



AIP

Associazione Italiana Pedologi

L'acqua nei suoli di risaia

Marco Acutis

Outline

- Ruolo dell'acqua in risaia
 - Alimentazione idrica
 - Volano termico
- Infiltrazione e dinamica di falda
 - Il processo di infiltrazione
 - Quando l'approccio standard non funziona...
 - Rapporti tra irrigazione e livello di falda

Alimentazione idrica

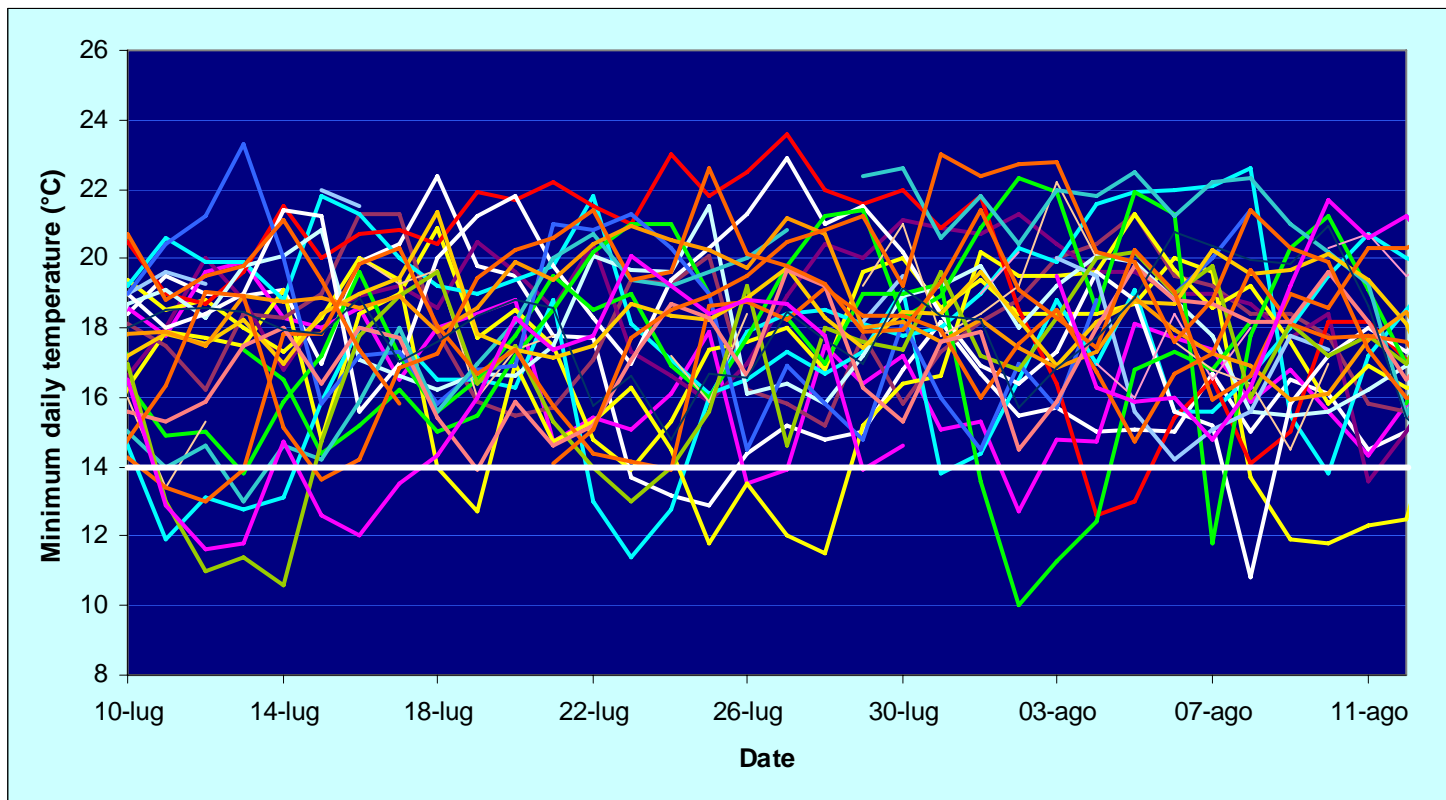
- il riso per i suoi processi non consuma (molta) più acqua di altre colture
- i grandi consumi idrici sono spesso dati dall'infiltrazione (es 50 mm d^{-1} vs 5 mm d^{-1} di evapotraspirazione)
- Si può benissimo fare riso in asciutta, irrigando frequentemente, - il riso non tollera lo stress idrico.
- Ma in molte cultivar la qualità decade, la produzione è instabile, sensibilità al brusone (in forte interazione con la genetica)

