



***Corso di Idraulica Agraria
ed Impianti Irrigui***

Docente: Ing. Demetrio Antonio Zema

Lezione n. 11: Generalità sugli impianti irrigui

Anno Accademico 2011-2012

1

Metodi irrigui

2

Metodi irrigui

Modalità con le quali si realizza l'**apporto idrico** allo **strato di suolo** dal quale le piante possono agevolmente approvvigionarsi (**strato utile**)

Possono essere genericamente classificati in:

- ✓ **gravitazionali** → sfruttano la sola **forza di gravità** per il movimento dell'acqua durante l'adacquamento
- ✓ **in pressione** → richiedono acqua con **pressione superiore all'atmosferica**, ottenuta **naturalmente** (per diminuzione di quota) od **artificialmente** (mediante sollevamento)

3

Metodi irrigui

➤ **Gravitazionali**

- ✓ sommersione
- ✓ scorrimento
- ✓ infiltrazione laterale
- ✓ subirrigazione freatica

➤ **In pressione**

- ✓ aspersione
- ✓ microirrigazione
- ✓ subirrigazione capillare

4

Metodi irrigui

Sommersione

Comporta l'immissione sulle parcelle irrigue di portate idriche tali da consentire la loro **completa sommersione**

Le parcelle irrigue hanno **superficie piana** con **pendenza nulla o ridottissima**

Vengono realizzate **zone da sommergere**, con forma più o meno regolare, limitate da **arginelli** ($h = 5 \pm 20$ cm) interrotti da **tagli** o da **paratoie di presa e di scarico** per l'immissione e l'eliminazione regolata delle acque

5

Metodi irrigui

Sommersione continua

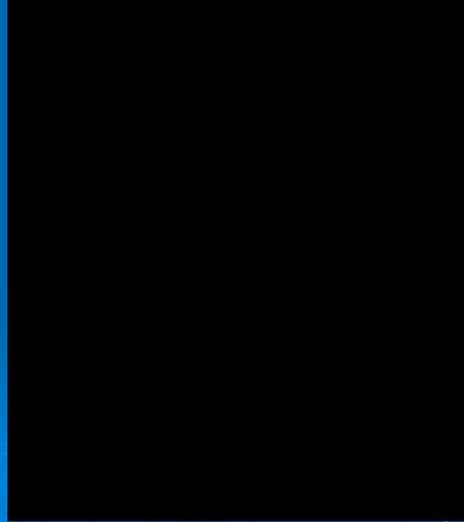
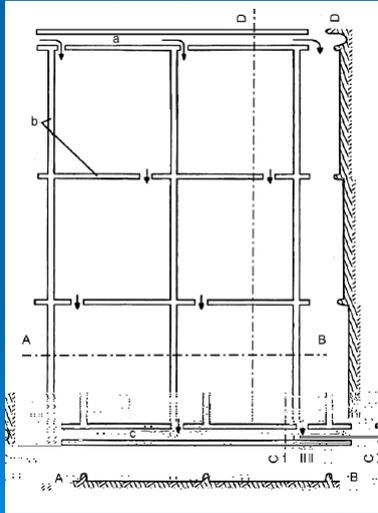
La parcella irrigua è chiamata "**camera**" o "**scomparto**" ed è delimitata da **argini** atti a garantire il contenimento dell'acqua di sommersione

La **superficie degli scomparti** può variare entro limiti molto ampi (fino ad alcuni ettari) in relazione alle **caratteristiche** ed alla **giacitura dei terreni**

6

Metodi irrigui

Sommersione continua



Metodi irrigui

Sommersione discontinua

Tale metodo trova applicazione in pieno campo mediante **particolari sistemazioni del terreno** (a rasole, aiuole, conche) e negli **orti**

Lo strato di sommersione permane solo per il **tempo necessario all'infiltrazione del volume di acqua immesso** durante l'adacquamento



Metodi irrigui

Scorrimento

I vari metodi per scorrimento vengono classificati in base alla **sistemazione data al terreno** ai fini irrigui:

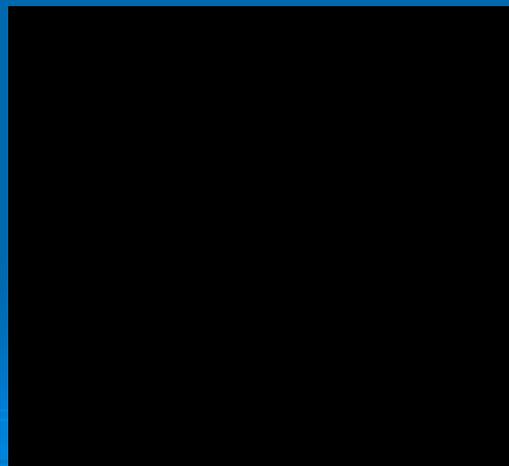
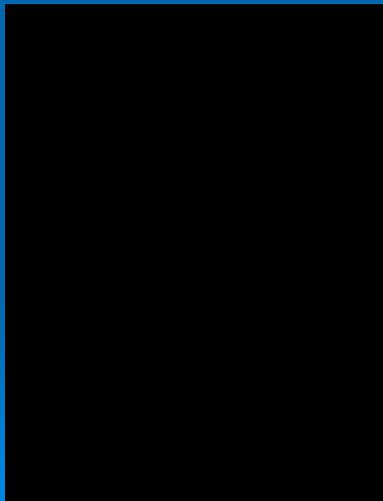
- ✓ su **spianata**
- ✓ su **campoletto**
- ✓ su **ala semplice**
- ✓ su **ala doppia**

Nel caso di terreno non sistemato si parla di **scorrimento naturale**

11

Metodi irrigui

Scorrimento su spianata



12

Metodi irrigui

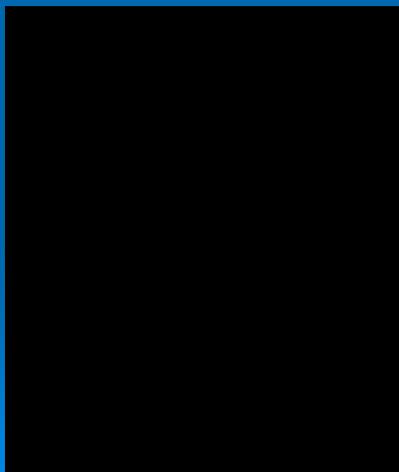
Scorrimento su campoletto



13

Metodi irrigui

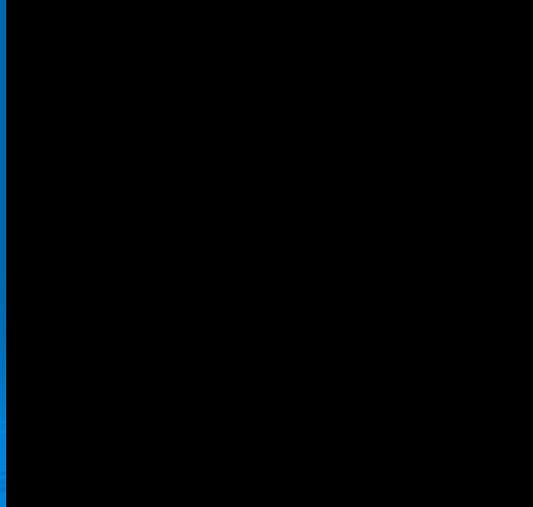
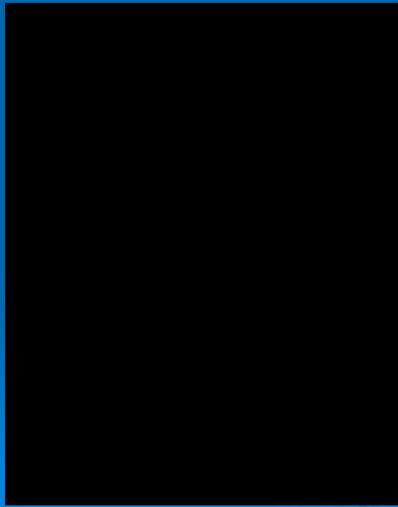
Scorrimento su ala semplice



