

II TERRENO

Caratteristiche Chimiche



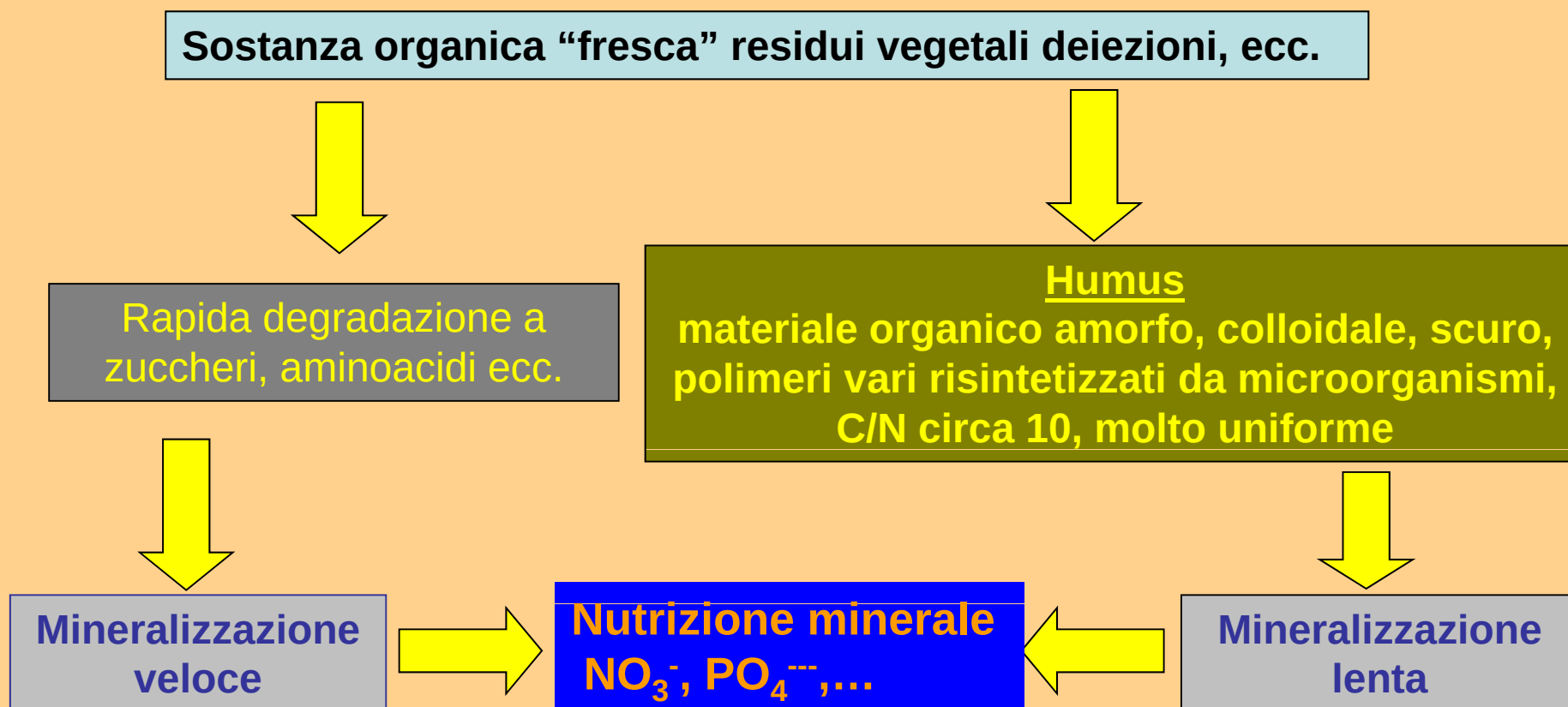
Proprietà chimiche dei terreni

Le proprietà chimiche dei terreni dipendono molto dal contenuto in colloidi (**argilla** e **sostanza organica**), poiché hanno ampie superfici di scambio e siti di legame

(CARICHE NEGATIVE: COO^- , O^-)

