

Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana

In un contesto caratterizzato da un crescente squilibrio tra la domanda e l'offerta di acqua per l'uso agricolo, i margini di manovra a disposizione degli operatori del settore diventano sempre più ristretti.

Pertanto, la razionalizzazione dell'irrigazione, e quindi l'esatta individuazione dei fabbisogni idrici delle colture, assume un ruolo sempre più strategico al fine di evitare inutili sprechi e al tempo stesso garantire livelli produttivi accettabili, in special modo dal punto di vista qualitativo. Partendo dalle conoscenze acquisite nel corso dell'ultimo decennio grazie all'attività del "Servizio Telematico Irrigazione" l'ARSIA ha ritenuto opportuno predisporre uno strumento divulgativo in grado di orientare il tecnico – o l'agricoltore stesso – sui Volumi ed i Turni da adottare con l'irrigazione durante tutte le fasi del ciclo colturale, con riferimento ai processi produttivi più diffusi nei tre principali comprensori irrigui della Toscana.

Ad integrazione del manuale è stata predisposta una procedura su foglio elettronico – presente nel CD-ROM allegato – con la quale è possibile personalizzare la "Scheda irrigua" su misura della specifica azienda.



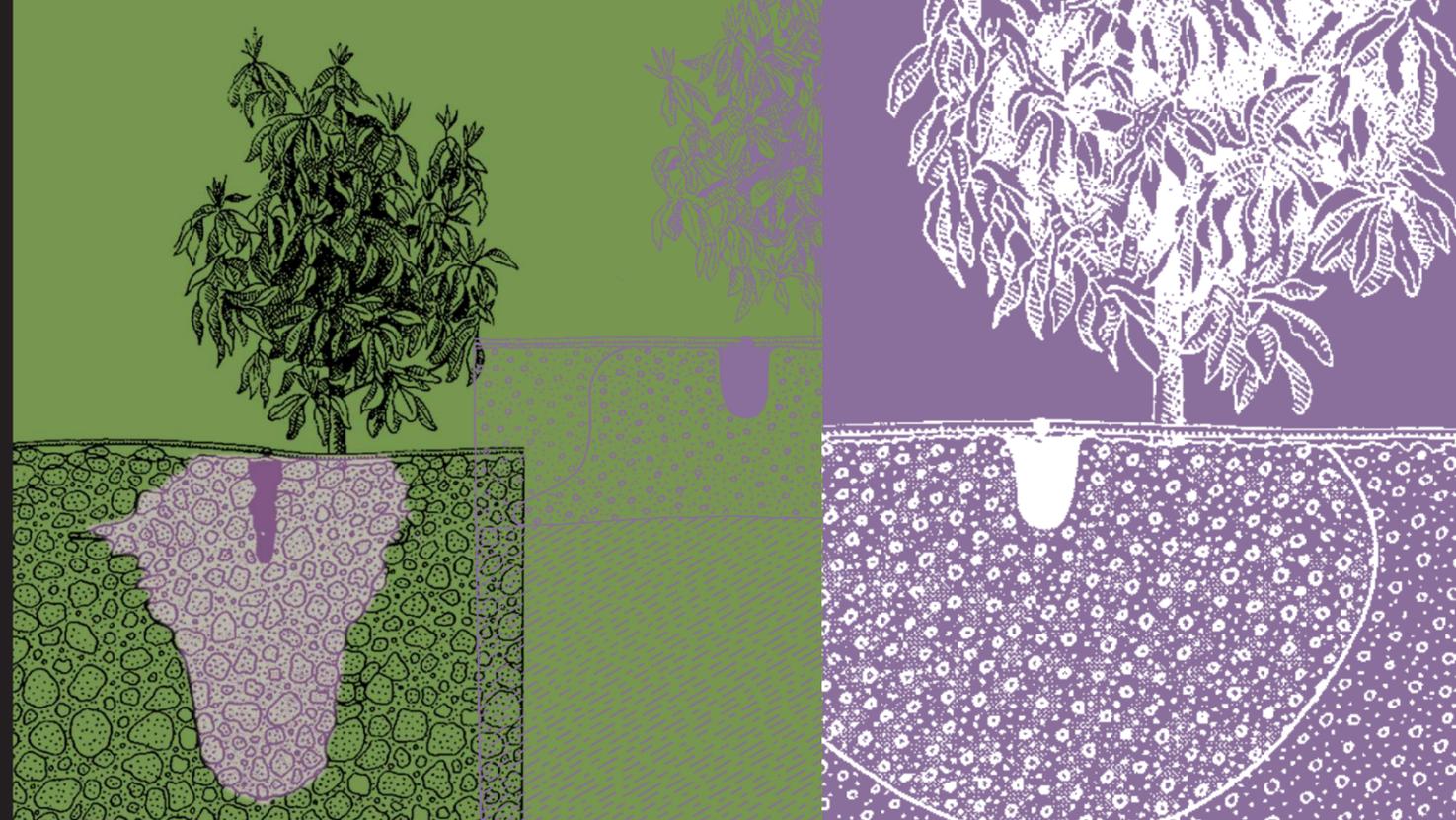
L'ARSIA, Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione nel settore Agricolo-forestale, istituita con la Legge Regionale 37/93, è l'organismo tecnico operativo della Regione Toscana per le competenze nel campo agricolo-forestale e faunistico/venatorio.



L. 30.000 (i.i.)

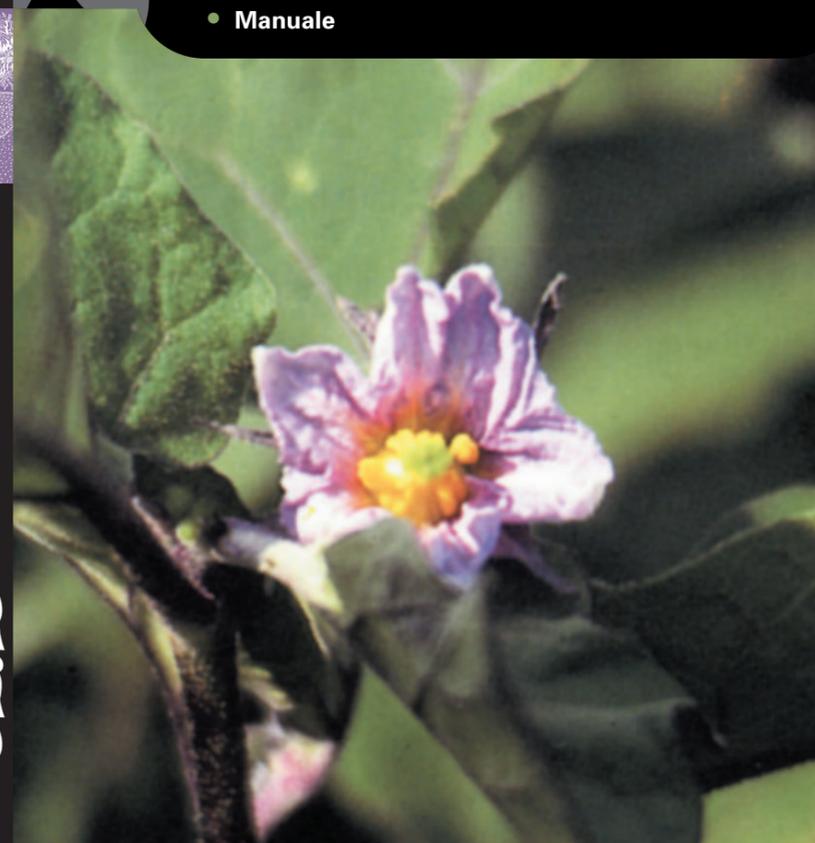
arsia

Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana



Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana

• Manuale





ARSIA • Agenzia Regionale per lo Sviluppo
e l'Innovazione nel Settore Agricolo-forestale
via Pietrapiana, 30 - 50121 Firenze
tel. 055 27551 - fax 055 2755216/2755231
Web: www.arsia.toscana.it
E-mail: posta@arsia.toscana.it

Gli Autori

Angelo Giannini, *ARSIA – Servizio Telematico Irrigazione*
Recapito territoriale di Pisa
Virginia Bagnoni, *collaboratore esterno ARSIA*

Ringraziamenti

Si ringraziano Guido Giampieri, *ARSIA*
e Pasquale Delli Paoli, *CIPA-AT* per gli stimoli
ed i suggerimenti forniti, ma soprattutto per la passione
profusa nel comune lavoro di questi anni.

Cura redazionale, grafica e impaginazione:

© Tosca srl, Firenze

Stampa: EFFEEMME LITO srl, Firenze

ISBN 88-8295-015-8

© Copyright 2000 *ARSIA Regione Toscana*



Schede di tecnica irrigua per l'agricoltura toscana

Angelo Giannini, Virginia Bagnoni

Sommario

Presentazione

Maria Grazia Mammuccini

7

1. Le problematiche inerenti la razionalizzazione dell'irrigazione

9

2. Le peculiarità delle Schede irrigue

13

2.1 La versione cartacea

2.2 La versione software (CD allegato)

3. Le domande più frequenti sull'utilizzo delle Schede irrigue

17

4. Val di Cornia (Livorno): processi produttivi e fabbisogni irrigui (1990-1999)

21

4.1 Barbabietola zucchero - Pioggia

4.2 Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia

4.3 Cocomero Tunnel - Pacciamato - Goccia

4.4 Melo - Goccia

4.5 Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia

4.6 Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia

4.7 Olivo - Goccia

4.8 Patata - Pioggia

4.9 Peperone non pacciamato - Pioggia

4.10 Peperone pacciamato - Goccia

4.11 Peperone pacciamato - Pioggia

4.12 Pesco - (Media precocità) - Interfilare lavorato - Goccia

4.13 Pomodoro Industria (standard) - Seminato - bina - Goccia

4.14 Pomodoro Industria (standard) - Seminato - bina - Pioggia

4.15 Pomodoro Industria (standard) - Trapiantato - bina - Goccia

4.16 Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia

4.17 Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - bina - Goccia

4.18 Pomodoro Industria (standard) - Trapiantato - bina - Pioggia

4.19 Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia

4.20 Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - bina - Pioggia

4.21 Pomodoro Mercato - Non pacciamato - Goccia

4.22 Pomodoro Mercato - Pacciamato - Goccia

5. Pianura Grossetana (GR): processi produttivi e fabbisogni irrigui (1990-1999)	66
5.1 Barbabietola zucchero - Pioggia	
5.2 Cipolla - Pioggia	
5.3 Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia	
5.4 Mais - Classe 700 - Pioggia	
5.5 Melanzana - Pioggia	
5.6 Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia	
5.7 Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia	
5.8 Olivo - Goccia	
5.9 Peperone non pacciamato - Pioggia	
5.10 Peperone pacciamato - Goccia	
5.11 Pesco - (Media precocità) - Interfilare Lavorato - Goccia	
5.12 Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - fila unica - Goccia	
5.13 Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - fila unica - Goccia	
5.14 Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - fila unica - Pioggia	
5.15 Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - fila unica - Pioggia	
6. Val d Chiana (Arezzo): processi produttivi e fabbisogni irrigui (1990-1999)	98
6.1 Barbabietola zucchero - Pioggia	
6.2 Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia	
6.3 Mais - Classe 500 - Pioggia	
6.4 Mais - Classe 600 - Pioggia	
6.5 Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia	
6.6 Peperone non pacciamato - Goccia	
6.7 Peperone pacciamato - Goccia	
6.8 Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia	
6.9 Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia	
6.10 Tabacco Kentucky - Goccia	
6.11 Tabacco V. Bright - Goccia	
7. Appendice	123
7.1 La misura diretta dell'acqua evaporata da una superficie libera (evaporimetro classe A pan)	
7.2 Il calcolo dell'evaporato da evaporimetro di classe A secondo Tombesi-Lauciani	
7.3 Il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale (ETP) o di riferimento (ET_0)	
7.4 L'evaporato da "terreno nudo" (assenza di vegetazione o colture arboree in riposo vegetativo)	
7.5 La determinazione dei coefficienti colturali (K_c) mediante lisimetri. Dall'evapotraspirazione massima (ETM) a quella effettiva (ETE). L'importanza delle curve rese/volumi ai fini della "taratura" dei K_c	
7.6 Valutazione degli apporti di falda e conseguente correzione dell'ETE	
7.7 Considerazioni e suggerimenti per la valutazione della "pioggia utile"	
7.8 Tessitura del terreno e costanti idrologiche	
7.9 Calcolo del Volume Irriguo	
7.10 Esempio di gestione pilotata dello stress idrico (minimo danno)	
8. Bibliografia	133

Presentazione

La domanda, “esplicita e latente”, di servizi di supporto per la razionalizzazione della pratica irrigua da parte delle aziende agricole toscane ha conosciuto un crescente interesse nel corso degli anni Novanta.

A fronte di questo interesse l'ARSIA ha messo in essere due distinti filoni di attività sperimentale.

In primo luogo, sulla scia di quanto già realizzato in altre regioni, è stato allestito un servizio telematico di consulenza irrigua. Nel corso degli anni — attraverso questo tipo di supporto — oltre cinquanta aziende agricole hanno avuto in tempo reale indicazioni precise circa il “quando irrigare” e il “quanto irrigare”, fruendo di un bilancio idrico “personalizzato”, diversificato per zona, processo produttivo, tipologia di terreno e di impianto irriguo.

Com'era facile prevedere, questo tipo di servizio ha richiesto all'ARSIA un cospicuo sforzo di verifica per la validazione dei numerosi parametri agronomici ed informatici coinvolti nel processo di adeguamento della tecnologia alle specifiche realtà del nostro territorio.

I “feedback” ricevuti dalle aziende agricole e dai tecnici di base sensibili a queste problematiche hanno così permesso una crescita complessiva delle cono-

scenze tecniche specifiche localmente disponibili.

Un decisivo impulso a questa crescita è scaturito anche dalla realizzazione dell'altro filone di attività sperimentale inerente l'irrigazione allestito dall'ARSIA: i Centri dimostrativi.

Nelle tre aree irrigue più importanti della regione — Val di Cornia, Pianura Grossetana e Val di Chiana — sono state realizzate, in collaborazione con le Università di Pisa e di Firenze, e con il coinvolgimento dell'Amministrazione Provinciale di Livorno, importanti prove di tecnica colturale volte alla individuazione dei coefficienti colturali e delle curve *rese-volumi* dei più significativi processi produttivi irrigui.

Pur con tutti i limiti insiti in questo tipo di problematiche, l'accresciuto *know-how* in materia di razionalizzazione dell'irrigazione può e deve essere trasferito ai tecnici di base e alle aziende agricole anche con canali e strumenti diversi dal mezzo telematico o dalle giornate dimostrative nell'intento di raggiungere la più vasta utenza possibile.

Questa pubblicazione vuole essere un primo contributo in questa direzione.

Maria Grazia Mammuccini
Amministratore ARSIA

1. Le problematiche inerenti la razionalizzazione dell'irrigazione

La razionalizzazione dell'irrigazione ha per oggetto, da un lato, l'innovazione tecnologica volta all'ammodernamento degli impianti e dall'altro, l'individuazione esatta dei fabbisogni idrici delle colture.

In ogni caso, lo scopo è sempre quello di assecondare le reali esigenze fisiologiche della pianta, evitando inutili sprechi e garantendo al tempo stesso livelli di produzione accettabili, sia sotto il profilo qualitativo che quantitativo.

Tralasciando gli aspetti connessi all'evoluzione dell'impiantistica, la cui trattazione esula dai fini del presente lavoro, entreremo nel merito delle "linee guida" utilizzabili nella valutazione dei fabbisogni colturali e nella gestione della pratica irrigua.

A livello di utenza agricola le domande a cui, nello specifico, occorre dare risposta riguardano sia il "quando irrigare", sia il "quanto irrigare".

Tali risposte non possono che essere contestuali, così come contestuali sono le domande.

Parlare di quantitativi di acqua da distribuire alle colture senza fare menzione della frequenza con la quale si intende operare non permette alcuna soluzione del problema posto.

Il ciclo colturale rappresenta quindi l'arco temporale di riferimento lungo il quale occorre distribuire "al momento giusto" la successione degli interventi irrigui.

Detti:

- *Turno*: il numero di giorni intercorrenti tra due successive irrigazioni;
- *Volume*: il quantitativo unitario di acqua da somministrare alla coltura (in mm o in m³/ha, essendo 1mm = 10 m³/ha);
- *ETE*: (Evapotraspirazione effettiva, in mm/giorno) [Appendice § 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6] l'acqua mediamente persa per evaporazione dal terreno e per traspirazione dalle piante in un

giorno qualsiasi di una data fase del ciclo colturale;
avremo che:

$$\text{Turno} = \frac{\text{Volume}}{\text{ETE}}$$

Il periodo di tempo intercorrente tra due successive irrigazioni sarà quindi tanto maggiore quanto maggiori saranno i singoli volumi irrigui mentre diminuirà all'aumentare del consumo idrico giornaliero.

Il Volume irriguo ottimale è una grandezza che varia sensibilmente in relazione ad altri parametri: il tipo di terreno, la specie, la fase di sviluppo e il tipo di impianto irriguo [Appendice § 7.9].

I terreni tendenzialmente argillosi — grazie alla maggiore capacità di ritenzione idrica — possono essere irrigati con volumi unitari più elevati rispetto ai terreni più sciolti, incapaci di trattenere l'acqua sufficientemente a lungo.

Relativamente alla specie occorre considerare come il genotipo conferisca di per sé una certa dinamica all'approfondimento delle radici, indipendentemente dall'umidità del terreno.

Sarà quindi possibile individuare, per ciascuna specie e fase del ciclo colturale, un preciso spessore di terreno proficuamente esplorabile da parte delle radici dove massimo è l'assorbimento di acqua.

Ancora più importante ai fini della determinazione del volume unitario è l'individuazione della soglia di intervento, il punto critico della coltura.

Con tale termine si intende il livello di umidità del terreno al di sotto del quale — esaurita la riserva di acqua facilmente utilizzabile — la pianta inizia a dispiegare una serie di meccanismi volti a rallentare l'ulteriore disidratazione.

A parità di umidità presente in uno stesso tipo di terreno le diverse specie vegetali evidenziano differenti capacità di estrazione dell'acqua e quindi differenti soglie di criticità.

Le piante in grado di utilizzare l'acqua con maggior facilità potranno aspettare più a lungo il momento della reintegrazione irrigua e pertanto ad esse competeranno volumi unitari più corposi.

La soglia di intervento irriguo tuttavia non varia solo da specie a specie, ma anche da una fase fenologica all'altra, perché diversa è la sensibilità allo stress nelle diverse fasi di sviluppo, così come diverse sono le "ricadute" economico-produttive.

Nelle fasi di maggiore sensibilità allo stress — a parità di ETE — i turni dovrebbero essere più ravvicinati e conseguentemente i volumi unitari più bassi. Infine i sistemi di irrigazione influenzano i volumi unitari sia come "filosofia", sia in relazione alle specifiche ed ineludibili "inefficienze". Il primo aspetto, sicuramente sovrastimato, meriterebbe di essere ricondotto in un quadro di maggior aderenza alle esigenze fisiologiche delle piante. Questo nel caso dell'irrigazione a pioggia, ad esempio, dovrebbe suggerire un abbassamento dei volumi unitari solitamente adottati. In questo modo, tra l'altro, si limiterebbero le perdite in nutrienti dovute alla lisciviazione.

Riguardo all'efficienza degli impianti irrigui occorre tenere conto del fatto che una certa frazione dell'acqua erogata dal sistema non riesce a raggiungere proficuamente la pianta o il terreno. Negli impianti a pioggia, con riferimento alle sole perdite per evaporazione che si verificano prima che il getto di acqua raggiunga il terreno o sia intercettato dalle foglie, la percentuale di acqua effettivamente utilizzabile dalle piante non supera l'85% di quella erogata.

Tuttavia, contrariamente a quanto si pensa, anche le perdite che si verificano nei sistemi a goccia possono essere rilevanti qualora gli impianti siano mal dimensionati.

Tornando alla formula che lega Turno, Volume ed ETE, possiamo ora fare una riflessione. Poiché i consumi di acqua da parte del sistema suolo-pianta variano quotidianamente anche per il solo variare delle condizioni climatiche, di fatto al variare dell'ETE anche il Turno varia continuamente, a parità di Volume.

Potremo quindi riscrivere la formula in chiave dinamica, evidenziando come l'irrigazione abbia il compito di "restituire" al sistema suolo-pianta l'ammontare delle perdite cumulate nell'intervallo di tempo compreso tra due successive irrigazioni:

$$\text{Volume} = \sum_0^n \text{ETE}$$

dove n sono i giorni che definiscono il Turno.

In realtà l'equazione del "Bilancio Idrico" è più complessa. In essa si dovrà tener conto anche delle *piogge utili* (le piogge cioè al netto delle perdite per ruscellamento e percolazione profonda [Appendice § 7.7]) e di eventuali apporti per risalita capillare, nel caso di falda sufficientemente superficiale [Appendice § 7.6]. Avremo allora che:

$$\text{Volume} = \sum_0^n (\text{ETE} - \text{Piogge Utili} - \text{Apporti Falda})$$

dove n sono i giorni che definiscono il Turno.

Se n anziché definire i giorni del Turno rappresenta i giorni dell'intero ciclo colturale il Volume è quello complessivo distribuito nell'arco di tutta la stagione irrigua.

La differenza fondamentale nella "filosofia" che sottostà ai sistemi irrigui a pioggia rispetto a quelli a goccia consiste nella durata del Turno.

Negli impianti a pioggia il periodo di tempo che si ritiene possa intercorrere tra due successive irrigazioni è dilatato fino agli estremi dello stress idrico. Al contrario, negli impianti a goccia il Turno tende all'unità. Si ritiene cioè opportuno "restituire" giorno per giorno con l'irrigazione il volume di acqua perduto per evapotraspirazione.

Come sempre sono possibili anche "approcci" intermedi: irrigazione per aspersione con bassi volumi (e quindi con Turno piuttosto stretto) e microirrigazione turnata (cioè con cadenza delle irrigazioni non quotidiana). Tali opzioni sono anzi diffusamente presenti nell'agricoltura toscana.

Appare allora chiaro come — tra tutte le variabili — solo l'ETE abbia un valore intrinseco, strategico nel governo dell'irrigazione.

In linea teorica, così come avviene in assenza di pioggia, i Volumi complessivi distribuiti alle colture durante una stagione irrigua dipendono esclusivamente dall'ETE, cioè dalla sommatoria dei consumi idrici del sistema suolo-pianta, dal giorno 0 in cui viene avviato il processo produttivo sino al giorno n -esimo in cui si raccoglie il prodotto o si sospende l'irrigazione.

Questo fatto ha importanti ripercussioni a livello aziendale perché "fatta salva la restituzione dell'ETE", l'agricoltore — entro certi limiti —

può giostrare Turno e Volume in funzione della propria organizzazione interna con un margine di discrezionalità.

Come vedremo, questo non significa che tutte le opzioni abbiano la stessa valenza tecnica e vadano sostenute con pari enfasi. Significa piuttosto che la razionalizzazione dell'irrigazione è perseguibile con un approccio flessibile e non dogmatico, nel rispetto dialettico dei vincoli posti dal contesto in cui si opera.

Talvolta può non essere economicamente vantaggioso o "politicamente consentito" restituire il 100% di ETE. Altre volte invece, questo non sarà possibile tecnicamente a causa della penuria della risorsa acqua. In tali frangenti, in futuro probabilmente sempre più frequenti, onde evitare una sinergia negativa e non stressare doppiamente la coltura, sarà opportuno programmare gli interventi irrigui non con i volumi unitari usuali, ma con una riduzione quantitativa di pari importo (o meglio ancora maggiore) a quella operata sull'ETE [Appendice § 7.10].

Così facendo il Turno rimarrà il medesimo (o addirittura diminuirà); a fine stagione i Volumi complessivi distribuiti saranno quelli preventivati ma la coltura avrà sopportato lo stress con un "minimo danno".

Nel caso di impianti microirrigui la scelta ottimale sarebbe quella di irrigare tutti i giorni realizzando la già citata uguaglianza tra Volume ed ETE (ancorché non restituita al 100%).

A parità di ETE restituita alla coltura la scelta di irrigare a pioggia piuttosto che a goccia non ha conseguenze rilevanti sui volumi complessivi da somministrare e lo stesso può dirsi anche in relazione ai diversi tipi di terreno.

Ciò che cambia variando la tecnica irrigua o il tipo di terreno è solamente il numero degli interventi irrigui, diretta conseguenza della contestuale variazione del Turno e dei Volumi unitari.

Tuttavia l'adozione di turni più lunghi — sia essa imputabile alla granulometria del terreno o al sistema di irrigazione comporta di per sé una maggiore valorizzazione delle piogge utili, proprio per la tendenza a procrastinare il momento dell'intervento irriguo.

Comunque sia, in caso di pioggia, il Turno precedentemente calcolato dovrà essere corretto in maniera opportuna per tenere conto del "ritardo" causato dall'evento meteorico.

Cioè:

$$\text{Turno}_{\text{corretto}} = \left(\text{Turno "Residuo"} + \frac{\text{Pioggia Utile}}{\text{ETE}} \right)$$

dove:

Turno "Residuo" = (Turno - giorni trascorsi dall'ultima irrigaz.)

Nel caso che la pioggia capiti subito dopo un'irrigazione il Turno "Residuo" coincide con il Turno propriamente detto e quindi:

$$\text{Turno}_{\text{corretto}} = \left(\frac{\text{Volume} + \text{Pioggia Utile}}{\text{ETE}} \right)$$

All'estremo opposto, se la pioggia anticipa (cioè consente di evitare all'ultimo momento) un'irrigazione già programmata, avremo:

$$\text{Turno}_{\text{corretto}} = \left(\frac{\text{Pioggia Utile}}{\text{ETE}} \right)$$

Quando più eventi piovosi si susseguono frequentemente — nella "correzione" del Turno — è opportuno non considerare tutta la sommatoria delle piogge utili rilevate, in quanto l'evaporazione di acqua da terreni saturi procede più velocemente rispetto a quelli asciutti o mediamente bagnati e quindi si rischierebbe di sovrastimare le dotazioni idriche del terreno.

Nello specifico potrebbe essere suggerita l'ipotesi di considerare solo la pioggia più abbondante oppure l'ultima in ordine di tempo, se di entità significativa (ad es. maggiore o uguale a 15 mm).

Per quanto concerne la valutazione degli apporti di falda solitamente si decurta l'ETE di una certa percentuale in funzione della profondità della falda, del tipo di terreno e di processo produttivo [Appendice § 7.6].

A conclusione di questa breve panoramica sulle problematiche inerenti la razionalizzazione dell'irrigazione, non possiamo sottacere dell'assoluta "non esaustività" del parametro "Volume complessivo distribuito" quale unico indicatore della validità di una certa tecnica irrigua adottata.

Infatti, mentre tale parametro è sicuramente utilizzabile come indicatore dell'impatto territoriale e ambientale di uno specifico processo produttivo, poco o niente ci dice circa l'impatto fisiologico-produttivo, dal momento che uno stesso volume di acqua apportato ad una coltura durante l'intera stagione irrigua, può determinare "risultati" significativamente diversi.

Ciò soprattutto perché il diverso contenuto di umidità del terreno — conseguenza diretta di turni

irrigui di diversa lunghezza — determina per la pianta richieste di energia assai diverse per l'assorbimento di pari quantitativi di acqua.

Da questo punto di vista, il “modello” dell'irrigazione a goccia è sicuramente più aderente ai reali fabbisogni delle piante coltivate e quello che — se ben applicato — mette le stesse in condizione di

meglio superare anche eventuali deficit idrici.

In definitiva — pur con tutte le cautele del caso — solo realizzando il grafico dell'andamento stagionale del bilancio idrico di un certo processo produttivo possiamo esprimere un giudizio di sintesi sufficientemente motivato ed attendibile riguardo alla gestione irrigua [*Appendice, Fig. 2*].

2. Le peculiarità delle Schede irrigue

I servizi di “supporto alle decisioni” per l’impresa agricola possono essere classificati con una duplice griglia di valutazione: complessità dell’interazione richiesta e grado di dettaglio/affidabilità del consiglio fornito.

Tali parametri variano forzatamente in ragione inversa: la maggiore affidabilità dell’informazione presuppone necessariamente un “costo” da pagarsi in termini di numero e complessità degli input che l’utente deve immettere nel sistema.

Per contro, i servizi che richiedono un’interazione più modesta erogano informazioni meno articolate e più soggette all’influenza di fattori variabili che, per semplificare, vengono invece assunti come costanti. Generalmente la rete dei servizi di sviluppo agricolo si trova ad operare con differenti “fasce di utenza”, ciascuna con proprie specifiche caratterizzazioni. A causa di questa eterogeneità di soggetti e di situazioni appare opportuno disarticolare la domanda relativa ai servizi di assistenza tecnica in vari segmenti, in modo tale da poter poi rispondere a ciascuna tipologia di potenziali utenti con un’offerta altrettanto modulata.

Relativamente all’irrigazione, in Toscana la gamma dei servizi attualmente erogati dall’ARSIA prevede:

- Bilanci Idrici personalizzati e aggiornati in tempo reale, fruibili attraverso canali telematici (Internet e Minitel);
- Bilanci Idrici per utenze occasionali, fruibili su Internet;
- Bollettini Irrigui a cadenza giornaliera, fruibili su Televideo (RTV38);
- Schede Irrigue, in versione cartacea e su foglio elettronico.

A questi vanno aggiunti i servizi di supporto più strettamente legati alla sperimentazione nel campo dell’impiantistica e alla gestione dei “centri

dimostrativi”.

Le Schede irrigue sono uno strumento di supporto rivolto principalmente al tecnico di base.

La versione cartacea fornisce un’indicazione di massima circa i volumi ed i turni da adottare nell’irrigazione delle varie colture nelle diverse fasi e nei diversi tipi di terreno.

Ogni scheda è caratteristica di un particolare processo produttivo effettuato in un determinato comprensorio.

Tutte le fasi di sviluppo della coltura sono associate ad una data “standard” di inizio; le fasi in cui la coltura mostra la massima sensibilità allo stress idrico sono contrassegnate con un asterisco.

Il dato di gran lunga più importante è il valore dell’ETE media giornaliera.

