

Antonina Capra - Baldassare Scicolone

# Progettazione e gestione degli impianti di irrigazione

*Criteria di impiego e valorizzazione  
delle acque per uso irriguo*

2<sup>a</sup> edizione



1ª edizione: gennaio 2007  
2ª edizione: ottobre 2016

Gli AA. e l'Editore non si assumono alcuna responsabilità per eventuali danni derivanti dall'uso non corretto delle informazioni riportate nel libro.



© Copyright 2016 by «Edagricole - Edizioni Agricole di New Business Media srl»  
via Eritrea 21 - 20157 Milano  
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 - 40123 Bologna – e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it  
Vendite: tel. 051/6575833; fax: 051/6575999 – e-mail: libri.edagricole@newbusinessmedia.it  
<http://www.edagricole.it>

5494

Proprietà letteraria riservata - printed in Italy

*La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. 171 della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.*

Impianti e stampa: Prontostampa Srl, via Praga, 1 - 24040 Verdellino (BG)  
Finito di stampare nell'ottobre 2016

ISBN 978-88-506-5494-9

# Premessa

L'agricoltura irrigua è il settore produttivo che impiega la maggiore quota di risorse idriche del pianeta. L'irrigazione è la pratica colturale che, presa singolarmente, più di ogni altra, consente di assicurare produzioni costanti ed elevate. Tuttavia, l'irrigazione viene spesso praticata in condizioni di bassa efficienza (sono ancora molto comuni i casi in cui viene sprecata fino al 50% dell'acqua somministrata con l'irrigazione). Inoltre, l'irrigazione può anche comportare aspetti negativi che ne limitano, in alcuni casi, la sostenibilità.

Per tutte queste ragioni le risorse idriche devono essere utilizzate in modo efficiente, riducendo sia la domanda sia gli sprechi. L'adozione degli impianti di irrigazione in pressione, e di quelli di microirrigazione in particolare, consente di realizzare un'irrigazione moderna ed efficiente, in grado di far risparmiare acqua assicurando, nel contempo, protezione dell'ambiente e condizioni produttive ottimali per le piante.

Per avere pieno successo nell'adozione dei metodi a più alta efficienza, oltre che disporre di materiali, soprattutto erogatori, di buona qualità, bisogna però che l'impianto sia progettato, installato e gestito in maniera opportuna.

Il progettista deve tener conto delle complesse interazioni fra caratteristiche degli erogatori, uniformità di erogazione prescelta, condizioni topografiche, leggi idrauliche, caratteristiche delle acque utilizzate, salinità del suolo e tolleranza della coltura, fabbisogni irrigui, modalità di programmazione dell'irrigazione, fertilizzazione, interazioni con le altre pratiche colturali, e altre condizioni sito-specifiche. L'installatore deve rispettare quanto stabilito nel progetto e informare correttamente l'agricoltore sulle caratteristiche ed il funzionamento delle attrezzature utilizzate. Il gestore dell'irrigazione deve assicurare il corretto mantenimento dell'impianto, soprattutto per quanto concerne l'occlusione, e programmare adeguatamente le quantità e i tempi di somministrazione dell'acqua irrigua.

Questa nuova edizione del libro, pur in una forma rinnovata e aggiornata per tenere conto sia delle principali innovazioni nel settore sia dell'esperienza dettata proprio dall'uso pratico della vecchia edizione, ne mantiene inalterato l'obiettivo principale, ossia quello di voler rappresentare un libro di testo per gli studenti

## Premessa

universitari ed un testo di riferimento per i professionisti, che aiuti a progettare e gestire impianti irrigui più efficienti. Si riferisce agli impianti irrigui aziendali, anche se alcune delle attrezzature descritte, i criteri di progettazione ed i procedimenti di calcolo sono, in parte, utilizzabili anche per gli orti familiari e le aree a verde con finalità ricreative.

Il libro si compone di dodici capitoli, che possono essere raggruppati in tre sezioni. La prima, che comprende i capitoli 1 e 2, introduce l'argomento della progettazione e gestione degli impianti irrigui in pressione nel contesto di un'irrigazione sostenibile. La seconda, che comprende i capitoli da 3 a 7, tratta gli argomenti la cui conoscenza è necessaria alla determinazione dei parametri dell'irrigazione, i rapporti acqua-terreno, la determinazione dei fabbisogni irrigui, gli aspetti qualitativi delle acque utilizzate in irrigazione, le modalità di programmazione dell'irrigazione ed i concetti di uniformità di distribuzione e di efficienza. L'ultima parte, con i capitoli da 8 a 12 è quella più tecnica e finalizzata alla scelta del tipo di impianto ed alla sua progettazione. Il capitolo 9 comprende anche i richiami di idraulica necessari alla progettazione dell'impianto. I capitoli principali sono corredati di esempi numerici applicativi che hanno la doppia funzione di affrontare esplicitamente alcuni dei casi concreti più comuni e di aiutare nella comprensione e applicazione della parte teorica.

Gli AA. e l'Editore hanno profuso il massimo sforzo per rendere questo libro più completo e accurato possibile. Tuttavia, potrebbe essere ancora presente qualche errore o refuso. Quindi i contenuti devono essere considerati come una guida generale, e non come la completa soluzione di tutti i problemi che si possono incontrare nella progettazione e gestione degli impianti irrigui.

Ugualmente i marchi commerciali eventualmente citati lo sono solo per motivi tecnici ma non sono sponsorizzati, e non costituiscono preferenza per alcun prodotto.

Tutti i siti web citati erano attivi alle date espressamente indicate nella bibliografia ma chiaramente gli Autori e la Casa editrice non possono essere ritenuti coinvolti nel loro aggiornamento o cessazione d'attività.

Ringraziamo i nostri familiari per la pazienza dimostrata durante la stesura del libro e tutti quelli che, a vario titolo, hanno contribuito nel tempo a far crescere le nostre conoscenze e competenze. Un ringraziamento particolare va ad alcuni tra i massimi esperti dell'irrigazione in Italia, che purtroppo ci hanno lasciato, con cui abbiamo avuto il piacere e la fortuna di lavorare: il prof. Orazio Li Destri Nicosia, maestro ed amico, prematuramente scomparso ma sempre presente nei nostri cuori e nelle nostre menti, il prof. Salvatore Indelicato, saggio e pacato referente del gruppo di Idraulica Agraria dell'Università di Catania fin dalla sua fondazione, il prof. Vito Sardo, eclettico docente e professionista apprezzato anche all'estero. Ringraziamo, infine, la casa editrice, gli studenti, i professionisti e quanti altri hanno già utilizzato il libro e quelli che vorranno utilizzare questa nuova edizione. Eventuali segnalazioni e suggerimenti saranno ben graditi ([acapra@unirc.it](mailto:acapra@unirc.it); [bscicol@tin.it](mailto:bscicol@tin.it)).

**Antonina Capra e Baldassare Scicolone**

# Indice generale

<i>Premessa</i> .....	Pag.	III
<i>Unità di misura e fattori di conversione utilizzati</i> .....	»	XII
<b>1. Introduzione</b> .....	»	1
1.1 Obiettivi dell'irrigazione .....	»	1
1.2 Diffusione dell'irrigazione .....	»	2
1.3 Metodi, sistemi e impianti irrigui .....	»	5
1.4 Componenti di un impianto .....	»	6
1.4.1 Gli erogatori .....	»	6
1.4.2 Il sistema di distribuzione .....	»	7
1.4.3 I filtri .....	»	7
1.4.4 Gli apparecchi per l'automazione e il controllo .....	»	8
1.5 Tipi di impianto .....	»	9
1.6 Breve storia dell'evoluzione dei metodi irrigui .....	»	10
1.7 Diffusione dei diversi metodi irrigui .....	»	10
1.8 Bibliografia .....	»	13
<b>2. Sostenibilità dell'irrigazione</b> .....	»	15
2.1 Sviluppo agricolo sostenibile e impronta idrica .....	»	15
2.2 Miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione .....	»	16
2.3 Riduzione dei prelievi idrici per l'irrigazione .....	»	17
2.4 Mantenimento di standard qualitativi elevati delle acque di drenaggio superficiali e sotterranee .....	»	18
2.5 Maggiore informazione dei tecnici e degli agricoltori .....	»	19
2.6 Bibliografia .....	»	20
<b>3. Richiami sui rapporti acqua-terreno</b> .....	»	23
3.1 Caratteristiche fisiche dei suoli .....	»	23
3.2 Contenuto idrico e potenziale dell'acqua nel suolo .....	»	25
3.3 Curva di ritenzione idrica e caratteristiche idrologiche .....	»	28
3.4 Moto dell'acqua nel suolo .....	»	29
3.5 L'infiltrazione dell'acqua nel suolo .....	»	30
3.6 Bibliografia .....	»	32