Il volano termico

- LA T° è un determinante della data di semina (scambi termici con l'ambiente relativamente lenti)
- Previene l'effetto negativo degli abbassamenti termici durante la formazione della pannocchia (sterilità fiorale)
- Es nel 2000, 12 giugno abbassamento delle minime fino a 7°C \Rightarrow 30-50% di sterilità fiorale

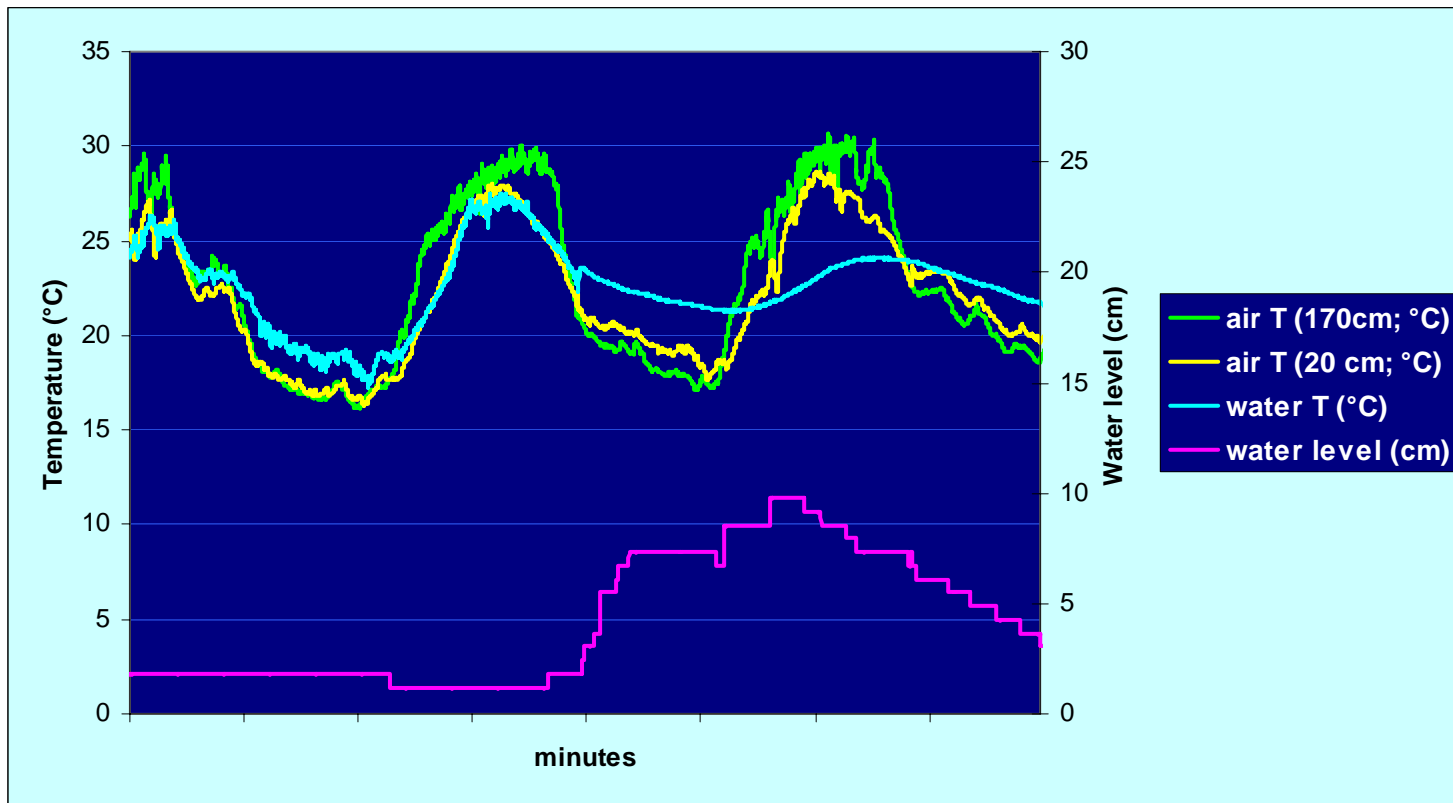
Esempio

14 °C può essere assunto come soglia



Tempo ritorno evento critico 5-6 anni

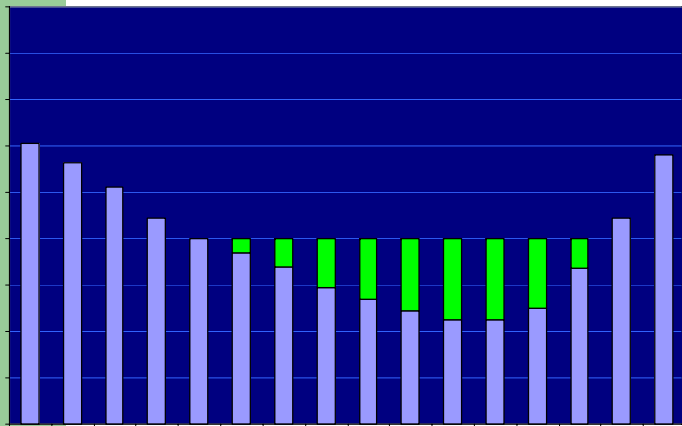
Segue esempio: irruzione artica aria fredda



...Esempio..
sterilità

si può prevedere la

$$Sterility = \Psi \cdot \left\{ \sum_{i=(headDay-22)}^{headDay} \left(\left[\sum_{h=1}^{24} (T_d - T_{i,h}) \right] \cdot \left[\frac{1}{\gamma \sqrt{2\pi}} e^{-\left(\frac{(GDD_i - GDD_{11})^2}{2\gamma^2} \right)} \delta \right] \right) \right\}$$



Stress orario

Sensibilità a
seconda dello
stadio
fenologico

Verrà implementato dalla regione Piemonte, con
un sistema di warning

Meccanismo di infiltrazione dell'acqua nel suolo

Se si assume che:

L'acqua che raggiunge il suolo si infiltro nel suolo stesso occupando, per gravità e per azione del potenziale matriciale la porosità libera e procedendo verso il basso con movimento a pistone (fronte di inumidimento orizzontale)

ne deriva che all'interfaccia tra suolo bagnato e secco, il potenziale matriciale esercita una forza verso il basso, costante e indipendente dalla profondità raggiunta dal fronte di inumidimento ma i pori sovrastanti, pieni d'acqua, contrastano l'effetto di questa forza, allora la velocità di infiltrazione diminuisce esponenzialmente col tempo

Anche il livello di riempimento della porosità all'inizio dell'evento è importante. Se alta, molta porosità è già occupata e il contrasto tra fronte di inumidimento saturo e suolo umido crea poca "driving force" per attrarre l'acqua verso il basso

