriva), può determinare una maggiore efficienza di distribuzione (Tab. 2).

L'incremento della dimensione delle gocce è utile perché consente di limitare la superficie d'acqua a contatto con l'aria durante il lancio e limita fortemente la deriva causata dal vento.

PERDITE DAL SUOLO

L'irrigazione per aspersione è caratterizzata da una completa bagnatura del terreno e della chioma della coltura. Nel periodo immediatamente successivo all'intervento irriguo l'evaporazione dal terreno e dalle foglie avrà quindi valori elevati, ben superiori a quelli che si

verificano su un terreno asciutto. Per la stima dell'evapotraspirazione massima della coltura (ETM) si prevede, infatti, che il coefficiente colturale (Kc) subisca un rapido innalzamento del suo valore dopo ogni pioggia od irrigazione.

La perdita per evaporazione diretta dal suolo e dalle foglie può assumere valori attorno ai 2-6 mm ad intervento irriguo, variabili secondo l'evapotraspirazione (ET₀) del periodo e della copertura vegetale presente.

La riduzione di questa forma di evaporazione sarebbe possibile con la riduzione della superficie di terreno e di coltura bagnata, facilmente raggiungibile con accorgimenti particolari allo studio, come l'impiego di barre per rotoloni con irrigatori LEPA a bagnatura interfilare a strisce e la riduzione del numero di interventi irrigui con suolo e vegetazione bagnati, raggiungibile mediante l'applicazione di volumi d'adacquata d'altezza elevata, capaci di sfruttare al meglio la capacità d'invaso del terreno, senza però determinare percolazioni in profondità.

Con un numero ridotto di irrigazioni, infatti, il numero di volte nelle quali l'evaporazione dal suolo e dalle foglie bagnati è più intenso ricorrerà meno frequentemente.

PERDITE PER PERCOLAZIONE PROFONDA

Irrigazioni di volume superiore alla capacità di trattenuta dell'acqua

nello strato colonizzato dalle radici, determinano bagnature in profondità non utilizzabili dalla pianta. Le perdite per percolazione sono subdole e spesso molto elevate, per la cattiva conoscenza del proprio terreno da parte dell'agricoltore.

Il metodo del bilancio idrico costringe ad una valutazione preliminare dell'acqua disponibile nel terreno; l'aggiornamento continuo del volume d'acqua consumato dalla coltura consente, poi, di conoscere il quantitativo d'acqua necessario per portare lo strato di suolo alla capacità di campo (CIC), e quindi senza determinare percolazione profonda (Tab.1 a pag. 97).

Spesso le perdite per percolazione profonda sono invece causate da una cattiva conoscenza della pluviometria oraria dell'impianto irriguo e quindi dall'applicazione di orari d'adacquata sbagliati. In altri casi, invece, l'agricoltore che utilizza un sistema ad aspersione mobile è spinto ad adoperare volumi troppo elevati nel tentativo di ridurre il numero di spostamenti delle attrezzature, pur consapevole che in questo caso le perdite per percolazione saranno elevate. In ambedue i casi, le perdite saranno considerevoli e controproducenti per la massima efficienza di distribuzione dell'acqua.

In definitiva, sia le perdite per evaporazione dalla superficie del terreno e dalle foglie bagnate a seguito di

un'irrigazione, sia quelle per percolazione profonda, sono limitabili mediante un'appropriata scelta del volume d'adacquata da applicare e di una sua precisa misurazione. In tabella 3 si riportano 3 casi di applicazioni diversificate di irrigazione per aspersione di un terreno con 20% di argilla e 40 % di sabbia e per il quale il volume d'adacquata massimo è di 43 mm. Ipotizzata una perdita di evaporazione durante il lancio equivalente all'8% del volume, una perdita per evaporazione dalle superfici bagnate di 5 mm ad intervento e perdite per percolazione corrispondenti al volume esuberante la capacità di trattenuta dell'acqua da parte del suolo.

Il risultato mostra che, solamente tramite l'impiego di un volume d'adacquata corretto, è possibile portare le perdite complessive d'acqua a valori accettabili, ed anche che volumi troppo modesti risultano di bassa efficienza al pari di quelli troppo elevati.

Nella tabella è anche riportato un esempio di ipotetica irrigazione per aspersione effettuata con un rotolone attrezzato con barra munita di diffusori LEPA, portati all'interno delle file della coltura e bagnatura a strisce (un'interfila ogni due), con ipotetica riduzione della evaporazione durante il lancio al 2% del totale del volume distribuito e a 2 mm di quella per bagnatura del suolo e della vegetazione ad ogni intervento.

Tab. 3 - Riduzione delle perdite di evaporazione, dalla superficie del suolo e dalle foglie bagnate, mediante l'ottimizzazione del volume di adacquata e del numero di interventi.

Volume applicato mm	N° interventi	Acqua distribuita mm	Evaporazione nel lancio mm	Evaporazione da superfici bagnate mm	Acqua penetrata nel suolo mm	Acqua percolata mm	Acqua utilizzata mm	Efficienza %
23	9	207	17	45	145	0	145	70,0
43	5	215	17	25	173	0	173	80,5
63	4	252	20	20	212	40	172	68,3
23 LEPA	9	207	4	18	185	0	185	89,4

Aspersione con **BARRE** ad **ALTA EFFICIENZA**

La necessità di giungere ad un uso oculato delle risorse idriche è considerata una priorità in tutti i Paesi avanzati. Negli Stati Uniti, le grandi macchine irrigue (pivot e rainger) sono state sottoposte a forti critiche perché ritenute di grande spreco idrico ed energetico, e questo nonostante siano nettamente più efficienti dell'irrigazione a scorrimento largamente praticata negli U.S.A.

Per migliorare l'efficienza delle grandi macchine l'Università del Texas ha sviluppato un sistema denominato LEPA, capace di ridurre il consumo energetico, migliorando l'efficienza di distribuzione sino al 95%.

Le perdite d'acqua con il sistema LEPA sono risultate del 2-5% rispetto al 25-30% dei sistemi tradizionali con spruzzatori.

Il sistema consiste nella sostituzione degli irrigatori, o degli spruzzatori, applicati sulle campate delle grandi macchine, con dei diffusori (molto avanzati e di varia foglia) portati tra le file della coltura, a pochi centimetri dal suolo, tramite delle tubazioni flessibili collegate alla tubazione principale in movimento.

Il miglioramento dell'efficienza idrica ed energetica è quindi dovuto principalmente alla:

- minor pressione necessaria agli ugelli (risparmio energetico),
- localizzazione dell'acqua lungo le file della coltura con riduzione del-

l'evaporazione dalla superficie del suolo (Foto 1),

- assenza o marginalità di bagnatura del manto vegetale (riduzione evaporazione dalla superficie fogliare),
- distribuzione idrica vicino al suolo (riduzione delle perdite di evaporazione durante il lancio e per deriva del vento),
- migliore uniformità di bagnatura (maggiore efficienza dell'acqua).

Altri vantaggi descritti a carico del sistema sono derivanti dalla riduzione di alcune patologie vegetali

per assenza di bagnatura fogliare. Inoltre il sistema si presta a distribuire acque reflue (nessun aerosol), liquami zootecnici (distribuzione al suolo senza sprayers ma con "calzini" dispersori) e fertirrigazione (per la localizzazione e l'assenza di contatto con la vegetazione).

Particolari diffusori LEPA permettono inoltre di bagnare tutta la superficie del terreno per l'irrigazione postsemina, per poi passare, con semplicità, all'irrigazione localizzata lungo le file della coltura.



Foto 1 - Particolare di diffusore LEPA su sorgo.



(Foto Archivio CER)

Foto 2 - Spruzzatore LDN su barra.



(Foto Archivio CER)

Per contro, sono stati rilevati come svantaggi, il maggior costo dell'attrezzatura e, soprattutto, l'aumentata intensità di pioggia con i relativi problemi di ruscellamento lungo le file, che costringono ad alcuni accorgimenti nella lavorazione del suolo (rincalzature e lavorazione a conchette interfilare) per ridurre il ruscellamento laterale.

Le necessità di risparmiare acqua anche in Emilia Romagna, hanno spinto la Regione e numerosi costruttori di macchine semoventi a promuovere un progetto di sperimentazione, mirato a verificare la possibilità di impiego dei LEPA sulle barre adacquatici, attualmente impiegate sui rotoloni.

Il Consorzio di Bonifica per il Canale Emiliano Romagnolo, ha quindi iniziato i controlli costruttivi ed agronomici necessari per adattare i diffusori LEPA - ed anche di spruzza-

tori caratterizzati dall'erogazione dell'acqua in forma non nebulizzata - e quindi poco soggetta alla deriva ed all'evaporazione.

Dalle prime osservazioni, l'impiego degli irrigatori LEPA sulle barre adacquatici consente, anche con i rotoloni, di bagnare il terreno a strisce, in maniera molto uniforme e con un'elevata indifferenza al vento.

Sono stati anche individuati e provati degli spruzzatori (Foto 2), sia statici sia dinamici, inseribili direttamente sulla barra (LDN) che, pur in assenza di tubazioni portate all'interno della vegetazione, sembrano capaci di ridurre fortemente l'effetto deriva e l'evaporazione migliorando l'efficienza di distribuzione ed il risparmio idrico.

Contemporaneamente, alcune ditte coinvolte finanziariamente e tecnicamente nel "progetto di miglio-

ramento dell'efficienza dei rotoloni", hanno iniziato la costruzione di barre autolivellanti molto leggere e di grande larghezza (sino a 70 metri), dotate anche di meccanismi di regolazione rapida della posizione dei LEPA sulla barra, necessari per l'adattamento del nuovo sistema ai differenti interessi delle colture.

Oltre ad un discreto interesse mostrato dai numerosi agricoltori, un gran vantaggio è quello della forte riduzione della pressione necessaria, che per tutti i modelli è compresa tra 0,6 e 1 bar.

Anche in termini energetici, quindi, il passaggio dai 5-6 bar necessari ad un irrigatore di lunga gittata, ai 2-3 bar della barra attualmente adottata dalla gran parte degli agricoltori, sino ai 0,6 bar della barra LEPA o LDN, appare un'innovazione tecnologica di tutto rilievo.

La MICROIRRIGAZIONE

La microirrigazione (a goccia od a spruzzo) è il metodo di più recente introduzione, anche se nella nostra Regione è ormai impiegato da oltre un trentennio, con continue evoluzioni ed innovazioni tecnologiche.

Attualmente i sistemi irrigui localizzati a bassa pressione (goccia, spruzzo, manichette, ali gocciolanti), sono impiegati su oltre 37.500 ettari pari al 15% della superficie irrigata regionale; il massimo impiego è raggiunto nelle aree con maggior presenza di arboree da frutto, a Ravenna con quasi 15.000 ettari, il metodo raggiunge il 54% dell'intera superficie irrigata.

La microirrigazione è il sistema che meglio si presta per l'irrigazione delle arboree, della vite e delle ortive e sementiere a file larghe (pomodoro da industria, ortive pacciamate, bietola da seme); sulle grandi colture con file ravvicinate ha limiti nell'eccessiva quantità di linee gocciolanti, che farebbero lievitare i costi e costituirebbero ostacolo alle operazioni colturali.

Negli ultimi anni, dopo l'introduzione delle ali gocciolanti integrali capaci di una certa meccanizzazione, si assiste anche ai primi tentativi di impiego su colture a file più ravvicinate, come la patata, dove l'ala gocciolante è posta a file alterne; le future possibilità d'espansione su un numero maggiore di colture dipenderanno sia dai costi delle tubazioni gocciolanti, sia dalla facilità di meccanizzazione del metodo, oltre che da eventuali innovazioni tecnologiche in corso di verifica (subirrigazione a goccia interrata).

Rispetto al metodo per scorrimento l'efficienza e l'uniformità di distribuzione sono nettamente superiori; nei confronti dell'aspersione la microirrigazione a goccia consente spesso il raggiungimento di un'efficienza di distribuzione superiore, potendo arrivare anche al 90% in impianti ben progettati, dotati di erogatori di buone caratteristiche costruttive ed impiegati correttamente, cioè con irrigazioni frequenti e di volumi adeguati alla coltura ed al terreno. Viceversa, rispetto ai sistemi ad aspersione di maggiore uniformità ed efficienza, come nei sistemi ad avanzamento frontale (ranger e semoventi con barre adacquatrici evolute) i valori d'efficienza possono essere quasi analoghi.

Sotto il profilo produttivo, i numerosi confronti sperimentali tra la goccia e l'aspersione effettuati dal

Consorzio per il CER in regione, hanno mostrato una grande variabilità di risultati.

Ambedue i metodi possono portare alle migliori produzioni e in Emilia-Romagna le differenze sono indotte più dal criterio di gestione delle irrigazioni (volumi applicati, turno irriguo), dalla corretta progettazione (numero e posizione gocciolatori, tipo e sovrapposizione degli irrigatori, uniformità di distribuzione, ecc.) e dal miglior abbinamento tra terreno e metodo, che da una reale superiorità del sistema irriguo adottato (Fig. 1 e 2).

Viceversa, se alla microirrigazione a goccia viene abbinata la fertirrigazione (più difficile e meno efficiente nell'aspersione), i risultati produttivi sono migliori. Quindi, l'impiego dell'irrigazione a goccia senza la fertirrigazione, fa perdere un notevole vantaggio nell'ap-

Fig. 1 - Confronto tra goccia (interrata nella prosa) ed aspersione a Budrio (dati CER).

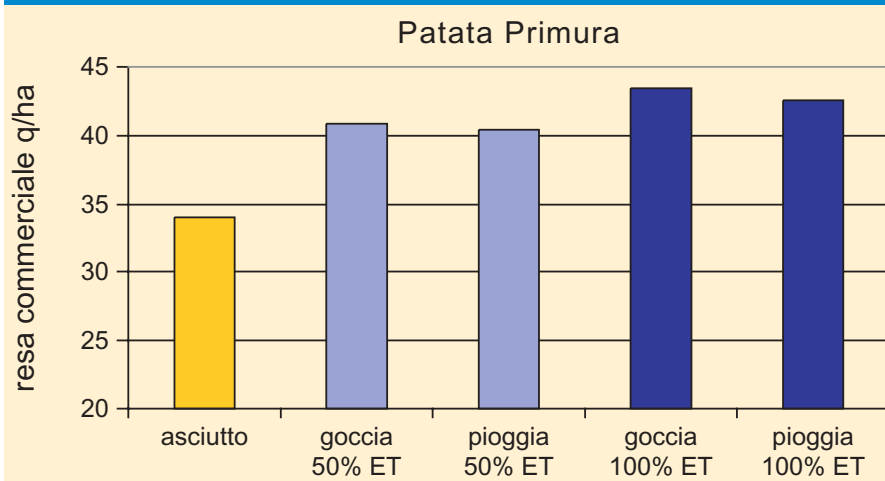
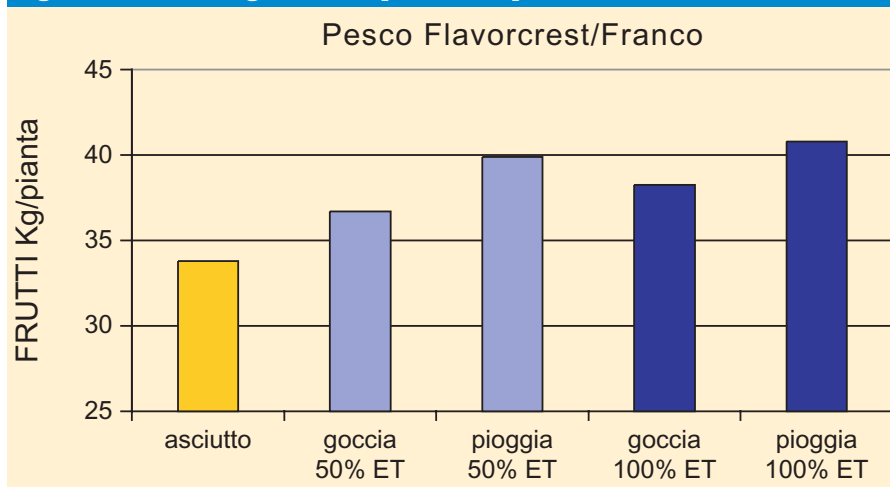


Fig. 2 - Confronto tra goccia ed aspersione su pesco (Mannini e Gallina, 1990).



plicazione del metodo, che nell'abbinamento delle due tecniche trova la sua migliore utilizzazione ed efficienza.

Il metodo ha moltissime caratteristiche positive capaci di permettere un uso corretto e parsimonioso dell'acqua, ma anche molti punti deboli che, se mal affrontati, rischiano di compromettere completamente le possibilità di risparmio idrico insite nel metodo stesso.

Per microirrigazione s'intende quel complesso di sistemi irrigui dove l'acqua diffusa tramite erogatori alimentati da condotte in polietilene a bassa pressione, è localizzata vicino alla pianta ed al suo apparato radicale e bagna soltanto una parte del terreno. L'altra caratteristica della microirrigazione a goccia è di distribuire piccoli volumi in tempi abbastanza lunghi e con turno frequente che, nel periodo di maggiore evapotraspirazione, può anche diventare giornaliero.

LA MICROIRRIGAZIONE A GOCCIA

L'irrigazione a goccia corrisponde in pieno alla definizione ed ai requisiti della microirrigazione, con gocciolatori che annullano quasi com-

pletamente la pressione dell'acqua determinandone un gocciolamento sul terreno di modesta portata oraria. I gocciolatori hanno quindi al loro interno dei labirinti di passaggio dell'acqua di piccolissimo diametro, che consentono di abbattere la pressione raggiungendo portate orarie, molto limitate; i piccoli diametri di passaggio dell'acqua provocano però un'alta sensibilità all'intasamento che costituisce uno dei problemi principali.

Nel gocciolatore le portate erogate sono normalmente comprese tra i 2 e gli 8 litri orari. Le pressioni minime d'esercizio, idonee al regolare funzionamento sono normalmente tra 1 - 1,5 atmosfere.

In funzione del tipo d'installazione i gocciolatori si suddividono in:

- Gocciolatori "on line" quando sono montati in derivazione della linea in polietilene di trasporto dell'acqua lungo le file della coltura, adatti ad essere inseriti su tubazioni sospese, quindi non a contatto col terreno, nella maniera tipica dell'irrigazione dei frutteti nella nostra regione. La possibilità di facile inserimento sulla tubazione consente una grande elasticità nel numero e

della distanza degli erogatori tra loro e rispetto alla pianta;

- Gocciolatori "in line" quando sono montati in linea, lungo la tubazione ormai in disuso, perché sostituiti dalle ali gocciolanti integrali, ed erano montati in linea dall'agricoltore o premontati dalla casa costruttrice (ali gocciolanti premontate). Questo tipo è più adatto ad essere poggiato sul terreno lungo la fila della coltura o sotto la pacciamatura, perché è più resistente alle occlusioni date dal contatto con il terreno bagnato.

Un buon gocciolatore deve essere sigillato; quelli ispezionabili, per rimuovere le particelle che ne ostruiscono i passaggi, sono sconsigliabili perché l'apertura e la richiusura determinano modificazioni di portata negative per l'uniformità di distribuzione dell'acqua in campo e quindi per l'efficienza dell'irrigazione.

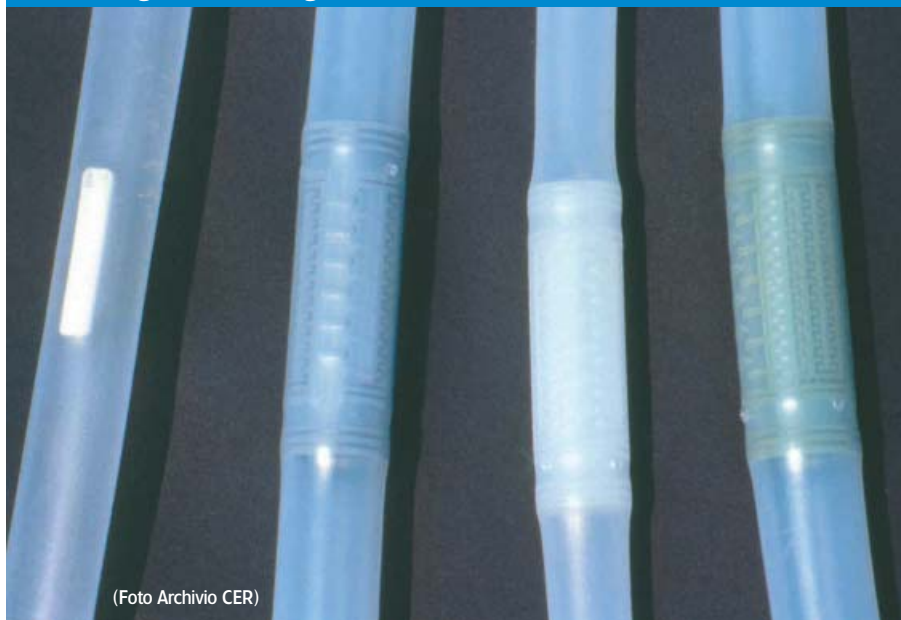
I gocciolatori possono avere differenti comportamenti al variare della pressione nella condotta sulla quale sono inseriti.

I gocciolatori comuni aumentano la loro portata al crescere della pressione e, di conseguenza non sono impiegabili in linee molto lunghe, perché la differenza di pressione lungo la tubazione (per effetto delle perdite di carico), renderebbe disomogenee le portate tra i gocciolatori e le piante dello stesso frutteto.

Sulle linee gocciolanti in pendenza dei terreni collinari, i gocciolatori comuni sono quindi sconsigliabili, perché la maggiore pressione dei gocciolatori della parte bassa del campo, porterebbe ad una loro portata più elevata compromettendo l'uniformità e l'efficienza dell'irrigazione.

I gocciolatori autocompensanti mantengono costante la loro portata al

Foto 1 - Ali gocciolanti integrali.



(Foto Archivio CER)

variare della pressione, e possono essere impiegati anche nei casi precedenti. Hanno un'eccezionale uniformità di distribuzione tra tutte le piante presenti in campo, con il raggiungimento di elevatissime efficienze di distribuzione dell'acqua, capaci di portare ad un concreto risparmio idrico.

La capacità di autocompensazione è data da una membrana in materiale plastico molto elastico che, sollecitato dalla pressione dell'acqua, si deforma ampliando o riducendo la sezione d'uscita all'erogatore, stabilizzandone la portata. Per ottenere queste prestazioni, il gocciolatore deve avere buone capacità di compensazione e deve mantenerle anche dopo un prolungato uso di campo.