## Indice generale

<b>4. Evapotraspirazione e fabbisogno irriguo delle colture</b> .....	Pag.	33
4.1 Evapotraspirazione .....	»	33
4.2 Determinazione dell'evapotraspirazione.....	»	35
4.2.1 Misura e stima.....	»	35
4.2.2 Metodo FAO Penman-Monteith per la stima dell'evapotraspirazione di riferimento $ET_0$ .....	»	39
4.2.2.1 Procedimento di calcolo di $ET_0$ secondo il metodo Penman-Monteith.....	»	40
4.2.2.2 Stima di $ET_0$ nei casi di dati mancanti.....	»	48
4.2.3 Stima di $ET_0$ con la formula di Hargreaves.....	»	49
4.2.4 Determinazione dell'evapotraspirazione colturale in condizioni standard $ET_c$ .....	»	51
4.2.5 Determinazione dell'evapotraspirazione colturale in condizioni reali $ET_{c\ adj}$ .....	»	55
4.3 Determinazione del fabbisogno irriguo .....	»	55
4.4 Determinazione dei fabbisogni irrigui a scala di comprensorio .....	»	59
4.5 Esempi di calcolo .....	»	60
4.5.1 Determinazione di $ET_0$ giornaliera media del mese di luglio per una località sita a latitudine 38° N ed a quota 100 m s.l.m....	»	60
4.5.2 Determinazione dell'evapotraspirazione di riferimento media mensile dei mesi da maggio a settembre con la formula di Hargreaves modificata.....	»	62
4.5.3 Determinazione del fabbisogno irriguo medio giornaliero del mese di punta per la progettazione di un impianto irriguo ...	»	63
4.6 Bibliografia.....	»	64
<b>5. Qualità delle acque e tecnica irrigua</b> .....	»	67
5.1 Tipi di acque utilizzate per l'irrigazione .....	»	67
5.2 Caratteristiche delle acque per uso irriguo .....	»	68
5.3 Acque di qualità marginale .....	»	70
5.3.1 Le acque salmastre.....	»	70
5.3.2 Le acque reflue urbane provenienti da impianti di depurazione.....	»	71
5.3.3 Altri tipi di acque di qualità marginale.....	»	73
5.4 Rischi connessi alla qualità delle acque irrigue.....	»	74
5.4.1 Rischi agronomici .....	»	75
5.4.2 Rischi igienico-sanitari.....	»	76
5.4.3 Rischi ambientali.....	»	76
5.4.4 Rischi tecnologici.....	»	76
5.5 Valutazione dell'idoneità di un'acqua irrigua .....	»	77
5.6 Qualità dell'acqua e scelte progettuali e gestionali .....	»	82
5.6.1 Idoneità dei diversi tipi di impianto irriguo .....	»	83
5.6.2 Fabbisogno di lisciviazione .....	»	85
5.7 Esempi di calcolo .....	»	86
5.7.1 Scelta del tipo di impianto (aspersione, microirrigazione con spruzzatori o a goccia) in relazione alla qualità dell'acqua ...	»	86
5.7.2 Determinazione del fabbisogno di lisciviazione con impianti per aspersione .....	»	87

5.7.3	Determinazione della riduzione di produzione attesa senza lisciviazione $Y_i$ , del fabbisogno di lisciviazione $LR$ e del fabbisogno irriguo netto giornaliero $F_{in}$ per un impianto di irrigazione a goccia.....	Pag.	87
5.8	Bibliografia.....	»	88
<b>6.</b>	<b>Programmazione dell'irrigazione .....</b>	»	91
6.1	Premesse .....	»	91
6.2	Parametri dell'adacquamento .....	»	92
6.2.1	Acqua disponibile, acqua facilmente disponibile e coefficienti di stress .....	»	92
6.2.2	Volume di adacquamento e turno.....	»	97
6.3	Criteri e modalità di programmazione dell'irrigazione.....	»	98
6.3.1	Modalità di programmazione.....	»	98
6.3.1.1	Livello a) - Irrigazione a turno e volume fisso .....	»	99
6.3.1.2	Livello b) - Irrigazione a turno fisso e volume variabile .....	»	99
6.3.1.3	Livello c) Irrigazione a turno e volume variabili (irrigazione ottimizzata).....	»	100
6.3.2	Determinazione del momento in cui irrigare.....	»	102
6.3.2.1	Monitoraggio dello stato idrico della pianta .....	»	102
6.3.2.2	Monitoraggio dell'umidità o della tensione dell'acqua nel terreno.....	»	104
6.3.2.3	Tecnica del bilancio idrologico .....	»	106
6.3.3	Il modello CROPWAT per l'applicazione del bilancio idrologico .....	»	106
6.3.4	Programmazione dell'irrigazione e metodi irrigui.....	»	107
6.3.4.1	Impianti per aspersione.....	»	107
6.3.4.2	Impianti di microirrigazione.....	»	108
6.4	L'irrigazione piena e l'irrigazione deficitaria .....	»	109
6.4.1	L'irrigazione in condizioni di stress idrico controllato ( <i>Regulated Deficit Irrigation</i> , RDI).....	»	110
6.4.2	La " <i>deficit irrigation</i> " propriamente detta.....	»	112
6.4.2.1	Il concetto di " <i>deficit irrigation</i> ".....	»	113
6.4.2.2	Livelli ottimali di acqua irrigua .....	»	115
6.4.2.3	Rischi e benefici della " <i>deficit irrigation</i> " .....	»	117
6.5	L'irrigazione assistita .....	»	117
6.6	L'irrigazione di precisione .....	»	119
6.7	Esempi di calcolo .....	»	123
6.7.1	Determinazione dell'altezza di adacquamento e del turno del mese di punta per una gestione dell'irrigazione a volume e turno fisso, e confronto fra metodi irrigui.....	»	123
6.8	Bibliografia.....	»	124
<b>7.</b>	<b>Efficienza dell'irrigazione e uniformità di distribuzione.....</b>	»	127
7.1	Efficienza globale dell'irrigazione .....	»	128
7.2	Ripartizione dell'acqua irrigua in frazioni .....	»	129
7.3	L'uniformità di distribuzione.....	»	132
7.4	Indici di efficienza .....	»	135
7.5	L'efficienza potenziale dei metodi e degli impianti irrigui.....	»	140

## Indice generale

7.6	Problemi di stima degli indici di efficienza .....	Pag.	140
7.7	Bibliografia .....	»	143
<b>8.</b>	<b>Gli impianti per aspersione .....</b>	<b>»</b>	<b>145</b>
8.1	Gli irrigatori .....	»	145
8.1.1	Tipi di irrigatori .....	»	145
8.1.2	Caratteristiche idrauliche .....	»	147
8.1.2.1	L'intensità media di pioggia ( $I_p$ ).....	»	148
8.1.2.2	Il diagramma del piovuto (o pluviogramma, o curva di caduta).....	»	148
8.1.2.3	La dimensione delle gocce .....	»	150
8.1.3	Schemi di avanzamento.....	»	150
8.2	Tipi di impianto.....	»	152
8.2.1	Impianti fissi e stanziali .....	»	152
8.2.2	Impianti mobili.....	»	153
8.2.2.1	Ali piovane a movimento periodico .....	»	153
8.2.2.2	Ali piovane a movimento continuo .....	»	153
8.2.2.3	Irrigatore semovente ad ala avvolgibile.....	»	156
8.3	Criteri di scelta ed efficienza dei diversi tipi di impianto .....	»	158
8.4	Esempi di calcolo .....	»	162
8.4.1	Calcolo di massima della portata e della gittata di un irrigatore.	»	162
8.4.2	Confronto dell'interdistanza massima degli irrigatori sull'ala e tra le ali e del numero minimo di irrigatori per unità di superficie per gli schemi di avanzamento in quadrato ed in triangolo.....	»	162
8.4.3	Determinazione dell'intensità media di pioggia $I_p$ .....	»	163
8.5	Bibliografia .....	»	163
<b>9.</b>	<b>La progettazione degli impianti per aspersione .....</b>	<b>»</b>	<b>165</b>
9.1	Fasi della progettazione .....	»	166
9.2	Raccolta dei dati.....	»	166
9.3	Progettazione preliminare .....	»	168
9.4	Scelta dell'irrigatore e del tipo di impianto.....	»	171
9.4.1	Diagramma del piovuto dell'irrigatore.....	»	171
9.4.2	Portata, pressione e gittata dell'irrigatore.....	»	174
9.4.3	Uniformità ed efficienza di progetto .....	»	176
9.5	Scelta dello schema di impianto.....	»	179
9.5.1	Suddivisione in settori.....	»	179
9.5.2	Disposizione delle condotte .....	»	182
9.6	Progettazione idraulica .....	»	186
9.6.1	Materiali per le condotte utilizzate negli impianti irrigui .....	»	186
9.6.2	Richiami di idraulica per la determinazione delle perdite di carico	»	189
9.6.2.1	Perdite di carico localizzate.....	»	189
9.6.2.2	Perdite di carico continue .....	»	190
9.6.3	Progettazione delle condotte di distribuzione (condotte del settore).....	»	195
9.6.3.1	Criteri di progettazione .....	»	195
9.6.3.2	Progettazione .....	»	196
9.6.3.3	Procedimento di calcolo.....	»	200

