

II TERRENO

Caratteristiche Fisiche



FERTILITA' DEL TERRENO

(Individui)

così come un animale è fertile se produce molti figli,
un albero è fertile se produce a molti fiori-frutti-semi,
un cervello è fertile se produce molte idee,

(Sistemi)

un terreno è fertile se consente la crescita di molte
piante

Un agro-ecosistema è fertile se consente la crescita di
molte aziende agricole

TERRENO FERTILE



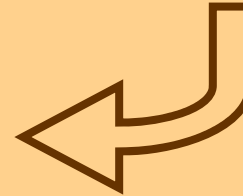
PIANTE ⇒ MERCATO



ANIMALI ⇒ MERCATO



UOMINI



quindi il terreno rappresenta la base della fertilità dell'agro-ecosistema: cioè consente alle aziende agricole (uomini, animali e piante in equilibrio) di produrre e vivere bene,

meglio se in maniera sostenibile

**Cosa significa sostenibilità
(dell'agricoltura) ?**



Considerando che nel terreno crescono le radici,
di cosa hanno bisogno le radici?

Ossigeno = respirazione (energia)

Acqua = nutrizione, trasporto

Nutrienti = N, P, K, Ca, S,.....

Temperatura

Assenza patogeni e tossine

Terreno

Funzioni

abitabilità

nutrizione

Quantità (profondità-volume)

porosità

permeabilità

} **ossigeno**

temperatura

parassiti

pH

sostanze tossiche

Nutrienti (N P K S Ca)

Acqua (anche per trasporto)

Colloidi

Attività microbica

Fertilità

Fertilità del terreno

FISICA = capacità di consentire la libera circolazione di aria ed acqua e la crescita radicale

Dipende da: tipo e livello di aggregazione delle particelle che influenzano la **POROSITA'**

CHIMICA = capacità di fornire gli elementi minerali necessari alle piante

Dipende da: pH, numero di cariche negative (CSC), presenza di elementi minerali

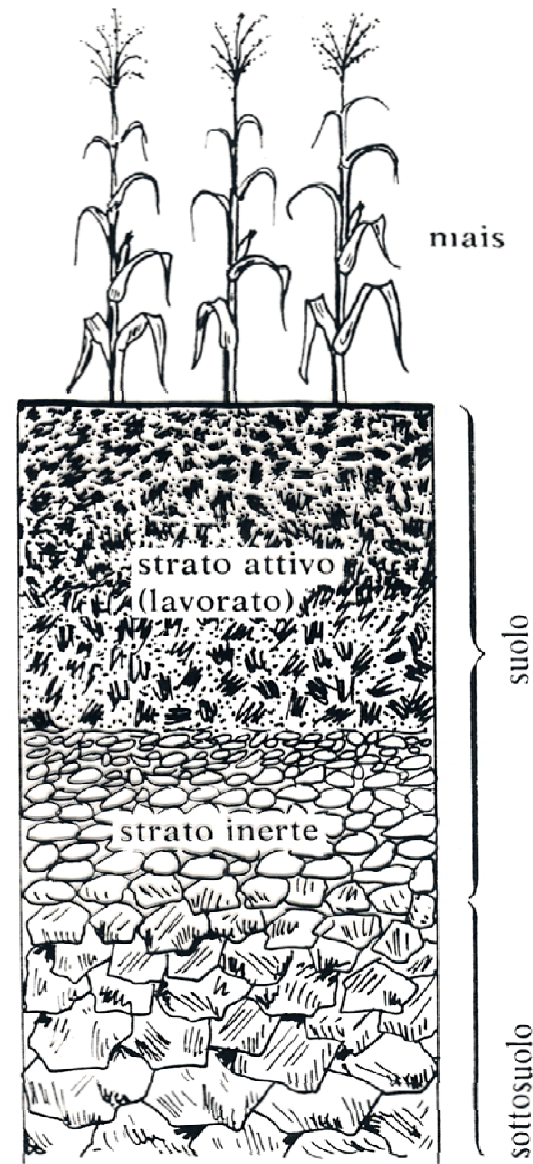
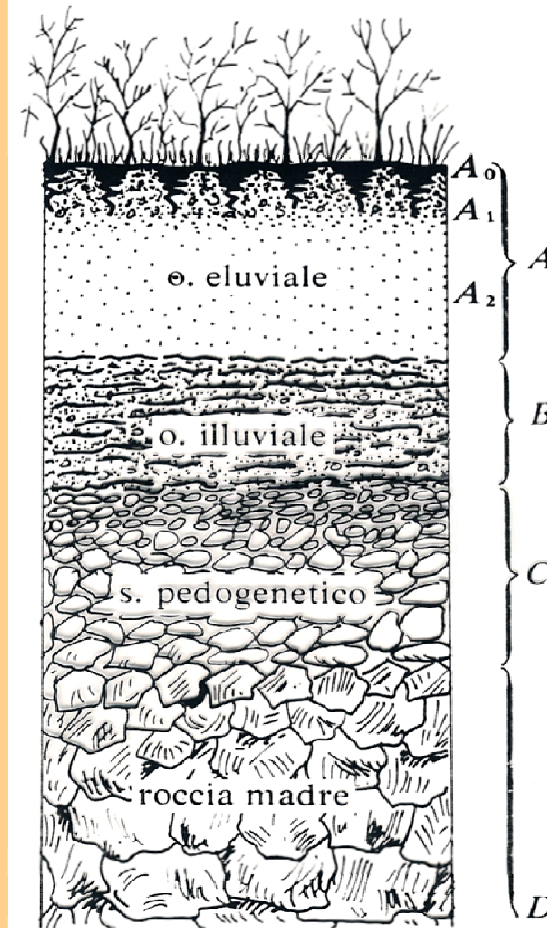
BIOLOGICA = capacità di ospitare la microflora utile

Dipende da: presenza di C organico, porosità

Influenza **F.CHIMICA** e **FISICA**

Profili del terreno

Terreno
naturale



Terreno
coltivato

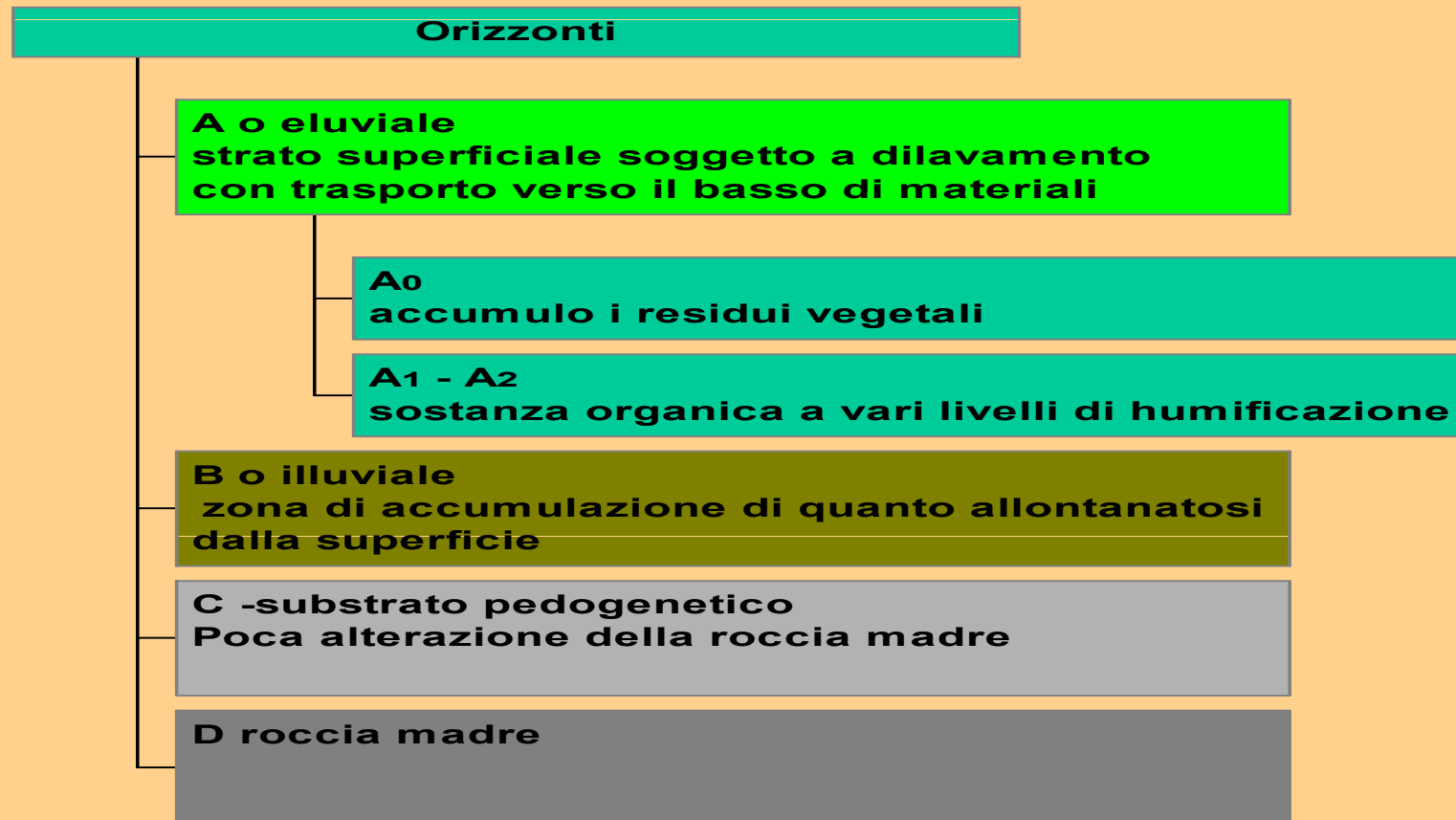


Terreno naturale

Profilo: sezione verticale che va dalla superficie alla roccia madre inalterata

Riflette la storia del suolo

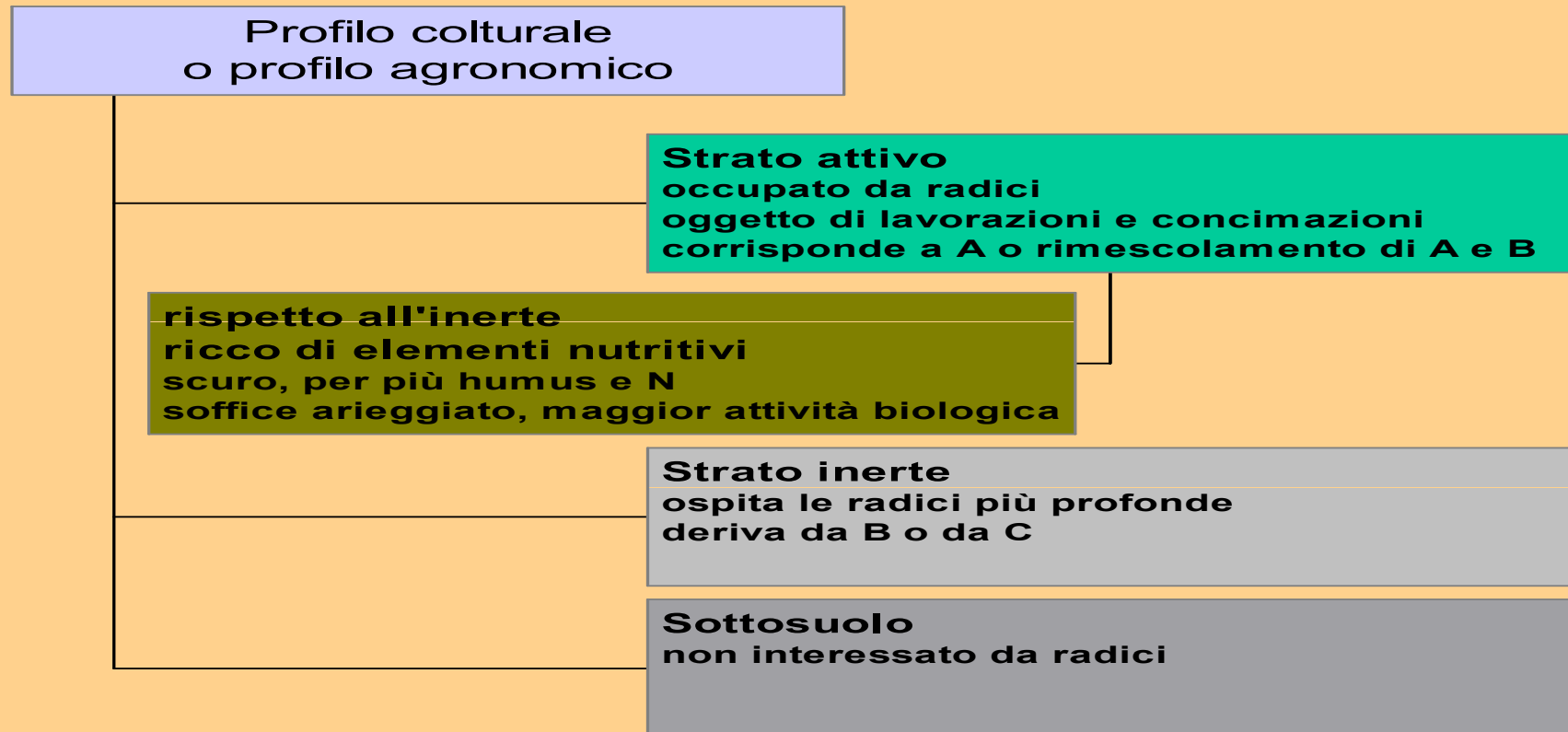
essendo la risultante di tutti i processi che hanno contribuito alla sua formazione



Terreno agrario

differisce da quello naturale per l'intervento umano:

- asportazione dei prodotti, riduzione della sostanza organica
- lavorazioni (la più importante modifica alla stratigrafia)
- concimazioni e irrigazioni (input supplementari)



Talvolta sono presenti nel profilo strati che inibiscono lo sviluppo radicale

Strati di inibizione

strati tossici
concentrazione salina
pH anomalo

strati aridi

strati compatti
di origine illuviale

Strati di inibizione agronomici

Crostone: deposito di CaCO_3 al limite di percolazione delle acque (puglie, veneto)

Ferretto: concrezioni ferruginose per illuviazione

Cappellaccio: tufi impermeabili in Campania e Lazio

Crostone di lavorazione: specialmente in terreni argillosi, per la pressione del tallone dell'aratro, usato erroneamente sempre alla stessa profondità

orizzonte petrocalcico
cementazione dei carbonati

duripan
silice con cementi
ossidi di Fe e
silicato di Al

Frangipan
in ambiente acido
duro solo se secco

petrogypico
cementazione del gesso

orizzonte spadico
accumulo di sost. org e ossidi



S. Valentino Torio

**E' IMPORTANTE CONOSCERE LO STRATO
SOTTOSUPERFICIALE**

**FORTE DISCONTINUITA' TESSITURALE
IMPEDISCE LA PERCOLAZIONE FORMANDO
UNA FALDA SOSPESA**

Da prof. F.Terribile



Terzigno

NELLE ZONE VULCANICHE E
ALLUVIONALI

SPESSO ESISTONO PIU' STRATI
SOVRAPPOSTI con caratteristiche
anche molto differenti

Da prof. F.Terribile

Profondità del terreno

Detta anche spessore o potenza del terreno

Terreni profondi sono vantaggiosi in quanto:

- meno esigenti per concimazione e irrigazione
- idonei a tutte le colture (erbacee, arboree)
- idonei a alti investimenti colturali

In genere presenti nelle zone alluvionali (es pianura padana, Sele, Volturno alto); i superficiali prevalgono in collina e montagna

Classificazione FAO della profondità dei terreni

tipo	Profondità m	Indice di potenzialità
Molto sottile	<0,3	20 %
Sottile	0,3-0,6	50 %
Abbastanza profondo	0,6-0,9	80 %
Profondo	0,9-1,2	100 %

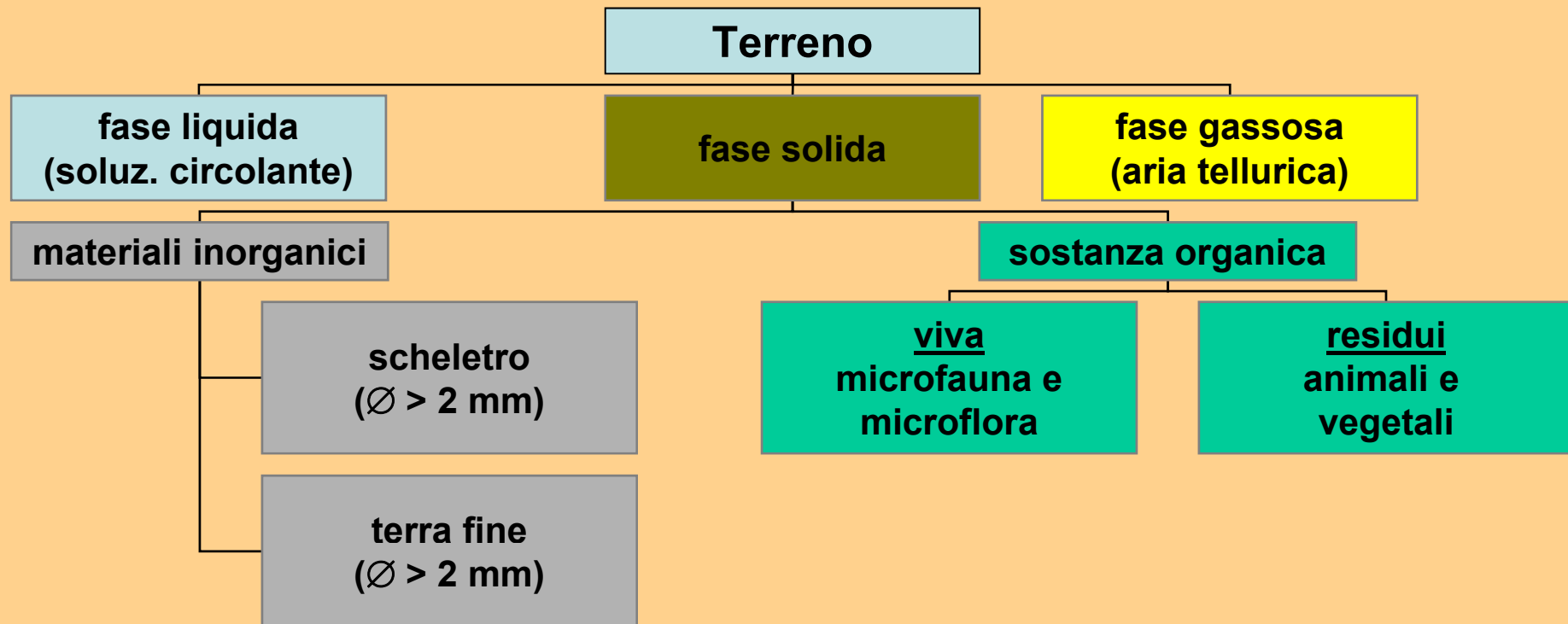


Spesso in montagna i
boschi hanno a
disposizione solo
pochi cm di terreno

poggiati sulla roccia
madre

Terreno

E' lo strato superficiale della crosta terrestre capace di ospitare la vita delle piante. E' un sistema **TRIFASICO in equilibrio**