Molti gocciolatori compensanti hanno, inoltre, un autolavaggio del labirinto durante la fase di messa in pressione dell'impianto; sino a circa 0,5 - 0,7 bar, infatti, la membrana non si deforma determinan-

do un flusso turbolento (e una maggiore portata rispetto alla nominale), capace di rimuovere le particelle arrivate all'interno dell'erogatore.

Alcuni modelli innovativi sono, inoltre, "not leakage" (antisvuotamento): arrestando lo stillicidio dell'acqua attraverso l'erogatore ad impianto non in pressione. Non si hanno quindi svuotamenti nelle parti più basse dell'impianto, il tubo rimane pieno e tutti gli erogatori ricominciano ad erogare contemporaneamente alla successiva irrigazione; limitata l'ostruzione dell'erogatore, spesso dovuta all'evaporazione e concentrazione dei sali contenuti nel gocciolatore, durante i periodi di non funzionamento. Ciò determina una migliore e duratura omogeneità delle portate tra gli erogatori.

ALI GOCCIOLANTI

Sono tubazioni in polietilene (principalmente del diametro di 16 o 20

millimetri), già dotate di gocciolatori posti a distanze modulari tra loro, per consentire il loro miglior adattamento alle colture ed al terreno da irrigare.

Nel recente passato i gocciolatori "in line" erano premontati dalle case costruttrici inserendoli tra gli spezzoni di tubazioni in polietilene a distanze generalmente comprese tra i 20 centimetri ed il metro, per costituire delle ali gocciolanti premontate.

Il principale vantaggio era la facilità d'avvolgimento e riavvolgimento dei tubi nelle colture annuali pacciamate e nel minor rischio di occlusioni per effetto del contatto col terreno bagnato. Per contro, l'uso dei gocciolatori "in line" determinava sia elevate perdite di carico ad ogni erogatore (controproducenti sull'uniformità d'erogazione in linee lunghe), sia un frequente distacco degli erogatori dal tubo, che impediva il riavvolgimento meccanico delle tubazioni. Il progresso ha portato a costruire ali gocciolanti integrali, costituite da tubazioni intere di polietilene all'interno delle quali sono presenti gocciolatori di varia foggia e tipologia costruttiva (Foto 1). La tubazione non presenta più soluzioni di continuità ed asperità, consentendo un agevole avvolgimento e riavvolgimento delle tubazioni ad inizio e fine della stagione irrigua e quindi la possibilità di meccanizzare l'irrigazione a goccia (Foto 2).

L'introduzione delle ali gocciolanti integrali ha rappresentato una vera innovazione perché ha consentito di estendere il metodo a goccia ad un più ampio numero di colture. Inoltre, le caratteristiche costruttive descritte consentono di tentare la subirrigazione a goccia interrata: forma di irrigazione

Foto 2 - Recupero di ali gocciolanti, sul pomodoro, a fine stagione irrigua.



(Foto Archivio CER)

potenzialmente molto efficace per il risparmio idrico, che seppure ancora in corso di valutazione funzionalità e durata nel tempo, è già impiegata in Italia su discrete superfici.

Le ali gocciolanti sono oggi molto diverse tra loro e possono essere costituite da tubazioni di diverso spessore: per usi poliennali o annuali (usa e getta) e dotate di gocciolatori comuni od autocompensanti di ampia scelta di portata e passo. Le perdite di carico delle ali gocciolanti integrali sono molto inferiori a quelle delle vecchie ali gocciolanti premontate, con possibilità di ottenere linee molto lunghe e portate uniformi con ottima efficienza di distribuzione dell'acqua. Sono in commercio anche ali gocciolanti integrali di sottile spesso-

re nelle quali l'organo gocciolante non è costituito da un erogatore rigido attaccato alla parete interna del tubo, ma da labirinti di varia foggia di pari significato e qualità mai autocompensanti.

Normalmente lo stesso modello può essere scelto tra tipologie molto leggere per un uso annuale, o di media robustezza per un uso più prolungato. Come per tutte le ali gocciolanti integrali ad una minore pesantezza del tubo corrisponde la necessità di una minore pressione di esercizio per evitare lo scoppio del materiale e ad una minore portata dell'erogatore una più intensa necessità di filtrazione dell'acqua, per evitare l'ostruzione parziale o totale del labirinto e, quindi, la perdita di uniformità ed efficienza dell'irrigazione.

MANICHETTE FORATE

Sono normalmente vendute a peso, senza un nome commerciale e di bassa qualità d'erogazione dell'acqua. Sono, infatti, delle tubazioni in polietilene leggere senza gocciolatori o labirinti ma con semplici fori dai quali fuoriesce l'acqua: la rozzezza costruttiva di queste tubazioni determina elevate portate ed una scarsissima uniformità d'erogazione tra i fori che impedisce un efficiente uso dell'acqua.

L'alta portata (attorno ai 15 l/minuto/metro) ed il conseguente breve tempo d'adacquata, non rende questo materiale irriguo assimilabile all'irrigazione a goccia, ed anzi provoca elevate perdite di ruscellamento superficiale e pericoli di percolazione profonda, con grande spreco d'acqua. Nonostante questi

difetti che le rendono assolutamente sconsigliabili, le manichette forate sono purtroppo ancora molto impiegate per l'irrigazione delle colture pacciamate in Emilia-Romagna.

LA MICROIRRIGAZIONE A SPRUZZO

La continua ricerca di sistemi irrigui capaci di consentire l'irrigazione sulle più svariate colture e condizioni pedologiche ed aziendali, ha portato alla nascita dei sistemi di irrigazione a spruzzo, che riuniscono alcuni vantaggi dell'irrigazione a goccia assieme ad altri dell'irrigazione per aspersione, oppure evitano alcuni problemi dei due metodi.

Impiegando spruzzatori di alta portata e gittata posizionati sopra chioma il sistema è completamente assimilabile all'aspersione; mentre adottando spruzzatori di piccola portata e lancio posti sotto chioma, è quasi un'irrigazione a goccia; sono naturalmente possibili tutte le forme intermedie. Non sempre, quindi, l'irrigazione a spruzzo ha tutti i requisiti del metodo per microirrigazione.

Per convenzione gli spruzzatori possono essere classificati in micro-spruzzatori, se di portata compresa tra i 30 e i 150 l/ora e mini-spruzzatori, se di portata compresa tra i 150 ed i 350 l/h, se la portata è superiore ai 350 l/h non dovrebbero essere considerati spruzzatori per microirrigazione ma irrigatori ad aspersione.

Gli spruzzatori richiedono pressioni d'esercizio attorno a 1,5-2 atmosfere ed hanno fori di emissione calibrati, compresi tra 0,8 e 2,3 mm, per cui le portate sono notevolmente superiori a quelle dei gocciolatori e l'intensità di filtrazione è leggermente inferiore.

Anche gli spruzzatori hanno la possibilità di essere comuni od auto-

Foto 3 - Spruzzatore dinamico (minisprinklers).



Foto 4 - Spruzzatore statico.



compensanti, con gli stessi vantaggi già descritti per i gocciolatori.

Inoltre possono essere suddivisi in:

- dinamici, se hanno organi di lancio in movimento durante l'irrigazione (detti anche microsprinklers o minisprinklers, a seconda delle portate) che conferiscono una forma di bagnatura

circolare ed un raggio di lancio maggiore (Foto 3),

- statici (senza organi in movimento) detti anche sprayers in grado di ottenere forme di bagnatura di diversa forma: circolare, semicircolare, a settori, ecc. (Foto 4).

Gli spruzzatori possono essere montati direttamente sul tubo princi-

pale od in derivazione, appesi al tubo stesso o portati su astine infisse al suolo. Ogni posizionamento corrisponde ad esigenze irrigue o di gestione aziendale diverse, ma che influenzano molto la bontà e l'efficienza dell'irrigazione. Sui frutteti, ad esempio, la possibilità di spostamento dello spruzzatore su astina permette il suo ottimale posizionamento, ma è spesso un ostacolo alle lavorazioni del terreno lungo il filare.

Per evitare quest'ostacolo e ottenere una perfetta verticalità, spesso si appende lo spruzzatore a testa in giù, ad un tubicino tagliato ad una lunghezza adeguata all'ampiezza dell'area di bagnatura che si vuole ottenere.

L'uso dello spruzzatore appare particolarmente interessante per la possibilità di abbinare l'irrigazione e difesa dalle gelate, purché l'impianto di irrigazione venga automatizzato in maniera opportuna. Tale pratica è consigliabile nei territori soggetti a moderate, ma pericolose gelate primaverili, dando preferenza a spruzzatori che producano gocce di diametro elevato, più efficienti nel cedere calore all'atmosfera ed innalzare la temperatura.

LA SUBIRRIGAZIONE A GOCCIA INTERRATA

L'avvento delle ali gocciolanti integrali (manichette gocciolanti comprese) ha permesso l'ulteriore innovazione della subirrigazione a goccia interrata, dove l'acqua viene somministrata con ali gocciolanti integrali posizionate ad una certa profondità dal piano campagna, mediante la bagnatura diretta dello strato di terreno colonizzato dagli apparati radicali. L'interramento permette di evitare la bagnatura della superficie del suolo annullando le perdite per evaporazione

e determinando una maggiore efficienza dell'acqua.

I principali vantaggi derivanti dall'interramento delle ali gocciolanti sono:

- più elevata efficienza dell'acqua irrigua per mancanza di perdite per evaporazione e deriva a causa del vento,
- assenza di manodopera per il recupero del sistema gocciolante se posato in maniera permanente o a profondità superiori a 15 cm,
- miglioramento della fertirrigazione distribuendo gli elementi nutritivi nella zona maggiormente colonizzata dagli apparati radicali,
- contenimento dell'umidità al di sotto della vegetazione con limitazione delle malattie fungine e dello sviluppo di malerbe,
- utilizzo di acque reflue senza contatto con la superficie del suolo e della parte aerea delle piante,
- totale transitabilità dell'appezzamento anche durante le irrigazioni.

La tecnica descritta è ben lontana dalla cosiddetta "maturità", permangono infatti ancora delle incertezze su alcuni aspetti tecnici ed organizzativi e sui risultati produttivi. Esistono poi svantaggi da prendere in considerazione:

- impossibilità di irrigare per favorire la germinazione o l'attecchimento
- costi di impianto ancora elevati per la limitata diffusione del metodo,
- lavorazioni dei terreni che dovranno essere più superficiali,
- filtraggi molto spinti con l'impiego di ali gocciolanti di bassissima portata per punto goccia,
- collegamento a valle delle linee erogatrici per eseguire gli spurghi,
- occlusioni dei gocciolatori o rotture delle tubazioni non immediatamente visibili,
- possibili intrusioni delle radici all'interno dell'erogatore.

La profondità di posa è di almeno 30-40 cm per le colture da frutto e





(Foto Archivio CER)

la vite, dove la distanza dal filare non dovrà essere eccessiva per mantenere alta l'efficienza agronomica, ma non troppo vicina per evitare lo schiacciamento da parte delle radici principali durante la loro crescita.

Sulle colture erbacee gli americani consigliano anche una posa permanente e poliennale delle ali gocciolanti, alla maniera degli impianti fissi, ma le prime prove condotte dal Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo hanno dato risultati negativi, per il forte compattamento del terreno non lavorabile in profondità.

Viceversa, la posa annuale a piccola profondità eseguita a macchina a servizio di colture ortive sta dimostrando discrete possibilità di applicazione.

La modesta profondità di posa non permette di raggiungere tutte le caratteristiche positive del sistema, infatti, il terreno si mostra spesso bagnato in superficie e in campo non è ancora stata dimostrata l'effettiva capacità di risparmio idrico

rispetto alla posa delle tubazioni in superficie.

Attualmente il sistema è impiegato sui vigneti e frutteti e su limitate superfici di patata e pomodoro da industria, dove l'interramento a piccola profondità lungo le file di piante, ed il suo recupero meccanico dopo la raccolta, sta suscitando interesse perché permette un più facile impiego delle ali gocciolanti che, essendo sotterrate, non interferiscono con le macchine.

MICROIRRIGAZIONE E RISPARMIO IDRICO

Le caratteristiche di questo metodo irriguo possono consentire il raggiungimento di un razionale impiego dell'acqua, delle elevate uniformità di distribuzione ed un'elevata efficienza d'applicazione, capaci di un uso oculato e senza sprechi della risorsa idrica. Sono però indispensabili: localizzazione dell'acqua e alta frequenza delle irrigazioni, con piccoli volumi d'adeguata distribuiti in lunghi tempi di erogazione ed a bassa pressione.

La localizzazione dell'acqua nella microirrigazione permette:

- di non bagnare tutta la superficie del terreno, e quindi di ridurre fortemente le perdite d'acqua per evaporazione dal suolo e lo sviluppo delle malerbe,
- di non bagnare la superficie delle foglie e quindi ridurre l'evaporazione dell'acqua di bagnatura fogliare e lo sviluppo di alcuni funghi parassiti,
- di annullare (goccia) o di ridurre (spruzzo) il negativo effetto del vento sulle perdite d'acqua e sull'uniformità di bagnatura,
- di portare l'acqua e fertilizzante (fertirrigazione) in posizione ottimale rispetto alle radici della pianta,
- l'ingresso in campo di macchine per le operazioni colturali anche durante o subito dopo l'irrigazione,
- l'impiego di acque reflue senza contatto acqua/pianta e senza aerosol,
- l'impiego di acque cariche di elementi macchianti (ferrose, ecc).

La localizzazione dell'acqua è molto elevata sulle arboree da frutto per le quali vengono comunemente impiegati gocciolatori che bagnano la superficie del terreno in posizioni molto distinte e separate.

Sulle erbacee sono più frequenti le ali gocciolanti integrali dotate di numerosi punti di erogazione che spesso creano una striscia interamente bagnata lungo la fila delle piante.

Nella microirrigazione mediante spruzzatori, la superficie bagnata è molto più ampia, ed il metodo sconfina in quello per aspersione nei molti casi in cui si assiste alla completa bagnatura della superficie.

Nella microirrigazione a spruzzo, l'evaporazione durante il lancio, la deriva delle goccioline per l'effetto del vento, e le più ampie superfici di ter-

reno e di apparato fogliare bagnate, incrementano i consumi non produttivi d'acqua. Con spruzzatori posti in alto rispetto alla vegetazione e di lunga gittata, le perdite possono quasi eguagliare quelle dell'aspersione o se lo spruzzatore è a getto molto nebulizzato (sprayer o fogger) essere anche superiori.

Con l'irrigazione a goccia si ottiene una bagnatura localizzata lungo il filare delle piante lasciando asciutto l'interfilare, rendendolo accessibile in ogni momento e quindi senza ostacolare o ritardare le altre operazioni colturali (potature, diradamenti, difesa, raccolta) e senza provocare calpestamenti di terreno bagnato.

Sulle arboree irrigate a spruzzo questi vantaggi possono essere mantenuti solo a condizione di impiegare erogatori di piccola gittata capaci di bagnare solo una striscia di terreno vicino alle piante, viceversa, spruzzatori di maggior gittata consentono un buon mantenimento dell'inerbimento interfilare o se portati soprachioma la climatizzazione della coltura contro le massime termiche.

La localizzazione dell'acqua a goccia annulla l'effetto aerosol e consente di evitare il contatto tra foglia e pianta, caratteristica che consente un più sicuro impiego delle acque reflue (che comunque devono soddisfare i requisiti di qualità introdotti dalla recente legge n. 185/2003), ed anche di acqua che per i suoi contenuti rischia di macchiare i frutti o le foglie deprezzando il prodotto, come in alcune aree del faentino che irrigano prelevando acque ferrose dai loro pozzi.

Naturalmente la presenza di elementi in sospensione od in soluzione nell'acqua, determina una maggiore facilità di ostruzione degli erogatori, con drastico peggioramento del-

l'uniformità ed efficienza dell'impianto; la rimozione degli elementi in sospensione mediante filtrazione, e di quella degli elementi in soluzione (acidificazione ed altre tecniche) diventa però spesso difficile e molto onerosa.

L'elevato numero di interventi di piccolo volume effettuati ed i lunghi tempi di irrigazioni consentono:

- di mantenere il terreno costantemente al giusto grado di umidità per la coltura,
- di impiegare anche acque moderatamente salate impedendo ai sali di concentrarsi sino a livelli dannosi per le piante, tra una irrigazione e l'altra,
- di utilizzare fonti idriche di modesta portata e tubazioni di piccolo diametro e quindi economiche, perché non è richiesta una portata oraria elevata,
- un'agevole applicazione del bilancio idrico della coltura,
- l'applicazione dello Stress Idrico Controllato,
- una facile e ben dosata fertirrigazione.

La frequenza ottimale di bagnatura è normalmente compresa tra 1 e 3 giorni, ma in presenza di elevata evapotraspirazione, terreni molto sciolti e colture molto sensibili alla carenza idrica, la frequenza può esse-

re anche portata a più irrigazioni di piccolo volume al giorno.

L'acqua sarà così disponibile per la coltura senza sbalzi di umidità ed a tensioni molto basse, con facilità di estrazione dal terreno da parte delle radici della pianta e, quindi, una potenziale maggior efficienza agronomica dell'acqua. Su alcune colture poco efficienti nell'estrazione dell'acqua (lattuga, kiwi, ecc.) sarà quindi facile evitare stress controproducenti sulla resa, che con l'aspersione richiederebbero interventi frequenti di piccolo volume e di scarsa efficienza.

La salinità anche moderata dell'acqua irrigua è un serio problema per tutte le colture e specie per quelle molto sensibili, dove l'accumulo di





(Foto Archivio CER)

sali nel terreno provoca l'avvizzimento della pianta.

Con asperzione e spruzzo sopra-chioma, si determina una concentrazione dei sali sia durante il lancio sia sulle foglie a fine irrigazione, con raggiungimento di un potenziale osmotico in grado di compromettere la vitalità delle foglie stesse (bruciature). Con l'irrigazione a goccia, invece, l'assenza di contatto tra acqua e foglie e la frequenza del turno permettono di evitare concentrazione sulle foglie e nel terreno; in tal caso occorre però effettuare anche una distribuzione frequente di volumi capaci di allontanare il fronte salino d'accumulo dalla zona degli apparati radicali.

La possibilità d'uso di acque saline, così come quella di altre acque imperfette, è la massima espressione del risparmio idrico permettendo l'impiego di una risorsa altrimenti inutilizzabile.

Gli altri vantaggi permessi dall'alta frequenza di bagnatura e dal

dosaggio di piccoli volumi sono: il consumo della coltura stimato da bilancio idrico può essere restituito anche giornalmente con grande precisione, la tecnica dello stress idrico controllato può essere effettuata con efficacia per il rapido esaurimento dei piccoli volumi accumulati nel suolo, all'entrata nella fase di cessazione dell'irrigazione, infine, la fertirrigazione potrà essere fatta dosando gli elementi nutritivi secondo le curve di assimilazione della pianta, con maggiore efficienza capace di aumentare la resa e la qualità delle produzioni con minori unità fertilizzanti distribuite.

Il metodo è poi caratterizzato da bassa pressione d'esercizio che consente:

- un elevato risparmio energetico,
- l'impiego di materiali plastici sottili e quindi economici,
- l'utilizzo di erogatori a bassa portata e, quindi, i lunghi orari di irrigazione caratteristici del metodo.

COME MANTENERE ELEVATA L'EFFICIENZA

La microirrigazione, ed in particolare quella a goccia, ha numerose caratteristiche capaci di rendere il metodo molto efficiente con un uso oculato e parsimonioso dell'acqua. Ancor più che negli altri metodi occorre però prestare molta attenzione per non incorrere in errori capaci di provocare perdite di efficienza, che potrebbero squalificare completamente la bontà del metodo.

Gli errori od i difetti più temibili, tutti possibili cause di perdita di efficienza, sono dovuti a:

1) eterogeneità delle portate tra i gocciolatori; l'uniformità di distribuzione dell'acqua in campo con l'irrigazione a goccia può raggiungere valori ben superiori al 90%, specie nell'irrigazione a goccia dei frutteti, o di altre colture a bassa densità, dove ogni pianta è strettamente dipendente da un solo o da pochi gocciolatori; in questo caso l'uniformità delle portate degli erogatori ha un significato vitale per la crescita regolare ed uniforme della coltura.

Una cattiva uniformità delle portate tra i gocciolatori presenti in campo:

- impedisce un preciso dosaggio dell'acqua spingendo l'agricoltore a soddisfare le esigenze delle piante alle quali arriva meno acqua, di conseguenza sovrairrigando le altre, con percolazione dell'acqua e danni alla coltura;
- determina un'irregolare crescita delle piante con fenomeni competitivi, eterogenea crescita della coltura e maturazione del prodotto e con maggiori oneri per la raccolta manuale o perdite in quella meccanica;
- impedisce la restituzione di un volume irriguo preciso, rendendo in

Tab. 1 - Classificazione dell'uniformità tecnologica degli erogatori secondo i valori di C.V.%.

Valore C.V. %	0-5	5-10	10-15	>15
Classificazione	MB: molto buono	B: buono	M: mediocre	S: scadente

parte vana la stima del bilancio idrico della coltura;

- determina l'impossibilità di effettuare un'efficiente fertirrigazione, uno dei punti di forza del metodo a goccia.

Ottenere e mantenere un'elevata uniformità di erogazione tra i gocciolatori richiede la scelta di un erogatore con elevate caratteristiche tecnologiche di uniformità delle portate, tra i pezzi da installare in campo e nel caso di gocciolatori autocompensanti anche una buona tolleranza alle variazioni di pressione, condizioni che devono mantenersi inalterate nel tempo. In caso contrario vengono a cadere tutti i presupposti progettuali, agronomici ed economici che hanno condotto alla realizzazione dell'impianto microirriguo.

In Italia non esiste una normativa di qualità che costringe i costruttori a mettere in commercio solo gli erogatori di elevate caratteristiche di uniformità delle portate. In commercio si trovano quindi, assieme a erogatori molto buoni, anche modelli con pessime caratteristiche di omogeneità di erogazione; che non sempre, tra l'altro, risultano i più economici.

Per tale motivo il Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo conduce da anni un'attività di verifica sui modelli presenti sul mercato, utilizzando i parametri di classificazione impiegati dal CEMAGREF, in base ai valori del coefficiente di variazione delle portate (C.V.), che esprime la dispersione delle singole portate dei gocciolatori rispetto alla loro portata media.

Minore è la differenza delle portate tra gli erogatori, tanto più elevata è l'uniformità d'erogazione del modello e quindi la sua qualità nel distribuire uniformemente l'acqua tra le piante in coltura.