Proprietà chimiche dei terreni (2)

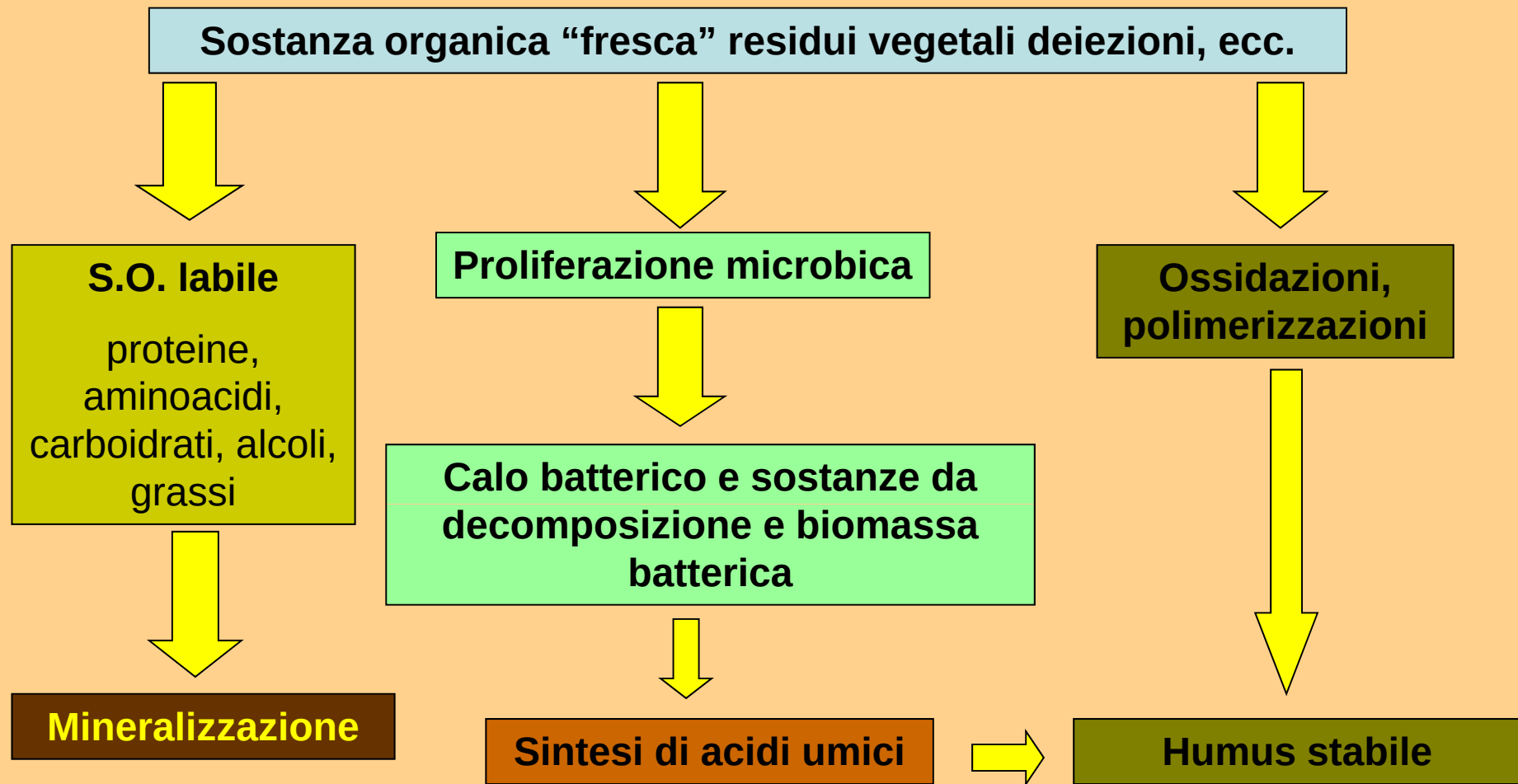
La sostanza organica è mediamente compresa tra l'1 e il 5% in peso, è fondamentale in processi fisici, chimici e biologici. Spesso il contenuto di sostanza organica è assunto come indice di fertilità di un terreno.