FASE GASSOSA

Atmosfera tellurica: serve alla respirazione radicale e microbica (più CO_2 e meno O_2 dell'atmosfera)

FASE LIQUIDA

Soluzione circolante: sede dell'assorbimento radicale e del metabolismo microbico (H_2O , NO_3^- , K^+ , PO_4^{--} , Ca^{++} , Mg^{++})

FASE SOLIDA:

Particelle minerali ed organiche: sede di adsorbimento chimico (legami ionici, deboli,...) e fisico (forze di attrazione capillare dell'acqua), la dimensione delle particelle determina la quantità e larghezza degli spazi vuoti (porosità)

Tessitura

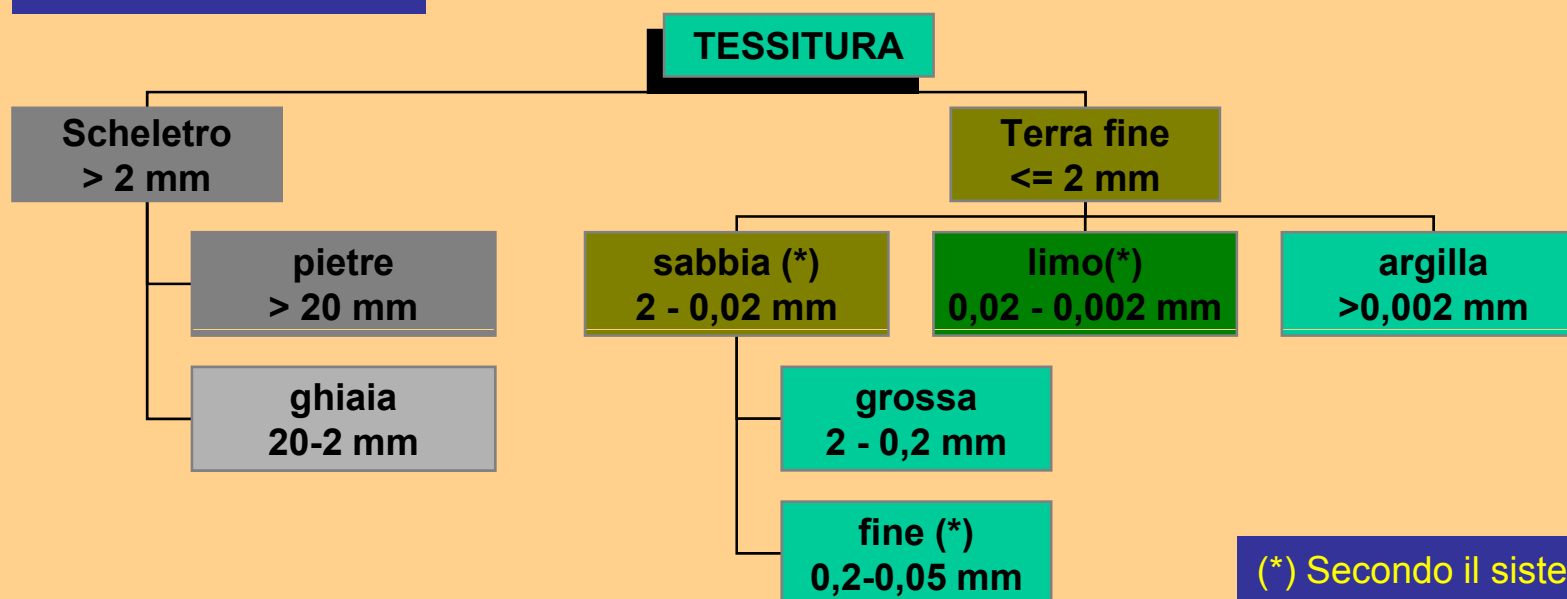
Classificazione del terreno sulla base della composizione granulometrica

E' la ripartizione (% in peso) in funzione della dimensione dei costituenti minerali

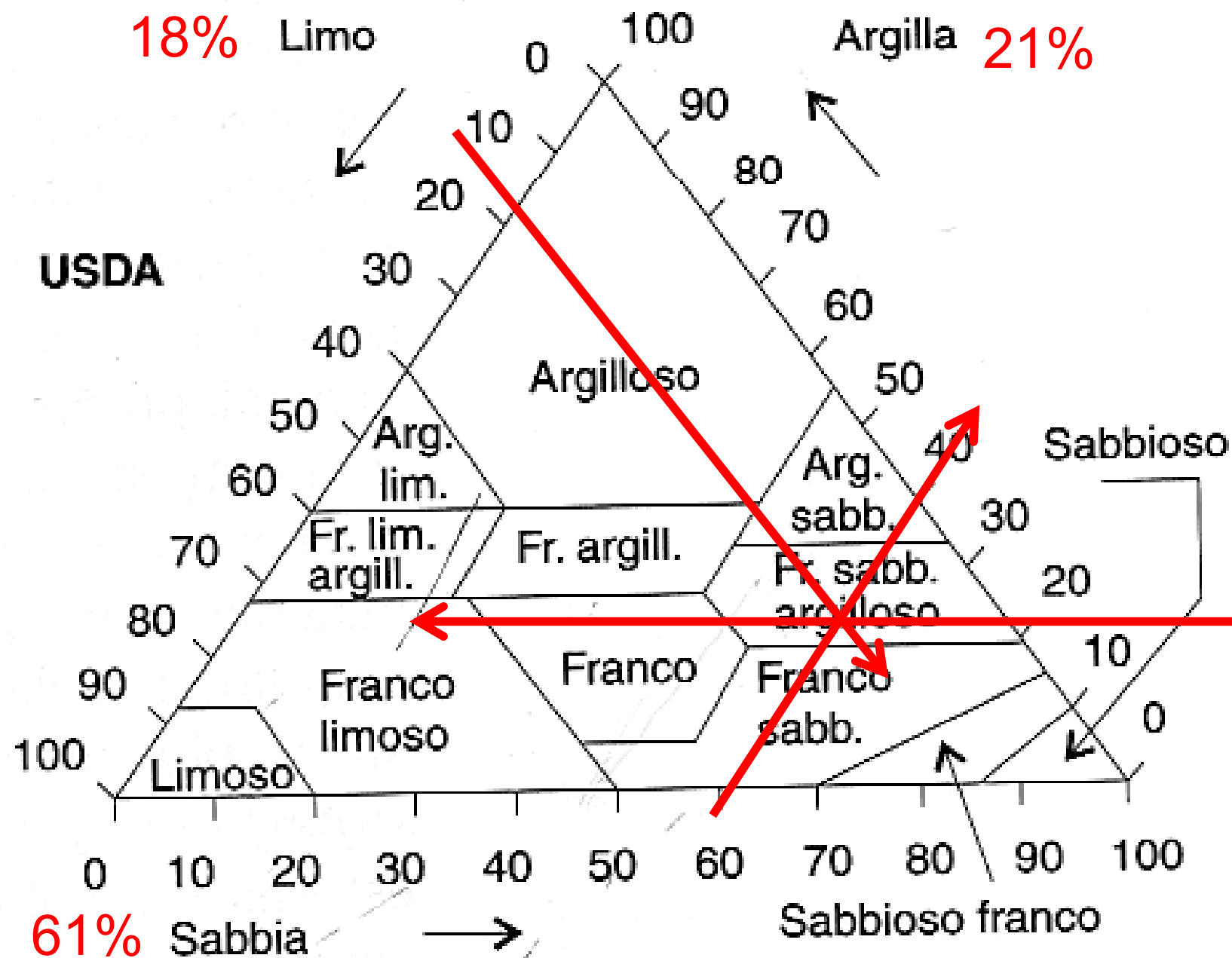
Molte proprietà del suolo dipendono da essa.

Conoscerla è indispensabile, ma non sufficiente per caratterizzare un terreno

Sistema SISS

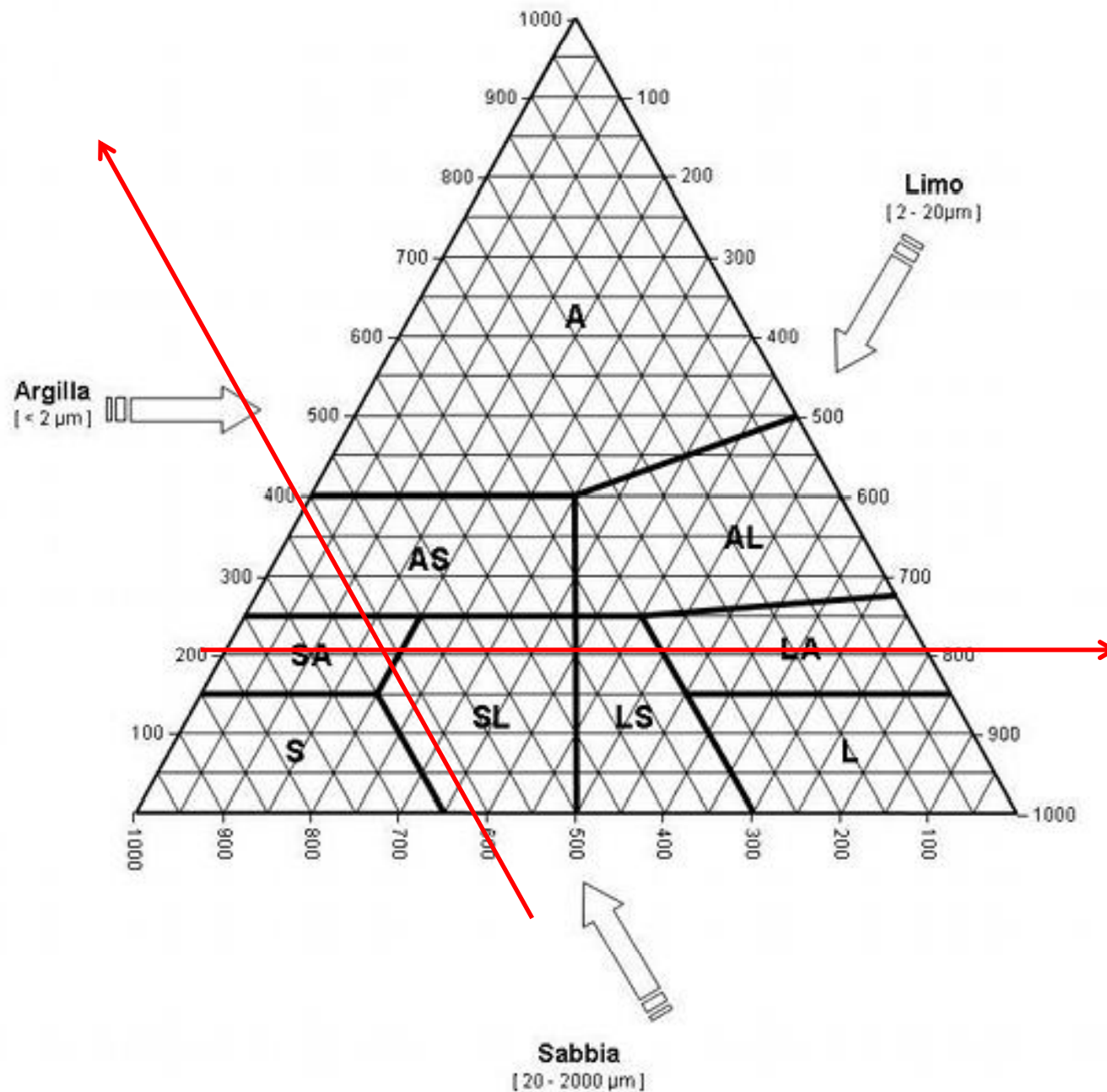


(*) Secondo il sistema dell'USDA il limite tra sabbia e limo è 0.05 mm.



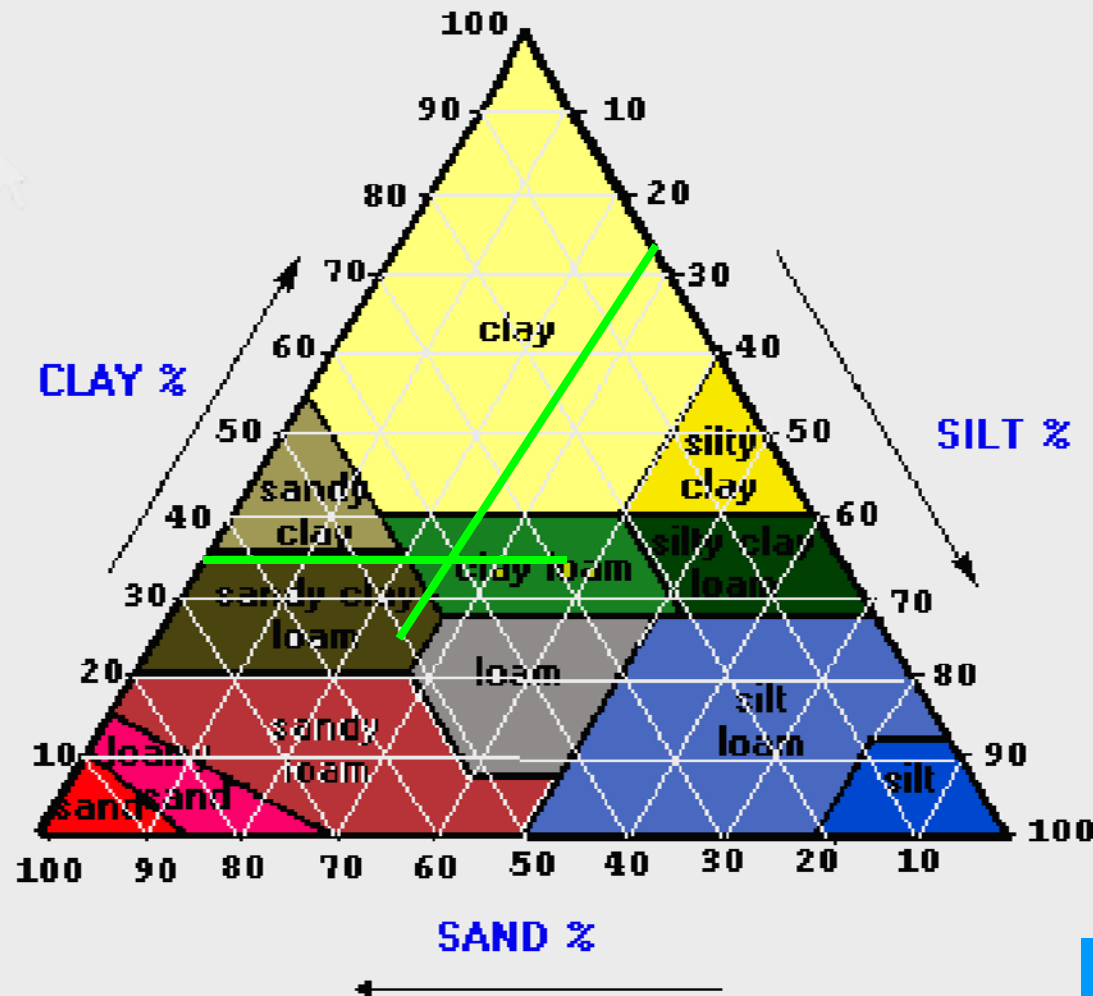
Classificazione ISSS

[g/Kg]



Tessitura (2)

Il triangolo granulometrico (sulla terra fine)



Sand = sabbia

Silt = limo

Clay = argilla

Loam = di grana media
(vecchio termine franco)

Attenzione:

in inglese l'aggettivo
precede il nome. In
italiano viceversa

es:

Sandy clay = argilloso-
sabbioso

Es:

Argilla 35%, Limo 25%, Sabbia 40%



Argilloso: si impasta, è plastico



Sabbioso,
non si impasta



Limoso, si impasta
ma non è plastico

Tessitura

altre specificazioni

Calcare tra 10 e 20% = calcareo dopo (es. argilloso-calcareo)

Calcare > 20% = calcareo prima (es. calcareo-argilloso)

sost. organica tra 5 e 10% = umifero dopo (es. argilloso-umifero)

sost. organica > 10% = umifero prima (es.: umifero-argilloso)

scheletro > 40% = (scheletro prevalente) pietroso o ciottoloso

Per capire bene le funzioni delle particelle di terreno dobbiamo ricordarci:

Gli **spazi vuoti** sono direttamente proporzionali alla dimensione delle particelle e

La **superficie** per unità di peso è inversamente proporzionale alla dimensione delle particelle

Gli spazi vuoti (=PORI) tra le particelle piccole sono più piccoli

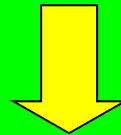
La superficie (per unità di peso) delle particelle piccole è più grande

Funzioni e caratteristiche delle frazioni granulometriche

Scheletro

Sottrae volume al terreno:

- minor disponibilità di acqua e elementi nutritivi
- impedimento allo sviluppo delle radici
- difficoltà di lavorazione
- siccome in genere molto scheletro si accompagna a tessitura grossolana, alta permeabilità



Spietramento (talvolta)



**Quali colture sono
possibili nei suoli
pietrosi ?**

(anzi vengono bene)