In tabella 1 è riportata la classificazione qualitativa del gocciolatore secondo il C.V.% individuato sperimentalmente in appositi banchi prova. Considerato che oggi sono disponibili in commercio numerosi modelli di gocciolatori classificabili come "molto buono", è ormai indispensabile dotarsi di erogatori con un C.V. inferiore al 5%. Il giudizio di qualità su numerosi modelli di gocciolatori, ali gocciolanti integrali e spruzzatori può essere verificato nel sito

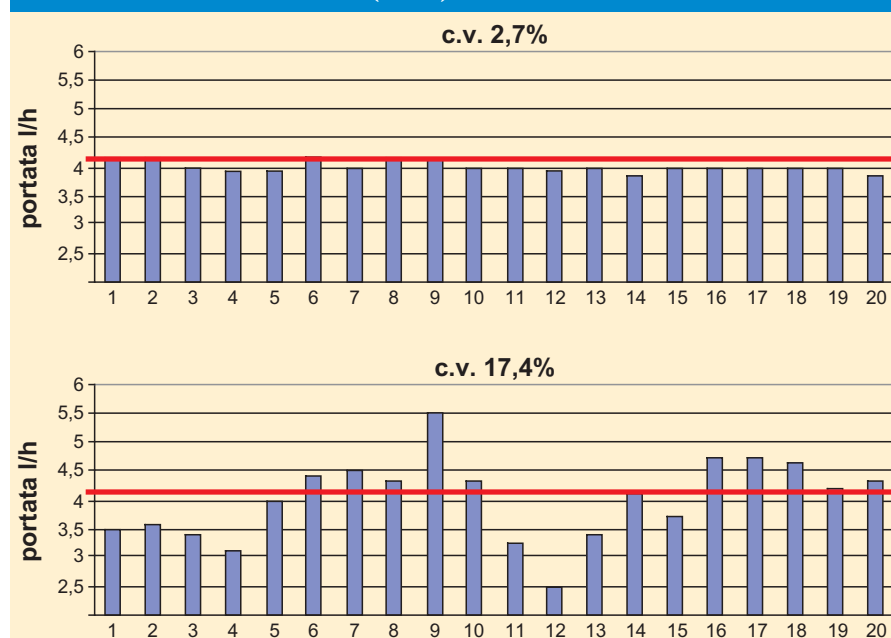
web del Consorzio per il CER (www.consorziocer.it/tecnirri)

Un esempio di "coefficiente di variazione" è riportato nella figura 3, nella quale sono descritte le portate di due modelli di erogatore, entrambi con portata media di 4 litri/ora, ma con diversa uniformità tecnologica.

Il primo erogatore ha un C.V. del 3%, ed è quindi classificabile come "molto buono", e mostra portate quasi equivalenti tra i 12 erogatori provati; il secondo ha un C.V. del 15%, classificabile come mediocre, con portate molto differenti tra gli erogatori che verranno disposti in campo.

Per comprendere ancor meglio l'importanza della qualità dell'erogatore impiegato basti considerare che, ad esempio, in un frutteto con piante a sesto di 4x2,5 metri dotate di un solo gocciolatore da 4 l/ora, ed irrigato con un volume stagionale di irrigazione di 200 mm/anno, pari a 2000

Fig. 3 - Differenze rilevate in modelli di gocciolatori con portata media di 4 l/h e diverso coefficiente di uniformità (C.V. %).



litri/pianta, ad ogni pianta si verrebbe in realtà a distribuire un volume compreso tra i 1900 ed i 2100 litri se l'erogatore ha un C.V.=2.7% e, viceversa, un volume variabile tra i 1250 ed i 2750 litri per pianta adottando un gocciolatore con C.V.=17.4%; in questo caso l'irrigazione molto diversa raggiungerà un'efficienza inferiore a quella di molti impianti per aspersione, con grande spreco d'acqua e perdita produttiva.

Negli erogatori autocompensanti, oltre all'uniformità tecnologica delle portate e quindi dal C.V.% del modello, va considerata anche la "tolleranza alle variazioni di pressione", cioè la capacità di mantenere effettivamente inalterata la portata al variare della pressione.

In tabella 2 viene riportata la classificazione della "tolleranza alle variazioni di pressione" in base all'esponente x della relazione pressione/portata di un erogatore autocompensante: $Q = k H^x$.

Più il valore di x è elevato minore sarà la compensazione del modello; un modello con un valore di x prossimo a 0,5 è, di fatto, un erogatore di tipo comune.

Per ottenere una elevata uniformità di erogazione ed una reale autocompensazione occorre quindi adottare quei modelli caratterizzati da un C.V.% inferiore al 5% ed un esponente x inferiore a 0,05.

Il perfetto dimensionamento della rete "tubata" permette di ottenere la stessa pressione (e quindi portata) in ogni punto dell'impianto a goccia; un impianto microirriguo, costituito dalle condotte principali, secondarie e da quelle gocciolanti, mal dimen-

sionate come diametro delle tubazioni, avrà differenze di pressione, tra i punti più favoriti e quelli sfavoriti della rete, che porteranno ad una cattiva uniformità delle portate tra i gocciolatori.

Anche se sono stati adottati erogatori d'eccellente uniformità costruttiva, quindi, la cattiva uniformità idraulica compromette completamente l'uniformità di distribuzione in campo.

Nella progettazione di qualsiasi impianto irriguo, ed anche di quelli microirrigui, è praticamente impossibile, od antieconomico, prevedere tubazioni di diametro tanto elevati da annullare le differenze di pressione. Per tale ragione l'uniformità idraulica degli impianti microirrigui non supera quasi mai l'85%, riducendo conseguentemente anche l'efficienza di distribuzione dell'acqua. Viceversa, con erogatori autocompensanti è comunque possibile giungere a migliori unifor-



(Foto Archivio CER)

mità, anche se con maggiore energia per la messa in pressione della rete. Gli erogatori autocompensanti, quindi, sono la migliore soluzione per ottenere la massima efficienza nell'uso dell'acqua. Un aiuto per un corretto dimensionamento delle tubazioni degli impianti microirrigui, o per la loro verifica, può essere ottenuto impiegando il sistema esperto "dimensionamento delle tubazioni" presente nel sito web del Consorzio per il CER (www.consorziocer.it/tecnirri). L'uniformità delle portate nel tempo si ottiene anche evitando occlu-

Tab. 2 - Classificazione della tolleranza alle variazioni di pressione degli erogatori secondo i valori rilevati sperimentalmente.

Valore di X	0-0,05	0,05-0,1	0,1-0,15	>0,15
Classificazione	molto buono	buono	mediocre	scadente

Tab. 3 - Influenza della qualità dell'acqua sul rischio potenziale di ostruzione degli erogatori impiegati nella microirrigazione (adattato da Nakayama 1982).

Contenuti	Grado di restrizione nell'uso		
	Nessuno	Lieve o moderato	Grave
Fisici			
Solidi o sospesi (mg/l)	<50	50-100	> 100
Chimici			
pH	<7	7-8	> 8
Soliti (mg/l)	<500	500-2000	> 2000
Manganese (mg/l)	<0,1	0,1-1,5	> 1,5
Ferro (mg/l)	<0,1	0,1-1,5	> 1,5
Solfati (mg/l)	<0,5	0,5-2,0	> 2,0
Biologici			
Popolazione batterica (n/ml)	<10000	10000-50000	> 50000

sioni od intasamenti degli erogatori mediante filtrazione e trattamento chimico dell'acqua; la presenza di materiali in sospensione od in soluzione nell'acqua irrigua non determina nessun inconveniente nell'irrigazione per aspersione, mentre è la maggior causa di insuccesso della microirrigazione, per l'estrema facilità con cui gli erogatori tendono ad intasarsi sino ad ostruirsi completamente.

I gocciolatori, infatti, sono tutti caratterizzati da labirinti di diametro molto ridotto che, attraversati da acqua contenente solidi in sospensione od elementi chimici in soluzione, tendono a ostruirsi con facilità.

I fattori che contribuiscono all'ostruzione degli erogatori sono di natura fisica (solidi in sospensione), chimica (sali precipitati) e biologica (batteri ed alghe) essi determinano

un rischio potenziale di ostruzione che andrà attentamente valutato per decidere se è possibile adottare o meno un impianto microirriguo. In presenza di un rischio potenziale di ostruzione elevato (Tab. 3), infatti, la filtrazione dell'acqua diventerà molto complicata, costosa e spesso aleatoria, consigliando la scelta di un differente metodo irriguo.

La filtrazione dell'acqua irrigua è sempre assolutamente necessaria per evitare occlusioni parziali o totali degli erogatori in campo, capaci di compromettere anche completamente l'uniformità di distribuzione dell'acqua, con tutti i negativi effetti già descritti di perdita d'efficienza e spreco d'acqua.

Il cuore dell'impianto microirriguo è, quindi, costituito dalla stazione di filtrazione dell'acqua dimensionata in base alla qualità dell'acqua a dispo-

sizione ed alla sensibilità all'ostruzione dell'erogatore. Normalmente gli erogatori di minore portata hanno passaggi di minore ampiezza e risultano, quindi, più sensibili all'ostruzione.

L'efficienza della stazione di filtraggio è, quindi, decisiva per il mantenimento nel tempo dell'uniformità di distribuzione dell'acqua. I principali modelli di filtri adottati (Tab. 4) sono i filtri idrocycloni, quelli a graniglia o a sabbia, a rete (calza), a dischi lamellari. L'impiego dell'uno o dell'altro tipo dipende soprattutto dal materiale in sospensione nell'acqua, non escludendo perciò accoppiamenti di diverse tipologie di filtri.

Per una corretta scelta del tipo di filtro e della sua intensità di filtrazione (mesh) è necessario tener conto del diametro di passaggio dell'erogatore, della qualità dell'acqua e della portata da filtrare. È logico preoccuparsi di filtrare l'acqua in modo che le particelle aventi dimensioni maggiori del passaggio dell'erogatore, siano trattenute a monte. Più ridotti sono i passaggi e più fine sarà il materiale filtrante.

Approssimativamente la relazione tra portata e diametro è: 1 l/h - 0,7 mm, 2 l/h - 0,8 mm, 4 l/h - 1 mm, 8 l/h - 1,4 mm.

Nei filtri a rete, a graniglia ed a dischi l'intensità di filtrazione si esprime in funzione delle dimensioni degli spazi lasciati al libero passaggio dell'acqua. Approssimativamente si adopera materiale filtrante con passaggi di diametro inferiore a 1/7-1/10 del diametro dell'orifizio dell'erogatore. In questo modo le particelle che passano attraverso il filtro non ostruiranno l'erogatore e saranno di diametro tanto piccolo da non intasarlo.

In tabella 5 sono indicate le intensità di filtrazione necessarie per i filtri a rete ed a graniglia in funzione

Tab. 4 - Sistema di filtrazione in funzione della qualità delle acque.

Qualità della fonte idrica di approvvigionamento	Sistema di filtraggio consigliato
Acqua di pozzo: qualità solitamente buona con presenza di sabbia o melma.	Filtro a idrociclone e a rete
Acqua di lago, bacino, o invaso a cielo aperto: acqua ferma contenente alghe, argilla, melma, ecc.	Filtro a graniglia e a rete per la filtrazione di sicurezza
Acqua di fiume e canale: acqua con alghe, corpi organici e melma.	Indispensabili filtro a graniglia e a rete
Acqua ferrosa: acqua di fiume o pozzo contenente ferro.	Filtro a graniglia con aggiunta di acidi

del diametro di passaggio dei gocciolatori e degli spruzzatori.

Quando il materiale non si trova nell'acqua in stato di sospensione, bensì in soluzione, il filtraggio è inefficace. In questi casi l'ordinaria manutenzione dell'impianto irriguo deve prevedere trattamenti chimici all'interno delle tubazioni mediante cloro o acido, capaci di evitare l'intasamento degli erogatori.

La clorazione di un impianto può essere eseguita in una delle seguenti modalità:

- continua, per impedire la crescita di alghe o batteri o per far precipitare il ferro in soluzione presente nell'acqua, con una concentrazione compresa tra 1 e 2 mg/l;
- intermittente, per tenere sotto controllo sviluppi eccessivi di microrganismi o fanghiglia, con concentrazioni di 10-20 mg/l per circa un'ora;
- stroncante (superclorazione), per sciogliere concrezioni di materiale organico che ostruiscono gli erogatori, iniettando il cloro con concentrazioni anche di 500 mg/l.

Con l'iniezione di acido si riduce il pH dell'acqua allo scopo di evitare precipitazioni di solidi in sospensione quali carbonati e ferro. L'acido viene impiegato anche qualora occorre rendere più efficace l'azione antisettica del cloro nel controllo dei microrganismi.

2) eccessiva localizzazione dell'acqua e percolazione profonda.

Mentre nell'aspersione l'intera superficie del terreno viene bagnata, la caratteristica dell'irrigazione a goccia è quella di localizzare l'acqua con piccoli volumi distribuiti con un'alta frequenza. L'eccessiva localizzazione può però provocare una perdita di efficienza del metodo microirriguo, dovuta a due fattori principali:

Tab. 5 - Scelta dell'intensità di filtraggio necessaria, sulla base del diametro di passaggio dell'erogatore.

Diametro erogatore (mm)	Mesh* Rete		Diametro sabbia o graniglia (mm)	
	gocciolatori	spruzzatori	gocciolatori	spruzzatori
<0,4	270		0,6	
0,4-0,5	230		0,7	
0,5-0,6	200		0,8	
0,6-0,7	170		1,0	
0,7-0,8	140	140	1,1	1,1
0,8-1,0	120	120	1,4	1,4
1,0-1,2	100	100	1,7	1,7
1,2-1,4	100	80	1,7	2,0
1,4-1,6	100	70	1,7	2,3
1,6-1,8	100	70	1,8	2,5
1,8-2,0	100	60	1,8	2,5
2,0-2,3	100	60	1,8	2,5

* Numero di maglie di rete per pollice quadrato.

- rapporto troppo basso tra radici della pianta e volume di terreno bagnato;
- percolazione profonda per continua erogazione di volumi elevati, su una troppo limitata superficie di terreno.

Un basso numero di gocciolatori per pianta determina, quindi, un modesto contatto tra volume di terreno e radici e causa anche, un'erogazione di elevati volumi d'acqua da ogni erogatore e quindi su una superficie e volume di suolo troppo limitato per evitare la percolazione profonda. Questo errato comportamento conduce ad una drastica riduzione dell'efficienza assolutamente negativa per un uso corretto dell'acqua.

La scelta di un adeguato numero di erogatori e del loro volume d'adacquata specifico non è semplice, ma va comunque fatta tenendo presente sia le necessità d'assorbimento della pianta, sia la quantità d'acqua immagazzinabile nello strato radicale utile da ogni tipo di terreno.

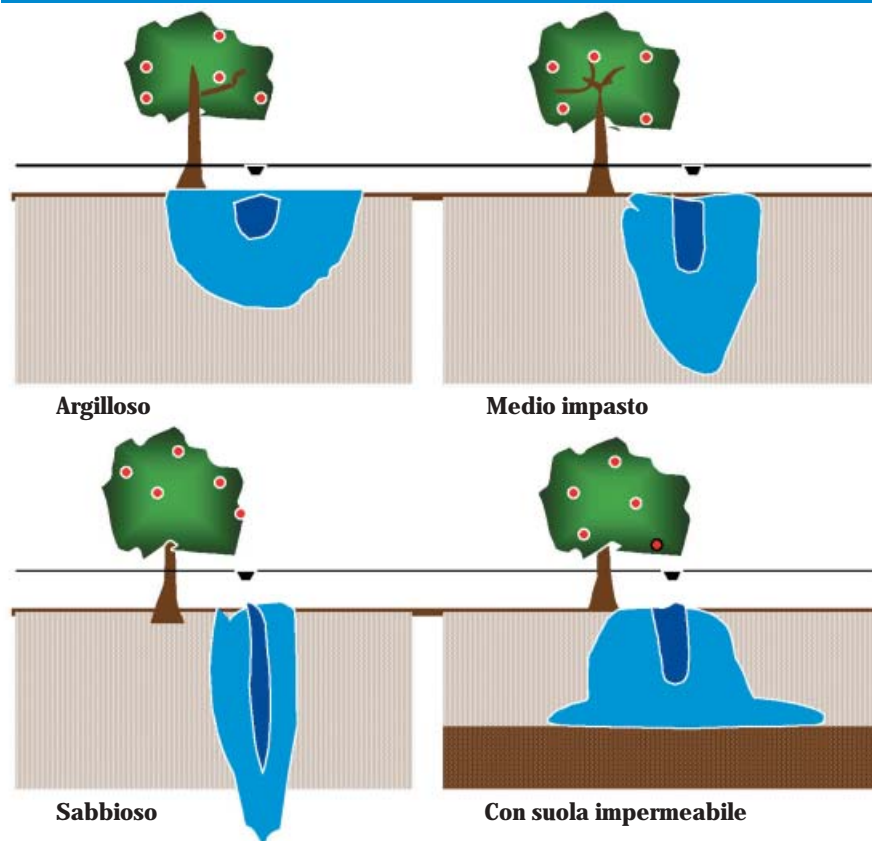
In linea generale, per evitare perdite di efficienza irrigua e di produzione, è opportuno bagnare il terreno esplorato dagli apparati radicali variabile dal 15% negli ambienti umidi

sino al 33% per quelli molto aridi, caratterizzati da un'alta domanda di evapotraspirazione (valore minimo in Emilia-Romagna attorno al 20%). Indipendentemente dal numero di gocciolatori, il volume di suolo bagnato da ognuno di essi è molto limitato sui terreni sciolti e più elevato in quelli argillosi (fig.4); in tale situazione, il volume di terreno bagnato da ogni gocciolatore risulterà maggiore, permettendo sia un maggior contatto dell'acqua con l'apparato radicale della coltura, sia minori rischi di perdita d'acqua in profondità.

Volumi troppo abbondanti e ripetuti portano però a saturazione il terreno, ed annullandone la capacità di trattenere l'acqua, provocano comunque percolazione profonda.

Specie nei terreni molto sciolti, occorre allora irrigare con una frequenza molto elevata, con una lunga durata dell'intervento irriguo (capace di permettere alla pianta di consumare una consistente frazione dell'acqua erogata durante l'orario d'adacquata), occorre inoltre un buon numero di gocciolatori per frazionare il volume irriguo su un volume maggiore di terreno. Nei casi estremi, per i quali il numero di erogatori diventa antiecono-

Fig. 4 - Forma del volume di terreno bagnato da un gocciolatore in relazione al tipo di terreno.



mico, è meglio passare all'irrigazione a spruzzo che è in grado di aumentare notevolmente l'area bagnata. Sui terreni molto sciolti, un numero elevato di erogatori di bassa por-

tata unitaria è, quindi, la migliore soluzione del problema, perché sfrutta meglio la capacità d'accumulo idrico nel terreno, somministra l'acqua in tempi molto lunghi e consente un

maggior volume di terreno bagnato a contatto con gli apparati radicali delle piante.

Sui terreni sciolti la frequenza di bagnatura potrà anche essere quotidiana restituendo alla pianta il consumo di evapotraspirato del giorno precedente o, nei casi di colture con elevati consumi da restituire alla pianta, anche frazionando il volume durante la giornata; come primo orientamento, comunque, il volume d'adacquata a goccia non dovrebbe superare il 10% del valore dell'Acqua Disponibile in 50 centimetri per ogni tipo di terreno.

Sui terreni presenti in Emilia-Romagna, i volumi massimi irrigui ad intervento per una corretta irrigazione a goccia sono compresi tra i 5 mm nei terreni relativamente più sciolti sino ai 12 mm di quelli argillosi, questi valori essendo corrispondenti alle perdite per evaporazione di 1 o 2 giornate di luglio delle principali colture, dovranno essere restituiti giornalmente od al massimo ogni 2 giorni nei terreni più argillosi.

I volumi di irrigazione indicati risultano validi solo a condizione che il numero di erogatori installati sia adeguato per un bagnatura di almeno il 20% del terreno a contatto dell'apparato radicale della coltura. La Tab. 6 riporta una valutazione orientativa del numero di gocciolatori necessari su vari tipi di terreno per ottenere un volume di questa bagnatura minima; la presenza di un numero di erogatori inferiore potrebbe determinare perdita di efficienza dell'acqua irrigua e di produzione.

In Emilia-Romagna il numero di erogatori normalmente installati nei frutteti è frequentemente inferiore a quello riportato in tabella 6, come purtroppo è spesso scadente il filtraggio e troppo bassa la frequenza dell'irrigazione. Tutte queste cause portano ad un decadimento qualitativo

Tab. 6 - Numero di erogatori per ettaro e distanza media sulla linea in funzione del tipo di terreno, in frutteti con filari distanti 4 metri ed irrigazioni frequenti di 4-5 mm/giorno.

Tipo di terreno	Portata del gocciolatore					
	2 litri/ora		4 litri/ora		8 litri/ora	
	Distanza m	n./Ha	Distanza m	n./Ha	Distanza m	n./Ha
Sabbioso	0,65	3419	0,75	2963	0,95	2339
Franco sabbioso	0,85	2614	0,95	2339	1,15	1932
Franco	1,05	2116	1,15	1932	1,35	1646
Franco argilloso	1,25	1778	1,35	1646	1,55	1434
Limoso	1,35	1646	1,45	1533	1,65	1347
Argilloso	1,45	1533	1,55	1434	1,75	1270

dell'irrigazione a goccia, con abbassamento della sua efficienza. Come denunciato anche per altri metodi, quindi, gli insuccessi talvolta ottenuti dall'irrigazione a goccia sono causati da un rozzo ed improprio impiego del metodo stesso.

Altre considerazioni rendono molto utile l'impiego di numerosi gocciolatori: l'uniformità di erogazione per pianta risulterà più elevata, per effetto della maggiore stabilità della media delle portate di più gocciolatori, ed il danno alla pianta per l'eventuale completa ostruzione di un gocciolatore sarà molto meno grave.

3) posizione degli erogatori inefficiente

Una posizione corretta consente alla pianta di avere una grande massa radicale a contatto col suolo bagnato, mentre una posizione troppo distante del gocciolatore riduce l'efficienza per l'impossibilità della pianta di assorbire l'acqua distribuita in posizioni non ben raggiunte dalle radici. I maggiori problemi emergono nelle colture frutticole con distanze tra le piante sulla fila considerevoli (peschi a vaso, aranci ed olivi) sulle quali le radici non colonizzano perfettamente tutto il volume del terreno, o comunque hanno una densità radicale assorbente non sufficiente nella mezzera tra due piante vicine. In questo caso è preferibile impiegare gocciolatori ad inserimento (on line) piuttosto che ali gocciolanti integrali; queste, avendo distanze modulari tra gli erogatori, determinano una posizione casuale del gocciolamento rispetto all'albero, con perdita parziale o totale dell'efficienza degli erogatori troppo distanti.