Meccanismo di infiltrazione dell'acqua nel suolo

poiché il fenomeno avviene in maniera variabile nel tempo (con l'apporto o l'allontanamento di acqua e con i suoi movimenti) lo stato del sistema non è stazionario. L'equazione di continuità (conservazione della massa) asserisce:

$$d\theta/dt=dQ/dz$$

quindi si può sostituire nell'equazione di continuità il Q ottenuto dalla legge di Darcy:

$$\frac{dq}{dt} = \frac{d(k(y)) \frac{dy}{dz}}{dz}$$

che è l'equazione di RICHARDS

se si assume una relazione $\theta - \psi$ (che poi è la curva tensiometrica !) allora si può avere una sola incognita (θ o ψ)

Il limite è che è difficile da risolvere (impossibile per via analitica se non in casi particolari) anche numericamente per l'alta non linearità delle curve tensiometriche e di conducibilità

Meccanismo di infiltrazione dell'acqua nel suolo

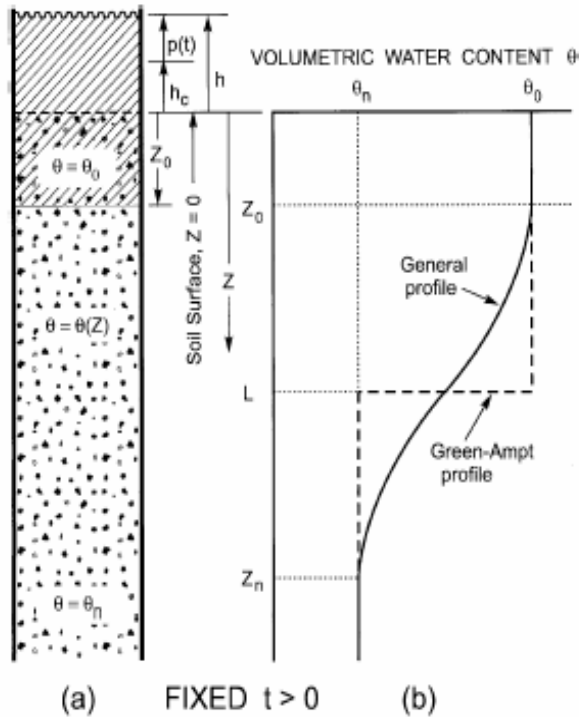


Fig. 1. (a) Schematic diagram of the ponded-water, one-dimensional downward water-infiltration flow problem; and (b) two exemplary graphs of water-content profiles corresponding to the uniform soil column in (a).

$$I_c = k_s \frac{Z_f + h_f + h}{Z_f}$$

$$Z_f = \frac{I}{q_{sat} - q_{ini}}$$

I_c = capacità d'infiltrazione ($mm\ h^{-1}$)

K_{fs} = conducibilità idraulica in condizioni di campo (approx $1/2 K_s$) ($mm\ h^{-1}$)

Z_f = profondità del fronte di inumidimento (mm)

h_f = tensione al fronte di inumidimento (mm)