14

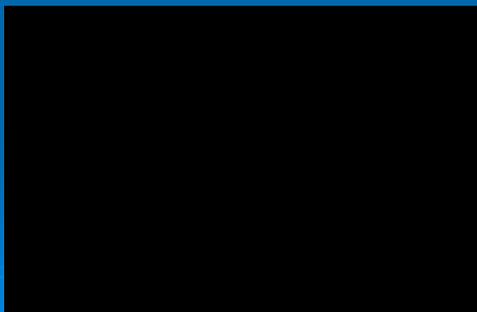
Metodi irrigui

Scorrimento su ala doppia



Metodi irrigui

Scorrimento



Metodi irrigui

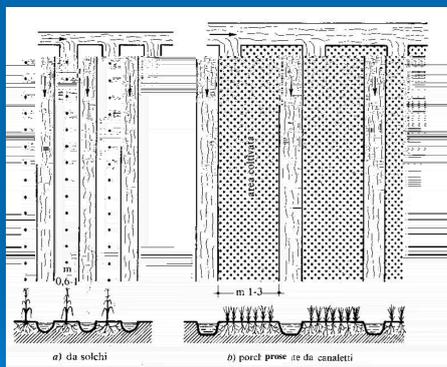
Infiltrazione laterale

Si adatta bene nel caso di **colture a file** soggette a rincalzatura con formazione di **solchi** tra le file o **nel** caso di **arboreti** con formazione di **conche**

17

Metodi irrigui

Infiltrazione laterale da solchi



18

Metodi irrigui

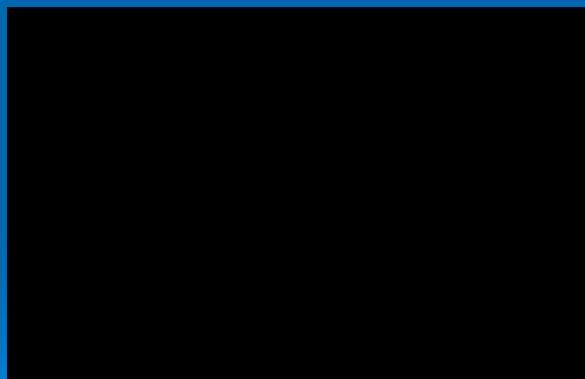
Infiltrazione laterale da conche



19

Metodi irrigui

Infiltrazione laterale



20

Metodi irrigui

Subirrigazione freatica

➤ Consiste nella immissione dell'acqua nella rete drenante aziendale superficiale (fossi) o sotterranea (dreni tubolari), in modo da provocare l'innalzamento della superficie libera della falda sino ad una quota tale da consentire un sufficiente flusso di risalita verso lo strato radicale



➤ Risulta utilizzabile nelle zone con falda freatica poco profonda

21

Metodi irrigui

Irrigazione per aspersione o a pioggia

L'acqua è erogata sotto forma di pioggia artificiale realizzata da apparecchi erogatori ("irrigatori") alimentati da condotte in pressione

22

Metodi irrigui

Irrigazione per aspersione o a pioggia

➤ Vantaggi rispetto ai metodi gravitazionali:

- ✓ riproduzione delle condizioni più naturali di adacquamento (pioggia)
- ✓ minore necessità di sistemazione degli appezzamenti
- ✓ minori dotazioni irrigue specifiche
- ✓ possibilità di irrigare terreni collinari con elevati contenuti argillosi
- ✓ possibilità di adottare irrigazione polivalente (trattamenti, fertirrigazione, ecc.)

23

Metodi irrigui

Irrigazione per aspersione o a pioggia

➤ Svantaggi rispetto ai metodi gravitazionali:

- ✓ generale necessità del sollevamento delle acque, per fornire agli irrigatori la pressione di esercizio
- ✓ forti perdite per evaporazione al getto, specie in presenza di ventilazione
- ✓ disuniformità di irrigazione

24

Metodi irrigui

Microirrigazione

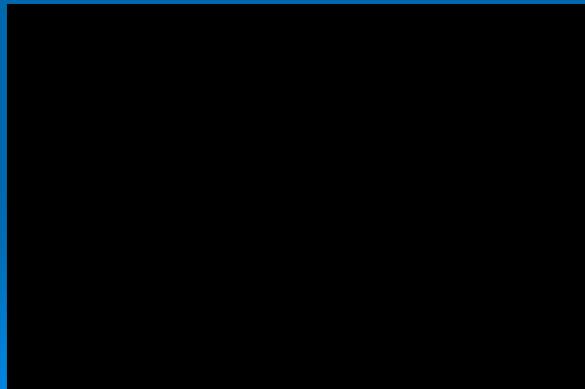
- **Erogazione localizzata** in prossimità delle singole piante o lungo le file di **piccoli volumi d'acqua**, somministrati con **frequenza elevata** e calcolati per reintegrare le **perdite evapotraspirative** del periodo
- Metodo che consente di realizzare **un'elevata efficienza di adacquamento**, utilizzare razionalmente **volumi d'acqua ridotti**, veicolare facilmente **sostanze fertilizzanti** ed attuare **l'automazione**
- **L'elevato costo d'impianto** ne limita l'utilizzazione al settore delle **vivaistica**, delle **colture pregiate** (frutteti, orti, serre) e delle **piante da giardino e da terrazzo**

25

Metodi irrigui

Subirrigazione

L'acqua irrigua viene erogata **al di sotto della superficie del suolo**

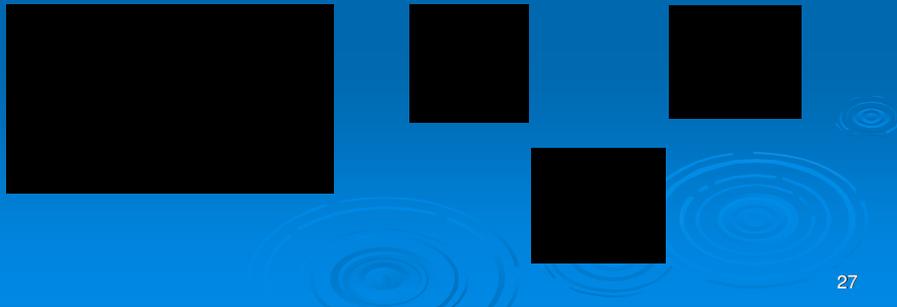


26

Metodi irrigui

Subirrigazione capillare o infiltrazione sotterranea

- Si immette l'acqua irrigua **direttamente nello strato radicale** mediante **tubazioni disperdenti interrate** a profondità tale da evitare danneggiamenti durante le lavorazioni del suolo



27

Configurazione di un impianto irriguo

28

Componenti principali degli impianti irrigui

- **settore** (o **unità irrigua**): insieme delle condotte e dei relativi raccordi a servizio del **gruppo di erogatori funzionanti contemporaneamente**
- **erogatore**: apparecchio idoneo alla somministrazione dell'acqua alla pianta
- **ala erogatrice**: condotta che porta gli erogatori direttamente o tramite tubicini di piccolo diametro