In linea generale, su piante adulte, occorre assolutamente evitare che la distanza modulare tra gli erogatori sia maggiore di quella tra le pian-

te, e che in piante a distanza superiore ai 4 metri un gocciolatore sia posto oltre i 150 cm sui terreni sabbiosi e sino ad un massimo di 200 cm su quelli argillosi. Distanze superiori faranno perdere efficienza alla distribuzione dell'acqua, con perdite idriche spesso importanti.

Nel caso di alberi in fase di allevamento, con radici ancora poco sviluppate, con l'irrigazione localizzata vicino alla pianta, si potranno ottenere i risultati più esaltanti di risparmio idrico rispetto all'aspersione, metodo che obbliga a bagnare inutilmente tutto il terreno; è però indispensabile posizionare i gocciolatori molto vicino alla pianta per poi procedere ad un loro definitivo posizionamento a pianta adulta, mediante lo scivolamento laterale di tutta la tubazione gocciolante e l'inserimento di almeno un altro erogatore sull'altro lato.

Sulle ortive, non si hanno normalmente problemi di un'eccessiva localizzazione dell'erogazione, perché le piante sono molto ravvicinate e quindi l'impiego di ali gocciolanti integrali con punti di erogazione non superiori ai 30-40 centimetri (ma anche meno sulle sabbie o più spaziate sulle argille per piante a sesto maggiore), consentono di solito una buona distribuzione dell'acqua a strisce.

Un forte handicap dell'irrigazione a goccia è dato dall'impossibilità di garantire l'emergenza della coltura dopo la semina od il trapianto. La localizzazione, infatti, non permette una regolare ed adeguata bagnatura del terreno capace di determinare la nascita regolare, omogenea e contemporanea delle piantine.

Questo motivo costringe molti orticoltori ad adoperare l'irrigazione ad aspersione nella prima fase colturale per poi, eventualmente, passare all'irrigazione a goccia della coltu-

ra. Per non avere un doppio impianto, molti agricoltori preferiscono impiegare esclusivamente l'irrigazione a pioggia.

SVANTAGGI DELL'IRRIGAZIONE A GOCCIA

Il successo dell'irrigazione a goccia in Emilia-Romagna è prevalentemente legato alla sua duttilità d'impiego in svariate situazioni e specie sulle colture da frutto ed ortive a file larghe, pacciamate e non. Per molti agricoltori la caratteristica vincente è quella data dalla grande comodità di utilizzazione sia degli impianti a goccia fissi (colture poliennali) sia di quelli mobili, per i quali una volta stese meccanicamente le ali gocciolanti sul suolo, l'irrigazione diviene molto semplificata e non determina sovrapposizione di lavoro con le altre operazioni colturali. Questa comodità d'impiego, stimola però l'agricoltore ad una sovrautilizzazione dell'impianto, quindi con un consumo di lusso d'acqua, specie nei vasti comprensori irrigui dove il sistema tariffario non aiuta il risparmio idrico.

Il metodo a goccia deve essere impiegato con molta correttezza, altrimenti tutte le sue potenzialità vanno perse. Purtroppo questo avviene in pratica solo nelle aziende più avanzate; in moltissimi casi, infatti, si osservano impianti mal filtrati, senza una regolare manutenzione capace di mantenere efficiente il sistema, senza contatori o criteri per valutare i volumi irrigui che vengono invece distribuiti con grande empirismo e quindi con bassa efficienza.

Per l'irrigazione a goccia, così come per gli altri sistemi irrigui, è quindi essenziale la preparazione e l'attenzione posta da parte dell'agricoltore alla pratica irrigua; senza l'impegno dell'uomo nessuna modalità di risparmio dell'acqua potrà perciò aver successo.

Il programma **TECNIRRI**

Per raggiungere l'elevata efficienza consentita dalla microirrigazione, è di estrema importanza: il dimensionamento di tubazioni di diametro corretto; la scelta di un erogatore di ottime caratteristiche tecnologiche, e la scelta di una filtrazione dell'acqua che eviti l'ostruzione degli erogatori, un numero di erogatori adeguato al terreno ed alla pianta collocati in giusta posizione.

Per consentire a tutti di semplificare queste scelte, che richiederebbero una conoscenza specialistica, il Consorzio per il Canale Emiliano Romagnolo ha predisposto TECNIRRI: un supporto decisionale accessibile sul web all'indirizzo

www.consorziocer.it/tecnirri/

Il cui uso permette (Fig. 1) di:

- limitare gli sprechi d'acqua,
- ridurre i rilasci di nutrienti ed inquinanti in falda ed in superficie,
- sostenere e stabilizzare le rese,
- salvaguardare la qualità delle produzioni agricole,
- effettuare irrigazioni corrispondenti a quelle indicate da IRRINET,
- rendere economica la costruzione e la gestione degli impianti irrigui.

Per un facile uso, TECNIRRI non prevede una progettazione completa ed integrata di un impianto irriguo aziendale, viceversa, si compone di diversi programmi ognuno utile a risolvere un problema tecnico specifico.

Comunque, l'uso integrato dei programmi permette ad un tecnico agricolo anche non specialista, di arrivare a dimensionare correttamente un impianto di irrigazione a goccia.



Tutti i programmi di TECNIRRI prevedono l'immissione dei dati di semplice reperimento nell'azienda agricola.

Le domande meno semplici, sono state supportate da pagine di spiegazioni ed aiuto, da richiamare a richiesta dell'utente. Assieme alle risposte restituite in forma letterale e numerica, vengono fornite, se del caso, anche esemplificazioni grafiche, il programma consente di cono-

scere le caratteristiche qualitative di oltre 200 erogatori che il CER ha sottoposto a test tecnologici sui propri banchi prova, l'utente potrà quindi individuare le caratteristiche qualitative e idrauliche più adatte all'impianto da realizzare.

I materiali microirrigui sono stati suddivisi in:

- gocciolatori comuni,
- gocciolatori autocompensanti
- ali gocciolanti comuni, a loro vol-

ta suddivise per robustezza del materiale,

- ali gocciolanti autocompensanti
- spruzzatori statici comuni,
- spruzzatori statici autocompensanti,
- spruzzatori dinamici comuni,
- spruzzatori dinamici autocompensanti.

Per ogni categoria è disponibile una illustrazione tecnica sulla tipologia costruttiva del materiale e sul suo impiego ottimale. Per ogni modello è riportata la sua omogeneità di erogazione arrivando ad indicarla come mediocre o pessima per i modelli per i quali è sconsigliata l'utilizzazione agricola. Per i materiali autocompensanti viene anche riportata la reale capacità di mantenere la portata al variare della pressione lungo la condotta.

Il programma procede al calcolo del numero (Fig. 2) e della posizione ideale dei gocciolatori o degli spruzzatori sui frutteti. Permettendo una scelta ottimale basata sulla portata dell'erogatore prescelto, sul sesto di impianto e sul tipo di terreno del frutteto.

Per maggiore utilità viene anche calcolata la pluviometria oraria di irrigazione, utile al suo inserimento in altri programmi di TECNIRRI.

Il software calcola correttamente il diametro delle tubazioni a servizio degli impianti di microirrigazione, garantendone il loro buon funzionamento e la massima uniformità di distribuzione dell'acqua sui frutteti. Possono essere dimensionati sia i diametri delle tubazioni portaerogatori di polietilene, sia quelli delle condotte principali di polietilene o P.V.C.

Il calcolo della linea gocciolante viene effettuata scegliendo sulla base delle reali caratteristiche idrauliche del modello di erogatore individuato tra quelli del programma "Scelta dell'erogatore"; ciò consente un risultato molto preciso.



Il calcolo arriva a determinare il diametro commerciale necessario, ed eventualmente la possibilità di risparmio economico ottenibile rastremmando una porzione terminale della condotta, indicandone il metraggio. Inoltre, viene visualizzata la perdita di pressione tra inizio e fine linea e la conseguente portata attesa degli erogatori iniziali e finali.

Il programma fornisce anche indicazioni sul filtraggio:

- tipo di filtro (a idrociclone, a calza, a graniglia) più adatto in ogni situazione;
- corretta successione nella stazione di filtraggio;
- intensità di filtrazione in dipen-

denza della qualità dell'acqua impiegata e dell'erogatore prescelto;

- dimensione commerciale dei filtri in relazione alla portata dell'impianto.

Numerose altre informazioni collaterali indicano la manutenzione necessaria della stazione filtrante per un corretto funzionamento degli impianti irrigui a goccia.

L'uso di TECNIRRI permette, quindi, di progettare impianti microirrigui nuovi e di controllare le componenti di impianti esistenti, ciò consente di ottenere impianti validi sottraendosi alle scelte del progettista privato, tal volta indirizzate da una semplice logica commerciale.

Irrigazione a SCORRIMENTO

In Emilia Romagna sono irrigati a scorrimento ed infiltrazione laterale da solchi oltre 45.000 ettari di colture.

Nell'irrigazione per scorrimento, l'acqua fluisce durante l'adacquata su tutta la superficie del terreno (scorrimento superficiale) o solo lungo l'interfilare delle colture (scorrimento inalveato o da solchi).

Nella realtà regionale, però, l'irrigazione da solchi classica è poco adoperata, mentre è molto diffusa, specie nel reggiano e nel ferrarese, una particolare forma di irrigazione tramite "infiltrazione dalle scoline", che è stata presumibilmente censita dall'ISTAT assieme all'infiltrazione laterale.

In tutti i metodi per scorrimento superficiale gli appezzamenti da irrigare vengono alimentati alla loro estremità superiore e l'acqua, per gravità, giunge a quella inferiore infiltrandosi nel terreno durante il tragitto. Poiché la quantità d'acqua infiltrata è proporzionale al suo tempo di permanenza sul terreno, all'estremità superiore dell'unità irrigua se ne infila di più che in quella inferiore, con scarsa uniformità di distribuzione. Solitamente l'immissione dell'acqua viene interrotta quando circa i 2/3 del campo sono stati raggiunti dalla lama d'acqua; l'acqua residua non ancora infiltrata continua a scorrere sul campo sino ad esaurirsi nella porzione terminale, parte per infiltrazione e parte per colature di fondo campo.



(Foto Diatèca Agricoltura)

Nei terreni molto permeabili, poco pendenti e in campi lunghi la difformità di distribuzione sarà elevatissima, mentre in quelli argillosi risulta più accettabile specie se con adacquamenti di lunga durata. In altri termini, i metodi per scorrimento sono più indicati sui terreni argillosi e per colture con apparato radicale profondo che richiedono (o sopportano) turni lunghi e volumi d'adacquata elevati.

L'irrigazione per scorrimento è quasi sempre caratterizzata da un elevato uso della risorsa idrica e da una bassa efficienza: solo poca, dell'ac-

qua distribuita, viene infatti utilizzata dalla pianta, mentre la maggior parte è persa per percolazione profonda, per le colature di fondo campo, ed anche per evaporazione dalla superficie liquida e dal suolo bagnato.

La sostituzione dell'irrigazione a scorrimento con quella ad asperzione rappresenterebbe un concreto miglioramento nell'uso dell'acqua, con consistenti risparmi idrici complessivi.

In particolare, tutte le colture estensive come i prati stabili, il mais, la bietola da zucchero ed altre sarchiate, si adatterebbero ottimamente all'ir-



(Foto Dioteca Agricoltura)

rigazione a pioggia. Sui frutteti e le ortive, l'eventuale sostituzione del metodo irriguo potrà essere operata scegliendo tra l'aspersione e la goccia, secondo le disponibilità dell'acqua in azienda (turno imposto dal Consorzio).

SCORRIMENTO SULL'INTERA SUPERFICIE

Il metodo è principalmente impiegato sui prati stabili ma, purtroppo anche su colture meno adatte come il mais, il sorgo e la bietola da zucchero, od addirittura sul pomodoro da industria, vigneti e frutteti per i quali il metodo è veramente controproducente sulla resa e la qualità del prodotto, oltre che in termini d'uso corretto dell'acqua.

Contrariamente ai metodi irrigui con acqua in pressione, dal momento del-

l'ingresso dell'acqua in campo non viene impiegato nessun materiale di distribuzione; quest'assenza deve però essere sostituita da un'accurata sistemazione e modellamento del terreno al fine di ottenere la razionale ed omogenea bagnatura del suolo.

La sistemazione irrigua prevalente in Emilia è di solito riconducibile alla cosiddetta "spianata".

In linea di massima, la lunghezza, larghezza e pendenza dell'unità irrigua, o del solco, sono strettamente dipendenti dalla portata unitaria disponibile in testata al campo, e viceversa.

Con lo scorrimento sull'intera superficie sono sempre necessarie elevate portate, variabili tra i 50 ed i 300 litri al secondo. Il volume d'adacquata è molto elevato per far giungere l'acqua dalla testata adacqua-

trice a quella di fondo, compreso tra gli 800 ed i 1200 m³/ha, ed il volume stagionale risulterà quindi elevatissimo giungendo anche ai 10.000-15.000 m³/ha/anno.

Le forti perdite per percolazione profonda e ruscellamento (colature di fondo e laterali) determinano una bassa efficienza di distribuzione dell'acqua che è normalmente compresa tra il 40 ed il 60%, con i valori più bassi in caso di superficie mal livellata e quelli maggiori per superfici perfettamente livellate con laser.

SCORRIMENTO INALVEATO DA SOLCHI

L'acqua non entra in contatto con l'intera superficie del terreno da irrigare, ma solo con una parte e si diffonde nel terreno non solo per infiltrazione verticale ma anche laterale attraverso le pareti del solco. L'acqua è immessa da un'adacquatrice di testata in solchi paralleli tra loro ed all'asse longitudinale del campo, per poi scorrervi in tempi generalmente più lunghi rispetto allo scorrimento totale; anche per questo sistema è quindi necessaria una pendenza longitudinale di circa 1-5 per mille.

Un primo miglioramento nella diffusione regolare dell'acqua tra i solchi può essere costituito dalla sostituzione dell'adacquatrice di testata con una tubazione munita di appositi fori.

La sistemazione "a solchi" è generalmente temporanea e può essere effettuata prima della semina o del trapianto della coltura mediante apposite macchine operatrici, capaci di modellare il terreno, precedentemente livellato alla pendenza stabilita. Più frequentemente il terreno viene preventivamente livellato, e successivamente, a pianta emersa, vengono creati dei solchi tra ogni fila di piante mediante operazioni di rincalzatura, lungo i quali verrà fatta scorrere l'acqua.

Nelle colture a file molto ravvicinate, l'irrigazione da solchi è improponibile, in tal caso è possibile procedere a prosature del terreno delimitate da solchi per lo scorrimento in alveato dell'acqua; la larghezza della prosa dovrà essere adeguata a permettere un'infiltrazione laterale dell'acqua in grado di umettare il terreno con regolarità tra le file.

In tutta la pianura padana l'ingresso dell'acqua in campo è ormai operata sollevandola mediante motopompe a bassa prevalenza ed alta portata, ed immettendola in un solco adacquatore di testata che porta l'acqua ai solchi; anche in questo caso l'immissione viene sospesa quando l'acqua ha già raggiunto almeno il 70% della lunghezza del campo. I corpi idrici necessari sono inferiori a quelli dell'irrigazione per scorrimento su tutta la superficie (4-20 l/secondo) ed il volume d'adacquata per ettaro può aggirarsi sui 500-700 m³/ha ad intervento.

Le perdite d'acqua sono sempre elevate portando l'efficienza a valori del 50-65% , con i valori più bassi nei terreni molto permeabili e con pendenze poco uniformi, e valori migliori sui terreni argillosi non crepacciati e con buona sistemazione superficiale del solco.

Una forma di irrigazione da solchi viene praticata in alcune zone del modenese anche sui frutteti. L'acqua viene immessa in solchi permanenti tracciati lungo ogni filare delle piante e si diffonde sino al fondo del campo, bagnando ampie zone del terreno a contatto con le radici (Foto 2). Il sistema è molto rudimentale per una moderna frutticoltura e viene praticato su terreni con strati di ghiaia molto drenanti che impediscono la morte delle piante per asfissia, per contro il consumo d'acqua è elevatissimo con un'efficienza che raggiunge a malapena il 25-30% ed ele-

vatissime percolazioni in falda di elementi nutritivi.

INFILTRAZIONE LATERALE DA SCOLINE

Il sistema d'irrigazione è molto rozzo ma economico perché impiega le scoline destinate al drenaggio dei terreni, già presenti in azienda, per una "irrigazione" di bassa efficienza.

Il sistema aveva qualche significato nel passato quando l'acqua disponibile sul territorio era più consistente e con minore competizione per il suo uso.

In generale il sistema è adoperato con il significato "di ristoro", e non d'irrigazione vera e propria, ma in alcune aziende dotate di falda superficiale o strati di terreno impermeabile consente un certo sollievo alle colture nei periodi più siccitosi.

Le scoline vengono mantenute invasate con acqua irrigua per lunghi periodi con la speranza che la permeabilità laterale del terreno, o la crepacciatura tipica dei suoli argillosi asciutti, aiuti nella distribuzione laterale.

Talvolta, per favorire la diffusione dell'acqua, vengono effettuate "ripature" trasversali alla lunghezza dell'appezzamento.

Il fattore che più penalizza il metodo dell'infiltrazione laterale da scoline è la scarsa permeabilità del terreno che rallentando il moto laterale dell'acqua, causa una distribuzione disomogenea, con un marcato gradiente di umidità dalla scolina al centro del campo. Nel tentativo di migliorare la cattiva uniformità di bagnatura le scoline sono perciò frequentemente mantenute invasate per lunghissimi periodi, e con alti consumi idrici non produttivi.

Da alcuni rilievi effettuati, si è visto che l'uniformità iniziale è molto bassa, per poi raggiungere valori mediocri dopo alcune ore dall'inizio dell'irrigazione. Le elevate perdite per percolazione profonda e le colature dalle scoline portano ad un'efficienza che non supera mai il 25-30%, con rilevantissime perdite d'acqua.

Per soddisfare le esigenze idriche delle colture maggiormente irrigate con questo sistema (principalmente



(Foto Archivio CER)

foraggiere e mais), vengono normalmente distribuiti per ogni intervento volumi pari a circa 2500 m³/ha in 6-10 ore. Gli interventi vengono raramente ripetuti ma, talvolta, vengono effettuate anche 3 o 4 irrigazioni capaci di determinare un volume stagionale anche di 10.000 m³/ha. Purtroppo questo sistema è ampiamente diffuso nel reggiano, nel modenese e nel ferrarese; indagini effettuate dal Consorzio per il CER hanno valutato che oltre la metà delle superfici indicate dall'ISTAT come sottoposte al metodo per "scorrimento superficiale ed infiltrazione", siano in realtà "irrigate" con questo sistema.

Considerata la minima efficienza ed utilità del sistema è assolutamente da evitare e penalizzare, perché determina un prelievo iniquo d'acqua impedendo l'irrigazione su altre superfici soggette a metodi più efficienti, con risultati economici certamente più sicuri.

SCORRIMENTO: VANTAGGI E SVANTAGGI

I pochi aspetti positivi dell'irrigazione per scorrimento sono costituiti da:

- basso o nullo costo dei materiali irrigui;
- velocità di esecuzione dell'irrigazione;
- nulla influenza del vento sulla distribuzione;
- bassi o nulli costi energetici per il sollevamento.

L'ultimo "vantaggio" è vero solamente nel caso che l'acqua provenga da una fonte idrica posta a quota superiore rispetto all'azienda, come nel caso di risorse idriche appenniniche distribuite da un Consorzio irriguo a gravità. Ma nella realtà, nella maggioranza dei casi l'acqua viene portata in azienda dopo almeno un sollevamento, deter-

minando un costo energetico elevato e proporzionale alla gran quantità d'acqua impiegata e sprecata durante l'irrigazione.

Gli aspetti negativi per un uso parsimonioso dell'acqua e su altri vincoli di buona pratica agricola ed irrigua sono molto evidenti, e superano per numero ed importanza i limitati aspetti positivi, infatti, con lo scorrimento si determina:

- bassa efficienza di distribuzione dell'acqua;
- bassa uniformità d'erogazione;
- bassa efficienza agronomica nell'uso dell'acqua;
- erosione del terreno;
- percolazione di elementi nutritivi in falda;
- impossibilità di dosare l'acqua in relazione alle reali necessità della pianta;
- impossibilità di seguire un'applicazione corretta del bilancio idrico;
- impossibilità di irrigare per favorire l'emergenza dei seminati e l'attecchimento dei trapianti;
- impossibilità di climatizzazione della foglia;
- impossibilità d'automatizzazione dell'irrigazione;
- impossibilità di coltivazione di molte specie.

L'irrigazione a scorrimento è quindi un metodo caratterizzato da un elevato spreco di risorse idriche che, fortunatamente, è in via di graduale abbandono da parte delle aziende agricole regionali. Negli ultimi 10 anni, infatti, il numero di aziende con irrigazione a scorrimento è passato dal 24 al 20% sul totale delle aziende irrigate.

Il passaggio a qualsiasi altro sistema d'irrigazione consentirebbe un notevole contenimento nei prelievi idrici, ma anche un uso più corretto dello stesso metodo potrebbe contribuire ad un discreto risparmio idrico a livello territoriale.

MIGLIORAMENTO DELL'UNIFORMITÀ ED EFFICIENZA DI DISTRIBUZIONE

La bassa efficienza rappresenta il vero aspetto negativo del metodo irriguo, determinata sia dalla mediocre uniformità di bagnatura del campo sia delle forti perdite per percolazione profonda. Migliorare l'uniformità e limitare la percolazione profonda sono, quindi, le uniche due strade per migliorare l'efficienza, risparmiando acqua.

L'irregolarità dell'irrigazione a scorrimento deriva dai diversi tempi d'infiltrazione lungo il campo. Se l'acqua fosse applicata contemporaneamente su tutta la superficie (come nell'aspersione o nella irrigazione a goccia) si infiltrerebbe abbastanza uniformemente nel terreno, permettendo di dosare l'acqua senza provocare disformità e percolazione. Siccome questo è impossibile - perché occorre un certo tempo di transito affinché l'acqua giunga in fondo al campo - i tempi d'infiltrazione sono diversi tra le due testate determinando sovrairrigazione e forte percolazione nella porzione di ingresso dell'acqua, talvolta molto estesa.