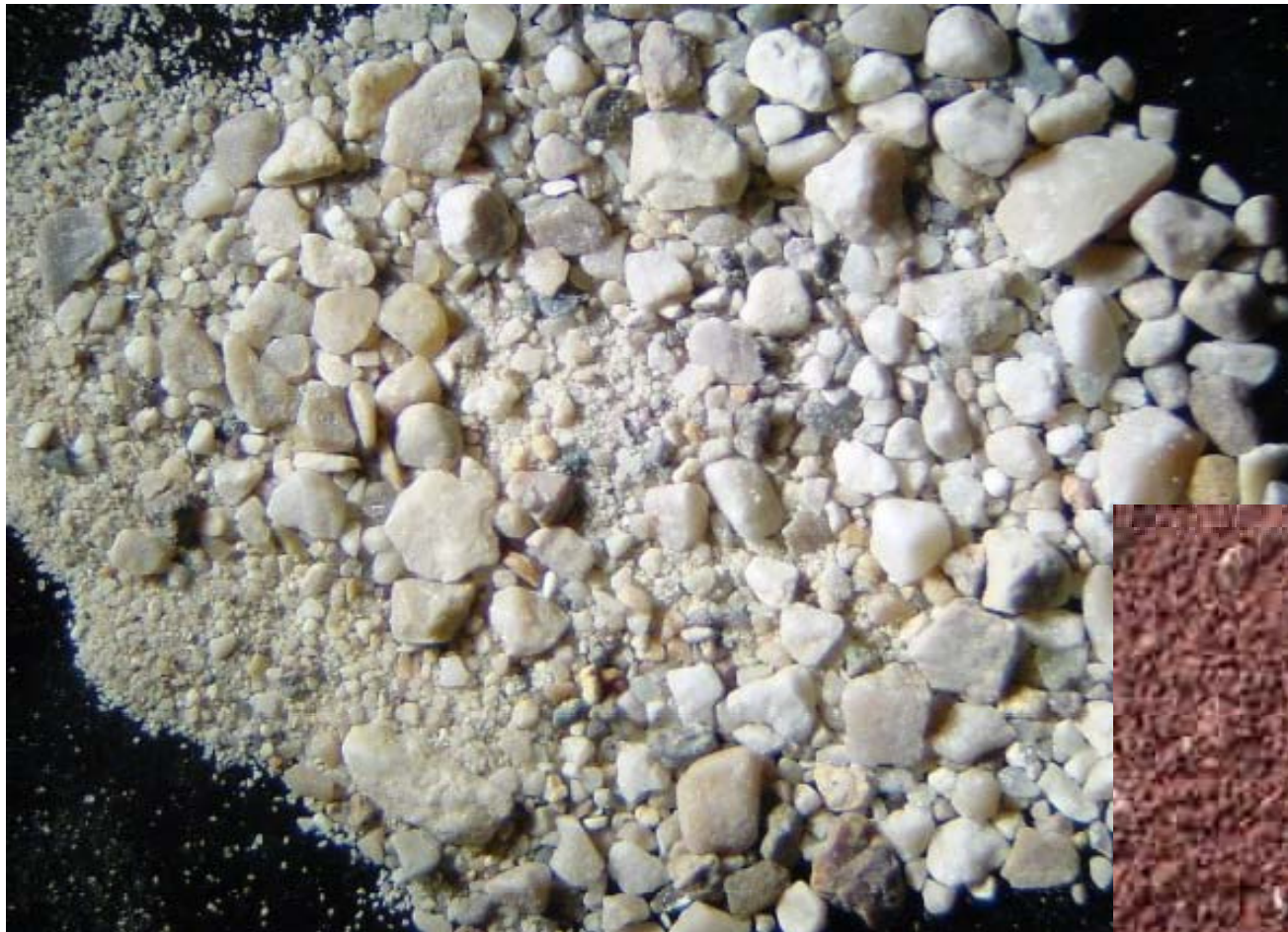
Funzioni e caratteristiche delle frazioni granulometriche (2)

Sabbia (tra 2 mm e 2/100 mm)

- Povertà **chimica** per ridotte superfici di scambio (es. 20 m²/g) e **fisica** per eccessiva macroporosità (non trattiene fertilizzanti e acqua): TRA PARTICELLE GRANDI CI SONO SPAZI VUOTI (=PORI) GRANDI (bassa forza di attrazione capillare)
- Elevato arieggiamento: troppo rapida mineralizzazione della sostanza organica = Forte drenaggio
- Scioltezza e facilità di lavorazione
- Facile accesso ai campi
- Rapido riscaldamento



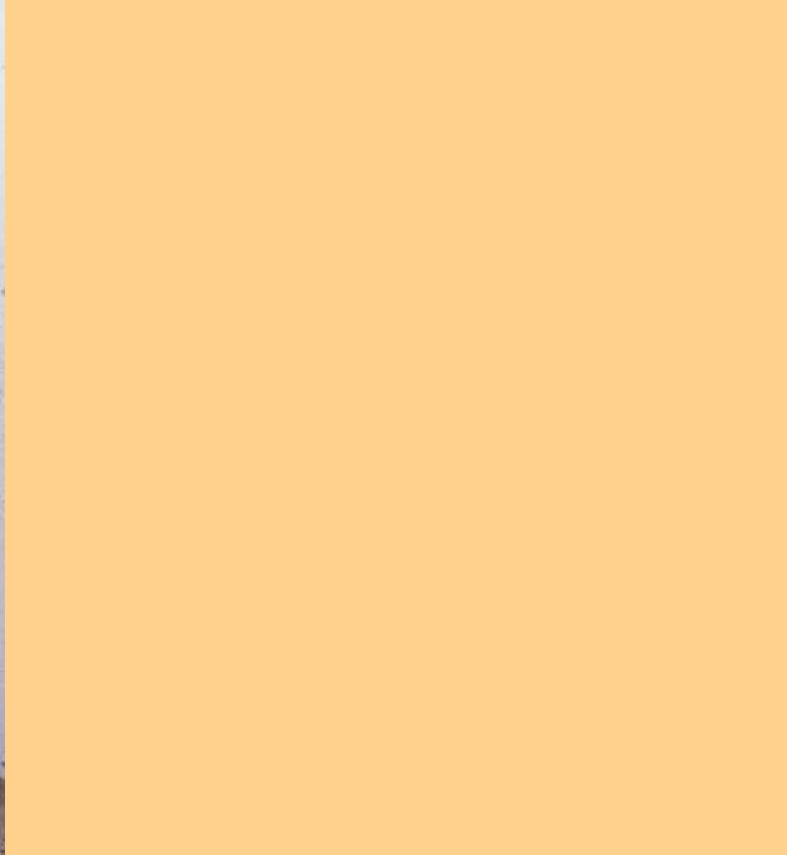




Sabbia vulcanica (**pseudosabbia**)=

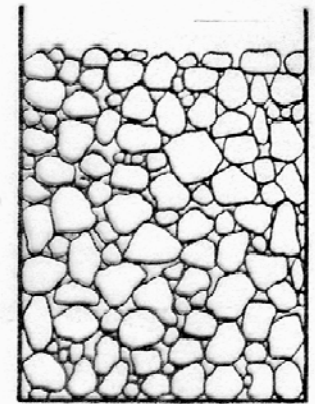
Macropori tra i granelli, ma anche
Micropori dentro i granelli,
alta CSC





Funzioni e caratteristiche delle frazioni granulometriche (3)

Limo (tra 2/100 e 2/1000 mm)



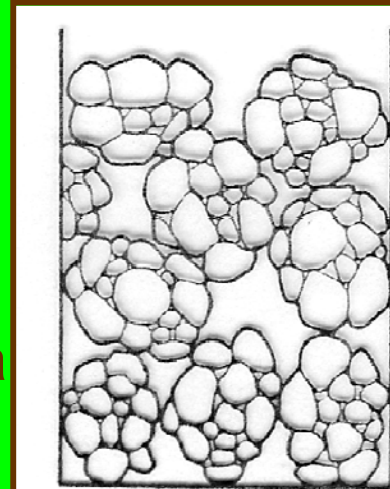
- poche cariche elettriche **non forma aggregati strutturali**
e le particelle sono piccole: eccessiva microporosità e poveri di elementi nutritivi,
 - Non conferisce struttura, intasa, quindi bassa permeabilità
 - Terreni polverosi allo stato secco e fangosi allo stato umido
 - formano croste superficiali e zolle dure,
 - freddi
-
- produttivi solo con buone fertilizzazioni organiche



Funzioni e caratteristiche delle frazioni granulometriche (4)

argilla

- Terreni pesanti (di difficile lavorazione).
- le particelle si aggregano: con buona struttura sono i migliori terreni
- Elevata dotazione di elementi nutritivi
- Buone riserve idriche
- Terreni molto produttivi, ma difficili da gestire
- Terreni rigonfiabili se umidi e crepacciati se secchi



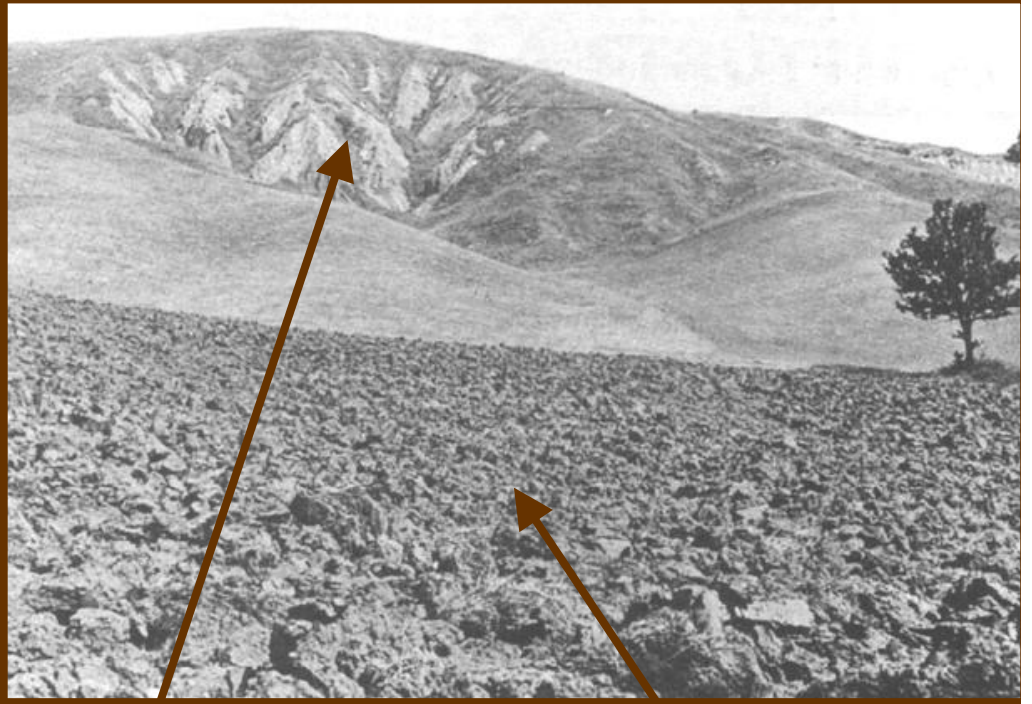




Terreni argillosi



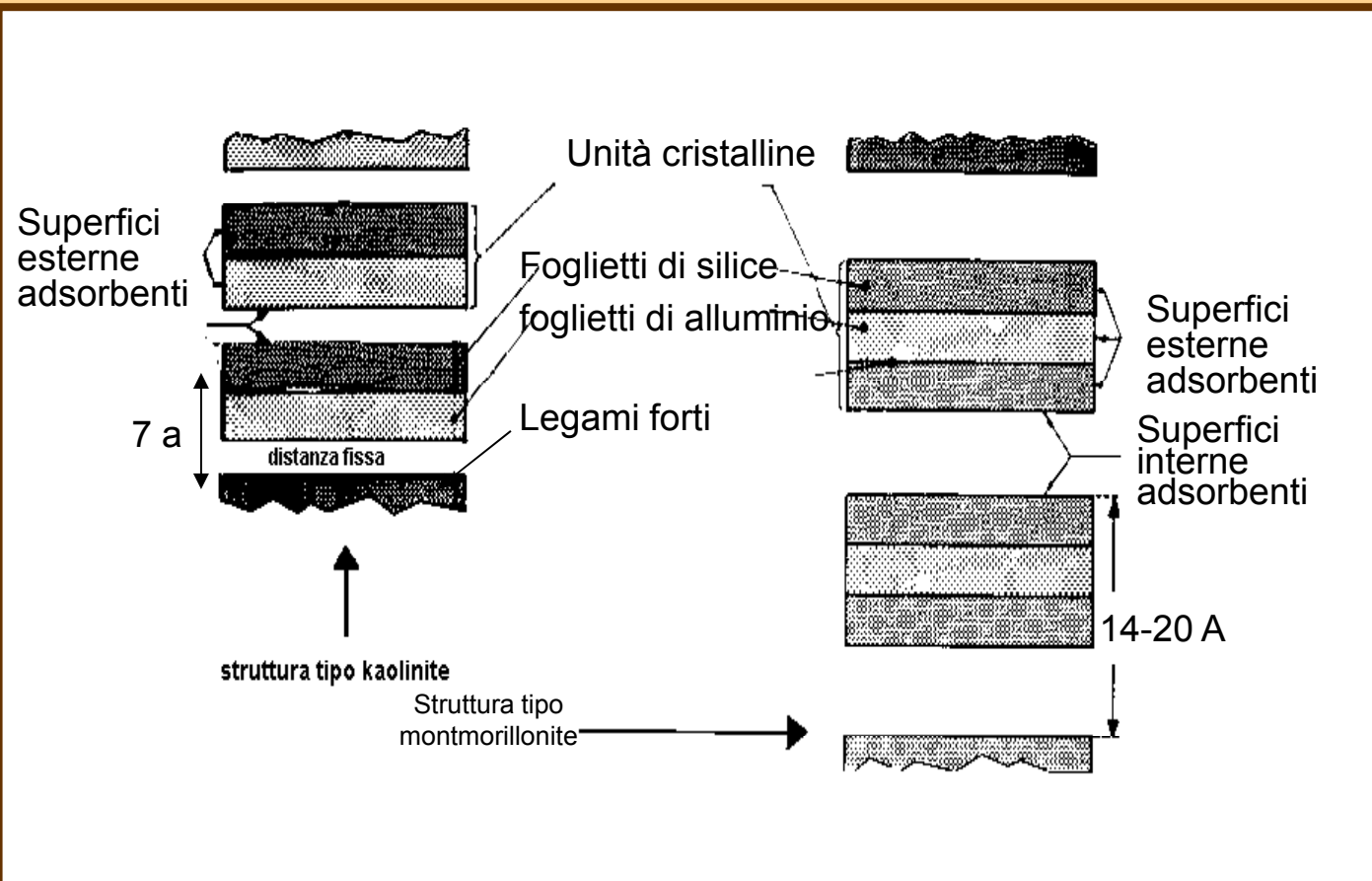
Crepacciatura



Calanco

Terreno argilloso lavorato

Argilla



La **kaolinite** ha superfici di scambio ridotte: **20 m²** per grammo

La **montmorillonite** ha non solo **20 m²** per grammo di superficie esterna, ma anche **800 m²** per grammo tra i foglietti (molto rigonfiabile)

La **illite** consente l'ingresso tra i foglietti del solo ione K⁺, che rimane bloccato (**retrogradazione**)

SOSTANZA ORGANICA DEL SUOLO

1) Viva (microbi, fauna)

vedi 8C TERRENO caratt biologiche.pdf

2) Morta

2a) frazione idrofila, solubile (non umificata)

pezzi di foglie, spoglie microbiche, molecole semplici (lipidi, carboidrati, proteine), facilmente biodegradabili

2b) frazione insolubile (umificata)

struttura sovramolecolare, protetta idrofobicamente dalla biodegradazione

CARATTERISTICHE DELLA SOSTANZA ORGANICA

La frazione idrofila e solubile definita anche non umica (principalmente carboidrati, ma anche acidi aromatici e alifatici, glicolipidi, cere, peptidi, aminoacidi, ac.nucleici):

- ha importanza rispetto alla struttura solo nel breve periodo;**
- è il principale substrato per la mineralizzazione e quindi sostiene la nutrizione minerale delle colture;**
- trasporta elementi nutritivi anche in profondità:
è substrato per i microbi negli aggregati e negli orizzonti profondi (cicli di N e C, es. risintesi di macromolecole);
trasporta metalli e protoni (anche metalli pesanti);
stabilizza colloidali e aggregati lontani dalla superficie.**

In condizioni di laboratorio per decomporre la stessa quantità di sostanza occorrono (Hagin e Amberger, 1974):

- 0,6 d per gli zuccheri solubili
- 6,7 d per le emicellulose
- 14,0 d per le cellulose
- 364,5 d per la lignina

La frazione più stabile, definita umica (umina, acidi umici e fulvici):

- 1. resiste all'aggressione microbica per protezione idrofobica.**
- 2. presenta numerosi gruppi funzionali, che:**
 - conferiscono al suolo maggiore CSC**
 - consentono la formazione di complessi con le argille o con altre molecole idrofile (S.O. fresca), favorendo l'aggregazione tra particelle (STRUTTURA) mediata da cationi polivalenti (generalmente Ca^{++}).**
- 3. conferisce anche alle altre particelle di suolo le proprie caratteristiche idrofobiche proteggendole dalla degradazione e dispersione**



Stabilità struttura



Accumulo di C nel suolo

EFFETTI DELLA SOSTANZA ORGANICA SULL'AMBIENTE

Accumulo di C nel suolo (riduzione gas serra nell'atmosfera)

Fissazione N minerale (riduzione inquinamento delle falde)

Aumento porosità e maggiore infiltrazione:

in pendenza: riduzione ruscellamento ed erosione

in piano: riduzione ristagni e denitrificazione (N_2O)

Adsorbimento sostanze inquinanti:

riduzione mobilità passiva metalli pesanti (fito-estrazione)

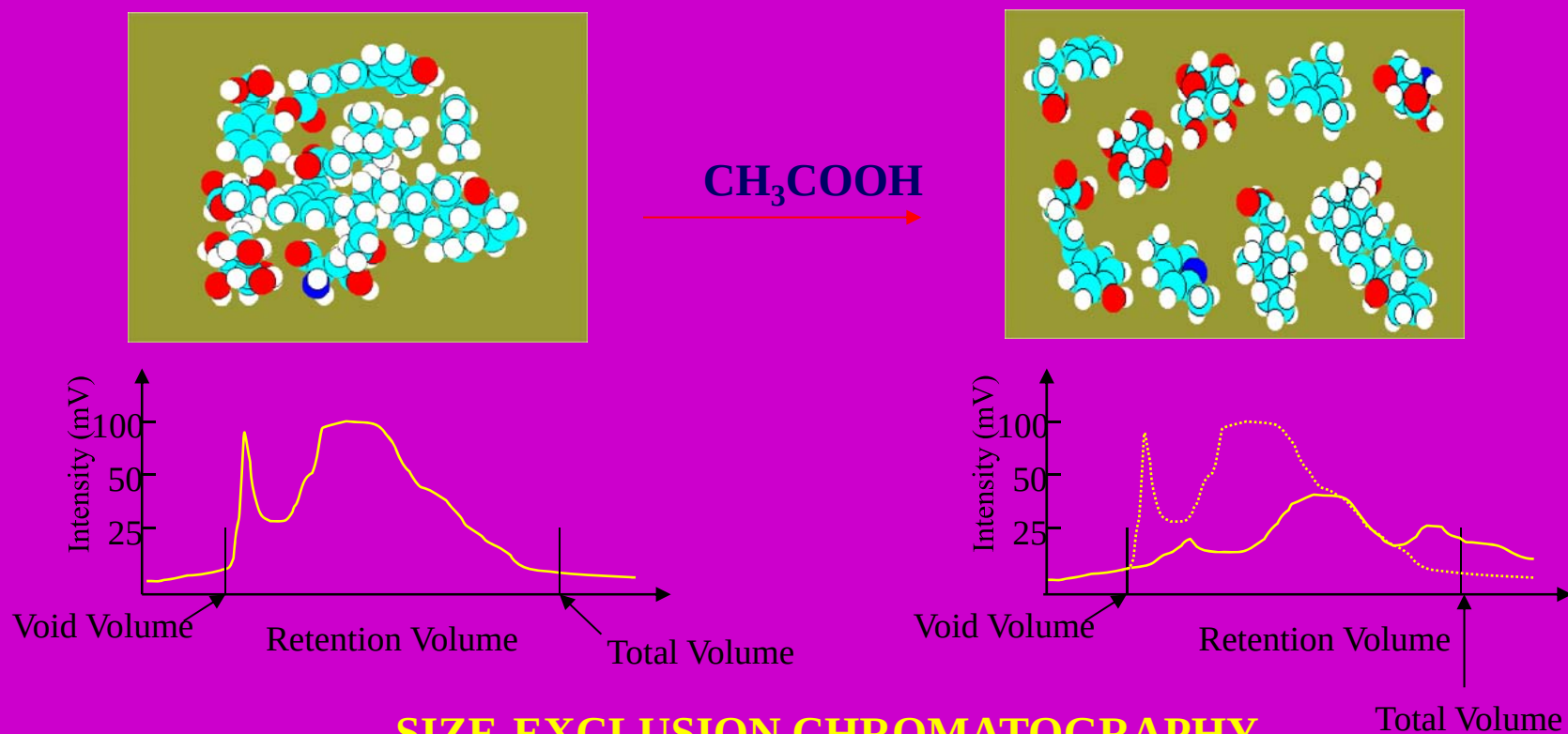
stimolo biodegradazione inquinanti organici:

trinitrotoluene (TNT), total petroleum hydrocarbons (TPH), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH), pentachlorophenol (PCP), Pesticidi, solventi BTX (benzene, toluene, xylene) e clorurati (TCA, TCE).