9.6.3.4	Valutazione dell'uniformità di distribuzione .....	Pag.	203
9.6.4	Progettazione della condotta principale.....	»	204
9.6.4.1	Criteri di progettazione .....	»	204
9.6.4.2	Procedimento di calcolo.....	»	205
9.6.5	Progettazione delle condotte secondarie .....	»	208
9.7	Esempi di calcolo .....	»	210
9.7.1	Progettazione preliminare di un impianto di irrigazione per aspersione su patata .....	»	210
9.7.2	Determinazione dell'intensità media di pioggia di un impianto fisso per aspersione .....	»	211
9.7.3	Progettazione preliminare di un semovente ad ala avvolgibile per l'irrigazione di una coltura di mais.....	»	211
9.7.4	Scelta del tipo di impianto e dell'irrigatore e verifica dell'efficienza .....	»	213
9.7.5	Suddivisione di un impianto fisso in settori.....	»	214
9.7.6	Scelta dello schema di impianto e adattamento delle variabili iniziali .....	»	215
9.7.7	Calcolo delle perdite di carico continue di una condotta e confronto fra diverse equazioni .....	»	218
9.7.8	Calcolo delle perdite di carico di un'ala irrigua e confronto tra metodi.....	»	219
9.7.9	Progettazione di ali monodiametriche, su terreno pianeggiante, con regolazione iniziale del carico .....	»	220
9.7.10	Progettazione di ali in discesa, con regolazione iniziale del carico.....	»	222
9.7.11	Progettazione di ali con regolazione iniziale della pressione, su terreno pianeggiante, da realizzare con due diametri .....	»	225
9.7.12	Progettazione di settori con ali non regolate funzionanti contemporaneamente (impianto fisso) .....	»	227
9.7.13	Progettazione di una condotta principale a gravità da realizzare con un unico diametro.....	»	230
9.7.14	Progettazione di una condotta principale a gravità, da realizzare in due tratti di diametro diverso .....	»	231
9.7.15	Determinazione del diametro di una condotta principale con sollevamento .....	»	232
9.7.16	Progettazione di una condotta secondaria di collegamento di settori non regolati .....	»	236
9.8	Bibliografia .....	»	237
<b>10.</b>	<b>Gli impianti di microirrigazione.....</b>	»	<b>239</b>
10.1	Gli erogatori.....	»	240
10.1.1	Tipi di erogatori .....	»	240
10.1.1.1	I gocciolatori e le manichette porose e forate.....	»	240
10.1.1.2	Gli spruzzatori ed i "bubblers" .....	»	244
10.1.2	Caratteristiche idrauliche e tecnologiche .....	»	246
10.1.2.1	Portata, pressione e gittata.....	»	246
10.1.2.2	Variabilità costruttiva.....	»	247
10.1.2.3	Relazione portata-temperatura .....	»	248

## Indice generale

10.1.2.4 Sensibilità all'occlusione.....	Pag.	248
10.1.2.5 Perdite di carico localizzate dovute all'inserimento degli erogatori sull'ala .....	»	249
10.2 Tipi di impianto.....	»	250
10.2.1 Impianti a goccia .....	»	250
10.2.2 Impianti a spruzzo e <i>bubbler</i> .....	»	251
10.3 Occlusione e filtrazione .....	»	251
10.3.1 L'occlusione degli erogatori.....	»	251
10.3.2 Controllo dell'occlusione.....	»	256
10.3.2.1 Trattamento fisico: sedimentazione, filtrazione .....	»	256
10.3.2.2 Trattamento chimico: acidificazione, clorazione .....	»	262
10.3.2.3 Monitoraggio e manutenzione dell'impianto.....	»	264
10.4 Criteri di scelta ed efficienza dei diversi tipi di impianto .....	»	265
10.4.1 Vantaggi e svantaggi degli impianti di microirrigazione.....	»	265
10.4.2 Confronto fra i diversi tipi di impianto di microirrigazione .....	»	267
10.4.2.1 Impianti a goccia superficiale (DI).....	»	267
10.4.2.2 Impianti a goccia sottosuperficiale (DI).....	»	267
10.4.2.3 Impianti a spruzzo e <i>bubbler</i> .....	»	270
10.4.3 Efficienza della microirrigazione .....	»	271
10.5 Esempi di calcolo .....	»	272
10.5.1 Calcolare l'esponente (x) la costante $K_e$ della relazione portata-carico, ed il carico ( $H_3$ ) necessario per avere la portata $q_3$ .....	»	272
10.5.2 Valutare il rischio di occlusione dei gocciolatori e individuare i sistemi di trattamento aziendale delle acque più idonei a prevenirla .....	»	273
10.5.3 Determinare le dimensioni di una vasca di sedimentazione .....	»	273
10.5.4 Determinare la portata di iniezione per la clorazione di un'acqua irrigua .....	»	274
10.6 Bibliografia.....	»	274
<b>11 La progettazione degli impianti di microirrigazione .....</b>	<b>»</b>	<b>279</b>
11.1 Uniformità di erogazione.....	»	280
11.2 Caratteristiche principali dell'impianto .....	»	284
11.2.1 Erogazione puntiforme ed erogazione lineare.....	»	284
11.2.2 Condotte e loro disposizione.....	»	284
11.2.3 Apparecchiature per la regolazione ed il controllo .....	»	288
11.3 Determinazione delle variabili di progetto .....	»	288
11.3.1 La superficie bagnata.....	»	288
11.3.2 Fabbisogno irriguo, turno e altezza di adacquamento .....	»	295
11.3.2.1 Fabbisogno irriguo netto .....	»	295
11.3.2.2 Fabbisogno irriguo lordo .....	»	297
11.3.3 Scelta dell'erogatore e del numero di erogatori per pianta .....	»	300
11.3.4 Portata dell'impianto e suddivisione in settori.....	»	302
11.4 Progettazione idraulica .....	»	303
11.4.1 Criteri di progettazione .....	»	303
11.4.2 Determinazione delle perdite di carico.....	»	304
11.4.3 Variazioni di carico ammissibili.....	»	307

11.4.3.1	Determinazione delle differenze di carico ammissibili nel settore $\Delta H_{s\text{ amm}}$ a partire dall'uniformità di erogazione .....	Pag.	308
11.4.3.2	Determinazione delle differenze di carico ammissibili nel settore $\Delta H_{s\text{ amm}}$ a partire da prefissate variazioni di portata.....	»	309
11.4.4	Progettazione delle condotte di distribuzione.....	»	309
11.5	Valutazione di campo delle prestazioni dell'impianto.....	»	311
11.6	Esempi di calcolo .....	»	314
11.6.1	Determinazione del numero di gocciolatori per pianta e della posizione dei gocciolatori.....	»	314
11.6.2	Progettazione preliminare di un impianto di microirrigazione con spruzzatori per un agrumeto.....	»	315
11.6.3	Determinazione dei parametri di progettazione per un impianto a goccia ad erogazione lineare su coltura ortiva .....	»	319
11.6.4	Determinazione delle variazioni di carico ammissibili nel settore e confronto fra metodi.....	»	322
11.6.5	Progettazione idraulica del settore di un impianto di irrigazione a goccia con due ali per filare su terreno pianeggiante .....	»	323
11.6.6	Progettazione idraulica del settore di un impianto di irrigazione a goccia con un'ala per filare su terreno in pendenza .....	»	328
11.6.7	Dimensionamento idraulico dei settori di un impianto di microirrigazione a goccia in serra.....	»	333
11.6.8	Progettazione idraulica di un impianto di microirrigazione con spruzzatori, fisso e interrato .....	»	339
11.6.9	Determinazione del Coefficiente di uniformità di distribuzione di campo per un settore di un impianto di microirrigazione a goccia con gocciolatori non regolati .....	»	352
11.7	Bibliografia .....	»	353
<b>12</b>	<b>Impianti di sollevamento e altre attrezzature .....</b>	<b>»</b>	<b>355</b>
12.1	Gli impianti di sollevamento.....	»	355
12.1.1	Determinazione della potenza del motore.....	»	356
12.1.2	Tube di aspirazione e altezza di aspirazione .....	»	358
12.1.3	Curve caratteristiche .....	»	360
12.1.4	Pompe in serie ed in parallelo .....	»	360
12.2	Gli iniettori di sostanze chimiche.....	»	361
12.3	Altre attrezzature .....	»	362
12.4	Esempi di calcolo .....	»	363
12.4.1	Determinazione della prevalenza totale e della potenza di un'elettropompa centrifuga a servizio di un impianto per aspersione; verifica del carico netto all'aspirazione.....	»	363
12.4.2	Determinazione della portata di iniezione di fertilizzanti.....	»	365
12.5	Bibliografia .....	»	365
	<b>Glossario .....</b>	<b>»</b>	<b>367</b>
	<b>Lista dei simboli .....</b>	<b>»</b>	<b>373</b>
	<b>Indice analitico .....</b>	<b>»</b>	<b>379</b>