A partire da questo dato, il tecnico potrà suggerire all’agricoltore — se del caso — Turni e Volumi diversi da quelli riportati nella scheda, ma ugualmente “aderenti” ai fabbisogni specifici delle diverse fasi fenologiche.

Rispetto a tutti gli altri strumenti di supporto, specifici per l’irrigazione, le schede irrigue hanno il vantaggio della semplicità, del basso costo e delle minori esigenze in termini di interattività.

A fronte di questi aspetti positivi, le schede irrigue, essendo basate sulla media dei valori di ETE registrati nell’ultimo decennio [*Appendice, Fig. 1*], forniscono indicazioni sui consumi idrici che sono uguali di anno in anno, laddove i dati meteo-climatici di una stagione registrano quasi sempre uno scarto rispetto alla media del periodo.

Questo scarto può costringere l’agricoltore ad operare degli “aggiustamenti” più o meno empirici sul consiglio ricevuto, modulando il Turno (o il Volume qualora l’azienda adotti la microirrigazione giornaliera), in funzione del più verosimile andamento stagionale dell’ETE.

2.1 La versione cartacea

La versione cartacea delle schede irrigue ha una validità generale e non consente la personalizzazione di alcun parametro.

In esse il consiglio irriguo viene riportato sinotticamente per tutti i tipi di terreno; il Volume è espresso esclusivamente in mm; le fenofasi fanno preciso riferimento a cicli colturali standard con precise date di inizio e l'ETE media di ciascuna fase fa riferimento alle suddette date.

Il loro utilizzo più conveniente potrebbe essere propedeutico all'impiego della versione software, introducendo il tecnico alla metodologia adottata e orientando la riflessione sull'ordine di grandezza assunto dai fabbisogni irrigui sia a livello di singolo processo produttivo, come pure a livello di ordinamento produttivo aziendale e comprensoriale.

A tal fine abbiamo ritenuto opportuno allegare a ciascuna scheda irrigua un grafico inerente l'andamento dei fabbisogni irrigui complessivi per i vari processi produttivi — caratteristici dei diversi comprensori irrigui toscani — nel corso del decennio 1990-99.

I valori riportati rappresentano per ciascun anno la media dei fabbisogni relativi ai vari tipi di terreno (sabbiosi, argillosi e di medio impasto).

I processi produttivi inseriti sono stati scelti sulla base di un duplice criterio:

- la diffusione nello specifico comprensorio
- il monitoraggio pluriennale attuato dal Servizio Telematico Irrigazione.

Vale la pena di ricordare come — specialmente per determinate colture — uno scostamento anche minimo nelle caratteristiche del processo produttivo (fila unica anziché binata, maggiore scalarità di raccolta del prodotto, diversa precocità, presenza di pacciamatura, inerbimento dell'interfila, ecc.) comporta quasi inevitabilmente una divaricazione significativa nel fabbisogno irriguo complessivo.

I dati riguardanti i Volumi complessivi per le diverse aree non costituiscono il frutto di una serie di simulazioni fatte “girare” a tavolino, ma sono in larga misura “mediati” con i valori desunti dal comportamento effettivo delle aziende agricole seguite nel corso degli anni Novanta dal Servizio Telematico Irrigazione.

Motivi ricorrenti di differenziazione dei volumi “effettivamente” distribuiti alle colture rispetto a quelli “teoricamente attesi” sulla base degli algoritmi utilizzati sono stati:

- differenziazioni “occulte” nel processo produttivo attuato rispetto a quello di “riferimento”;
- sfalsamento del ciclo colturale rispetto alla

sequenza temporale standard delle diverse fasi fenologiche;

- mancata rilevazione “diretta” delle piogge da parte delle aziende (con conseguente assunzione del dato registrato dalla stazione meteo più vicina);
- non perfetta valutazione da parte del programma della frazione di “pioggia utile” effettivamente fruibile da parte delle piante rispetto al totale di pioggia caduta;
- apporti idrici dalla falda per risalita capillare non considerati nel bilancio idrico;
- errata inizializzazione del bilancio idrico (cioè incongrua valutazione dell'umidità del terreno nel momento di avvio della coltura).

Almeno in parte questo tipo di problemi potranno riscontrarsi anche con l'utilizzo delle schede irrigue. Questo rafforza il concetto già espresso per cui i tecnici e gli imprenditori agricoli che vorranno utilizzare questo supporto saranno coinvolti in prima persona in un lavoro di verifica e “aggiustamento” in modo tale da rendere lo strumento sempre più aderente alla propria realtà.

Ciò nonostante, l'indicazione per ciascun processo produttivo considerato — e per ciascuna area irrigua esaminata — del “range” dei fabbisogni irrigui rilevati nell'ultimo decennio potrà fornire un'indicazione di massima circa il “dove si potrà andare a parare” una volta che si sarà deciso di mettere mano alla razionalizzazione della tecnica irrigua.

2.2 La versione software (CD allegato)

La versione su foglio elettronico presente nel CD allegato, è stata pensata e realizzata al fine di mettere il tecnico di base in condizione di “ritagliare” la scheda esattamente “su misura” della specifica azienda.

Per ottenere ciò l'utente deve correttamente inserire una serie di dati specifici che, nel loro insieme, permettono di caratterizzare la tecnica irrigua adottata in maniera sufficientemente completa. Dopo aver scelto il processo produttivo contestualmente ad un certo comprensorio, i dati da immettere in un'apposita “form” riguardano:

- tessitura del terreno;
- data ultima pioggia precedente l'avvio della coltura (se nota);
- data prevista di avvio coltura (se diversa da quella standard);
- tipologia di impianto irriguo (nel caso che la coltura sia irrigata per aspersione);

- specifiche necessarie a calcolare la pluviometria degli impianti (qualora la coltura sia irrigata a goccia);
- indicazione circa la presenza o meno di una falda superficiale.

Le elaborazioni successive all'immissione dei dati aziendali consentono di ottenere una scheda "personalizzata" con:

- consiglio riportato per il solo tipo di terreno richiesto;
- consiglio relativo al Volume irriguo espresso non solo in mm ma anche in termini di ore e minuti di apertura degli impianti (o, nel caso del rotolone, di velocità di riavvolgimento del tubo);
- ciclo colturale aderente alla realtà dell'azienda, con una durata delle diverse fasi fenologiche direttamente correlata con l'andamento delle temperature medie storiche del periodo ed una ETE media corretta in maniera consequenziale;
- ETE convenientemente decurtata per tener conto degli eventuali apporti idrici dovuti alla risalita capillare della falda.

Oltre alla scheda così personalizzata il programma consente anche di stampare un report contenente una "previsione" di tutte le irrigazioni da effettuare durante la stagione.

Ovviamente tale calendario potrà essere rispettato solo in condizioni di "assenza di pioggia", pur tuttavia esso ha un valore didattico ed aiuta a risol-

vere in maniera accettabile alcuni problemi altrimenti di più incerta soluzione.

Essi riguardano:

- data della prima irrigazione;
- computo corretto del turno quando tra una irrigazione e quella successiva si verifica un passaggio di fase;
- aggiustamento dell'ETE (e quindi del turno) nelle ultime fasi fenologiche caratterizzate da consumi idrici decrescenti sia per effetto di diminuiti fabbisogni che per il normale decorso stagionale.

Relativamente alla prima irrigazione, nel caso che l'ultima pioggia si sia verificata oltre 20 giorni prima della partenza della coltura (oppure non sia imputata affatto), il programma consiglia di effettuarla il giorno stesso della messa a dimora, se trattasi di colture erbacee.

In caso contrario la data della prima irrigazione viene determinata effettuando un "pre-bilancio", supponendo cioè che l'ultima pioggia sia stata sufficiente a riportare l'umidità del terreno alla capacità di campo e considerando poi — nei giorni successivi e fino all'avvio del processo produttivo — l'Evaporato medio da terreno nudo, diversificato per mese e per comprensorio [*Appendice § 7. 4*].

A questo punto il tecnico può fornire all'imprenditore agricolo tutti i dati necessari a razionalizzare la pratica irrigua in condizioni climatiche medie ed in assenza di pioggia.

3. Le domande più frequenti sull'utilizzo delle Schede irrigue

Che cosa sono le "Schede di tecnica irrigua" (Schede irrigue)?

Sono uno strumento di supporto per la razionalizzazione della pratica irrigua

Che tipo di indicazioni danno?

Forniscono un consiglio orientativo circa i Volumi ed i Turni da adottare nell'irrigazione delle principali colture effettuate nelle diverse zone.

Quali sono i pre-requisiti per un corretto utilizzo delle schede irrigue?

- Conoscenza della pluviometria (cioè la portata oraria espressa in mm) dei propri impianti;
- conoscenza della tendenziale tessitura media dei propri terreni;
- rilevazione corretta e tempestiva dei "passaggi di fase" della coltura.

Da che cosa dipende il Volume Irriguo?

I Volumi unitari da distribuire alle colture dipendono [Appendice § 7.9]:

- dalla coltura (diverso grado di approfondimento delle radici);
- dalla fase di sviluppo (diversa sensibilità allo stress idrico);
- dal tipo di terreno (sabbioso, medio impasto, argilloso).

In che unità di misura viene espresso il Volume Irriguo?

Il Volume Irriguo viene espresso in mm (millimetri). Un mm corrisponde ad un litro su metro quadro e quindi a 10.000 litri, cioè 10 metri cubi, ad ettaro.

Che cosa si intende per Turno?

È il numero di giorni che passa tra due successive irrigazioni.

Che cosa si intende per ETE?

Per ETE si intende l'Evapotraspirazione effettiva, cioè il consumo di acqua che giornalmente viene perduta per evaporazione dal terreno e per traspirazione dalle foglie [Appendice §§ 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6 e Tab. 2]. Essa varia:

relativamente ai dati meteo:

- in maniera direttamente proporzionale alla Temperatura Media dell'aria;
- in maniera inversamente proporzionale con l'Umidità Media dell'aria.

relativamente alla coltura:

- in base alla fase fenologica, crescendo generalmente fino ad un massimo per poi decrescere;
- in caso di stress idrico diminuisce fin quasi a zero;
- in caso di volumi irrigui eccessivi rispetto al fabbisogno possono manifestarsi "consumi di lusso".

I dati riportati sulle schede irrigue che validità hanno?

I dati relativi ai Turni sono validi in assenza di pioggia. In caso di pioggia occorre aumentare il Turno riportato nelle schede di un numero di giorni pari ai mm di "pioggia utile" caduti diviso il valore di ETE media giornaliera della fase di sviluppo. *Esempio:*

- Coltura: Pomodoro da Industria (standard) - Seminato - bina - Goccia
- Fase fenologica: da fioritura 1° palco ad ingrossamento bacche 2° palco
- Tipo di terreno: medio impasto
- Turno consigliato (in assenza di pioggia): 3 giorni
- giorni già trascorsi dall'ultima irrigazione: 2
- Turno "Residuo": (Turno - giorni già trascorsi dall'ultima irrigazione) = 3 - 2 = 1 giorno
- ETE media giornaliera della fase (in mm): 3.2

- mm di Pioggia caduti: 10 mm
- mm di Pioggia “utile”: 10 mm

Il Turno corretto in presenza di pioggia sarà quindi pari a:

$$\text{Turno}_{\text{corretto}} = \left(\text{Turno "Residuo"} + \frac{\text{Pioggia Utile}}{\text{ETE}} \right)$$

Cioè: $(1 + (10/3.2))$; da cui: $(1 + 3.125) = 4.125$, quindi praticamente circa 4 giorni.

Com'è possibile conoscere la quantità di pioggia caduta (in mm)?

La cosa migliore sarebbe utilizzare un apposito pluviometro in palstica con annesso cilindro graduato in modo da effettuarne la misura in maniera diretta. In mancanza di pluviometro occorre far riferimento alle strutture tecniche operanti nella zona (organizzazioni professionali, cooperative, associazioni di produttori, ecc.) le quali a loro volta fruiscono dei dati rilevati attraverso la rete di stazioni agrometeorologiche dell'ARSIA o in maniera autonoma.

Tutta la pioggia caduta può essere considerata “utile” per la coltura?

Sicuramente no anche se il problema non è di semplice soluzione [Appendice § 7.7].

Comunque sia, in linea di massima, occorre:

- Considerare nulle tutte le piogge inferiori a 2 mm
- Dimezzare tutti i quantitativi rilevati qualora si tratti di piogge di forte intensità
- Nel caso di colture pacciamate occorre considerare utile un quantitativo non superiore ai due terzi di quello rilevato.

Relativamente al momento in cui effettuare la prima irrigazione, le schede forniscono qualche indicazione?

Solo la versione su foglio elettronico presente nel CD allegato. Infatti per individuare con sufficiente precisione il momento della prima irrigazione. Occorre:

- effettuare un bilancio idrico considerando l'ultima pioggia significativa (15-20 mm) verificata prima dell'avvio coltura (semina, trapianto, ripresa vegetativa per le colture arboree) e quindi l'evaporato medio da terreno nudo per il comprensorio esaminato; oppure, alternativamente:
- disporre di un tensiometro (consenso all'irrigazione al superamento di una soglia variabile con la tessitura del terreno da -30 a -60 cBar).

Ha senso utilizzare dei TURNI più brevi di quelli indicati nelle schede?

Sì. Specialmente se:

- La stagione decorre più calda e asciutta rispetto alla norma;
- Siamo in una fase di massima sensibilità allo stress idrico;
- Siamo in presenza di terreni sabbiosi;
- Trattasi di impianti a goccia.

In tal caso i Volumi da distribuire come variano?

Per calcolare il Volume da distribuire basta moltiplicare il valore dell'ETE riportata nella scheda per il numero di giorni del Turno che si intende adottare. Nel caso di impianti irrigui a pioggia tale valore andrà poi moltiplicato per 1.15. Naturalmente se il decorso stagionale è tale per cui l'ETE è molto maggiore di quella media storica riportata nelle schede, bisognerà tenerne conto, ma a priori ciò non può essere quantificato.

Qualora le date relative alla “partenza” delle colture siano diverse da quelle riportate nelle schede, occorre effettuare qualche “aggiustamento”?

Le schede irrigue sono state redatte sulla base dell'ETE media rilevata nel periodo 1990-1999, per cui il margine di errore a cui si va incontro rispetto ai dati meteo effettivi dell'anno in corso è sicuramente più ampio di quello attribuibile ad uno sfalsamento delle fasi fenologiche. La versione su foglio elettronico presente nel CD allegato è in grado di effettuare una opportuna correzione, ancorché sulla base dei medesimi dati medi.

E nel caso di fasi fenologiche piuttosto lunghe (es. da inizio a fine raccolta) durante le quali i consumi idrici solitamente diminuiscono sia per il protrarsi della stagione che per riduzione dei Kc (coefficienti colturali)?

In simili situazioni il dato riportato nelle schede è da ritenersi “mediato” a tutti gli effetti. Pertanto potrà risultare utile effettuare delle correzioni empiriche diminuendo il Turno consigliato nelle prime decadi della fase e aumentandolo nelle ultime. La versione delle schede irrigue su foglio elettronico presente nel CD allegato invece ne tiene conto in misura adeguata.

I Volumi consigliati sulle schede irrigue nel caso di colture irrigate a pioggia tengono già conto delle perdite tipiche di questo sistema?

I Volumi irrigui consigliati nelle schede tengono già conto del fatto che una parte dell'acqua distribuita con gli impianti ad aspersione evapora

prima di arrivare al terreno. Non tiene invece conto di eventuali perdite per ruscellamento superficiale o percolazione profonda.

Come si fa a determinare la pluviometria degli impianti irrigui?

L'ideale sarebbe misurarla direttamente in campo mediante l'utilizzo di particolari pluviometri (detti Irrigometri), perlomeno nel caso di impianti a pioggia. Alternativamente, nel caso di impianti fissi, possiamo ammettere come "standard" le seguenti pluviometrie:

- Impianti a bassa pressione: da 2 a 3 mm l'ora
- Impianti a media pressione: da 7 a 10 mm l'ora
- Impianti ad alta pressione: da 10 a 20 mm l'ora.

Nel caso del "rotolone" la pluviometria oraria dipende da:

- Portata dell'irrigatore (in litri al secondo) e quindi diametro del bocaglio;
- Gittata (in m);
- Velocità di riavvolgimento del tubo (in m/ora).

La variabilità è quindi notevole: si va quindi da valori di 10 mm/ora fino ad oltre 60 mm/ora. È quindi necessario applicare la formula:

$$\text{Pluviometria} = \frac{\text{Portata} \cdot 3600}{(\text{Gittata} \cdot 2) \cdot \text{Velocità di riavvolgimento}}$$

dove:

- la Pluviometria dell'impianto è espressa in mm/ora
- la Portata dell'irrigatore è espressa in lt./sec.
- la Gittata è espressa in m
- la velocità di riavvolgimento del rotolone è espressa in metri all'ora.

E quella degli Impianti a goccia?

La pluviometria oraria degli impianti a goccia varia a seconda:

- della portata dei singoli gocciolatori (in lt./ora)
 - del numero di gocciolatori presenti in un ettaro (e quindi della spaziatura dei gocciolatori sulla fila e della distanza tra le linee)
- cioè:

$$\text{Pluviometria} = \frac{[10\ 000 : (dg \cdot dl)] \cdot Psg}{10\ 000}$$

dove:

- la Pluviometria dell'impianto è espressa in mm/ora
- la distanza tra i gocciolatori (*dg*) è espressa in m

- la distanza tra le linee (*dl*) è espressa in m
- la portata dei singoli gocciolatori (*Psg*) è espressa in lt./ora.

Se sul dépliant fornito dalla ditta la portata è espressa in litri ora a metro lineare occorre dividere tale valore per il numero di gocciolatori presenti su di un metro di manichetta (1 diviso la distanza tra i gocciolatori).

È importante tener conto delle pressioni adottate negli impianti a goccia?

Sicuramente. La pressione di esercizio influenza la portata oraria dei gocciolatori. Quindi, a parte il caso dei gocciolatori autocompensanti, se l'agricoltore utilizza delle pressioni diverse da quelle consigliate dalle ditte venditrici occorre verificare direttamente la portata dei singoli gocciolatori, facendo una media tra inizio e fine linea e ripetendo la prova su più linee. Le perdite di carico che si verificano lungo le linee sono in parte inevitabili. Pertanto occorre assolutamente non eccedere nella lunghezza degli appezzamenti. A titolo puramente indicativo, per quanto concerne le "manichette" a bassa portata è necessario non superare i 130-150 metri di lunghezza.

Sulla base di quali fattori occorre scegliere la distanza tra i gocciolatori?

La distanza dei gocciolatori sulla fila sostanzialmente deve tener conto:

- del tipo di terreno
- della densità di investimento delle piante sulla fila

Pertanto le distanze più ridotte saranno da preferirsi nei terreni sciolti e con più elevate densità colturali. Le più alte spaziature tra i gocciolatori saranno invece da preferirsi nel caso di terreni più pesanti e con le minori densità di impianto.

Conoscendo il Volume irriguo da distribuire (in mm) e la Pluviometria degli impianti (in mm/ora) come si fa a calcolare la durata dell'irrigazione?

Per gli impianti a goccia e quelli a pioggia fissi: Basta semplicemente dividere il Volume Irriguo per la Pluviometria. Tuttavia, per ottenere l'esatto numero di minuti, la parte decimale del valore così ottenuto va moltiplicata per 0.6.

Esempio:

- mm da distribuire: 4.5
 - Pluviometria impianto: 2 mm/ora
- Apertura Impianti:* $(4.5 : 2) = 2.25$
Questo significa:
Ore: 2; Minuti $25 \cdot 0.6 = 15$

Per il rotolone:

In questo caso, sapendo la quantità di mm da distribuire alla coltura è possibile calcolare la velocità di riavvolgimento del tubo con la formula:

$$\text{Velocità riavv.to tubo} = \frac{\text{Portata} \cdot 3600}{(\text{Gittata} \cdot 2) \cdot \text{mm da distribuire}}$$

dove:

- la velocità di avvolgimento del tubo è espressa in metri all'ora
- la Portata dell'irrigatore è espressa in litri al secondo
- la Gittata è espressa in metri.



**4. Val di Cornia (Livorno):
Processi produttivi e fabbisogni irrigui (1990-1999)**

4.1 - Barbabietola zucchero - Pioggia

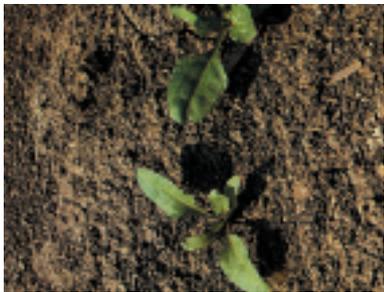
Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da semina a 6 foglie vere



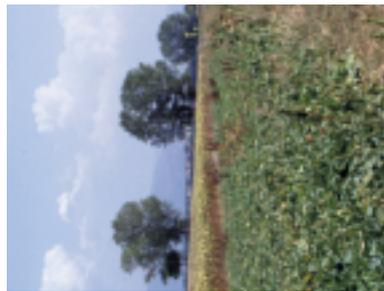
da 6 foglie vere a chiusura fila



da chiusura fila a max copertura



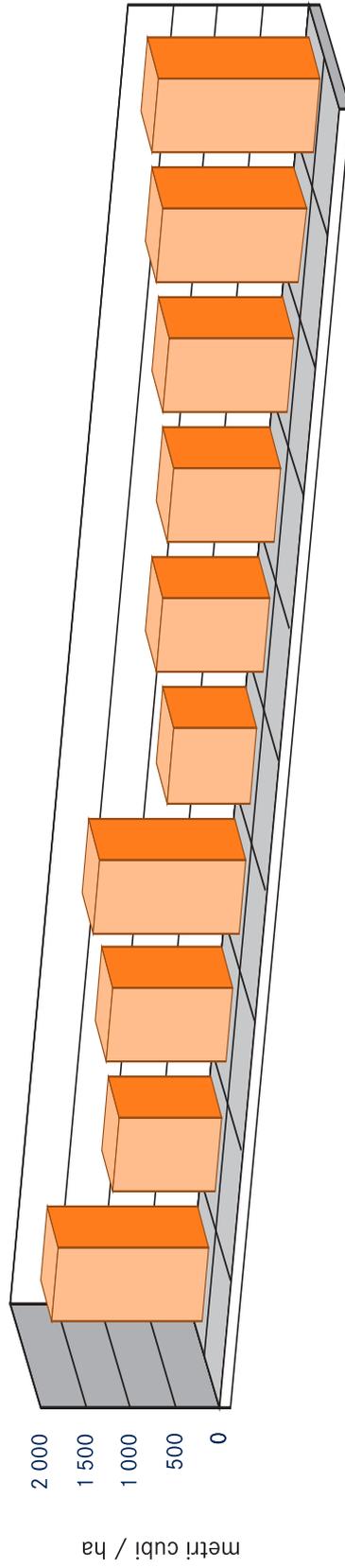
da max copertura a 15 giorni dopo



da 15 giorni dopo a 45 giorni dopo

Data indicativa	Inizio fase	05-Mar	25-Apr	10-Mag	25-Mag	10-Giu
Max. sensibilità allo stress:			*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	0.7	1.4	2.8	3.9	3.7	
T. Sabbiosi	10.2	17.7	22.6	22.7	25.5	
T. M. Impasto	16.2	27.4	35.5	36.2	42.6	
T. Argillosi	21.3	35.4	45.2	49.8	55.3	
Turno (giorni)						
T. Sabbiosi	12	11	7	5	6	
T. M. Impasto	19	17	11	8	10	
T. Argillosi	25	22	14	11	13	

Volumi complessivi : Barbabietola zucchero - Pioggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

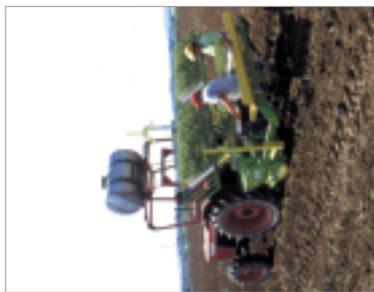
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1 700	1 150	1 350	1 650	950	1 200	1 200	1 400	1 600	1 800

Media decennale: 1400 metri cubi /ha

4.2 - Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

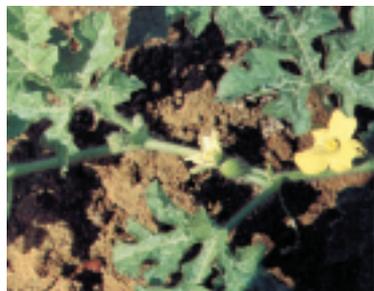
Fase Fenologica



da trapianto a 4-5 foglie



da 4-5 foglie a fioritura



da fioritura a frutti 30 mm



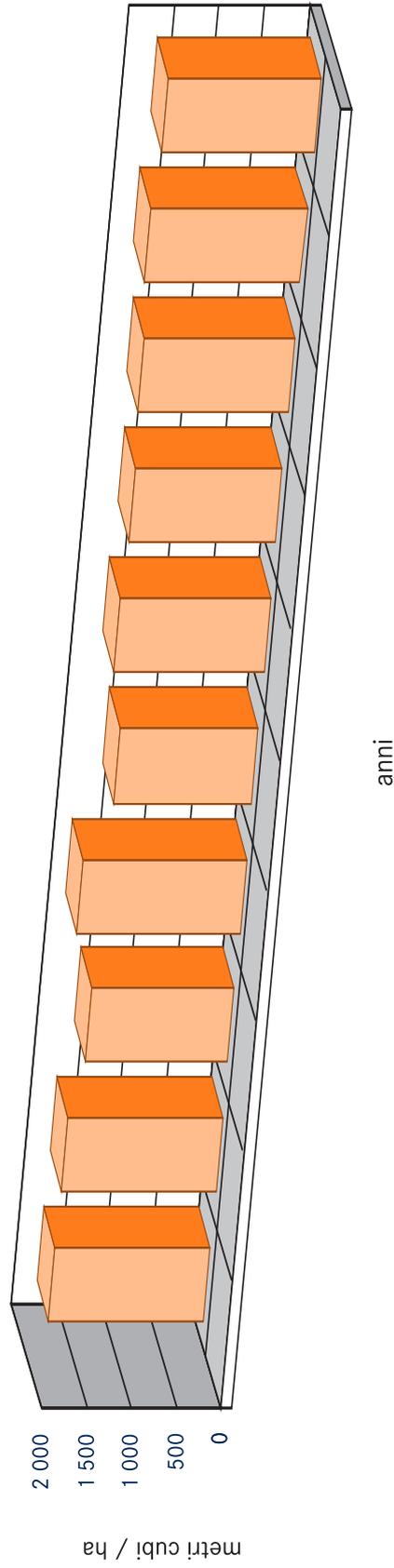
da frutti 30 mm a inizio raccolta



da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa inizio fase	15-Mag	05-Giu	20-Giu	30-Giu	25-Lug
Max. sensibilità allo stress:		*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	0.9	1.6	2.7	3.7	2.8
T. Sabbiosi	2.7	3.1	5.3	3.7	5.5
T. M. Impasto	4.6	6.3	8.0	7.3	8.3
T. Argillosi	5.5	7.9	10.7	11.0	8.3
Turno (giorni)	3	2	2	1	2
T. M. Impasto	5	4	3	2	3
T. Argillosi	6	5	4	3	3

Volumi complessivi : Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1750	1750	1600	1850	1550	1700	1650	1700	1750	1700

Media decennale: 1700 metri cubi /ha

4.3 - Cocomero Tunnel - Pacciamato - Goccia

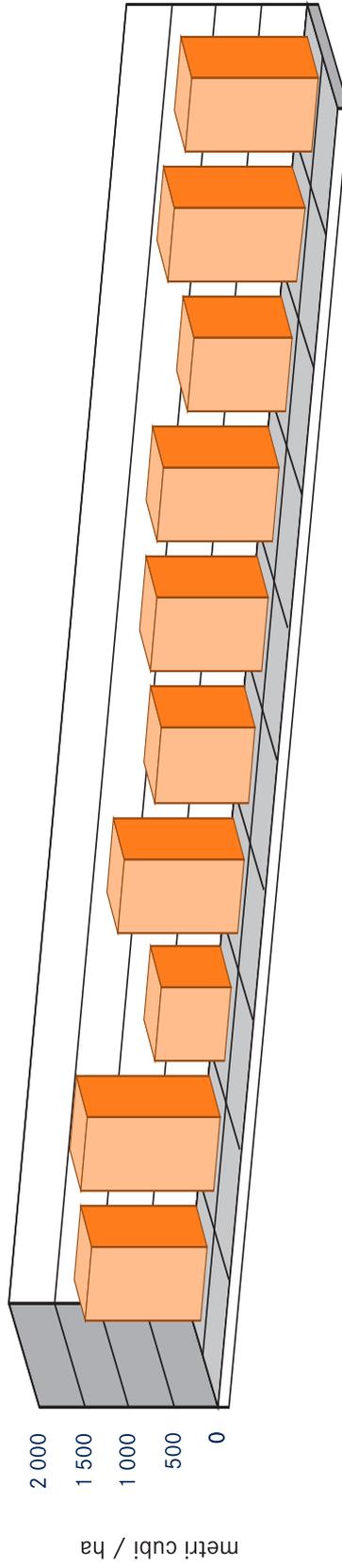
Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
	da rimozione copertura a frutti 30 mm	da frutti 30 mm a inizio raccolta	da inizio raccolta a fine raccolta
Data indicativa	25-Mag	20-Giu	15-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	
ETE media (mm/giorno)	2.4	3.5	3.1
T. Sabbiosi	5.0	3.5	3.1
T. M. Impasto	7.5	7.0	6.1
T. Argillosi	10.0	10.5	9.2
Turno (giorni)	2	1	1
T. M. Impasto	3	2	2
T. Argillosi	4	3	3

Volumi complessivi : Cocomero Tunnel - Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1 300	1 500	800	1 350	1 050	1 250	1 300	1 100	1 450	1 400

Media decennale: 1250 metri cubi /ha

4.4 - Melo - Goccia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da germogliamento a inizio fioritura