LA STRUTTURA SOVRAMOLECOLARE

Recenti risultati sperimentali ottenuti a Portici indicano che le sostanze umiche sono associazioni sovramolecolari di molecole eterogenee e relativamente piccole (≤ 1000 Da) stabilizzate da legami deboli (H-bonds, van der Waals, π - π , CH- π) che possono essere distrutti da acidi organici.

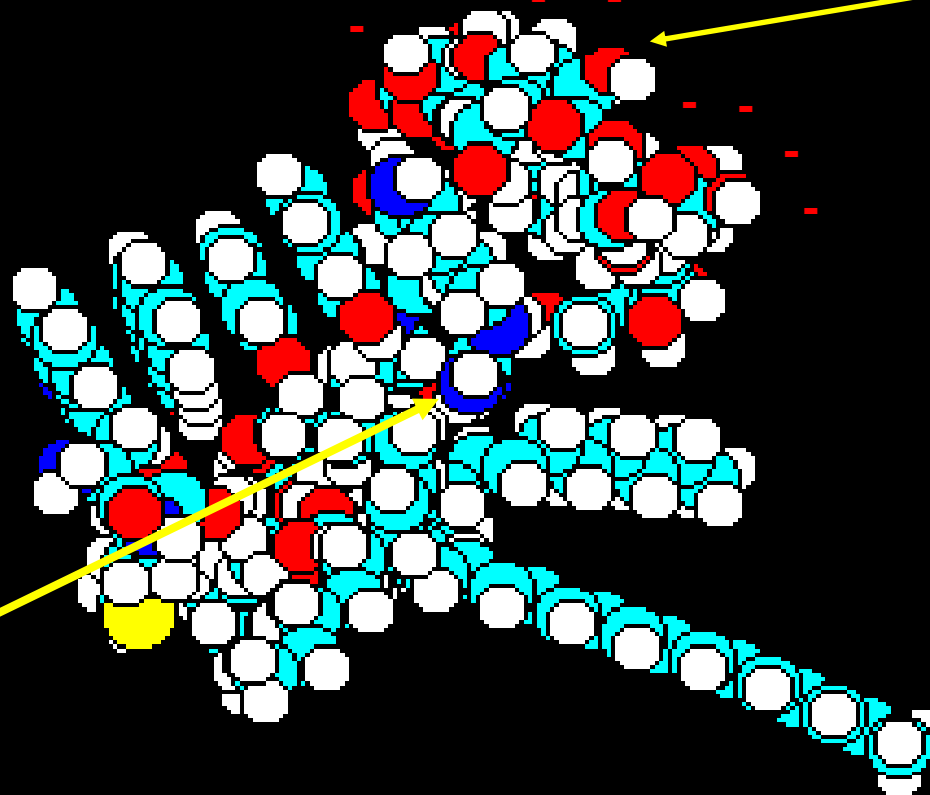
Per maggiori informazioni cfr. corso di Chimica Agraria ambientale (alpiccol@unina.it) <http://www.suprahumic.unina.it>



SIZE-EXCLUSION CHROMATOGRAPHY

- Carbonio
- Ossigeno
- Idrogeno
- Zolfo
- Azoto

OH⁻ = sono all'esterno, nell'interfaccia con l'acqua (CSC)



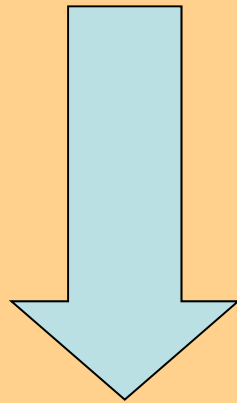
N = protetto all'interno delle catene idrofobiche di C

Acidi organici deboli (e ossigeno) sono in grado di disaggregare la struttura (i legami covalenti sono più forti):

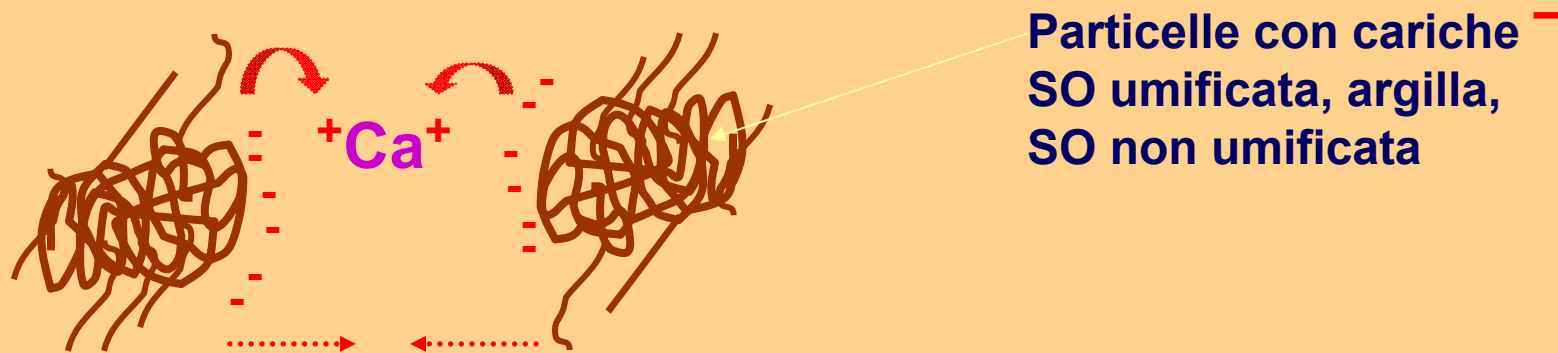
- in presenza di vegetazione (essudati radicali)
- dopo le lavorazioni (condizioni ossidative)

le sostanze umificate sono scomposte in molecole (es. carboidrati) facilmente degradabili da parte della microflora del terreno

In presenza di cationi bivalenti (es. Ca^{++}), i colloidi del suolo (argilla e S.O. umificata) che hanno carica NEGATIVA, sono in grado di promuovere la formazione di ponti e quindi di aggregare tra loro le particelle.



STRUTTURA DEL SUOLO
(aggregazione delle particelle)



I cationi polivalenti (es. Ca^{++} , Mg^{++})
favoriscono l'aggregazione tra le
particelle:

Flocculazione
Formazione struttura



I cationi monovalenti (es. Na^{+} , K^{+})
neutralizzando le cariche negative
impediscono l'aggregazione tra le
particelle:

Deflocculazione
Distruzione struttura

Struttura

LIVELLO DI AGGREGAZIONE

delle particelle elementari della tessitura

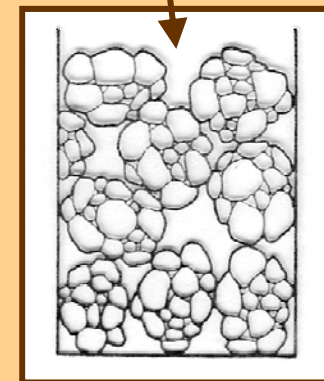
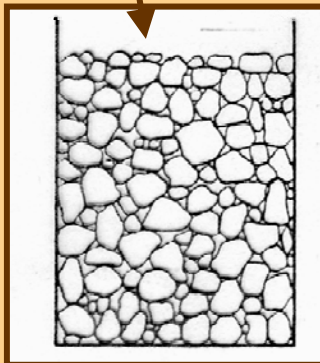
La capacità di aggregarsi è propria dell'argilla (flocculazione con formazione di **micelle**, **grumi**, **glomeruli**, ecc.)

Le altre componenti della tessitura (limo e sabbia) possono aggregarsi in una certa misura solo tramite l'ausilio di “**cementi**” organici (humus) o minerali (calcare, sesquiossidi di Fe e Al, ecc.)

Struttura (2)

TIPI DI STRUTTURA

- **Incoerente:** particelle singole separate (**t. sabbiosi o limosi**)
- **Compatta:** formazioni di blocchi, con l'argilla dispersa, "annega" le altre componenti, quando asciutti formano una massa compatta molto tenace. Problema in terreni limosi e argillosi con argilla deflocculata (**t. sodici**).
- **Frammentata:** le altre particelle sono collegate da argilla o humus a formare aggregati di forma varia. Si riconoscono strutture **prismatiche, cubiche e sferiche**; tra queste la glomerulare è la più favorevole.



Struttura (3)

Classificazione degli aggregati

Zolle	$\varnothing > 150 \text{ mm}$
Aggregati zollosi	$150 > \varnothing > 50 \text{ mm}$
Macroaggregati	$50 > \varnothing > 5 \text{ mm}$
Aggregati ottimali	$5.0 > \varnothing > 1.0 \text{ mm}$
Microaggregati	$1.0 > \varnothing > 0.25 \text{ mm}$
Aggregati astrutturali	$0.25 > \varnothing$

Agiscono sulla struttura: variazioni del contenuto in acqua del terreno (*rigonfiamento e contrazione*), gelo e disgelo, lavorazioni, vegetazione, fauna terricola (es. lombrichi), ioni deflocculanti (Na^+) e flocculanti (Ca^{+2}), sostanza organica

Stabilità della struttura: a) agli agenti meccanici (lavorazioni, calpestio, ecc.); b) all'azione dell'acqua (es. pioggia)

Interventi per migliorare la struttura

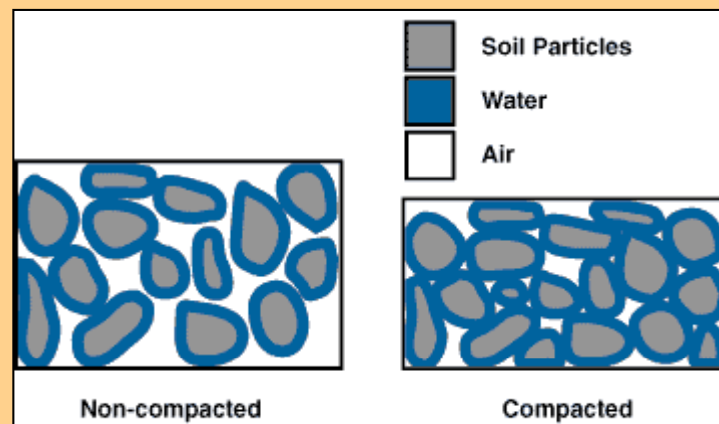
- Il problema si pone in particolare per i terreni limosi e argilloso-sodici, ed è particolarmente importante negli strati superficiali per avere buone emergenze
- **Modifica della tessitura** (solo orticoltura, aggiunta di sabbia)
- **Aggiunta di calcio** (flocculazione dei complessi argillo-umici)
- **Aggiunta di sostanza organica:** (sovescio, letamazioni) subito formazione di polisaccaridi e mucillagini, molto efficienti ma di breve durata, poi humus, meno efficiente ma duraturo.
- **Compostaggio superficiale:** lasciando in superficie paglia, letame, residui si protegge il suolo dall'azione battente della pioggia e dal calore e favorisce l'attività microbiologica
- **Inserimento di prati poliennali di graminacee negli ordinamenti colturali:** evita azione battente delle piogge, migliora la permeabilità, aumenta la sostanza organica nel suolo.
- In terreni sodici, **dilavamento del Na** (deflocculante) e sostituzione con Ca
- **Evitare** (se possibile) **concimazione potassica** (K è deflocculante)

Porosità

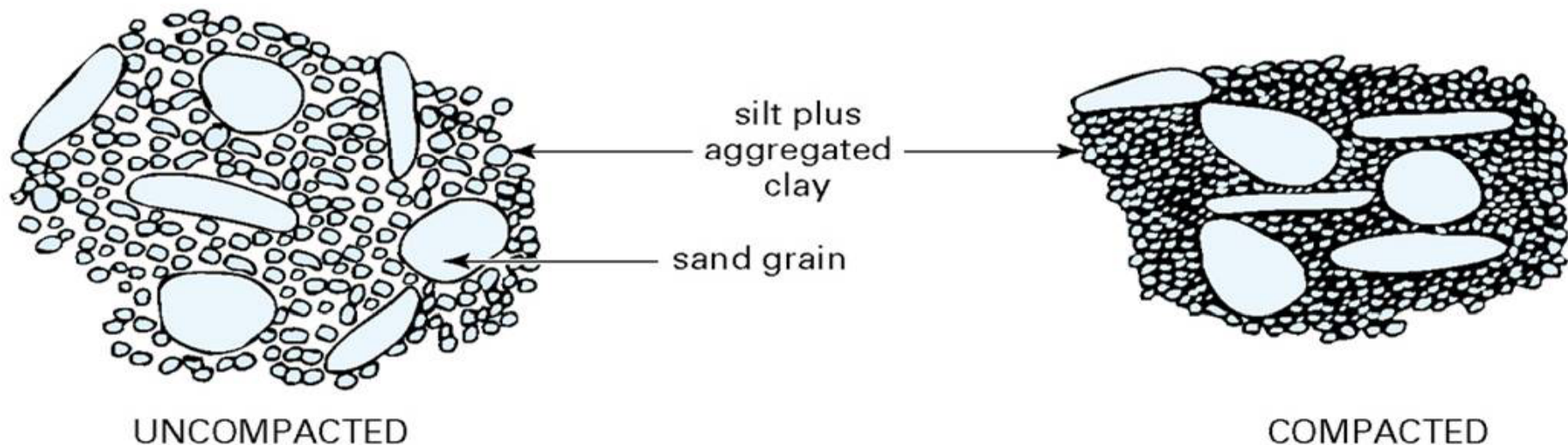
E' una caratteristica del terreno strettamente connessa con la sua tessitura e struttura.

Esprime il rapporto percentuale tra il volume degli spazi vuoti (interstizi tra e nelle particelle) ed il **VOLUME TOTALE APPARENTE**

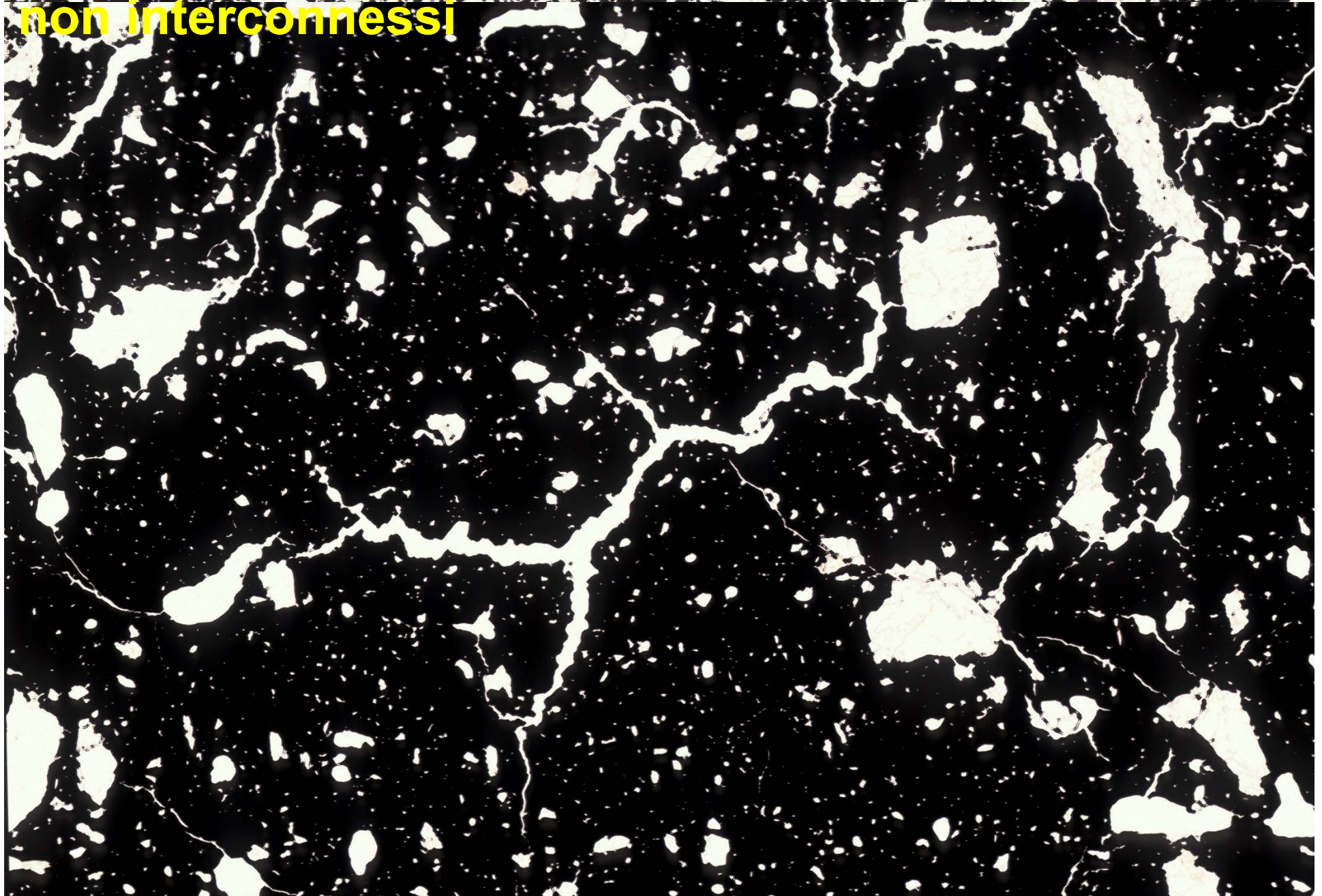
La presenza di una buona struttura (glomerulare)
garantisce un buon equilibrio
tra macropori (aria) e micropori (acqua)