29

Componenti principali degli impianti irrigui

- **condotta di testata** (o **testa del settore** o **testata collettrice**): condotta che alimenta le ali
- **condotta principale**: condotta che adduce e distribuisce l'acqua ai diversi settori
- **condotta secondaria**: condotta di collegamento tra **gruppo di comando** e **testa di settore**

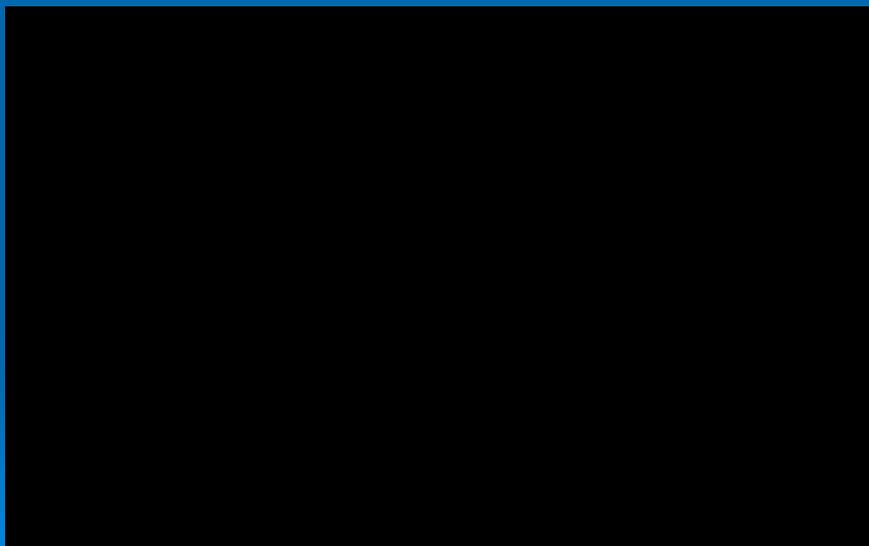
30

Componenti principali degli impianti irrigui

- **condotta di adduzione:** condotta a monte del primo settore
- **condotta di distribuzione:** condotta a valle del primo settore

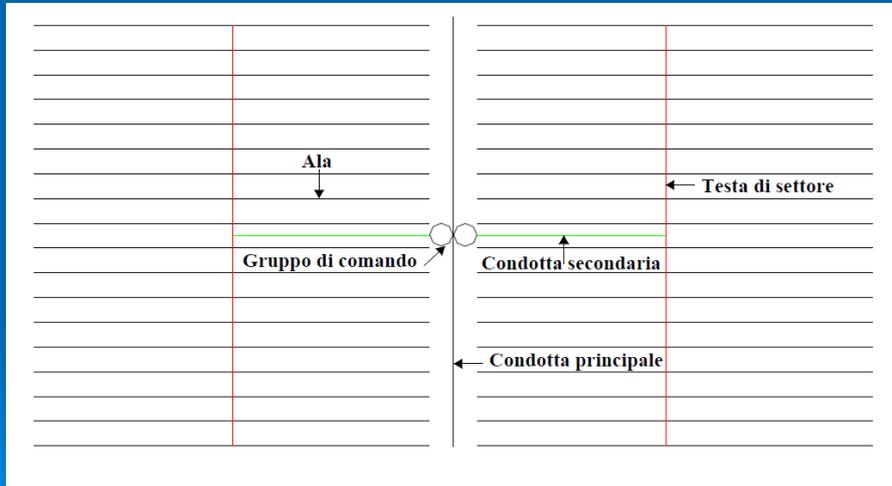
31

Schemi di impianto



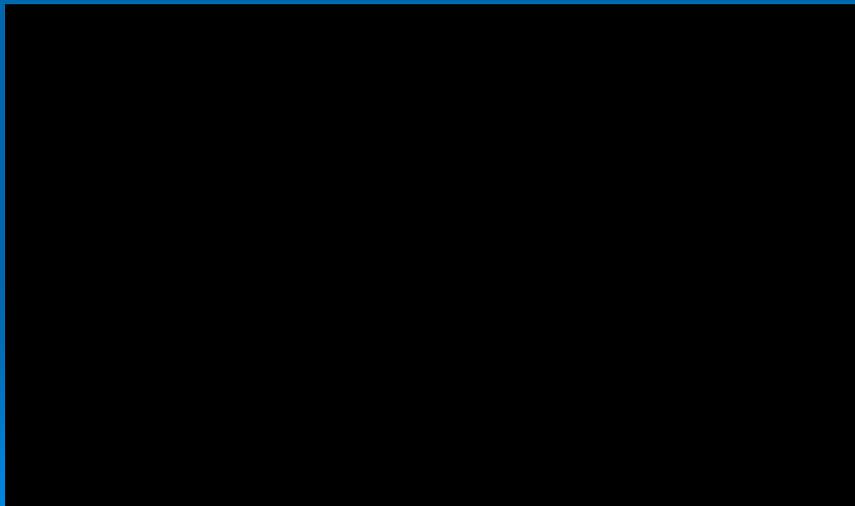
32

Schemi di impianto



33

Schema di un tipico impianto irriguo



34



Sistemi di filtrazione

FENOMENI DI OCCLUSIONE DEGLI EROGATORI

I sistemi microirrigui sono caratterizzati da un elevato numero di erogatori con orifizi facilmente ostruibili da diverse tipologie di agenti, presenti all'interno delle acque utilizzate a scopo irriguo.

Gli agenti che determinano l'occlusione hanno natura diversa:

- biologica: particelle organiche quali colonie batteriche, formazioni algali, microrganismi, piccoli insetti;
- chimica: precipitati di natura minerale dovuti alla qualità dell'acqua od a reazioni chimiche legate all'uso di fertilizzanti idrosolubili;
- fisica: minerali in sospensione (sabbia, limo, ecc.) materiale organico indecomposto (foglie, semi, uova di pesce, alghe, ecc.)

L'intasamento può essere provocato da un'interazione dei fattori diversi.

37

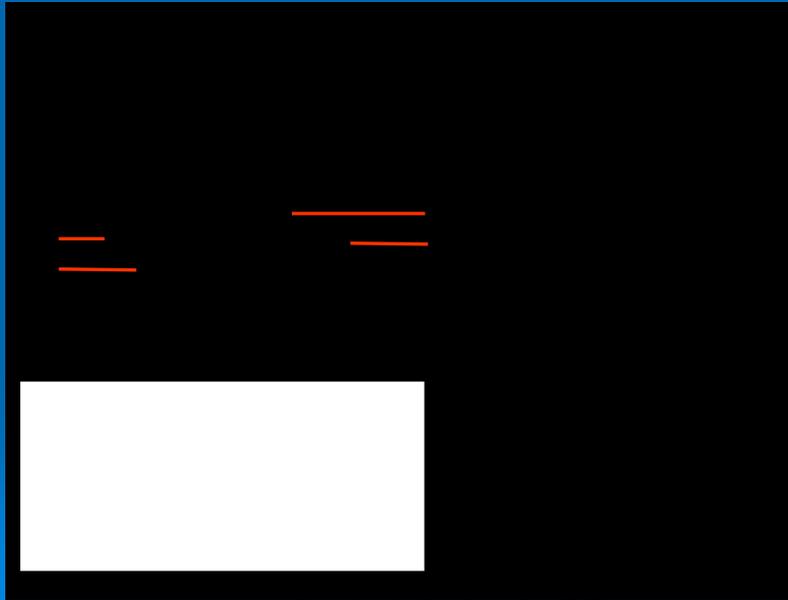
Sistemi di filtrazione

PRINCIPALI AGENTI DELL'OCCLUSIONE

FISICO	CHIMICO	BIOLOGICO
Inorganici: <ul style="list-style-type: none"> - sabbia - limo - argilla - plastica 	Carbonati di Ca, Mg Solfato di Ca Ossido di ferro Solfuro di ferro Idrossidi, ossidi, carbonati, silicati di metalli pesanti Fertilizzanti <ul style="list-style-type: none"> - fosfati - ammoniaca liquida - ferro, zinco, manganese 	piccoli animali acquatici alghe protozoi batteri (ferrobatteri) (sulfobatteri)
Organici in decomposizione: <ul style="list-style-type: none"> - vegetali - animali - batteri 		