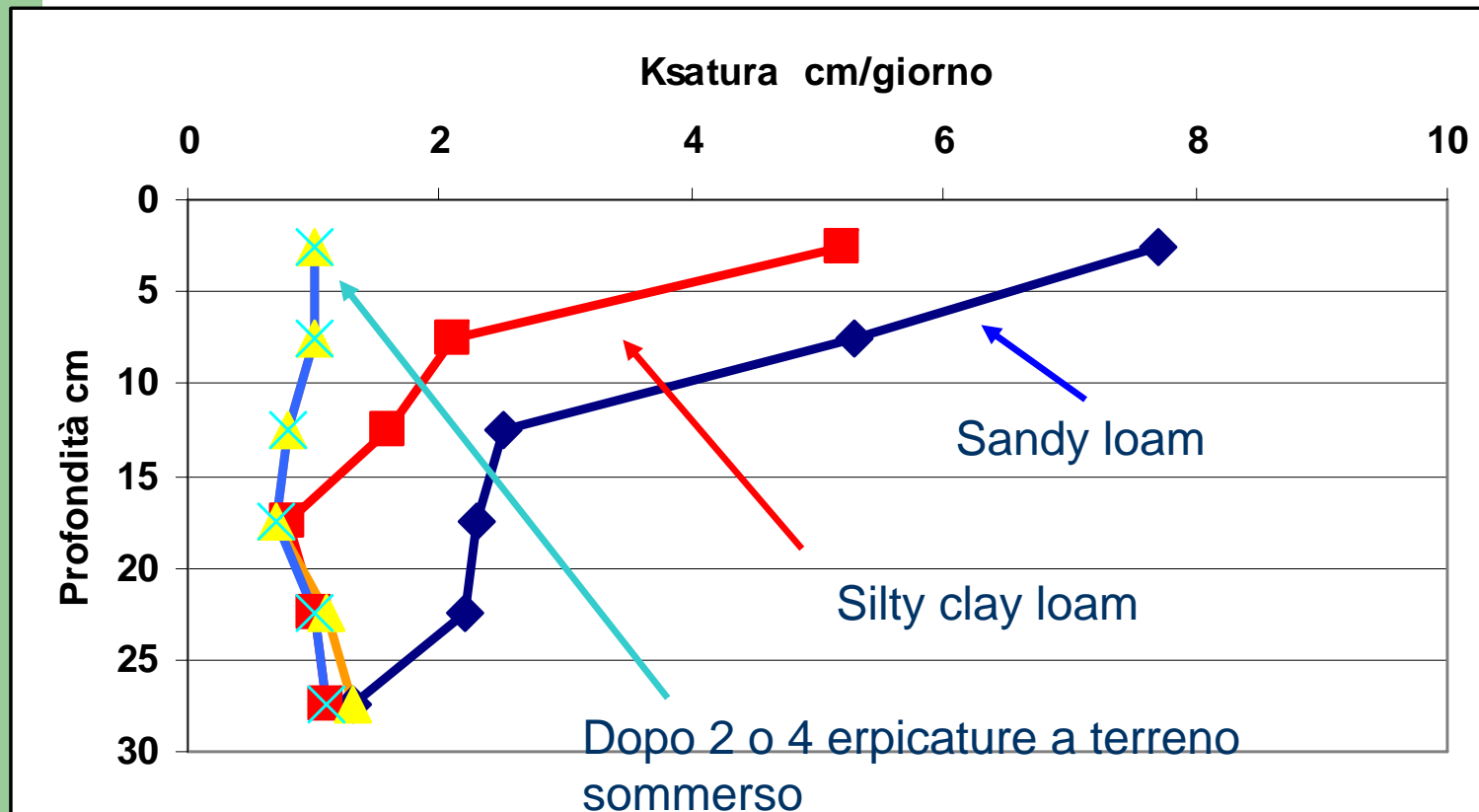
h = altezza del battente d'acqua al suolo (mm)

I = infiltrazione cumulata dall'inizio dell'evento (/mm)

θ_{sat} = umidità alla field saturation (m^3/m^3)