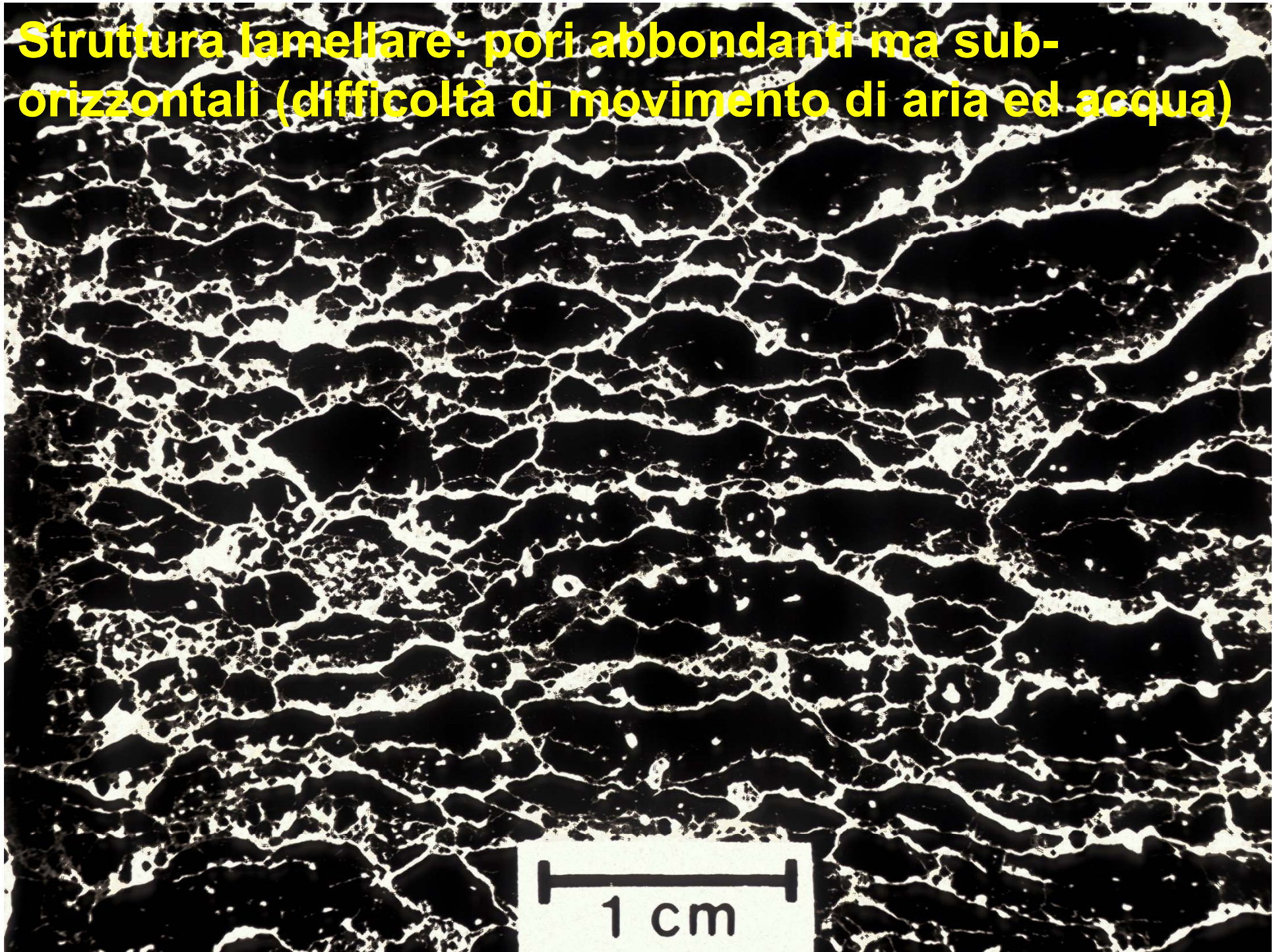
SOIL COMPACTION: <2 mm



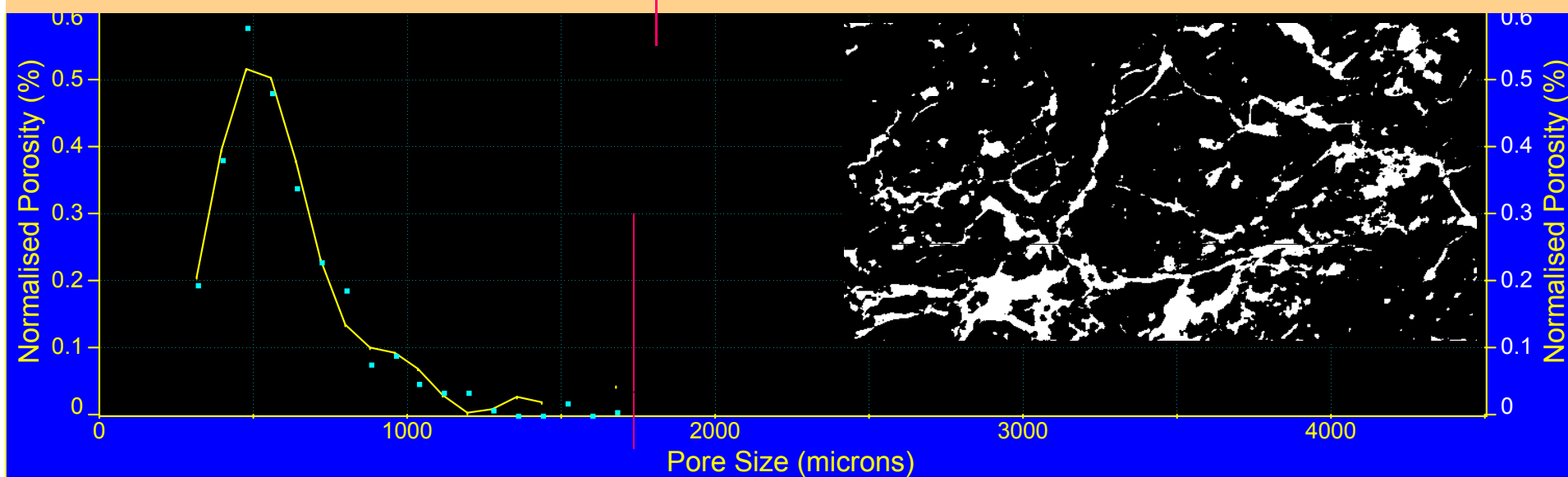
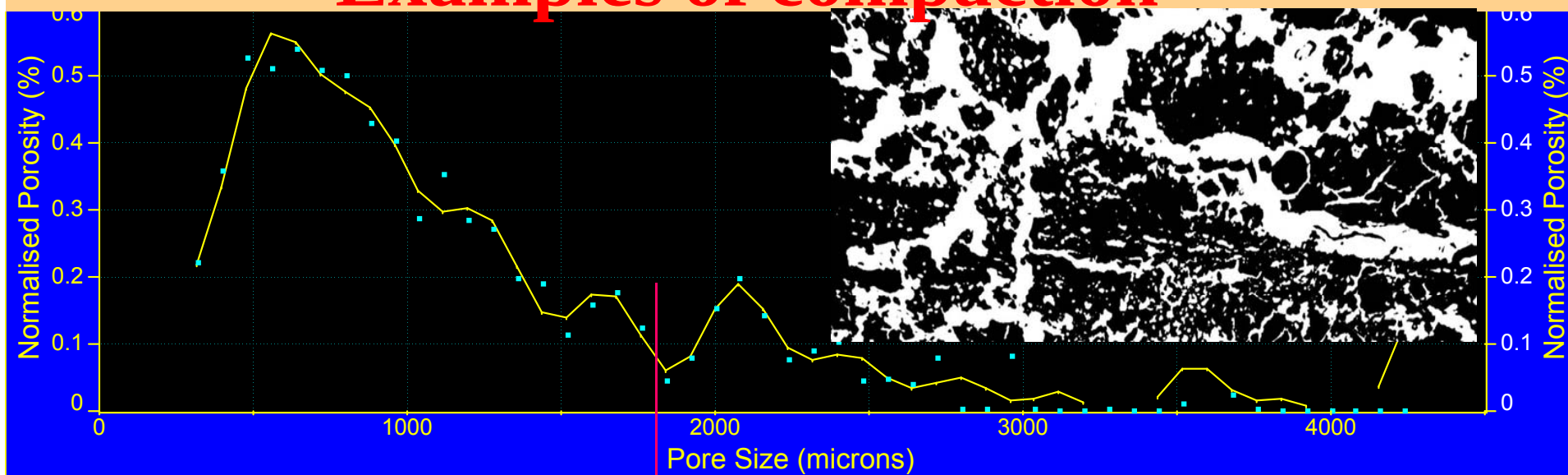
Suolo compattato: minore porosità ma anche pori non interconnessi

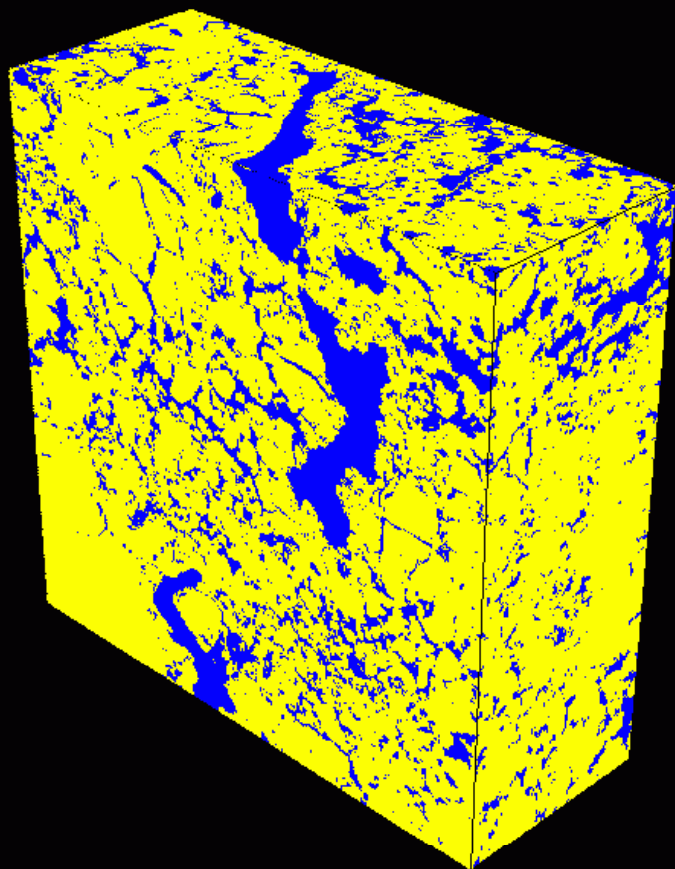


Struttura lamellare: pori abbondanti ma sub-orizzontali (difficoltà di movimento di aria ed acqua)

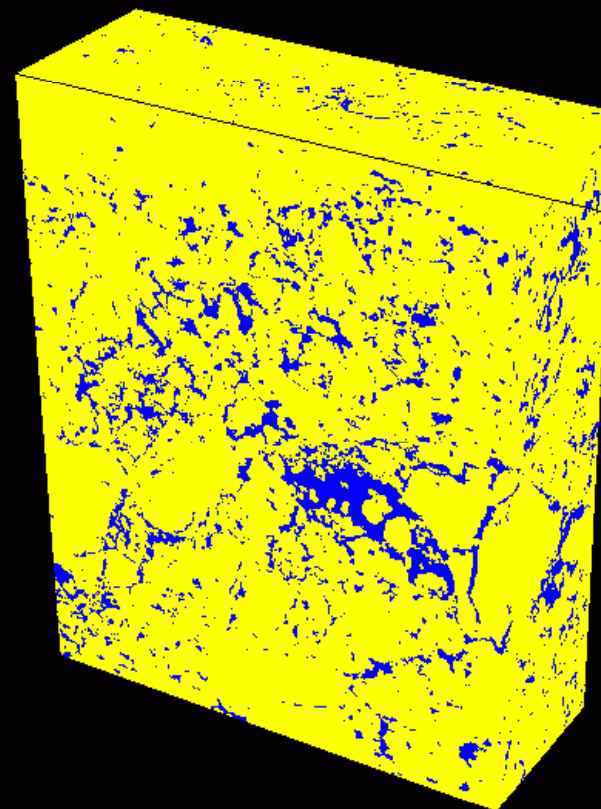
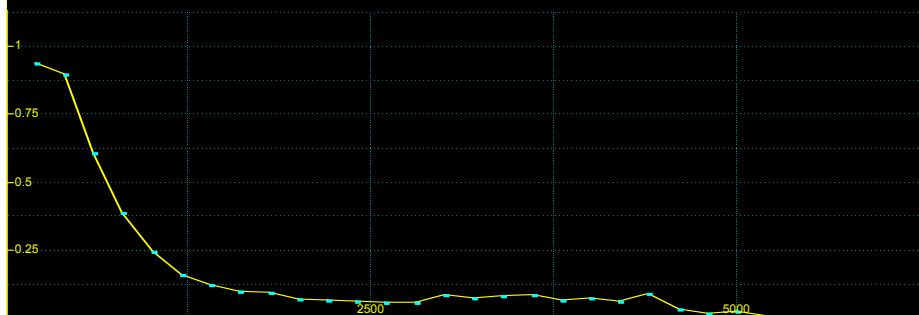


Examples of compaction

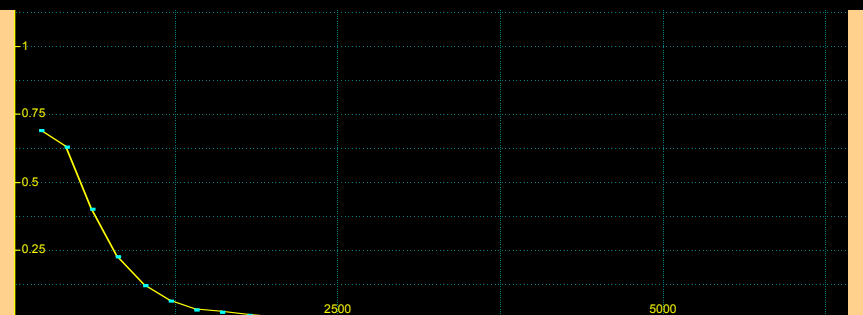




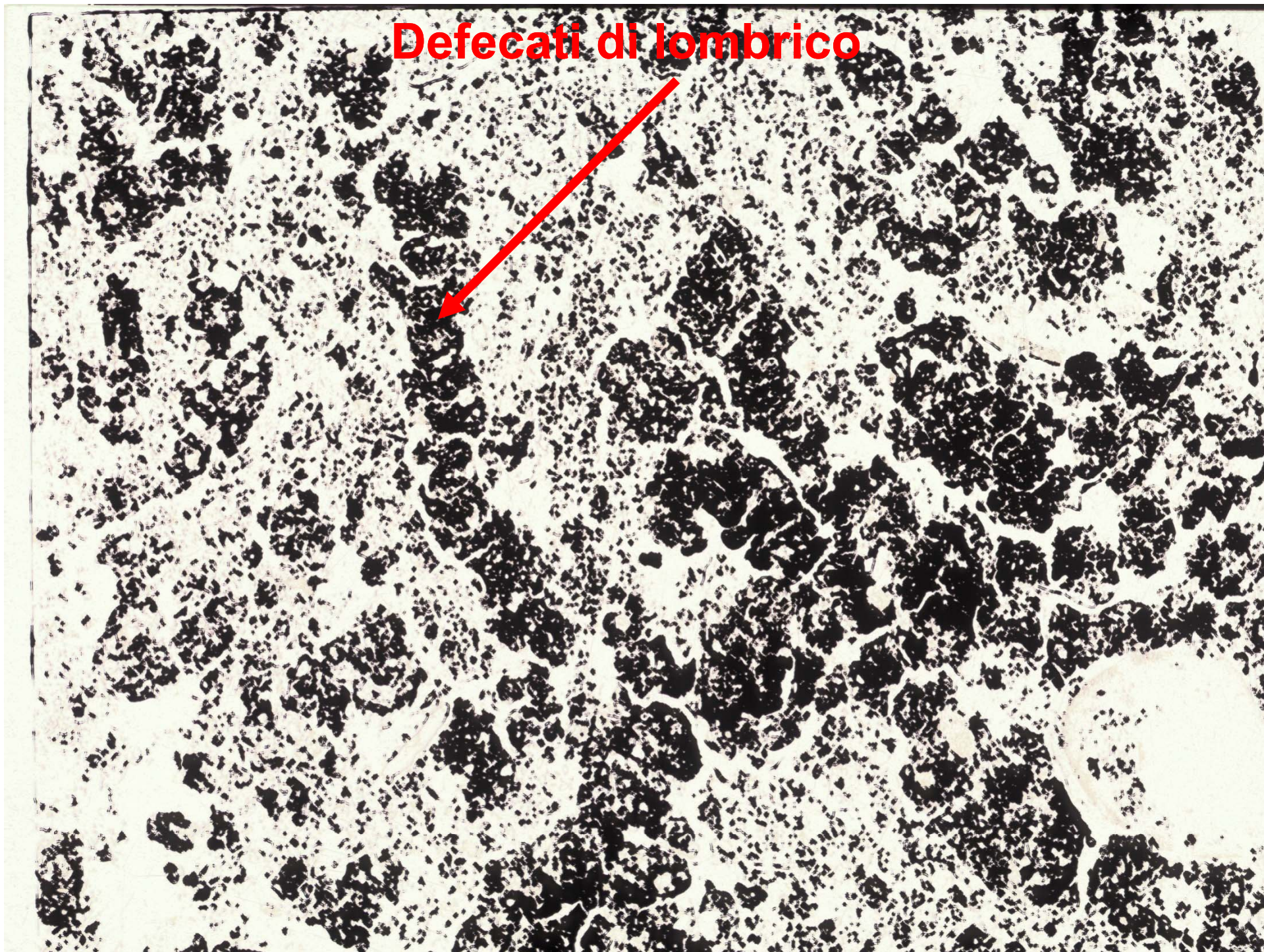
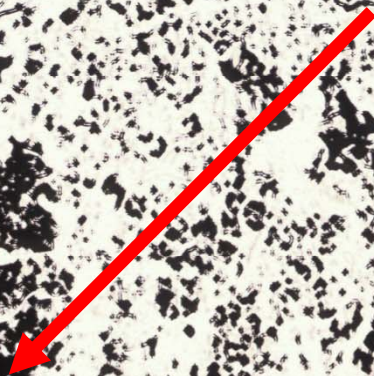
BUONA STRUTTURA