38

Sistemi di filtrazione



39

Sistemi di filtrazione

**CORRISPONDENZA FRA MESH, LATO DEI FORI (mm),
E DIAMETRO DELLA SEZIONE DEGLI EROGATORI
(mm) DA PROTEGGERE**

Mesh	20	40	80	100
Dimensione dei fori, mm	0,711	0,420	0,180	0,152
Sezione minima erogatori, mm	5	3	1,2	1,0
Mesh	120	150	180	200
Dimensione dei fori, mm	0,125	0,105	0,089	0,074
Sezione minima erogatori, mm	0,9	0,7	0,6	0,5

Per proteggere adeguatamente gli erogatori la dimensione dei fori del filtro deve essere almeno pari a circa 1/2 di quella minima del passaggio dell'erogatore.

10

40

Sistemi di filtrazione

Classificazione dei filtri

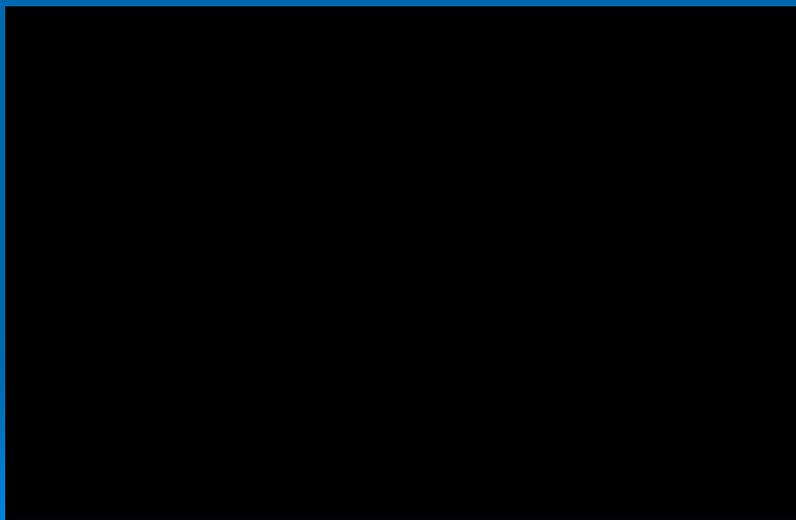
- idrocycloni (dissabbiatori)
- a sabbia o a graniglia
- a rete
- a dischi

Filtri idrocycloni (dissabbiatori)



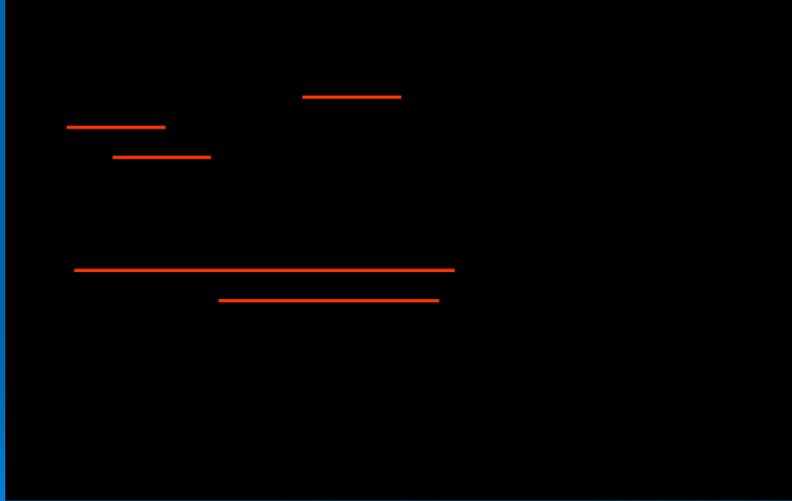
43

Filtri idrocycloni (dissabbiatori)



