



17 Giugno 2011

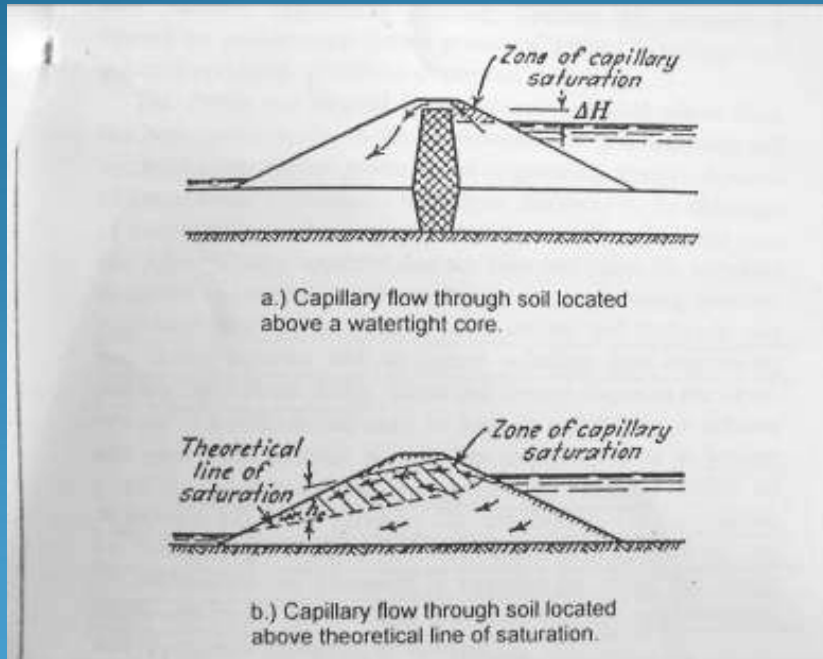
GIORNATA DI STUDIO

La protezione superficiale dei suoli come prevenzione dall'erosione e contributo alla manutenzione di frane stabilizzate

Stabilità delle scarpate e pressioni interstiziali negative: il punto di vista dell'Ingegneria Geotecnica

Francesco Cafaro
(Politecnico di Bari)

Stabilità delle scarpate: un tema ampio dell'Ingegneria Geotecnica



ARTIFICIALI



NATURALI

LA STRATEGIA DI STABILIZZAZIONE DELLE SCARPATE E DI
CONTENIMENTO DEL TASSO DI EROSIONE BASATA
SULL'INTRODUZIONE DI SPECIE VEGETALI E' DUPLICE:

effetto **MECCANICO**:

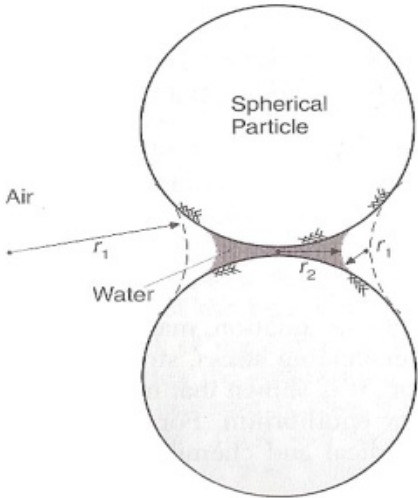
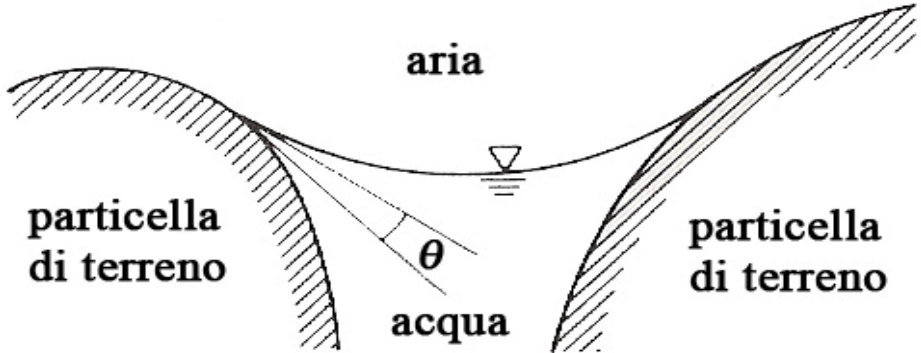
incremento della coesione per “cucitura “ degli ammassi
di terreno ad opera degli apparati radicali

effetto **IDRAULICO**:

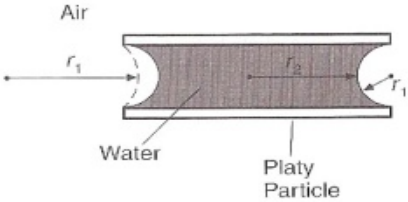
incremento delle tensioni efficaci per le suzioni degli
apparati radicali

Suzione di matrice o tensione capillare

$$S = U_a - U_w$$



(a)

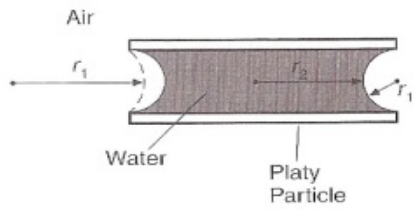
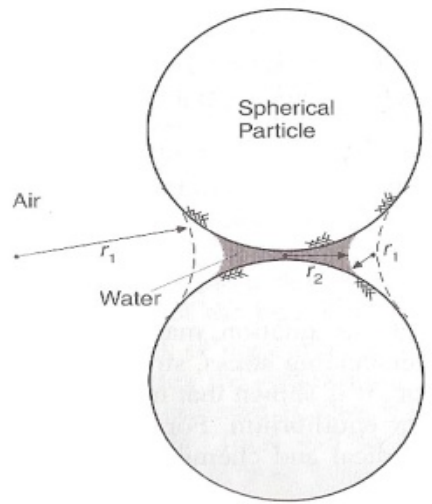
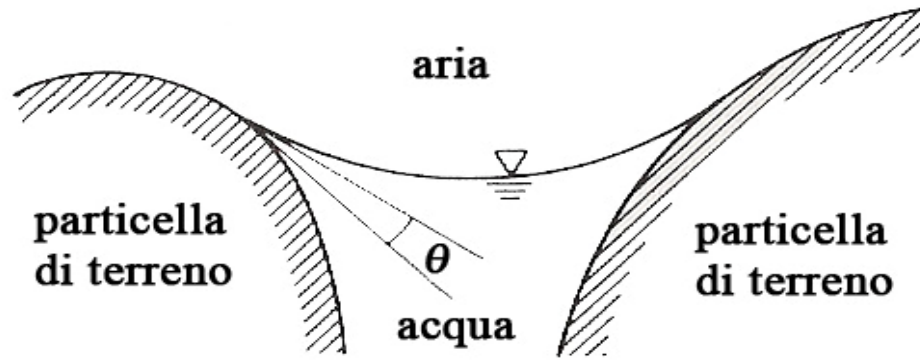
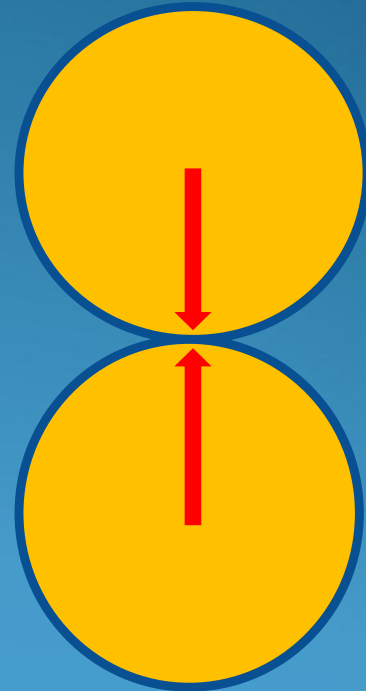


(b)

capillarità

Suzione di matrice o tensione capillare

$$S = U_a - U_w$$



(a)

(b)