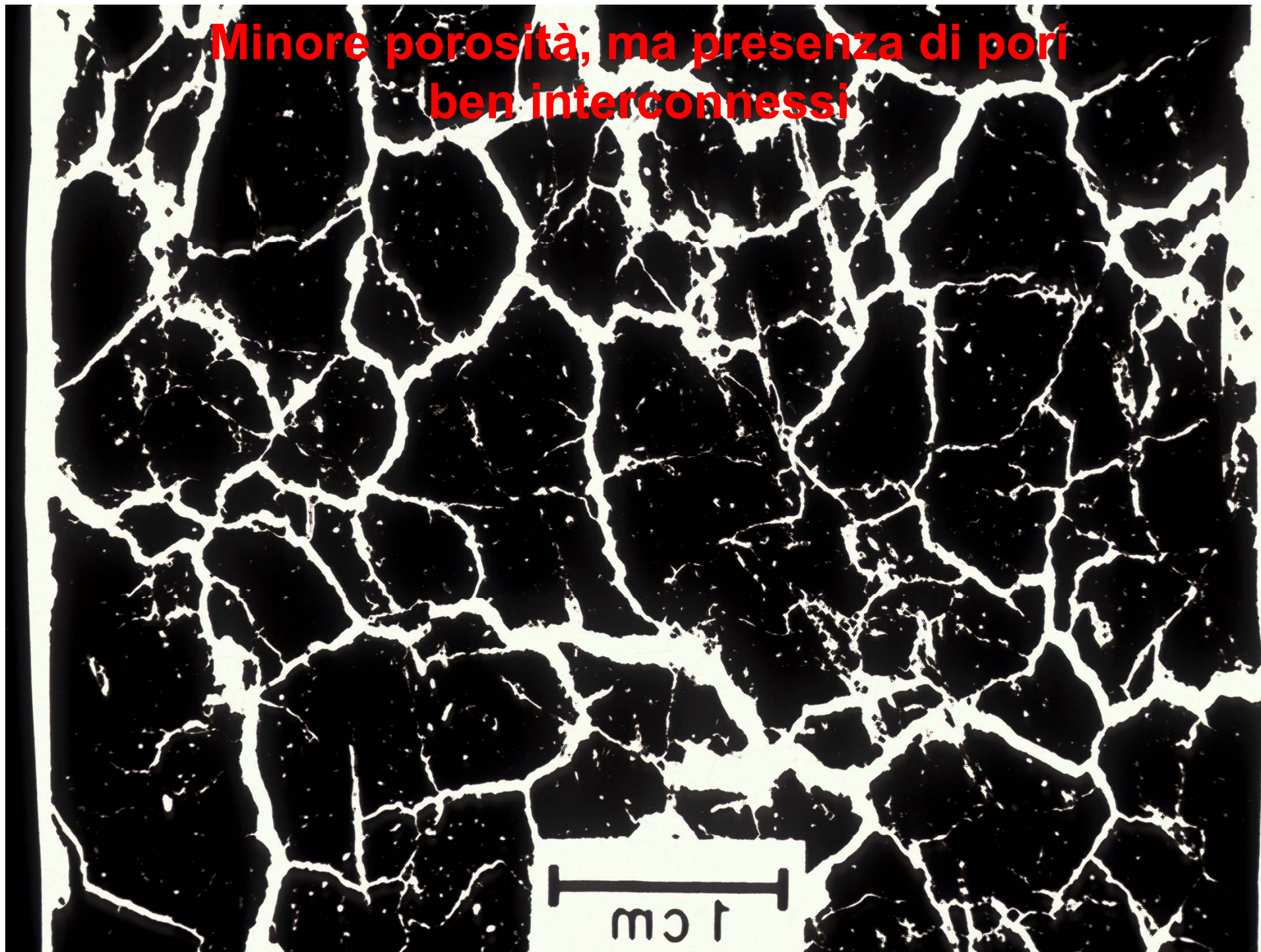
**DEGRADAZIONE PER
SALINIZZAZIONE**



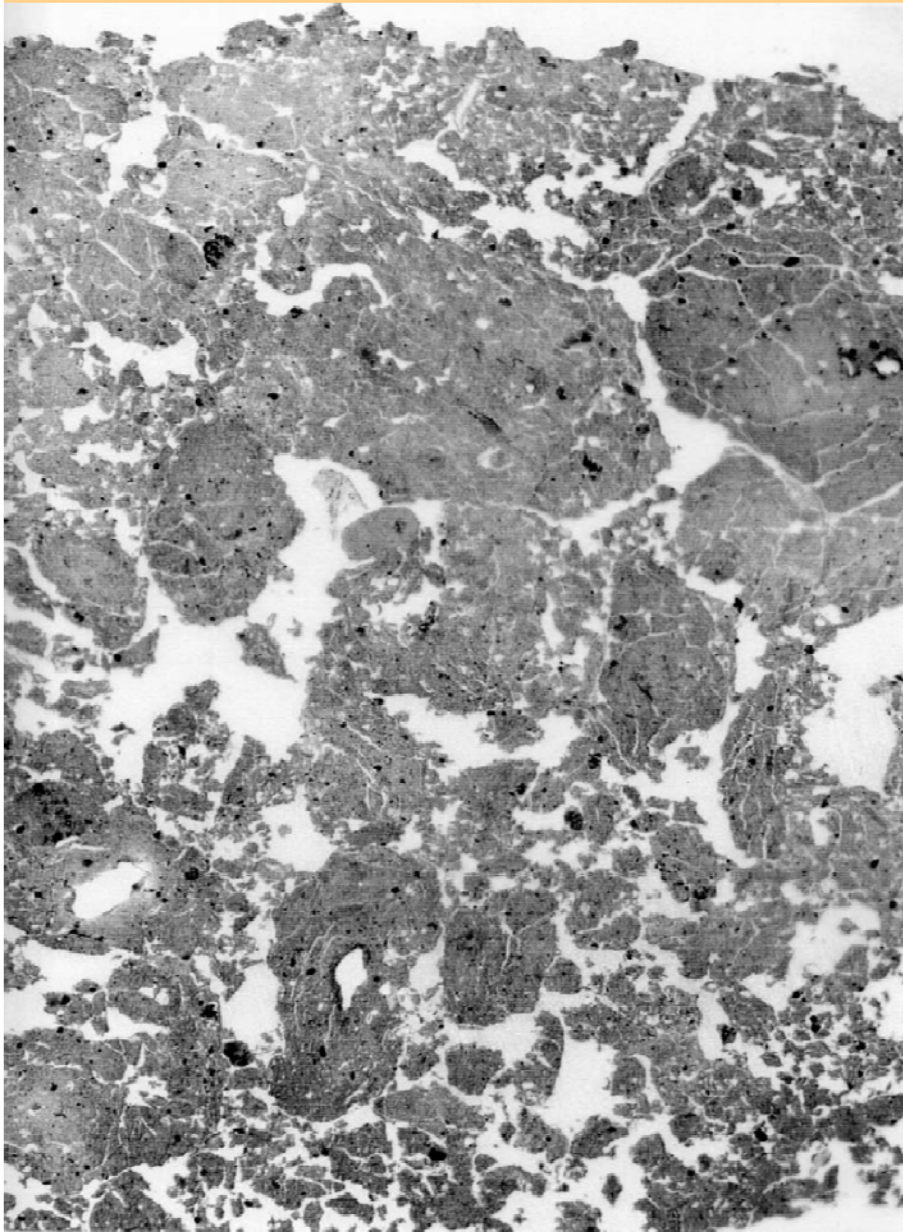
Defecati di lombrico



**Minore porosità, ma presenza di pori
ben interconnessi**



Lavorazione minima

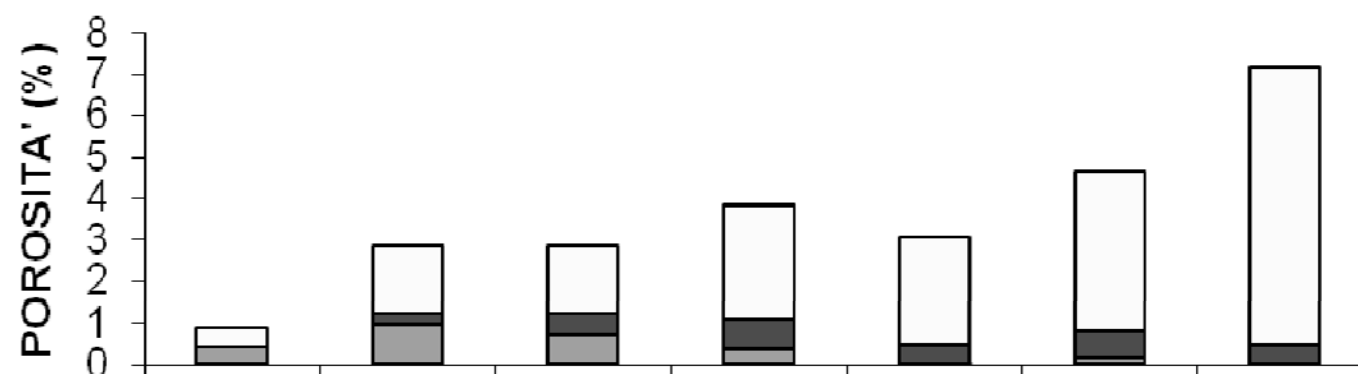


Aratura



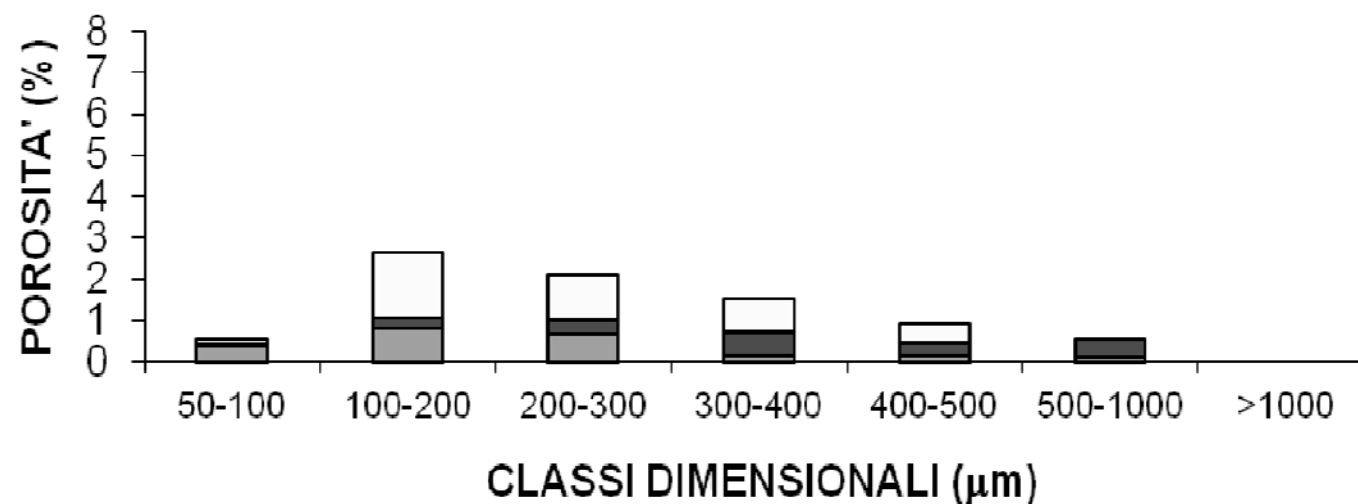
CONTROLLO

■ REGOLARI ■ IRREGOLARI □ ALLUNGATI



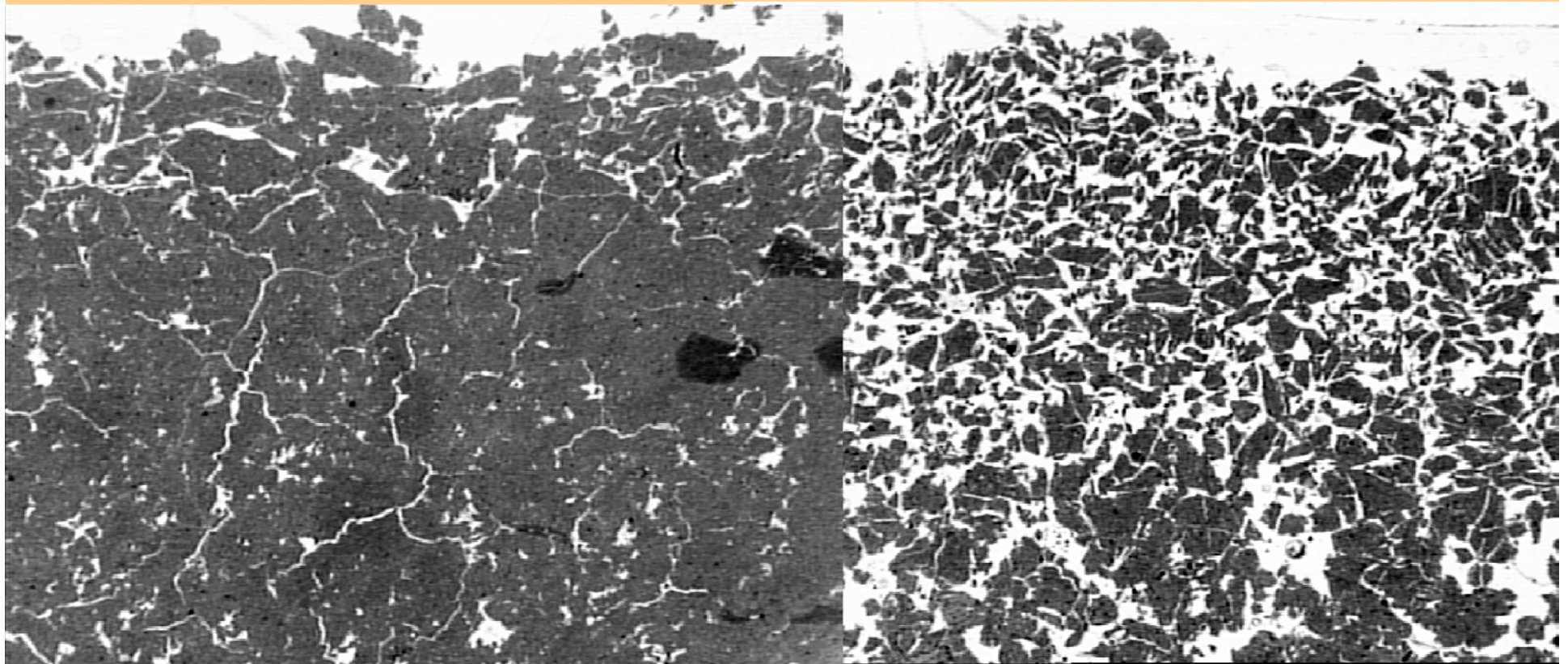
SUOLO COMPATTATO DA UN PASSAGGIO

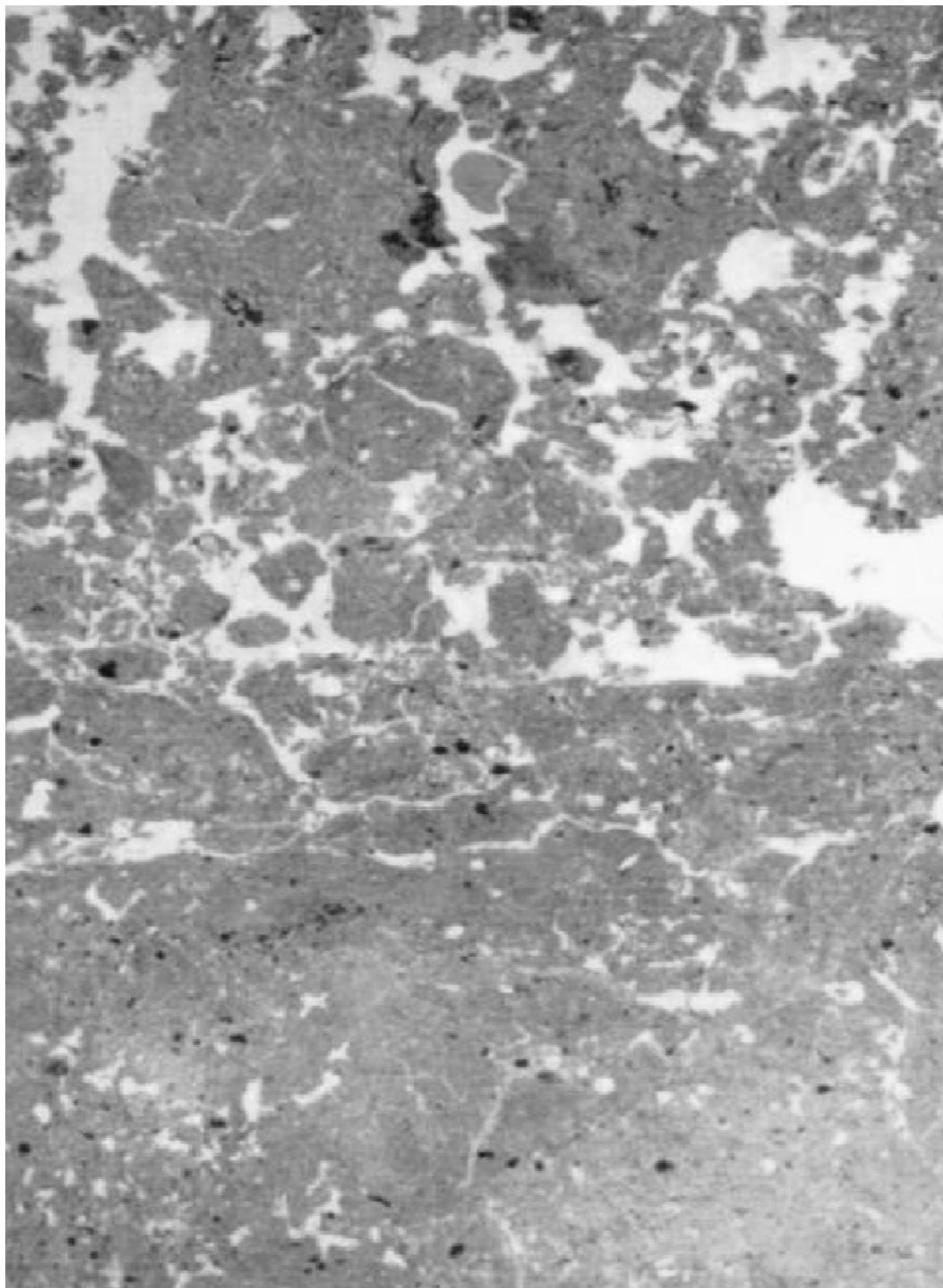
■ REGOLARI ■ IRREGOLARI □ ALLUNGATI



Compattato (1 passaggio)