L'unica possibilità di miglioramento è allora rappresentata dalla riduzione del tempo necessario alla fase d'avanzamento dell'acqua, affinché la fase d'infiltrazione diventi simile in tutta la lunghezza dell'appezzamento. Al tempo stesso le perdite di colatura di fondo devono essere il più possibile contenute, anche se sono indispensabili per apportare una dose sufficiente al fondo del campo, evitando anche il ristagno a fine irrigazione od allagamenti conseguenti a forti temporali.

Nell'irrigazione da solchi occorre, innanzi tutto, apportare la stessa quantità d'acqua tra tutti i solchi e dosare molto bene la portata in ingresso ad ogni solco:

Fig. 1 - L'acqua avanza lentamente, i tempi d'infiltrazione nella testata sono troppo elevati determinando forti percolazioni e scarsa uniformità ed efficienza.

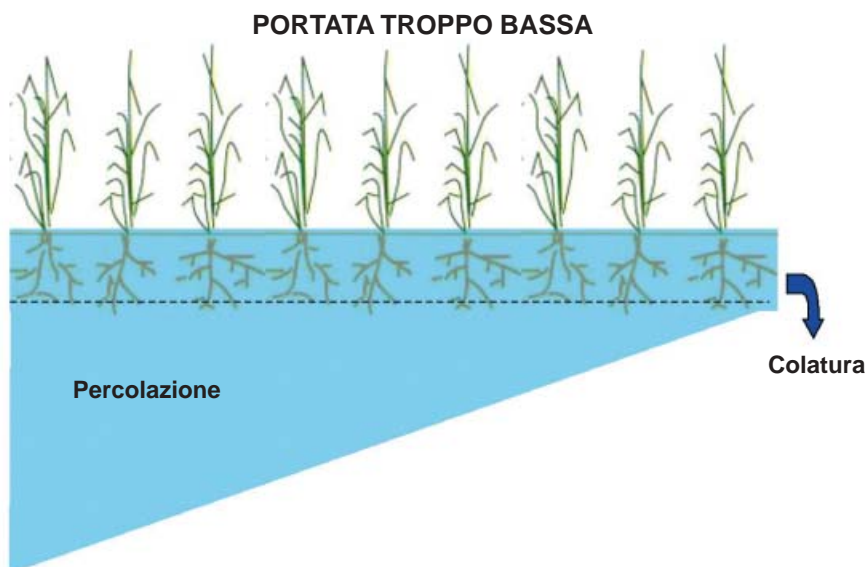
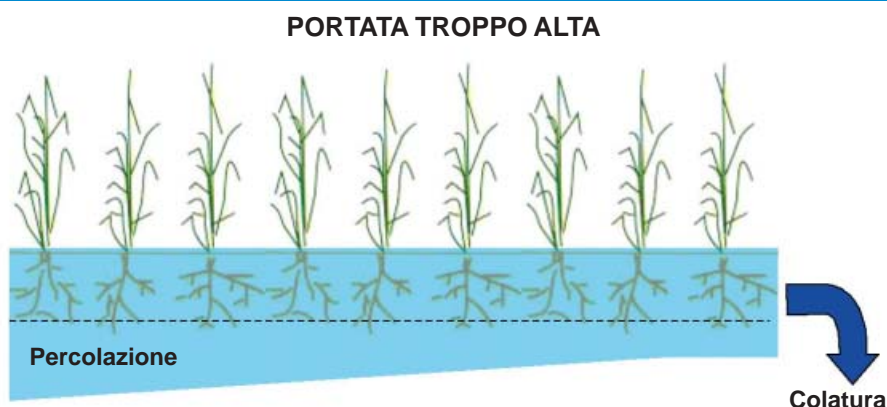


Fig. 2 - L'acqua avanza troppo velocemente, la portata persa per colatura di fondo è elevata. Buona uniformità ma bassa efficienza.



- una portata troppo bassa determina una lenta velocità d'avanzamento dell'acqua con tempi troppo lunghi d'infiltrazione vicino alla testata e, quindi, corpose perdite per percolazione profonda. L'uniformità e l'efficienza saranno molto basse (Fig. 1);
- una portata troppo elevata provoca un troppo rapido avanzamento dell'acqua nel solco ed elevate perdite dai colatori di fondo campo. In questo caso si otterrà una buona uniformità di bagnatura, ma l'efficienza ottenuta sarà bassa (Fig. 2).

IL METODO DELLA DOPPIA PORTATA

Sulla base dell'esperienza fatta sul proprio terreno, si riesce ad ottenere una portata adeguata alla specifica situazione, sarà possibile rendere equilibrate le perdite di percolazione e di colatura elevando sia l'uniformità sia l'efficienza dell'irrigazione a valori di almeno il 60% (Fig. 3).

Applicando una portata elevata sino a quando l'acqua non giunge in fondo al solco ed una portata ridotta successivamente, si ottiene una breve fase d'avanzamento ed una lunga fase d'infiltrazione. La procedura permette di uniformare abbastanza l'infiltrazione in tutta la lunghezza del campo e di ridurre le colature di fondo, con il raggiungimento di un'uniformità ed efficienza anche del 70% (Fig. 4).

Per raggiungere una doppia portata è possibile modificarne la portata in ingresso in ogni solco, anche mediante due differenti sifoncini: durante la fase d'avanzamento ambedue sono adescati, quello di diametro maggiore sarà poi non adescato, per ridurre la portata durante la fase d'infiltrazione. Una portata variabile è anche praticabile sostituendo l'adacquatrice di testata con tubazioni fessurate in leggera pressione; inizialmente si potrà mantenere una pressione maggiore elevando la portata per poi abbassarla durante la fase di infiltrazione.

IL METODO DELLA PORTATA AD IMPULSI

È stata una delle più brillanti innovazioni introdotte nel settore per il miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione a scorrimento.

Il sistema ad impulsi prevede immisioni discontinue d'acqua nei solchi. L'intermittenza è determinata da particolari valvole deviatrici che convogliano il flusso alternativamente

portata nelle tubazioni fessurate poste d'ambo i lati della valvola, detta "pulsatore".

La portata intermittente si distribuisce lungo il solco con una serie di avanzamenti ed arresti del flusso che, umettando il terreno, tratto per tratto, migliorano l'uniformità di distribuzione riducendo sia il volume necessario all'irrigazione sia le colature di fondo.

Nelle aziende più preparate il passaggio da una irrigazione da solchi classica a quella ad impulsi ha permesso un innalzamento dell'uniformità dal 50% al 75%, e dell'efficienza di applicazione sino a valori prossimi all'80%.

In pratica l'avanzamento ad impulsi determina una maggiore velocità della fase di avanzamento, riducendo conseguentemente il quantitativo d'acqua distribuito in questa fase di pessima uniformità di circa 2/3. La riduzione consente un notevole risparmio d'acqua (anche del 50%) e d'energia che ripaga velocemente il costo d'acquisto del pulsatore e delle tubazioni di testata.

Il largo impiego di pulsatori nell'irrigazione a scorrimento nei paesi più avanzati, ha portato ad un loro continuo miglioramento tecnologico; oggi sono disponibili valvole pulsatrici computerizzate capaci di permettere la selezione del volume erogato ad ogni immissione e del tempo tra due erogazioni. I pulsatori possono anche ricevere segnali da sensori di umidità posti in campo che ne ottimizzano la portata ed il tempo di intermittenza.

L'irrigazione a scorrimento è forse il metodo per il quale l'esperienza dell'uomo e la maestria nell'effettuazione delle irrigazioni, gioca il ruolo prevalente per il raggiungimento della massima efficienza e del minimo spreco d'acqua.

La progettazione della sistemazione

Fig. 3 - L'acqua avanza ad una velocità capace di rendere equilibrate le perdite per percolazione e per percolatura. L'uniformità e l'efficienza sono discrete, potendo giungere al 60%.

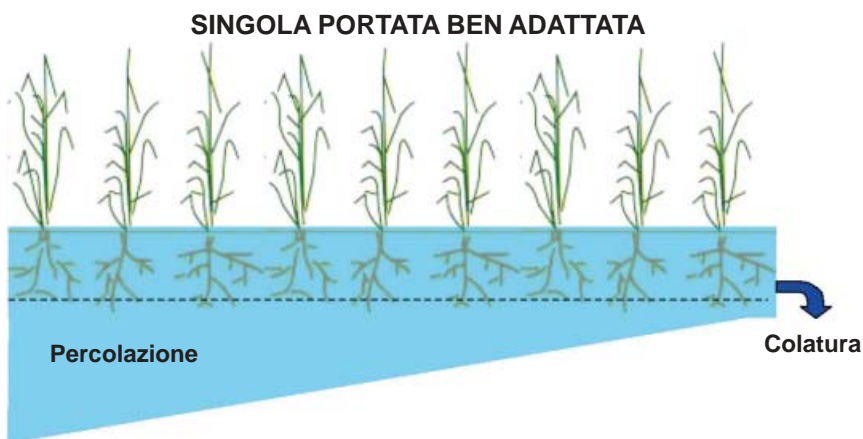
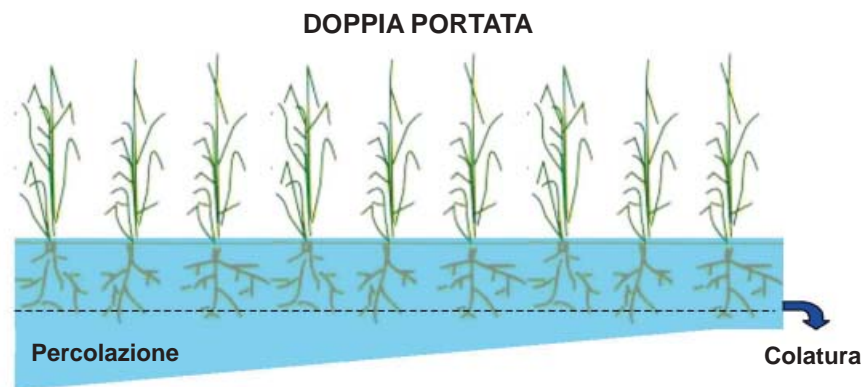


Fig. 4 - Portata elevata durante la fase di avanzamento e modesta durante la fase di infiltrazione: riduzione delle perdite di percolazione e di quelle per colatura. L'uniformità e l'efficienza possono raggiungere il 75%.



e molto complessa ma, normalmente, le dimensioni delle spianate idonee ad un'ottimale irrigazione per scorrimento sull'intera superficie devono avere un adeguato rapporto tra larghezza (W) e lunghezza (L), che dovrebbe essere di circa (W/L):

- 1/15 - 1/20 sui terreni argillosi;
- 1/10 - 1/15 sui terreni di medio impasto;
- 1/6 - 1/10 sui terreni sciolti o molto permeabili.

Anche in condizioni ottimali è poi necessario adottare precisi tempi d'acquadaquata in relazione alla portata, al tipo di terreno ed alla sua pendenza, senza i quali lo spreco d'acqua può risultare molto rilevante; per ottenere la stessa altezza d'acqua infiltrata, la portata dovrà essere maggiore sui terreni meno argillosi e meno pendenti (sino a circa 15 l/s/metro di larghezza), viceversa, molto più modesta nei terreni pesan-

ti e con pendenze rilevanti (attorno a 3 l/s/metro di larghezza).

Molto spesso la cattiva uniformità ed efficienza dello scorrimento, è determinata da un parziale abbandono di pratiche di campo alle quali si poneva maggiore attenzione nel passato. La perdita di un perfetto livellamento del campo, ad esempio, impedisce un regolare e veloce scorrimento dell'acqua sul suolo, con rilevante peggioramento dell'efficienza dell'irrigazione. L'irregolarità della superficie determina un rallenta-

mento della velocità d'avanzamento della lama d'acqua, ed è causa dei ristagni molto controproducenti sulla coltura.

Un notevole miglioramento nella distribuzione dell'acqua potrebbe essere determinato dall'eliminazione dell'adacquatrice di testata in terra, e dalla sua sostituzione con delle tubazioni di tipo rigido fessurate (Foto 1) per l'ottenimento della portata desiderata in testa ad ogni solco, o di manichette rigonfiabili dalla pressione dell'acqua, anch'esse

dotate di apposite uscite da posizionare all'ingresso di ogni solco.

La tubazione rigida è ben adattabile all'irrigazione ad impulsi, quella costituita da manichetta floscia permette il passaggio di macchine agricole per un agevole ingresso in campo.

Ambedue le soluzioni tubate consentono anche la distribuzione dell'acqua in leggera pressione, permettendo sia una migliore regolarità delle portate tra i solchi, sia una misurazione dell'acqua erogata mediante contatore.

Foto 1 - Tubazione adacquatrice in testata su cotone in Florida (USA).



(Foto Archivio CER)

La SOMMERSIONE

Il metodo per sommersione è presente in Emilia-Romagna su circa 8.000 ettari dei quali 7.200 nella sola provincia di Ferrara, ed è esclusivamente impiegato per la coltivazione del riso.

Nell'irrigazione per sommersione il terreno viene arginato e ricoperto di una consistente altezza d'acqua per periodi più o meno prolungati secondo la tecnica di coltivazione del riso. L'acqua si infila nel terreno abbondantemente saturandolo completamente ed uniformemente ma determinando anche notevoli perdite per percolazione profonda; per tale motivo la risaia andrebbe effettuata su terreni molto argillosi ed impermeabili.

Mentre l'uniformità di distribuzione è molto elevata, superando sempre il 90%, l'efficienza raggiunge a malapena il 10-15%.

Il fabbisogno idrico del riso, sarebbe simile al frumento variando tra i 450 ed i 550 mm/ha/anno, in relazione alle condizioni meteorologiche, alla cultivar ed alla lunghezza del ciclo culturale. L'evapotraspirazione aumenta, a partire da fine maggio, da 1 mm/giorno sino ad arrivare a 4 mm/giorno alla metà di agosto. I coefficienti culturali Kc da applicare alla evapotraspirazione potenziale per la stima del consumo della coltura (vedi a pag. 93), variano da 1,1 in giugno a 1,3 in luglio e decrescono in agosto a 0,9; i valori sono sempre molto elevati perché si ha una elevata frazione di evaporazione dalla superficie liquida della coltura.

La stima delle esigenze idriche della coltura nelle diverse fasi biologi-



che non è però molto interessante. Nella coltura sommersa, infatti, il governo delle acque, pur avendo anche il significato di irrigazione è effettuato soprattutto a fini termici e per le pratiche colturali.

L'apparato radicale del riso aumenta sino alla formazione dell'infiorescenza e comincia ad essere via via meno efficiente sino alla maturazione, periodo nel quale la maggioranza delle radici è morta. La massima profondità delle radici è attorno al metro, ma la massima densità si ha nei primi 30-40 cm di suolo, dal quale la pianta preleva la quasi

totalità dell'acqua necessaria; in queste condizioni una profondità di bagnatura elevata non sarebbe indispensabile alla specie.

VOLUMI STAGIONALI DI IRRIGAZIONE

In Italia variano per la coltura del riso sommerso tra i 15.000 ed i 45.000 m³/ha, con un valore medio nel ferrarese attorno ai 15-17.000 m³/ha. I limiti molto ampi sono conseguenza sia delle permeabilità del terreno, sia del governo dell'acqua adottato, che dell'età della risaia; nelle risaie in cui il riso è stato in lunga successione a se stesso, l'in-

tasamento del terreno è infatti maggiore, riducendo le perdite per percolazione.

Confrontando i valori con le esigenze idriche della coltura, si nota che il consumo per evapotraspirazione è solo 1/3-1/9 del fabbisogno idrico totale della risaia.

Questa differenza va addebitata sia alla percolazione profonda sia alle perdite conseguenti al governo delle acque, molto consistenti nel passaggio da coltura sommersa ad asciutta.

Un parziale risparmio idrico può quindi essere raggiunto migliorando il recupero delle acque fuoriuscite dalle camere, per le fasi di asciutta.

Un eccezionale contributo al risparmio idrico potrà poi essere dato dal proseguimento dell'opera di miglioramento genetico, come i primi risultati sperimentali lasciano sperare, per l'individuazione di varietà resistenti agli sbalzi termici, capaci di produrre addirittura con l'irrigazione per aspersione.

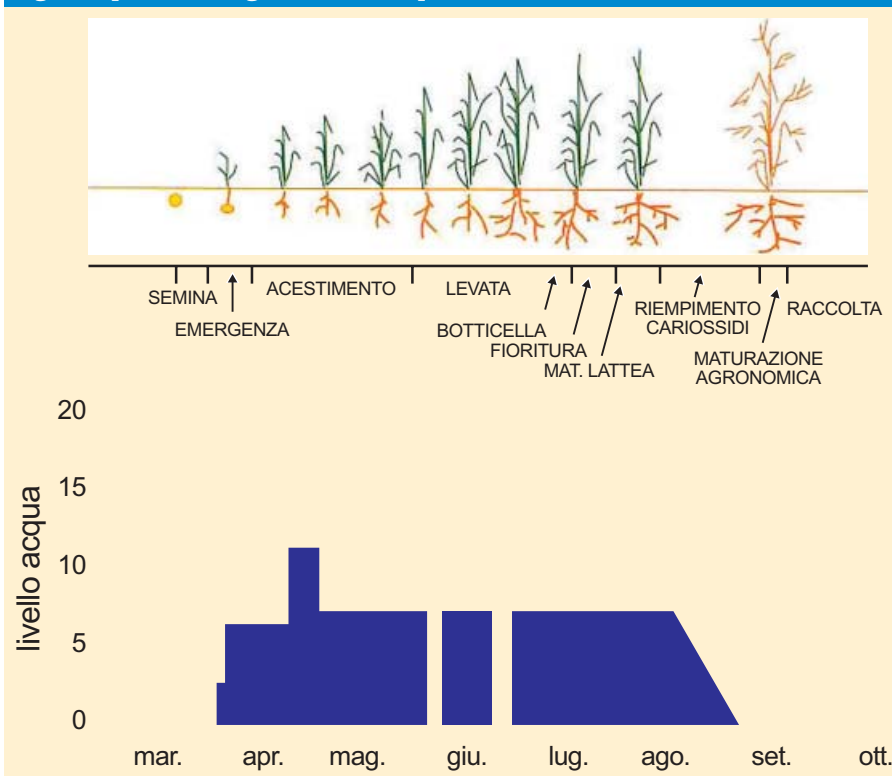
GOVERNO TRADIZIONALE DELLE ACQUE

La sommersione sulla coltura è pressochè continua, le fasi di asciutta sono variabili per numero e durata per consentire: diserbi, concimazioni e altre operazioni colturali; il governo delle acque richiede perciò una elevata maestria per unire le esigenze della specie con quelle climatiche e colturali, variabili di anno in anno.

La diffusione del "laser" per le misure di livellamento ed altre lavorazioni, ha permesso negli ultimi tempi un miglioramento notevole delle operazioni di campagna.

Orientativamente, in un anno andranno effettuate le seguenti manovre (Fig. 1) che determinano la maggior perdita d'acqua non produttiva.

Fig. 1 - Operazioni di governo dell'acqua in una risaia tradizionale.



1 - in assenza di acqua livellamento, concimazione, lavorazioni;

2 - sommersione con 2-3 cm d'acqua per intasare il terreno e livellarlo;

3 - innalzamento acqua a 5-8 cm in preparazione della semina;

4 - eventualmente abbassamento di livello per semina, germinazione e radicamento della coltura;

5 - innalzamento dell'acqua a 12-13 cm, le piantine emerse vengono perciò completamente sommerse per l'esecuzione del diserbo contro le graminacee;

6 - abbassamento dell'acqua per consentire alla pianta di emergere parzialmente dall'acqua durante gran parte della fase vegetativa iniziale (30-35 giorni);

7 - asciutta di 2-4 giorni per il diserbo contro le infestanti non graminacee;

8 - sommersione con 8-10 cm d'acqua per 12-15 giorni (fine giugno);

9 - asciutta di 6-8 giorni durante la fase di fine accestimento-inizio levata per la concimazione di copertura;

10 - sommersione del terreno con 8-10 cm durante la levata, la fase di botticella, fioritura, allegazione e sino alla maturazione lattea delle cariossidi;

11 - graduale abbassamento del livello sino all'asciutta finale, che andrà anticipata rispetto alla maturazione agronomica.

L'asciutta finale ha data molto variabile: mediamente è però nella prima decade di settembre e deve far arrivare il terreno asciutto alla raccolta con capacità di portanza delle mietitrebbie.

Dalla descrizione si potrà notare che le asciutte sono principalmente dovute alle necessità di diserbo che con l'adozione di nuovi principi attivi, andrà adeguatamente modificata.

Le brevi fasi di asciutta non pongono mai problemi idrici alla pianta, tranne che un'eventuale asciutta finale, se troppo anticipata, che potrebbe avere effetto negativo sul riempimento delle cariossidi durante la fase di maturazione.

TECNICHE ALTERNATIVE CON RISPARMIO IDRICO

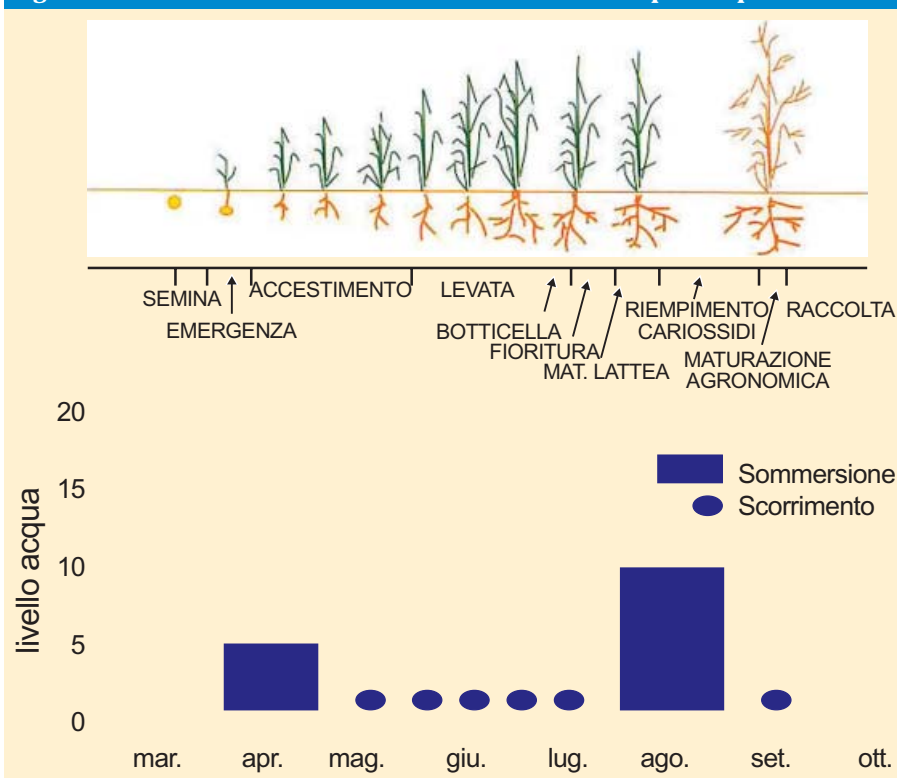
Coltivazione con governo delle acque e irrigazione per scorrimento.