capillarita

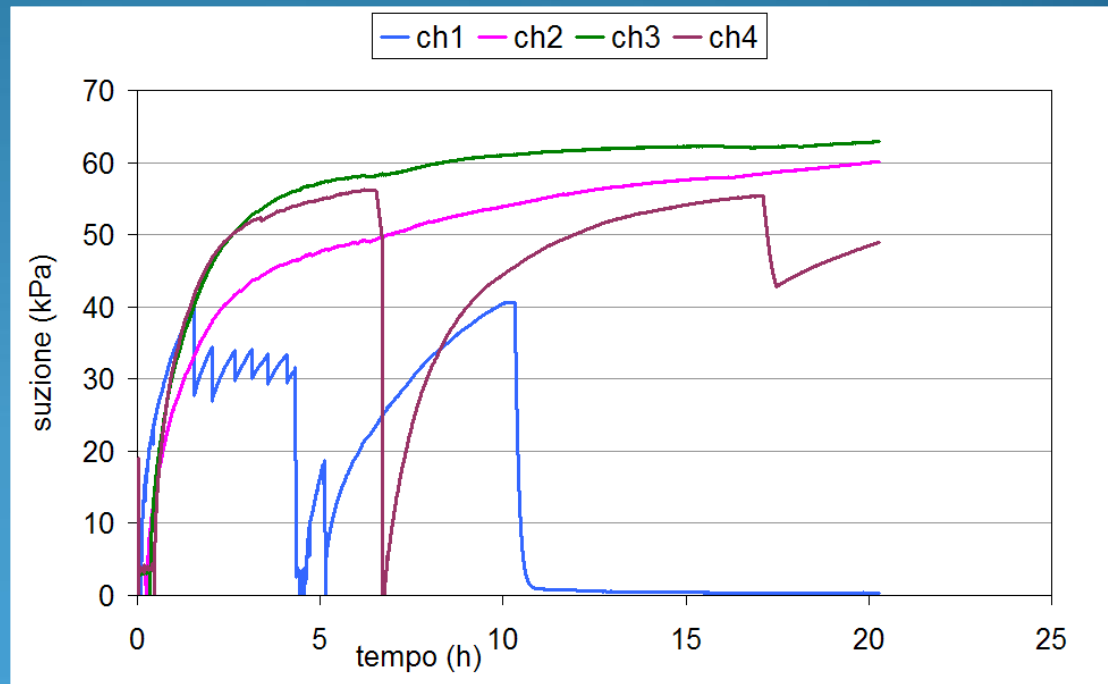
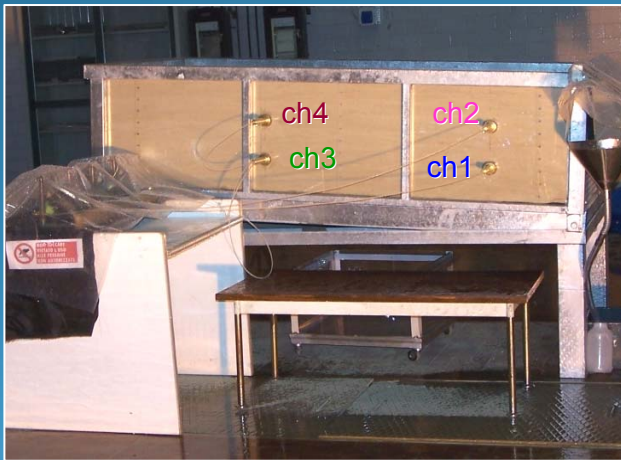
Tensioni capillari anche
dell'ordine delle migliaia di kPa



Argilla di Montemesola in desaturazione per evaporazione
(Cafaro 1998; Cafaro e Cotecchia 2001)

SUZIONI MISURATE CON TENSIOMETRI IN SABBIA CON ARGILLA LIMOSA

(Bottiglieri 2009; Bottiglieri, Cafaro e Cotecchia 2011)