Non compactato

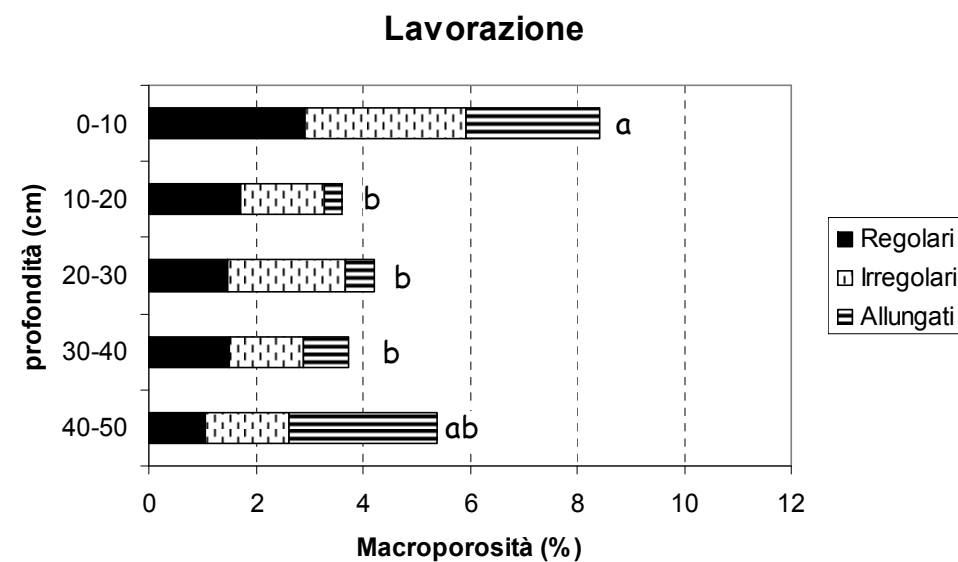
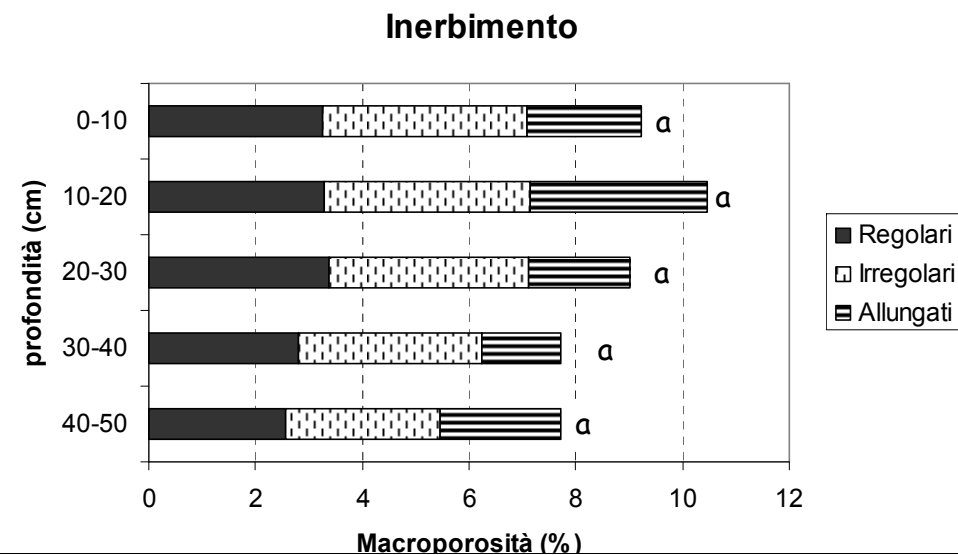
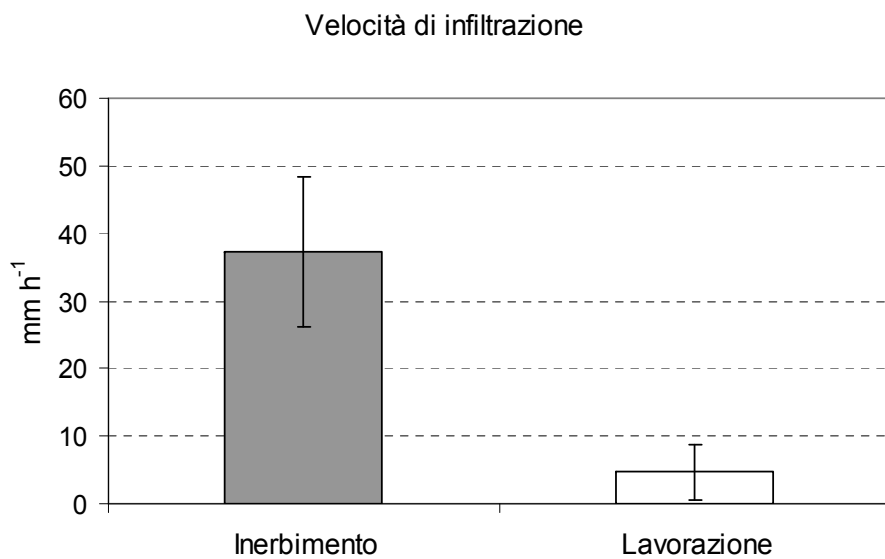




Suola di aratura

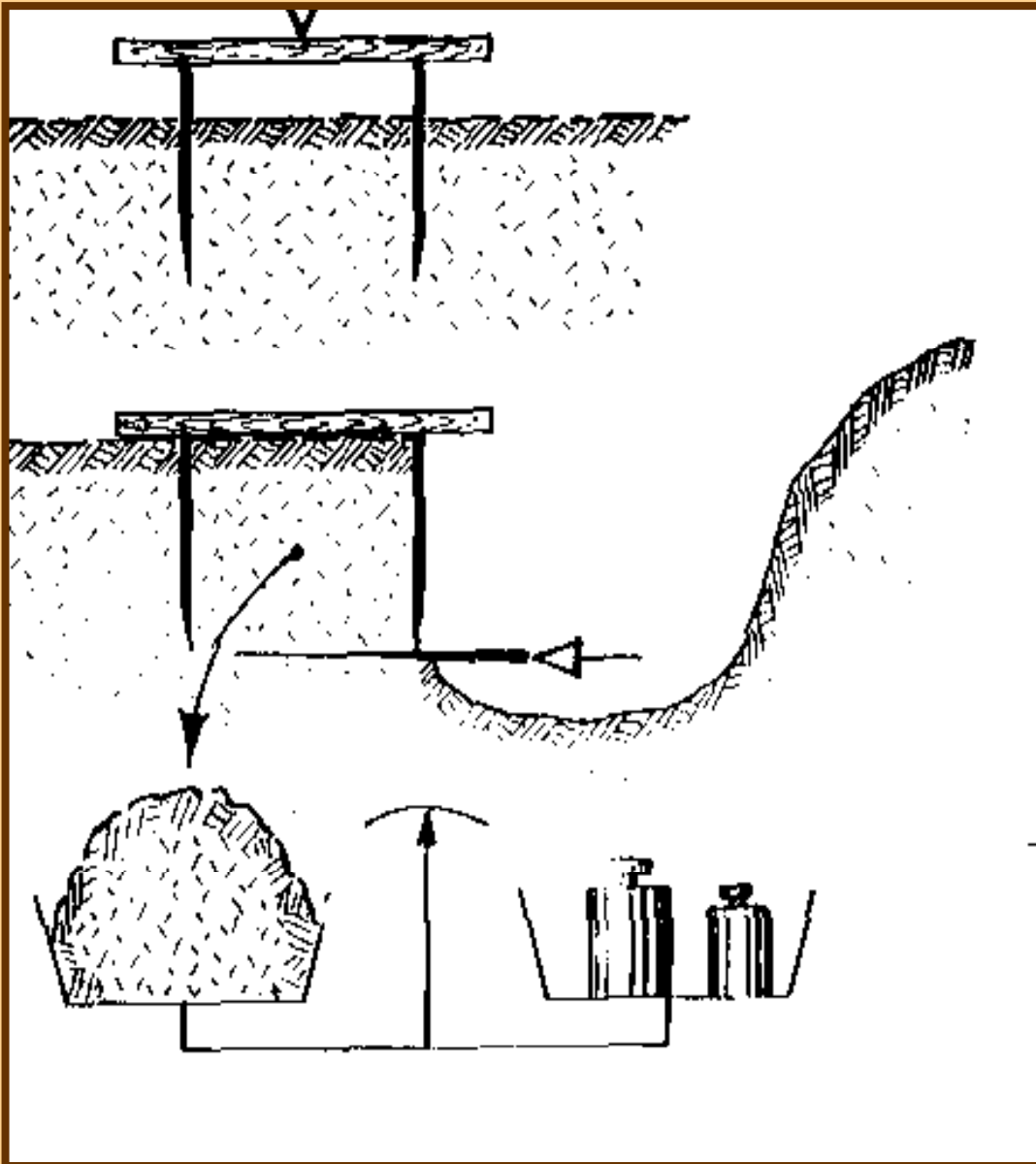
← 50 cm

Porosità e infiltrazione



**Come possiamo misurare la
porosità ?**

massa volumica apparente (o densità apparente)



1) Inserire il cilindretto nel suolo, usando una tavoletta di legno

2) scavarlo fuori dal terreno. Usare una lama per separare la base.

3) pesare il terreno contenuto nel cilindretto dopo essiccazione

Porosità

Densità assoluta (t m^{-3})

Calcare	2.6-2.8
Sabbia	2.6-2.7
Argilla	2.50
Limo	2.65
Humus	1.23
Ematite	5.00

Densità apparente (t m^{-3})

T. sabbioso	1.4-1.5
T. limo-sabbioso	1.2-1.3
T. argilloso	1.1-1.2
T. organico	< 1.0

Porosità % (valori indicativi)

T. sabbioso	30-40
T. medio impasto	50
T. argilloso	55-60
T. organico	70-80

Dimensione dei pori:

Macropori: $\varnothing > 10 \mu\text{m}$

Micropori: $\varnothing < 10 \mu\text{m}$

Macroporosità e **Microporosità**
sono espresse in % della
Porosità totale

Porosità

Nei micropori l'acqua è trattenuta con una forza (**tensione capillare**) superiore alla forza di gravità, per cui la microporosità è detta anche “**porosità capillare**”.

Nei macropori, invece, tale forza è inferiore a quella di gravità: l'acqua non viene trattenuta e percola.

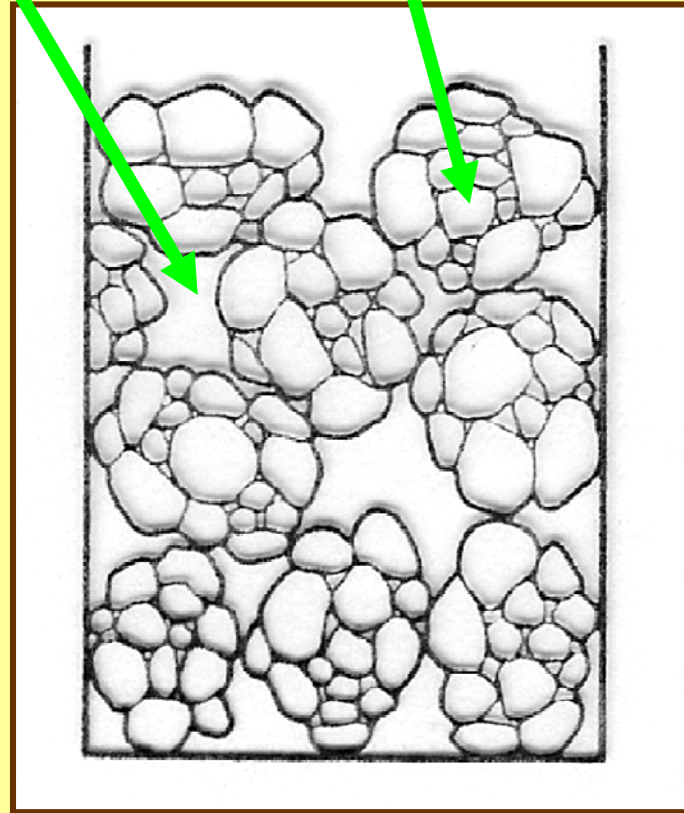
1) Pertanto, se lasciamo “sgondare” una massa di terreno intrisa d'acqua (**t. saturo**), in assenza di evaporazione, si svuoteranno solo i macropori.

2) Nel terreno resterà una certa quantità di acqua detta “**acqua capillare**” (nei micropori) ed aria (nei macropori)= ottimale per le radici e la microflora (**capacità di campo**).

3) Il calore e l'assorbimento delle radici consumano l'acqua capillare finché non rimane solo l'acqua trattenuta con forze superiori a quelle delle radici (**punto di appassimento permanente**)

4) Per allontanare l'acqua ancora rimasta, il terreno deve essere seccato a 105°C

In un terreno ben strutturato i **micropori** sono situati all'interno degli aggregati strutturali, mentre i **macropori** si instaurano prevalentemente tra gli aggregati.



Eccesso di micropori (t. argillosi con cattiva struttura, limosi) = **terreni asfittici, anaerobiosi, impermeabili**

Eccesso di macropori (t. sabbiosi) = **scarsa ritenzione idrica, eccessiva aerobiosi**

Optimum: 50-60% di microporosità

Rapporti acqua-terreno

Come possiamo misurare l'umidità del terreno ?

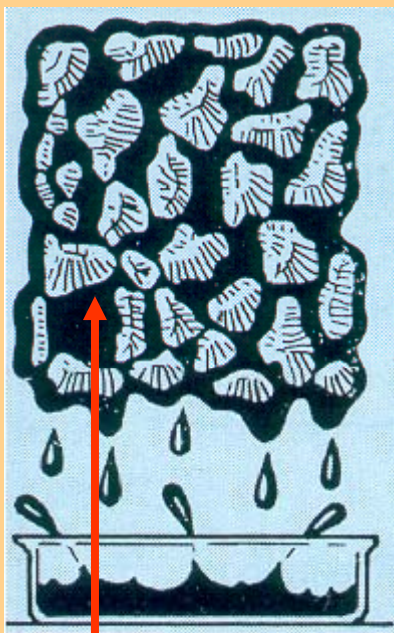
- 1) Prendo campione di terreno umido
- 2) Lo peso (es. 120 g)
- 3) Lo secco in stufa a 105°C
- 4) Lo peso di nuovo (es. 100 g)
- 5) La differenza è acqua ($120 - 100 = 20$ g)

COME ESPRIMO QUESTA UMIDITA' ?

Rapporti acqua-terreno

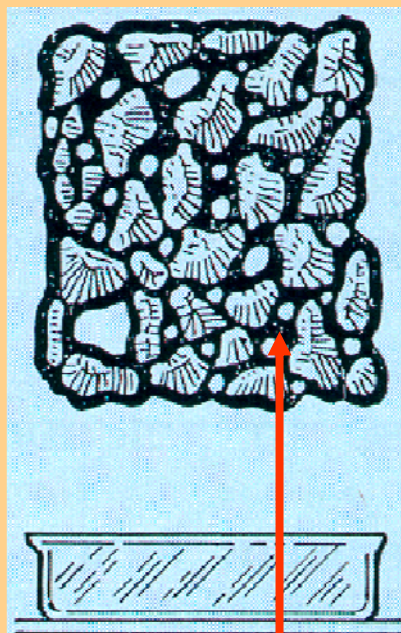
LIVELLI DI UMIDITA' DEL SUOLO

**Capacità idrica
massima**



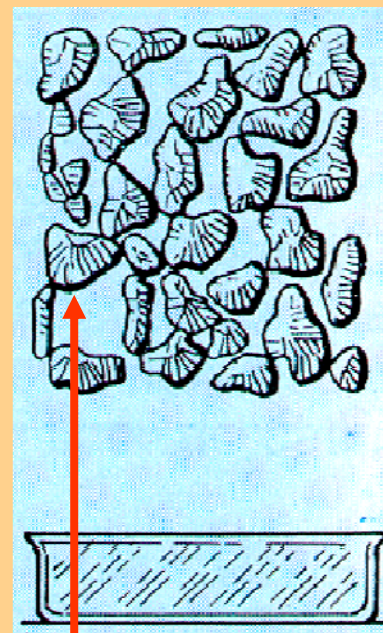
**Acqua di
percolazione
NON UTILE**

**Capacità di
campo**



**Acqua
capillare
UTILE**

**Punto di appassimento
permanente**



**Acqua
igroscopica
NON UTILE**

Parametri idrologici

Capacità Idrica Massima (C.I.M.): L'acqua occupa tutti gli spazi vuoti disponibili (macro e micropori) scacciandone l'aria.

Il terreno si definisce “**saturo**”, % umidità $\approx$ porosità totale.

Le piante muoiono di carenza idrica perché le radici non possono assorbire l'acqua per mancanza di O_2 .

Predomina microflora anaerobica (patogeni) e le reazioni riducenti (tossicità).

Capacità Idrica di Campo (C.I.C.): L'acqua contenuta nei macropori e trattenuta con una forza inferiore a quella di gravità ne esce (acqua di percolazione o gravitazionale) fino a che nel terreno non resta solo l'acqua contenuta nei micropori e trattenuta con una forza superiore a quella di gravità (acqua capillare= acqua utile).

E' la **condizione ideale** per la crescita delle piante e per la microflora utile.

Punto di appassimento permanente (P.A.P.): ulteriori perdite di acqua (per evaptraspirazione) porteranno l'umidità ad un punto (detto P. di appassimento o Coefficiente di avvizzimento) oltre il quale **le piante** non riescono più ad assorbire acqua e **muoiono**.

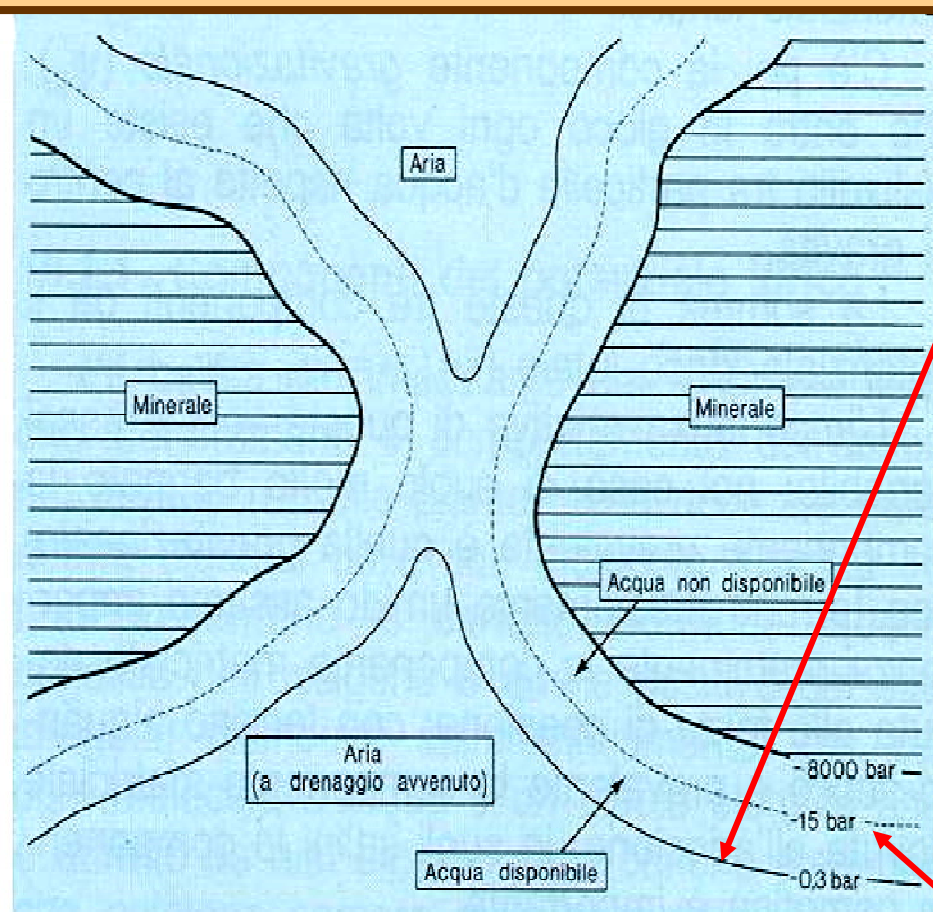
L'ACQUA UTILE PER LE PIANTE E'
QUELLA COMPRESA TRA CIC E PAP
(trattenuta con forze comprese tra -0.3 e -15
bar)

$$\text{CIC} - \text{PAP} = \text{AU}$$

$$0.45 - 0.20 = 0.25$$

(m^3/m^3)

Parametri idrologici (4)



Sezione di un poro del terreno con i veli d'acqua che avvolgono le particelle solide. Man mano che il velo d'acqua si assottiglia, aumenta la forza (espressa in bar) con cui l'acqua è trattenuta. Lo spessore degli strati idrici è arbitrario.