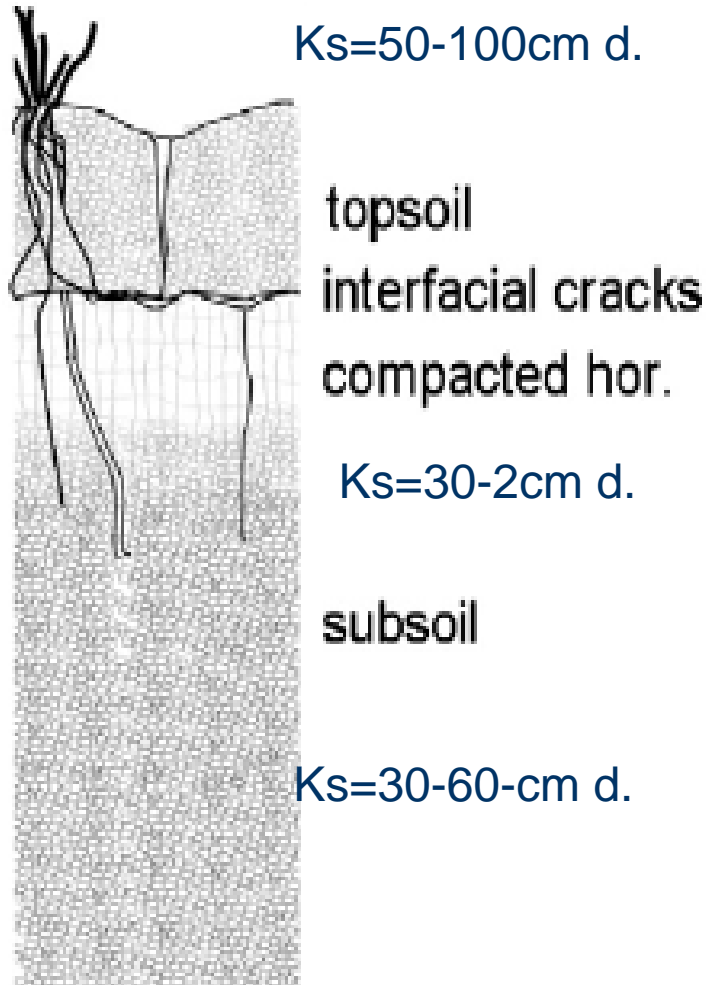
θ_{sat} = umidità all'inizio dell'evento (m^3/m^3)

Qui funziona....



Da: Singh et al, 2001,
rielaborato

Meccanismo di infiltrazione... non funziona sempre bene...