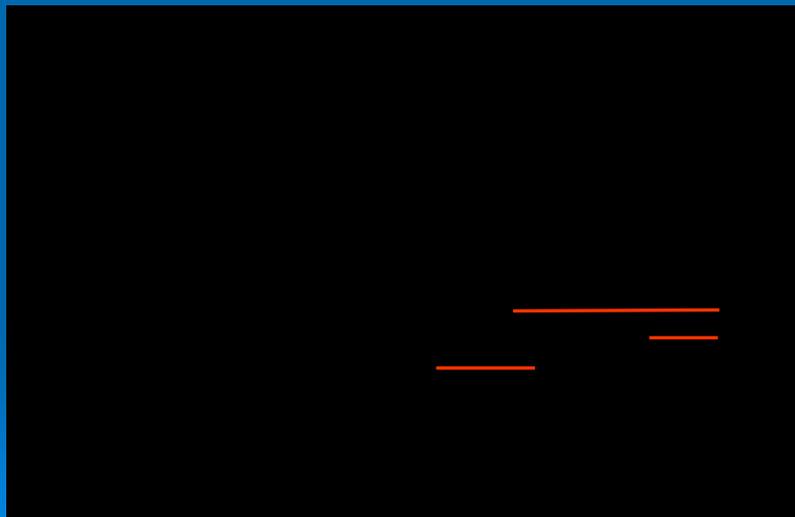
44

Filtri a sabbia o a graniglia



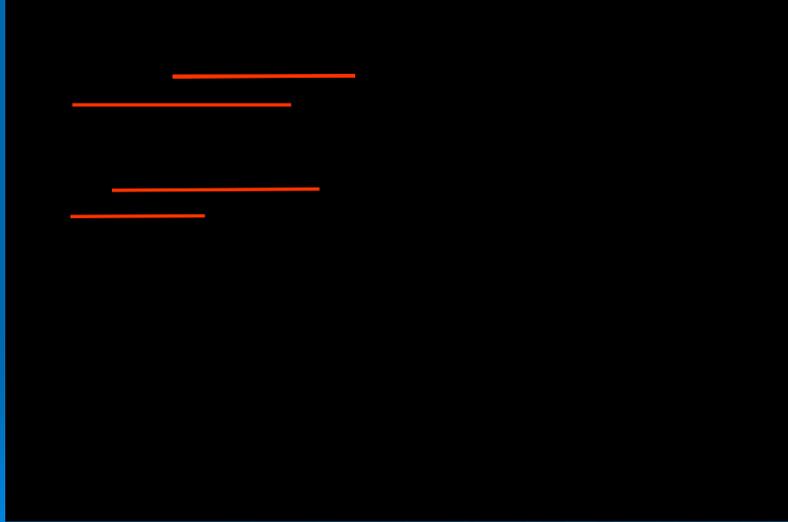
45

Filtri a sabbia o a graniglia



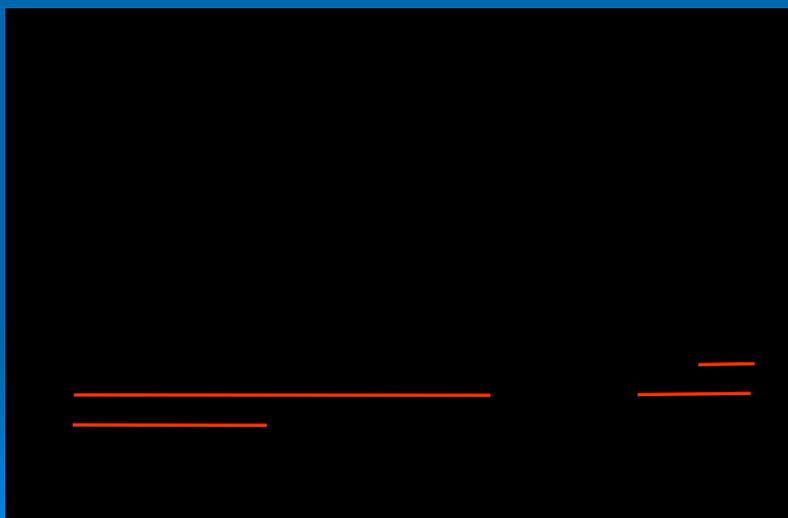
46

Filtri a sabbia o a graniglia



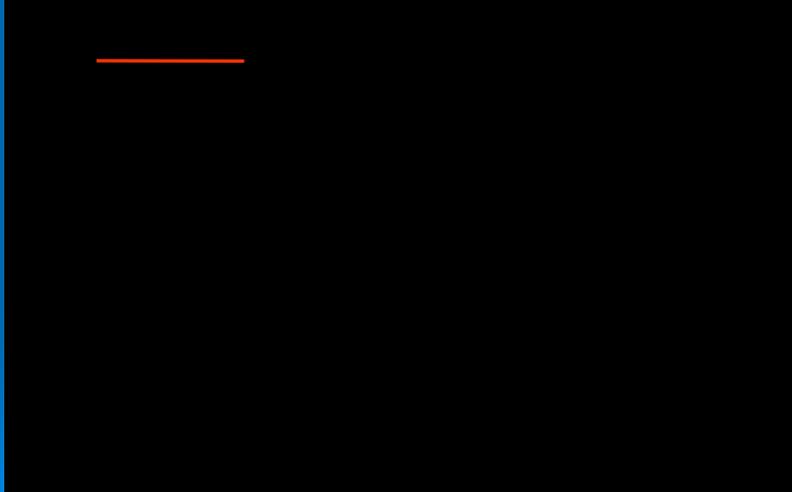
47

Filtri a rete



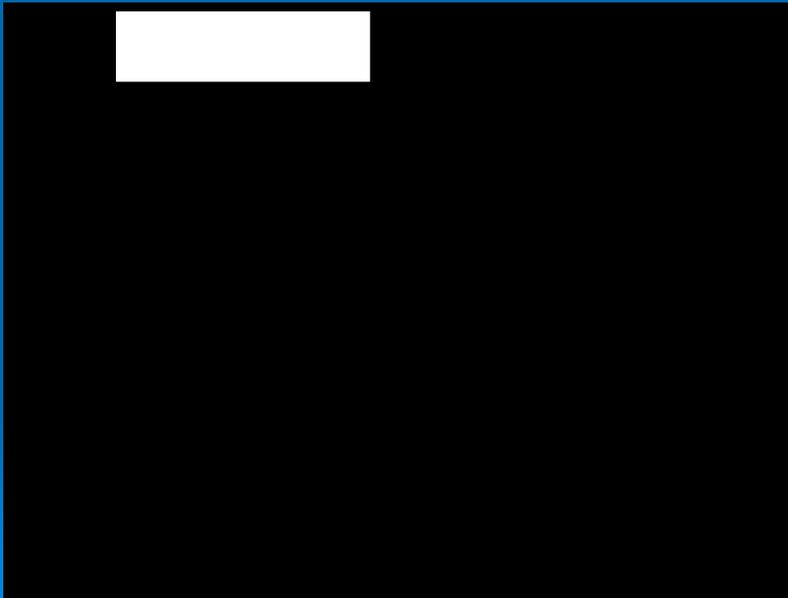
48

Filtri a rete



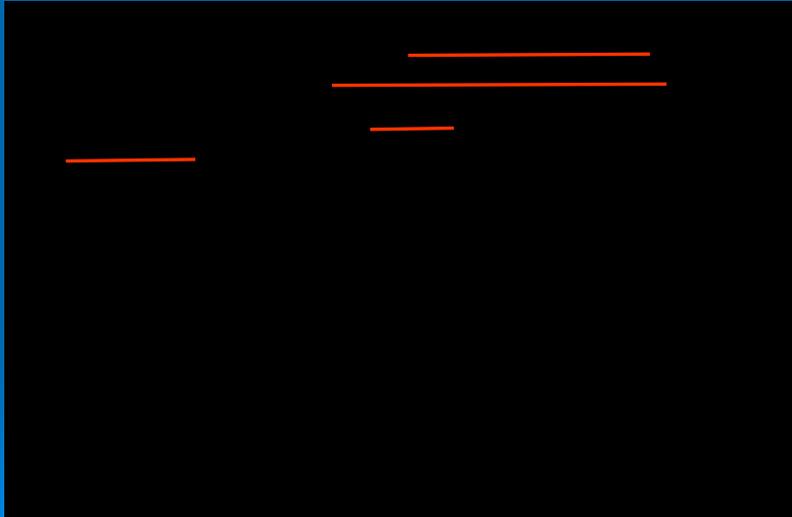
49

Filtri a rete



50

Filtri a rete



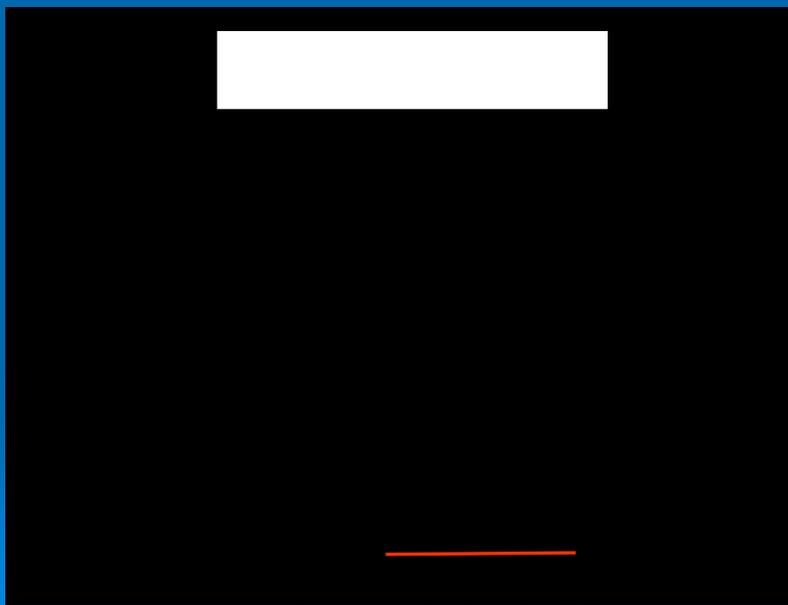
51

Filtri a rete



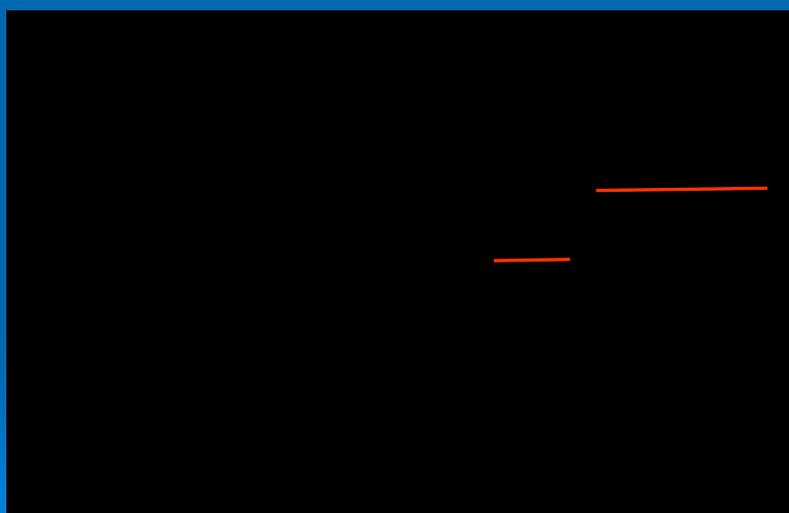
52

Filtri a dischi



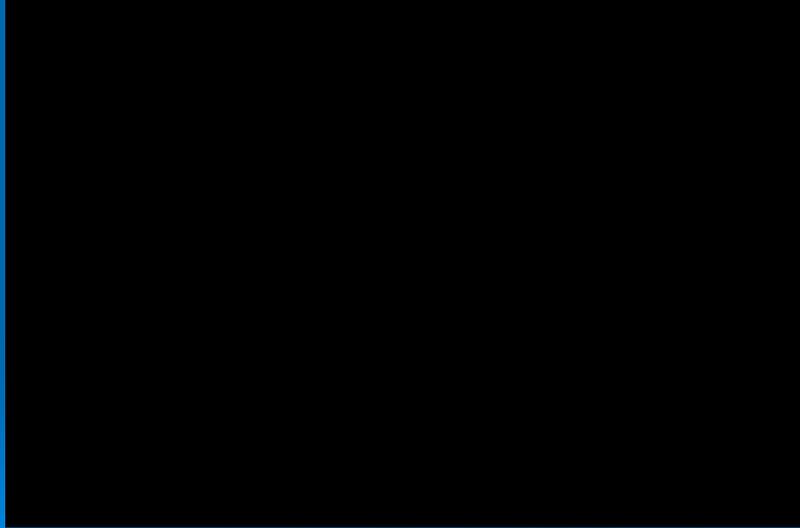
53

Filtri a dischi



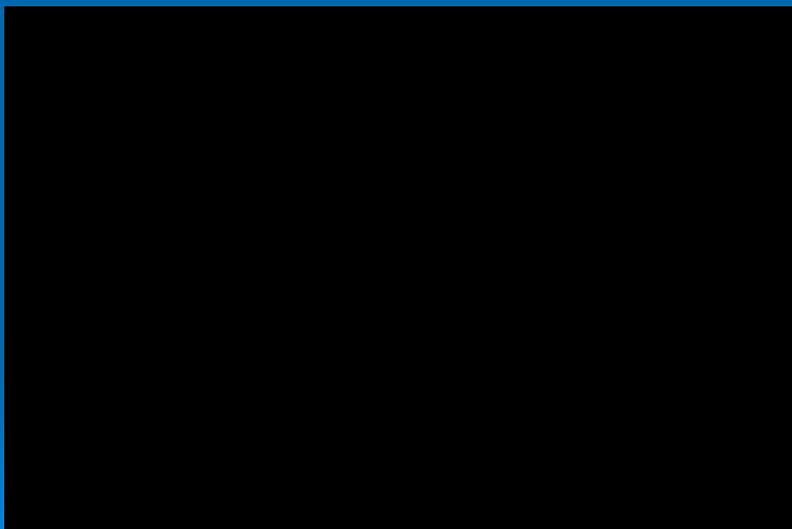
54

Filtri a dischi



55

Filtri a dischi



56

Stima del fabbisogno irriguo

Fabbisogni irrigui

- **Fabbisogno irriguo colturale** → volume d'acqua perso per evapotraspirazione da una coltura
- **Fabbisogno irriguo netto** → volume d'acqua perso per evapotraspirazione da una coltura a cui sono sottratti gli apporti idrici meteorici
- **Fabbisogno irriguo di campo** → volume d'acqua maggiorato per tener conto delle "perdite idriche" lungo le reti irrigue e durante le operazioni di adacquamento