L'humus

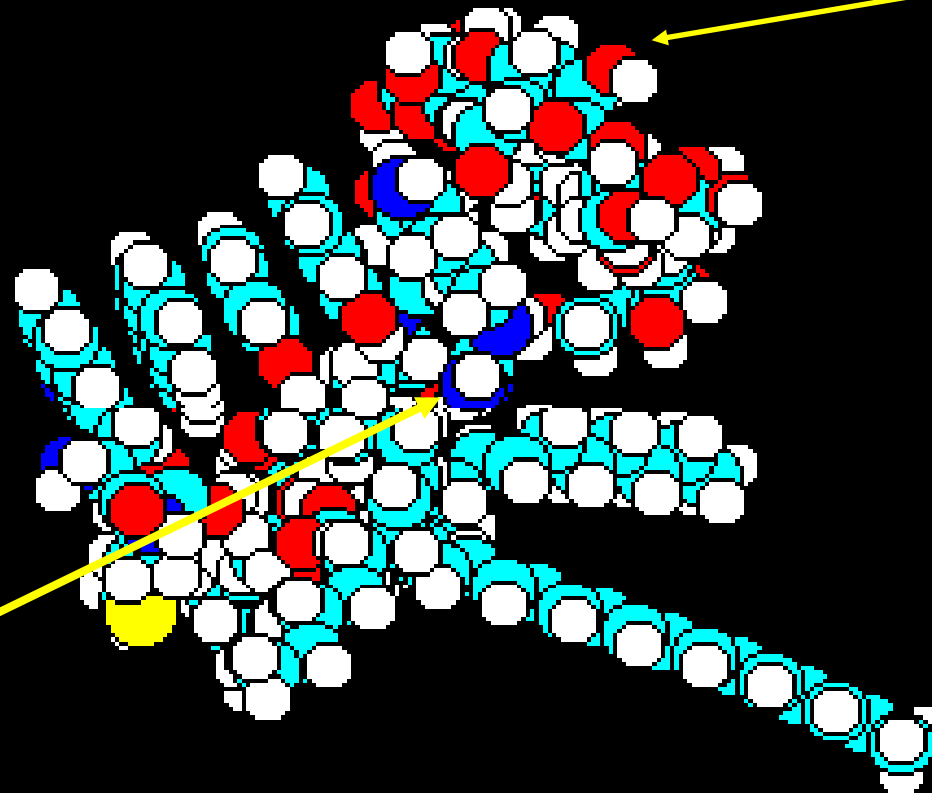
La **sostanza organica** è l'insieme di tutte le sostanze carbonare di origine animale e vegetale

L' **Humus** è una frazione colloidale della S.O., ottenuta per sintesi microbica e azioni chimico-fisiche



- 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

L'humus (2)

— Classificazione dei terreni in base al contenuto in humus (da Gaucher, 1961)

humus (%)	denominazione del terreno	note
0-2	povero	—
2-5	mediamente dotato	—
5-10	abbastanza ricco	Il termine «umifero» compare nella denominazione: es. sabbioso-umifero
10-15	ricco	Il termine «umo» compare nella denominazione: es. umo-sabbioso
> 15	molto ricco	Sovente è un terreno torboso

— Limiti di una buona dotazione in humus in funzione del contenuto in argilla del terreno

Argilla (%)	humus (%)
< 10	1,5-2,0
10-30	2,0-2,5
> 30	2,5-3,0

La reazione (pH)

Per reazione di un terreno si intende il pH.