Siamo in un clay-loam

Qui ce la giochiamo tutta sui macropori

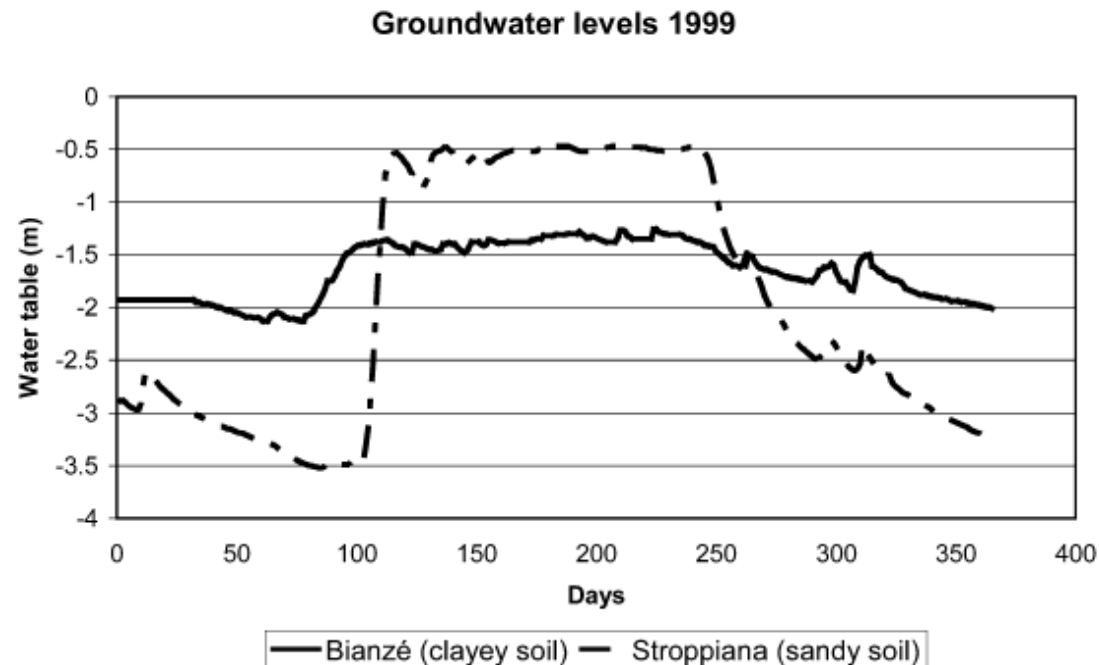
Da Sanders et al, 2009

Meccanismo di infiltrazione... non funziona bene perchè

- Il flusso preferenziale avviene prevalentemente durante le crepacciature che si formano in asciutta. Neanche le lavorazioni con terreno sommerso “chiudono” i buchi dei lombrichi.
- The results further suggest that a compaction of the pan by effects of puddling or use of machines will probably lead to an increased potential for bypass flow in the long-term.
- Cambiare le profondità di lavorazione !

Qual è il rapporto tra l'acqua di sommersione e quella di falda ?

- In teoria, prima o poi, visto che aggiungo acqua di sopra, che alza il livello di falda, la falda dovrebbe raggiungere la superficie.



L'aria intrappolata

Rimane aria intrappolata, molto di più di quanto rimanga nei pori ciechi. La falda rimane a una distanza dalla superficie che è circa l'altezza della frangia capillare.

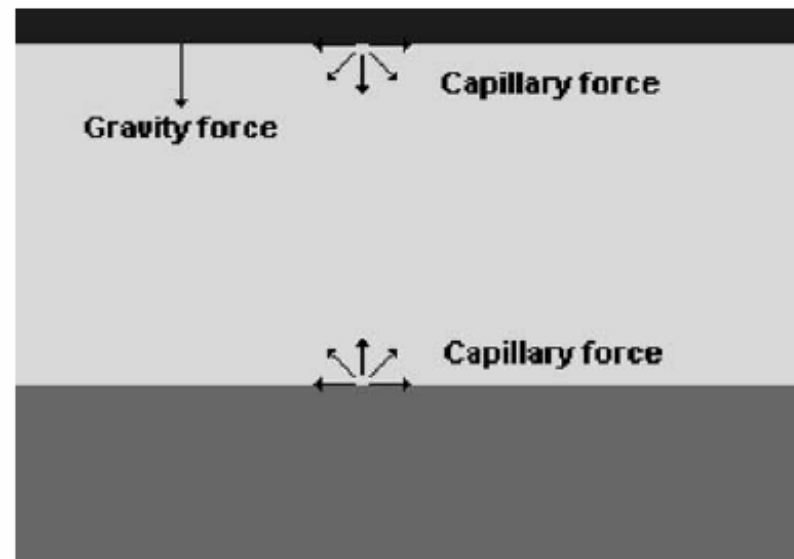


Fig. 7 Gravity and capillary force direction

Si può considerare il problema

$$\bar{K}_s = C \frac{\partial h}{\partial t}$$

La falda (dh) cresce nel tempo proporzionalmente alla K_s e a una costante C (movimenti orizzontali) Questa è la formula usuale, e porta alla continuità superficie-falda

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\bar{K}_s}{C} \left(1 - e^{-\alpha(h-h_c)} \right)$$

Qui c'è un fattore di smorzamento, che dipende dalla differenza tra il livello di falda e quello dell'acqua e dalle caratteristiche del suolo

Perché ci interessa ?(conclusioni)

Poca variazione nella conducibilità può ridurre di un ordine di grandezza il flusso, e quindi il trasporto di soluti !

Pochi centimetri d'acqua possono giocare il 20-30% di produzione

La FISICA è complessa al punto che un semplice colabrodo che trasporta tutto in falda....

Analizzare il suolo e l'idrologia per ridurre l'impatto del sistema risicolo, preservare reddito...

SOSTENIBILITA'

FINE !! (era ora....)

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

E per l'impegno nel sopravvivere a questo intervento !