

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

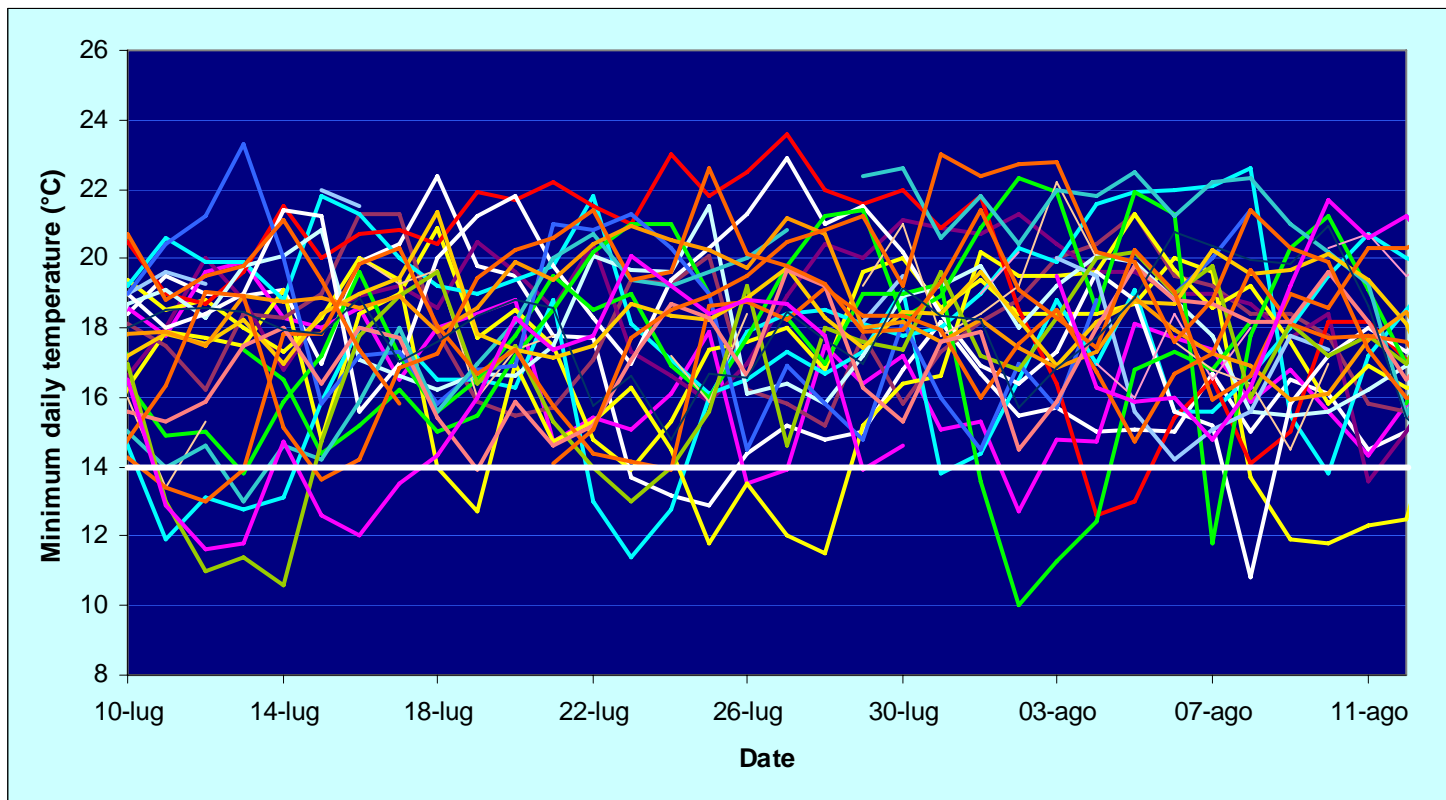
- il riso per i suoi processi non consuma (molta) più acqua di altre colture
- i grandi consumi idrici sono spesso dati dall'infiltrazione (es  $50 \text{ mm d}^{-1}$  vs  $5 \text{ mm d}^{-1}$  di evapotraspirazione)
- Si può benissimo fare riso in asciutta, irrigando frequentemente, - il riso non tollera 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  $T^{\circ}$  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  $7^{\circ}\text{C}$   $\Rightarrow$  30-50% di sterilità fiorale