Si misura in una sospensione di terra con acqua in rapporto 1:2,5

Terreni	pH
peracidi	<5,3
acidi	5,4 - 5,9
subacidi	6 - 6,7
neutri	6,8 - 7,2
subalcalini	7,3 - 8,1
alcalini	8,2 - 8,8
peralcalini	>8,8

- **pH da 6,5 a 7,5** sono idonei a moltissime colture
- I **terreni acidi** prevalgono in climi piovosi, forte dilavamento delle basi
- i **terreni alcalini** prevalgono in climi secchi, per l'accumulo di sali e la loro risalita in seguito all'evaporazione
- **pH alti**: indisponibilità di fosforo e ferro
- **pH bassi**: (<5,5) manganese e alluminio divengono tossici per molte piante

La reazione (pH) (2)

Variazioni del pH:

In inverno pH $\uparrow$ (soluzione circolante più diluita)

In estate $\downarrow$ per attività biologica (decomposizione = produzione di acidi organici; produzione di acidi umici ; acido nitrico in seguito alla nitrificazione)

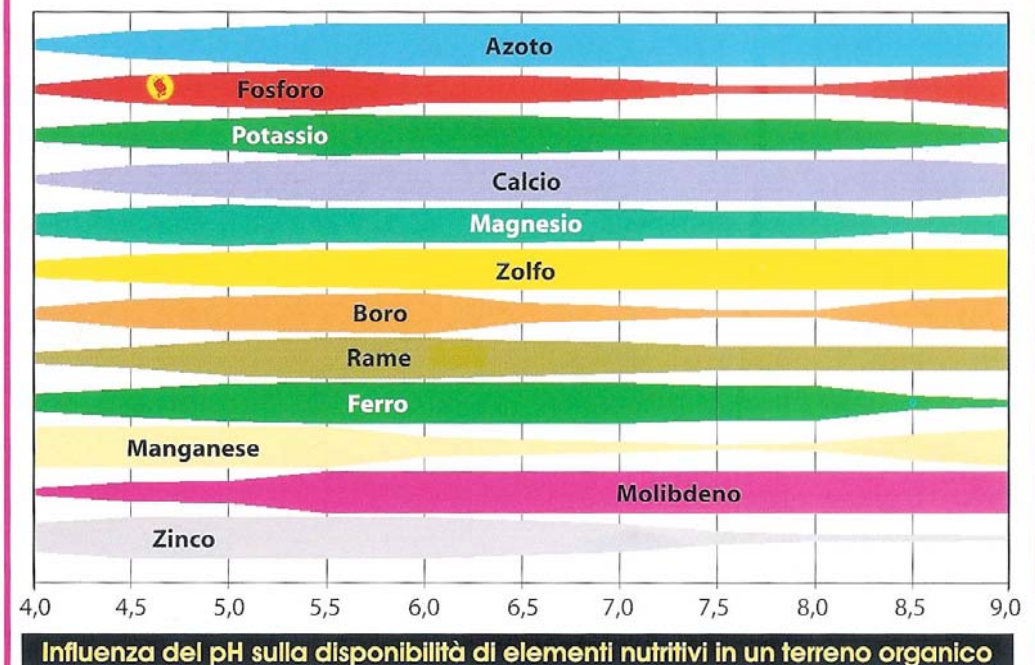
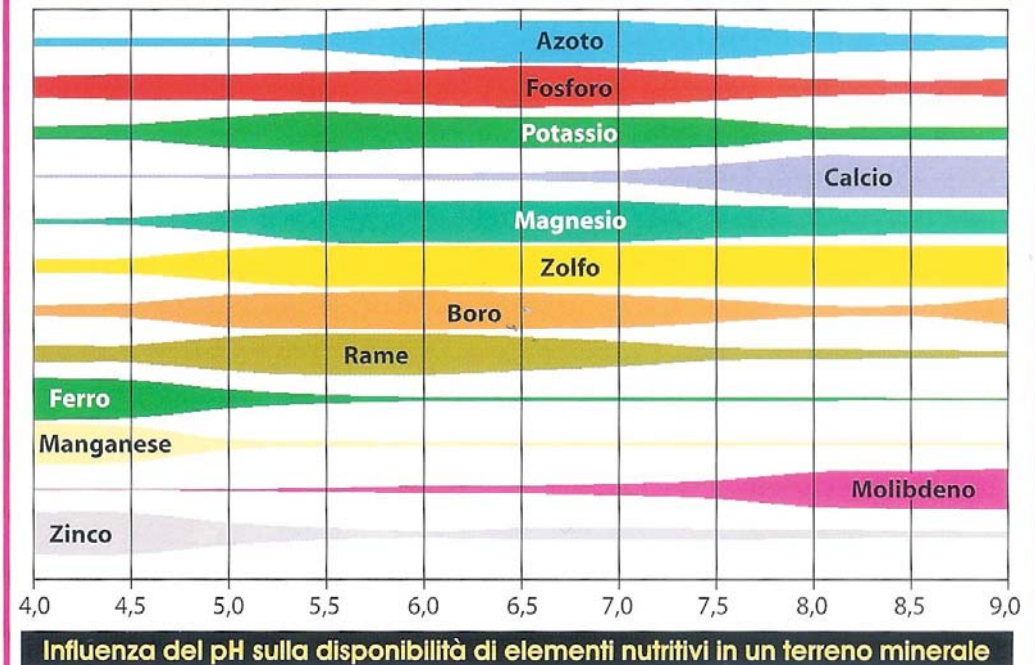
Nei climi umidi: prevale il flusso verso il basso (percolazione) il suolo perde Ca^{++} , che viene sostituito da H^+ = **acidificazione** (spesso occorrono ammendanti calcarei)

