



Corso di Laurea in Scienze e  
Tecnologie Viticole ed Enologiche

**AGRONOMIA**  
Docente: Marino Perelli

**Il terreno - 2**  
Principali caratteristiche fisiche:  
tessitura e struttura

Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
© 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it

**Tessitura**  
(grana, granulometria, struttura)

- Costituzione della parte solida espressa come percentuale di peso delle frazioni a diversa dimensione
- Supposti sferici (cosa che non è)



Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
© 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it

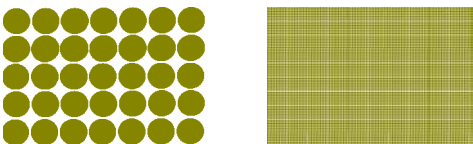
**Legge di Stokes**

$$V = 2 \cdot g \cdot r^2 \cdot \frac{d_1 - d_2}{9 \cdot \eta}$$

- **V** : velocità di caduta
- **g** : accelerazione di gravità
- **r** : raggio "equivalente" della particella
- **d<sub>1</sub>** : densità della particella
- **d<sub>2</sub>** : densità del fluido
- **η** : viscosità del fluido

Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
© 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it

**Al diminuire della grana, aumentano i "pieni"**



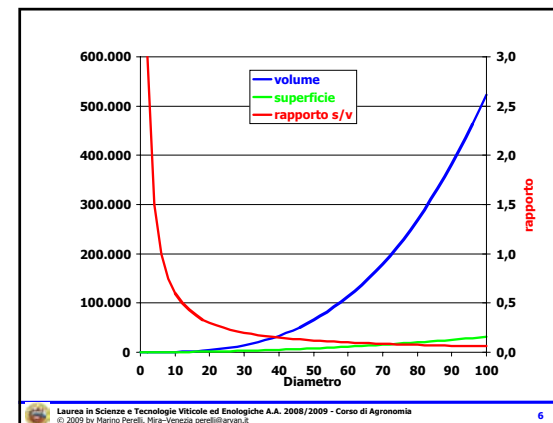
**E aumenta la superficie specifica**

Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
© 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it

**Superficie specifica**  
(specific surface)

- L'area superficiale di un solido (o di un terreno o di un mezzo poroso) divisa per la massa o il volume delle particelle solide, espressa rispettivamente in m<sup>2</sup>/kg o in m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>
- Al diminuire della grana, aumenta la superficie specifica
  - Volume della sfera:  $\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3$
  - Superficie della sfera:  $4 \cdot \pi \cdot r^2$

Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
© 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it



## Tessitura: diverse classificazioni

**USDA:** Dipartimento per l'agricoltura degli USA  
**CSSC:** Comitato pedologico canadese  
**ISSS:** Società internazionale di scienza del suolo  
**ASTM:** Società americana per le analisi ed i materiali

Classificazione dei linis dimensionali  
USDA CSSC ISSS ASTM

7

## Siamo sempre parlando della tessitura

- Ovvero delle particelle singole
- Non della maniera in cui possono essere eventualmente legate l'una all'altra
- Quest'ultima è la **struttura**

8

## Scheletro

- Materiale grossolano ( $\emptyset > 2 \text{ mm}$ )
- Non trattiene l'acqua
- Non partecipa alla dinamica dei nutrienti
- Favorisce la permeabilità
- Aumenta aerazione e ossidazioni
- **Ma ci sono delle eccezioni, in dipendenza degli altri componenti**