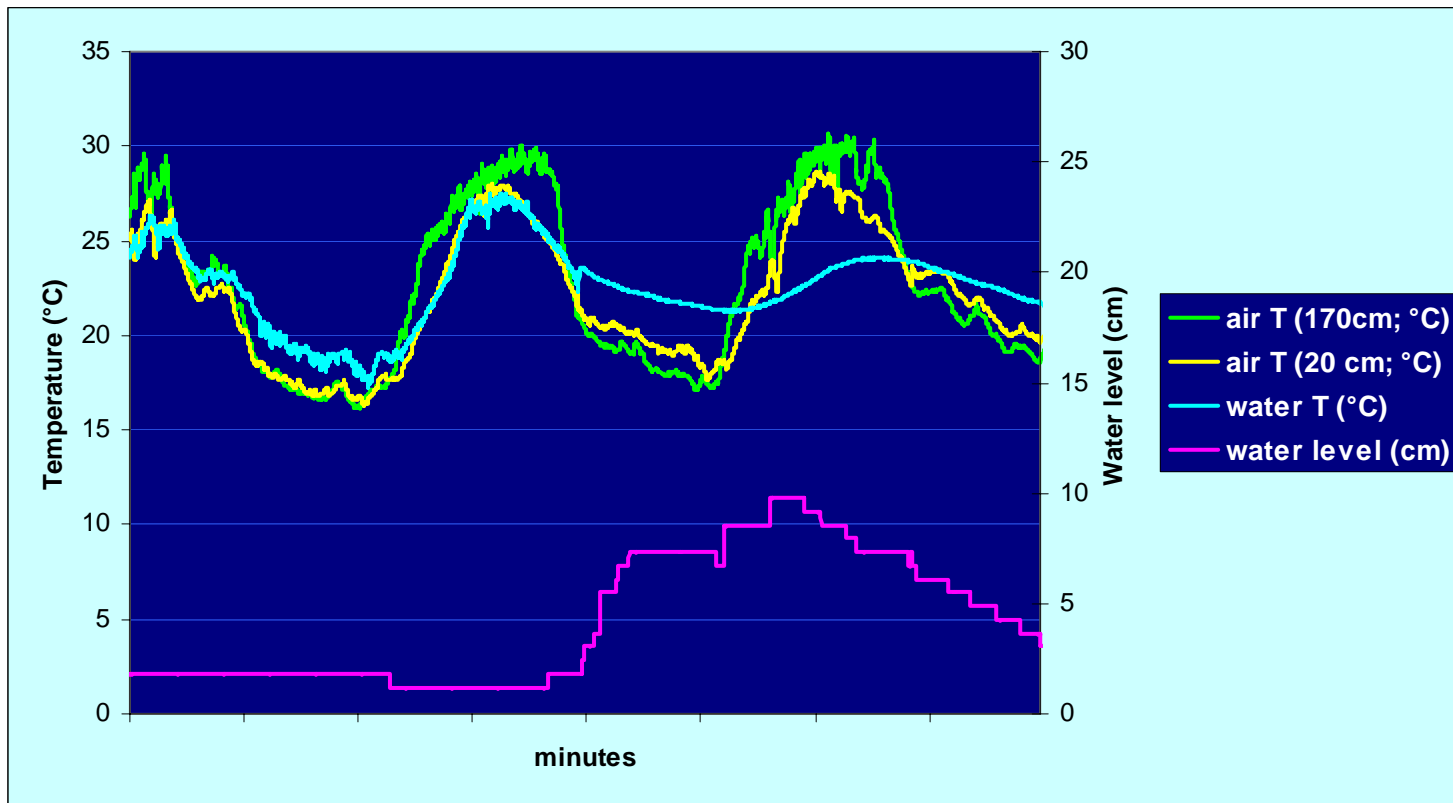
# Esempio

14 °C può essere assunto come soglia



Tempo ritorno evento critico 5-6 anni

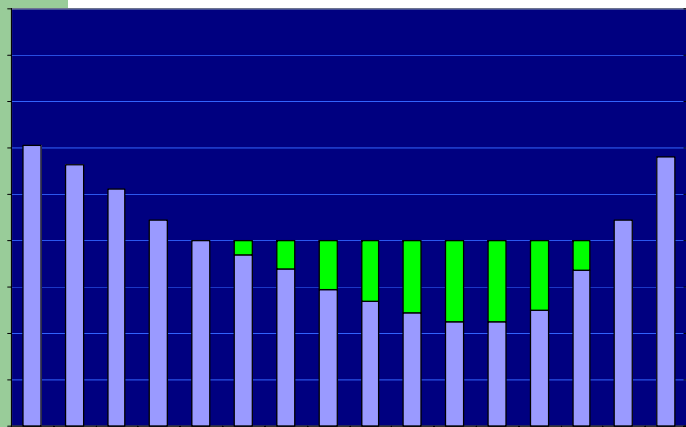
# Segue esempio: irruzione artica aria fredda



...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 ( $\theta$  o  $\psi$ )

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

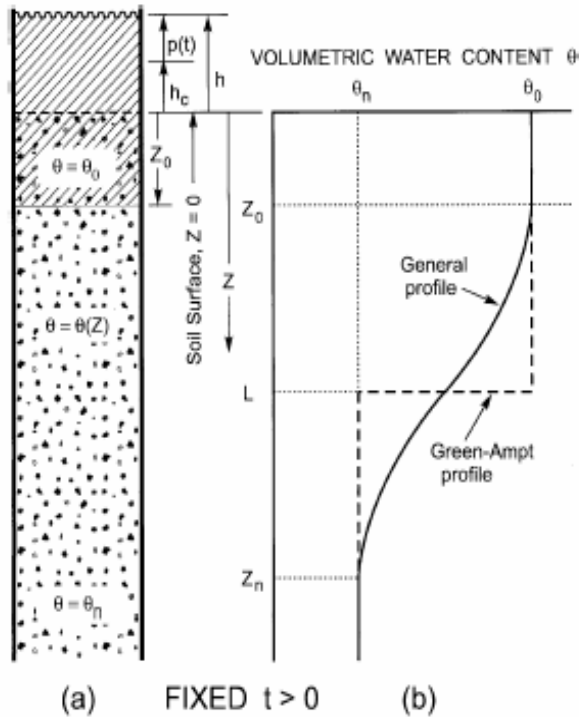


Fig. 1. (a) Schematic diagram of the ponded-water, one-dimensional downward water-infiltration flow problem; and (b) two exemplary graphs of water-content profiles corresponding to the uniform soil column in (a).

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

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

$I_c$  = 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)