Nei climi aridi: prevale il flusso verso l'alto (evaporazione) con trasporto ed accumulo di Sali (Ca^{++} , Na^+) in superficie = **alcalinizzazione**

Potere tampone: capacità di opporsi alle variazioni di pH; minima in terreni sabbiosi, massima in quelli argillosi

La maggiore disponibilità di elementi nutritiva si ha a pH sub-acido.

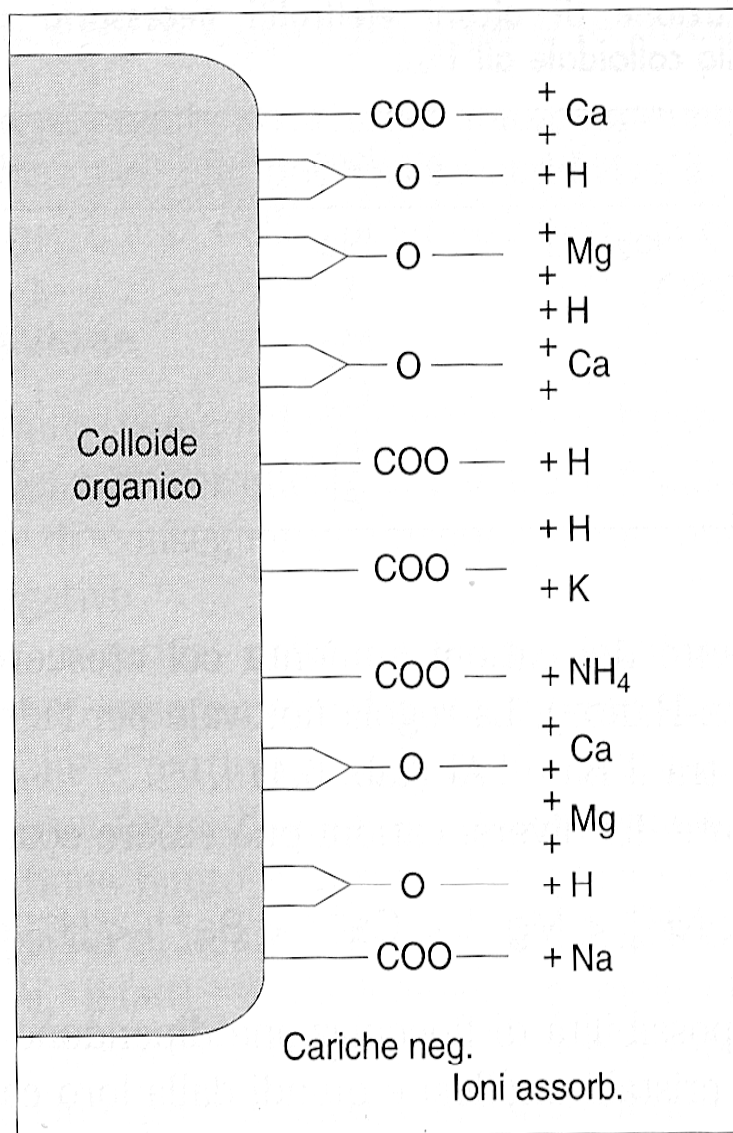
La sostanza organica aumenta la disponibilità di quasi tutti gli elementi minerali