9

## Lo scheletro (>2 mm)

Forma	Dimensione	Nome
Sferica, cubica o equiassiale	$\emptyset \ 2 - 75 \text{ mm}$	Ghiaia
	$\emptyset \ 2 - 5 \text{ mm}$	<i>Ghiaia fine</i>
	$\emptyset \ 5 - 20 \text{ mm}$	<i>Ghiaia media</i>
	$\emptyset \ 20 - 75 \text{ mm}$	<i>Ghiaia grossolana</i>
	$\emptyset \ 75 - 250 \text{ mm}$	Ciottoli
Piatta	$\emptyset \ 250 - 600 \text{ mm}$	Pietre
	$\emptyset \ > 600 \text{ mm}$	Massi
	L $2 - 150 \text{ mm}$	Scaglie
	L $150 - 380 \text{ mm}$	Lastre
	L $380 - 600 \text{ mm}$	Pietre
	L $> 600 \text{ mm}$	Massi

10

## Terreni a scheletro prevalente

- Possono essere coltivati con successo
- **Ma:**
  - Sono difficili da lavorare
  - Richiedono acqua (o specie xerofile)
  - Consumano la sostanza organica
  - Trattengono poco i nutrienti
  - Possono creare problemi ambientali

11

## Sabbia

- $0,02-0,05 \text{ mm} < \emptyset < 2 \text{ mm}$
- Particelle minerali poco coerenti
- Trattiene poco l'acqua
- Partecipa poco alla dinamica dei nutrienti
- Favorisce la permeabilità
- Facilita aerazione, ossidazioni, lisciviazione
- Non aderisce agli attrezzi
- Resiste al calpestamento

12

## Terreni sabbiosi

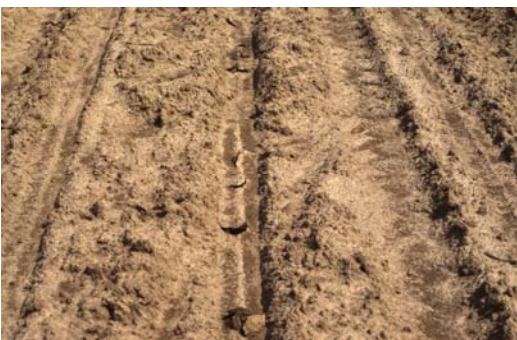
- Facilmente lavorabili
- Ben drenati
- Richiedono solitamente l'irrigazione
- Perdono facilmente i nutrienti
- Consumano la sostanza organica
- Richiedono elevate concimazioni
- Possono presentare problemi ambientali

## Limo

- $2 \mu\text{m} < \varnothing < 0,02-0,05 \text{ mm}$
- Particelle minerali poco coerenti, ma che possono "impaccare"
- Partecipa poco alla dinamica dei nutrienti
- Trattiene abbastanza l'acqua
- Riduce la permeabilità
- Ostacola aerazione, ossidazioni, lisciviazione
- Aderisce agli attrezzi

## Terreni limosi

- Difficilmente lavorabili
- Mal drenati
- Formano croste superficiali
- Conservano la sostanza organica
- Sono di difficile gestione



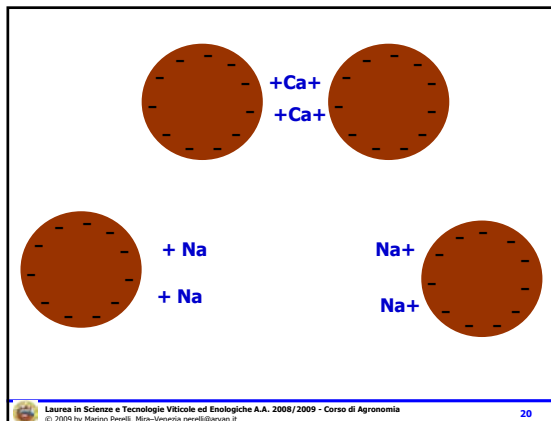
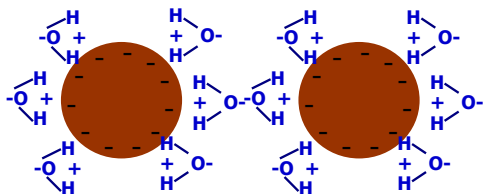
## Argilla