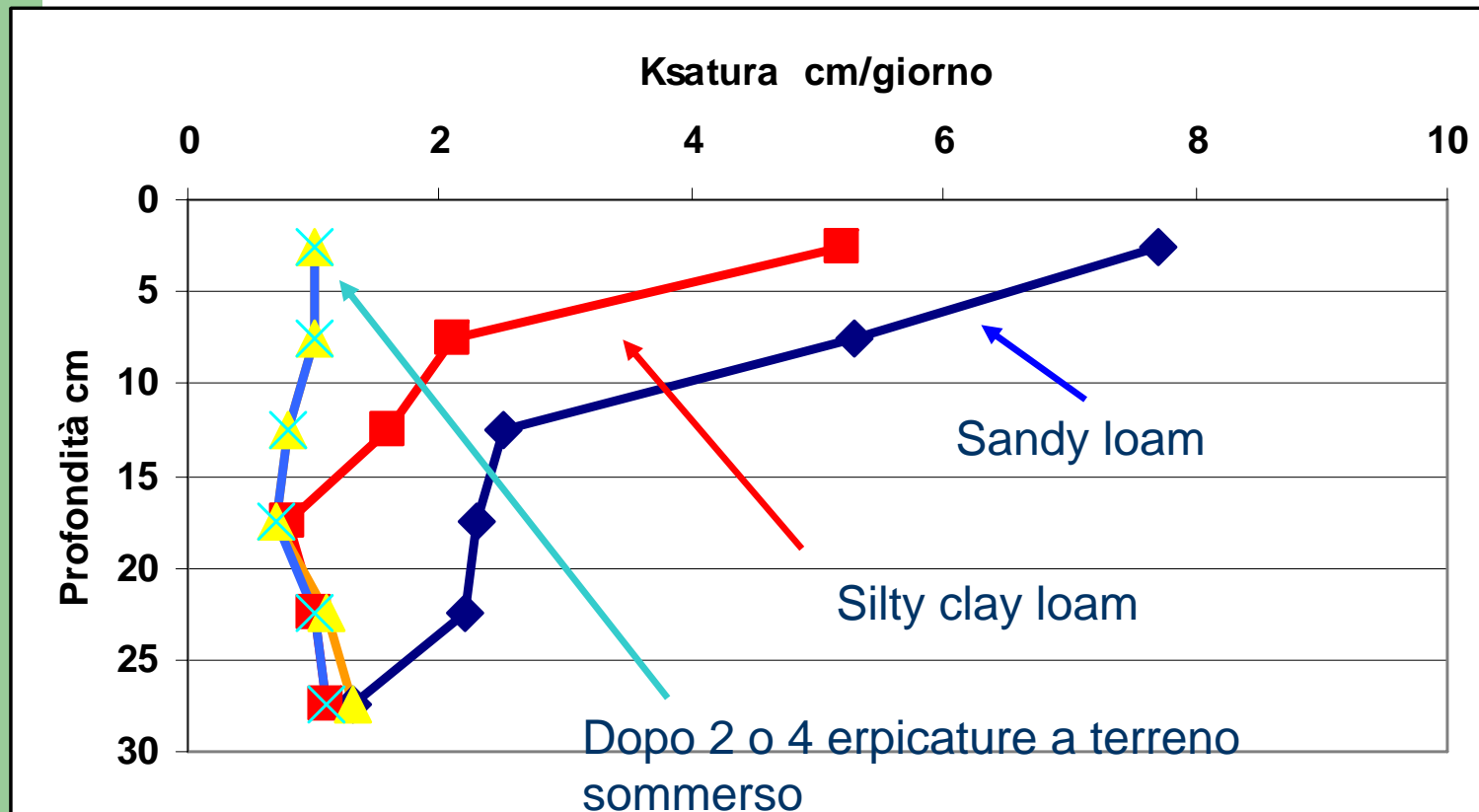
$h$  = altezza del battente d'acqua al suolo (mm)

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

$\theta_{sat}$  = umidità alla field saturation ( $m^3/m^3$ )

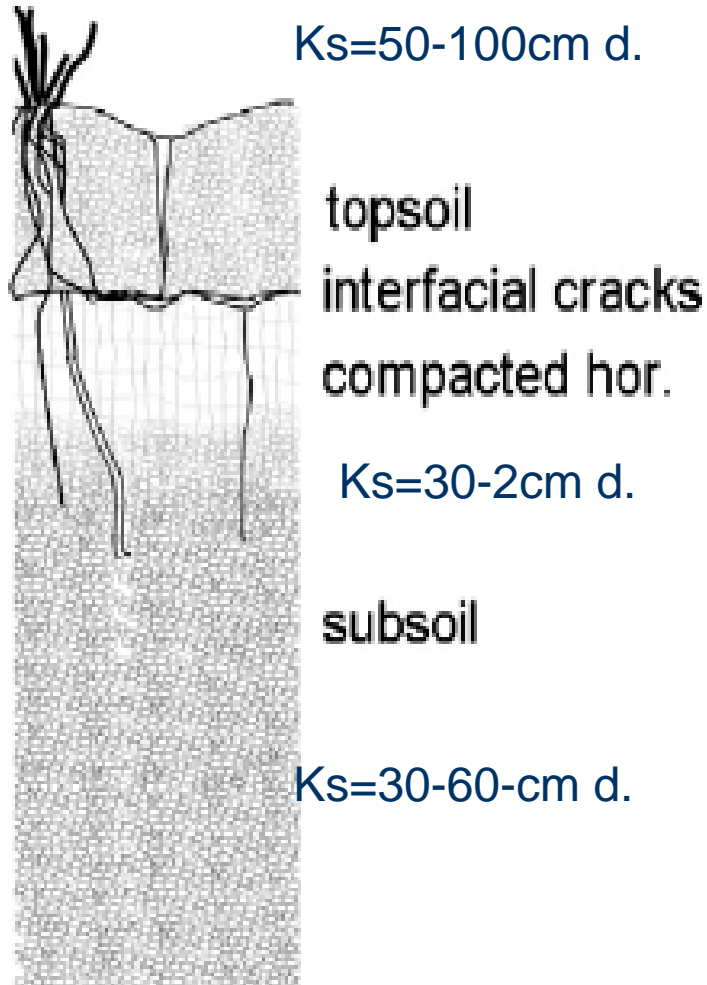
$\theta_{sat}$  = umidità all'inizio dell'evento ( $m^3/m^3$ )