Questa tecnica, in rapida diffusione, consiste nella possibilità di seminare in asciutto (solo sui terreni adatti) od in acqua, e di effettuare la sommersione solo nelle fasi in cui è indispensabile per il controllo termico della coltura. Nelle altre fasi l'irrigazione della coltura viene effettuata a scorrimento con una lama d'acqua limitata a 3-5 cm; secondo lo schema seguente (Fig. 2):

- sommersione dalla semina del riso alle 2-3 foglie vere (ove non si applichi la semina in asciutto), con circa 5 cm d'acqua;
- scorrimento dalle 2-3 foglie vere alla botticella, con circa 3-5 cm d'acqua al raggiungimento di 20 mm di Etc cumulato, con inizio del calcolo dalla data del completo assorbimento dell'acqua;
- sommersione dalla botticella alla maturazione cerosa con acqua a 8-10 cm.

Questa tecnica consente di utilizzare non più di 8.000 m³/ha per anno, con un risparmio valutabile in almeno 3.000-5.000 m³/ha/anno. L'adattamento e l'impiego di questa tecnica sulle risaie della regione porterebbe, quindi, a risparmiare

Fig. 2 - Abbinamento della sommersione e dello scorrimento per il risparmio idrico.



almeno 27 milioni di metri cubi d'acqua.

Coltivazione con semina interrata e sommersione alla seconda-terza foglia.

La tecnica, già adottata in altre aree risicole italiane, consiste nella semina interrata su terreno in asciutto perfettamente livellato e sommersione solo allo sviluppo della seconda o terza foglia, quindi 20-35 giorni dopo la semina.

Il ciclo colturale viene allungato, perciò a tale tecnica sono adatte varietà a ciclo medio per le semine di metà aprile, o a ciclo breve per le semine ai primi di maggio.

Dopo la semina, se l'andamento climatico è asciutto occorre bagnare la risaia evitando però ristagni mag-

giori di 1-2 giorni; quando la pianta ha 2-3 foglie si sommerge con il livello minore possibile, che può essere portato a livelli normali circa 10 giorni dopo.

Se si sommerge la risaia prima delle 2-3 foglie si avranno morie di piantule, se si sommerge dopo, le piante avranno differenziato capacità adatte ad ambienti non sommersi e soffriranno tanto più sono sviluppate.

La tecnica consente una serie di vantaggi: è possibile ottenere un investimento regolare anche su terreni difficili con semplificazione del controllo delle infestanti; le infestazioni di alghe e parassiti animali sono completamente assenti durante le fasi iniziali e non sono necessari diserbanti, con minore impatto

ambientale per la riduzione d'uso dei fitofarmaci.

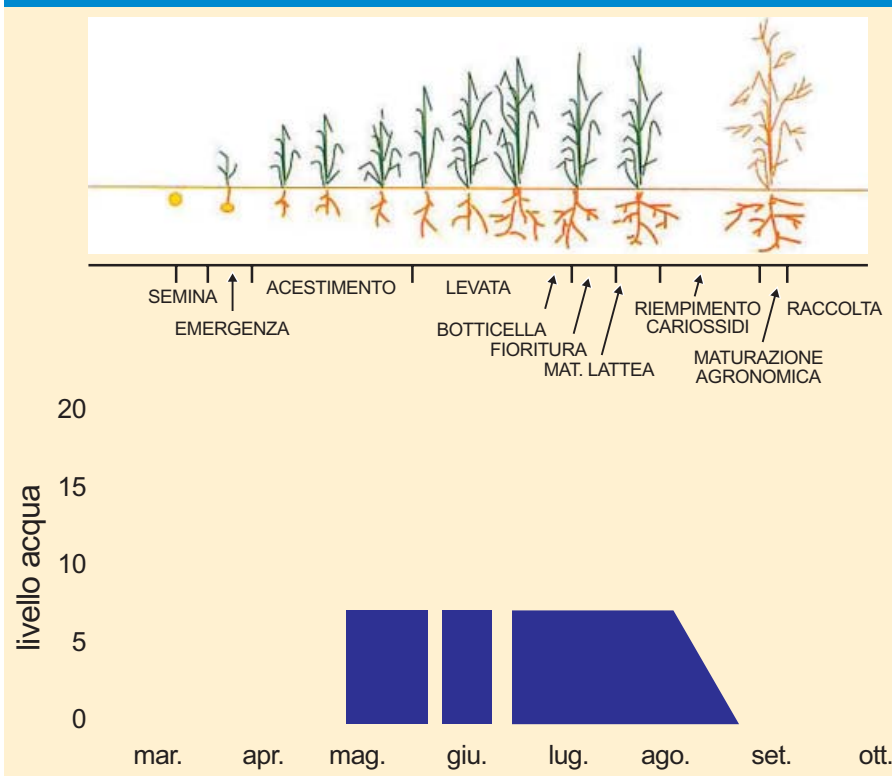
Il risparmio d'acqua può essere consistente e la gestione della risaia di minor impegno (fig. 3).

Coltivazione del riso senza sommersione

Questa tecnica ha suscitato grandi speranze negli anni ottanta, ma attualmente si è in una fase di riflessione. I vantaggi della coltivazione del riso senza sommersione, per ora effettuata ancora a livello sperimentale, sarebbero numerosi:

- notevole risparmio d'acqua: i volumi necessari nelle condizioni climatiche medie padane sarebbero di circa 3.000-6.000 m³/ha sui terreni argillosi e quindi di solo 1/3 o 1/2 rispetto a quelli medi della sommersione tradizionale nel ferrarese;
 - minore inquinamento di fitofarmaci, sia perché si limita la percolazione in falda, sia perché le alghe ed i parassiti animali non si sviluppano e non devono essere controllati chimicamente;
 - facile avvicendamento con altre colture, perché il terreno è meglio areato a fine ciclo ed adatto ad altre specie;
 - riduzione degli oneri di sistemazione dei terreni rispetto alla risaia classica;
 - minore usura delle macchine agricole ed operazioni in condizioni meno disagiate, la raccolta può essere effettuata con mietitrebbie non cingolate;
 - minore impegno e maggiore economia nella gestione della risaia.
- Gli svantaggi della coltivazione non sommersa sono però dovuti a:
- maggiore possibilità di stress ambientali ;
 - maggiori attacchi di brusone favorito dall'assenza della sommersione;

Fig. 3 - Schema del governo dell'acqua con la tecnica della semina in asciutta e sommersione alla seconda-terza foglia.



- maggiori attenzioni per la preparazione del letto di semina;
- semine leggermente ritardate per evitare ritorni di freddo non ammortizzati dall'acqua di sommersione.

La coltura non sommersa si presta, al pari delle altre specie, ad essere sottoposta ad un pilotaggio delle irrigazioni mediante compilazione di un bilancio idrico adattato alla coltura non sommersa, che ha permesso in Emilia su terreni sabbiosi, una resa massima di 67 q/ha nel 1989 e di oltre 70 q/ha nell'anno successivo.

L'irrigazione, effettuata per aspersione, ha richiesto, per tali produzioni, 12 e 18 interventi da 200 m³/ha ognuna nei due anni di prova, con

un volume stagionale di irrigazione di 3.500-5.000 m³/ha.

Analoghe produzioni, superiori a quelle della media nazionale ottenuta per sommersione, sono state ottenute nel Pavese dal Centro Ricerche sul Riso. In questo caso l'irrigazione è stata effettuata per scorrimento superficiale, con turno di 10-12 giorni nei terreni sciolti e 14-16 giorni in quelli argillosi.

La tecnica dell'irrigazione per aspersione sul riso è di estremo interesse per il risparmio d'acqua che potrebbe far conseguire. Le ricerche in tal senso dovrebbero quindi proseguire, specie perché i genetisti stanno lavorando nell'individuazione di varietà più adatte alla coltivazione non sommersa.



(Foto Riccioni)

An aerial photograph showing a river winding through a landscape. The river is dark and flows from the top left towards the bottom right. On the left bank, there is a concrete dam or weir structure. Below the dam, the land is divided into rectangular agricultural plots, some of which are green, suggesting crops. The overall scene is a mix of natural water flow and human agricultural intervention.

Riuso IRRIGUO delle ACQUE REFLUE

Nei Paesi molto aridi e poco dotati di risorse idriche, l'acqua scaricata dai depuratori civili viene spesso nuovamente impiegata in irrigazione, trasformando quello che è un rifiuto in una nuova risorsa utile al sostegno dell'agricoltura locale.

Negli ambienti con maggiori quantitativi d'acqua primaria disponibile, viceversa, l'utilizzazione delle acque reflue trova i suoi limiti nelle giuste precauzioni che occorre avere nei confronti di un'acqua imperfetta e potenzialmente capace di arrecare problemi all'uomo, alle colture, al terreno ed agli impianti irrigui.

Recentemente è stato emanato il Decreto Legge n. 185 del 12 giugno 2003 che stabilisce le norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue, allo scopo di limitare il prelievo delle acque superficiali e sotterranee, riducendo l'impatto degli scarichi sui fiumi e favorendo il risparmio idrico, mediante l'utilizzo multiplo delle acque di depurazione.

Secondo il Decreto il riutilizzo deve avvenire in condizioni di sicurezza ambientale, evitando alterazioni agli ecosistemi, al suolo ed alle colture, nonché rischi igienico-sanitari per la popolazione. Inoltre, il riutilizzo irriguo deve essere realizzato con modalità che "assicurino il risparmio idrico".

I limiti di qualità per le acque riutilizzabili in irrigazione, sono molto attenti verso gli aspetti sanitari, ma occorre prestare molta attenzione anche per tutte i problemi che si potrebbero avere nei confronti delle colture e del terreno, nonché sulla stessa funzionalità degli impianti irrigui.

PROBLEMI e LIMITI

Per realizzare consistenti risparmi idrici è necessario ridurre e razionalizzare i consumi applicando tecnologie irrigue di alto livello e garantire acqua di buona qualità per gli usi agricoli. Definita la qualità minima della risorsa da impiegarsi in agricoltura la sfida sarà dunque il garantire un sufficiente approvvigionamento approfittando di tutte le fonti idriche convenzionali e alternative. Il riuso delle acque reflue è, quindi, di estrema importanza perché consente l'utilizzo di acque altrimenti inutilizzabili e potenzialmente dannose per le acque superficiali ed il mare.

Una corretta definizione della qualità del refluo depurato per l'irrigazione deve prendere in considerazione tutti i seguenti aspetti:

- tecnologia irrigua;
- apporto irriguo in relazione alle caratteristiche del suolo;
- apporto irriguo in relazione ai fabbisogni della pianta;
- fertirrigazione e chemigation;
- tutela della salute (dell'operatore e del consumatore).

ASPETTI TECNOLOGICI

La tabella 1 mette a confronto le esigenze di quattro tecniche irrigue caratterizzate da un grado crescente di contenuto tecnologico con riguardo ai più comuni rischi di disfunzione.

L'irrigazione per scorrimento rappresenta il più basso livello tecnologico e di efficienza nell'uso irriguo, ma offre la possibilità di utilizzare risorse idriche anche di qualità scadente.

L'irrigazione per aspersione consente un aumento considerevole dell'efficienza e può comunque utilizzare acque di qualità medio-bassa.

La microirrigazione è senza dubbio il metodo attualmente più avanzato ma richiede al pari, un'elevata qualità delle acque, specie se a questa tecnica è abbinata la fertirrigazione.

La tabella prende in considerazione due metodi microirrigui: lo spruzzo con minisprinkler e la goccia; per le attrezzature il punto saliente è dato dal diametro degli orifizi e dalla lunghezza dei meccanismi di regolazione della pressione. Quanto più il primo è ridotto e la seconda estesa, tanto più elevata dovrà essere la qualità dell'acqua.

Gli aspetti da prendere in considerazione per la salvaguardia della buona funzionalità delle tecnologie irrigue avanzate sono così riassumibili:

- **Precipitazione di sali:** la presenza nelle acque di solfuri crea problemi crescenti di occlusione a partire da 0.1 ppm; livelli di 2.0 ppm sconsigliano l'impiego di irrigazione a goccia. Il rischio

di occlusione inizia con contenuti di ferro e manganese rispettivamente maggiori di 0.1 e 0.2 ppm, contenuti superiori a 1.5 ppm sono da ritenersi fortemente limitativi. La presenza di carbonati e bicarbonati di calcio aggrava sensibilmente il rischio di occlusione.

- **Solidi sospesi:** il contenuto di solidi sospesi nelle acque utilizzate per la microirrigazione deve essere pressoché nullo. Quantità di 50 ppm presentano già fattori di rischio. Il problema è in gran parte risolvibile mediante la filtrazione normalmente effettuata negli impianti a goccia; un tenore eccessivo può comunque costituire un aggravio dei costi di gestione e manutenzione della stazione filtrante.
- **Alghe:** i nutrienti contenuti nell'acqua irrigua possono causare sviluppo di alghe all'interno dei gocciolatori, mentre la presenza di alghe nell'acqua causa gravi problemi di filtraggio.
- **Batteri:** anche la formazione di mucillagine batterica è legata al contenuto di nutrienti o sostanze organiche dell'acqua irrigua. Una carica microbica totale com-

Tab. 1 - Rischio di ostruzione e/o danneggiamento dovuto a sostanze presenti nelle acque reflue secondo diverse tecniche irrigue.

Metodo irriguo	OSTRUZIONE				Danni alle tubazioni Incrostazione	Danni a parti in metallo o plastica Corrosione
	Precipitazione sali	Solidi sospesi	Alghe	Batteri		
Da solchi	-	-	-	-	-	-
Aspersione	-	-	-	-	-	+
Minisprinkler	+	-	+	+	++	++
Goccia	++	+++	++	+++	++	++

presa tra 10.000 e 50.000 batteri per millilitro risulta problematica; valori superiori limitano l'utilizzo della goccia.

- **Rischio di incrostazione:** è legato alla presenza di silice e di sali di calcio. Il rischio è molto diverso in relazione al materiale utilizzato per le diverse parti dell'impianto di irrigazione: le parti in PE sono difficilmente soggette ad incrostazioni; quelle in bronzo e in lamiera sono poco esposte; l'acciaio galvanizzato è invece facile all'incrostazione; i materiali in PVC sono molto facilmente aggredibili.
- **Rischio di corrosione:** i principali agenti, per le parti metalliche, sono i cloruri, i solfati, le proliferazioni di alghe o batteriche, la presenza di ferrobatteri e di zolfobatteri. I materiali plastici vengono corrosi dall'azione meccanica di particelle ad esempio di silice, spinte ad alta pressione all'interno dell'impianto.

CARATTERISTICHE DEL SUOLO

La qualità del refluo utilizzato per l'irrigazione ha pesanti effetti sulla salvaguardia della fertilità dei suoli:

- **Salinità:** il contenuto in sali dell'acqua irrigua deve essere valutato in rapporto a quello del suolo, alla capacità dilavante di quest'ultimo ed alla piovosità media dell'area. In generale acque con valori inferiori a 0,75 mmhos/cm non risultano dare problemi. In suoli non salini e permeabili possono essere utilizzate, con appropriate tecniche e gestioni irrigue, acque sino a valori estremi di 7,5 mmhos/cm. Su suoli argillosi o limosi (poco dilavabili) ed in aree a scarsa piovosità l'effetto degli apporti idrici sulla salinità, e quindi sulla fertilità, del suolo è più che proporzionale.

- **Capacità d'infiltrazione del terreno:** livelli relativamente elevati di sodio nelle acque, compresi tra valori di 6,0-9,0 meq/l di S.A.R. aggiustato, provocano una progressiva riduzione della capacità del terreno di infiltrare acque meteoriche od irrigue. Valori oltre 9,0 meq/l rendono le acque poco idonee all'uso irriguo. La riduzione della possibilità di dilavamento dei suoli dovuta alla minore quantità di acque di pioggia infiltrate, rende l'andamento del fenomeno esponenziale. Parallelamente, l'uso di acque molto povere di calcio e magnesio, con conducibilità inferiore a 0,5 mmhos/cm, produce effetti analoghi
- **Disponibilità di nutrienti:** alterazioni, anche momentanee, dei valori di pH, di conducibilità elettrica dell'acqua e dell'estratto saturo del suolo durante l'apporto irriguo, possono rendere indisponibili alcuni macro- e microelementi nel suolo. Riguardo al pH, questo avviene - orientativamente - per valori inferiori a 4,5 e superiori a 7,5. Il rischio dovuto all'acidità dell'acqua è limitato a precise situazioni e a tempi brevi, grazie all'effetto tampone riscontrabile nella maggior parte dei suoli. Il rischio conseguente all'elevata salinità, assai più frequente, colpisce sia in via immediata per contatto con il pelo radicale, sia alla distanza per effetto di fenomeni di accumulo e di scambio
- **Attività biologica del suolo:** l'attività microbica negli strati superficiali del suolo può essere ridotta da condizioni negative di parametri quali pH, sodicità, salinità, biotossicità da metalli e molecole di sintesi, cloro. Spesso la riduzione dell'attività biologica fa seguito a reazioni e sinergie inde-

siderate, scatenate a volte anche da tenori bassissimi o addirittura da presenze a livello di tracce. L'attività biologica del suolo può essere viceversa favorita dalla sostanza organica contenuta nelle acque reflue.

ASPETTI CONNESSI ALLA PIANTA

Acque di cattiva qualità possono indurre la pianta ad un maggiore consumo per la difficoltà di assorbimento e di trasporto dei nutrienti. Le principali cause sono:

- **Salinità:** la sensibilità alla salinità delle acque irrigue varia notevolmente in funzione della specie. Acque con valori di conducibilità tra 0,75 e 1,5 dS/m possono avere effetti nocivi sulle colture più sensibili. Quando la conducibilità supera 1,5 mmhos/cm la maggior parte delle colture agrarie soffre di danni da salinità; valori oltre i 3,0 dS/m rendono quasi impossibile l'utilizzo della risorsa a fini irrigui. Ciò non toglie che in alcuni casi, e in precisi momenti del ciclo vegetativo, possano essere utilizzate acque moderatamente saline per esaltare alcune caratteristiche qualitative del prodotto quali, ad esempio, sapidità e consistenza.
- **Fitotossicità:** nelle acque irrigue è legata principalmente al contenuto in boro e cloro. Per il boro, contenuti inferiori a 0,5 ppm sono considerati ottimali, valori sino a 2,0 ppm adatti per colture moderatamente sensibili; acque con contenuti superiori sino ad un massimo di 4,0 ppm possono essere utilizzate solo su colture tolleranti. Concentrazioni di cloro comprese tra 70 e 140 ppm sono già tossiche per piante sensibili, sino a 350 ppm possono essere sopportati da piante tolleranti, oltre 350 ppm possono causare seri pro-

blemi. Ancora, per acque con valori di pH inferiori a 6,0 o superiori a 9,0 si sconsiglia il contatto con la vegetazione o l'irrigazione di colture sensibili. Diversi metalli (rame, ferro, zinco, manganese ecc.), se in eccesso, possono provocare fenomeni di tossicità da oligoelementi nella pianta, mentre altri risultano comunque tossici (cadmio, nichel, piombo, litio ecc.). Recentemente sono stati segnalati fenomeni di tossicità acuta su colture agrarie dovute alla combinazione di microinquinanti organici presenti in tracce nell'acqua irrigua.

- **Nutrienti e sostanze organiche:** un moderato contenuto di elementi nutritivi nell'acqua irrigua può essere, se correttamente gestito, di grande vantaggio anche in termini economici. L'apporto di macroelementi (azoto, fosforo e potassio), mesoelementi (calcio, magnesio e zolfo) e microelementi (rame, ferro, zinco, manganese ecc.) in forma facilmente assimilabile attraverso l'acqua irrigua, può essere considerato positivamente o negativamente in funzione della quantità, del momento rispetto al ciclo vegetativo della coltura e del loro equilibrio in termini di concentrazione. Possono infatti essere facilmente causa di squilibri nutrizionali in grado di danneggiare sensibilmente la quantità delle produzioni agricole ed il loro valore mercantile, specie se correlato alle caratteristiche qualitative del prodotto (colore, forma, consistenza, conservazione, ecc.). Un apporto di sostanza organica facilmente degradabile è in generale positivo quando il suo contenuto in nutrienti, azotati in particolare, non riporti alle situazioni appena descritte.

FERTIRRIGAZIONE E CHEMIGATION

Le tecniche di fertirrigazione e chemigation rappresentano quanto di più avanzato sia attualmente disponibile nel campo della nutrizione idrico-minerale delle colture e della loro difesa. Il principio alla base di queste tecniche è l'integrazione degli apporti nutritivi con il loro veicolo di assorbimento, l'acqua, per ridurre al massimo le dosi di fertilizzanti e favorirne l'assorbimento immediato. La chemigation prevede inoltre la distribuzione, attraverso l'impianto irriguo, anche di fitofarmaci o diserbanti. Quanto più la tecnica irrigua diviene precisa e si integra con altre pratiche agronomiche, migliorando le rese e la qualità delle produzioni a fronte di risparmi idrici, energetici e ridotto impatto ambientale, tanto migliore deve essere la qualità della risorsa idrica disponibile.

I principali problemi legati alla qualità del refluo nell'applicazione di queste tecniche sono:

- **Precipitazione dei fertilizzanti:** acque ricche di carbonati, bicarbonati, fosfati, solfati, calcio, ferro, magnesio, cloro e cloruri reagiscono con i fertilizzanti idrosolubili causando la formazione di precipitati. In questo modo una parte dell'apporto nutritivo viene persa perché insolubile ed aumenta notevolmente il rischio di occlusione dell'impianto fertirriguo. Questo causa notevoli problemi anche nella fase di stoccaggio di "soluzioni madre" preparate anticipatamente in vista di un uso successivo frazionato in più interventi.
- **Immobilizzazione di nutrienti:** la presenza di sostanza organica, fosfati, solfati o sali di calcio può immobilizzare i nutrienti in forme chimiche non assimilabili dalle piante.