- $\varnothing < 2 \mu\text{m}$
- Non solo argilla
- Anche altre particelle con  $\varnothing < 2 \mu\text{m}$
- Generalmente con superficie elettronegativa
- Tipico colloide micellare
- Le particelle colloidali si circondano da un alone di molecole d'acqua

## Sospensione colloidale

- Sospensione in acqua di particelle così finemente suddivise da non sedimentare per azione della gravità, ma da diffondersi, anche nell'acqua ferma, seguendo gli impulsi casuali del moto Browniano

## Semplificando molto

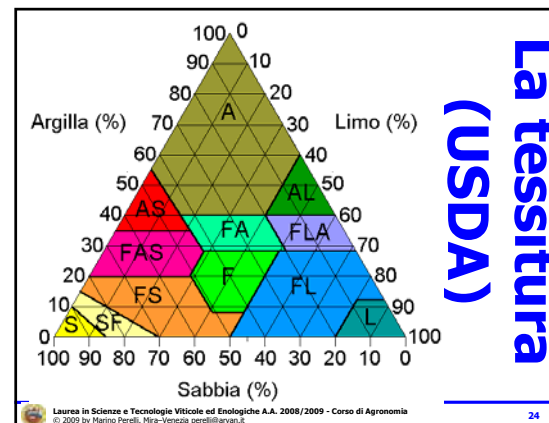
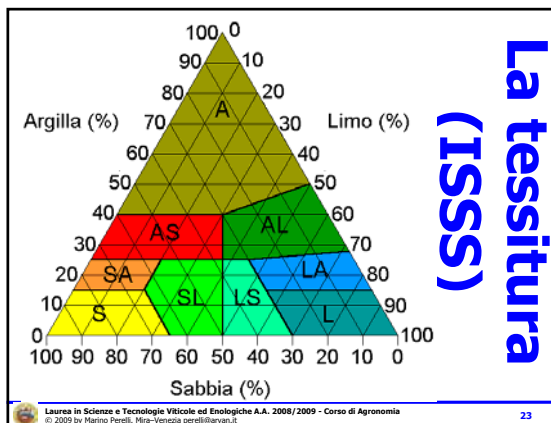


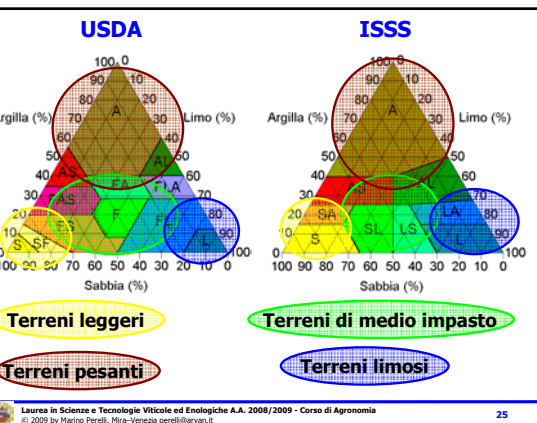
## Colloidi

- **Flocculazione:** Coagulazione di particelle colloidali del terreno dovuta agli ioni in soluzione. Nella maggior parte dei terreni argilla e sostanze umiche rimangono flocculate per la presenza di ioni con due o tre cariche
- **Deflocculazione:** Inverso della flocculazione. Quando la soluzione del terreno ha una scarsa forza ionica ed è dominata da cationi di metalli alcalini, soprattutto ad elevati valori di pH, le particelle colloidali del terreno possono disperdersi nella soluzione

## Terreni argillosi

- Trattengono acqua e nutrienti
- Se strutturati possono essere ben drenati
- Lavorabili sono se "in tempera"
- Non molto arenati
- Conservano la sostanza organica
- Possono crepacciare
- Richiedono concimazioni più contenute
- Si deve fare attenzione all'equilibrio tra i nutrienti