Data indicativa Inizio fase 10-Mar



da inizio fioritura a frutti 30 mm

05-Apr



da frutti 30 mm a 30 giorni dopo

05-Giu



da 30 giorni dopo a inizio raccolta

05-Lug



da inizio raccolta a fine raccolta

25-Ago

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno) 0.7

2.9

4.0

2.4

T. Sabbiosi 10.4

8.7

11.9

9.5

T. M. Impasto 15.9

14.6

15.8

16.6

T. Argillosi 21.4

20.4

19.8

21.3

T. Sabbiosi 15

3

3

4

T. M. Impasto 23

5

4

7

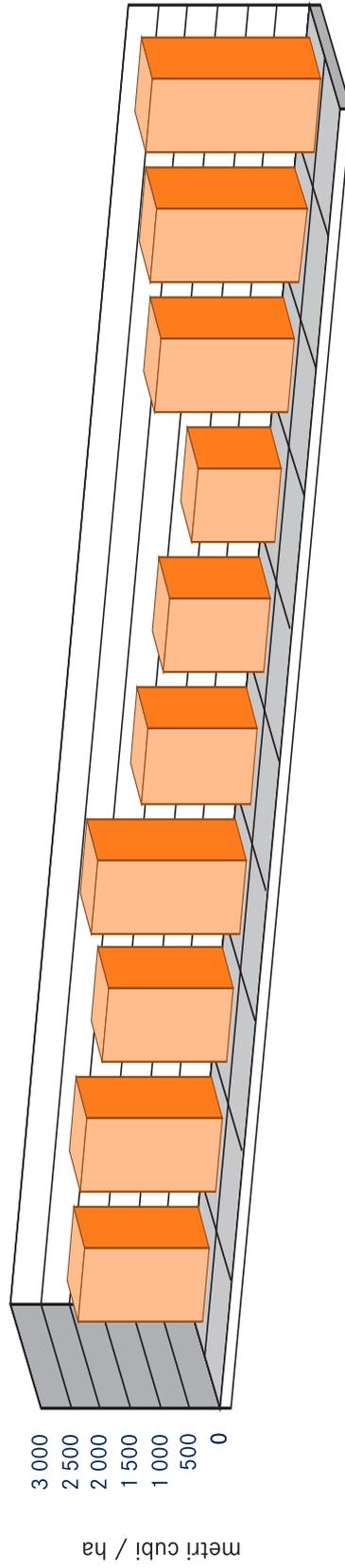
T. Argillosi 31

7

5

9

Volumi complessivi : Melo - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 100	2 300	2 100	2 500	1 850	1 700	1 400	2 250	2 500	2 800

Media decennale: 2 150 metri cubi /ha

4.5 - Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da trapianto a 4-5 foglie

Data indicativa Inizio fase 20-Mag



da 4-5 foglie a fioritura

05-Giu



da fioritura a frutti 30 mm

20-Giu



da frutti 30 mm a inizio raccolta

30-Giu



da inizio raccolta a fine raccolta

20-Lug

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno)

0.9

1.6

2.8

3.8

2.9

T. Sabbiosi

2.8

3.1

5.6

3.8

5.8

Volumi unitari T. M. Impasto

3.7

6.3

8.3

7.7

5.8

(mm) T. Argillosi

5.6

7.9

8.3

7.7

8.7

T. Sabbiosi

3

2

2

1

2

Turno (giorni) T. M. Impasto

4

4

3

2

2

T. Argillosi

6

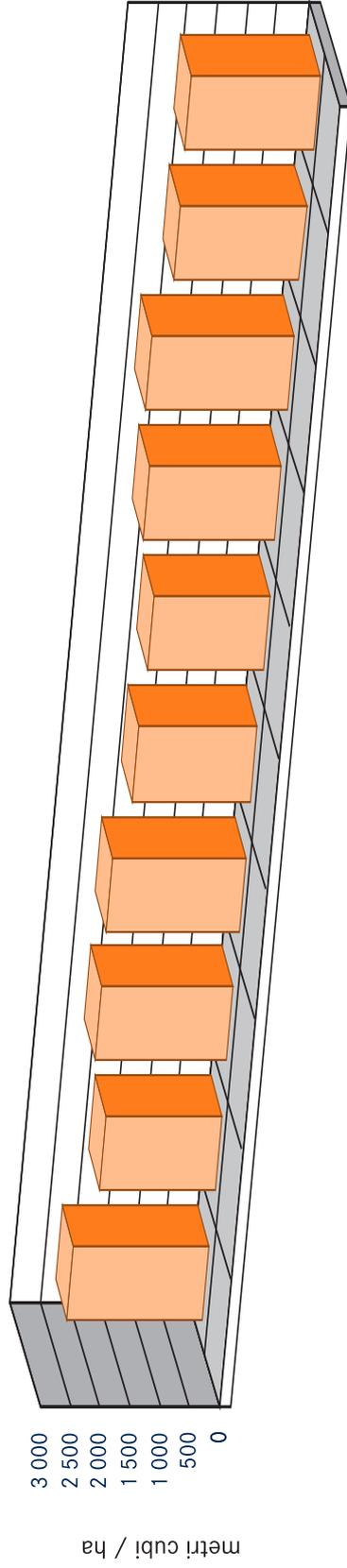
5

3

2

3

Volumi complessivi : Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 300	1 950	2 200	2 250	2 000	1 950	2 200	2 400	2 100	2 150

Media decennale: 2 150 metri cubi /ha

4.6 - Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia

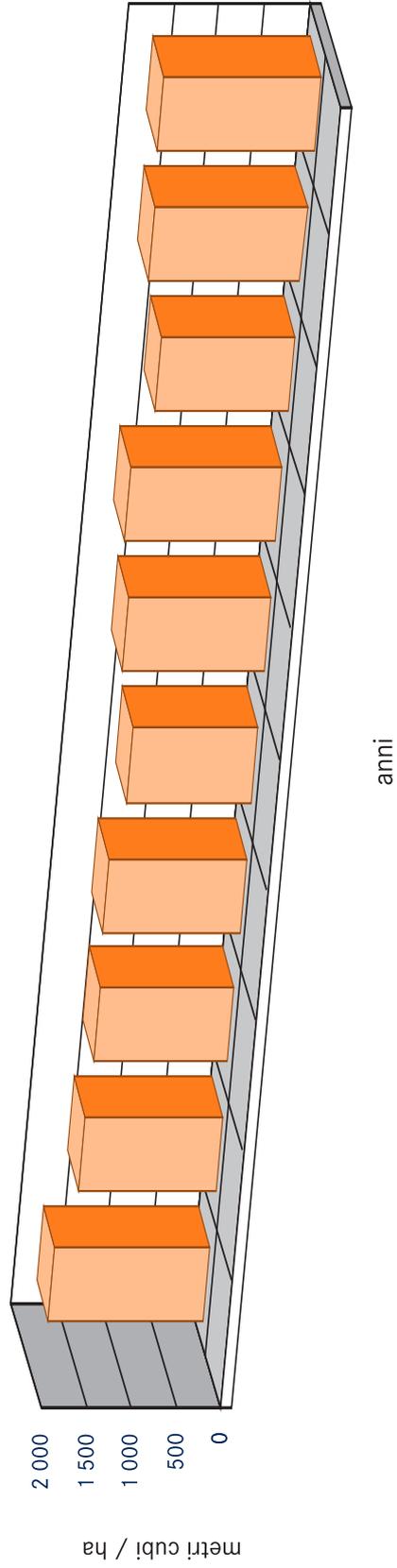
Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
	da rimozione copertura a frutti 30 mm	da frutti 30 mm a inizio raccolta	da inizio raccolta a fine raccolta
Data indicativa Inizio fase	25-Mag	20-Giu	10-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	
ETE media (mm/giorno)	2.5	3.7	3.0
T. Sabbiosi	5.0	3.7	3.0
Volumi unitari T. M. Impasto (mm)	7.6	7.4	6.0
T. Argillosi	10.1	11.1	9.1
Turno (giorni) T. M. Impasto	2	1	1
T. Argillosi	3	2	2
	4	3	3

Volumi complessivi : Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1750	1550	1500	1550	1400	1600	1700	1500	1700	1750

Media decennale: 1600 metri cubi /ha

4.7 - Olivo - Goccia

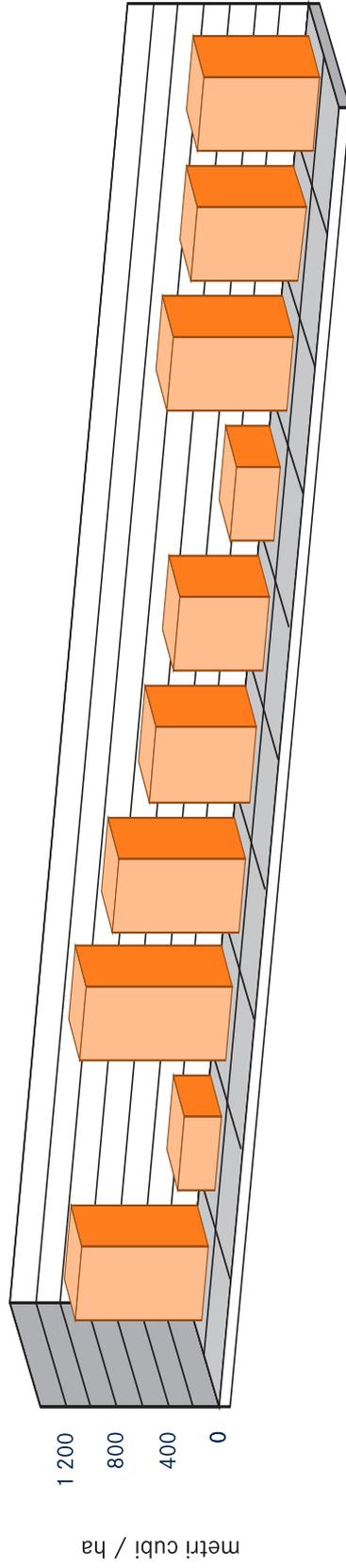
Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



Data indicativa	Inizio fase	01-Mag	31-Mag	10-Ago	01-Set
da germogliamento a allegagione					
da allegagione a nocciolo indurito					
da nocciolo indurito a inizio invaiatura					
da inizio invaiatura a raccolta					
Max. sensibilità allo stress		*	*		*
ETE media (mm/giorno)	1.2	1.9	1.7	0.8	
T. Sabbiosi	4.8	5.7	5.1	5.0	
T. M. Impasto	8.5	7.6	8.6	8.3	
T. Argillosi	10.9	11.3	10.3	10.8	
Turno (giorni)					
T. Sabbiosi	4	3	3	6	
T. M. Impasto	7	4	5	10	
T. Argillosi	9	6	6	13	

Volumi complessivi : Olivo - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1 000	300	1 150	1 000	800	700	350	950	850	900

Media decennale: 800 metri cubi /ha

4.8 - Patata - Pioggia

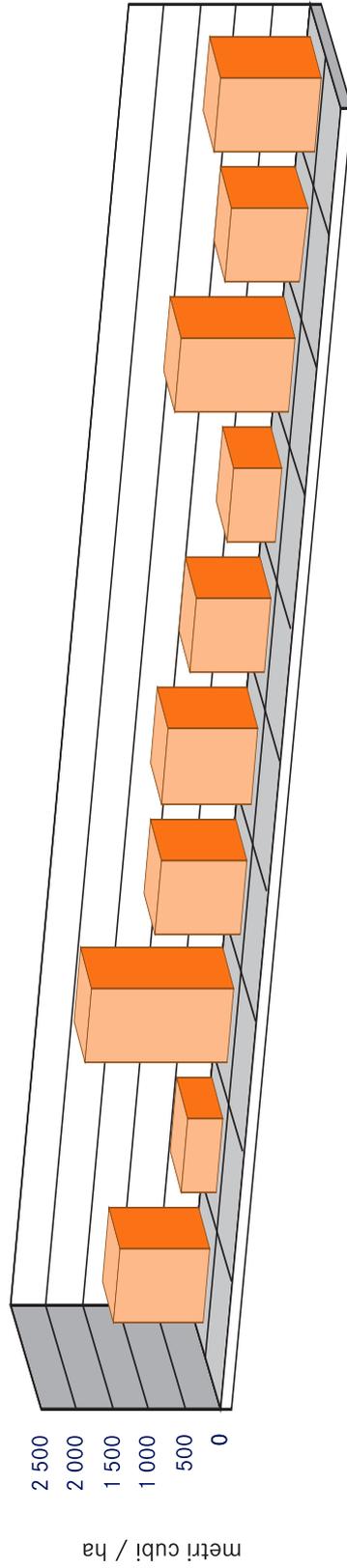
Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
da semina a emergenza completa	da emergenza completa a chiusura fila	da chiusura fila a massima copertura	da massima copertura a ingiallimento foglie
01-Mar	01-Apr	20-Apr	05-Mag
		*	*
ETE media (mm/giorno)	1.0	2.0	2.8
T. Sabbiosi	7.0	9.0	9.7
T. M. Impasto	11.6	15.7	16.2
T. Argillosi	15.1	20.2	22.7
T. Sabbiosi	6	4	3
T. M. Impasto	10	7	5
T. Argillosi	13	9	7

Volumi complessivi : Patata - Poggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1 250	500	2 000	1 200	1 250	1 050	700	1 600	1 050	1 400

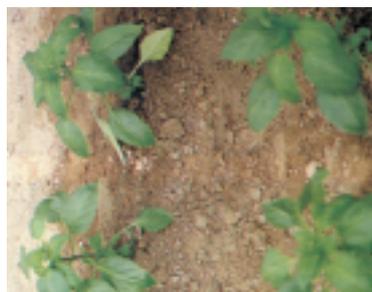
Media decennale: 1200 metri cubi /ha

4.9 - Peperone non pacciamato - Pioggia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura



da inizio fioritura a prima raccolta



da prima raccolta a massima copertura



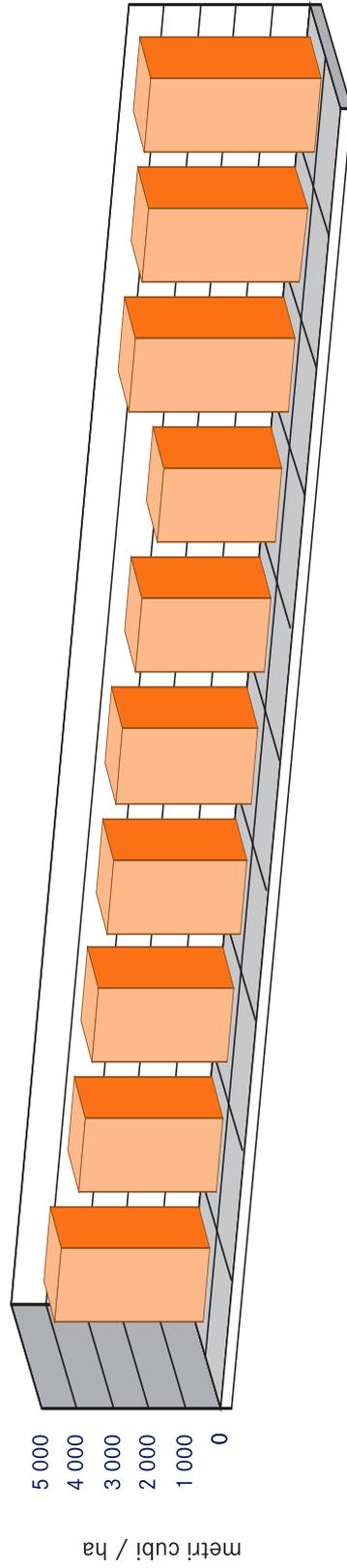
da massima copertura a inizio raccolta principale



da inizio raccolta principale a fine raccolta

Data indicativa	Inizio fase	15-Mag	05-Lug	20-Ago	30-Ago	05-Set
Max. sensibilità allo stress:		*	*	*		
ETE media (mm/giorno)	2.2	4.3	4.5	3.6	2.5	
T. Sabbiosi	10.1	14.9	15.6	12.4	14.2	
T. M. Impasto	15.1	19.8	20.7	20.6	22.7	
T. Argillosi	20.1	24.8	31.1	28.9	28.4	
T. Sabbiosi	4	3	3	3	5	
T. M. Impasto	6	4	4	5	8	
T. Argillosi	8	5	6	7	10	

Volumi complessivi : Peperone Non Pacciamato - Pioggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
4 200	3 900	3 800	3 750	3 800	3 600	3 350	4 500	4 400	4 700

Media decennale: 4000 metri cubi /ha

4.10 - Peperone pacciamato - Goccia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura

da inizio fioritura a prima raccolta

da prima raccolta a massima copertura

da massima copertura
a inizio raccolta principale

da inizio raccolta principale
a fine raccolta

Data indicativa inizio fase

06-Set

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno)

2.2

2.8

3.5

3.1

1.1

T. Sabbiosi
Volumi unitari T. M. Impasto
(mm) T. Argillosi

4.3

5.6

7.1

6.2

4.4

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

2

2

4

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

3

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

3

3

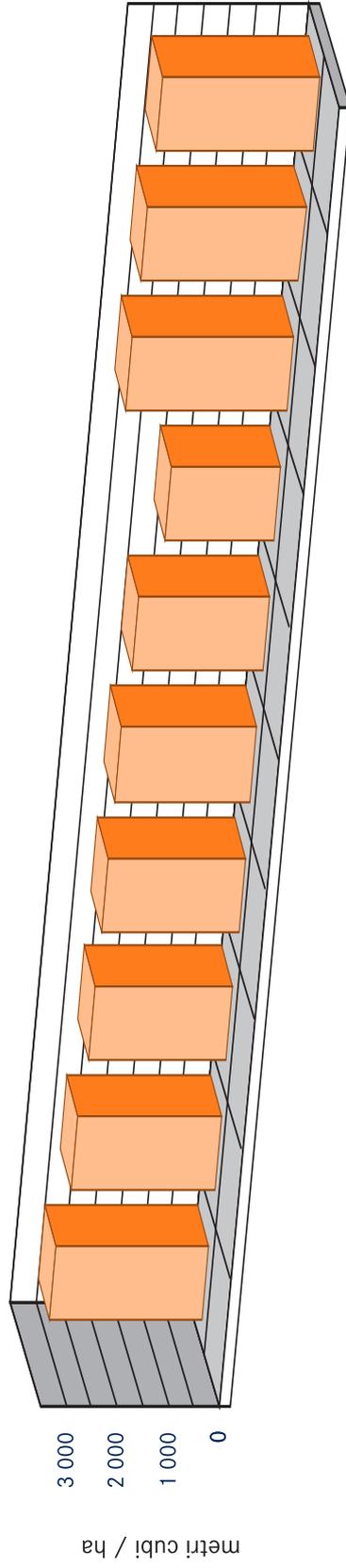
4

8

T. Sabbiosi
Turno (giorni) T. M. Impasto
T. Argillosi

2

Volumi complessivi : Peperone Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
3 000	2 850	2 700	2 700	2 650	2 600	2 150	3 200	3 100	3 050

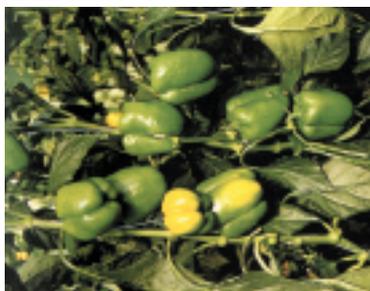
Media decennale: 2800 metri cubi /ha

4.11 - Peperone pacciamato - Pioggia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura

da inizio fioritura a prima raccolta

da prima raccolta a massima copertura

da massima copertura
a inizio raccolta principale

da inizio raccolta principale
a fine raccolta

Data indicativa inizio fase

10-Mag

25-Giu

15-Ago

30-Ago

05-Set

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno)

1.3

3.3

3.8

3.1

2.3

T. Sabbiosi
T. M. Impasto
T. Argillosi

9.0
15.1
19.6

11.5
19.2
26.9

13.0
21.6
25.9

14.0
21.0
28.1

12.9
20.7
28.5

T. Sabbiosi
T. M. Impasto
T. Argillosi

6
10
13

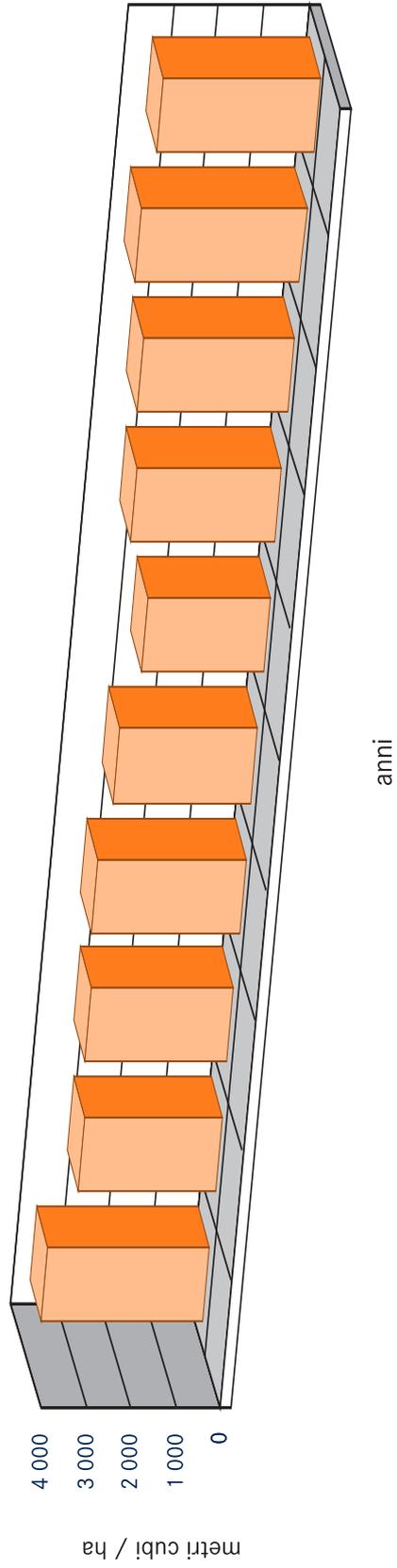
3
5
7

3
5
6

4
6
8

5
8
11

Volumi complessivi : Peperone Pacciamato - Pioggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
3 650	3 100	3 200	3 350	3 100	2 750	3 250	3 400	3 700	3 500

Media decennale: 3300 metri cubi /ha

4.12 - Pesco - (Media precocità) - Interfilare lavorato - Goccia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da inizio fioritura a frutti 30 mm



da frutti 30 mm a 15 giorni dopo



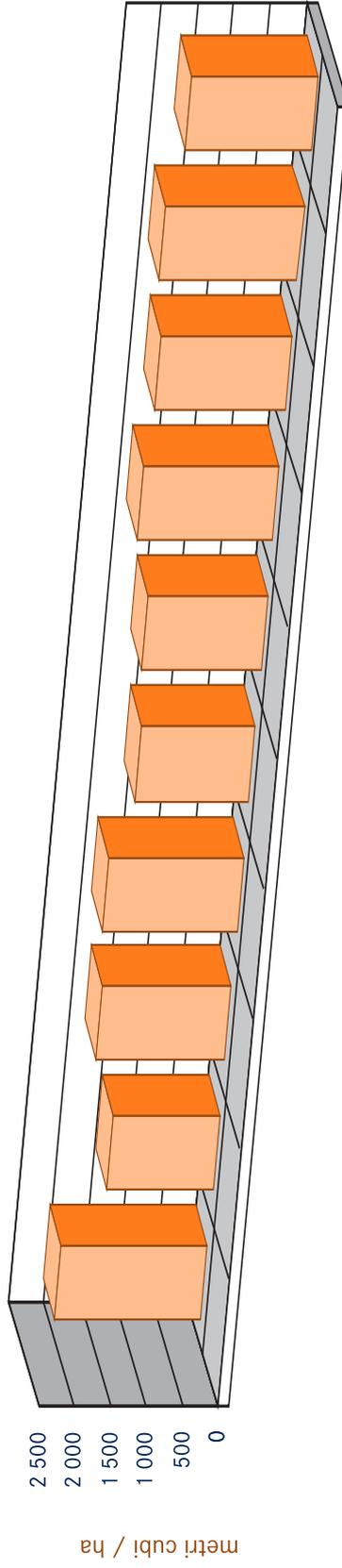
da 15 giorni dopo a inizio raccolta



da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa inizio fase	10-Mar	06-Giu	21-Giu	02-Ago
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*	*
ETE media (mm/giorno)	1.0	2.5	3.8	3.2
T. Sabbiosi	10.3	10.1	11.3	9.6
T. M. Impasto	16.5	15.2	15.0	16.1
T. Argillosi (mm)	20.6	20.2	22.5	22.5
Turno (giorni)	10	4	3	3
T. M. Impasto	16	6	4	5
T. Argillosi	20	8	6	7

Volumi complessivi : Pesco - (Media precocità) - Interfilare Lavorato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 050	1 500	1 800	1 900	1 600	1 700	1 900	1 850	1 950	1 750

Media decennale: 1800 metri cubi /ha

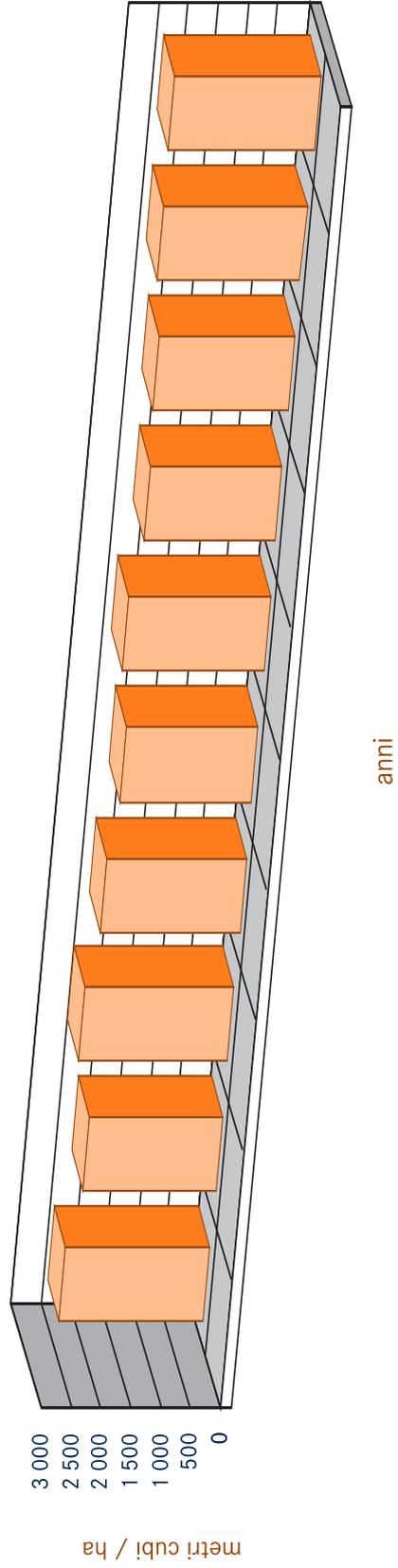
4.13 - Pomodoro **Industria (standard)** - Seminato - bina - Goccia

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
da semina a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
25-Mar	07-Giu	04-Lug	24-Lug
	*	*	
Max. sensibilità allo stress:			
ETE media (mm/giorno)	1.1	5.1	4.3
T. Sabbiosi	4.4	10.1	8.6
T. M. Impasto	7.6	15.2	17.3
T. Argillosi	9.8	20.3	21.6
T. Sabbiosi	4	2	2
T. M. Impasto	7	3	4
T. Argillosi	9	4	5

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (standard) - Seminato - bina - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
	2 430	2 250	2 520	2 350	2 200	2 400	2 200	2 300	2 400	2 450

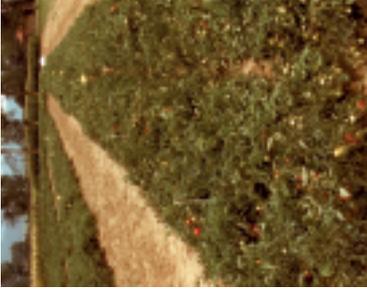
Media decennale: 2350 metri cubi /ha

4.14 - Pomodoro Industria (standard) - Seminato - bina - Pioggia

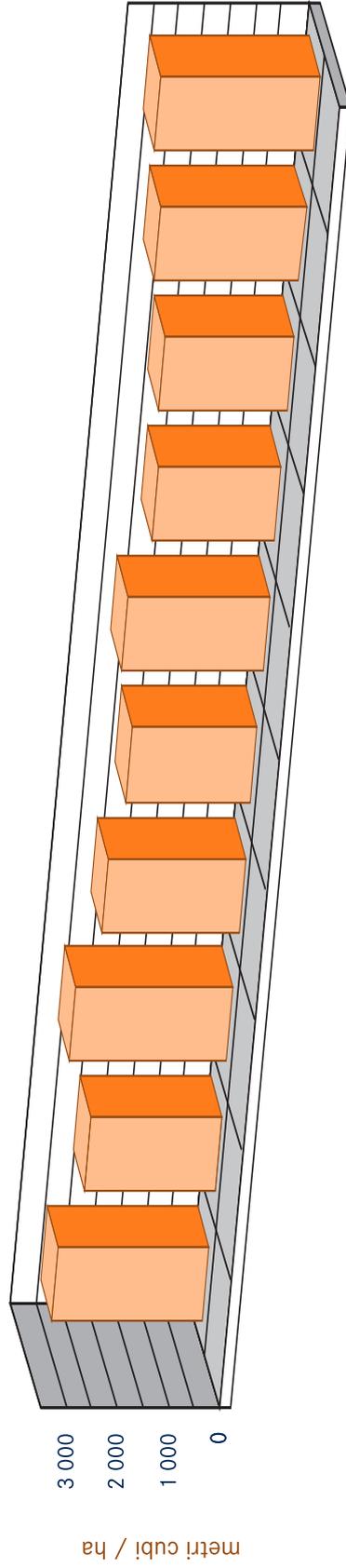
Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
da semina a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
Data indicativa inizio fase	25-Mar	07-Giu	24-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.4	3.8	5.6
T. Sabbiosi	11.4	17.3	25.7
T. M. Impasto	16.2	30.2	38.5
T. Argillosi	22.7	38.8	51.3
T. Sabbiosi	7	4	4
T. M. Impasto	10	7	6
T. Argillosi	14	9	8
			4.9
			28.3
			45.4
			56.7
			5
			8
			10