- **Tossicità:** nel caso della fertirrigazione e della chemigation gli effetti di tossicità da metalli e inquinanti organici di sintesi sono amplificati dalla stessa tecnica irrigua, che porta l'acqua a contatto con gli apparati radicali con la massima precisione. Inoltre possono verificarsi effetti di accumulo o sinergie tra gli inquinanti ed i prodotti che si vuole distribuire.
- **Squilibri di nutrienti:** con l'adozione della tecnica fertirrigua si tende ad apportare dosi estremamente precise di nutrienti, lavorando spesso a concentrazione nota dell'elemento nell'acqua irrigua. È intuitivo l'effetto che può avere la presenza di nutrienti come inquinanti dell'acqua irrigua in quantità non controllabile.

ASPETTI IGIENICO-SANITARI

A partire dagli anni '70, numerose normative nazionali e comunitarie hanno preso in considerazione gli aspetti igienico-sanitari connessi all'uso per fini irrigui di acque reflue o di superficie comunque contaminate. Sino ad ora l'attenzione si è principalmente concentrata sul rischio di diffusione di patologie trasmesse dall'acqua, dimenticando che le acque reflue contengono molti composti chimici impiegati quotidianamente, ad esempio, per l'igiene e per la pulizia della casa. Inoltre, proprio per il controllo delle patologie, si procede comunemente alla clorazione degli scarichi urbani, producendo in questo modo un numero imprecisato di composti tossici di lenta degradazione. Infine, le piante possono facilmente divenire concentratrici di elementi tossici, accentuando effetti a medio-lungo termine di bio-accumulo e bio-amplificazione ai livelli più alti della catena alimentare.

In pratica, gli aspetti da considerarsi per la valutazione della qualità necessaria alla risorsa idrica per l'uso irriguo sono:

- **Contaminazione microbiologica:** è stata segnalata la presenza, in prodotti agricoli irrigati con acque contaminate, di un'ampia gamma di batteri responsabili di diverse forme di gastroenteriti, salmonellosi, shigeliosi, febbri tifoidee, colera ed enteropatie; di virus, tra cui agenti dell'epatite infettiva e della poliomielite; di elminti (vermi), causa di ascariosi e trichiniasi; di protozoi agenti, tra l'altro, di amebiasi e coccidiosi.
- **Nitrati:** i nitrati contenuti nelle acque irrigue sono rapidamente traslocati ed accumulati nelle parti commestibili, specialmente nelle fasi terminali del ciclo. Per molte colture ortive da consumo fresco o da industria, quali lattuga e specie da insalate in genere, spinacio, rucola, patata e pomodoro, il contenuto in nitrati dovrà essere progressivamente ridotto per poter collocare il prodotto sui mercati europei. Un'eccessiva od incontrollata disponibilità di nutrienti, che provochi indesiderati effetti di bioaccumulo nelle parti eduli, rischia quindi di rendere invendibile il prodotto.
- **Inquinanti organici di sintesi:** da un punto di vista ecotossicologico l'acqua irrigua può contenere composti organometallici, organofosforici, organostannici, IPA, PCBs, pesticidi e loro metaboliti, quali composti organici ed inorganici arseniati. Tutti questi composti possono entrare per mezzo di vegetali contaminati nella catena alimentare in quantità e con effetti difficilmente stimabili.



Foto diateca Agricoltura

I rischi conseguenti alla presenza degli inquinanti sopra citati sono notoriamente legati a:

- **deposito sulle parti commestibili:** tutti gli inquinanti che attraverso l'acqua irrigua raggiungono le colture ed i suoli agricoli, possono originare deposizioni sul-

le parti commestibili, sia per contatto diretto con l'acqua, sia come particelle deposte sul suolo;

- **accumulo nelle parti commestibili:** interessa in particolare nitrati e metalli assorbiti come micronutrienti ed accumulati negli organi fruttiferi o nelle foglie; in molti

casi i contenuti di nitrati od altre sostanze tossiche presenti sotto soglia nei prodotti destinati alla trasformazione industriale “esplo- dono” per i processi di concentra- zione della materia prima;

- **diffusione nell'ambiente:** la forma- zione di aerosol durante le irri- gazioni può diffondere diversi patogeni o microinquinanti; l'in- corporazione nei suoli agricoli mediante l'irrigazione permette a numerosi patogeni di prolun- gare il loro tempo di sopravvi- venza grazie alle favorevoli con- dizioni di umidità ed alla ridotta esposizione alla radiazione sola- re, aumentando parallelamente la probabilità di diffusione o con-

tatto con i vegetali. La scelta del metodo irriguo deve in questi casi tener conto delle carat- teristiche igieniche dell'acqua irri- gua. Acque irrigue con forte cari- ca microbiologica, ad esempio, sono incompatibili con i metodi per asper- sione o a spruzzo, a meno di non distanziare le adacquate dalla rac- colta del prodotto o di non allun- gare i tempi di commercializza- zione così da consentire il decadi- mento microbico. Gli stessi conta- minanti tendono a diffondersi nel- l'ambiente per aerosol, minaccian- do in primo luogo la salute degli operatori agricoli. La loro presen- za nelle acque per l'irrigazione ren- de poi sconsigliabile l'impiego del-

le tecniche per asperzione o a spruz- zo in prossimità di strade o di cen- tri abitati.

Tutte le sostanze citate sono tipica- mente presenti, in concentrazioni spesso assai elevate, nei reflui dei depuratori urbani. Il riuso in ambi- to irriguo rende pertanto necessari processi di depurazione (terziari) molto spinti e, comunque, un moni- toraggio molto attento.

IL RIUSO IRRIGUO DI REFLUI URBANI

I problemi che si accompagnano a questa operazione, resa per molti versi inevitabile dai tempi, sono i seguenti:

- **Distanza della sorgente dall'u- tilizzazione:** i depuratori urbani

Foto 1 - Fitodepurazione consortile.



(Foto Archivio CER)

costituiscono necessariamente dei punti di accumulo e concentrazione delle acque reflue; di conseguenza la disponibilità di reflui di buona qualità, al termine del trattamento, è inevitabilmente puntiforme sul territorio.

- **Rischi di contaminazione da parte di effluenti non trattati nel corso del trasporto e della distribuzione:** le acque, dopo il trattamento di depurazione, vengono generalmente immesse nel reticolo di superficie per essere consegnate o distribuite all'interno di un bacino. Purtroppo il reticolo di canali, fossi e scoline non è difeso dal rischio di contaminazione, spesso svolge la duplice funzione di raccolta delle acque di scarico e di veicolo di quelle irrigue, provocando il peggioramento qualitativo della risorsa trasportata. In questa situazione la qualità del refluo depurato che giunge all'impianto irriguo risulta spesso molto diversa da quella, per lo più accettabile, riscontrabile al termine del ciclo di depurazione.
- **Monitoraggio delle caratteristiche del refluo, alla sorgente e lungo il percorso:** è evidente come la possibilità di un uso continuato della risorsa in linea con le esigenze di qualità imposte dall'utilizzazione di tecnologie irrigue e fertirrigue avanzate, oltre che di salvaguardia igienica dei prodotti agricoli, sia strettamente legata alla conoscenza continua delle caratteristiche del corpo idrico utilizzato.
- **Accesso dell'utente ai dati di qualità:** conseguentemente al punto precedente, è necessario creare reti di informazione di facile accesso per l'utente in modo da rendere subito disponibili le informazioni necessarie al corretto utilizzo della risorsa idrica.

Le soluzioni ai problemi elencati possono essere sintetizzate in una serie di azioni che permettano di recuperare il decadimento subito dal refluo nella fase di trasporto, migliorandone in alcuni casi le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche rispetto all'origine:

- **trattamenti alla produzione (depuratore) o aziendali:** nei limiti - ovviamente - della sostenibilità sotto il profilo sia tecnologico sia economico, si possono prevedere filtraggi di grado più elevato di quello normalmente previsto per gli impianti irrigui e trattamenti per l'abbattimento del carico patogeno (uso di acido peracetico, clorazione e dechlorazione);
- **fitodepurazione in aree umide artificiali:** questo tipo di depurazione, assai efficiente sotto molti aspetti, appare associabile - per l'impegno di terreno che comunque richiede - ad una scala consortile o quanto meno di più aziende (Foto 1);
- **lagunaggi:** lo stoccaggio delle acque in bacini, oltre che permettere l'accumulo della risorsa per il suo successivo utilizzo in periodi di scarsa piovosità, è in grado di attivare fenomeni di decantazione, degradazione ed ossigenazione; anche in questo caso sono auspicabili impianti pluriaziendali;
- **miscelazione con acque piovane:** la captazione di acque piovane (depurate delle così dette "teste di pioggia", spesso più inquinate del refluo da correggere) ed il loro successivo riutilizzo per miscelazione con acque di peggiore qualità, costituisce un'ipotesi percorribile in quelle aree soggette a piovosità discontinua ma sufficiente, nelle quali sia possibile disporre di ampie zone di accumulo;

- **miscelazione con acque di elevata qualità:** il criterio è lo stesso del punto precedente, ma in questo caso si intende sfruttare una frazione delle risorse idriche "pregiate" presenti e disponibili sul territorio per correggere le caratteristiche di acque reflue rese disponibili dopo il trattamento; il mix deve naturalmente tendere a ridurre al minimo l'utilizzo delle risorse di elevata qualità.

Nell'affrontare le problematiche connesse al riuso dei reflui urbani non si devono trascurare le esigenze più propriamente "sociali" di gestione:

- **sviluppo del dialogo fra utente ed istituzione:** che specie in campo agricolo, è frequentemente inesistente o addirittura conflittuale; la visione globale del ciclo dell'acqua, che il nuovo quadro normativo comunitario imporrà, non può prescindere da un efficace coordinamento di tutti i soggetti economici e sociali interessati; la necessità di comunicazione appare evidente;
- **preparazione dei tecnici e degli utenti:** l'uso di acque reflue si scontra ancora con paure e diffidenze per quanto riguarda i rischi cui possono essere esposti operatori e consumatori; a ciò si accompagna un diffuso grado di impreparazione a livello tecnico ed operativo per quanto riguarda la tecnica di gestione e la progettualità irrigua necessarie per un uso corretto di risorse povere come i reflui urbani trattati.

Recentemente è stato promulgato il Decreto Legislativo. 185 del 12 giugno 2003. che stabilisce i criteri per il riuso dei reflui in agricoltura e definisce le soglie minime accettabili per i parametri qualitativi della risorsa. A livello regionale è in corso la stesura delle norme a corredo della legge nazionale.



(Foto Riccioni)



RISPARMIO idrico SUL TERRITORIO

Il rilevante sviluppo della rete di distribuzione d'acqua irrigua sul territorio determina consistenti perdite idriche prima del suo ingresso nell'azienda agricola.

La bassa efficienza del trasporto dell'acqua, inevitabile nella distribuzione mediante canali in terra, determina però effetti positivi molto importanti per l'ambiente: ricarica delle falde, diluizione delle acque, vivificazione della canalizzazione e del paesaggio, ecc.

Una maggiore attenzione all'impermeabilizzazione della canalizzazione, un maggior ricorso al trasporto tubato e la razionalizzazione delle procedure di consegna dell'acqua, risultano però necessarie per ridurre la continua rincorsa a nuove esigenze di prelievo idrico dai fiumi.

I consorzi di bonifica si sono già avviati ad una nuova visione tesa al risparmio ed alla conservazione della risorsa idrica, attuando alcune azioni di miglioramento delle reti di trasporto idrico e di gestione delle procedure di consegna dell'acqua sul territorio. I nuovi orientamenti stanno anche interessando la formazione del personale consortile e un rinnovato miglioramento del contatto con gli utenti agricoli che, oltre agli strumenti di bilancio idrico e scelta dei materiali irrigui messi a disposizione dai servizi di assistenza tecnica per via telematica, come IRRINET e TECNIRRI, si stanno orientando ad una più incisiva azione di formazione degli agricoltori al risparmio idrico.

Conservazione dell'acqua

CONSORTILE

I prelievi d'acqua irrigua dalle fonti idriche naturali avvengono a distanze anche notevoli rispetto al punto di consegna dell'acqua all'azienda agricola. Normalmente, a maggiori distanze corrispondono solitamente maggiori perdite d'acqua durante il trasporto della risorsa idrica.

Il tragitto più breve avviene quando l'azienda agricola si rifornisce autonomamente mediante un pozzo aziendale, in questo caso tutto il trasporto idrico sul territorio è annullato e le perdite sono limitate a quelle nella canalizzazione o nelle tubazioni aziendali.

Nella maggior parte dei casi, viceversa, l'acqua viene trasportata a grande distanza per provvedere ad un approvvigionamento collettivo; basti pensare al sistema di distribuzione irrigua del Canale Emiliano Romagnolo, che prevede:

- il sollevamento dell'acqua dal fiume Po nel ferrarese ed un primo transito dell'acqua nel Cavo Napoleonico (in terra) per circa 16 chilometri,
- il sollevamento dal Cavo Napoleonico nel Canale principale rivestito, mediante l'impianto S. Agostino Est,
- due ulteriori sollevamenti dell'acqua tramite gli impianti Crevenzosa (Km progressivi 6) e Pieve di Cento (Km 14),
- il trasporto dell'acqua a gravità lungo il Canale rivestito per 104 chilometri sino all'impianto Savio che

solleva nuovamente l'acqua per portarla nei territori in destra rispetto al fiume omonimo,

- il trasporto dell'acqua prosegue poi nel territorio cesenate sino a quello riminese per altri 24 chilometri. Il Canale è tuttora in costruzione e proseguirà il suo corso all'interno della provincia di Rimini. Negli ambienti più orientali, dopo un transito di anche 120-140 Km, l'acqua giunta in prossimità del distretto irriguo da servire, subirà ulteriori trasporti nelle condotte in pressione, o nei canali non rivestiti di tipo promiscuo (di scolo ed irrigazione) del Consorzio di bonifica competente per territorio, sino, finalmente a giungere nell'azienda agricola dopo, ad esempio, altri 20 Km. Complessivamente, quindi, l'acqua è servita alle aziende agricole dopo un tragitto notevole durante il quale è soggetta a perdite per evaporazione e perdite per infiltrazione: abbastanza consistenti nei canali in terra, più limitate in quelli rivestiti,

quasi nulle nelle condotte tubate di nuova costruzione.

PERDITE DI TRASPORTO DELL'ACQUA

Le perdite per evaporazione ed infiltrazione dell'acqua irrigua durante il trasporto determinano un abbassamento dell'efficienza di consegna, che in Emilia-Romagna è complessivamente del 59%. La perdita di trasporto è quindi il 41% di tutta quella prelevata ed è stimata in Regione in circa 576 Mm³/anno, che equivale ad una perdita d'acqua di circa 2.200 m³ per ogni ettaro irrigato.

La perdita d'acqua durante il trasporto rappresenta perciò la frazione più cospicua delle perdite irrigue complessive, di conseguenza i maggiori risultati in termini di risparmio della risorsa possono aversi con il miglioramento dell'efficienza di trasporto dell'acqua verso le aziende agricole.

La perdita d'acqua in un canale dipende dal tipo di materiale con cui è realizzato, dalla sua lunghezza

Tab. 1 - Valori orientativi delle perdite giornaliere per metro quadrato di area bagnata (fonte: Costantinidis).

Tipo di terreno	Perdite in l/m.q./24 ore	
	Canali nuovi	Canali vecchi
Argilloso - limoso (impermeabile)	76	107
Argilloso - sabbioso alternato con argilloso limoso	152	228
Argilloso - sabbioso	228	305
Sabbioso - argilloso	305	457
Sabbioso	457	533
Sabbia e ghiaia	609	762
Ghiaia	762	914
Ghiaioso (molto permeabile)	914	1.829

za e da come viene gestita la rete di distribuzione.

In Emilia-Romagna prevalgono le reti di distribuzione dell'acqua a pelo libero; molto frequentemente l'adduzione dell'acqua è operata mediante canali in terra promiscui, cioè nati per lo scolo ed impiegati d'estate per l'irrigazione, privi perciò della capacità di trattenere adeguatamente l'acqua verso gli scoli principali.

La lunghezza della canalizzazione irrigua, di scolo e promiscua presente sul territorio assomma ad oltre 17.000 chilometri, oltre ad altri 1497 chilometri di condotte in pressione; questa rilevante estensione della rete determina, inevitabilmente, elevate perdite idriche che, nei 150 giorni di stagione irrigua, portano ad una perdita di circa 210 l/giorno per ogni metro di lunghezza della rete di trasporto (pari a circa 60 l/giorno/m² di superficie bagnata).

Le principali cause che determinano le perdite d'acqua dalla canalizzazione sono dovute a:

- infiltrazione dell'acqua dalla superficie bagnata dei canali in terra;
- infiltrazioni d'acqua dalle giunture dei vari manufatti dei canali rivestiti;
- dispersioni dovute al mancato trattamento dell'acqua durante la consegna alle utenze ed al suo termine (perdite di svaso);
- perdite nette di acqua immessa nella canalizzazione e non utilizzata dalle utenze (esuberanza del prelievo rispetto alle necessità);
- perdite per manovre di apertura e chiusura non tempestive dei manufatti di regolazione e fornitura dell'acqua;
- perdite per evaporazione dell'acqua (nel complesso generalmente modesta).

Canali che attraversano terreni molto argillosi sono discretamente impermeabili, mentre in presenza di su-



(Foto Archivio CER)

li molto sciolti le perdite per infiltrazione diventano elevatissime (Tab. 1), le perdite dei canali presenti in regione, sono comunque tra i valori inferiori indicati in bibliografia. Nei canali irrigui rivestiti le perdite sono nettamente inferiori. Ad esempio, nel Canale Emiliano Romagnolo sono state calcolate perdite equivalenti al 4% dell'acqua trasportata delle quali lo 0.8% provocate dall'evaporazione e il 3.2% per le infiltrazioni

dai giunti delle lastre di rivestimento e dai manufatti, pari a circa 8 l/giorno/m² di area bagnata.

Gran parte delle perdite per infiltrazione della canalizzazione in terra sono assolutamente inevitabili, senza un completo rifacimento della rete di distribuzione in canalizzazioni rivestite o in tubazioni. Altre sarebbero evitabili razionalizzando la gestione irrigua consortile e migliorando l'attenzione posta alle mano-

Foto 1 - "Acqua in mostra", da anni organizzato da CER e Regione Emilia-Romagna.



(Foto Archivio CER)

vre d'apertura e chiusura dei manufatti di derivazione. Come al solito il problema è essenzialmente economico: il costo di trasformazione della rete di distribuzione esistente è rilevantissimo, come ingenti sarebbero i costi del personale necessario ad una migliore gestione consortile della consegna dell'acqua alle aziende.

PERDITE O FATTORI DI EQUILIBRIO AMBIENTALE ?

In più di un'occasione è stato rilevato che le dispersioni idriche dovute al trasporto dell'acqua nella canalizzazione in terra non sono "perdite" in assoluto: infatti, l'acqua viene talvolta riusata a valle, e quella infiltrata determina effetti positivi sul-

l'ambiente e sul paesaggio. La ricarica delle falde, la vivificazione della canalizzazione di scolo promiscua con diluizione delle acque che i settori civile ed industriale scaricano nella rete dei canali, l'impatto estetico positivo che hanno l'acqua e le fasce riparali sul paesaggio, ed il conseguente rifugio dell'avifauna, sono tutti fattori di equilibrio ambientale che le dispersioni d'acqua procurano al territorio.

In poche parole, qualunque indirizzo e provvedimento volto alla modificazione di antiche utilizzazioni irrigue o anche solo un parziale cambiamento delle modalità di irrigazione consolidate da decenni o secoli (per esempio il passaggio da irrigazione per scorrimento

all'aspersione), va ad incidere profondamente sull'equilibrio ambientale, idrogeologico ed idraulico instauratosi nel tempo sul territorio servito e su quello posto a valle. Qualsiasi ipotesi di cambiamento deve essere allora preceduta da un'attenta analisi della situazione in essere e dalla valutazione complessiva di quello che potrebbe provocare il cambiamento.

In ambienti con terreni molto permeabili la dispersione dalla canalizzazione irrigua e quella provocate dall'irrigazione con metodi ad espansione superficiale ha un'influenza sulla ricarica delle falde inferiore solamente a quella dall'alveo dei fiumi. La trasformazione dei sistemi irrigui e l'impermeabilizzazione dei

canali, dovrebbero essere perciò effettuati di pari passo con la riduzione dei prelievi da falda e l'eliminazione degli sversamenti di inquinanti nella rete di scolo.

PIANO TERRITORIALE DI RISPARMIO

La sempre più pressante necessità di risparmiare acqua sta comunque sollecitando sia le Amministrazioni pubbliche sia i Consorzi di bonifica ad un primo cambiamento di mentalità e di approccio al problema. Sono, infatti, già in atto i primi interventi per il risparmio idrico nella distribuzione dell'acqua, e ad essi ne seguiranno altri ancora più incisivi, man mano che la limitatezza delle risorse idriche e la disponibilità di capitali renderanno praticabile e sostenibile tale conversione. In pratica, l'intero approvvigionamento irriguo collettivo del territo-

rio regionale è gestito dai Consorzi di Bonifica dell'Emilia Romagna. Negli ultimi anni molti consorzi consci delle indicazioni della legge Galli sul risparmio della risorsa, ripreso e approfondito dal Decreto 152/99 relativo alle Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento - che tra le altre norme indica che: *"Coloro che gestiscono o utilizzano la risorsa idrica adottano le misure necessarie all'eliminazione degli sprechi ed alla riduzione dei consumi e ad incrementare il riciclo ed il riutilizzo, anche mediante l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili"* - hanno iniziato a programmare ed attivare diverse iniziative volte al risparmio idrico sul territorio di loro competenza; anticipando in una certa misura le indicazioni che perverranno dalla Regione nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque.