# Unità di misura e fattori di conversione utilizzati nel libro

Grandezza	Unità standard	Altra unità	Conversione
Superficie	Metro quadrato, m <sup>2</sup>	Ettaro, ha	1 ha = 10000 m <sup>2</sup>
Volume	Litro, l (= dm <sup>3</sup> )	Metro cubo, m <sup>3</sup>	1 m <sup>3</sup> = 1000 l
Portata	Litro al secondo, l s <sup>-1</sup>	Litro l'ora, l h <sup>-1</sup>	1 l h <sup>-1</sup> = 1/3600 l s <sup>-1</sup>
		Metro cubo al secondo, m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	1 m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> = 1000 l s <sup>-1</sup>
Pressione	Metri colonna d'acqua, m	Chilo pascal, kPa	1 m = 9,806 kPa
		bar	1 bar = 100 kPa = 10,198 m = 0,987 atm
		atmosfera metrica, atm	1 atm = 101,325 kPa = 1,013 bar = 10,333 m
Potenza	Chilogrammo forza per metro al secondo, kgf m s <sup>-1</sup>	cavalli, CV	1 kgf m s <sup>-1</sup> = 1/75 CV
		chilowatt, KW	1 kgf m s <sup>-1</sup> = 1/102 kW
Evapotraspirazione, volume di adacquamento, altezza di adacquamento	Millimetro, mm	Metro cubo ad ettaro, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	1 mm = 10 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
		Litri al metro quadrato, l m <sup>-2</sup>	1 mm = 1 l m <sup>-2</sup>

*Dammi la tua mano...  
vedi?  
Adesso tutto pesa la metà  
(L. Delibes)*

*Ad Alice*



# 1 Introduzione

## 1.1 Obiettivi dell'irrigazione

L'acqua serve sostanzialmente alle piante per ripristinare quella persa per traspirazione. In natura, la fonte di approvvigionamento idrico è rappresentata dalle acque piovane. L'irrigazione è la pratica colturale finalizzata a fornire artificialmente acqua alle colture nei periodi in cui il contenuto idrico del terreno risulta deficitario a causa di carenza di apporti naturali. È finalizzata ad incrementare e stabilizzare la resa in termini sia quantitativi sia qualitativi, nonché, in un'ottica di mercato, ad incrementare il reddito degli agricoltori. L'irrigazione ha anche permesso di estendere la coltivazione di specie originarie di climi differenti. Utilizzando l'irrigazione è oggi possibile ottenere, a livello mondiale, il 40% circa della produzione agricola dal 20% circa della superficie coltivata.

L'irrigazione effettuata con gli obiettivi descritti si definisce “**irrigazione umettante**”. E può essere normale, ausiliaria e di soccorso. **L'irrigazione normale** viene praticata per tutta la durata del ciclo colturale, o per tutta la stagione asciutta nelle colture perenni, somministrando l'intero fabbisogno idrico. **L'irrigazione ausiliaria** viene utilizzata saltuariamente, ma in maniera programmata, in corrispondenza di determinate fasi colturali critiche. **L'irrigazione di soccorso** viene praticata in annate particolarmente siccitose per colture che normalmente svolgono il loro ciclo senza irrigazione.

Oltre all'umettamento, l'irrigazione può avere altre finalità. Si parla di **irrigazione fertilizzante** quando insieme all'acqua vengono apportate al terreno sostanze fisiche o chimiche con funzione ammendante o concimante. Quando i fertilizzanti vengono espressamente disciolti nell'acqua d'irrigazione si parla di **fertirrigazione**.

Si parla di **irrigazione dilavante** quando si somministra acqua in quantità tale da portare in profondità i sali in eccesso, in maniera da migliorare le condizioni di abitabilità dello strato di terreno interessato dall'apparato radicale. L'irrigazione dilavante si può praticare una tantum, ad es. prima della semina

## 1. Introduzione

di una coltura sensibile ai sali, o contestualmente all'irrigazione ordinaria, impiegando volumi d'acqua superiori a quelli necessari per l'umettamento.

L'**irrigazione antiparassitaria** viene praticata somministrando prodotti antiparassitari attraverso l'acqua irrigua. In alcuni casi l'effetto antiparassitario si ottiene con la sola acqua, ad es. sommergendo i terreni nel periodo di quiescenza delle piante, per controllare talpe, arvicole o altri parassiti.

L'**irrigazione climatizzante** è finalizzata a modificare le condizioni di temperatura e di umidità dell'aria. Si può utilizzare per aumentare la temperatura, ad es. l'**irrigazione antibrina**, praticata su colture arboree a foglia caduca per ridurre il rischio di gelate, o, al contrario, per abbassare la temperatura, come ad es. nelle serre in giornate particolarmente calde. Per l'irrigazione antibrina l'acqua viene somministrata con i normali impianti per aspersione, purchè fissi e con irrigatori a bassa intensità di pioggia. Per abbassare la temperatura, l'acqua viene somministrata in gocce finissime (**nebulizzazione**) in maniera da facilitarne l'evaporazione.

Infine, l'irrigazione può avere anche la funzione di agevolare altre pratiche colturali, e in tal caso si parla di **irrigazione sussidiaria**. Ad es. può essere utilizzata per favorire le condizioni di lavorabilità del terreno.

## 1.2 Diffusione dell'irrigazione

L'irrigazione viene utilizzata da tempi antichissimi. I primi riscontri documentati si riferiscono alle valli dei grandi fiumi della Mesopotamia, il Tigri e l'Eufrate, ed alla valle del Nilo (6000 a.C.). Più tardi si sarebbe sviluppata in Asia, nelle valli dell'Indo e del Fiume Giallo [3]. Secondo la "**teoria irrigua**", se la nascita dell'agricoltura aveva imposto la dimora stabile dei coltivatori e determinato la nascita del villaggio, quella dell'irrigazione impose la nascita della città, con l'apparato amministrativo necessario a ripartire i frutti della terra [6]. In Occidente sono stati gli arabi, a partire dalle dominazioni in Sicilia e in Andalusia (IX-X secolo d.C.), a diffondere la tecnica irrigua.

Sulla base dei risultati del 6° Censimento Agricoltura del 2010, nell'annata agraria 2009-10, la superficie totale irrigata in Italia è pari a 2489914,70 ha, con un volume di acqua irrigua, utilizzato da 708449 aziende, pari a 11618 milioni di m<sup>3</sup>.

L'Italia, tra i paesi europei che fanno maggiormente ricorso all'irrigazione, è seconda solo alla Spagna, e quarta in termini di incidenza della superficie irrigata sulla SAU con circa il 19%, dopo Malta, Cipro e la Grecia [2].

Nel complesso, la propensione all'utilizzo delle potenzialità irrigue (superficie irrigata in percentuale sulla irrigabile) e la propensione all'irrigazione (SAU irrigata sulla SAU) sono rispettivamente del 65,6 e del 19,3%, mentre i volumi unitari utilizzati sono pari a 4666,1 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. L'azienda individuale è la forma giuridica più diffusa con il 92,9 per cento.

Per quanto riguarda la propensione all'irrigazione, i capi-azienda donne hanno una minore propensione rispetto ai colleghi uomini, mentre non ci sono

grandi differenze di comportamento rispetto all'età. I valori più elevati, che vanno dal 23,8 al 33,6% di SAU irrigata, si registrano per aziende gestite da capoziaenda con un titolo di studio ad indirizzo agrario, che nel complesso gestiscono il 17,6% della superficie irrigata.

I valori dei volumi unitari e dei sistemi di irrigazione adottati mostrano un trend che ci riporta direttamente ai tassi di efficienza di utilizzo dell'acqua dei medesimi, crescenti all'aumentare dell'inefficienza: si passa infatti dai circa 3000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> irrigato nel caso della microirrigazione ai 3500 dell'aspersione, ai 5500 dello scorrimento superficiale e infiltrazione laterale ai 15000 della sommersione.

Il ricorso ai servizi di consulenza è ancora poco diffuso (interessa solo lo 0,7% delle aziende) ma sembra migliorare l'efficienza: si passa dai 4700 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> irrigato delle aziende che non vi ricorrono ai 4200 di chi vi ricorre.