59

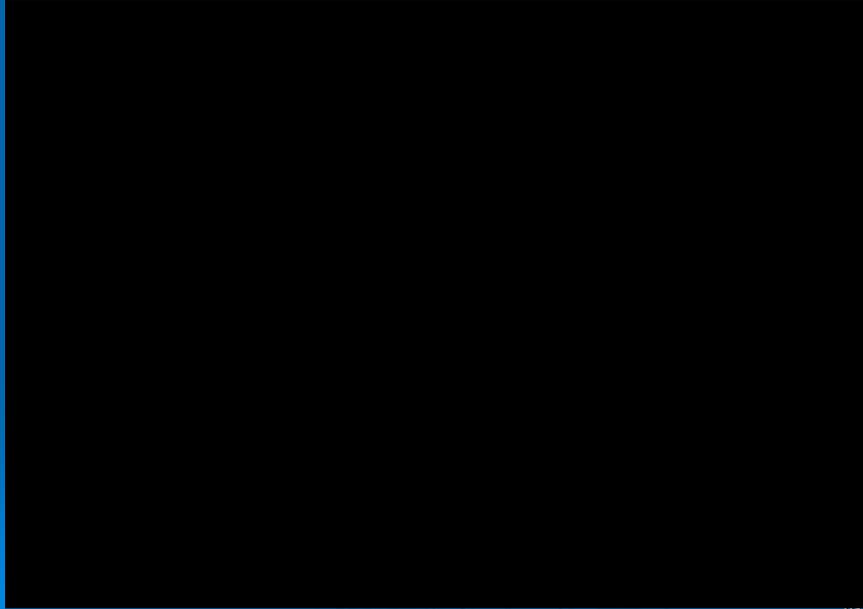
Efficienza irrigua

- Pertanto le **quantità d'acqua** da prelevare in corrispondenza dei **punti di approvvigionamento** devono essere **maggiorate**, rispetto ai **fabbisogni irrigui**, per tenere conto delle **perdite**
- Con riferimento al **processo di trasporto, distribuzione ed utilizzazione** dell'acqua irrigua, indicando con "V" il **volume entrante** in uno stadio generico del processo e con "P" le **perdite** nello stadio medesimo, per "**efficienza irrigua**" "E" s'intende il rapporto:

$$E = (V - P)/V$$

60

Efficienza irrigua



61

Efficienza irrigua

Efficienza delle reti collettive, cioè delle fasi di trasporto, distribuzione comiziale e consegna ($E_{r,c}$)

- Con canali in terra.....0,45-0,85
- Con canali rivestiti.....0,70-0,90
- Con condotte in pressione.....0,85-0,95

Efficienza delle reti aziendali (E_a)

- Con canali in terra.....0,70-0,95
- Con canali rivestiti.....0,90-0,98
- Con condotte in pressione.....0,95-0,99

Efficienza di adempimento (E_e)