# 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

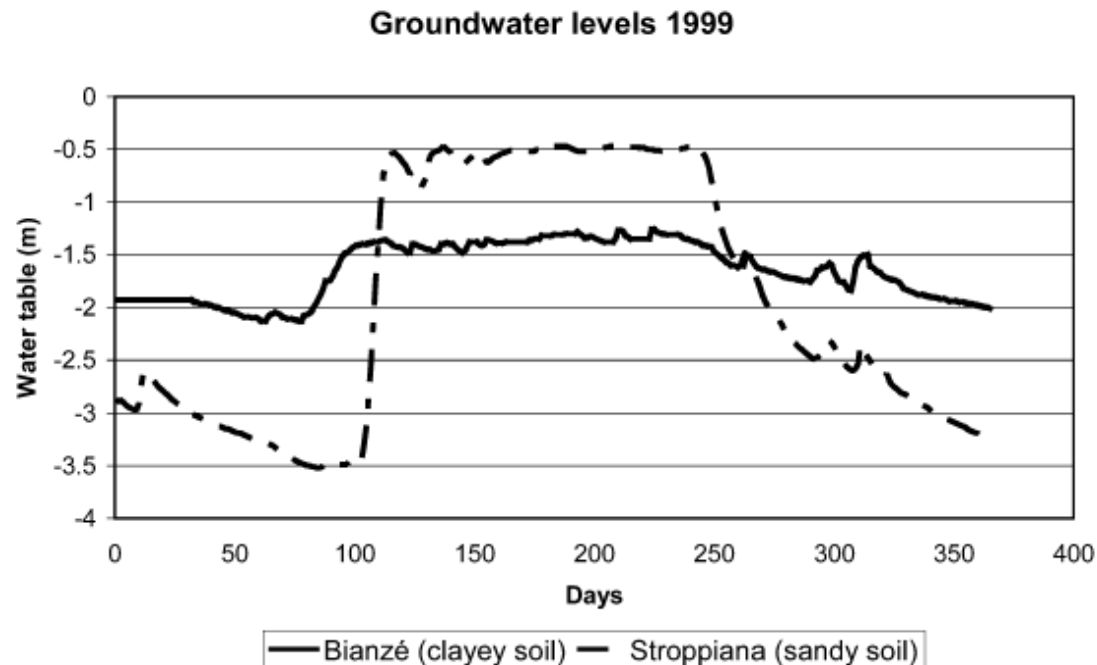
Da Sanders et al, 2009

# 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.

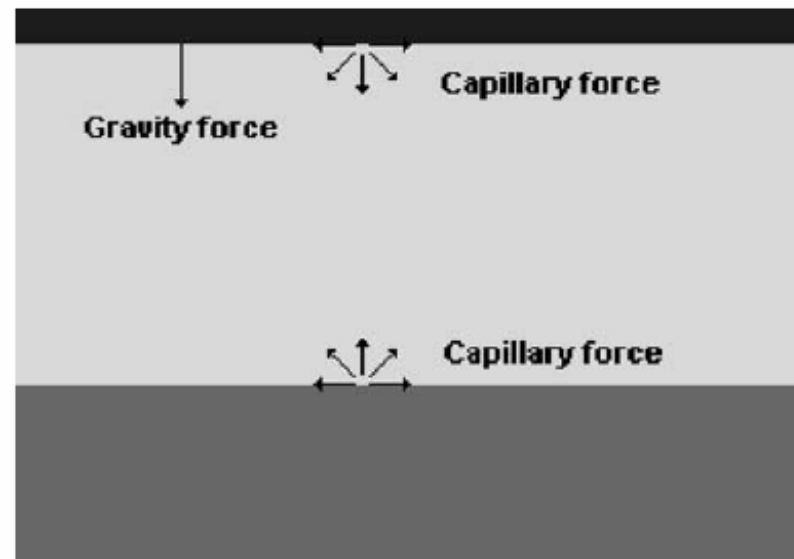


Fig. 7 Gravity and capillary force direction

## 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)

Pochi variazioni 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 !