A livello territoriale, il Nord-ovest, con la Lombardia in testa, rappresenta il sistema agricolo che utilizza più acqua, con circa 6800 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, e il maggiore tasso di investimento irriguo (il 46,3% della SAU). I valori minimi si registrano nel Nord-est con 2500 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> e il 25% di SAU. Centro e Sud mostrano valori intorno a 3500 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, mentre nelle Isole intorno a 5.000 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Il Centro e le Isole, infine, presentano la minore diffusione della pratica irrigua, che interessa meno del 10% della SAU.

In termini di zona altimetrica, i territori di pianura concentrano la maggior parte della superficie irrigata nazionale, in una misura pari al 71,8%, nonché la maggiore propensione alla pratica irrigua e intensità di utilizzo dell'acqua (il 41,8% della SAU è irrigata e i volumi per ettaro arrivano a 5.245 m<sup>3</sup>).

Anche il consumo di acqua a fini irrigui si concentra al Nord (59,1% dei volumi irrigui nel Nord-ovest e 13,9% nel Nord-est). Seguono il Sud con il 13,5%, le Isole con l'8,9% e il Centro con il 4,5%. Le regioni che utilizzano i maggiori quantitativi di acqua sono la Lombardia (42,3%), il Piemonte (16,6%), l'Emilia-Romagna (6,8%), la Sicilia (6,2%), la Puglia (5,9%) e il Veneto (5,5%). Tutte le rimanenti regioni utilizzano meno del 5% dei volumi irrigui nazionali.

Interessanti appaiono le dinamiche nel tempo del numero di aziende e delle superfici irrigate. Dal Censimento dell'agricoltura del 1982 a quello del 2010 le aziende che irrigano si sono ridotte di quasi il 15%, la riduzione è però meno che proporzionale rispetto al calo del numero di aziende agricole in generale che, nei quasi trenta anni intercorsi tra i Censimenti, si è quasi dimezzato. La superficie totale irrigata nel 2010 è la minima dal 1982, con una contrazione del 7,5% rispetto al 1990, anno di massima espansione. Occorre comunque ricordare che l'andamento delle superfici complessivamente irrigate dipende in una certa misura dalla piovosità dell'annata nella quale è stato svolto il censimento, ed anche dalla contrazione della SAU complessiva e di quella di alcune colture particolari nel corso dei decenni.

Le fonti di approvvigionamento di acqua irrigua sono così ripartite: 63% da acquedotti e consorzi di irrigazione e bonifica, percentuale suddivisa tra la consegna a turno (34,2% del volume totale utilizzato) e a domanda (28,8%).

## 1. Introduzione

Il 17,9% dell'acqua proviene da acque sotterranee prelevate all'interno o nelle vicinanze delle aziende, l'11,0% da acque superficiali presenti al di fuori dell'azienda come laghi, fiumi o corsi d'acqua e, infine, il 4,7% da acque superficiali incluse nel perimetro aziendale (interne).

L'approvvigionamento per tipologia di fonte differisce notevolmente a livello regionale rispetto ai dati medi nazionali. Nelle aziende del Nord-ovest e del Nord-est la maggior parte dei volumi utilizzati deriva da acquedotto, consorzi di irrigazione e bonifica (rispettivamente, il 74,7% e il 58,3%). Nelle regioni del Centro e del Sud le aziende agricole utilizzano principalmente l'acqua proveniente da fonti sotterranee (rispettivamente per il 46,3% e il 47,8%). In entrambe le ripartizioni segue in ordine di importanza l'approvvigionamento dai consorzi di irrigazione e bonifica (18,9% al centro e 36,5% al Sud). Nelle Isole prevale il ricorso ad acque distribuite da consorzi di irrigazione e bonifica (55%) seguiti dalle fonti sotterranee (32,1%). Sul volume totale di acqua che proviene da fonti sotterranee all'interno delle aziende, le regioni di maggiore utilizzazione sono la Puglia (19,8%), la Sicilia (13,3%) e il Piemonte (11,6%). Per quanto riguarda le fonti superficiali all'interno delle aziende, come ad esempio i bacini naturali e artificiali, il 35% dell'acqua viene utilizzata dalle aziende lombarde, il 10,9% da quelle siciliane e l'8,2% da quelle emiliane. Nel caso delle fonti superficiali al di fuori delle aziende, come ad esempio laghi, fiumi e corsi d'acqua, il 52,9% viene usata dalle aziende lombarde, il 14,8% da quelle piemontesi ed il 10,2% dalle venete.

Per quanto concerne le colture irrigate, fatto degno di nota è che il 39,8% dell'acqua impiegata in agricoltura viene utilizzata per il riso, che occupa soltanto il 12% della superficie agricola irrigata. La seconda coltura più adacquata è il mais da granella che consuma il 15,7% d'acqua, seguito dalle foraggere avvicendate (escluso il mais verde) con il 6,5% e dal mais verde che da solo consuma il 5,7% dei volumi totali. Seguono gli agrumi e i fruttiferi, entrambi con il 5,5%, e le ortive in piena area con il 5,2%. Tutte le altre colture presentano consumi inferiori.

A livello di macro aree, nel Nord-ovest, la maggior parte dell'acqua viene utilizzata per irrigare il riso (64,1%), seguito dal mais da granella (17,4%); nel Nord-est prevale il mais (30,1%), seguito dai fruttiferi (14,4%). Nelle regioni del Centro non c'è una singola coltura preponderante, ma prevalgono, comunque, le foraggere avvicendate (27,3%), mentre mais da granella, fruttiferi e ortive si dividono in parti quasi uguali il 44% dell'acqua irrigua. Nelle regioni del Sud, il 20% circa dell'acqua viene utilizzata per l'irrigazione dell'olivo, seguito dalle ortive (17,1%) e dai fruttiferi (13,3%); nelle Isole il 42,6% della risorsa idrica viene utilizzata per gli agrumi ed il 15,9% per le foraggere avvicendate. Casi particolari sono, ad esempio, il Trentino-Alto Adige, dove il 52,4% di acqua viene impiegata per l'irrigazione dei fruttiferi, il Friuli-Venezia Giulia, che utilizza il 60,8% dell'acqua per il mais da granella, la Calabria e la Sicilia, dove gli agrumi costituiscono la coltura più irrigata con il 47,2% ed il 59%, rispettivamente, dei volumi complessivamente utilizzati.

In termini di superficie irrigata, a parte il 12% del riso, il mais raggiunge una superficie di 519080 ha (il 21,5% della superficie totale irrigata), seguito dalle foraggere avvicendate (15,6%), dalle ortive e patata (9,5%), dai fruttiferi (8,0%), dalla vite (7,3%) e dagli agrumi (4,7%); la rimanente parte è costituita dal gruppo delle “altre coltivazioni” (comprendente la barbabietola da zucchero, i cereali diversi dal mais, ecc.).

### 1.3 Metodi, sistemi e impianti irrigui

Per **metodo irriguo** si intende la maniera in cui l'acqua viene distribuita in campo, mentre con il termine **sistema irriguo** si indica un insieme di elementi (sistemazioni del terreno, tubazioni, erogatori, ecc.) tra loro connessi in modo da formare un unico complesso funzionale. L'**impianto irriguo** è l'insieme delle attrezzature necessarie per mettere in pratica l'irrigazione.

I metodi irrigui vengono usualmente raggruppati in metodi in pressione e metodi gravitazionali.

Nei **metodi in pressione** l'acqua viene trasportata, dalla fonte di approvvigionamento fino alle immediate vicinanze delle piante, in reti di condotte chiuse. Quando si utilizzano i **metodi gravitazionali** il trasporto e la distribuzione avvengono attraverso reti di canali e solchi a superficie libera.

I metodi in pressione comprendono l'aspersione e la microirrigazione. Nell'**aspersione** l'acqua arriva al terreno attraverso i getti, di diversa lunghezza (gittata), immessi dagli irrigatori nell'atmosfera, che bagnano tutta la superficie di interesse. Nella **microirrigazione** l'acqua viene trasportata dalle condotte fino alla singola pianta, bagnando soltanto la parte di terreno ad essa più vicina (**localizzazione** dell'adacquamento).

L'irrigazione per **aspersione** è adattabile alla maggior parte delle colture e dei suoli poiché è possibile trovare in commercio una vasta gamma di irrigatori con un ampio range di portate e gittate. Può essere utilizzata nella maggior parte delle condizioni climatiche ove viene praticata l'agricoltura irrigua. Tuttavia, in climi eccessivamente caldi e ventosi può presentare qualche problema, soprattutto con acque ad elevato contenuto salino. Tra i vantaggi degli impianti per aspersione ricordiamo che si prestano a raggiungere obiettivi multipli dell'irrigazione: irrigazione umettante, dilavante, climatizzante, pre-semina e pre-trapianto.

