

Università degli Studi di Roma Tre
Corso di Laurea in Biologia
“Ecologia Vegetale”

Il Suolo

Dott. Lodovico Vannicelli Casoni



APAT

Agenzia per la protezione
dell'ambiente e per i servizi tecnici

IL SUOLO LA RADICE DELLA VITA

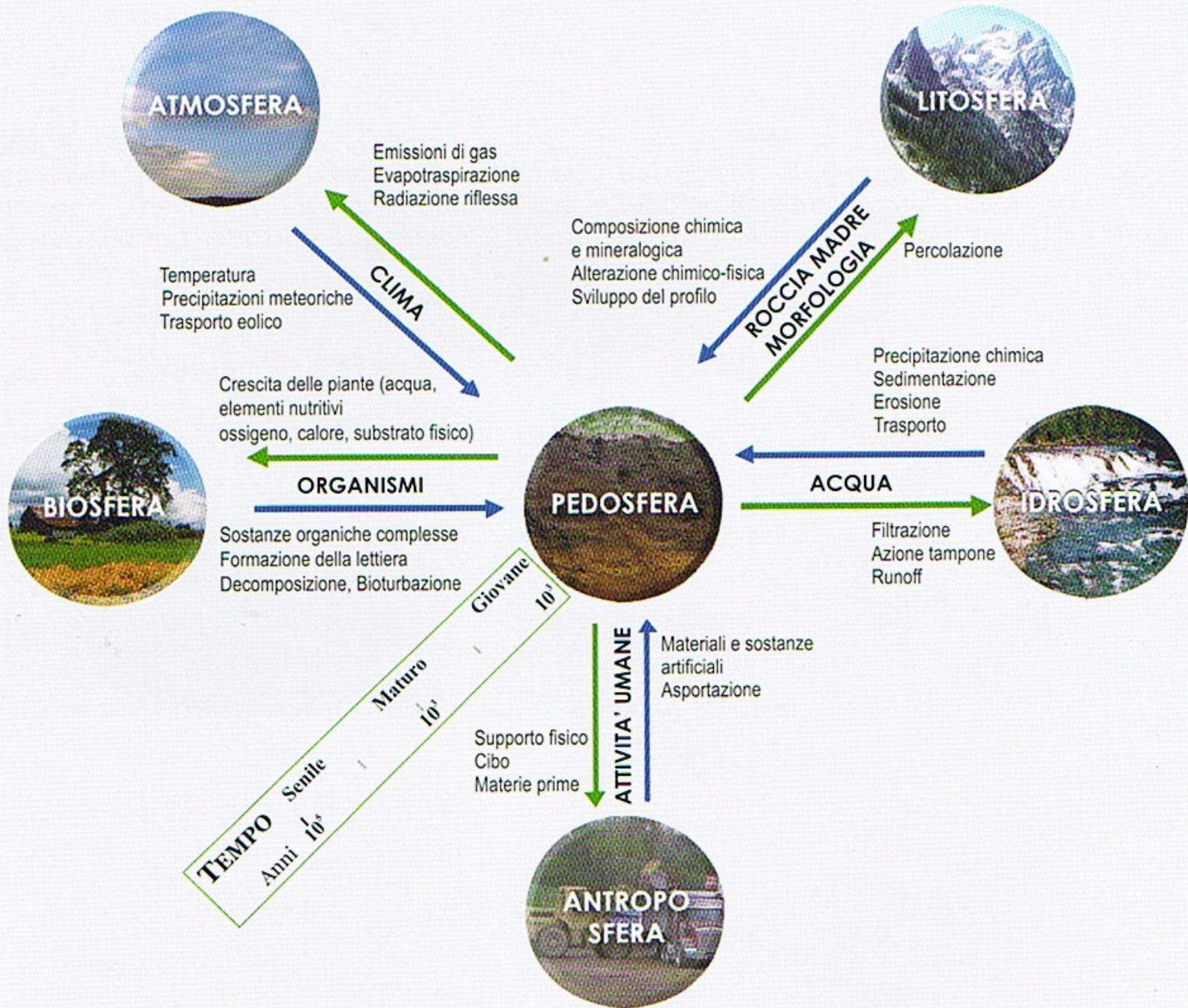
Suolo

- Il suolo è parte integrante della Biosfera (*parte della superficie terrestre pervasa dalla vita*), e rappresenta il centro regolatore di una serie di equilibri che interessano tutti gli esseri viventi.
- Lo studio dei suoli è piuttosto complesso e coinvolge diverse altre discipline scientifiche quali la geologia, la geomorfologia, la biochimica, la climatologia, la fisica ecc.....
- I suoli si differenziano tra loro sulla base di diversi fattori tra cui i più importanti sono quelli climatici e quelli litologici. Le differenze possono riguardare il chimismo, lo spessore, il numero di orizzonti, la tessitura ecc.
- La porzione di superficie terrestre che coinvolge i suoli viene definita come PEDOSFERA