Stato di coazione tra le particelle, con due effetti sull'elemento di volume



Incremento della
RESISTENZA A TAGLIO

Incremento della
RIGIDEZZA A TAGLIO

Stato di coazione tra le particelle, con due effetti sull'elemento di volume



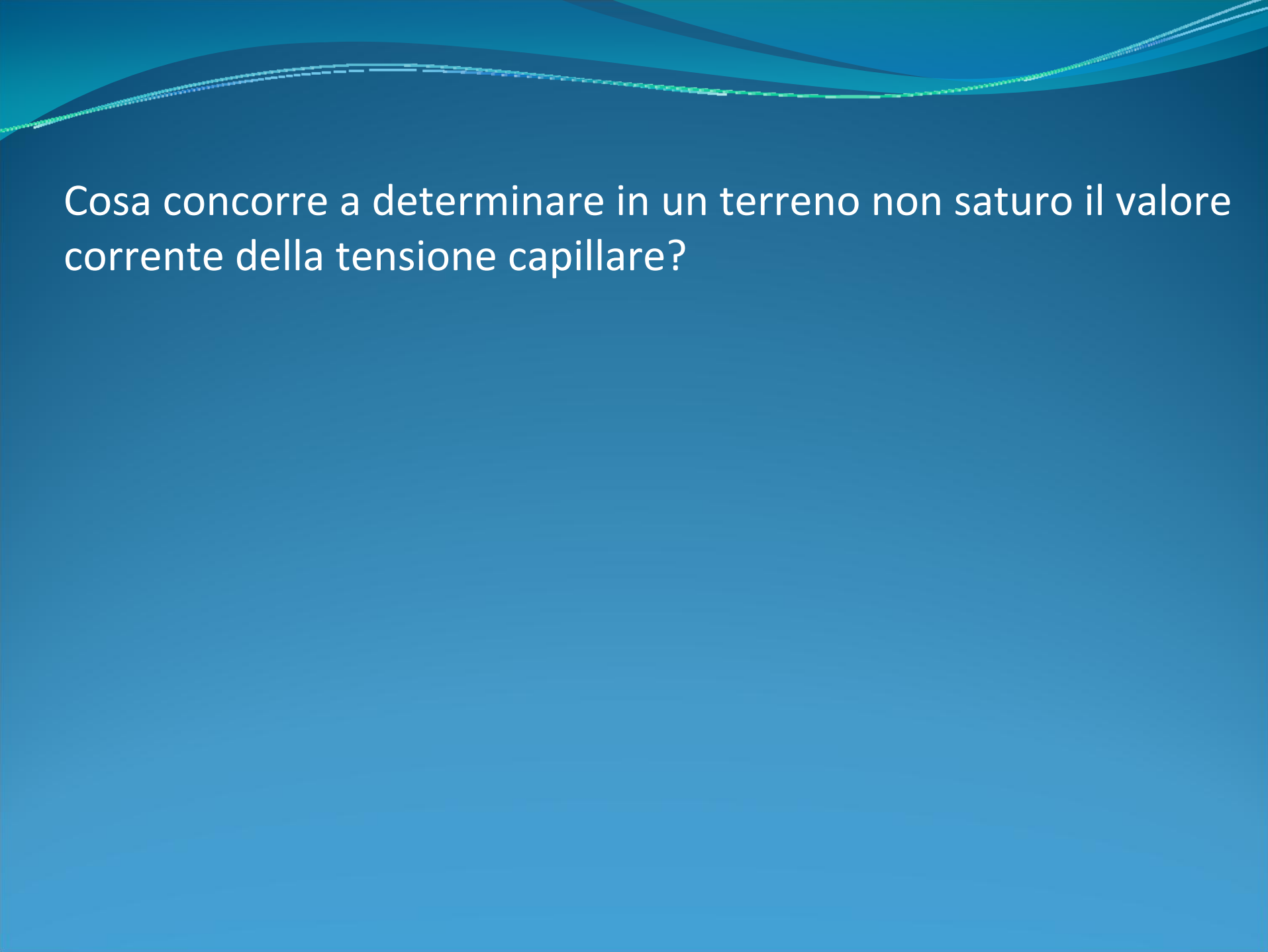
Incremento della
RESISTENZA A TAGLIO

Incremento della
RIGIDEZZA A TAGLIO

Esempio di criterio di resistenza per terreni parzialmente saturi

(Fredlund et al. 1978)

$$\tau_f = c' + (\sigma_n - u_a) \tan \phi' + (u_a - u_w) \tan \phi^b$$



Cosa concorre a determinare in un terreno non saturo il valore corrente della tensione capillare?

Cosa concorre a determinare in un terreno non saturo il valore corrente della tensione capillare?

Effetto combinato di
POROSITA' (P) e UMIDITA' (U)

Effetto combinato di POROSITA' (P) e UMIDITA' (U)

DUE DIFFERENTI MEZZI POROSI A CONTATTO IN UN
SISTEMA IDRAULICAMENTE ISOLATO
IPOTESI: $P_1=P_2$; $U_1=U_2$

P 1

U 1

P 2

U 2

Effetto combinato di POROSITA' (P) e UMIDITA' (U)

DUE DIFFERENTI MEZZI POROSI A CONTATTO IN UN
SISTEMA IDRAULICAMENTE ISOLATO
IPOTESI: $P_1=P_2$; $U_1=U_2$

S=100kPa

P 1

U 1

S=100kPa

P 2

U 2

Effetto combinato di POROSITA' (P) e UMIDITA' (U)