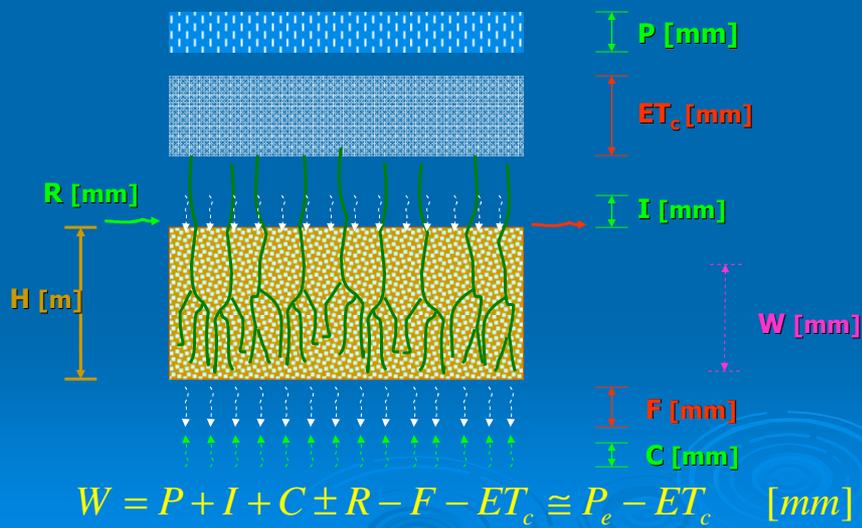
- Metodi ad espansione superficiale
(escluso il metodo per sommersione permanente).....0,45-0,80
- Aspersione.....0,60-0,85
- Microirrigazione.....0,75-0,90

Efficienza globale (E_g)

- Campo di variazione di E_g : $E_g = E_{r,c} \cdot E_a \cdot E_e$
- valore minimo : $0,45 \cdot 0,70 \cdot 0,45 = 0,14$
 - valore massimo : $0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,90 = 0,86$

62

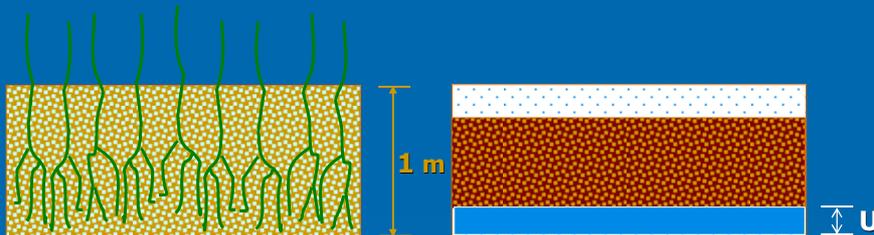
Bilancio idrico del suolo



63

Contenuto idrico o umidità del suolo

- Altezza o percentuale in volume o in peso d'acqua presente in uno strato di profondità unitaria o in un volume o peso unitario di suolo



$$W = U H$$

64

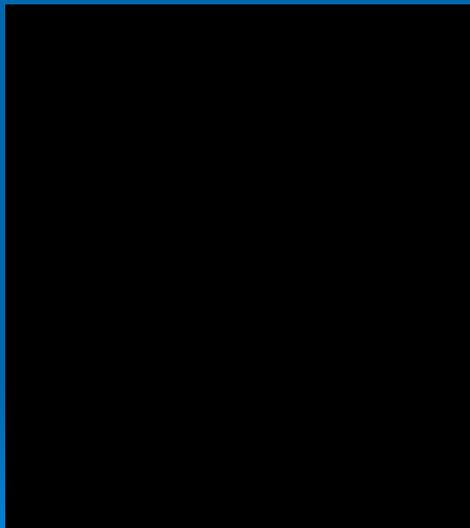


Le costanti idrologiche del suolo

- Capacità idrica di campo (CC, [mm])
- Punto di appassimento permanente (PA, [mm])
- Punto d'intervento o punto critico colturale (PI, [mm])

67

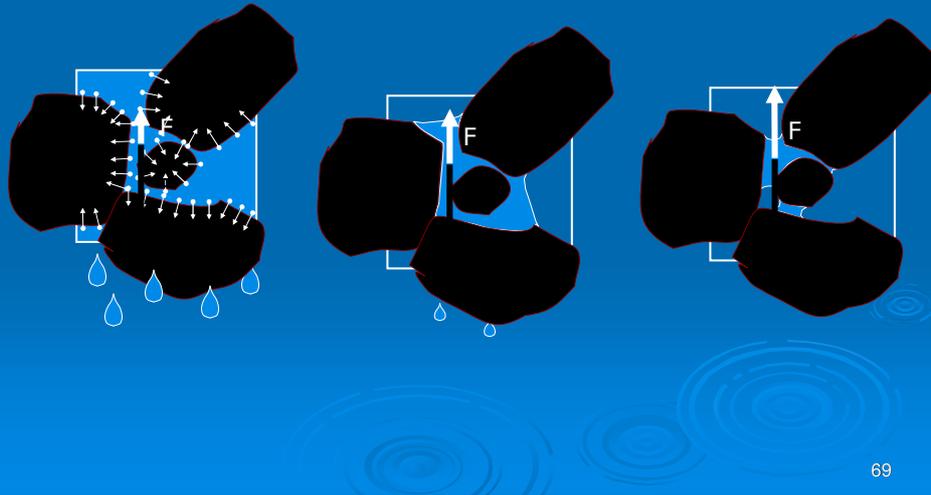
“Allegoria” dell'irrigazione



68

Le costanti idrologiche del suolo

Capacità idrica di campo (CC, [mm])

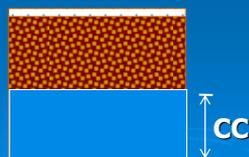
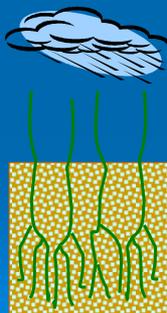


69

Le costanti idrologiche del suolo

Capacità idrica di campo (CC, [mm])

- **Massima altezza (o percentuale in volume o in peso) d'acqua trattenuta per capillarità in assenza di percolazione**



Tipo di suolo	CC	
	[mm/m]	[% volume]
Sabbioso	160	16
Medio impasto	220	22
Argilloso	400	40

70

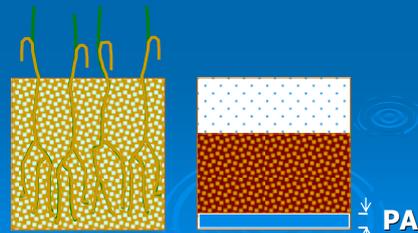
Le costanti idrologiche del suolo

Punto di appassimento permanente (PA, [mm])

- Minima altezza (o percentuale in volume o in peso) d'acqua che può essere utilizzata dalle piante



Tipo di suolo	PA	
	[mm/m]	[% volume]
Sabbioso	100	10
Argilloso	220	22

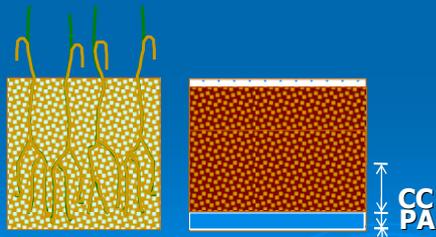


71

Le costanti idrologiche del suolo

Acqua disponibile o utilizzabile (AD, [mm])

$$AD = CC - PA$$



Tipo di suolo	CC [mm/m]	PA [mm/m]	AD [mm/m]
Sabbioso	180	100	80
Argilloso	400	220	180

72

Le costanti idrologiche del suolo



73

Le costanti idrologiche del suolo

Punto d'intervento o punto critico colturale (PI, [mm])