La capacità di scambio cationico (CSC)

- È la quantità di cationi che un terreno può assorbire.
- In terreni **basici** è la somma dei cationi scambiabili; in terreni **acidi** è la somma dei cationi + H^+ . Valore stabile nel tempo, perché dipende dalla % e dalla natura dei colloidi nel suolo, che varia poco.
- Si determina con acetato ammonico in soluzione a pH 7 o con BaCl a pH 8,2 (meglio, perché “distacca” anche gli H^+)
- Espressa in milliequivalenti per 100 g di suolo. (equivalente = peso atomico / valenza)
- Se è alta molti elementi nutritivi sono trattenuti e messi a disposizione delle colture
- E' determinata principalmente dal suo contenuto in humus (CSC tra 200 e 500 meq/100g) e dal contenuto e tipo di argille (kaolinite 10 meq/100g, illite 20 - 40 meq/100g, montmorillonite 80 - 120 meq/100g)
- Attenzione - non riguarda lo ione nitrico (anione) che non è trattenuto dal suolo

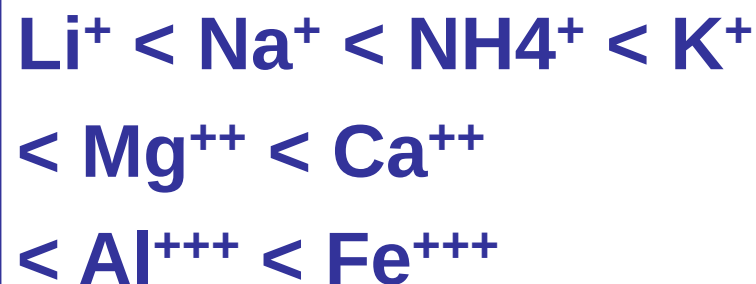
La capacità di scambio cationico (CSC) (2)



Le cariche elettrostatiche determinano legami tra cationi (+) e colloidi (-).

L'energia dei legami dipende da valenza, raggio ionico, stato di idratazione,....

Generalmente :



La capacità di scambio cationico (CSC) (3)

CSC (meq/100g)	Classific.
< 6	molto bassa
6 - 12	bassa
13 - 25	media
26 - 40	alta
> 40	molto alta

Tab. 5 - Alcune caratteristiche chimiche di materiali utilizzabili per la preparazione di substrati
(Autori diversi)

Materiali	Capacità di scambio (me/100 g)	pH (H ₂ O)
Humus	200	—
Minerali argillosi:		
· Vermiculite	100-150	—
Montmorillonite	80-150	—
Illite	10-40	—
Caolinite	3-15	—
Argilla fine	56-63	—
Argilla grossolana	22-52	—
Limo	3-7	—
Sabbia	3-6	—
Terreno sabbioso	5-15	—
Terreno limoso	10-25	—
Terreno argilloso	15-50	—
Terriccio di foglie	45-55	4,6
Terreno di brughiera	50-65	4,0
Torba bionda di sfagno	100-150	3,6
Segatura di sequoia	30	—
Corteccia di pino	58,5	4,0
Vermiculite	44-45	8,3
Perlite	1,5	6,8
Argilla espansa	—	6,4
Pozzolana	4,6	5,9
Tufo vulcanico	72-75	—

La capacità di scambio cationico (CSC) (4)

Sull'estratto per la determinazione della C.S.C. si determinano per spettrofotometria (in assorbimento e in emissione) Ca, Mg, Na e K; la loro somma (in meq) espressa in % sulla CSC è il tasso o **PERCENTUALE DI SATURAZIONE BASICA (PSB)**. La differenza tra la CSC e il tasso di saturazione rappresenta l'occupazione dei siti da parte di H^+

PSB	classificazione
<20%	molto bassa
21 - 40%	bassa
41 - 60%	media
61 - 80%	alta
> 80%	molto alta

Ca, Mg, K in % sulla CSC danno un parametro di fertilità.