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (standard) - Seminato - bina - Pioggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 950	2 600	3 100	2 700	2 450	2 800	2 400	2 550	2 850	3 100

Media decennale: 2750 metri cubi /ha

4.15 - Pomodoro Industria (standard) - Trapiantato - bina - Goccia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

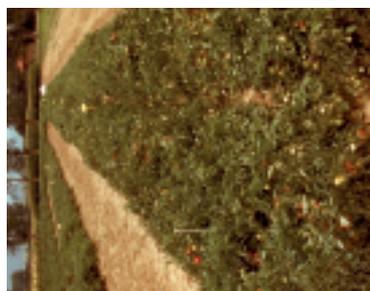
Fase Fenologica



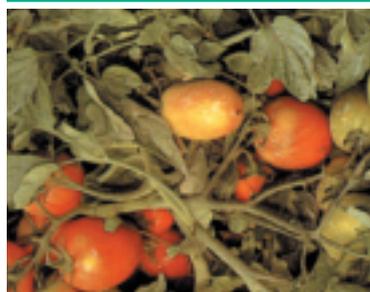
da trapianto a fioritura 1° palco



da fioritura 1° palco
a ingrossamento bacche 2° palco



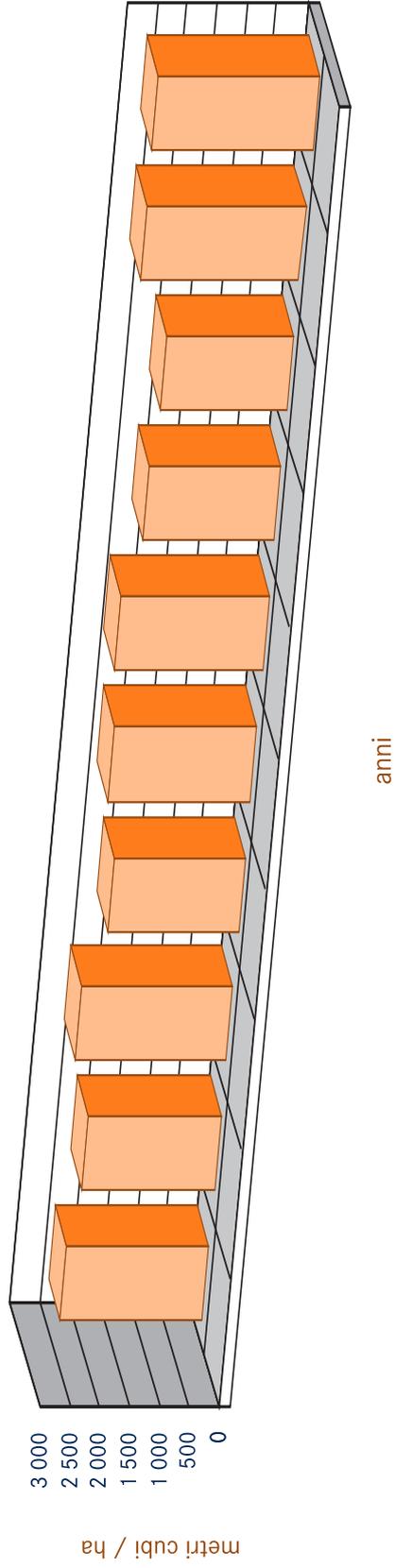
da ingrossamento bacche 2° palco
a 10% pomodori rossi



da 10% pomodori rossi
a 40% pomodori rossi

Data indicativa Inizio fase	01-Mag	04-Giu	06-Lug	20-Lug
Max. sensibilità allo stress:		*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.2	3.2	5.0	4.5
T. Sabbiosi	3.7	3.2	5.0	4.5
T. M. Impasto	6.2	6.5	10.0	9.0
T. Argillosi	8.7	9.7	15.1	13.4
Turno (giorni)	3	1	1	1
T. M. Impasto	5	2	2	2
T. Argillosi	7	3	3	3

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (standard) - Trapiantato - bina - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2400 metri cubi /ha

4.16 - Pomodoro Industriale (ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da trapianto a fioritura 1° palco



da fioritura 1° palco
a ingrossamento bacche 2° palco



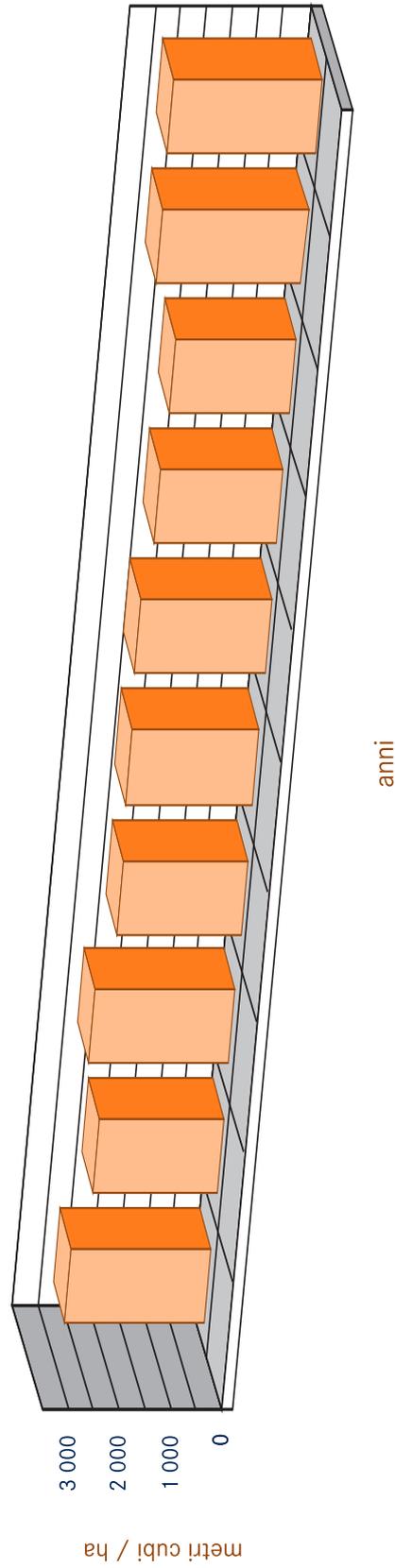
da ingrossamento bacche 2° palco
a 10% pomodori rossi



da 10% pomodori rossi
a 40% pomodori rossi

Data indicativa	Inizio fase	01-Mag	01-Giu	01-Lug	15-Lug
Max. sensibilità allo stress:		*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.4	3.5	5.4	5.0	
T. Sabbiosi	4.1	3.5	5.4	5.0	
T. M. Impasto	6.9	7.0	10.7	10.1	
T. Argillosi	9.6	10.5	10.7	15.1	
Turno (giorni)					
T. Sabbiosi	3	1	1	1	
T. M. Impasto	5	2	2	2	
T. Argillosi	7	3	2	3	

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99

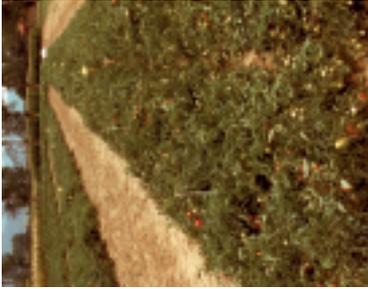


Media decennale: 2 600 metri cubi / ha

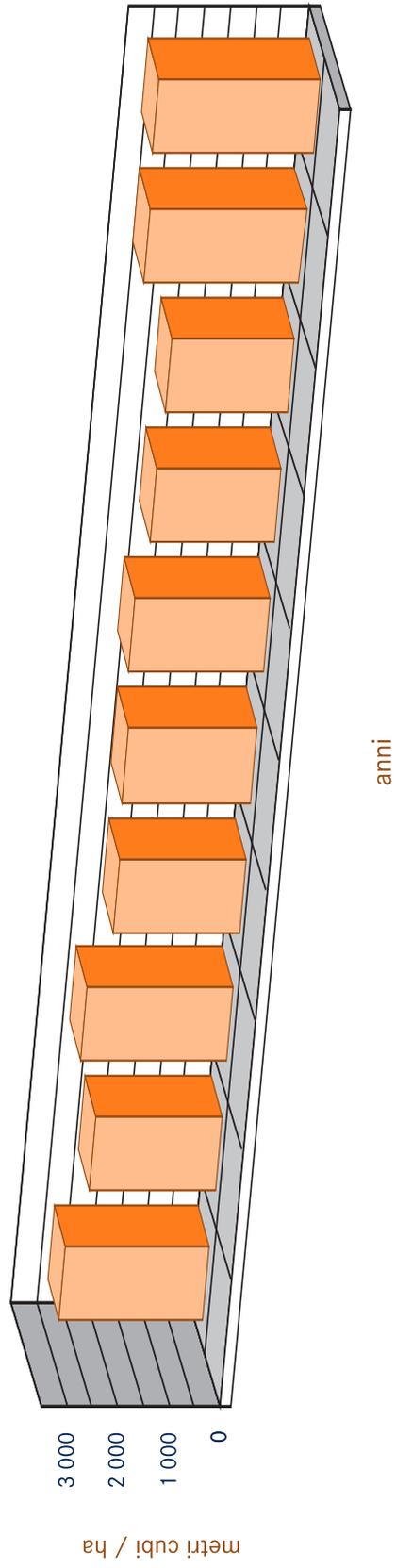
4.17 - Pomodoro Industriale (lungo) - Trapiantato - bina - Goccia

Zona : Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
01-Mag	01-Giu	01-Lug	15-Lug
	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.4	5.4	5.0
T. Sabbiosi	4.1	5.4	5.0
T. M. Impasto	6.9	10.7	10.1
T. Argillosi	9.6	10.7	14.9
Turno (giorni)	3	1	1
T. M. Impasto	5	2	2
T. Argillosi	7	2	3

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - bina - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



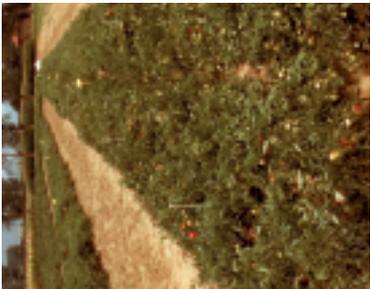
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 850	2 500	2 900	2 500	2 550	2 650	2 450	2 400	3 050	3 150

Media decennale: 2700 metri cubi /ha

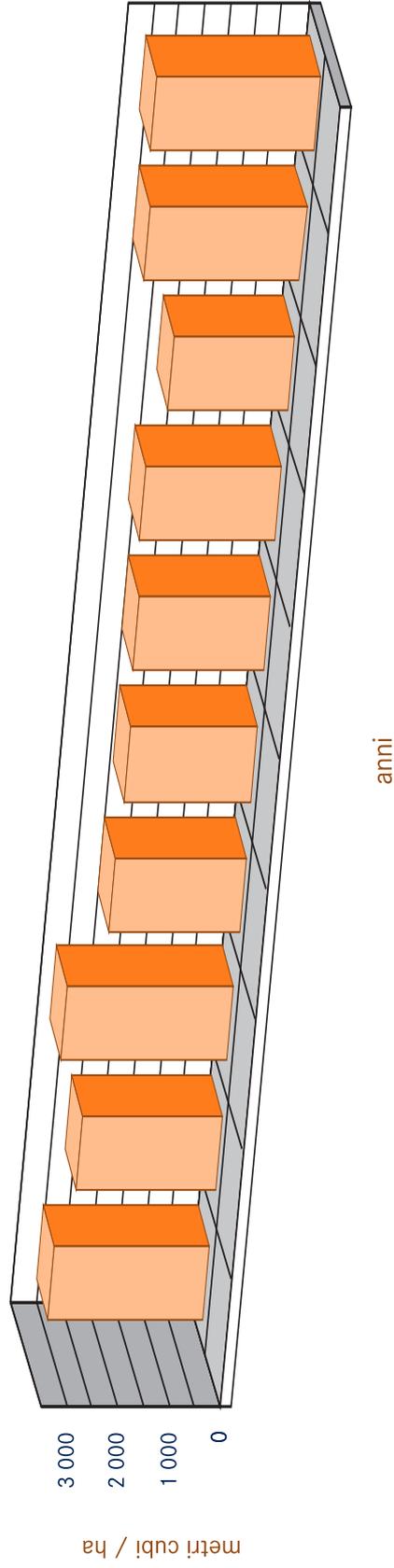
4.18 - Pomodoro **Industria (standard)** - **Trapiantato - bina - Pioggia**

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

			
da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
01-Mag	04-Giu	06-Lug	20-Lug
	*	*	
Max. sensibilità allo stress:			
ETE media (mm/giorno)	1.6	3.8	5.5
T. Sabbiosi	9.3	12.9	17.4
T. M. Impasto	14.8	21.6	28.9
T. Argillosi	20.4	30.2	40.5
T. Sabbiosi	5	3	3
T. M. Impasto	8	5	5
T. Argillosi	11	7	7

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (standard) - Trapiantato - bina - Poggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2800 metri cubi / ha

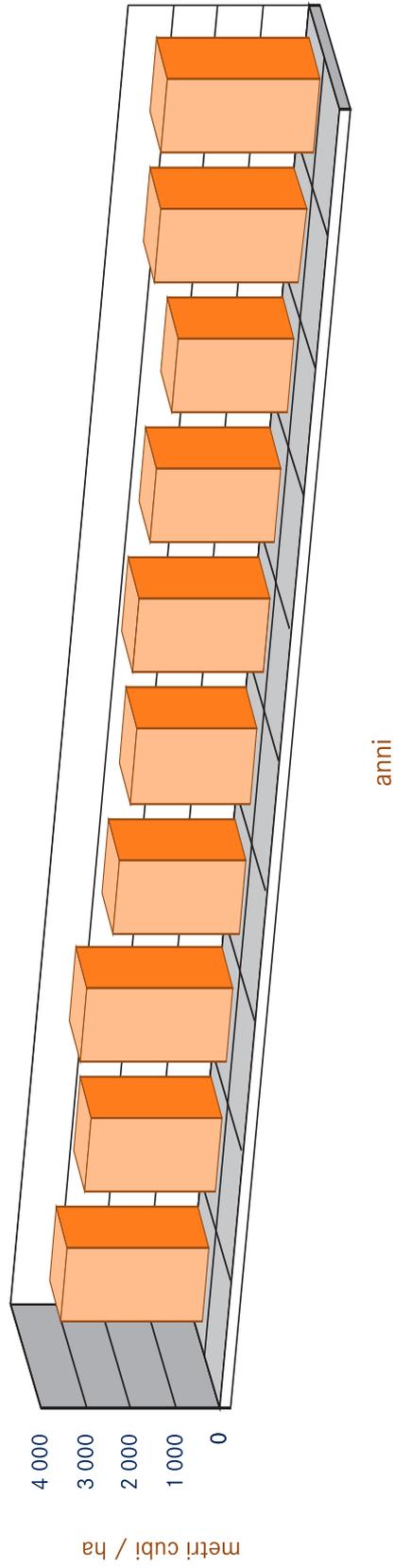
4.19 - Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

	01-Mag	01-Giu	01-Lug	15-Lug
	da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.8	4.1	5.9	5.7
T. Sabbiosi	10.2	14.1	20.4	19.6
T. M. Impasto	14.3	23.5	27.1	32.7
T. Argillosi	20.5	28.2	33.9	39.2
T. Sabbiosi	5	3	3	3
T. M. Impasto	7	5	4	5
T. Argillosi	10	6	5	6

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 3000 metri cubi /ha

4.20 - Pomodoro Industriale (lungo) - Trapiantato - bina - Pioggia

Zona:

Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



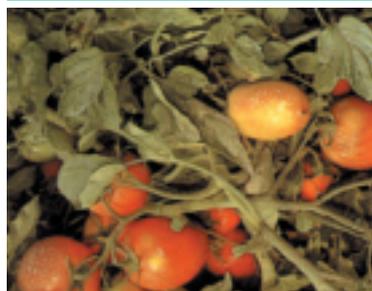
da trapianto a fioritura 1° palco



da fioritura 1° palco
a ingrossamento bacche 2° palco



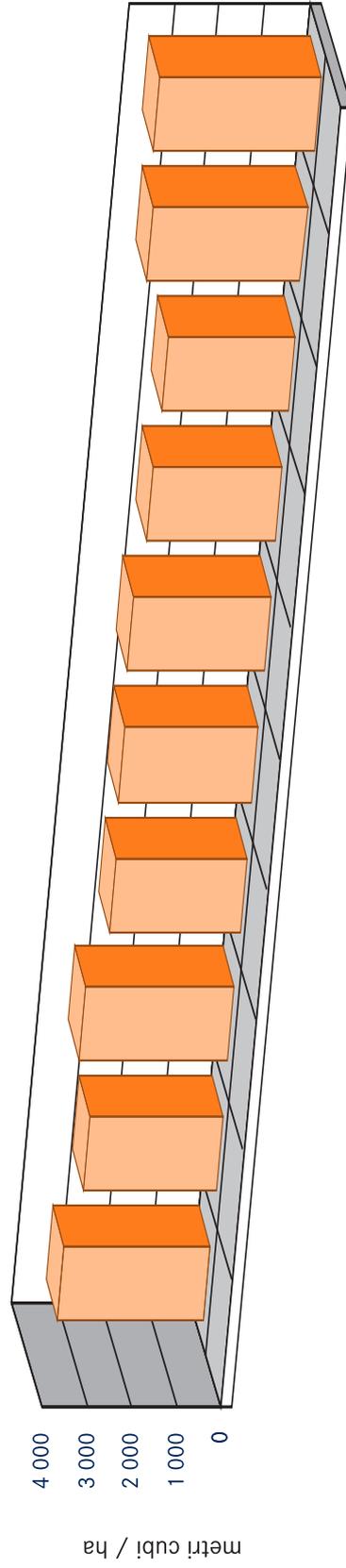
da ingrossamento bacche 2° palco
a 10% pomodori rossi



da 10% pomodori rossi
a 40% pomodori rossi

Data indicativa inizio fase	01-Mag	01-Giu	01-Lug	15-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.8	4.1	5.9	5.6
T. Sabbiosi	10.2	14.1	20.4	19.3
T. M. Impasto	14.3	23.5	27.1	32.1
T. Argillosi	20.5	28.2	33.9	38.6
Turno (giorni)				
T. Sabbiosi	5	3	3	3
T. M. Impasto	7	5	4	5
T. Argillosi	10	6	5	6

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - bina - Pioggia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
3 300	3 000	3 350	2 950	3 000	3 100	2 900	2 850	3 450	3 600

Media decennale: 3 150 metri cubi /ha

4.21 - Pomodoro Mercato - Non pacciamato - Goccia

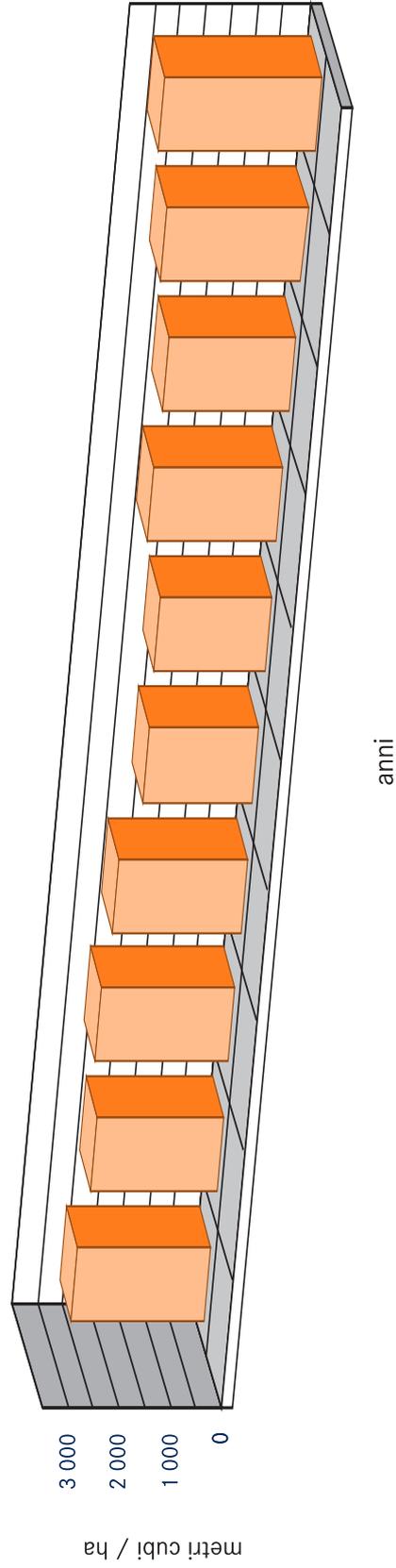
Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica

	da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a inizio invaiatura	da inizio invaiatura a inizio raccolta	da inizio raccolta a fine raccolta
Data indicativa Inizio fase	05-Mag	15-Giu	10-Lug	25-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*			
ETE media (mm/giorno)	1.7	3.6	4.6	2.5
T. Sabbiosi	3.3	3.6	4.6	7.4
T. M. Impasto	6.6	7.3	9.2	12.4
T. Argillosi	8.3	10.9	13.8	14.9
Turno (giorni)	2	1	1	3
T. M. Impasto	4	2	2	5
T. Argillosi	5	3	3	6



Volumi complessivi : Pomodoro Mercato - Non Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2550 metri cubi /ha

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 605	2 500	2 645	2 550	2 150	2 200	2 550	2 500	2 750	3 050

4.22 - Pomodoro Mercato - Pacciamato - Goccia

Zona: Val di Cornia (LI) - Stazione Meteo di riferimento: Venturina

Fase Fenologica



da trapianto a fioritura 1° palco



da fioritura 1° palco a inizio invaiatura



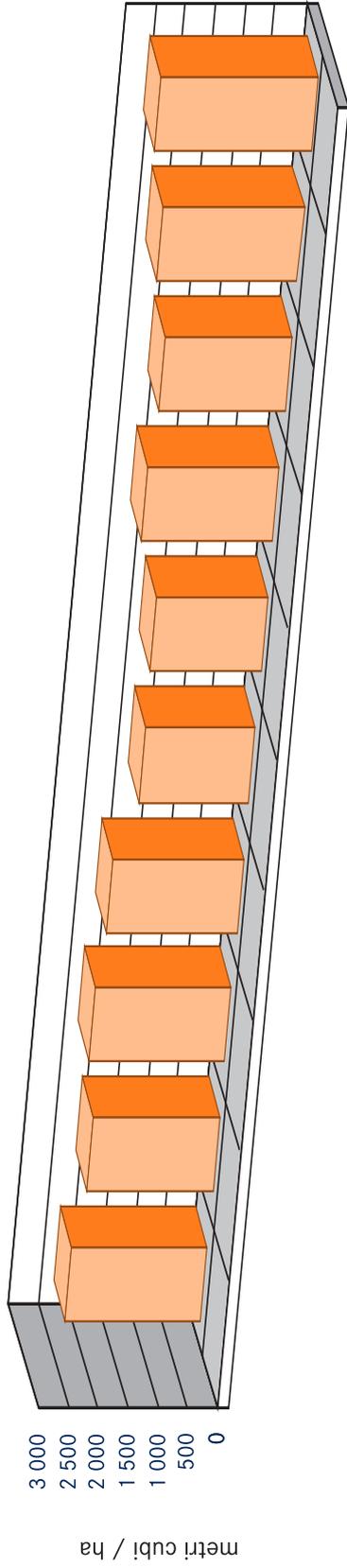
da inizio invaiatura a inizio raccolta



da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa inizio fase	01-Mag	10-Giu	05-Lug	20-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*	*
ETE media (mm/giorno)	1.0	3.0	4.3	2.6
T. Sabbiosi	3.1	3.0	4.3	5.1
T. M. Impasto	5.2	5.9	8.5	10.2
T. Argillosi (mm)	7.2	8.9	12.8	12.8
Turno (giorni)				
T. Sabbiosi	3	1	1	2
T. M. Impasto	5	2	2	4
T. Argillosi	7	3	3	5

Volumi complessivi : Pomodoro Mercato - Pacciamato - Goccia - Val di Cornia: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 300	2 150	2 300	2 200	1 850	1 900	2 200	2 150	2 350	2 600

Media decennale: 2200 metri cubi /ha



**5. Pianura grossetana (Grosseto):
Processi produttivi e fabbisogni irrigui (1990-1999)**

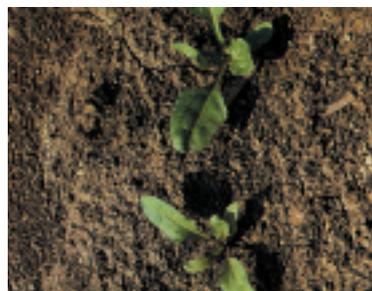
5.1 - Barbabietola zucchero - Pioggia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispescia

Fase Fenologica



da semina a 6 foglie vere



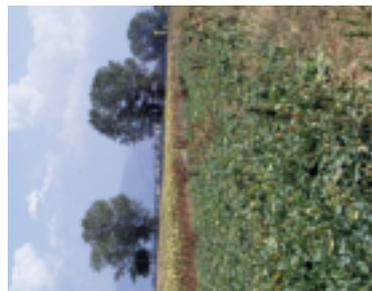
da 6 foglie vere a chiusura fila



da chiusura fila a max copertura



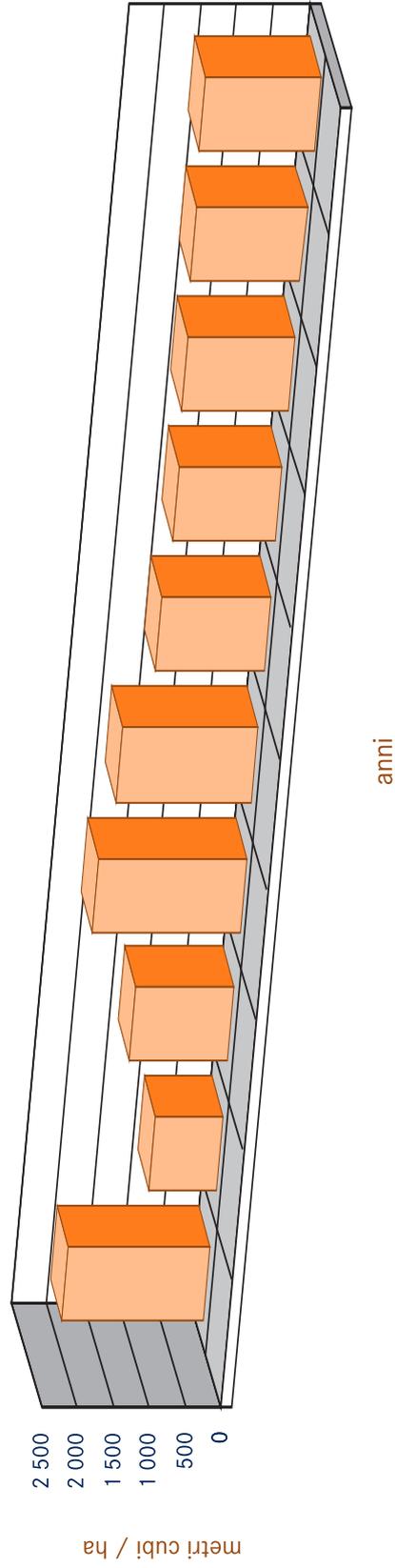
da max copertura a 15 giorni dopo



da 15 giorni dopo a 45 giorni dopo

Data indicativa inizio fase	22-Feb	06-Apr	30-Apr	15-Mag	31-Mag
Max. sensibilità allo stress:		*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	0.7	1.4	3.0	4.1	4.0
T. Sabbiosi	7.1	13.1	20.4	23.7	27.7
T. M. Impasto	11.1	21.2	30.6	37.9	41.5
T. Argillosi	14.3	29.4	40.8	47.4	55.3
T. Sabbiosi	9	8	6	5	6
T. M. Impasto	14	13	9	8	9
T. Argillosi	18	18	12	10	12

Volumi complessivi : Barbabietola zucchero - Pioggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 1600 metri cubi /ha

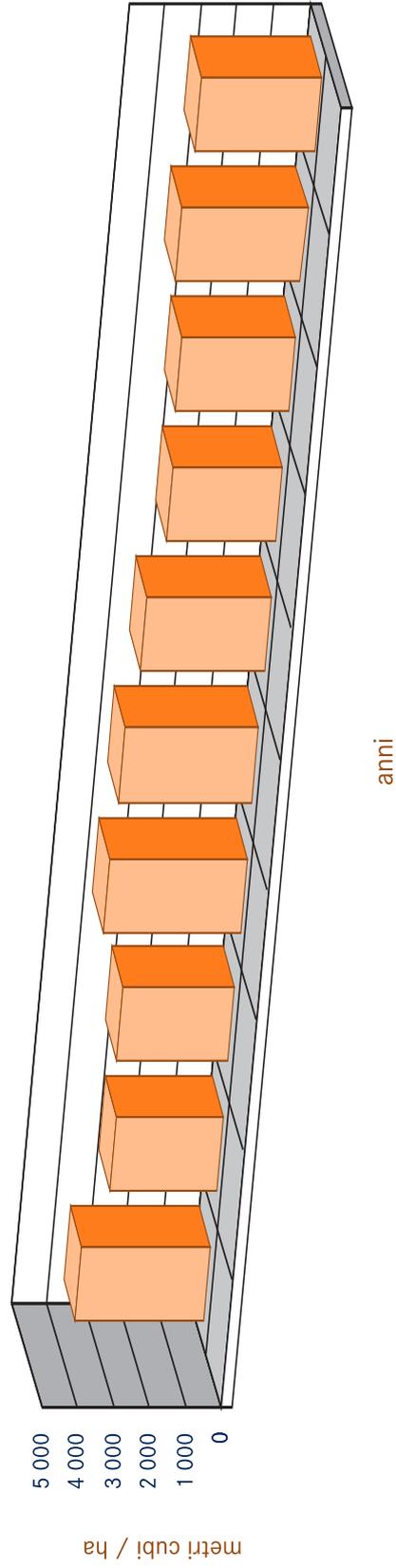
5.2 - Cipolla - Pioggia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispecchia

Fase Fenologica

			
da semina a emergenza	da emergenza a 2 foglie vere	da 2 foglie vere a inizio bulbificazione	da inizio bulbificazione a stop irrigazione
01-Apr	11-Apr	30-Apr	28-Mag
Data indicativa inizio fase			
Max. sensibilità allo stress:			*
ETE media (mm/giorno)	1.5	2.8	4.4
T. Sabbiosi	10.4	12.8	15.2
T. M. Impasto	17.3	22.4	20.2
T. Argillosi	22.4	28.8	30.4
Turno (giorni)	6	4	3
T. M. Impasto	10	7	4
T. Argillosi	13	9	6

Volumi complessivi : Cipolla - Pioggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



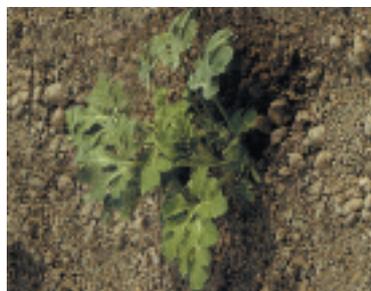
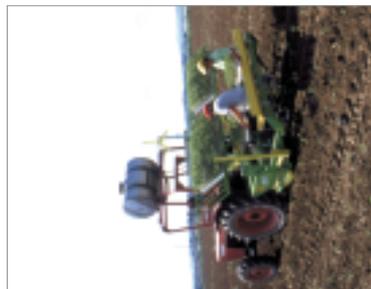
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
3 600	3 000	3 150	3 900	3 750	3 500	3 050	3 200	3 500	3 350

Media decennale: 3400 metri cubi /ha

5.3 - Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica



da trapianto a 4-5 foglie

da 4-5 foglie a fioritura

da fioritura a frutti 30 mm

da frutti 30 mm a inizio raccolta

da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa inizio fase 10-Mag

30-Mag

13-Giu

23-Giu

18-Lug

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno) 1.0

1.7

3.0

4.0

3.3

T. Sabbiosi

3.0

3.4

6.0

4.0

3.3

Volumi unitari T. M. Impasto

4.0

5.1

6.0

8.0

6.5

(mm) T. Argillosi

5.9

8.6

9.0

8.0

9.8

T. Sabbiosi

3

2

2

1

1

Turno (giorni) T. M. Impasto

4

3

2

2

2

T. Argillosi

6

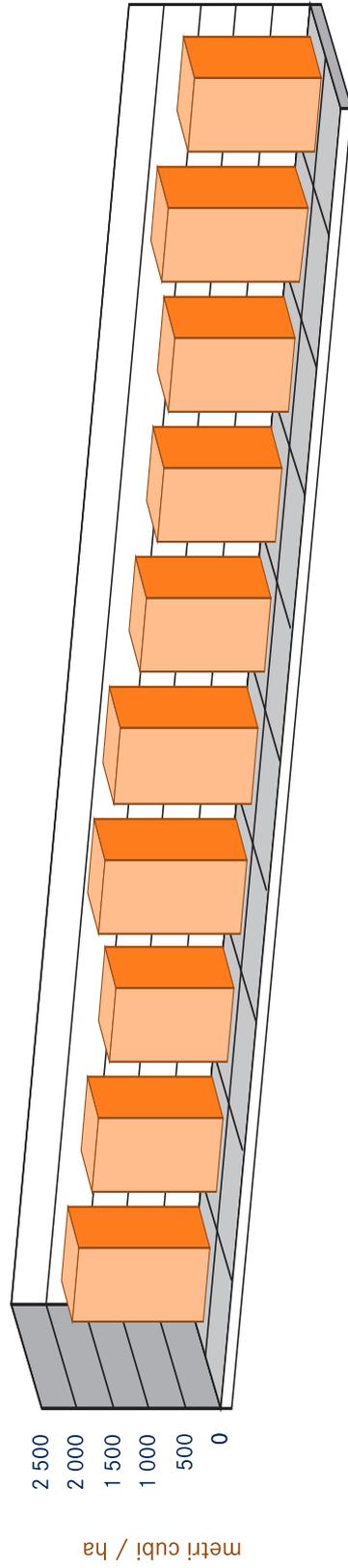
5

3

2

3

Volumi complessivi : Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1850	1750	1650	2000	1950	1750	1650	1700	1950	1750

Media decennale: 1800 metri cubi /ha

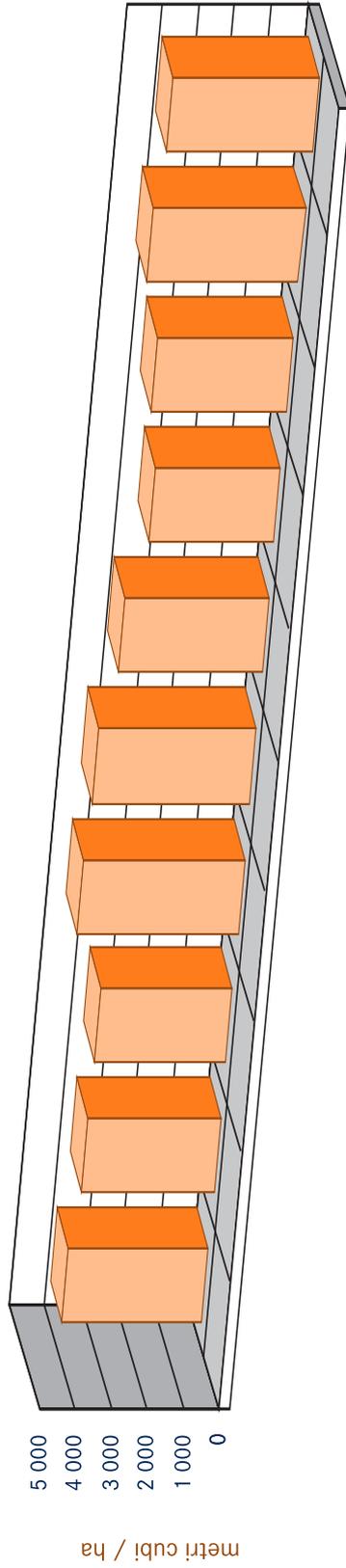
5.4 - Mais - Classe 700 - Pioggia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispescia

Fase Fenologica

				
da semina a emergenza completa	da emergenza completa a levata 50 cm	da levata 50 cm a fioritura pennacchio	da fioritura pennacchio a maturazione latte	da maturazione latte a maturazione cerosa
15-Apr	27-Apr	19-Mag	01-Lug	24-Lug
			*	
ETE media (mm/giorno)	1.8	4.2	5.9	4.8
T. Sabbiosi	14.7	19.1	20.4	22.2
T. M. Impasto	23.0	33.4	34.0	33.3
T. Argillosi	31.4	43.0	40.8	44.3
T. Sabbiosi	7	4	3	4
T. M. Impasto	11	7	5	6
T. Argillosi	15	9	6	8

Volumi complessivi : Mais - Classe 700 - Poggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anni

anni	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
	3 950	3 750	3 700	4 550	4 400	4 050	3 500	3 800	4 250	4 050

Media decennale: 4000 metri cubi /ha

5.5 - Melanzana - Pioggia

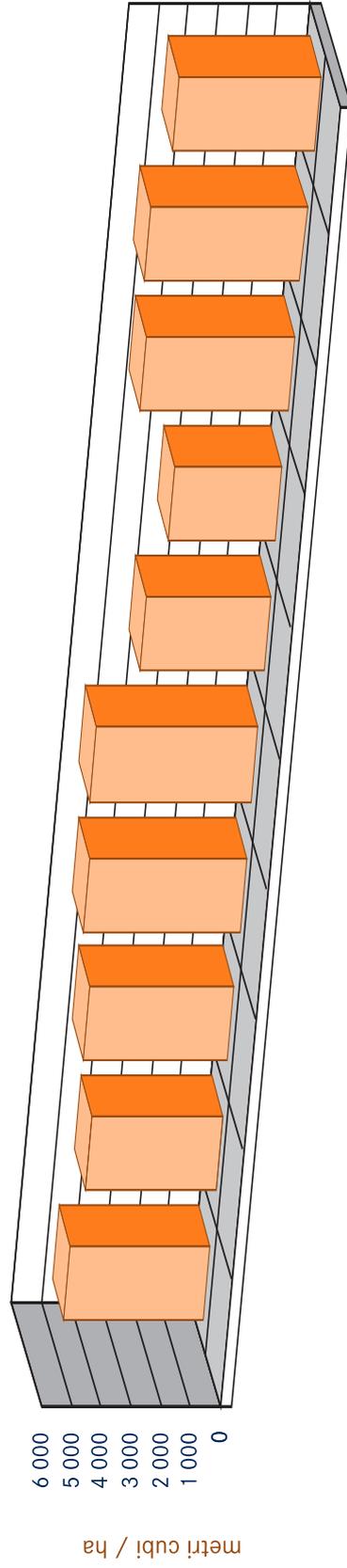
Zona:

Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica

			
	da trapianto a inizio fioritura	da inizio fioritura a inizio raccolta	da inizio raccolta a fine raccolta
Data indicativa inizio fase	10-Mag	11-Lug	01-Ago
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*
ETE media (mm/giorno)	2.9	5.5	4.2
T. Sabbiosi	10.1	12.6	14.3
T. M. Impasto	16.8	18.9	23.9
T. Argillosi	20.1	25.3	28.6
Turno (giorni)			
T. Sabbiosi	3	2	3
T. M. Impasto	5	3	5
T. Argillosi	6	4	6

Volumi complessivi : Melanzana - Pioggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anni

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
4 750	4 400	4 900	5 300	5 450	4 200	3 600	5 000	5 200	4 700

Media decennale: 4750 metri cubi /ha

5.6 - Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica



da trapianto a 4-5 foglie

Data indicativa inizio fase 15-Mag



da 4-5 foglie a fioritura

30-Mag



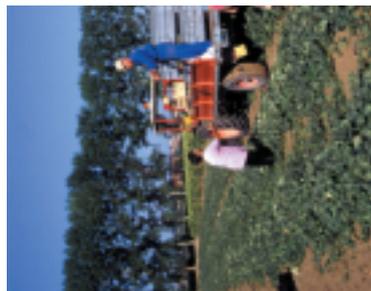
da fioritura a frutti 30 mm

14-Giu



da frutti 30 mm a inizio raccolta

23-Giu



da inizio raccolta a fine raccolta

14-Lug

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno) 1.0

1.7

3.1

4.2

3.3

T. Sabbiosi

2.9

3.4

3.1

4.2

3.3

Volumi unitari T. M. Impasto

3.9

5.1

6.3

8.4

6.6

(mm) T. Argillosi

5.9

8.6

9.4

8.4

10.0

T. Sabbiosi

3

2

1

1

1

Turno (giorni) T. M. Impasto

4

3

2

2

2

T. Argillosi

6

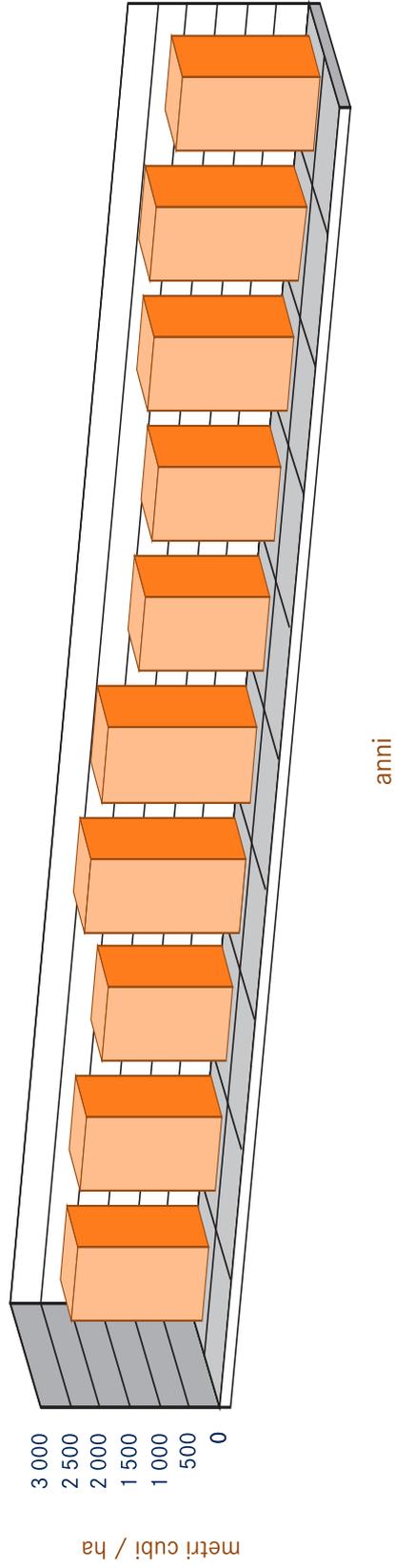
5

3

2

3

Volumi complessivi: Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2300 metri cubi /ha

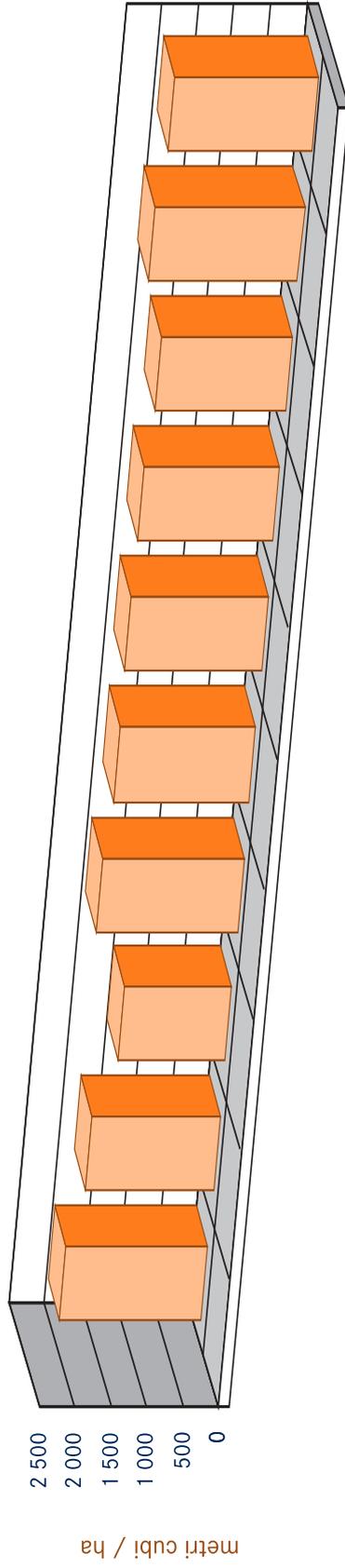
5.7 - Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica

			
	da rimozione copertura a frutti 30 mm	da frutti 30 mm a inizio raccolta	da inizio raccolta a fine raccolta
Data indicativa inizio fase	20-Mag	14-Giu	04-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	
ETE media (mm/giorno)	2.7	4.2	3.3
T. Sabbiosi	5.5	4.2	3.3
T. M. Impasto	8.2	8.4	6.6
T. Argillosi	8.2	8.4	9.9
Turno (giorni)			
T. Sabbiosi	2	1	1
T. M. Impasto	3	2	2
T. Argillosi	3	2	3

Volumi complessivi : Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anni

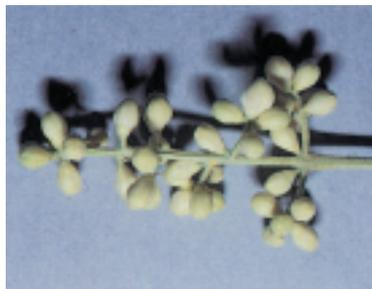
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 000	1 800	1 500	2 000	1 900	1 950	1 900	1 850	2 100	2 000

Media decennale: 1900 metri cubi /ha

5.8 - Olivo - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispescia

Fase Fenologica



da germogliamento a allegagione

da allegagione a nocciolo indurito

da nocciolo indurito a inizio invaletatura

da inizio invaletatura a raccolta

Data indicativa inizio fase

25-Apr

28-Mag

05-Ago

25-Ago

Max. sensibilità allo stress:

ETE media (mm/giorno)

1.4

2.1

1.8

0.9

T. Sabbiosi

5.6

4.3

5.5

5.1

Volumi unitari

8.3

8.6

7.3

7.7

(mm)

11.1

10.7

10.9

10.2

T. Sabbiosi

4

2

3

6

Turno (giorni)

6

4

4

9

T. Argillosi

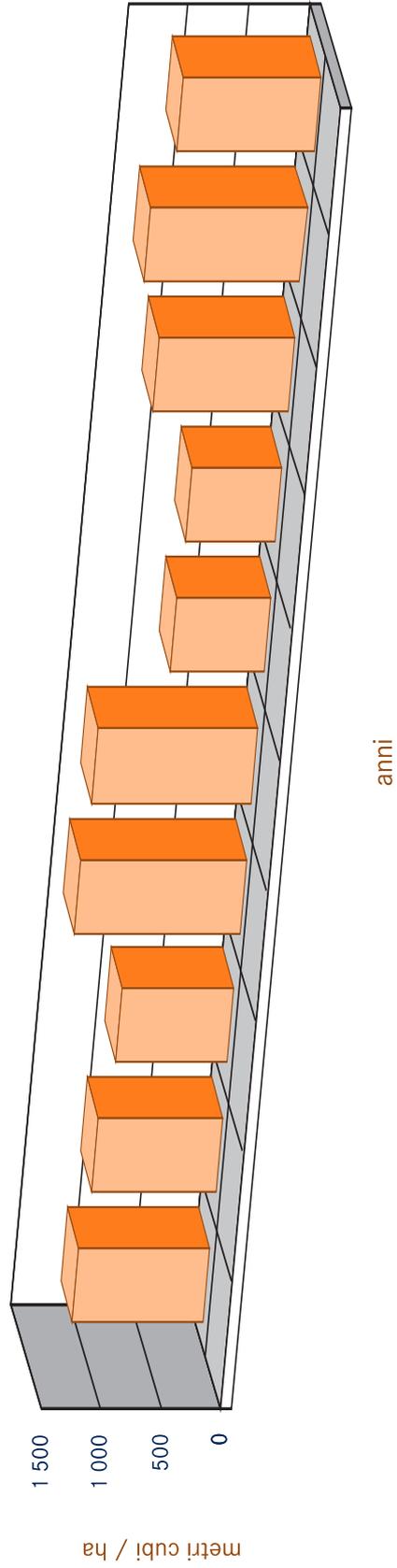
8

5

6

12

Volumi complessivi : Olivo - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99

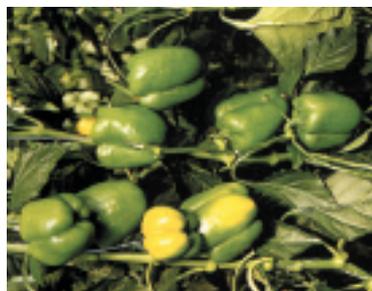


Media decennale: 1100 metri cubi /ha

5.9 - Peperone non pacciamato - Pioggia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura

da inizio fioritura a prima raccolta

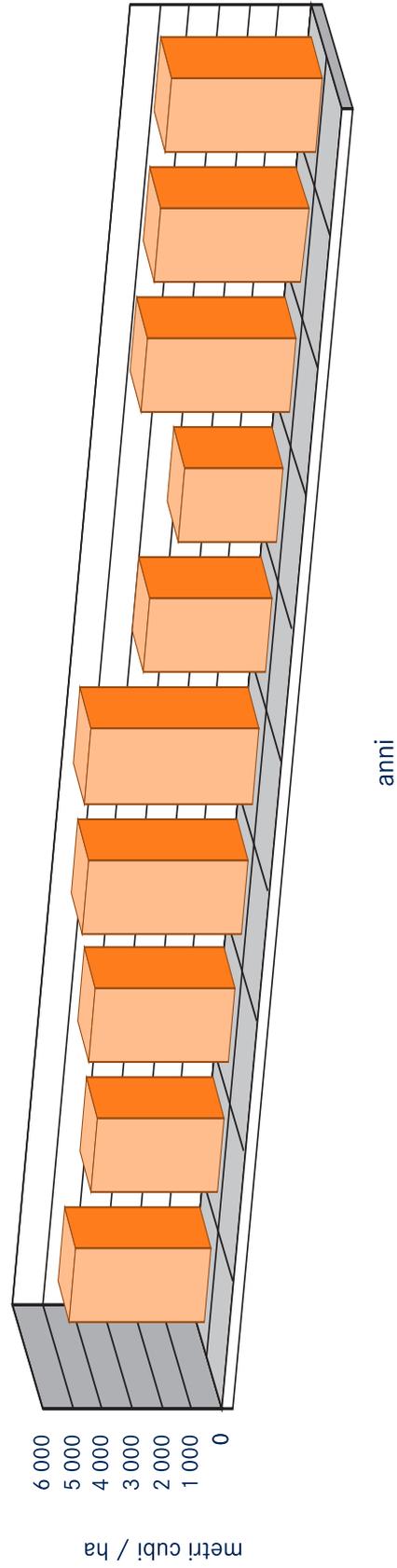
da prima raccolta a massima copertura

da massima copertura a inizio raccolta principale

da inizio raccolta principale a fine raccolta

Data indicativa inizio fase	10-Mag	28-Giu	12-Ago	22-Ago	27-Ago
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*		
ETE media (mm/giorno)	2.4	4.9	5.2	4.5	2.9
T. Sabbiosi	8.3	11.2	11.9	15.5	13.2
T. M. Impasto	16.7	22.3	23.9	20.7	23.1
T. Argillosi (mm)	19.5	27.9	29.8	31.1	29.7
Turno (giorni)					
T. Sabbiosi	3	2	2	3	4
T. M. Impasto	6	4	4	4	7
T. Argillosi	7	5	5	6	9

Volumi complessivi : Peperone Non Pacciamato - Ploggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
4 550	4 250	4 700	5 400	5 700	4 100	3 350	5 000	4 950	5 000

Media decennale: 4700 metri cubi / ha

5.10 - Peperone pacciamato - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura

da inizio fioritura a prima raccolta

da prima raccolta a max copertura

da max copertura a inizio raccolta principale

da inizio raccolta principale a fine raccolta

Data indicativa Inizio fase 05-Mag

18-Giu

08-Ago

22-Ago

27-Ago

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno)

1.2

3.5

4.1

3.6

2.5

T. Sabbiosi

4.8

6.9

4.1

7.2

5.1

Volumi unitari T. M. Impasto

7.2

6.9

8.2

7.2

7.6

T. Argillosi

9.6

10.4

12.3

10.8

7.6

T. Sabbiosi

4

2

1

2

2

Turno (giorni) T. M. Impasto

6

2

2

2

3

T. Argillosi

8

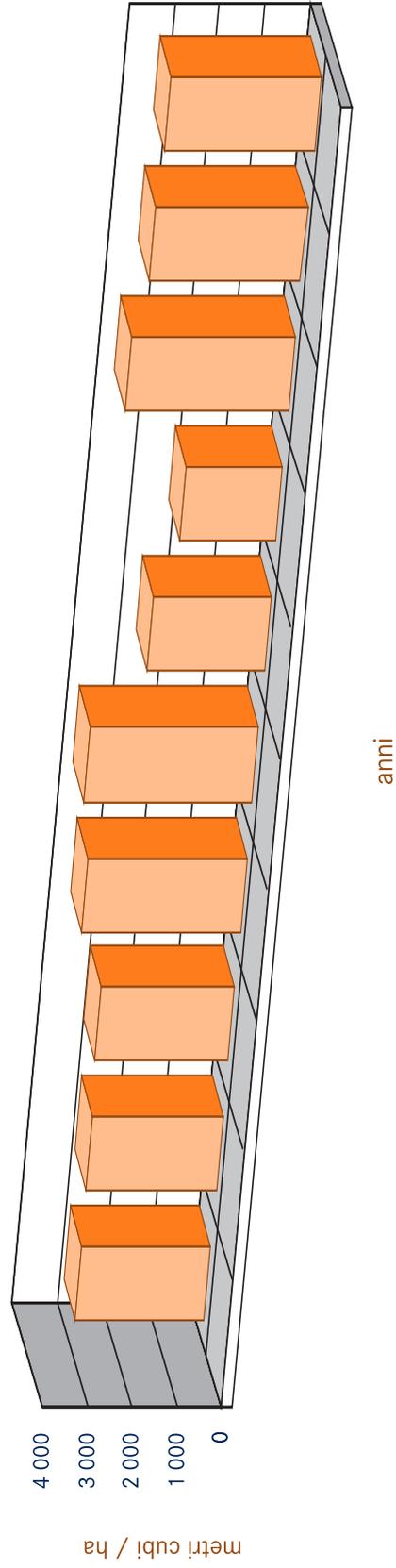
3

3

3

3

Volumi complessivi : Peperone Pacciamato - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 900	2 950	3 000	3 600	3 800	2 650	2 150	3 700	3 400	3 350

Media decennale: 3 150 metri cubi /ha

5.11 - Pesco - (Media precocità) - Interfilare Lavorato - Goccia

Zona:

Planura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica



da inizio fioritura a frutti 30 mm



da frutti 30 mm a 15 giorni dopo



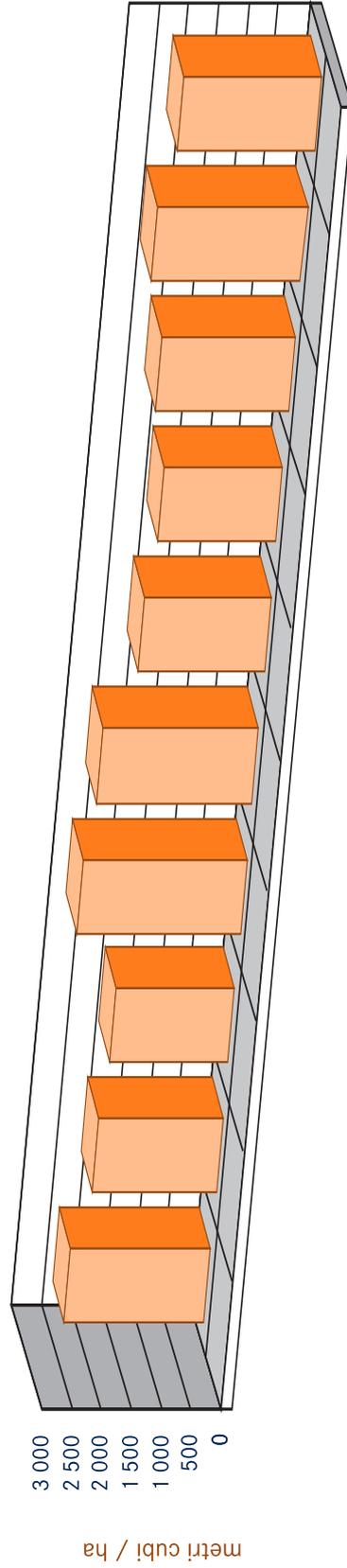
da 15 giorni dopo a inizio raccolta



da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa inizio fase	05-Mar	01-Giu	16-Giu	27-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*	*
ETE media (mm/giorno)	1.1	2.8	4.2	3.7
T. Sabbiosi	10.2	11.2	8.4	11.0
T. M. Impasto	15.8	16.8	16.8	14.7
T. Argillosi	21.5	22.4	21.0	22.1
Turno (giorni)				
T. Sabbiosi	9	4	2	3
T. M. Impasto	14	6	4	4
T. Argillosi	19	8	5	6

Volumi complessivi : Pesco - (Media precocità) - Interfilare Lavorato - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anni

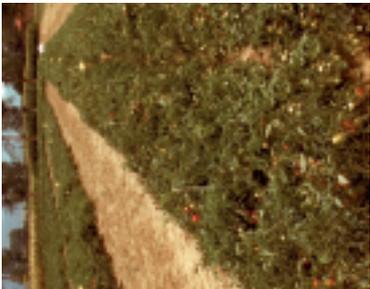
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 350	2 100	2 000	2 750	2 600	2 150	2 000	2 250	2 500	2 300

Media decennale: 2300 metri cubi /ha

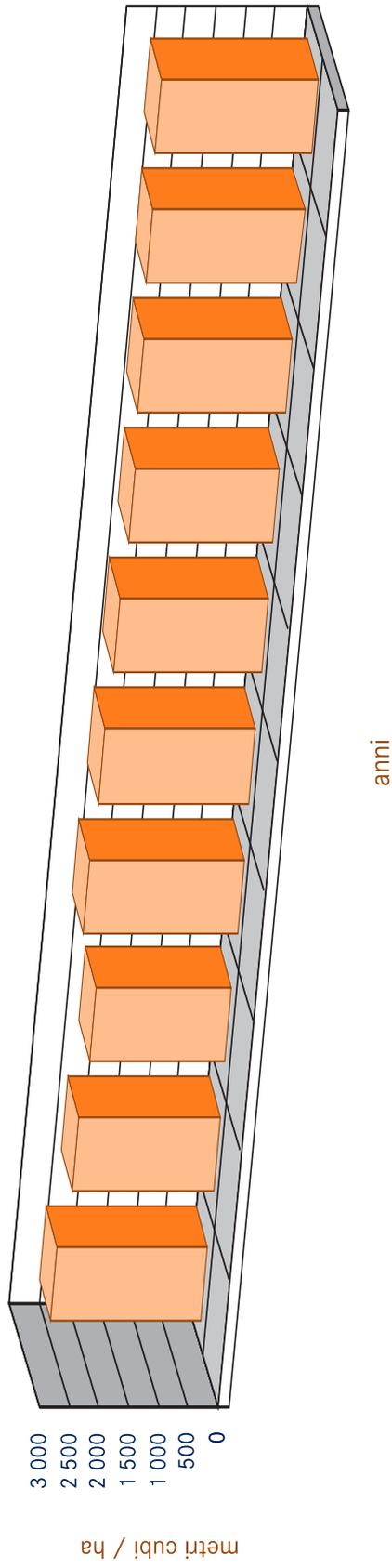
5.12 - Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - fila unica - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica

			
da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
25-Apr	26-Mag	25-Giu	10-Lug
	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.2	4.9	4.4
T. Sabbiosi	4.6	4.9	4.4
T. M. Impasto	7.0	9.7	8.8
T. Argillosi	9.3	14.6	13.1
Turno (giorni)	4	1	1
T. M. Impasto	6	2	2
T. Argillosi	8	3	3