La **microirrigazione** è un metodo conveniente ed efficiente per bagnare direttamente il terreno vicino ai filari di piante o alle singole piante. I numerosi importanti vantaggi di tipo agronomico ed economico consentono di realizzare un'irrigazione ad elevata efficienza, rendendola potenzialmente in grado di ridurre i fabbisogni irrigui ed i costi di gestione. Consente di ridurre la crescita di erbe infestanti poiché la maggior parte della superficie del suolo non viene bagnata. Rende semplice, economica ed agronomicamente più efficace la somministrazione dei fertilizzanti attraverso la stessa acqua di irrigazione. Rende possibile l'uso di acque con elevato contenuto salino. Consente di

## 1. Introduzione

ridurre i consumi energetici sia perché gli impianti possono funzionare con una pressione più bassa rispetto all'aspersione sia perché si utilizza meno acqua. Si adatta a qualsiasi condizione di pendenza e di contenuto di scheletro del suolo. Tra gli svantaggi ricordiamo gli elevati costi iniziali dell'impianto ed il rischio di occlusione degli erogatori.

Un'analisi dettagliata dei vantaggi e dei problemi dei diversi tipi di impianto sarà svolta nei capitoli 8 e 10.

## 1.4 Componenti di un impianto

Un impianto di irrigazione comprende generalmente la pompa, gli erogatori, la rete di distribuzione, un insieme di apparecchiature per il controllo e l'automazione, i filtri ed altre apparecchiature (ad es. iniettori di fertilizzanti). In questo paragrafo tali componenti vengono descritti in maniera generale, mentre saranno analizzati approfonditamente nei capitoli successivi.

### 1.4.1 Gli erogatori

Sono gli apparecchi attraverso cui l'acqua fuoriesce dalle condotte in pressione per essere somministrata alle piante. Idealmente, un erogatore dovrebbe permettere la distribuzione di una portata pressochè costante nel tempo e in tutto il campo da irrigare. Dovrebbe essere economico, affidabile e resistente, dato che deve funzionare in condizioni di campo anche estreme per le temperature, e, in alcuni casi, essere sottoposto ad agenti chimici (cloro, acidi, ecc.).

In commercio si trovano numerosi tipi di erogatori che si possono raggruppare in due categorie: irrigatori e microerogatori.

Gli **irrigatori** vengono utilizzati nell'irrigazione per aspersione. Da essi fuoriesce un getto con le caratteristiche di una pioggia artificiale. Possono essere di tipo statico o dinamico. L'irrigatore statico, utilizzato soprattutto nel giardinaggio, bagna contemporaneamente un'area circolare di varia dimensione. L'irrigatore idrodinamico, il più comunemente utilizzato in agricoltura, bagna l'area circolare di sua pertinenza attraverso uno o più getti in movimento rotatorio.

I **microerogatori** comprendono i gocciolatori, i tubi porosi, i tubi forati, i nebulizzatori, gli spruzzatori statici e dinamici (micro-irrigatori) e diffusori di vario tipo ("*bubblers*"). Si chiama punto di erogazione il punto da cui l'acqua fuoriesce dall'erogatore e viene immessa nel terreno. Se le zone di terreno bagnate da ogni erogatore rimangono isolate l'una dall'altra si parla di **erogazione puntiforme**, mentre si ha **erogazione lineare** quando le zone bagnate dai singoli punti di erogazione si uniscono tra di loro realizzando delle fasce umide di terreno in corrispondenza dei filari di piante. In genere l'erogazione è puntiforme quando si utilizzano gocciolatori distanti 0,7-1,0 m l'uno dall'altro, come nel caso di arboreti, vigneti, piante ornamentali. Spruzzatori e "*bub-*

bler” vengono classificati nell'erogazione puntiforme. I tubi forati ed i tubi porosi, come pure le ali gocciolanti con gocciolatori coestrusi all'interno della tubazione a distanze di 0,1-0,6 m, utilizzate soprattutto per i piccoli frutti e gli ortaggi, realizzano un'erogazione lineare.

Le caratteristiche idrauliche e tecnologiche degli erogatori saranno descritte nei capitoli 8 e 10.

### 1.4.2 Il sistema di distribuzione

Consiste in una rete di **condotte** di materiali e diametri diversi. Sulla base di un criterio funzionale dal punto di vista della progettazione idraulica, vengono distinte in: **condotta principale** che collega la fonte di approvvigionamento idrico con le condotte di distribuzione, comprendenti le **ali erogatrici** (ossia le condotte cui sono collegati gli erogatori) e le **condotte di testata** (o **collettrici**) che collegano più ali. Negli impianti di grandi dimensioni l'irrigazione avviene di solito per **settori** o unità irrigue a funzionamento alternato e possono essere anche presenti **condotte secondarie** di collegamento tra la condotta principale ed i settori.

In uno **schema tipico di impianto** (Fig. 1.1), la rete di condotte inizia con un'unica condotta principale di grande diametro, di solito > 50 mm, in polivinilcloruro (PVC) e interrata, seguita da una condotta secondaria con caratteristiche simili alla principale, seguita a sua volta da condotte di testata e da una fitta rete di ali erogatrici, di solito di piccolo diametro, 16-32 mm, in polietilene (PE), interrate o fuori terra secondo il tipo di impianto. La rete può comprendere, oltre ai raccordi per il collegamento degli erogatori e dei diversi ordini di condotte tra di loro, valvole finali di uscita per il lavaggio periodico delle tubazioni e valvole di comando manuali o automatiche; possono essere presenti anche filtri secondari, regolatori di pressione, contatori d'acqua. La progettazione idraulica delle condotte viene presentata nei capitoli 9 e 11.

### 1.4.3 I filtri

La filtrazione è essenziale, soprattutto nella microirrigazione, per assicurare una buona funzionalità degli erogatori e dell'impianto. Esistono numerosi tipi di **filtri**, tra cui i più comuni sono i dissabbiatori (**idrociclone**), i **filtri a sabbia** (o a graniglia), i **filtri a rete** ed i **filtri a dischi**. La scelta del tipo di filtro e della dimensione di filtrazione dipende dal tipo di acqua utilizzata (acqua di fiume, di pozzo, ecc.) e dalle sue caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche, come pure dal tipo di erogatore prescelto. I filtri possono essere montati in posizione centralizzata e in posizione periferica (nei settori). Ad es., quando si utilizzano acque superficiali si possono prevedere filtri a dischi o a sabbia in posizione centralizzata e filtri a rete periferici. Di questo argomento si parlerà diffusamente nel capitolo 10.

## 1. Introduzione

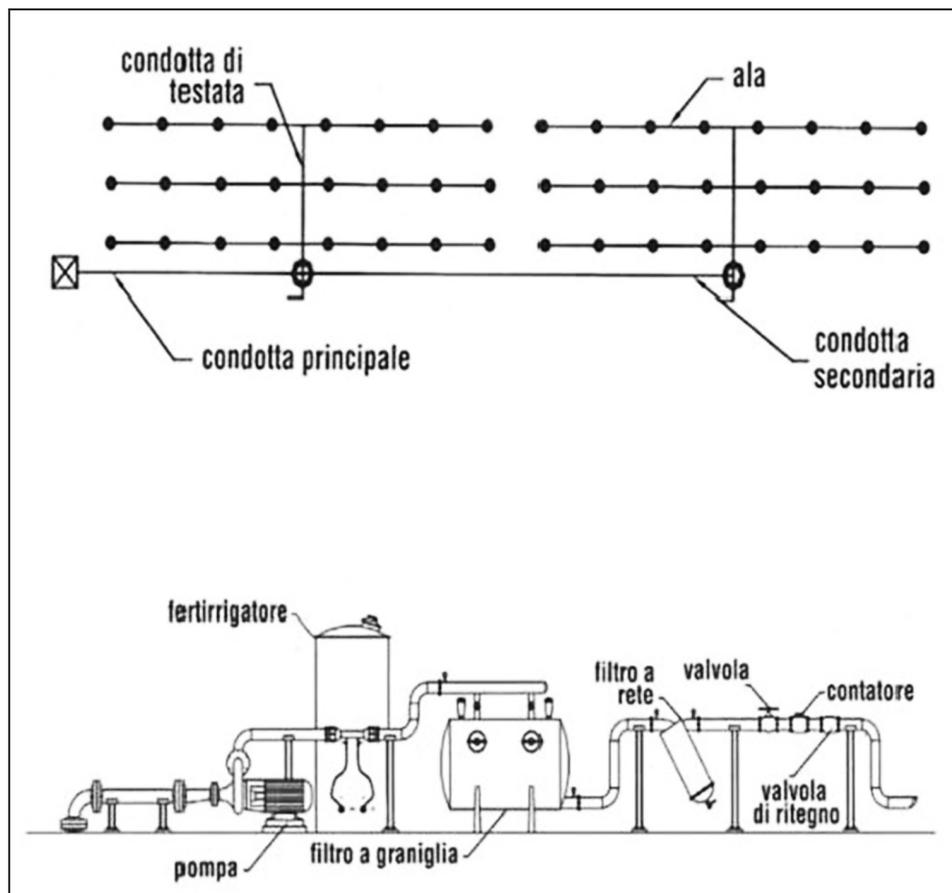


Figura 1.1 - Schema tipico di un impianto irriguo.