Na su CSC è indice di alcalinità.

Se $Na/CSC > 0,15$ allora il suolo è alcalino.

L'Azoto

Il 98-99% dell'N del suolo è ORGANICO, mentre le forme assimilabili sono

- ammonio, parzialmente assorbibile sul complesso di scambio cationico (CATIONE NH_4^+)
- nitrato, presente solo nella soluzione circolante (ANIONE NO_3^-)

facilmente misurabili nella soluzione, ma estremamente variabili nel tempo, a scala giornaliera-oraria.

Per la caratterizzazione di un suolo si quantifica **l'N totale**. Da solo dice poco, perché la sua velocità di mineralizzazione è molto variabile.

NB met. Kjeldhal misura solo organico e ammoniacale

Si considera il **rapporto C/N**

10 è lo standard di terreni agrari; meno di 10 indica rapida

Il Fosforo

Il totale non ha nessun valore informativo (varia dallo 0,1 allo 0,3%). Conta solo l'assimilabile, che è sufficiente se $> 20-30$ ppm di P_2O_5 (metodo Olsen).

Le forme in cui si presenta il fosforo sono molteplici, l'espressione convenzionale è in

P_2O_5 (anidride fosforica)

Le piante in realtà assorbono in prevalenza $H_2PO_4^-$ e HPO_4^{--} normalmente si indica l'anione fosforo come PO_4^{---}

Fosforo + ossigeno = anidride fosforica

anidride fosforica + acqua = acido fosforico con 3 funzioni acide

1^a funzione: fosfato monocalcico, si dissocia in $H_2PO_4^-$

2^a fosfato bicalcico, HPO_4^{--}

3^a fosfato tricalcico PO_4^{---} (quasi insolubile)

Fosforo in soluzione: **assimilabile**

fosforo adsorbito su argilla, humus e calcare fine: facilmente scambiabile

il fosforo fissato su idrossidi di ferro e alluminio idrati (colloidi elettropositivi), è molto, ma più difficile da scambiare

Precipitazione in ambiente acido formando fosfati di Fe e Al, insolubili

In ambiente basico cristallizzazione in apatite, solo se poca sostanza organica

In terreni subalcalini ricchi di Ca si forma fosfato tricalcico, insolubile

Il Fosforo organico

Rappresenta dal 20 all'80% del fosforo in un suolo

Forma tipicamente organica: nucleoproteine, humus ecc.

In combinazione con l'humus Humo-fosfati; approssimativamente l'humus libera 15 kg di P_2O_5 per anno

Ruolo della sostanza organica:

- mineralizzazione è **fonte di P**
- **maggior disponibilità** di P per attacco degli acidi a forme minerali insolubili
- **protezione** del fosforo assimilabile per riorganizzazione
- formazione di **humo-fosfati**

Il Potassio

Varia tra l'1 e il 5% del suolo in peso;

dal 90 al 98% è legato ai silicati e liberato lentissimamente;
ricchezza in K dei suoli silicei rispetto ai calcarei.

Si esprime come K_2O

Potassio **scambiabile**; circa il 95% sul complesso di scambio, il 5% in soluzione, (spesso però in soluzione meno dell'1%)

Potassio **retrogradato**: fissato all'interno dei foglietti di argilla dell'illite.

Potassio **legato alla sostanza organica**, facilmente assimilabile

Potassio assimilabile: estrazione con acetato d'ammonio + EDTA a pH 4,2 (è più usata la % sulla CSC); dalla stessa estrazione si misurano anche i microelementi disponibili (Fe, Cu, ZN, Mo ecc.)