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - fila unica - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2 500 metri cubi /ha

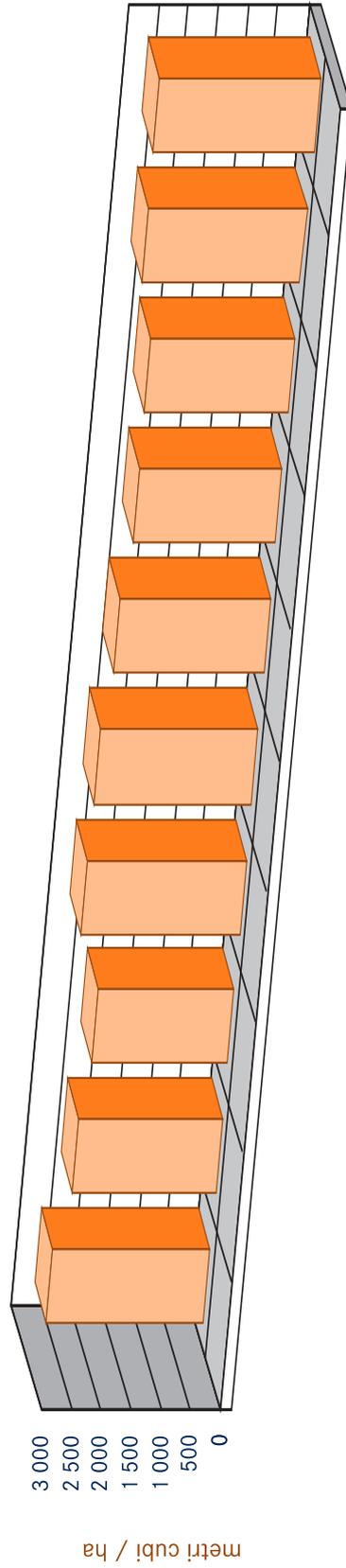
5.13 - Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - fila unica - Goccia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica

			
da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
25-Apr	25-Mag	22-Giu	06-Lug
	*	*	
ETE media (mm/giorno)	3.1	4.9	4.3
T. Sabbiosi	4.6	4.9	4.3
T. M. Impasto	6.9	9.7	8.7
T. Argillosi	9.2	14.6	13.0
Turno (giorni)	4	1	1
T. M. Impasto	6	2	2
T. Argillosi	8	3	3

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - fila unica - Goccia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anni

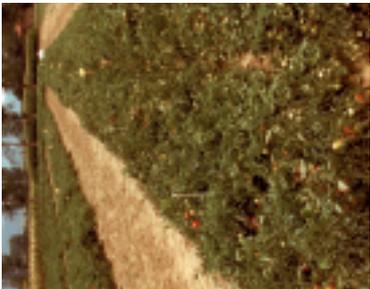
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 650	2 450	2 300	2 700	2 650	2 550	2 400	2 450	2 650	2 700

Media decennale: 2550 metri cubi /ha

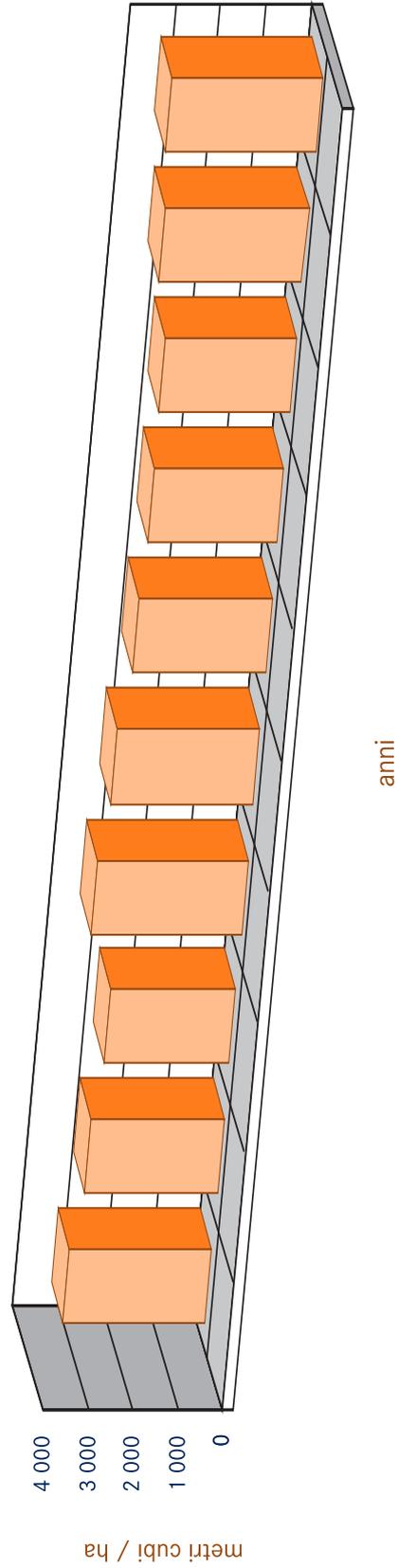
5.14 - Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - fila unica - Pioggia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica

			
da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
25-Apr	26-Mag	25-Giu	10-Lug
	*	*	
ETE media (mm/giorno)	4.1	6.0	5.5
T. Sabbiosi	9.7	13.8	19.0
T. M. Impasto	15.5	27.6	31.7
T. Argillosi	19.4	34.6	38.1
T. Sabbiosi	5	2	3
T. M. Impasto	8	4	5
T. Argillosi	10	5	6

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - fila unica - Pioggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



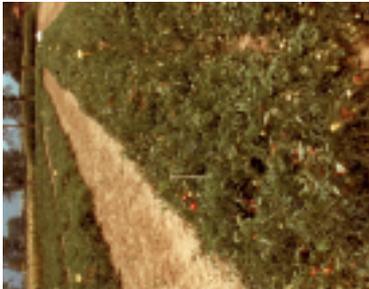
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
3 200	3 000	2 800	3 400	3 200	3 000	2 900	2 950	3 200	3 350

Media decennale: 3 100 metri cubi /ha

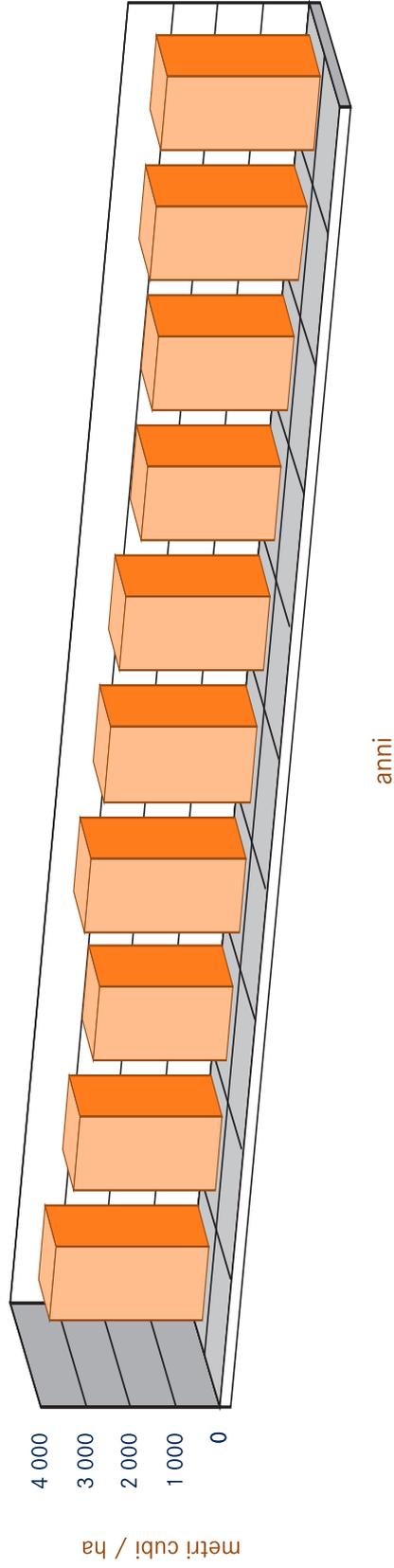
5.15 - Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - fila unica - Pioggia

Zona: Pianura Grossetana (GR) - Stazione Meteo di riferimento: Rispeccia

Fase Fenologica

			
da trapianto a fioritura 1° palco	da fioritura 1° palco a ingrossamento bacche 2° palco	da ingrossamento bacche 2° palco a 10% pomodori rossi	da 10% pomodori rossi a 40% pomodori rossi
25-Apr	25-Mag	22-Giu	06-Lug
	*	*	
ETE media (mm/giorno)	4.0	6.0	5.5
T. Sabbiosi	13.9	13.8	18.8
T. M. Impasto	15.5	27.7	31.3
T. Argillosi	19.3	34.6	37.6
Turno (giorni)	5	2	3
T. M. Impasto	8	4	5
T. Argillosi	10	5	6

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (lungo) - Trapiantato - fila unica - Pioggia - Pianura Grossetana: Media vari terreni 90-99



anno	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
Media decennale:	3 450	3 200	3 000	3 500	3 300	3 250	3 000	3 050	3 350	3 400

Media decennale: 3250 metri cubi /ha



**6. Val di Chiana (Arezzo):
Processi produttivi e fabbisogni irrigui (1990-1999)**

6.1 - Barbabietola zucchero - Pioggia

Zona:

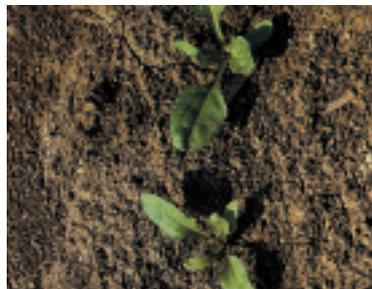
Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da semina a 6 foglie vere

Data indicativa Inizio fase 22-Mar



da 6 foglie vere a chiusura fila

16-Mag



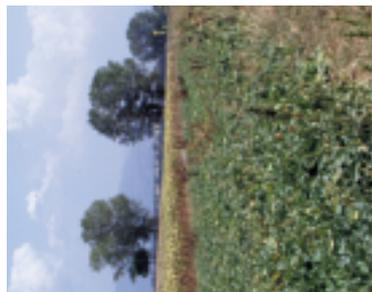
da chiusura fila a max copertura

29-Mag



da max copertura a 15 giorni dopo

12-Giu



da 15 giorni dopo a 45 giorni dopo

28-Giu

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno)

0.9

3.6

4.2

3.8

T. Sabbiosi

6.1

11.1

16.4

19.5

17.5

Volumi unitari T. M. Impasto

9.1

17.8

24.6

29.3

26.2

(mm) T. Argillosi

12.1

22.2

32.8

34.1

35.0

T. Sabbiosi

6

5

4

4

4

Turno (giorni) T. M. Impasto

9

8

6

6

6

T. Argillosi

12

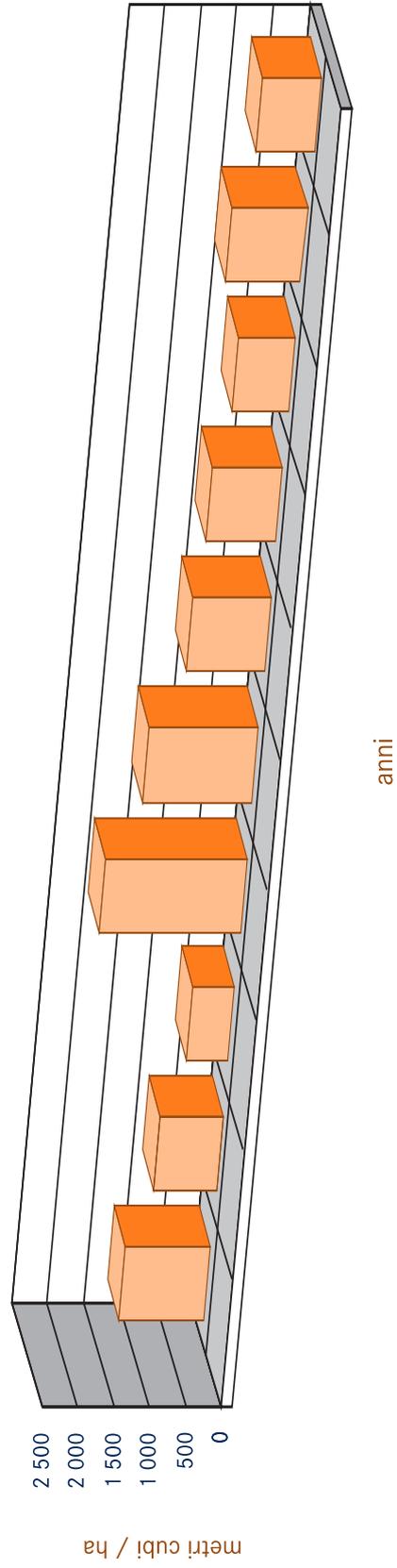
10

8

7

8

Volumi complessivi : Barbabietola zucchero - Pioggia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
1 200	900	600	2 000	1 550	1 100	1 000	800	1 050	800

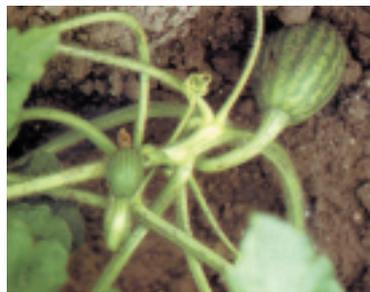
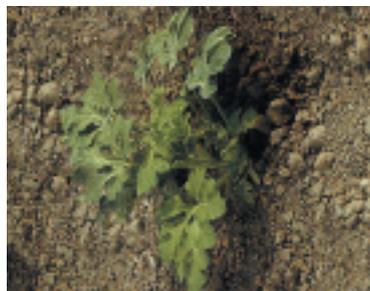
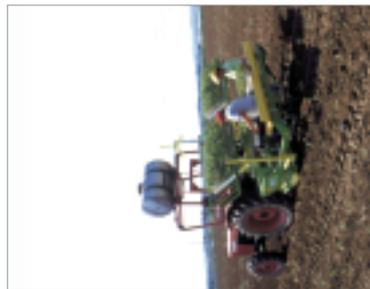
Media decennale: 1 100 metri cubi /ha

6.2 - Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia

Zona:

Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a 4-5 foglie

da 4-5 foglie a fioritura

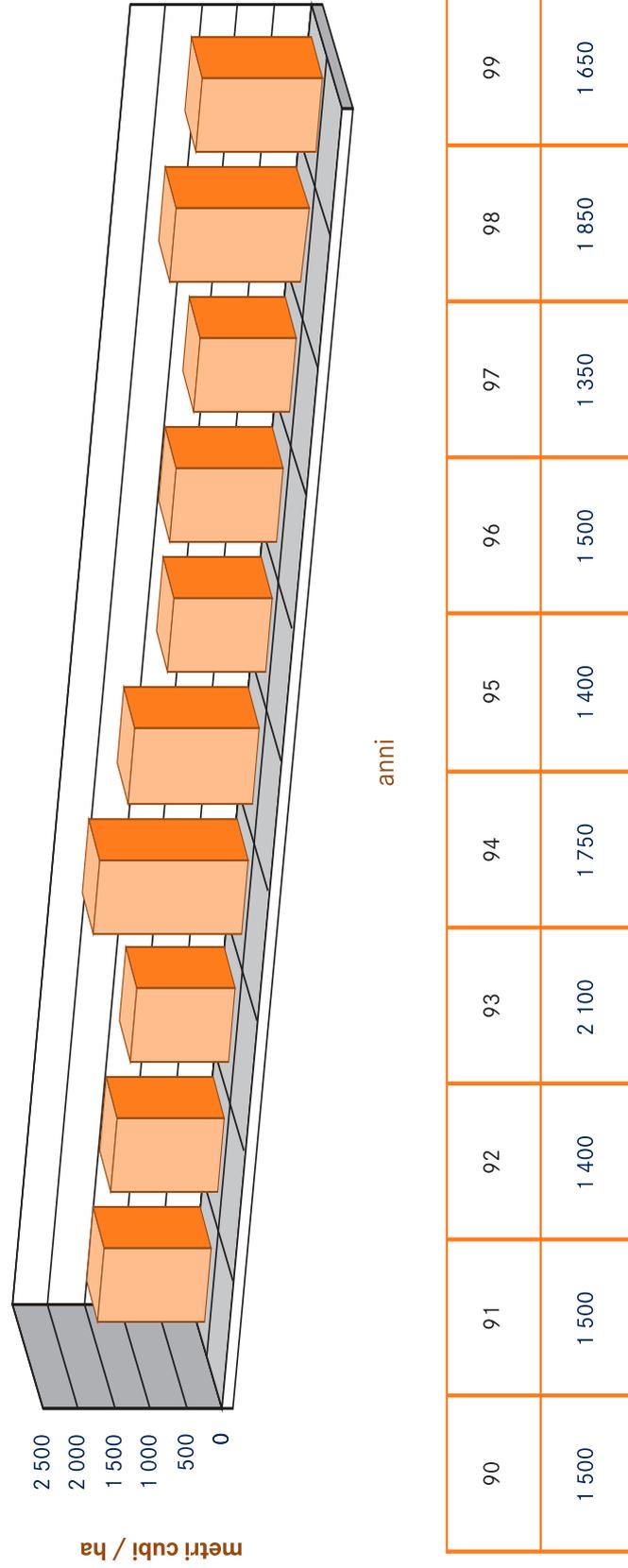
da fioritura a frutti 30 mm

da frutti 30 mm a inizio raccolta

da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa	Inizio fase	01-Giu	21-Giu	06-Lug	16-Lug	10-Ago
Max. sensibilità allo stress:			*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	0.9	1.7	2.4	3.7	2.6	
T. Sabbiosi	2.8	3.3	4.8	3.7	5.2	
T. M. Impasto	3.8	6.6	7.2	7.3	7.8	
T. Argillosi	5.6	8.3	9.6	11.0	10.4	
Turno (giorni)	3	2	2	1	2	
T. M. Impasto	4	4	3	2	3	
T. Argillosi	6	5	4	3	4	

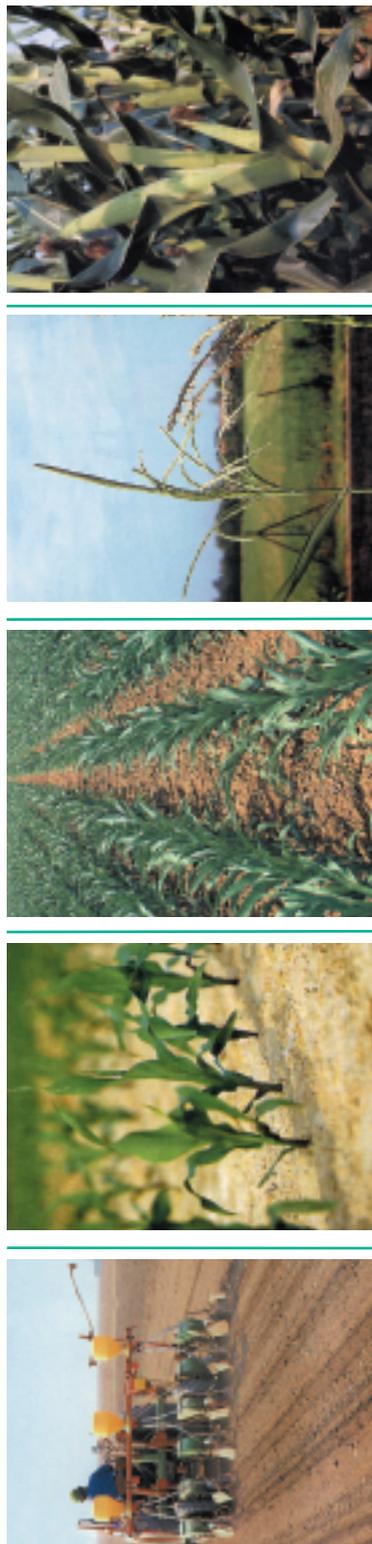
Volumi complessivi : Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



6.3 - Mais - Classe 500 - Pioggia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da semina a emergenza completa

da emergenza completa a levata 50 cm

da levata 50 cm a fioritura pennacchio

da fioritura pennacchio a maturazione lattea

da maturazione lattea a maturazione cerosa

Data indicativa inizio fase

05-Mag

17-Mag

04-Giu

11-Lug

01-Ago

Max. sensibilità allo stress:

*

ETE media (mm/giorno)

1.3

1.9

3.6

4.9

3.7

T. Sabbiosi

10.5

15.3

20.7

22.5

21.3

Volumi unitari T. M. Impasto

17.9

24.0

33.1

33.8

34.0

(mm) T. Argillosi

23.9

30.6

41.4

45.1

46.8

T. Sabbiosi

7

7

5

4

5

Turno (giorni) T. M. Impasto

12

11

8

6

8

T. Argillosi

16

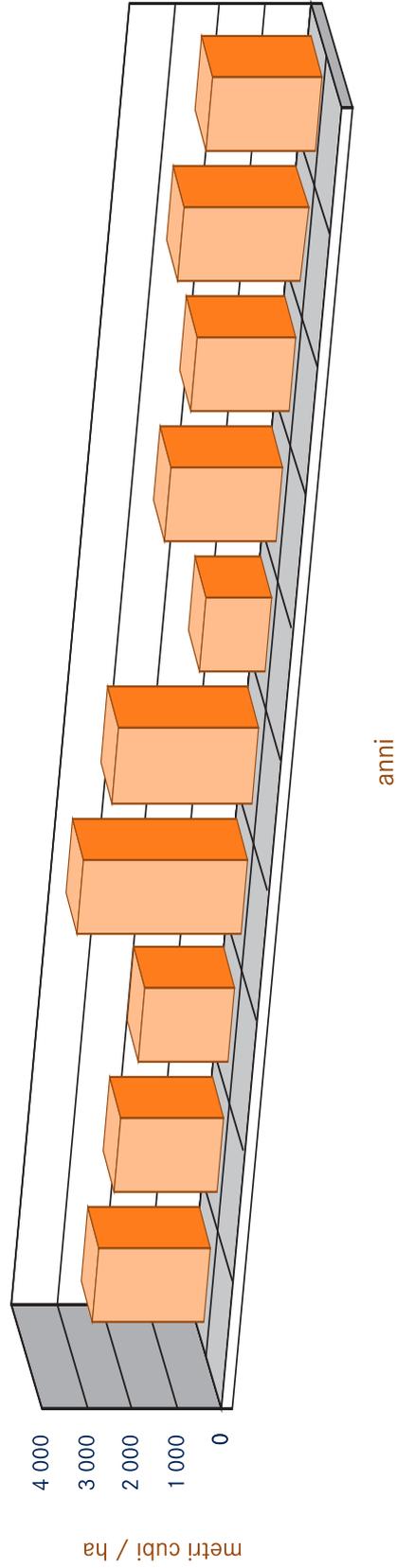
14

10

8

11

Volumi complessivi : Mais - Classe 500 - Poggia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2500 metri cubi /ha

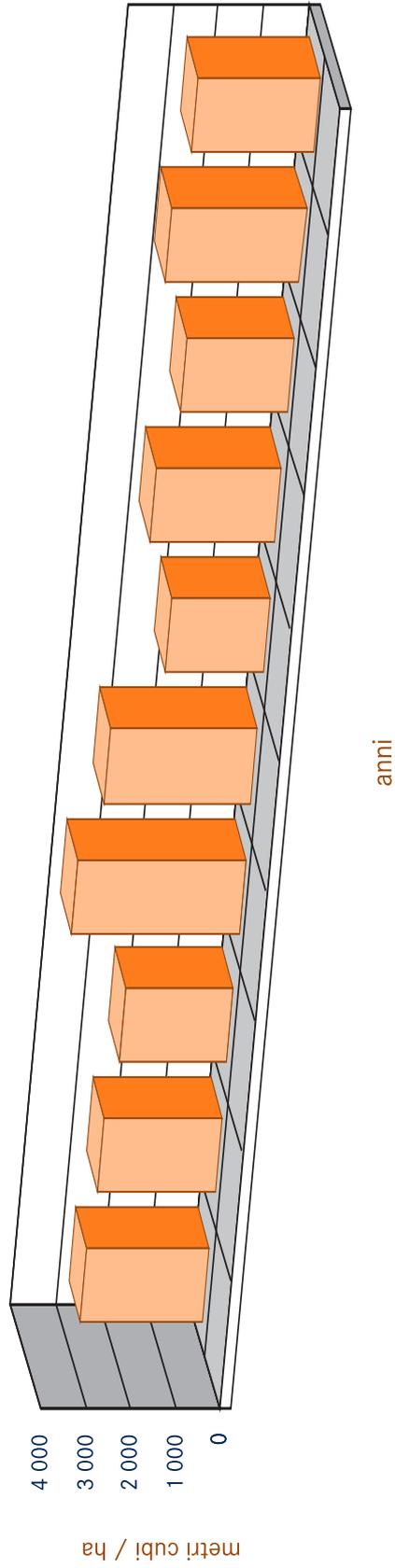
6.4 - Mais - Classe 600 - Pioggia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica

				
da semina a emergenza completa	da emergenza completa a levata 50 cm	da levata 50 cm a fioritura pennacchio	da fioritura pennacchio a maturazione lattea	da maturazione lattea a maturazione cerosa
05-Mag	17-Mag	06-Giu	16-Lug	07-Ago
Data indicativa inizio fase				
Max. sensibilità allo stress:				
ETE media (mm/giorno)				
	1.2	1.9	3.7	5.4
T. Sabbiosi				
	9.7	15.3	21.3	18.6
Volumi unitari T. M. Impasto (mm)				
	16.6	24.0	29.8	31.3
	22.1	30.6	42.6	43.5
T. Sabbiosi				
	7	7	5	3
Turno (giorni) T. M. Impasto				
	12	11	7	5
T. Argillosi				
	16	14	10	7
				5
				8
				10

Volumi complessivi : Mais - Classe 600 - Poggia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2800 metri cubi /ha

6.5 - Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a 4-5 foglie



da 4-5 foglie a fioritura



da fioritura a frutti 30 mm



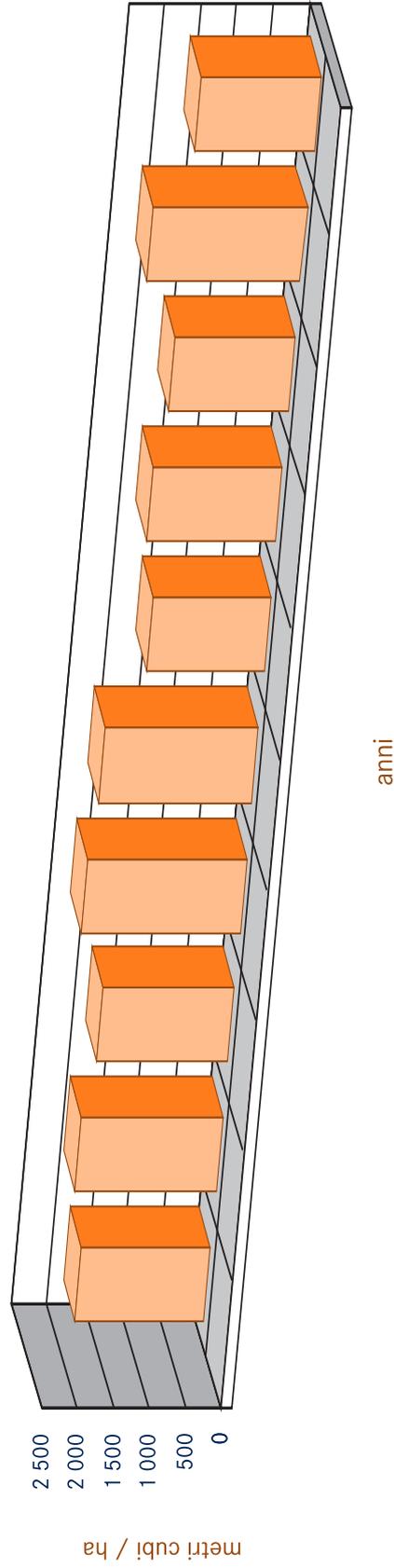
da frutti 30 mm a inizio raccolta



da inizio raccolta a fine raccolta

Data indicativa	Inizio fase	05-Giu	21-Giu	05-Lug	15-Lug	04-Ago
Max. sensibilità allo stress:				*	*	
ETE media (mm/giorno)	0.9	1.7	2.5	3.9	2.6	
T. Sabbiosi	2.8	3.3	5.0	3.9	5.1	
T. M. Impasto	4.6	6.6	7.5	7.8	7.7	
T. Argillosi	5.5	8.3	10.0	7.8	10.3	
Turno (giorni)						
T. Sabbiosi	3	2	2	1	2	
T. M. Impasto	5	4	3	2	3	
T. Argillosi	6	5	4	2	4	