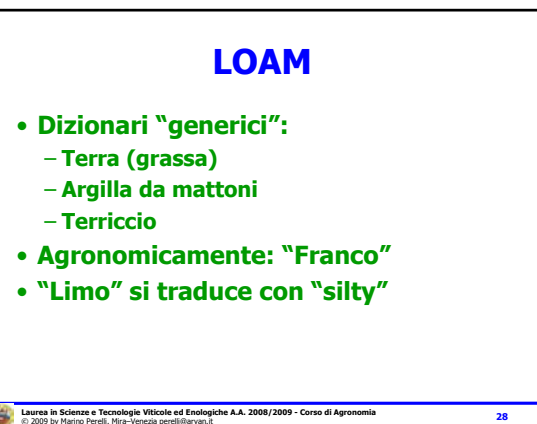
25



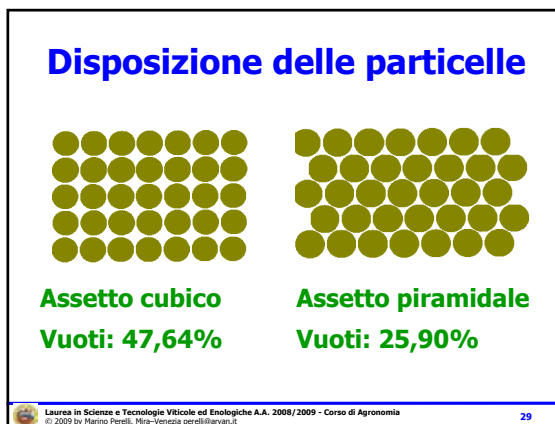
26



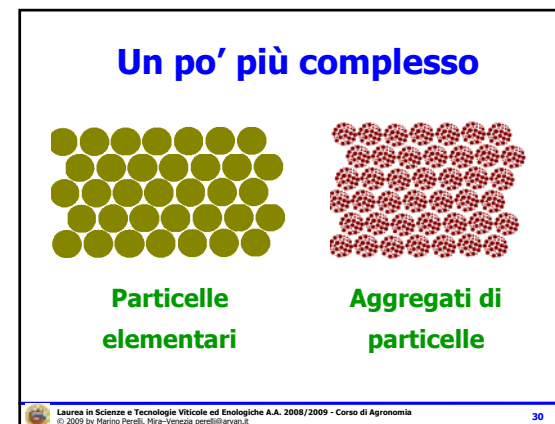
27



28



29



30

## Adesso parliamo della struttura

- Ovvero della maniera in cui le particelle possono essere legate l'una all'altra
- Non delle dimensioni delle singole particelle
- Quest'ultima è la **tessitura**

## Struttura

- **Combinazione o disposizione delle particelle primarie del terreno in unità secondarie o ped**
- **Le unità secondarie sono caratterizzate sulla base di dimensioni, forma e categorie (grado di distinzione)**

## Ped

- **Unità di struttura del terreno quale un blocco, una colonna, un granulo, una lastra o un prisma formatisi a seguito di processi naturali**

## Zolla

- **Massa di terreno compatta e coerente, di dimensioni variabili, solitamente prodotta dall'aratura, dalla vangatura, ecc., soprattutto quando queste operazioni vengono eseguite su terreni troppo umidi o troppo secchi**
- **Solitamente si forma per compressione o distacco da un'unità più grande, in condizioni opposte rispetto all'azione di costruzione che avviene nell'aggregazione**

## Aggregazione

- **Processo per cui le particelle elementari del terreno (sabbia, limo, argilla) vengono legate assieme, solitamente da forze e sostanze naturali derivate da essudati radicali e da attività microbica**

## Categorie di struttura

- **Astrutturale**
- **Debole**
- **Moderata**
- **Forte**

## Terreno astrutturale

- **Aggregazione non osservabile o sistemazione non definita e non ordinata delle linee di rottura**
- **Massiva o concrezionata, se coerente**
- **A particelle singole, se incoerente**