Tab. 7.6 Livelli di fertilità chimica dei terreni italiani.

Contenuto macroelementi

Elementi (*)		M. basso	Basso	Medio	Alto	M. alto
N totale	‰	< 0,25	0,25-0,60	0,60-1,00	1,00-1,70	> 1,70
P totale	‰	< 0,10	0,10-0,20	0,20-0,35	0,35-0,60	> 0,60
P ₂ O ₅ totale	‰	< 0,25	0,25-0,45	0,45-0,80	0,80-1,40	> 1,40
P assim. (m. Bray)	ppm	< 5	5-15	15-30	30-40	> 40
P ₂ O ₅	ppm	< 11	11-35	35-69	69-90	> 90
P assim. (m. Olsen)	ppm	< 3	3-6	6-10	10-17	> 17
P ₂ O ₅	ppm	< 6	6-13	13-25	25-40	> 40
P assim. (m. Morgan)	ppm	< 15	15-30	30-45	45-60	> 60
P ₂ O ₅	ppm	< 40	40-70	70-100	100-120	> 120
P assim. (m. Ferrari)	ppm	> 13	13-22	22-30	30-44	> 44
P ₂ O ₅	ppm	< 30	30-50	50-70	70-100	> 100
K disponibile	ppm	< 40	40-80	80-125	120-165	> 165
K ₂ O	ppm	< 50	50-100	100-150	150-200	> 200
Fe	ppm	< 10	10-30	30-100	100-300	> 300
Ca	ppm	< 700	700-1 400	1 400-2 800	2 800-4 300	> 4 300
CSC	meq	< 20	20-30	30-50	50-70	> 70
Saturazione cationica	%	< 20	20-40	40-60	60-80	> 80
Ca scambiabile	ppm	< 400	400-1 000	1 000-2 000	2 000-4 000	> 4 000
Mg scambiabile	ppm	< 60	60-180	180-360	360-960	> 960
Ca/Mg scamb.		< 1,5	1,5-2,5	2,5-6,0	6,0-12,0	> 12,0
K scambiabile	ppm	< 40	40-120	120-240	240-480	> 480
Na scambiabile	ppm	< 30	30-90	90-200	200-600	> 600

Rapporto Mg/K: basso: < 2; alto: > 5

Contenuto microelementi

Livelli		Fe	Mn	Cu	Zn	B	Mo
Basso	ppm	45	100	1,5	0,6	0,2	0,03
Medio	ppm	166	260	6,0	3,8	0,7	0,20
Alto	ppm	350	350	12,0	8,0	1,4	0,40

Salinità dei terreni

Può esserci accumulo di sali, soprattutto in presenza di scarsa piovosità e forte evaporazione o per irrigazione con acque saline

Si misura attraverso la **conducibilità elettrica**, che è proporzionale alla concentrazione di ioni in soluzione

In estratto acquoso a saturazione, si misura la conducibilità in milliSiemens cm^{-1} (per le acque di irrigazione, in **microS cm^{-1} = dS m^{-1}**)

CONDUC. (mS cm^{-1})	DEPRESSIONE PRODUZIONE
<2	nessuna
2-4	solo poche sensibili
4-8	molte colture
8-16	anche le più tolleranti
>16	tutte; solo alofite

Un terreno è definito salino se la conducibilità è $>$ di 4 mS cm^{-1}

La % di sodio scambiabile in % sulla CSC aggiunge informazioni sulla salinità: alcalino se $\text{PSS} > 15$



Figura 27. Aree con rischio salinizzazione in Italia. (da Fierotti et al., 1999)

In Italia si registra la progressiva salinizzazione delle falde in Pianura Padana, Salento, Iblei, Piana di Palermo, Puglia, Metapontino e piana di Sibari.

Secondo l'APAT, la situazione potrebbe essere anche peggiore perché le acque sotterranee sono scarsamente monitorate.

**In Italia, si stima che problemi di salinità interessino ormai
450.000 ha**