### 1.4.4 Gli apparecchi per l'automazione e il controllo

Negli impianti irrigui possono essere presenti attrezzature di vario tipo per la misura, il controllo e l'automazione. Le grandezze di norma misurate e controllate sono la pressione, i volumi erogati ed i tempi di somministrazione.

Di solito è presente una stazione **principale di controllo** che comprende pompa, valvole di non-ritorno per evitare il reflusso, regolatore e misuratore di pressione, contatore d'acqua, filtri principali, centralina per la distribuzione dei fertilizzanti e di altri prodotti chimici, centralina per l'automazione.

La pressione viene misurata, attraverso **manometri** a molla, all'uscita dall'impianto di sollevamento ed a monte e a valle dei filtri per la gestione degli interventi di pulizia. Il volume erogato viene misurato attraverso contatori volumetrici. Questa semplice misura è di grande aiuto per monitorare le condizioni di funzionamento dell'impianto e per migliorare l'efficienza dell'irrigazione e la sua stima.

La pressione viene controllata da **regolatori di pressione**, di solito prearati, installati in posizioni diverse in relazione al tipo ed allo schema di impianto ed alla giacitura del terreno (vedi capp. 9 e 11).

Il comando per la sequenziazione dei settori irrigui può essere manuale o automatico. Nel primo caso si usano **saracinesche** di vario tipo (a farfalla, a volantino, ecc.); nel secondo caso **idrovalvole**, **valvole elettriche** o elettroniche accoppiate a **programmatori**. La programmazione può essere a tempo o a volume e può essere basata sulle informazioni ricevute da semplici sensori di livello dell'evaporimetro, di umidità o di tensione dell'acqua nel suolo, fino a complessi sistemi di rilevamento delle grandezze meteorologiche e di calcolo dei fabbisogni irrigui. Anche la pulizia dei filtri può essere automatizzata.

Altre attrezzature utili per il corretto funzionamento dell'impianto sono gli **sfiati**, che consentono di espellere l'aria dalle tubazioni.

## 1.5 Tipi di impianto

I diversi tipi di impianto vengono classificati innanzitutto sulla base del metodo irriguo, si distinguono quindi impianti per aspersione e impianti di microirrigazione.

Con rare eccezioni, gli **impianti** di microirrigazione sono **fissi**, ossia tutte le loro componenti permangono nel tempo nella stessa posizione. Gli impianti per aspersione vengono invece ulteriormente classificati in relazione alla stabilità nel tempo della posizione in campo degli erogatori e delle ali erogatrici. Sulla base di tale criterio si distinguono impianti fissi e **impianti mobili**. Nei primi, la rete di condotte è mantenuta in posizione fissa per tutta la durata economica dell'impianto e ogni irrigatore bagna sempre la stessa porzione di terreno. Gli impianti mobili si distinguono, a loro volta, in stanziali, simili agli impianti fissi ma che vengono smontati alla fine della stagione irrigua, per essere immagazzinati nel periodo non irriguo e rimontati, anche in appezzamenti diversi nella stagione successiva, impianti a movimento periodico nei quali gli irrigatori e l'ala erogatrice vengono movimentati tra un adacquamento e l'altro, e impianti a movimento continuo, nei quali gli irrigatori e l'ala si muovono continuamente durante l'adacquamento bagnando in successione porzioni diverse dell'appezzamento. Gli impianti mobili, in generale, consentono di ridurre i costi fissi, ma possono provocare l'incremento dei costi variabili connessi alla movimentazione delle condotte, che può essere manuale o con l'ausilio di mezzi meccanici.

Gli impianti di microirrigazione vengono classificati sulla base del tipo di erogatore utilizzato e della posizione delle ali erogatrici rispetto alla superficie del terreno. Si dividono in quattro tipi principali: irrigazione a goccia superficiale, irrigazione a goccia sotto-superficiale, irrigazione con spruzzatori, irrigazione "*bubbler*". Gli impianti a goccia superficiale sono facili da installare e controllare: gli erogatori possono essere facilmente provati per la portata, e, per alcuni tipi, ispezionati ed eventualmente sostituiti. Gli impianti a goccia

## 1. Introduzione

sotto-superficiale hanno il vantaggio di non interferire con le lavorazioni e le altre pratiche colturali e di avere una maggiore durata. Gli impianti con spruzzatori e “*bubbler*” sono meno esigenti in termini di filtrazione.

### 1.6 Breve storia dell'evoluzione dei metodi irrigui

Fino ai primi decenni del XX secolo, quando è iniziata la diffusione dei metodi in pressione, gli unici metodi praticabili e utilizzati erano quelli gravitazionali. L'irrigazione per aspersione iniziò a diffondersi dopo il 1920, anche se veniva già utilizzata prima di quell'anno limitatamente a piccole superfici coltivate a ortive ed ai vivai; ma soltanto negli anni '30 del XX secolo, con la messa in commercio di tubazioni di acciaio leggero con raccordi rapidi, ha trovato larga diffusione nel mondo anche in condizioni di pieno campo [4]. Una notevole spinta all'espansione di questo metodo si ebbe dopo il 1950, con la diffusione dei tubi in alluminio leggero e di impianti di pompaggio più efficienti e con il miglioramento qualitativo degli irrigatori. Negli anni '60 l'espansione dell'irrigazione per aspersione, soprattutto negli Stati Uniti, è stata principalmente dovuta alla diffusione dei *Pivot*, impianti mobili che hanno costituito un mezzo relativamente economico per realizzare un'irrigazione ad alta frequenza, automatica ed a basso impiego di manodopera.

I primi tentativi di microirrigazione si sono avuti in Germania, verso il 1860, con l'uso di tubi di argilla per realizzare un sistema misto drenaggio-subirrigazione in serra. Attorno al 1920 iniziarono a condursi varie prove sperimentali in diverse parti del mondo (Francia, Germania, Olanda, Regno Unito, Unione Sovietica, USA) utilizzando per subirrigazione tubi porosi e forati di vario materiale [5]. Ma il vero passaggio alla microirrigazione come la conosciamo oggi si è avuto dopo la II guerra mondiale con l'introduzione in irrigazione dei tubi di materiale plastico, usati inizialmente sempre in subirrigazione, e con i primi tentativi di localizzazione realizzata utilizzando in serra tubi in materia plastica di piccolissimo diametro, chiamati (impropriamente) “spaghetti” [5]. Le prime pubblicazioni sui sistemi di microirrigazione superficiale “moderni” sono apparse in Israele e negli USA a partire dal 1963. Il primo brevetto di gocciolatore si è avuto in Israele nel 1966; da qui l'irrigazione a goccia superficiale si è diffusa, inizialmente, soprattutto in Australia, negli USA e in Sud Africa e, successivamente, in tutto il mondo. Il primo spruzzatore, antieconomico per trovare diffusione in pieno campo, fu costruito in alluminio, negli USA, nel 1956.

### 1.7 Diffusione dei diversi metodi irrigui

A livello mondiale, pur non disponendo di statistiche certe, è noto che i metodi irrigui attualmente più utilizzati continuano ad essere quelli a gravità. Seguono i metodi per aspersione e, infine, quelli di microirrigazione.

Le statistiche si ribaltano nei paesi economicamente più avanzati. Negli USA, ad es., nel 2000, l'irrigazione per aspersione era utilizzata nel 50% circa della superficie irrigata, seguita dai metodi gravitazionali, circa 45%, e dalla microirrigazione, 5%.

In Italia i dati più recenti e completi si riferiscono al 6° Censimento Agricoltura del 2010 che distingueva i seguenti metodi (o gruppi di metodi): scorrimento e infiltrazione, sommersione, aspersione, microirrigazione, altri metodi (infiltrazione laterale da scoline, subirrigazione mediante drenaggio tubolare o per innalzamento di falda, ecc.).

Sulla base dei risultati del Censimento, la superficie totale irrigata in Italia è pari a circa 2.500.000 ha. I metodi gravitazionali sono utilizzati nel 40,1% (969389 ha) di tale superficie, quasi alla pari con il metodo per aspersione (958525 ha, 39,6%), mentre la microirrigazione interessa il 17,5% (422524 ha) e "altri metodi" il rimanente 2,8%. Tra i metodi gravitazionali prevalgono lo scorrimento e l'infiltrazione laterale (969389 ha, 31%), mentre il metodo per sommersione risulta ultimo per diffusione (221017 ha, 9,1%). Raggruppando i metodi nelle due grandi categorie, a gravità e in pressione, possiamo constatare come, a livello nazionale, in più di metà della superficie totale irrigata (il 57%) vengano utilizzati i metodi in pressione, generalmente caratterizzati da una maggiore efficienza.