## Terreno a struttura debole

- **Ridotta formazione di ped indistinti, scarsamente osservabili sul posto**
- **Quando il terreno è delicatamente disturbato, il materiale del terreno si divide in una miscela di unità intere o frammentate e in molto materiale che non evidenzia piani di rottura**

## Terreno a struttura moderata

- **Nel terreno non disturbato sono evidenti ped ben formati e distinti**
- **Quando il terreno è disturbato, il materiale del terreno si divide in una miscela di unità intere o frammentate e in materiale sciolto**

## Terreno a struttura forte

- **Nel terreno non disturbato i ped sono distinti**
- **Si separano nettamente quando il terreno viene disturbato**
- **Quando viene rimosso, il materiale del terreno si separa soprattutto in unità intere**

## Struttura a particelle singole

- **Non vi sono aggregati**
- **Struttura a particelle incoerenti (terreni sabbiosi)**
- **Struttura compatta (argille povere di sostanza organica)**
  - **Croste superficiali**

## Struttura concrezionata

- **O massiva**
- **Concrezioni singole o associate**
- **Più o meno indurite**
  - **Crostoni superficiali o profondi**

## Struttura granulare

- **Granuli, o glomeruli, formati:**
  - da argille flocculate
  - unite da sostanza organica
- **Di origine primaria (ped)**
- **O da disagregazione (zolle)**

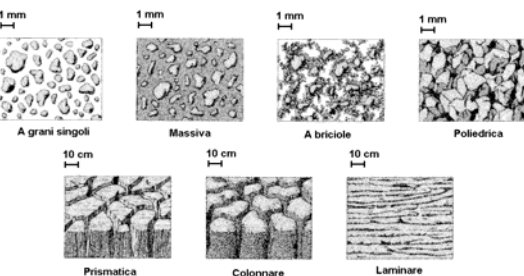
## Struttura di disagregazione

- **Consequente alla rottura di zolle**
- **O di aggregati più grossi**
- **Tipica dei terreni lavorati**

Caratteristiche della struttura	Struttura	Classe dimensionale (mm)*				
		Molto fini	Fini	Medi	Grossi	Molto grossi
Unità piatte e laminari, generalmente orientate orizzontalmente e con superfici prevalentemente orizzontali	Laminare	< 1	1-2	2-5	5-10	> 10
Unità prismatiche, delimitate da superfici verticali da piane ad arrotondate, distintamente più lunghe verticalmente che orizzontalmente e con vertici angolari	Prismatica	< 10	10-20	20-50	50-100	> 100
Apici delle unità ben distinti e normalmente arrotondati	Colonnare	< 10	10-20	20-50	50-100	> 100
Unità a forma di blocchi o poliedriche, con superfici piane o debolmente arrotondate che ricalcano le facce dei ped circostanti; pressoché equidimensionali	Inserzione delle facce ad angoli relativamente acuti A blocchi angolati	< 5	5-10	10-20	20-50	> 50
Mescolanza di facce arrotondate e piane, con vertici per lo più arrotondati	A blocchi subangolati	< 5	5-10	10-20	20-50	> 50
Unità approssimativamente sferiche o poliedriche delimitate da facce curve o molto irregolari che non ricalcano le facce dei ped circostanti	Granulare	< 1	1-2	1-2	5-10	> 10

\* Per la struttura laminare si utilizza il termine *sottile* al posto di *fine* e *spesso* al posto di *grosso*

## Tipi di struttura



## La struttura del terreno

- **Determina le proprietà fisiche**
- **In particolare la porosità**
  - Quantità di pori
  - Distribuzione dimensionale
- **Resistenza alla compressione**
- **Elasticità**

## Stabilità della struttura

- **Resistenza alle sollecitazioni**
- **All'azione degli agenti meccanici**
  - Lavorazioni del terreno
  - Calpestamento
- **All'azione dell'acqua**
  - Pioggia
  - Irrigazione