Alcuni Consorzi hanno allora deciso di iniziare la stesura del loro "Piano di conservazione dell'acqua", che ha come obiettivo l'uso ottimale della risorsa prelevata dal Consorzio e messa a disposizione della collettività agricola. Il Piano è uno strumento di programmazione costituito dalla valutazione della situazione attuale, dall'individuazione dell'efficienza nei vari nodi o distretti, da valutazioni economiche ed ambientali sull'effettuazione di procedure di gestione e di trasformazione/costruzione di opere migliorative nell'uso dell'acqua, da un programma temporale di applicazione delle procedure di migliore rapporto costi/benefici, da un piano di monitoraggio del miglioramento dell'efficienza nel tempo. Il documento è anche accompagnato da misure di ricerca e sperimentazione sul risparmio idrico ed il riu-



(Foto Archivio CER)

so dell'acqua nell'azienda agricola, oltre che da fasi di formazione e divulgazione sulle procedure e le tecniche di uso ottimale dell'acqua (Foto 1) nonché da azioni di informazione agli utenti irrigui sulle metodologie di risparmio idrico nell'azienda agricola. L'obiettivo iniziale mira al mantenimento delle rese delle colture con minor uso d'acqua, successivamente potrà essere previsto, specie in annate climaticamente sfavorevoli, l'applicazione di norme capaci di risparmiare acqua penalizzando marginalmente o in maniera sostenibile le rese.

Nel Piano sono idealmente contenute tutte le possibili azioni materiali ed immateriali capaci di conseguire un risparmio od un uso più razionale dell'acqua prelevata dall'ambiente:

Azioni materiali

- Monitoraggio delle portate della rete.
- Rivestimento o impermeabilizzazione dei canali a pelo libero o loro sostituzione con condotte chiuse.
- Sigillatura delle canalette irrigue.
- Riduzione dei rilasci non produttivi.
- Attuazione di un sistema di regolazione dinamica ed automatizzata dei livelli e delle portate per i canali irrigui e promiscui.
- Passaggio dalla fornitura turnata d'acqua irrigua a turni corti ad alla domanda.
- Miglioramento della tempestività delle manovre irrigue d'apertura e chiusura.
- Eliminazione delle perdite dai manufatti.
- Misurazione dei volumi prelevati ed erogati.
- Accumulo d'acqua in invasi, nelle casse di espansione e nelle aree di cava.
- Fitodepurazione e riutilizzo delle acque reflue.

- Ripompaggio verso l'alto delle acque irrigue fluite senza utilizzazione.

Azioni immateriali

- Continua revisione e miglioramento delle azioni previste dal Piano di tutela delle acque consortili.
- Piano contributivo incentivante il risparmio dell'acqua.
- Riorganizzazione gestionale per la riduzione delle perdite.
- Fornitura agli agricoltori in tempo reale di un bilancio idrico delle colture.
- Informazione agli utenti sulle attrezzature ed i sistemi irrigui aziendali dotati di elevata efficienza irrigua.
- Formazione ed educazione al risparmio idrico del personale e degli utenti agricoli.
- Sperimentazione di metodologie agronomiche e tecnologiche di risparmio idrico.

IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA CANALIZZAZIONE IRRIGUA

L'impermeabilizzazione mediante stesura di lastre prefabbricate di cemento avrebbe costi imponenti, e sarebbe forse conveniente solo in brevi tratti caratterizzati da un'altissima dispersione d'acqua. In alcuni consorzi si sta valutando l'ipotesi di impermeabilizzare alcuni tratti di canali in terra mediante bentonite. La bentonite è un materiale argilloso naturale di costo inferiore rispetto alle lastre di cemento od altri materiali, ed ha la capacità di ridurre fortemente l'infiltrazione dell'acqua per la sua elevata impermeabilità, inoltre non altera la qualità dell'acqua e conferisce dopo poco tempo un aspetto abbastanza naturale alla canalizzazione.

I costi sono comunque abbastanza elevati, ed al momento non è nota la durata nel tempo dell'intervento. Sempre con materiali contenenti

bentonite è inoltre possibile sigillare le lastre di cemento ormai logore o con giunti poco sigillanti. Questo tipo d'intervento è molto utile nelle canalette irrigue sospese od interrate di media-piccola sezione.

MIGLIORAMENTO DELLE PROCEDURE DI GESTIONE DELLA CONSEGNA DELL'ACQUA

In molti consorzi di bonifica, la particolare situazione altimetrica e strutturale della rete di canali irrigui, necessita di una laboriosa gestione delle aperture e chiusure delle chiaviche di derivazione da parte del personale di campagna dei consorzi. Le richieste d'acqua da parte degli utenti della rete pervengono ai singoli "accaioli" che, durante la stagione irrigua, cercano di dare la massima soddisfazione alle domande degli agricoltori.

Alcuni consorzi, per razionalizzare il servizio e risparmiare acqua, hanno recentemente iniziato a gestire in forma centralizzata le "prenotazioni d'acqua", con la raccolta delle richieste da parte di un apposito centro prenotazioni che, dopo aver elaborato e accorpato le domande, invia al personale di campagna gli orari di dispensa dell'acqua per ogni canale derivatore.

La gestione centralizzata e un accurato e tempestivo avvio ed arresto della distribuzione d'acqua consente sia di rendere più elastica la fornitura dell'acqua liberando l'utenza da turni troppo rigidi, sia di risparmiare notevoli quantità d'acqua.

Attualmente, la forma più evoluta di gestione centralizzata è quella operata dal Consorzio Parmigiana Moglia Secchia di Reggio Emilia. Il consorzio, infatti, ha istituito un "Call Center" per le prenotazioni d'acqua che riesce a razionalizzare la risorsa da inviare in ogni canale derivatore per la migliore effi-

cienza della rete, indicando all'agricoltore l'orario in cui potrà disporre dell'acqua, la precedenza al prelievo lungo la rete, ed anche un consiglio circa la reale necessità irrigua della coltura basata sui dati di un bilancio idrico accurato (IRRI-NET). Il "centro" provvede anche ad elaborare le indicazioni ed ad inviarle per via telematica al proprio personale sul territorio con un certo anticipo sulle richieste.

La gestione dell'acqua basata sulle effettive richieste ha migliorato il rapporto con l'utenza, che ha partecipato segnalando disservizi e proponendo miglioramenti.

I risultati dei primi due anni di gestione del "Centro prenotazioni" sono

stati molto soddisfacenti ed hanno permesso un risparmio d'acqua valutato nel 10%. La realizzazione del sistema ha naturalmente richiesto una formazione del personale di campagna, con loro sensibilizzazione ai problemi del risparmio idrico; il buon grado di collaborazione e la cura posta alle manovre da parte degli acquaioli, sono state le chiavi vincenti del miglioramento conseguito. Il sistema centralizzato ed informatizzato potrebbe consentire ulteriori possibilità: uso ottimale delle residue risorse idriche disponibili nei settori più idroesigenti, non accettazione della prenotazione in caso di richiesta in contrasto con le esigenze della coltura, ecc.

AUTOMAZIONE DELLE PARATOIE SULLA CANALIZZAZIONE IRRIGUA E PROMISCUA

L'impiego della canalizzazione di scolo per il trasporto dell'acqua irrigua comporta sempre elevate perdite idriche. I canali di scolo, infatti, oltre a scorrere nei punti più depressi del territorio sono progettati per il migliore deflusso delle acque e non per una razionale adduzione idrica alle aziende. L'acqua irrigua immessa da un canale principale derivatore nella rete di scolo fluisce rapidamente e si disperde verso la sezione di uscita delle "acque basse", con rilevanti perdite durante tutto l'orario di dispensa dell'acqua alle aziende che ne hanno fatto



(Foto Grandi)

richiesta, e con bassissima efficienza di distribuzione.

Per ridurre le perdite d'acqua conseguenti a questa forma di trasporto, alcuni consorzi stanno studiando la possibilità di impiegare le paratoie esistenti, e di apporne delle nuove, per sostenere il livello nella sezione di dispensa dell'acqua, evitando forti dispersioni. Tale possibilità necessita di un'automazione e di un controllo a distanza delle aperture e delle chiusure, con monitoraggio continuo in remoto dei livelli raggiunti nella rete. In tal caso è anche possibile gestire automaticamente la rete tramite un apposito sistema esperto dedicato.

Sino al recente passato questa forma di sostegno delle acque nella canalizzazione promiscua sarebbe stata molto complessa se gestita dal personale di campagna, oltre che molto pericolosa per la salvaguardia idraulica del territorio in caso di eventi piovosi improvvisi.

“RICIRCUITAZIONE” VERSO MONTE DELLE ACQUE IRRIGUE

Un'altra possibilità di risparmio idrico nella gestione della rete di distribuzione irrigua e promiscua a pelo libero, è quella costituita dal recupero e ripompaggio verso la parte alta del territorio delle acque fluite nella canalizzazione e non utilizzate dagli agricoltori durante l'invaso dei canali.

Questa procedura è stata proposta in alcuni comprensori irrigui nei quali, per i motivi appena illustrati, grandi quantitativi d'acqua irrigua non utilizzata raggiungono la sezione di scarico nel fiume, o addirittura un impianto idrovorico necessario all'allontanamento dell'acqua dal territorio.

Per ottenere tale possibilità è naturalmente necessario provvedere alla costruzione di un impianto di mes-

sa in pressione e di una condotta di risalita dell'acqua, oltre che, normalmente, di una vasca di accumulo e disconnessione di monte; opere costose sia per la loro realizzazione sia per il loro esercizio ma capaci di recuperare ingenti quantitativi di risorsa idrica.

REALIZZAZIONE DI INVASI D'ACCUMULO

La realizzazione di invasi di accumulo dell'acqua consente l'immagazzinamento delle acque invernali e la loro utilizzazione durante la stagione irrigua, nel corso della quale la fonte di prelievo idrico è generalmente molto limitata. L'accumulo della risorsa idrica non ha quindi il significato di risparmio idrico in senso stretto, ma quello di migliorare la quantità di risorse idriche disponibili nei periodi di massima carenza, consentendo, di fatto, un minor ricorso alle falde sotterranee od ai corsi idrici durante il periodo di magra.

Gli invasi possono essere creati ex novo con costi molto rilevanti o si può far ricorso all'eventuale presenza sul territorio di aree di cava dismesse, in questo caso occorrono comunque costosi interventi di impermeabilizzazione del bacino di accumulo.

In qualche occasione è stata anche prevista l'utilizzazione delle casse di espansione per l'accumulo di acque piovane. Frequentemente, infatti, la cassa di espansione è costruita per la “decapitazione” delle piene di un cavo di scolo ad essa adiacente; le acque di scolo possono essere perciò accumulate per poi essere reimpiegate in irrigazione, in questo caso l'azione è di vero e proprio risparmio idrico nella sua accezione di riutilizzo di una risorsa altrimenti non utilizzata. Naturalmente, le casse di espan-

sione hanno lo scopo di salvaguardare dalle esondazioni il territorio posto a valle dell'opera idraulica, di conseguenza l'eventuale accumulo d'acqua rischia di compromettere parzialmente questo scopo prioritario. Per mantenere la sicurezza idraulica del territorio occorre allora valutare precisamente tale possibilità di utilizzazione, provvedendo ad un preciso controllo a distanza delle chiavi di vaso e di svaso, e istituendo un rigoroso protocollo operativo basato sulle previsioni meteorologiche.

L'accumulo delle acque di scolo nelle casse di espansione, seppure condizionato dai preminenti aspetti di sicurezza idraulica del territorio, potrebbe altresì consentire di procedere alla depurazione delle acque da reimpiegare in irrigazione mediante fitodepurazione. In questo caso la canalizzazione di scolo potrebbe essere rifezionata per accogliere delle banchine vegetate con erbe palustri fitodepuranti, e l'interno della cassa potrebbe essere predisposta per enfatizzare i processi naturali di rigenerazione dei corpi idrici immessi. Queste soluzioni, seppure molto onerose, sono state realizzate (e altre sono in corso di realizzazione) da parte dei consorzi di bonifica veneti scolanti nella Laguna di Venezia.

La realizzazione di aree umide ricostruite determina degli effetti collaterali molto positivi per l'ambiente e la società: miglioramento del paesaggio e della biodiversità, ricarica delle falde, rifugio per l'avifauna acquatica, fruizione dei cittadini di spazi naturali, didattica ambientale, ecc.. La cura degli spazi naturali e la salvaguardia dell'ambiente è già oggi attuata da diversi consorzi regionali con ottimi risultati.

La **POLITICA** contributiva

Secundo molti esperti il mezzo più potente di risparmio idrico è quello basato sull'applicazione di un costo dell'acqua ("tariffa") che penalizzi i consumi di lusso, o la cattiva efficienza dei sistemi irrigui.

Il termine "tariffa" è largamente usato anche se improprio, infatti, la legge stabilisce che la distribuzione dell'acqua ad uso irriguo, non è un servizio ma una funzione pubblica, pertanto non può essere tariffata bensì è soggetta a un contributo basato sulla mera copertura dei costi di distribuzione. Contrariamente ad una tariffa, il contributo irriguo non è perciò soggetto ad IVA.

"TARIFFA" BINOMIA

Negli impianti consortili di distribuzione dell'acqua in pressione, il volume prelevato da ogni utente del distretto può essere misurato con una certa facilità mediante dei contatori volumetrici installati sugli idranti di consegna. Questa misurazione dell'acqua permette di applicare con semplicità una "tariffa binomia", basata su un contributo che tiene conto sia della superficie irrigabile sia del volume effettivamente impiegato; in altri termini il contributo irriguo contiene una quota delle spese fisse di manutenzione della rete di adduzione dell'acqua e una quota basata sulle spese variabili di competenza (energia elettrica in particolare) calcolate sul consumo d'acqua misurato; le spese fisse sono suddivise su tutti gli ettari irrigabili dall'impianto in pressione,

mentre quelle variabili sono in proporzione al volume prelevato.

Questo approccio di calcolo ripartisce le spese derivanti dalla gestione dell'impianto consortile in maniera molto equa e corretta.

"TARIFFA" BINOMIA A COSTO CRESCENTE COI CONSUMI

In alcune realtà dell'Italia meridionale la carenza di risorse idriche a disposizione dei consorzi, ha portato anche all'applicazione di una "tariffa binomia" fortemente disincentivante i consumi di lusso. In pratica il volume prelevato viene "tariffato"

con gli stessi concetti dei consumi domestici d'acqua potabile, cioè ad un costo unitario del metro cubo, crescente col crescere del volume prelevato. In Puglia, negli anni caratterizzati da scarse risorse idriche presenti negli invasi che alimentano il comprensorio della Sinistra Ofanto, il Consorzio della Capitanata è stato costretto ad assicurare una disponibilità d'acqua di solo 430 m³/ha da utilizzare esclusivamente per l'irrigazione di soccorso delle colture arboree; a questa dotazione è stato imposto un costo unitario di 0,09 Euro/m³ (170 £/m³), che sale a 0,52

Foto 1. Idrante dotato di contatore.



Euro per ogni metro cubo utilizzato in eccedenza.

Un simile sistema, con un contributo alle spese meno penalizzante, potrebbe essere applicato anche nel nostro territorio in gran parte degli impianti in pressione. Il sistema contributivo porterebbe ad un uso molto oculato dell'acqua, all'adozione di comportamenti virtuosi capaci di risparmiare la risorsa idrica, ed all'impiego di tutte le modalità e le tecnologie capaci di rendere efficiente la distribuzione dell'acqua alle colture. Probabilmente molte colture verrebbero irrigate solamente con volumi economici e capaci di ben ripagare i costi dell'acqua, evitando ogni consumo improprio e di lusso.

"TARIFFA" A SUPERFICIE

Una delle critiche maggiormente rivolte a molti consorzi di bonifica è quella di suddividere gli oneri della gestione irrigua sugli ettari irrigabili del proprio territorio applicando una "contributo a superficie". Il costo globale viene quindi "spalmato" su tutte le aziende agricole che potrebbero beneficiare dell'uso dell'acqua con il risultato di applicare un contributo modesto a tutti gli ettari che potenzialmente potrebbero impiegare l'acqua messa a loro disposizione. Effettivamente, tale procedura largamente impiegata specie nei territori soggetti ad erogazione dell'acqua da canali a pelo libero, seppure fondata sulla regola del beneficio conseguibile,

porta ad una serie di distorsioni: determina un pagamento di contributi identico tra chi ha irrigato e chi no, non stimola l'utente a risparmiare acqua ma anzi ad impiegare liberamente e nella quantità più abbondante e senza particolari attenzioni.

In alcune realtà un parziale miglioramento rispetto a questa forma contributiva prevede un pagamento differenziato per coltura, più elevato per quelle di maggior consumo e più modesto per quelle meno idroesigenti. In altri casi il contributo è

"ad ore d'irrigazione" o proporzionale al numero di interventi irrigui effettuati, in questo caso si ha un certo contenimento dei consumi e degli sprechi, perché normalmente la bocchetta di erogazione è tarata per una determinata portata e quindi è possibile una grossolana misurazione dei volumi prelevati.

Il contributo a superficie è tipicamente applicato nei territori molto dotati di risorse idriche di basso costo. La tariffa a superficie trova una sua logica anche in quei territori di recente trasformazione irrigua, nei quali, in una prima fase, anche molto lunga, occorre incoraggiare l'introduzione di specie irrigue di alto reddito e lo sviluppo delle superfici irrigate per non far ricadere tutti i costi sui primi utilizzatori.

Nella nostra realtà, il contributo a superficie trova la sua logica nella difficoltà di misurazione dei volumi erogati dalle canalizzazioni a pelo libero; infatti, per procedere alla misurazione dei volumi occorrerebbe costringere l'agricoltore a sollevare l'acqua esclusivamente mediante pompaggio in tubazioni dotate di contatori, da sottoporre a controllo da parte del personale di campagna in maniera laboriosa, costosa e veramente sgradita all'utenza. Tali motivazioni sono concrete e di difficile superamento.

"IL BANCOMAT DELL'ACQUA"

Nei distretti irrigui in pressione la fornitura dell'acqua alle aziende avviene per mezzo di idranti di consegna ai quali l'utente si allaccia con una propria tubazione aziendale per alimentare i sistemi irrigui presenti in azienda.

Un primo miglioramento della distribuzione può avvenire prevedendo sull'idrante un contatore volumetrico (Foto 1), utile alla misurazione dell'acqua prelevata ed alla sua "tariffazione

Foto 2. Idrante con lettore "acqua card".





(Foto Riccioni)

binomia". La presenza del contatore, e la sua misurazione, sollecita l'utente ad un uso più consapevole dell'acqua, anche se questa è di basso costo. In alcuni consorzi meridionali, la scarsità d'acqua a disposizione ha costretto all'installazione di idranti di consegna molto innovativi denominati AcquaCard®, utili ad un preciso controllo dell'acqua prelevata da ogni utente del distretto, ed al risparmio idrico.

Il sistema è stato anche chiamato "Il bancomat dell'acqua" perché è azionato da una tessera magnetica in dotazione agli agricoltori, in grado di controllare e programmare i volumi d'acqua assegnati all'utente. Una sorta di bancomat con tanto di estratto conto: con giorno e ora dei prelievi (d'acqua) e quantità consumata. Il sistema centralizzato può permettere:

- il prelievo solo di determinati volumi ad ettaro/utente, cioè l'assegnazione preventiva di acqua irrigua compatibile con le disponibilità della risorsa;
- di verificare il rispetto delle indicazioni dei Disciplinari di produzione integrata e di quelli della DOC;
- il conteggio del volume prelevato ed il contributo da applicare all'utente (contributo unico, contributo proporzionale, contributo differenziato per la quota esuberante quella assegnata);
- un contributo differenziato per orario di prelievo (ad es. contributo notturno inferiore);
- di suddividere le spese tra gli utenti che derivano da un unico idrante di consegna;
- di erogare l'acqua solo agli idranti ricadenti nel turno orario o giornaliero, facilitando la gestione e la

progettazione di reti tubate di diametro ridotto;

- all'agricoltore di impostare l'avvio e l'arresto delle irrigazioni su base volumetrica o temporale.

Nei consorzi che hanno impiegato il sistema si è verificato un forte contenimento dei consumi, ed anche un certo gradimento da parte degli utenti che hanno razionalizzato gli interventi irrigui.

Il sistema AcquaCard® permetterebbe di razionalizzare l'uso dell'acqua anche in molti distretti irrigui della nostra regione, con un discreto contenimento degli usi impropri della risorsa idrica.

FORMAZIONE DEL PERSONALE CONSORTILE E DEGLI UTENTI IRRIGUI

In più di un'occasione è già stato evidenziato che nessuna azione di risparmio idrico è capace di permettere un

reale risparmio della risorsa senza la volontà dell'uomo di ottenerla; un passaggio assolutamente essenziale è perciò quello di portare tutti ad essere consapevoli del problema ambientale ed economico determinato da un uso eccessivo dell'acqua. Il cambiamento della mentalità del personale tecnico e di campagna dei consorzi di bonifica, come quello degli agricoltori, è un elemento imprescindibile per ottenere il risultato di un uso più razionale ed oculato dell'acqua. La formazione del personale degli enti gestori irrigui e degli agricoltori, devono allora essere curate con grande attenzione mediante appositi programmi di "educazione all'uso sostenibile della risorsa idrica". Alcuni consorzi hanno iniziato queste azioni che sono state considerate tra gli obiettivi di qualità delle procedure per l'ottenimento della certificazione dell'Ente; i primi risultati hanno permesso di verificare un effettivo contenimento delle perdite non produttive d'acqua ed un ottimo coinvolgimento da parte del personale ed in parte degli agricoltori. Oltre alla formazione, che deve essere un'azione costante e ripetuta, occorre naturalmente mettere a disposizione del personale e degli agricoltori degli strumenti capaci di conseguire il risultato del miglioramento della pratica irrigua. La disponibilità di uno strumento capace di indicare il momento di intervento irriguo ed il volume d'acqua basata su dati di un bilancio idrico (IRRINET), ha consentito ad ogni consorzio regionale di informare l'utente su come effettuare irrigazioni esenti da sprechi. Il programma di assistenza tecnica impiantistica TECNIRRI, inoltre, permette ai consorzi di indicare agli agricoltori della regione come razionalizzare i propri impianti irrigui per un uso corretto dell'acqua.

Le possibilità di contenimento delle perdite d'acqua sul territorio sono notevoli, e certamente superiori a quelle che possono essere attuate all'interno dell'azienda agricola. I consorzi di bonifica regionali hanno già iniziato la stesura di Piani di conservazione della risorsa che saranno in grado di individuare i punti critici maggiormente dispersivi della risorsa e le procedure necessarie al loro contenimento.

Sono anche già stati effettuati alcuni primi interventi sulle opere idrauliche e sono stati avviati programmi di educazione ed informazione per i dipendenti consortili e per gli operatori agricoli utilizzatori dell'acqua. Si spera che a questi primi interventi ne possano seguire altri che, poco alla volta, possano incidere sempre più incisivamente alla difesa quantitativa delle risorse idriche e dell'ambiente.



(Foto Dioteca Agricoltura)