Volumi complessivi : Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99

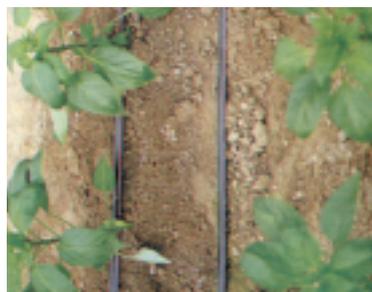


Media decennale: 1900 metri cubi /ha

6.6 - Peperone non pacciamato - Goccia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura



da inizio fioritura a prima raccolta



da prima raccolta a max copertura



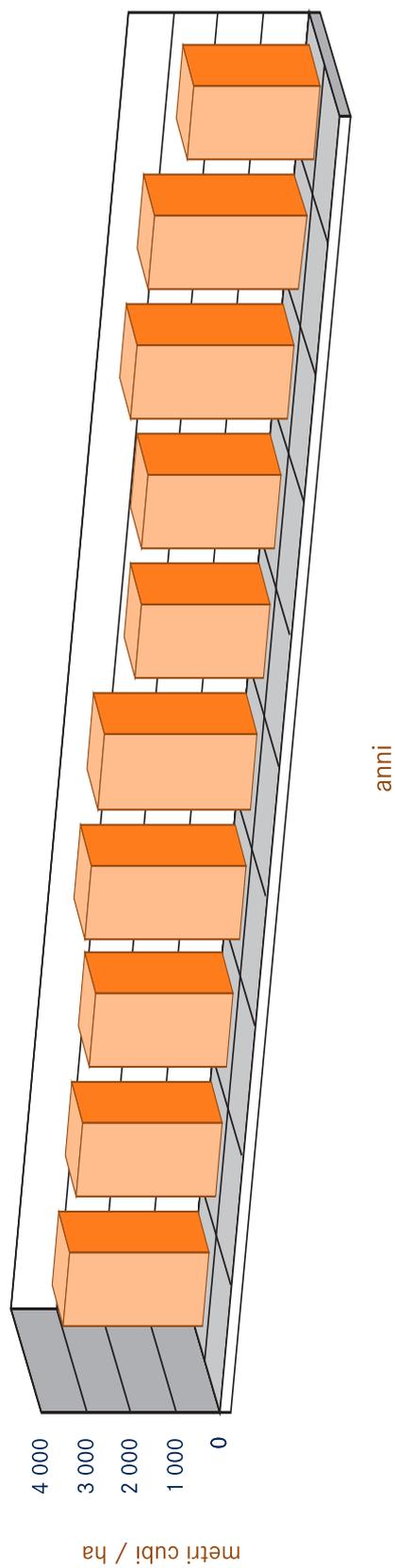
da max copertura a inizio raccolta principale



da inizio raccolta principale a fine raccolta

Data indicativa	Inizio fase	20-Mag	12-Lug	28-Ago	09-Set	16-Set
Max. sensibilità allo stress:	*	*				
ETE media (mm/giorno)	1.7	3.7	3.0	2.6	1.5	
T. Sabbiosi	5.2	3.7	6.0	5.1	4.6	
T. M. Impasto	6.9	7.4	9.0	7.7	6.2	
T. Argillosi	8.7	11.0	12.0	12.9	9.2	
Turno (giorni)						
T. Sabbiosi	3	1	2	2	3	3
T. M. Impasto	4	2	3	3	4	4
T. Argillosi	5	3	4	5	6	6

Volumi complessivi : Peperone Non Pacciamato - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 3200 metri cubi /ha

6.7 - Peperone pacciamato - Goccia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a inizio fioritura

da inizio fioritura a prima raccolta

da prima raccolta a max copertura

da max copertura
a inizio raccolta principale

da inizio raccolta principale
a fine raccolta

Data indicativa Inizio fase

15-Mag

01-Lug

23-Ago

10-Set

17-Set

Max. sensibilità allo stress:

*

*

ETE media (mm/giorno)

1.1

3.0

2.8

2.2

1.4

T. Sabbiosi

4.4

5.9

5.7

4.4

4.2

Volumi unitari
(mm)

7.6

8.9

8.5

8.9

7.1

T. Argillosi

9.8

11.8

11.3

11.1

8.5

T. Sabbiosi

4

2

2

2

3

Turno (giorni)

7

3

3

4

5

T. Argillosi

9

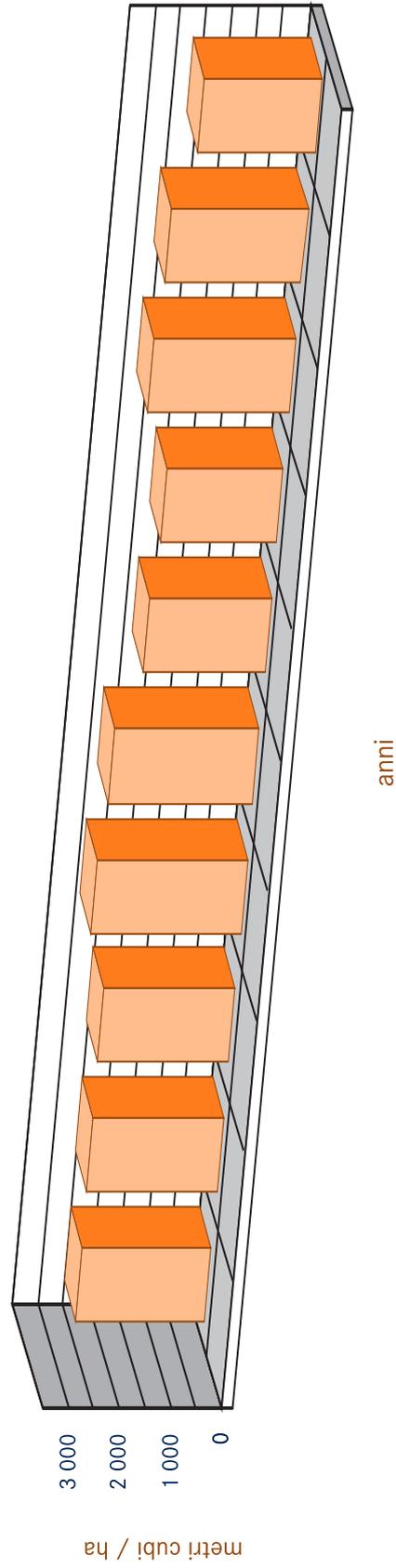
4

4

5

6

Volumi complessivi : Peperone Pacciamato - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2 600 metri cubi / ha

6.8 - Pomodoro (ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia

Zona:

Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a fioritura 1° palco



da fioritura 1° palco
a ingrossamento bacche 2° palco



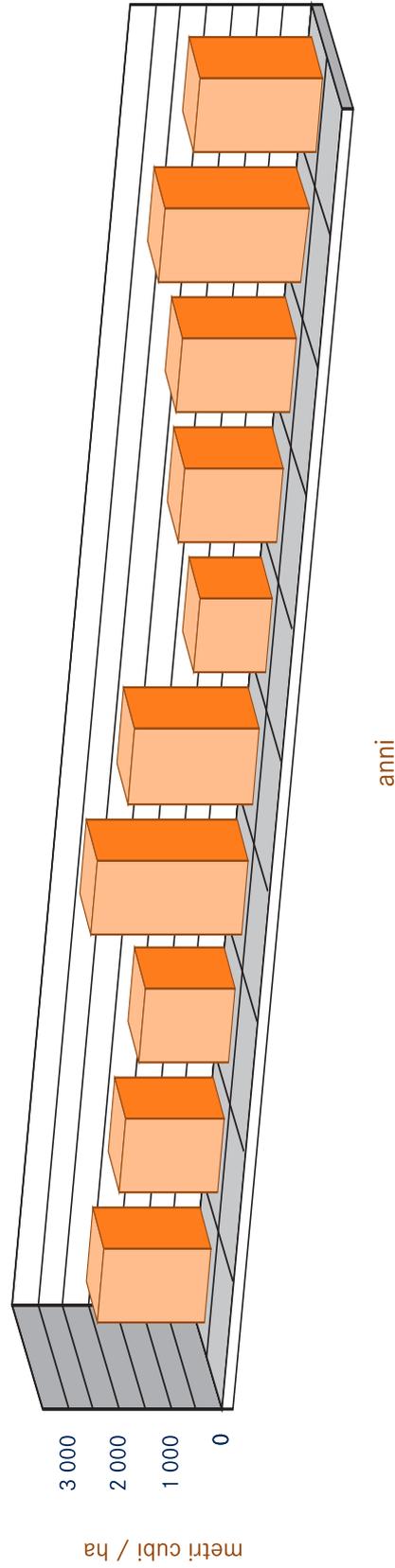
da ingrossamento bacche 2° palco
a 10% pomodori rossi



da 10% pomodori rossi
a 40% pomodori rossi

Data indicativa inizio fase	08-Mag	13-Giu	16-Lug	30-Lug
Max. sensibilità allo stress:	*	*	*	*
ETE media (mm/giorno)	1.5	3.4	5.8	5.0
T. Sabbiosi	4.4	3.4	5.8	5.0
T. M. Impasto	7.3	6.8	11.6	9.9
T. Argillosi	8.7	10.2	11.6	14.9
Turno (giorni)				
T. Sabbiosi	3	1	1	1
T. M. Impasto	5	2	2	2
T. Argillosi	6	3	2	3

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 100	1 950	1 750	2 950	2 450	1 450	1 950	2 250	2 800	2 350

Media decennale: 2200 metri cubi /ha

6.9 - Pomodoro (ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia

Zona:

Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



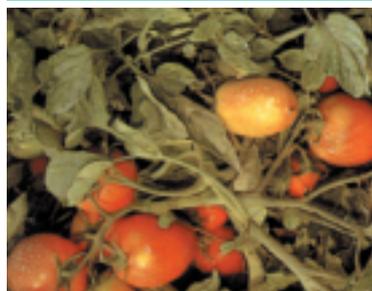
da trapianto a fioritura 1° palco



da fioritura 1° palco
a ingrossamento bacche 2° palco



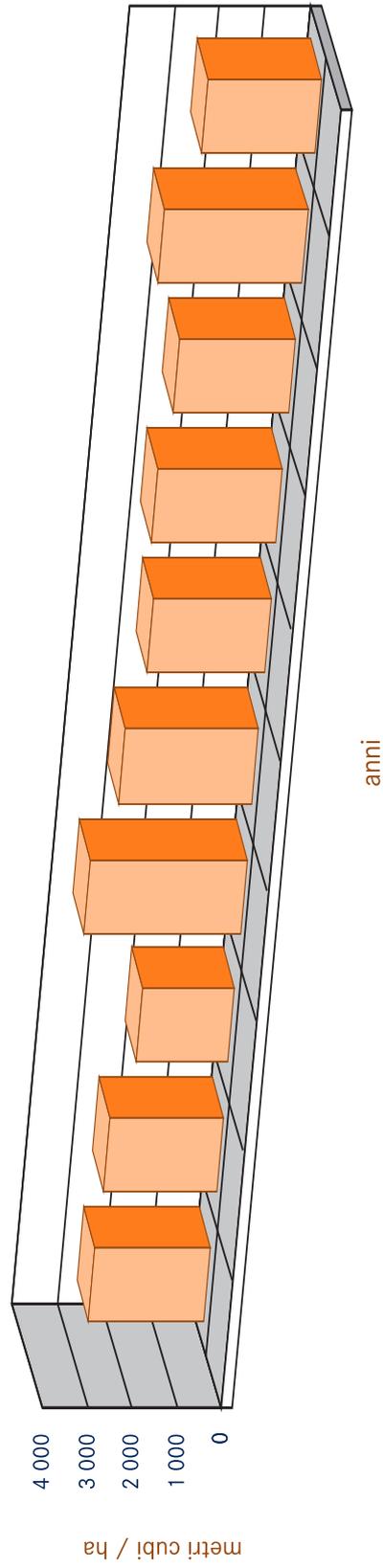
da ingrossamento bacche 2° palco
a 10% pomodori rossi



da 10% pomodori rossi
a 40% pomodori rossi

Data indicativa	Inizio fase	08-Mag	13-Giu	16-Lug	30-Lug
Max. sensibilità allo stress:		*	*	*	
ETE media (mm/giorno)	1.9	4.0	6.4	5.6	
T. Sabbiosi	8.7	13.7	14.7	19.4	
T. M. Impasto	15.2	22.8	29.3	32.4	
T. Argillosi	19.6	27.3	36.6	38.8	
Turno (giorni)					
T. Sabbiosi	4	3	2	3	
T. M. Impasto	7	5	4	5	
T. Argillosi	9	6	5	6	

Volumi complessivi : Pomodoro Industria (ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 600	2 550	2 050	3 550	3 000	2 650	2 800	2 600	3 200	2 500

Media decennale: 2750 metri cubi /ha

6.10 - Tabacco Kentucky - Goccia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a chiusura fila

Data indicativa inizio fase 25-Mag



da chiusura fila a emissione
bottone florale

12-Giu



da emissione bottone florale
a inizio raccolta

01-Ago



da inizio raccolta a fine raccolta

11-Ago

Max. sensibilità allo stress:

*

ETE media (mm/giorno)

1.9

3.7

4.1

2.2

T. Sabbiosi

7.6

11.2

12.3

13.0

Volumi unitari
T. M. Impasto

13.4

18.7

20.5

19.5

T. Argillosi

17.2

22.4

24.5

26.0

T. Sabbiosi

4

3

3

6

Turno (giorni)
T. M. Impasto

7

5

5

9

T. Argillosi

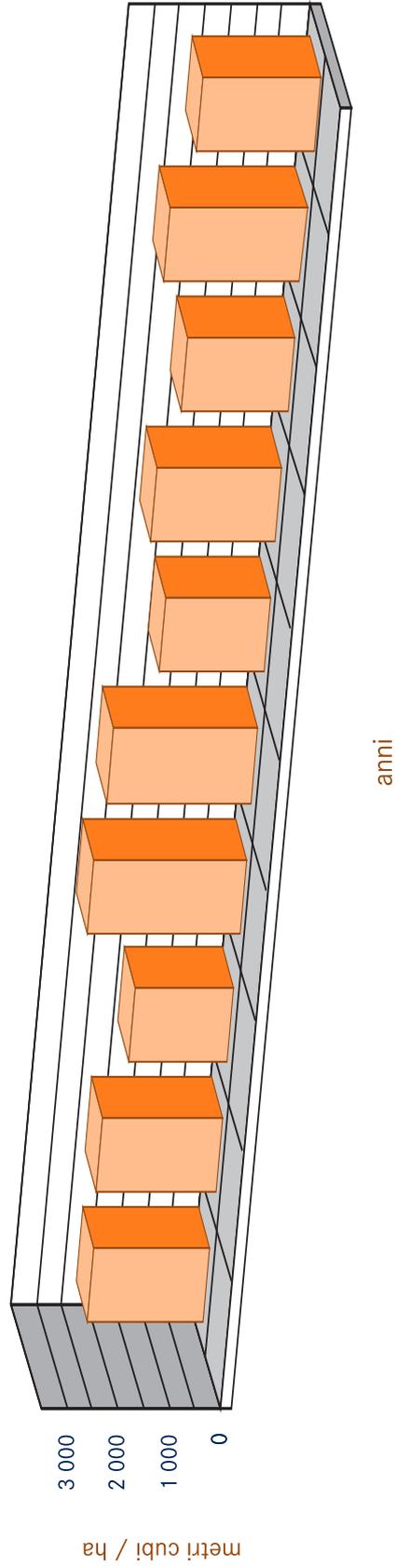
9

6

6

12

Volumi complessivi : Tabacco Kentucky - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



Media decennale: 2400 metri cubi /ha

6.11 - Tabacco V. Bright - Goccia

Zona: Val di Chiana (AR) - Stazione Meteo di riferimento: Cesa

Fase Fenologica



da trapianto a chiusura fila

Data indicativa inizio fase 25-Mag



da chiusura fila a emissione
bottone florale

12-Giu



da emissione bottone florale
a inizio raccolta

10-Ago



da inizio raccolta a fine raccolta

20-Ago

Max. sensibilità allo stress:

*

ETE media (mm/giorno)

1.9

3.8

1.6

T. Sabbiosi

7.6

11.4

12.6

Volumi unitari
(mm)

13.4

19.0

20.5

T. Argillosi

17.2

22.8

26.9

T. Sabbiosi

4

3

8

Turno (giorni)

7

5

13

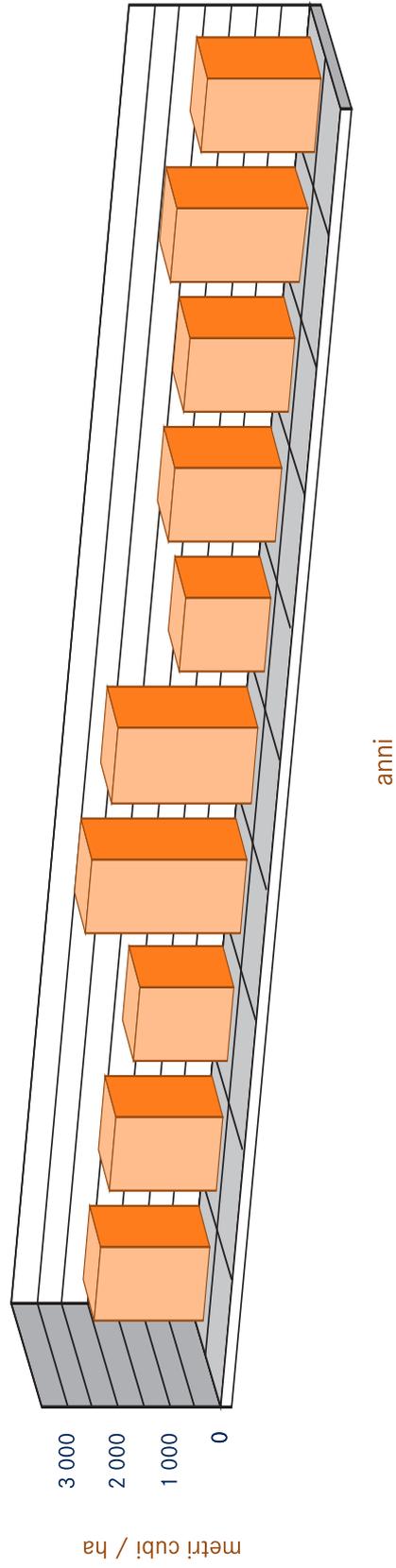
T. Argillosi

9

6

17

Volumi complessivi : Tabacco V.Bright - Goccia - Val di Chiana: Media vari terreni 90-99



90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
2 150	2 100	1 850	3 050	2 750	1 700	2 100	2 050	2 550	2 200

Media decennale: 2250 metri cubi /ha

7. Appendice

7.1 La misura diretta dell'acqua evaporata da una superficie libera (evaporimetro classe A pan)

Per il processo di evaporazione l'acqua sottrae all'ambiente una quantità di energia (calore latente) pari a circa 2.45 MJ/Kg.

La quantità di acqua evaporata da una superficie libera dipende quindi dal "potere evaporante" dell'atmosfera. Quest'ultimo è direttamente proporzionale alla temperatura dell'aria mentre varia in funzione inversa dell'umidità relativa della stessa.

Quasi tutti gli studi inerenti le problematiche irrigue attribuiscono molta importanza all'evaporazione di acqua da una superficie libera perché questa, in prima approssimazione, coincide con il fabbisogno idrico delle colture.

Lo strumento standard con il quale si misura l'acqua evaporata giornalmente dal pelo libero è l'*evaporimetro classe A pan*.

Esso è costituito da una vasca a forma cilindrica di acciaio inossidabile o in lamiera zincata, alta 25 cm e di diametro pari a 121 cm, riempito con acqua fino a 5-7.5 cm dal bordo superiore. Il fondo del recipiente è sollevato di 10-15 cm dal livello del suolo, appoggiando su intelaiatura in legno (ad esempio un pallett).

La vasca deve essere situata in posizione non ombreggiata e non riparata dai venti.

Il livello dell'acqua si misura mediante una apposita vite micrometrica sulla quale è incisa una scala in mm. Un pozzetto di calma, largo 10 cm e profondo circa 25 cm, serve a rompere le eventuali piccole onde che formandosi in superficie potrebbero falsare le misurazioni.

Le letture delle variazioni del livello dell'acqua vanno effettuate alla medesima ora del mattino (ad es. le 9) girando lentamente la vite micrometrica,

fin quando la punta tocca la superficie dell'acqua formando un piccolo menisco.

L'acqua della vasca va tenuta pulita rinnovandola periodicamente ed eliminando le eventuali alghe che generalmente si formano.

Quando l'evaporimetro tende a scurirsi occorre verniciarlo con vernice all'alluminio o allo zinco.

In definitiva l'evaporimetro è uno strumento assai prezioso, ma necessita del continuo controllo umano (al di là della misurazione che può essere fatta anche elettronicamente) e di una frequente manutenzione.

Per questo motivo alcuni ricercatori hanno cercato di mettere a punto degli algoritmi in grado di calcolare l'evaporato da evaporimetro classe A pan a partire dai dati meteo-climatici (*Fig. 1*).

Altri autori hanno invece focalizzato la loro attenzione direttamente sui consumi di una coltura presa come "riferimento", definendo con il termine "*Evapo-Traspirazione*" la sommatoria delle perdite di acqua per evaporazione dal terreno e per traspirazione dalle piante e cercando di determinarne l'entità correlandola empiricamente con il valore di alcuni parametri meteo-climatici.

7.2 Il calcolo dell'evaporato da evaporimetro di classe A secondo Tombesi-Lauciani

$$EV = a \cdot T_{Med}^{0.91} \cdot 10^{-0.008 \cdot U_{Med}} \cdot F$$

dove:

EV = acqua libera evaporata da vasca evaporimetrica classe A pan (mm/giorno)

a = costante ambientale, nelle nostre zone assunto mediamente pari a 1 se considerato annualmente, ma più correttamente inputato

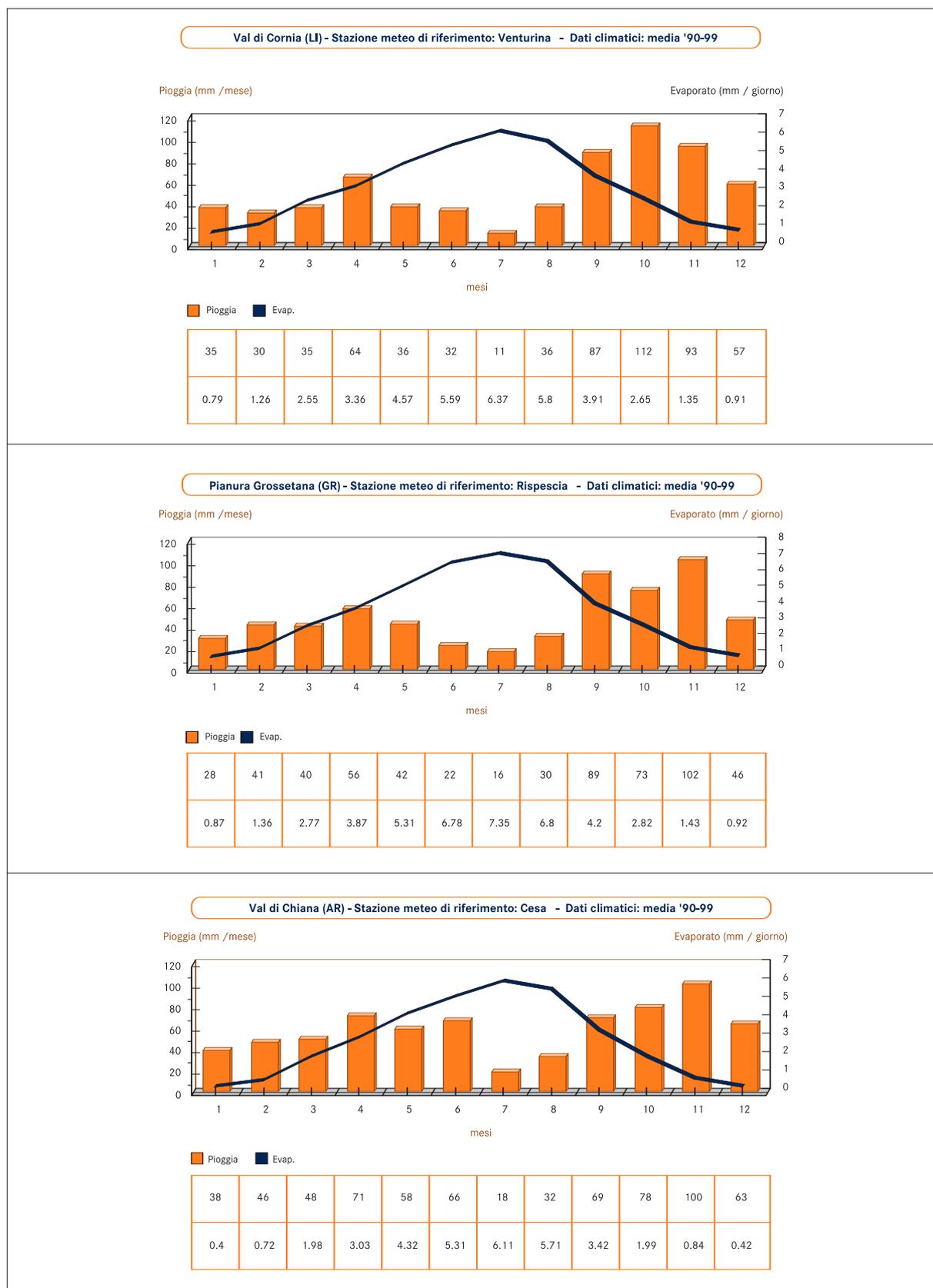


Fig. 1 - Dati climatici medi rilevati nel decennio 1990-99 nei tre principali comprensori irrigui della Toscana

come variabile mensile:

Gennaio	0.68
Febbraio	0.95
Marzo	1.23
Aprile	1.33
Maggio	1.14
Giugno	1.11
Luglio	1.00
Agosto	0.98
Settembre	1.00
Ottobre	1.00
Novembre	0.84
Dicembre	0.75

T_{med} = Temperatura Media giornaliera (in °C)

U_{med} = Umidità Media giornaliera (in %)

F = Fattore astronomico di Thornthwaite, variabile mensilmente e con la latitudine

Nelle nostre zone esso assume i seguenti valori:

Gennaio	0.81
Febbraio	0.82
Marzo	1.02
Aprile	1.125
Maggio	1.265
Giugno	1.285
Luglio	1.295
Agosto	1.2
Settembre	1.04
Ottobre	0.95
Novembre	0.805
Dicembre	0.765

7.3 Il calcolo dell'evapotraspirazione potenziale (ETP) o di riferimento (ET_0)

Per evapotraspirazione potenziale (ETP) o evapotraspirazione di riferimento (ET_0) si intende il volume di acqua perso dall'unità di superficie di terreno coperto da una vegetazione di notevole estensione (coltura standard di riferimento), bassa, omogenea, in piena attività di sviluppo, ottima-

mente rifornita di acqua e che ombreggi completamente il terreno, durante un certo periodo di tempo. Il valore dell'ETP — di per sé — non è un parametro direttamente utilizzabile nella gestione dell'irrigazione a livello aziendale, ma può essere di una qualche utilità per la redazione di bilanci stagionali a livello comprensoriale.

Per la determinazione dell'ETP sono stati messi a punto svariati modelli che la correlano a uno o più parametri meteorologici.

Alcuni di questi algoritmi di calcolo sono adatti quasi esclusivamente al computo mensile dei valori di ETP (ad esempio le formule di Thornthwaite e quella di Blaney e Criddle) mentre altri sono più specifici per il calcolo dei valori giornalieri. Tra questi ultimi quelli oggi più "accreditati" sono:

- metodo di Hargreaves
- metodo di Penman (FAO - *Quaderno 24*)
- metodo Penman-Monteith.

Il metodo di Hargreaves abbisogna come dati meteo della sola temperatura dell'aria mentre gli altri due necessitano dei dati di temperatura, umidità relativa, radiazione solare, velocità del vento ed eliofanìa.

La trattazione dettagliata di queste formule — assai complesse — esula dagli scopi di questo lavoro e pertanto, al riguardo, si rimanda alla specifica bibliografia.

I valori di ETP (o ET_0) sono comunque derivabili da quelli di EV (acqua evaporata da evaporimetro classe A pan) mediante la moltiplicazione di quest'ultimo parametro per un opportuno coefficiente Kp (coefficiente di vasca):

$$ETP = EV \cdot Kp$$

dove:

ETP = evapotraspirazione potenziale (mm/giorno)

EV = acqua libera evaporata da vasca evaporimetrica classe A pan (mm/giorno), ottenibile per misura diretta o applicando la formula di Tombesi-Lauciani

Kp = Coefficiente di vasca, variabile per le diverse condizioni di copertura vegetale, umidità relativa media e vento filato nelle 24 ore. Tale valore — perlomeno nelle nostre zone — è assunto mediamente pari a 0.8.

Tab. 1 - Valori medi di evaporato da terreno nudo per i principali comprensori irrigui toscani

Mese	Val di Cornia (LI)	Pianura Grossetana (GR)	Val di Chiana (AR)
Gennaio	0.2	0.2	0.1
Febbraio	0.3	0.3	0.2
Marzo	0.6	0.7	0.5
Aprile	0.8	0.9	0.7
Maggio	1.1	1.3	1.0
Giugno	1.3	1.6	1.3
Luglio	1.5	1.8	1.5
Agosto	1.4	1.6	1.4
Settembre	0.9	1.0	0.8
Ottobre	0.6	0.7	0.5
Novembre	0.3	0.3	0.2
Dicembre	0.2	0.2	0.1

7.4 Il calcolo dell'evaporato da terreno nudo (assenza di vegetazione o colture arboree in riposo vegetativo)

$$Ev_{tn} = EV \cdot Kp \cdot 0.3$$

dove:

Ev_{tn} = Evaporato da terreno nudo (in mm/giorno)

EV = acqua libera evaporata da vasca evaporimetrica classe A pan (mm/giorno), ottenibile per misura diretta o applicando la formula di Tombesi-Lauciani

Kp = Coefficiente di vasca, variabile per le diverse condizioni di copertura vegetale, umidità relativa media e vento filato nelle 24 ore. Tale valore — perlomeno nelle nostre zone — è assunto mediamente pari a 0.8.
(Vedi Tab. 1).

7.5 La determinazione dei coefficienti colturali (Kc) mediante lisimetri. Dall'evapotraspirazione massima (ETM) a quella effettiva (ETE). L'importanza delle curve rese/volumi ai fini della "taratura" dei Kc

Come abbiamo visto la determinazione dell'ETP, essendo questa rapportata ad una coltura standard di "riferimento" (prato di festuca), non sarebbe di alcun ausilio nella gestione dell'irrigazione in assenza di una specifica sperimentazione capace di stabilire, con sufficiente approssimazione e per tutte le fasi del ciclo colturale, i rapporti esistenti tra l'evapotraspirazione delle diverse colture, di volta in volta esaminate, e l'evapotraspirazione della coltura di riferimento (ETP o ET_0).

Tale rapporto viene detto *Coefficiente colturale* ed è indicato con la notazione Kc .

La sperimentazione volta alla determinazione dei Kc teoricamente dovrebbe essere condotta su scala territoriale, ma in prima approssimazione tutti hanno cominciato a lavorare sulle problematiche inerenti la razionalizzazione dell'irrigazione prendendo per buoni i valori riportati da Doorenbos e Pruitt nel *Quaderno FAO n. 24*.

Il metodo più classico usato nella sperimentazione dei Kc è quello che prevede l'utilizzo di appositi strumenti detti *lisimetri*.