DUE DIFFERENTI MEZZI POROSI A CONTATTO IN UN
SISTEMA IDRAULICAMENTE ISOLATO
IPOTESI: $P_1 \neq P_2$; $U_1 \neq U_2$

P 1

U 1

P 2

U 2

Effetto combinato di POROSITA' (P) e UMIDITA' (U)

DUE DIFFERENTI MEZZI POROSI A CONTATTO IN UN
SISTEMA IDRAULICAMENTE ISOLATO
IPOTESI: $P_1 \neq P_2$; $U_1 \neq U_2$

S=100kPa

P 1

U 1

S=100kPa

P 2

U 2

PER GARANTIRE L'EQUILIBRIO, NON E' NECESSARIO CHE DALL'ALTRA PARTE DELLA FUNE VI SIA LO STESSO NUMERO DI UOMINI



Effetto combinato di POROSITA' (P) e UMIDITA' (U)

DUE DIFFERENTI MEZZI POROSI A CONTATTO IN UN
SISTEMA IDRAULICAMENTE ISOLATO
IPOTESI: $P_1 \neq P_2$; $U_1 \neq U_2$

S=10kPa

P 1

U 1

S=1000kPa

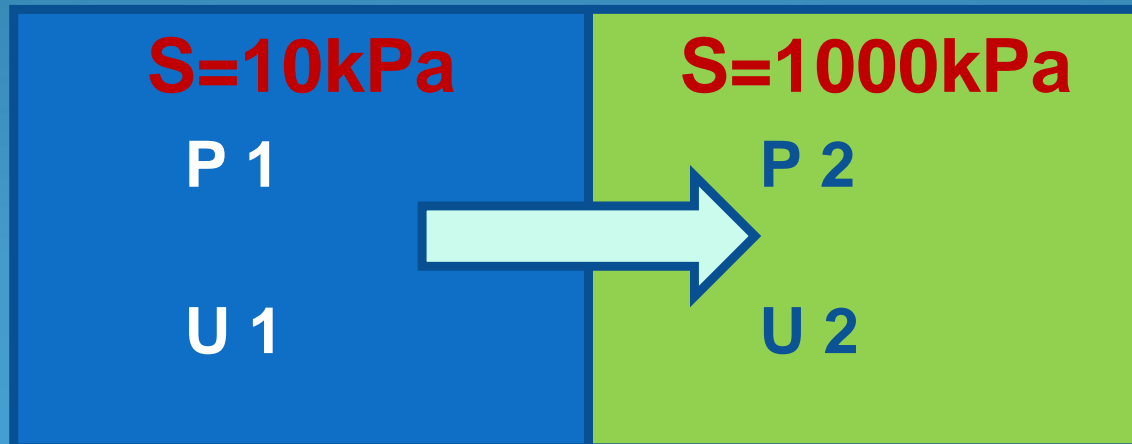
P 2

U 2

IL “TIRO ALLA FUNE” CONDURRA’ I DUE MEZZI ALLO
STESSO VALORE DI SUZIONE, IN UN DETERMINATO
TEMPO DI EQUALIZZAZIONE

MIGRAZIONE D’ACQUA PER RIPRISTINARE L’EQUILIBRIO

DUE DIFFERENTI MEZZI POROSI A CONTATTO IN UN
SISTEMA IDRAULICAMENTE ISOLATO
IPOTESI: $P_1 \neq P_2$; $U_1 \neq U_2$



LA STRATEGIA PER AUMENTARE LA TENSIONE CAPILLARE IN UN TERRENO, QUINDI PER MIGLIORARNE LE CARATTERISTICHE MECCANICHE, PUO' DUNQUE CONSISTERE NELL'INTRODUZIONE NEL TERRENO DI UN MEZZO A POROSITA' DIFFERENTE, CIOE' UN OPPORTUNO APPARATO RADICALE .

SISTEMA "NON CHIUSO"

EQUILIBRIO "DINAMICO"



Conseguenze ingegneristiche di un incremento di τ_f

Aumenta la capacità della SINGOLA PARTICELLA di terreno di opporsi alle sollecitazioni di taglio connesse alla lama d'acqua in ruscellamento superficiale (**LIMITAZIONE DEL TASSO DI EROSIONE**)

Aumenta la capacità di un AMMASSO di terreno ad estradosso inclinato di sopportare le azioni connesse essenzialmente al peso proprio (**STABILITA' DELLE SCARPATE**)