## L'acqua e la struttura

- **Rigonfia e disperde i colloidi**
- **Aumento della pressione dell'aria all'interno degli aggregati**
- **Azione meccanica della pioggia (e irrigazione) battente**
- **Azione dell'acqua di scorrimento**

## Porosità ( $\phi$ )

- **Pori:** Parte del volume apparente di un terreno non occupata da particelle solide  
– I pori sono anche definiti interstizi o vuoti
- **Porosità:** Volume dei pori in un campione di terreno (volume non occupato da solidi) diviso per il volume apparente del campione

## I pori del terreno

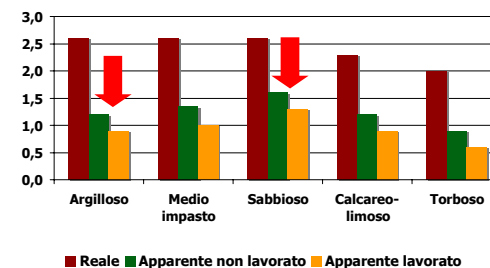
Classe	Sottoclasse	Limiti di classe ( $\mu\text{m}$ )
Macropori	Grossolani	> 5000
	Medi	2000 - 5000
	Fini	1000 - 2000
	Molto fini	75 - 1000
Mesopori		30 - 75
Micropori		5 - 30
Ultramicropori		0,1 - 5
Criptopori		< 0,1

## Massa volumica

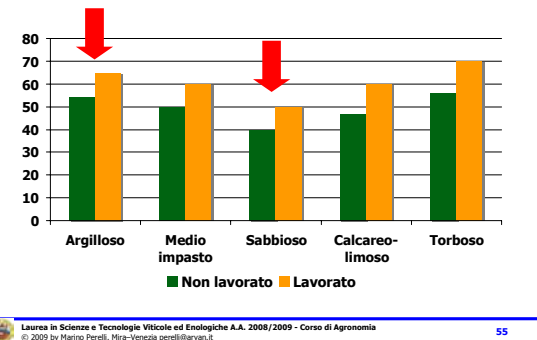
- **O "densità"**
- **Reale ( $\rho_r$ )**  
– Massa delle particelle secche divisa per il volume solido (non apparente) delle particelle stesse
- **Apparente ( $\rho_a$ )**  
– Massa di terreno secco per unità di volume apparente
- **Il valore espresso in  $\text{Mg m}^{-3}$**

Tipo di terreno	Non lavorato			Lavorato	
	$\rho_r$	$\rho_a$	$\phi$ (%)	$\rho_a$	$\phi$ (%)
Argilloso	2,6	1,2	54	0,9	65
Medio impasto	2,6	1,35	50	1,0	60
Sabbioso	2,6	1,6	40	1,3	50
Calcareao-limoso	2,3	1,2	47	0,9	60
Torboso	2,0	0,9	56	0,6	70

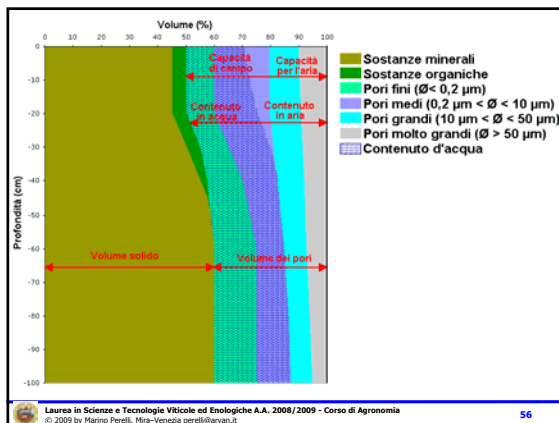
## Densità



## Porosità e lavorazioni



Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
 © 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it 55



Laurea in Scienze e Tecnologie Viticole ed Enologiche A.A. 2008/2009 - Corso di Agronomia  
 © 2009 by Marino Perelli, Mira-Venezia perelli@arvan.it 56