Alla CIM il Ψ_t è praticamente nullo (≈ 0).

La CIC (il punto in cui l'acqua cessa di percolare liberamente) non è di facile definizione specialmente nei terreni argillosi. Pertanto non vi è concordanza tra i vari autori che la fissano tra -0.1 e -0.3 bar (-10 e -30 kPa). Per semplificare è stato assunto convenzionalmente il valore di **-0.33 bar (-33 kPa)** che è la forza, lievemente superiore a quella di gravità, con cui l'acqua è trattenuta nei pori con $\varnothing = 15 \mu\text{m}$.

Anche per il Pa viene assunto il valore convenzionale di **-15 bar (1.5 MPa)**, valido per la gran parte delle specie coltivate.

LA STESSA QUANTITA' DI ACQUA NEL TERRENO
PER LE PIANTE HA SIGNIFICATI DIVERSI PERCHE'
E' TRATTENUTA CON FORZE DIFFERENTI A
SECONDA DEL NUMERO E DIAMETRO DEI PORI:

PORI TROPPO PICCOLI TRATTERRANNO MOLTA
ACQUA CON FORZE SUPERIORI A 15 bar (acqua
igroscopica e PAP alti)

PORI TROPPO GRANDI NON TRATTERRANNO
L'ACQUA (acqua di percolazione alta e CIC bassa)

I livelli di umidità corrispondenti a CIC e PAP dipendono dalla quantità e dimensione dei pori che dipendono dal tipo di terreno (tessitura e struttura).

T.ARGILLOSI: molti micropori = molta acqua trattenuta
Alta CIC, PAP e acqua utile

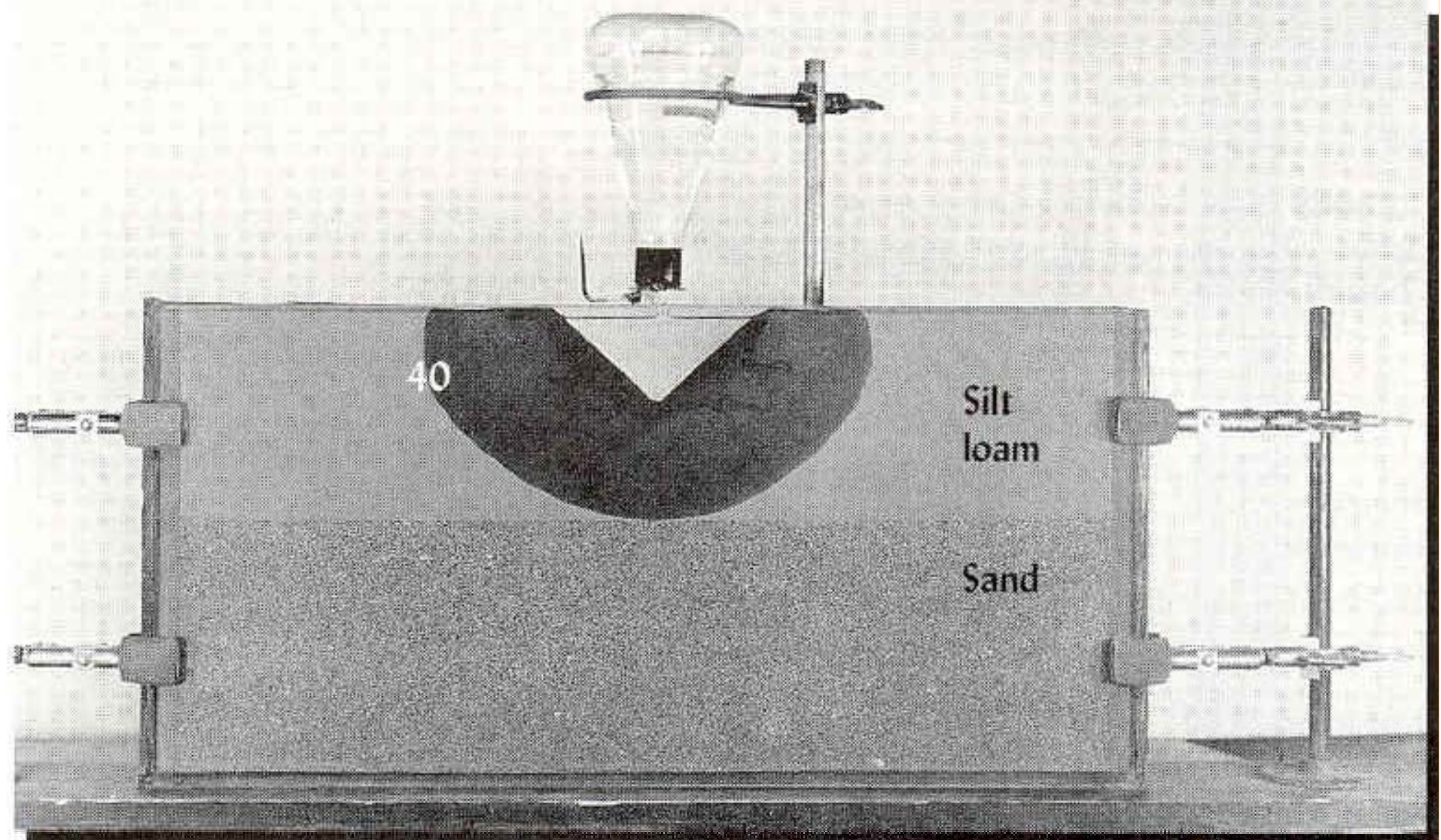
T LIMOSI: troppi micropori = molta acqua trattenuta > 15 bar (alto PAP e bassa acqua utile)

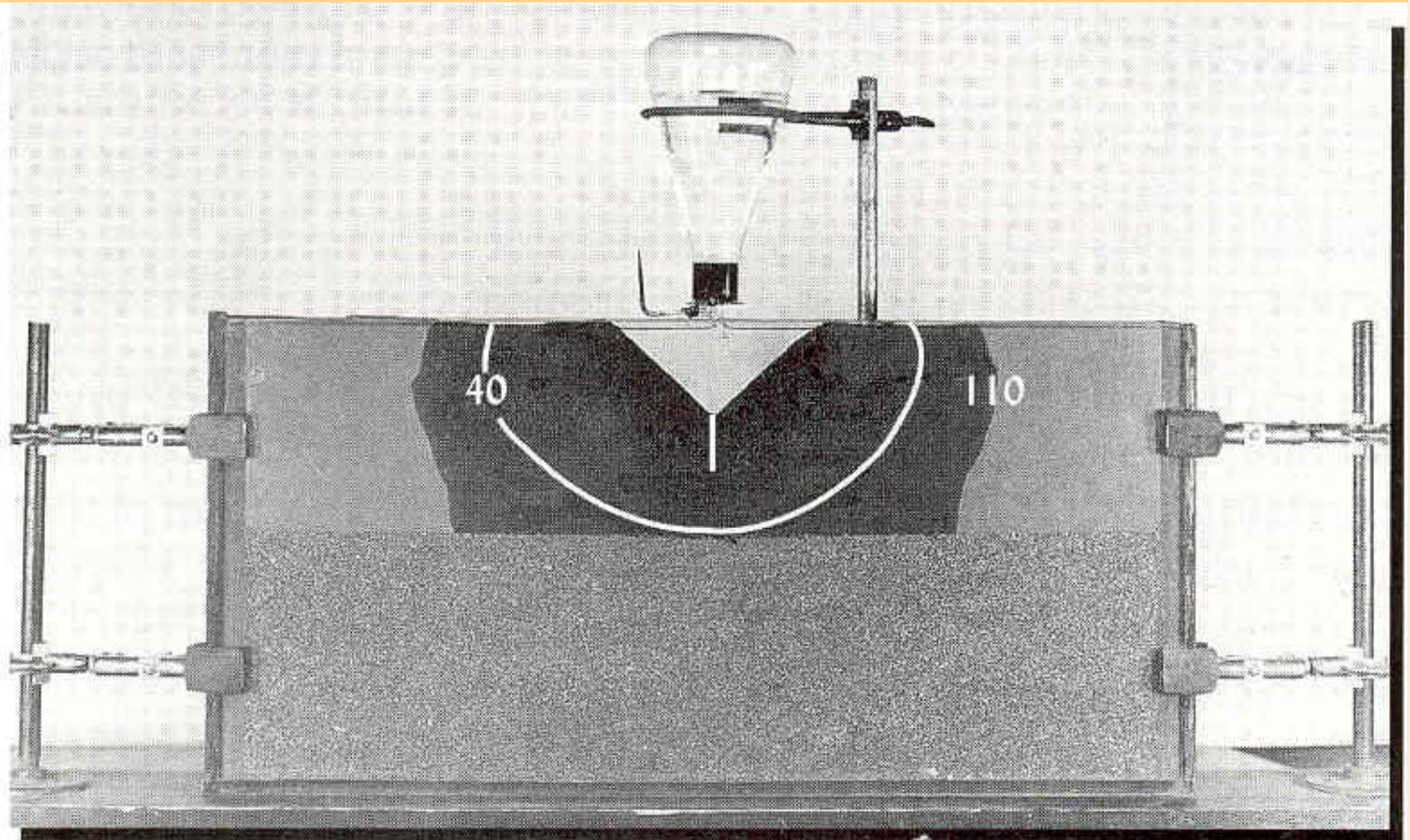
T.SABBIOSI: pochi micropori = poca acqua trattenuta
Bassa CIC, PAP e acqua utile

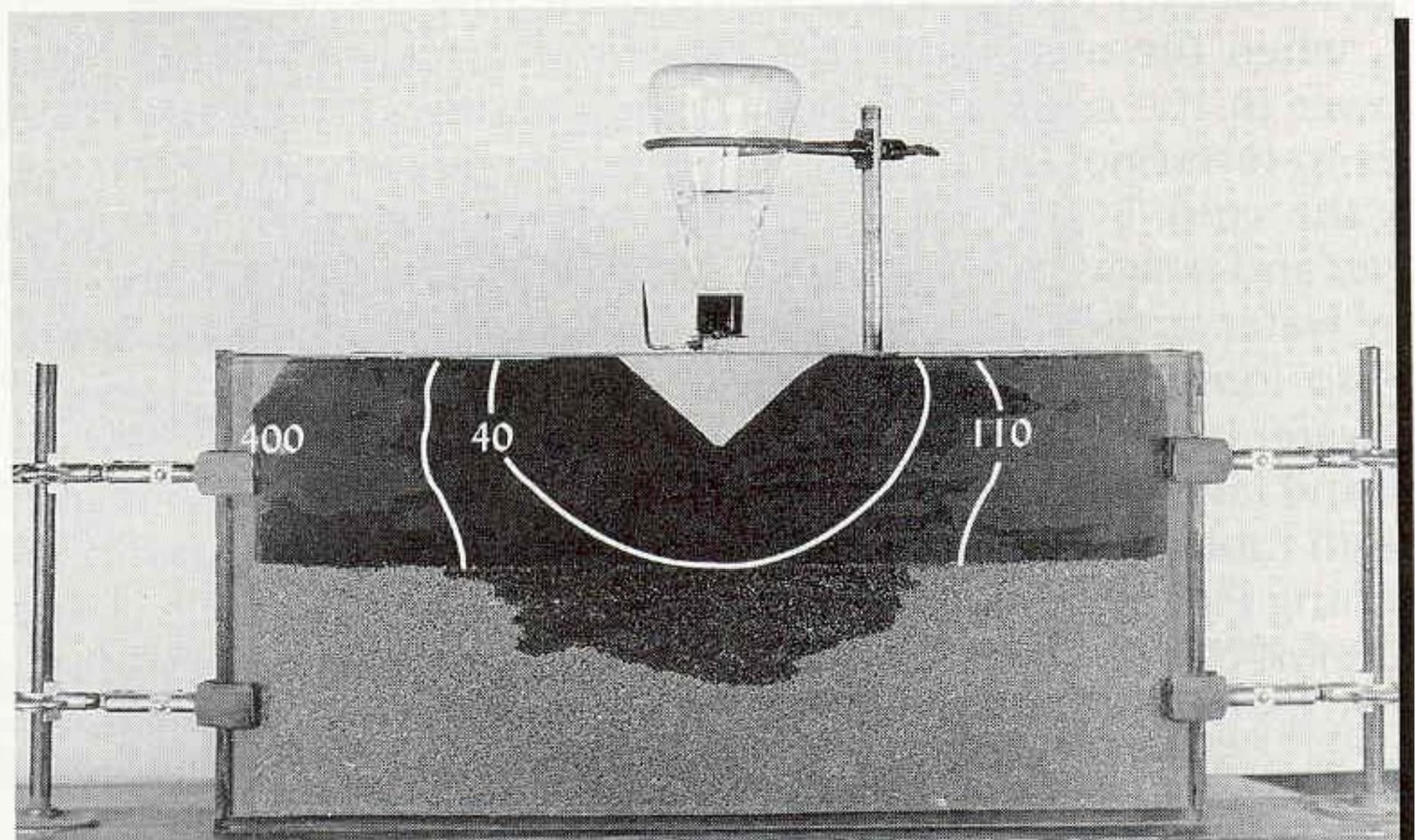
LA SO UMIFICATA:

AUMENTA I **MACROPORI** NEI TERRENI **ARGILLOSI**
(AGGREGATI PIÙ GRANDI e MACROPORI TRA GLI
AGGREGATI)

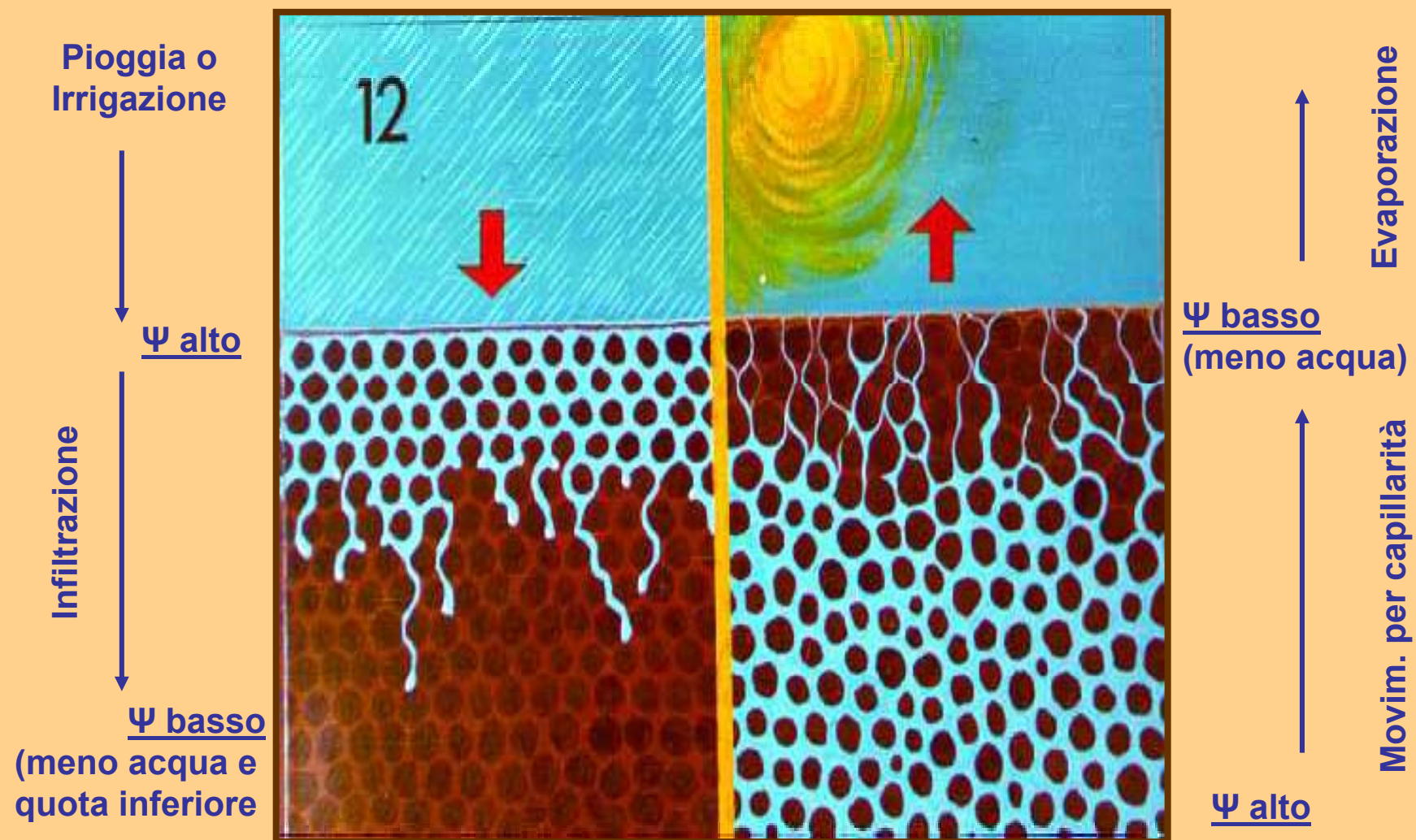
AUMENTA I **MICROPORI** NEI TERRENI **SABBIOSI**
(AGGREGATI STRUTTURALI e MICROPORI DENTRO
GLI AGGREGATI)







Movimento dell'acqua nel suolo



Lago Patria

IN PIANURA E' IMPORTANTE
SAPERE A CHE PROFONDITA'
C'E' LA FALDA
(MAX settembre, MIN gennaio)

Da prof. F.Terribile