Questi possono essere di vario tipo (a pesata, a drenaggio, ecc.), ma in ogni caso consentono il rilievo preciso e puntuale di tutti i termini del bilancio idrologico su volumi di suolo definiti, appositamente contenuti in vasche interrato all'interno di aree sufficientemente grandi e coltivate con le stesse modalità impiegate per i lisimetri.

Il rifornimento idrico del terreno nei lisimetri è automatizzato e tale da poter essere considerato "a volontà" rispetto alle esigenze delle piante in essi coltivate.

Questo fatto è molto importante, per due motivi. In primo luogo, il dato di Evapotraspirazione che si ottiene è da ritenersi concettualmente omogeneo con quello calcolabile per la coltura di riferimento (ETP o ET_0) in quanto entrambi sono relativi a colture ottimamente rifornite di acqua.

Pertanto, i coefficienti colturali ottenuti indicheranno — giorno per giorno — il rapporto tra l'evapotraspirazione massima della coltura in esame, effettuata con la specifica tecnica nello specifico comprensorio, e l'evapotraspirazione potenziale della coltura di riferimento ipotizzata per la medesima zona. Cioè:

$$K_c = \frac{ETM}{ETP}$$

In secondo luogo è molto probabile che si manifestino da parte della coltura dei consumi idrici “di lusso” esuberanti il reale fabbisogno della stessa, ininfluenti o alla lunga anche negativi sui livelli quali-quantitativi di prodotto ottenibile.

Per questo motivo è di fondamentale importanza che la sperimentazione dei K_c sia contestuale a una sperimentazione volta a determinare le cosiddette curve “rese di prodotto/volumi irrigui complessivamente distribuiti”.

Per ottenere tali curve è necessario impostare un confronto comparativo tra tesi irrigate con percentuale di ETM restituita diverse, crescenti, ad es. da 0 (testimone in asciutta) a 1.2.

Così facendo, se ad esempio, risultasse che la tesi con restituzione dell'ETM pari allo 0.8 non si discosta dalla produzione ottenuta con la tesi di piena restituzione (100% ETM) si potrebbe decurtare il K_c , precedentemente ottenuto con la sperimentazione lisimetrica, giusto di un fattore uguale a 0.8.

Facendo riferimento ad un concetto analogo Giardini (*Bibliografia*, 19) chiama questo fattore K_{DA} , coefficiente di deficienza idrica agronomicamente ottimale, ed ET_{MA} l'evapotraspirazione massima agronomica, cioè il consumo idrico della coltura che fornisce il risultato tecnico migliore.

Per gestire l'irrigazione senza indulgere in restituzioni idriche “di lusso” o addirittura agronomicamente dannose (magari alla qualità del prodotto, come nel caso della barbabietola da zucchero, ecc.) è quindi di vitale importanza assumere come Evapotraspirazione da reintegrare non tanto l'ETM quanto piuttosto l' ET_{MA} . Il calcolo dell' ET_{MA} a partire dall'acqua evaporata da evaporimetro di classe A pan sarà quindi il seguente:

$$ETP = EV \cdot K_p$$

$$ETM = ETP \cdot K_c$$

$$ET_{MA} = ETM \cdot K_{DA}$$

E quindi:

$$ET_{MA} = EV \cdot K_p \cdot K_c \cdot K_{DA}$$

Succede tuttavia che nelle reali situazioni in campo, a differenza di quanto avviene nella sperimentazione con vasche lisimetriche, il rifornimento idrico non è mai “a volontà” e la pianta, man mano che l'umidità del terreno passa dalla capacità di campo al punto di appassimento è costretta a dispendi energetici crescenti per l'assorbimento di una medesima quantità di acqua.

Superata una certa soglia critica, quando la Riserva facilmente utilizzabile si è esaurita, la pianta mette in atto dei meccanismi fisiologici di difesa dallo stress idrico — come la chiusura degli stomi — volti a frenare le perdite per traspirazione. La chiusura degli stomi comporta una stasi dell'attività fotosintetica e quindi un rallentamento o una diminuzione della produzione.

In campo quindi l'evapotraspirazione effettiva (ETE) delle colture potrà essere:

- uguale all'ETM (nell'ipotesi di un rifornimento idrico “a volontà”)
- uguale all' ET_{MA} (nell'ipotesi di un rifornimento idrico agronomicamente ottimale)
- uguale all' ET_{MA} moltiplicata per un coefficiente di deficienza idrica K_D (nell'ipotesi di un rifornimento idrico agronomicamente sub-ottimale).

Nel caso delle Schede irrigue l'ETE media giornaliera riportata per le varie fasi di tutti i processi produttivi esaminati — è da ritenersi pari all' ET_{MA} .

NOTA

All'atto pratico sovente il K_c si intende già al netto dei consumi “di lusso” e quindi in assenza di deficit idrico l'ETE sarà così calcolabile:

$$ETE = ET_{MA} = EV \cdot K_p \cdot K_c$$

dove:

ETE = Evapotraspirazione effettiva (mm/giorno)

ET_{MA} = Evapotraspirazione massima agronomica (mm/giorno)

EV = acqua libera evaporata da vasca evaporimetrica Classe A pan (mm/giorno)

K_p = coefficiente di vasca (= 0.8)

K_c = $K_c \cdot K_{DA}$

Tab. 2 - Coefficienti culturali (Kc) dei Processi Produttivi esaminati*

<i>Processi Produttivi</i>	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>	<i>Fase 5</i>	<i>Fase 6</i>	<i>Fase Stop Irrigaz.</i>
Barbabietola zucchero - Pioggia	0.30	0.40	0.70	1.10	0.95	0.70	6
Cipolla - Pioggia	0.25	0.40	0.60	0.85	0.80		5
Cocomero Pieno campo - Pacciamato - Goccia	0.20	0.30	0.45	0.70	0.75	0.35	6
Cocomero Tunnel - Pacciamato - Goccia	0.35	0.55	0.65	0.25			4
Mais - Pioggia	0.35	0.40	0.60	1.10	1.00	0.80	6
Melanzana - Pioggia	0.40	0.80	1.10	0.90			4
Melo - Goccia	0.25	0.40	0.50	0.80	0.80	0.60	6
Melone Pieno campo - Pacciamato - Goccia	0.20	0.30	0.45	0.80	0.85	0.40	6
Melone Tunnel - Pacciamato - Goccia	0.50	0.75	0.80	0.35			4
Olivo - Goccia	0.30	0.40	0.40	0.35	0.30		5
Patata - Pioggia	0.36	0.64	0.90	1.08	0.77		5
Peperone non pacciamato - Goccia	0.30	0.55	1.00	0.85	0.95	0.85	6
Peperone pacciamato - Goccia	0.15	0.40	0.85	0.75	0.85	0.85	6
Peperone non pacciamato - Pioggia	0.40	0.65	1.10	0.95	1.05	0.85	6
Peperone pacciamato - Pioggia	0.20	0.45	0.90	0.80	0.90	0.85	6
Pesco - (Media precocità) - Interfilare Lav. - Goccia	0.25	0.45	0.75	0.75	0.60		5
Pomodoro Industria (Standard) - Seminato - bina - Goccia	0.25	0.45	0.99	0.99	0.72		5
Pomodoro Industria (Standard) - Seminato - bina - Pioggia	0.33	0.59	1.09	1.09	0.83		5
Pomodoro Industria (lungo/ibrido) - Trapiantato - fila unica - Goccia	0.24	0.40	0.88	0.88	0.64		5
Pomodoro Industria (lungo/ibrido) - Trapiantato - bina - Goccia	0.30	0.50	1.10	1.10	0.80		5
Pomodoro Industria (Standard) - Trapiantato - bina - Goccia	0.27	0.45	0.99	0.99	0.72		5
Pomodoro Industria (lungo/ibrido) - Trapiantato - fila unica - Pioggia	0.35	0.59	1.09	1.09	0.83		5
Pomodoro Industria (lungo/ibrido) - Trapiantato - bina - Pioggia	0.39	0.65	1.21	1.21	0.92		5
Pomodoro Industria (Standard) - Trapiantato - bina - Pioggia	0.35	0.59	1.09	1.09	0.83		5
Pomodoro Mercato - Non Pacciamato - Goccia	0.30	0.60	0.95	0.80	0.30		5
Pomodoro Mercato - Pacciamato - Goccia	0.16	0.41	0.90	0.78	0.25		5
Tabacco Kentucky / V. Bright - Goccia	0.25	0.75	0.90	0.70	0.25		5

* In realtà ogni processo produttivo qui rappresentato può assumere caratterizzazioni diverse in termini di lunghezza del ciclo culturale a seconda della varietà utilizzata e della località. Pertanto variando la durata delle diverse fasi fenologiche, a medesimi Kc possono corrispondere esigenze idriche anche significativamente diverse.

I kc riportati nella tabella si riferiscono al primo giorno di ogni fenofase. Nel lavoro di predisposizione delle schede irrigue l'ETE media giornaliera è stata calcolata a partire da Kc variabili giornalmente per interpolazione lineare tra il valore assunto il primo giorno della fase in questione e quello assunto il primo giorno della fase successiva (tenendo conto cioè del numero di giorni mediamente necessari al passaggio di fase).

7.6 Valutazione degli apporti di falda e conseguente correzione dell'ETE

Formule per il calcolo dell'ETE al netto degli apporti di falda

Processi Produttivi con radici superficiali

Rientrano in questo gruppo non solo le colture con apparato radicale effettivamente superficiale (cipolla, patata, etc) ma anche molte altre colture pacciamate ed irrigate a goccia (cocomero, melone, peperone, pomodoro da mercato).

Terreni Sabbiosi:

$$\text{ETE}_{\text{corretta}} = \text{ETE} - \{ \text{ETE} \cdot [(-74.0144 + 8.490631 \cdot X - 0.124338 \cdot X^2 + 0.000484 \cdot X^3)/100] \}$$

Terreni Medio Impasto:

$$\text{ETE}_{\text{corretta}} = \text{ETE} - \{ \text{ETE} \cdot [(-47.82331 + 7.201768 \cdot X - 0.105087 \cdot X^2 + 0.000402 \cdot X^3)/100] \}$$

Terreni Argillosi:

$$\text{ETE}_{\text{corretta}} = \text{ETE} - \{ \text{ETE} \cdot [(-21.908625 + 4.835101 \cdot X - 0.082494 \cdot X^2 + 0.000337 \cdot X^3)/100] \}$$

Dove X = Profondità della falda espressa in cm

Processi Produttivi con radici profonde

Rientrano in questo gruppo non solo le colture con apparato radicale effettivamente profondo (arboree, barbabietola, mais, etc.) ma anche molte altre colture non pacciamate ed irrigate a pioggia (pomodoro seminato, peperone, etc).

Terreni Sabbiosi:

$$\text{ETE}_{\text{corretta}} = \text{ETE} - \{ \text{ETE} \cdot [(-76.410023 + 4.458848 \cdot X - 0.034052 \cdot X^2 + 0.00007 \cdot X^3)/100] \}$$

Terreni Medio Impasto:

$$\text{ETE}_{\text{corretta}} = \text{ETE} - \{ \text{ETE} \cdot [(-46.986014 + 3.756546 \cdot X - 0.028961 \cdot X^2 + 0.000059 \cdot X^3)/100] \}$$

Terreni Argillosi:

$$\text{ETE}_{\text{corretta}} = \text{ETE} - \{ \text{ETE} \cdot [(106.304895 + 0.60339 \cdot X - 0.010817 \cdot X^2 + 0.000027 \cdot X^3)/100] \}$$

Percentuale di ETE giornaliera "soddisfatta" dalla risalita capillare in funzione della profondità della falda (se ≤ 230 cm)

Profondità falda (cm)	Pr. Produttivi con radici superficiali			Pr. Produttivi con radici profonde		
	T. sabbiosi	T. medio impasto	T. argillosi	T. sabbiosi	T. medio impasto	T. argillosi
50	100	100	100	—	—	—
60	92	93	88	—	—	—
70	77	79	72	—	—	—
80	57	62	53	—	—	—
90	36	42	35	100	100	93
100	16	23	17	99	98	85
110	0	8	4	95	94	78
120	—	—	—	89	89	70
130	—	—	—	82	82	61
140	—	—	—	72	73	53
150	—	—	—	62	64	45
160	—	—	—	52	54	37
170	—	—	—	41	45	29
180	—	—	—	31	35	22
190	—	—	—	22	26	16
200	—	—	—	13	18	10
210	—	—	—	7	11	6
220	—	—	—	2	6	3
230	—	—	—	0	3	1

7.7 Considerazioni e suggerimenti per la valutazione della “pioggia utile”

La valutazione della frazione di pioggia “utile” per una determinata coltura è un’operazione assai difficile. A tal punto che spesso diventa l’elemento di maggior debolezza del bilancio idrico. Fermo restando l’approccio tecnico-pratico, le questioni da tener presenti sono le seguenti.

In pianura le quote di ricellamento superficiali sono generalmente modeste, salvo nel caso di terreni declivi e di violenti temporali.

La quantità di pioggia che riesce ad infiltrarsi nel terreno pianeggiante senza ristagnare in superficie dipende dalla tessitura del terreno, dalla struttura, dal grado di umidità del terreno e ovviamente dall’intensità di pioggia.

La velocità di infiltrazione, espressa in mm/ora, è elevata nei terreni sabbiosi (con valori anche superiori a 50 mm/ora) mentre si riduce a 2.5-3 mm/ora nei terreni argillosi, compatti e mal strutturati.

Piogge (o irrigazioni) con intensità oraria superiore alla velocità di infiltrazione si traducono in uno spreco di acqua e azione battente con pericolo di destrutturazione ed erosione del terreno.

Quando tutta la porosità del terreno è saturata di acqua il terreno si dice alla “capacità idrica massima”. Tale condizione — specie se prolungata — è assai problematica per le piante in quanto comporta condizioni di asfissia per le radici mentre risulta assai favorito lo sviluppo di pericolosi marciumi.

Tuttavia una volta che l’acqua è riuscita ad infiltrarsi nel terreno soggiace alla risultante delle diverse forze presenti: gravitazionali, di attrazione elettrica sui colloidali organici e argillosi, di osmosi verso i succhi cellulari delle radici, di risalita capillare verso la superficie ed infine al calore di evaporazione.

La suscettibilità dell’acqua alle forze gravitazionali e quindi la tendenza a permeare negli strati di terreno sottostanti dipende in larghissima misura dalla percentuale di macropori presenti nel terreno.

Pertanto ancora una volta i terreni sabbiosi e quelli tendenzialmente sciolti evidenziano i più alti indici di permeabilità (sino ad un massimo di 120 mm/ora) mentre quelli argillosi possono non oltrepassare i 2.5 mm/ora.

La presenza di teli o altri materiali con funzioni di pacciamatura sulla fila riduce l’area utilizzabile dall’acqua piovana per l’infiltrazione nel terreno, aumentando invece la quantità di acqua che — ristagnando in superficie — si espone repentinamente all’evaporazione.

Al tempo stesso la pacciamatura limita drasticamente l’evaporazione di acqua dal terreno bagnato: evenienza del tutto gradita in assenza di pioggia ma temibile dopo forti acquazzoni, specie su terreni tendenzialmente argillosi o salini.

Per calcolare la pioggia utile in presenza di colture pacciamate possiamo considerare corretta una decurtazione pari ad almeno un terzo della pioggia totale. Questo perlomeno sino a quando la copertura vegetale non ricopre completamente la fila. A quel punto gli stomi fogliari hanno infatti la possibilità di assorbire le gocce di acqua intercettate dalle lamine fogliari prima che queste arrivino sulla superficie pacciamata.

Altrettanto empiricamente — sempre al fine di determinare il quantitativo di pioggia utile — possiamo suggerire di dimezzare il valore di ogni pioggia avente carattere temporalesco, cioè quelle con intensità oraria superiore ai 15 mm.

Sono invece da considerarsi nulle le piogge inferiori o uguali a 2 mm.

7.8 Tessitura del terreno e costanti idrologiche

- *Capacità Idrica Massima (C.I.M.):* è la quantità di acqua contenuta nel terreno saturo (espressa in % del peso del terreno secco);
- *Capacità di campo (C.C.):* è la quantità di acqua contenuta nel terreno quando tutti i micropori sono ripieni di acqua ed i macropori di aria (espressa in % del peso del terreno secco);
- *Punto di appassimento permanente (P.A.):* è la quantità di acqua che residua nel terreno quando la pianta appassisce (espressa in % del peso del terreno secco);
- *Acqua disponibile (A.D.):* è la differenza tra la quantità di acqua presente nel terreno rispettivamente alla capacità di campo e al punto di appassimento (espressa in % del peso del terreno secco);
- *Riserva facilmente utilizzabile (R.F.U.):* è la frazione di acqua disponibile che la pianta può utilmente assorbire senza eccessivi dispendi energetici e quindi prima di mettere in atto meccanismi di risposta allo stress idrico (chiusura stomi e quindi conseguente arresto della fotosintesi e stasi produttiva);
- *Densità apparente (o peso specifico apparente):* è il peso dell’unità di volume di terreno comprensivo degli spazi vuoti (espresso in kg/dm³ o t/m³).

Tipo terreno	densità apparente	Umidità in % del peso del terreno secco		In % del Volume del terreno	
		alla capacità di campo	al punto di appassimento	Acqua disponibile (CC-pPA)	
sabbioso	1.45	14	7	7	10
medio impasto	1.35	22	10	12	16
argilloso	1.20	35	17	18	22

7.9 Calcolo del Volume Irriguo

Premesso che con il diffondersi dei sistemi di irrigazione a goccia l'enfasi attorno al concetto di Volume irriguo è andata progressivamente calando a favore del concetto di ETE (semplificando un po': si irriga la coltura e non il terreno), i parametri necessari per il calcolo sono:

- *Profondità delle radici*: l'ipotesi è infatti quella di riportare l'umidità del terreno ad un livello prefissato (\leq alla capacità di campo), ma solo nello strato di terreno dove sono concentrate la maggior parte delle radici attive. È un parametro variabile con la coltura e con la fase fenologica;
- *Acqua disponibile*: specifica per il tipo di terreno in questione (in % sul volume del terreno);
- *Riserva facilmente utilizzabile reintegrata*: specifica per la coltura e la fase fenologica. È la percentuale di acqua disponibile che verrà reintegrata con l'irrigazione. Nel caso coincida con la R.F.U. significa che si intende riportare l'umidità del terreno alla capacità di campo;
- *Coefficiente efficienza sistema irrigazione*: è il rapporto tra l'acqua effettivamente utilizzabile dalla coltura e l'acqua erogata dall'impianto (espresso in percentuale).

Formula per il calcolo

$$\text{Volume Irr.} = \frac{Pr \cdot (AD/100) \cdot (RFU_r / 100) \cdot 10\,000}{(K_{eff} / 100)}$$

dove:

Pr = profondità radici

AD = acqua disponibile

RFU_r = RFU reintegrata

K_{eff} = coefficiente efficienza sistema irriguo.

Esempio:

Coltura: Melanzana (pioggia)

Fase Fenologica: 2[^] - da inizio fioritura a inizio raccolta

Profondità radici: 0.4 m

Acqua disponibile: 16% (terreno di medio impasto)

$RFU_{reintegrata}$ = 30% dell'acqua disponibile (si ipotizza di reintegrare questa quota)

$Coeff._{sistema_irriguo}$ = 85% (aspersione)

$$\text{Volume Irriguo (m}^3/\text{ha)} = \frac{0.4 \cdot 0.16 \cdot 0.3 \cdot 10000}{0.85} = 226$$

7.10 Esempio di gestione "pilotata" dello stress idrico (minimo danno)

L'irrigazione del Mais (classe 600) per aspersione in Val di Chiana (AR) comporta mediamente un fabbisogno di 2800 m³/ha.

Ipotizzando che il disciplinare di produzione integrata rivolto al contenimento degli input preveda un tetto massimo di 2500 m³/ha, si vuole ridurre conseguentemente il Volume complessivo da somministrare a detta coltura minimizzando però al tempo stesso gli effetti negativi sulla produzione di granella.

Dalla lettura della relativa scheda irrigua ricaviamo i seguenti dati:

Fase Fenologica: 4[^] - da fioritura pennacchio a maturazione latte (esempio)

ETE media giornaliera: 5.4 mm

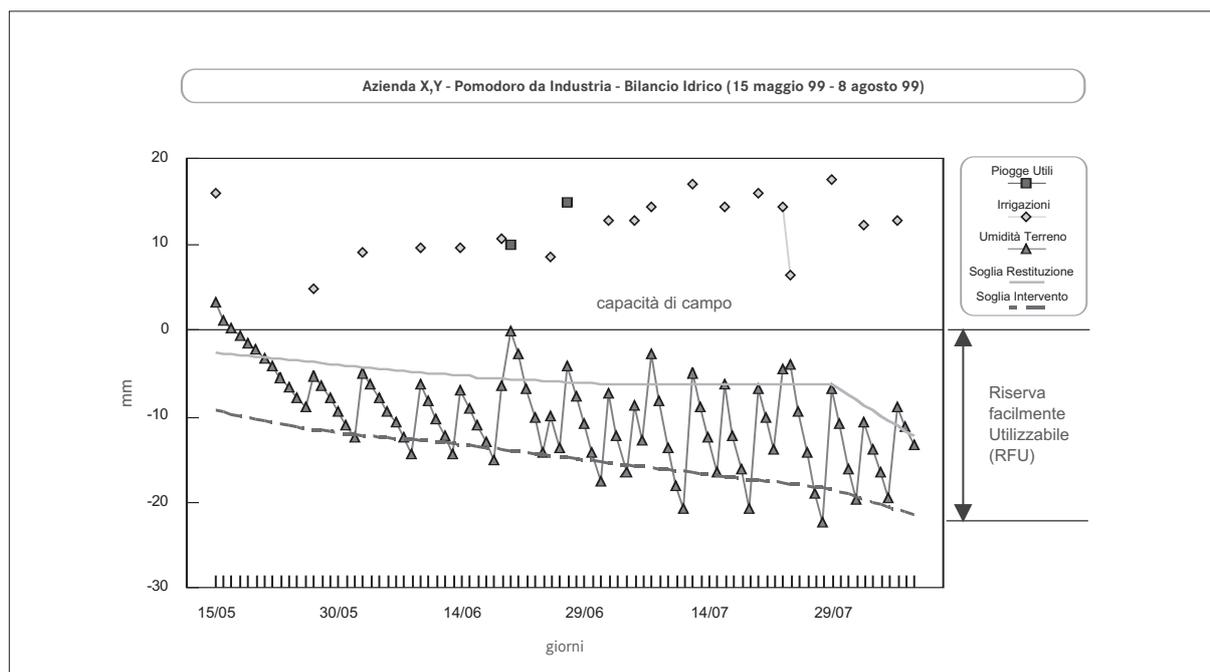
Volume consigliato (terreno di medio impasto): 31.1 mm

Turno consigliato (terreno di medio impasto): 5 giorni

Soglia massima di restituzione dell'ETE mediamente ammissibile durante l'intero ciclo della coltura: 89% dell'ETE (pari al rapporto 2500/2800)

Criteri per l'individuazione della più corretta percentuale di restituzione giornaliera dell'ETE da adottare nelle diverse fasi fenologiche

La quota di restituzione giornaliera dell'ETE può essere scelta in maniera discrezionale tra i



Esempio di graficazione di un Bilancio Idrico monitorato dal "Servizio Telematico Irrigazione" dell'ARSIA (1999)

valori ammissibili, cioè inferiori al valore soglia (pari in questo caso all'89%).

In linea teorica sarebbe auspicabile adottare soglie di restituzione differenziate per fenofase a seconda della specifica sensibilità allo stress (da questo punto di vista la fase presa come esempio è proprio una di quelle maggiormente sensibili).

Tuttavia poiché il Volume complessivo — pari a 2800 m³/ha — è già al netto di tutte le piogge utili che mediamente si verificano in Val di Chiana durante il ciclo colturale del Mais (classe 600) occorre realisticamente fare i conti solo con quelle fasi in cui solitamente non si verificano delle piogge. Di conseguenza la percentuale di restituzione dell'ETE da adottare nelle fasi "siccitose" deve necessariamente essere minore di quella mediamente ammissibile per l'intero ciclo, con un criterio sufficientemente prudenziale.

Restituzione giornaliera adottata in questa fase:
80% ETE = 5.4 • 0.8 = 4.32 mm

Durata della fase: 21 giorni (dal 16/7 al 6/8)

Risparmio conseguibile in questa fase: 21 • (5.4 – 4.32) = 22.7 mm (227 m³/ha)

Turni possibili (≤ a 6 giorni): 5; 4 (sotto 4 non è proponibile dato il sistema di irrigazione)

Volumi possibili: con turno di 5 giorni (massimo valore opzionabile): 5 • 4.32 • 1.15 = 24.8
con turno di 4 giorni (massimo valore opzionabile): 4 • 4.32 • 1.15 = 19.9

Come prevedibile il risparmio conseguibile in questa fenofase da solo non è sufficiente ad abbassare il Volume complessivo da somministrare alla coltura sotto i 2500 m³/ha.

Un ulteriore risparmio idrico (pari a 2800-227 = 2573 m³/ha) si rende quindi necessario a carico delle altre fasi fenologiche "siccitose", sostanzialmente la terza (da levata 50 cm a fioritura pennacchio) e la quinta (da maturazione latte a maturazione cerosa).

8. Bibliografia

- 1 AUTORI VARI - *La gestione dell'acqua nell'agricoltura toscana*. Atti del Convegno regionale, Alberese 1996 a cura di BUCCIANINI V., NUOLI S. - ARSIA, Firenze, 1998.
- 2 BALDONI R., GIARDINI L. - *Coltivazioni erbacee*. Patron Editore, Bologna 1982.
- 3 BARBIERI G. - *L'irrigazione delle colture ortive in piena aria*. Atti del convegno "L'irrigazione in ortofrutticoltura". Verona, 1988.
- 4 BATTILANI A., DI CANDILO M. - "L'irrigazione". Terra e vita. Supplemento al n. 8 - *Pomodoro. Linee tecniche di produzione integrata* - 1997.
- 5 BATTILANI A., GENOVESI R. - *La programmazione irrigua per le produzioni integrate in Emilia-Romagna* - L'Informatore Agrario, 21/96.
- 6 BATTISTA P., BENINCASA F., DUCE P., PELLIZZARO G. - *Metodi agrometeorologici per il calcolo dei fabbisogni irrigui* - Ce.S.I.A., 1994.
- 7 BERTOLACCI M. - "È importante contenere le inefficienze e gli sprechi". Terra e vita. Supplemento al n. 10 - 1997.
- 8 BUTI R., DANESI F., NUTINI F. - *Indagine conoscitiva sullo stato e sulle prospettive dell'irrigazione in Toscana* - ARSIA, Giunta Regionale, Firenze, 1996.
- 9 CONSORZIO DI BONIFICA DI SECONDO GRADO PER IL CANALE EMILIANO-ROMAGNOLO - *Schede irrigue*. Seconda edizione Edagricole, Bologna, 1986.
- 10 CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA - *Guida al riconoscimento delle fasi di sviluppo*. Il divulgatore, Bologna, 10 - 1989.
- 11 CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA - *Irrigare come e quando*. Il divulgatore, Bologna, 11 - 1987.
- 12 CONSORZIO GENERALE DI BONIFICA - (Provincia di Ferrara) - *Il pluviometro*. Ferrara, 1994.
- 13 CULICCHI M., MAESTRINI L. - *Ottimizzazione dell'uso dell'acqua per scopo irriguo* - ARSIA, Firenze, 1994.
- 14 DOOREBOS J., PHRUITT W.O. - *Guidelines for predicting crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper n. 24, 1977.
- 15 GENOVESI R. - *L'irrigazione in frutticoltura e colture protette*. Agricoltura, dicembre 1991.
- 16 GIAMPIERI G., GIANNINI A. - *L'assistenza tecnica per l'irrigazione. Un modello sperimentato dai Servizi di Sviluppo della Toscana*. AGRO ambiente, n. 5/6, 1996.
- 17 GIANNERINI G., ROBOTTI F. - *Confronto tra Italia e Francia sui servizi telematici di assistenza all'irrigazione* - Informatore Agrario n. 47, 1994.
- 18 GIARDINI L., BORIN M., GRIGOLO U. - *Taratura del metodo del bilancio idrico per la scelta del momento dell'intervento irriguo*. Irrigazione e drenaggio, Edagricole, 4 - 1992.
- 19 GIARDINI L., *Agronomia generale*. Terza edizione, Patron Editore, Bologna, 1986.

- 20 ISTITUTO SPERIMENTALE PER LA NUTRIZIONE DELLE PIANTE - ROMA. *Produttività potenziale e classificazione dei terreni. Nota 1. Valle del fiume Sacco*. Suppl. Annali 1985.
- 21 M.A.F., CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA - *Programma Irrigazione Videotel. Parametri licenziati dal gruppo di lavoro per l'affinamento dei parametri (coefficienti colturali)*, Bologna, 1993.
- 22 M.A.F., CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA - *Progetto per lo sviluppo dell'impiego del Videotel per il miglioramento della pratica irrigua. Seminario di approfondimento per tecnici. 2° incontro*, Roma, Giugno 1991.
- 23 M.A.F., CONSORZIO DELLA BONIFICA RENANA - *Progetto per lo sviluppo dell'impiego del Videotel per il miglioramento della pratica irrigua. Seminario di approfondimento per tecnici. 4° incontro*. Roma, Dicembre 1991.
- 24 MEGALE P.G., BERTOLACCI M., GROSSI P., PERIOLI R. - *Consumi idrici delle colture apporti e danni da falde freatiche superficiali*. Agricoltura Toscana, 1/2, 1989.
- 25 SILVESTRI G., SIVIERO P. - *La coltivazione del pomodoro da industria*. Informatore Agrario, 1991.
- 26 SIVIERO P. - *La coltivazione del melone*. Informatore Agrario, 1993.
- 27 SIVIERO P., GALLERANI M. - *La coltivazione del peperone*. Informatore Agrario, 1992.
- 28 SIVIERO P., MOTTON M.S. - *La coltivazione del pomodoro da mensa*. Informatore Agrario, 1995.

Finito di stampare
nel maggio 2000
da EFFEEMME LITO srl
a Firenze
per conto di
ARSIA • Regione Toscana