La microirrigazione, interessando una superficie di notevole importanza, mantiene l'Italia tra i Paesi ove questo metodo, tecnologicamente avanzato e potenzialmente ad alta efficienza, è maggiormente utilizzato.

Nella figura 1.2 si riporta la ripartizione tra metodi gravitazionali e metodi in pressione nelle diverse regioni italiane. Soltanto in Lombardia ed in Piemonte prevalgono ancora i metodi gravitazionali, anche se la diffusione dei diversi metodi sembra più legata alla zona geografica che ai confini amministrativi utilizzati dal Censimento. Nel Nord-Ovest (compresa l'Emilia occidentale), il metodo più diffuso è lo scorrimento; nel Nord-Est e nella fascia adriatica che va dall'Emilia-Romagna fino al Molise prevale l'aspersione; anche nel centro Italia prevale l'aspersione, seguita dalla microirrigazione; mentre la microirrigazione è più diffusa nel meridione (in Puglia, con oltre 123000 ha ed in Sicilia, con circa 60000 ha). In Sardegna il metodo più diffuso resta l'aspersione (con circa 33000 ha) [1]. La sommersione, con l'unica eccezione del Piemonte (risaie), è il metodo meno diffuso in Italia. Per la microirrigazione, soltanto in Puglia ed in Basilicata le superfici irrigate con questo metodo superano quelle irrigate per aspersione, mentre in Sicilia sono quasi equivalenti. Fra le regioni del Nord, solo in Emilia-Romagna (prevalentemente in Romagna), la microirrigazione (con circa 62000 ha), supera l'aspersione.

Lo scorrimento superficiale e l'infiltrazione laterale da solchi, per i quali occorre disporre di elevate portate e di superfici ben livellate e sistemate, si adattano alle grandi colture da pieno campo, ed in particolare alle marcite lombarde, ai prati stabili della zona del parmigiano-reggiano, al mais. La Lombardia, con oltre 335000 ha, è la regione con maggiore superficie irrigata

## 1. Introduzione

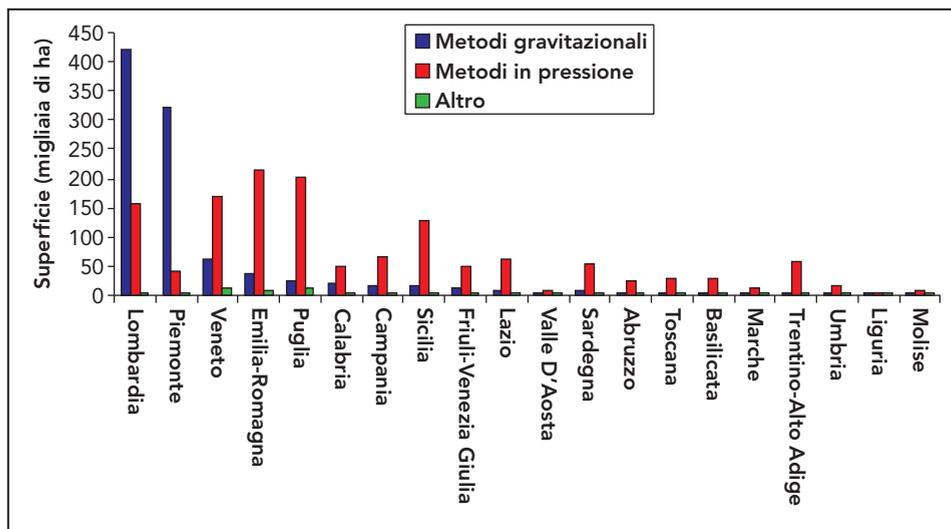


Figura 1.2 - Ripartizione tra metodi gravitazionali e metodi in pressione nelle diverse regioni italiane [1].

con tali metodi, seguita dal Piemonte (circa 206000 ha), dal Veneto (circa 58000 ha) e dall'Emilia-Romagna (circa 31000 ha). In Campania, ove il metodo per infiltrazione (circa 17000 ha) è adottato sulle ortive, la sistemazione del terreno con solchi corti, unitamente alla perizia degli operatori, consentono di raggiungere efficienza superiore rispetto al nord Italia dove prevalgono i solchi lunghi.

La sommersione è impiegata quasi esclusivamente in Piemonte, su circa 116000 ha di risaie, ed in Lombardia su circa 85000 ha; Veneto, Emilia Romagna e Sardegna risultano le altre tre regioni di produzione risicola con circa 15000 ha complessivi irrigati per sommersione. Negli agrumeti del meridione d'Italia (soprattutto in Sicilia) la sommersione, ove permane, viene praticata nella modalità "parziale a conche", tecnica che permette di utilizzare corpi d'acqua più piccoli e di raggiungere efficienza molto elevata rispetto alla sommersione tradizionale.

Il metodo per asperzione richiede portate continue abbastanza elevate e si adatta bene all'irrigazione delle grandi colture da pieno campo (mais, medica, prati polifiti, bietola da zucchero, ecc.); è di conseguenza maggiormente impiegato nelle regioni dove tali colture sono più presenti, Emilia-Romagna, Veneto e Lombardia (con circa 150000 ha ciascuna).

Le aree di maggiore diffusione della microirrigazione sono accomunate dalla presenza di ampie superfici a frutteto ed ortive e da severe o gravi limitazioni di disponibilità idrica che spingono i produttori ad adottare metodi ad elevata efficienza.

Particolarmente interessanti sono le variazioni avvenute nell'impiego dei

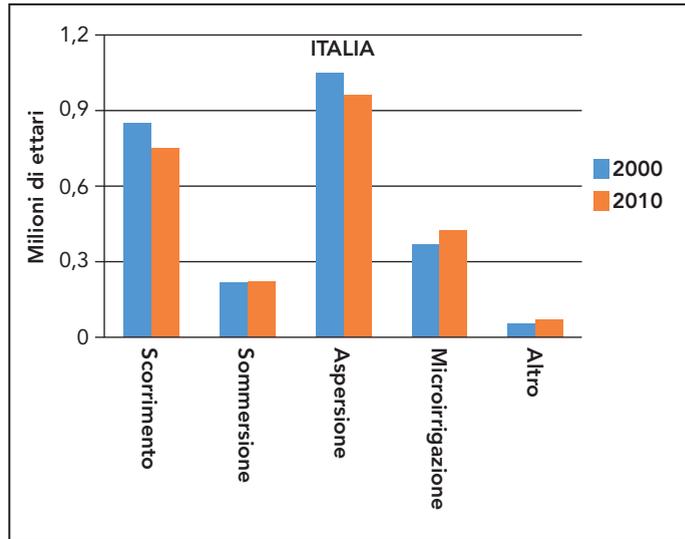


Figura 1.3 - Variazioni avvenute nell'impiego dei diversi metodi irrigui in Italia negli ultimi 10 anni [1].

diversi metodi irrigui in Italia negli ultimi 10 anni (Fig. 1.3) [1]. Lo scorrimento ha subito una decisa riduzione; la sommersione, legata alle risaie, mantiene inalterata la sua superficie; l'aspersione è il primo metodo irriguo adottato nell'agricoltura irrigua nazionale, ma mostra una discreta flessione delle superfici irrigate a vantaggio della microirrigazione, l'unico metodo irriguo in espansione. In sintesi, la tendenza, in atto già da oltre 40 anni, mostra che gli agricoltori italiani stanno orientando le loro scelte verso i metodi a più elevata efficienza.

## 1.8 Bibliografia

1. CAPRA A., MANNINI P. (2015) – “Gli impianti irrigui aziendali e l'efficienza dell'irrigazione”. In: M. Mastrorilli (a cura di), *Lacqua in Agricoltura*, Edagricole, Bologna, 247-277.
2. Eurostat. [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product\\_details/dataset?p\\_product\\_code=EF\\_POIRRIG](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/product_details/dataset?p_product_code=EF_POIRRIG).
3. GELBURD D.E. (1985) – Managing salinity, lessons from the past. *J. Soil and Water Cons.* 40(4):329-331.
4. KELLER J., BLIESNER R.D. (1990) – *Sprinkle and trickle irrigation*. AVI Book, New York, 652 pp.
5. LAMM F.R., AYARS J.E., NAKAYAMA F.S. (2007) – *Microirrigation for crop production. Design, operation and management*. Elsevier, Amsterdam.
6. SALTINI A. (1996) – *I semi della civiltà. Frumento, riso e mais nella storia delle società umane*. Nuova terra antica, Bologna.



**Clicca QUI per ACQUISTARE  
il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i  
LIBRI del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori  
INFORMAZIONI**