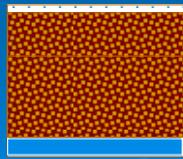
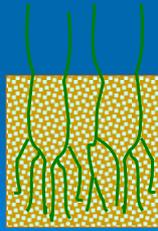
- Altezza (o percentuale in volume o in peso) d'acqua al di sotto del quale non si deve scendere per evitare danni alla coltura

74

Le costanti idrologiche del suolo

Acqua facilmente disponibile o utilizzabile (AFD, [mm])

$$AFD = CC - PI$$



CC
PI

Tipo di suolo	CC [mm/m]	PI [mm/m]	AFD [mm/m]
Sabbioso	180	130	50
Argilloso	400	280	120

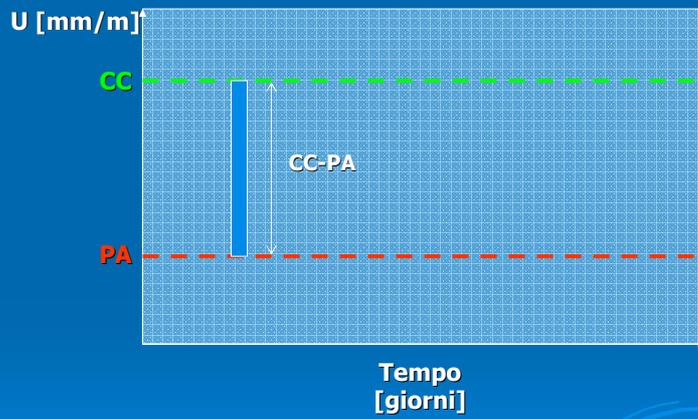
75

Altezza di adacquamento

- **Quantità d'acqua** da apportare al suolo con un intervento irriguo per riportarlo allo **stato ottimale di umidità (CC)**
- Dipende ovviamente da **CC** e da **PI** e dallo **spessore H dello strato di suolo**

76

Altezza di adacquamento

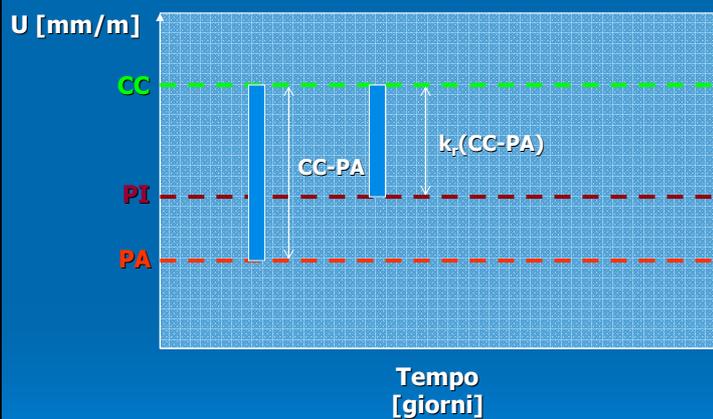


$$AD = (CC - PA)H \quad [mm]$$

77

Altezza di adacquamento

Altezza di adacquamento ridotta (AD_r)



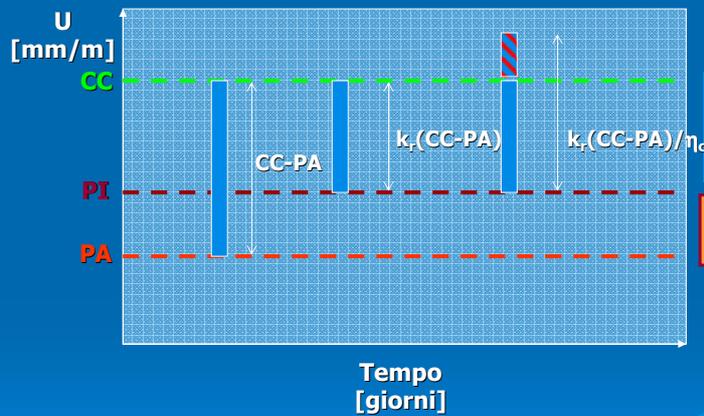
Coefficiente di riduzione
 $k_r = 0,6 \div 0,7$

$$AD_r = k_r AD = k_r (CC - PA)H \quad [mm]$$

78

Altezza di adacquamento

Altezza di adacquamento effettiva (AD_e)



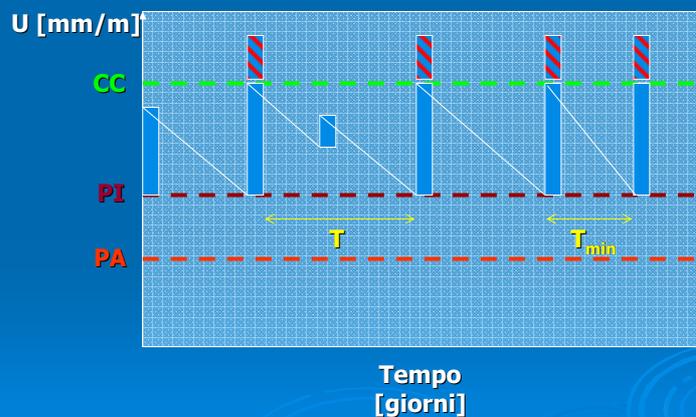
Efficienza di campo
 $\eta_c = 0,3 \div 0,9$

Efficienza totale
 $\eta_{TOT} = \eta_a \eta_b \eta_c$

$$AD_e = \frac{AD_r}{\eta_c} = \frac{k_r AD}{\eta_c} = \frac{k_r (CC - PA) H}{\eta_c} \quad [mm]$$

Turno di adacquamento o ruota

➤ Intervallo di tempo (giorni) tra due successivi adacquamenti



Turno di adacquamento o ruota

$$T = \frac{AD_r}{P_e - ET_c} \quad [\text{giorni}]$$

$$T_{\max} = \left(\frac{AD_r}{P_e - ET_c} \right)_{\max} \quad [\text{giorni}]$$

dove:

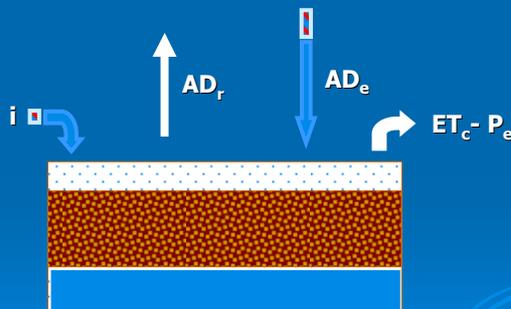
✓ $ET_c = k_c ET_0 =$ **evapotraspirazione della coltura** [mm/giorno]

✓ $P_e = P - \Delta P =$ **pioggia effettiva** [mm/giorno]

81

Dotazione specifica continua

$$i = \frac{AD_e}{T} \quad [\text{mm/giorno}]$$



82

Durata dell'adacquamento

- **Tempo** (t , [h]) necessario perché il suolo, dotato di una data **velocità di infiltrazione** (I , [mm/h]), possa assorbire il **volume d'adacquamento effettivo** (AD_e , [mm])

$$t = \frac{AD_e}{I} \quad [h]$$

83

Corpo distributivo e corpo di acqua parcellare

- Il **corpo distributivo** (Q_d , [L/s]) è la **portata idrica consegnata dalle reti irrigue collettive alle singole utenze aziendali**
- Il **corpo d'acqua parcellare** o **portata di adacquamento** (Q_a , [L/s · ha]) è la **portata idrica immessa nell'appezzamento da irrigare**

84

Superficie della parcella irrigua

— — []