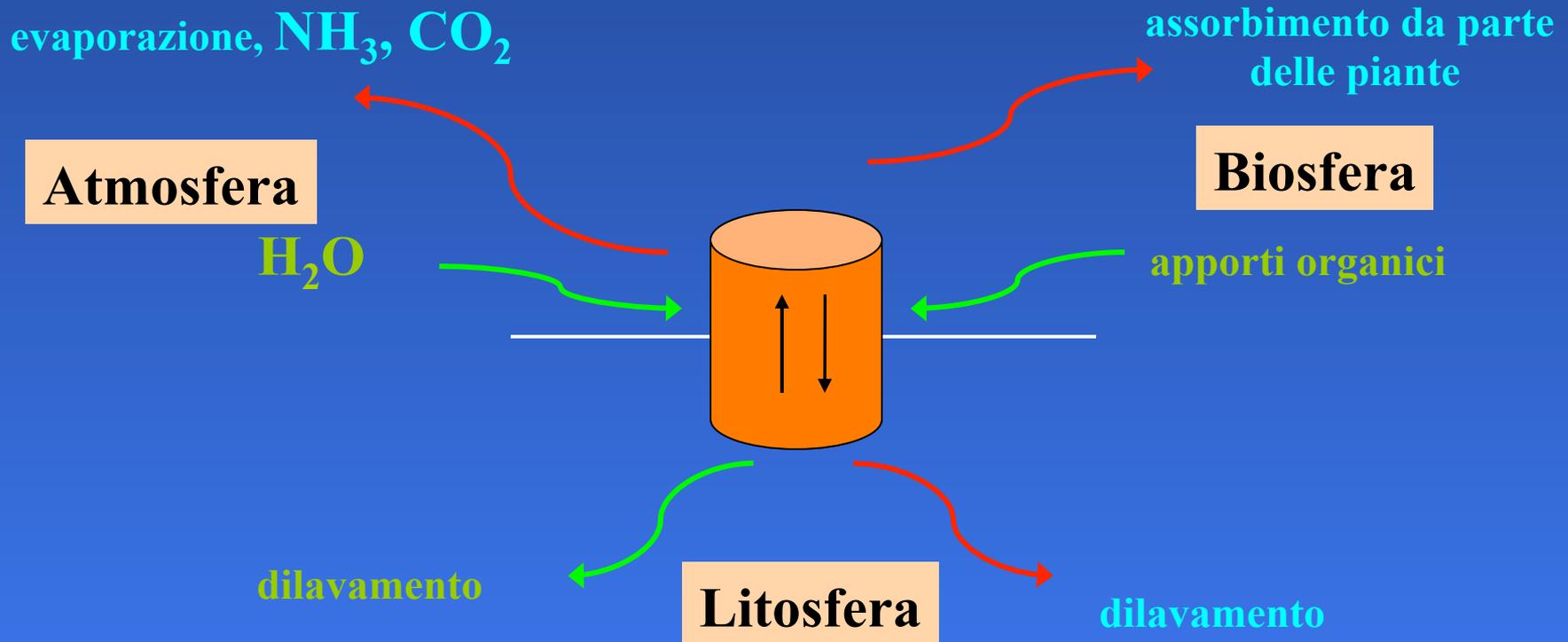
I Fattori pedogenetici

La formazione del suolo (pedogenesi) è un processo in cui agiscono molteplici fattori:

- Clima
- Substrato litologico (roccia madre)
- Morfologia
- Organismi (“*Biota*” nella letterat. anglosassone)
- Tempo
- Attività antropiche



La **Pedosfera** non è una sfera ben delimitata ed individuabile come possono esserlo la Litosfera, l' Atmosfera e la Biosfera, poiché essa si forma proprio dall' interazione tra le diverse altre sfere in quanto rappresenta la zona di contatto tra queste.



....la **Pedosfera** è un sistema aperto in continuo scambio di energia e materia con gli altri sistemi

PEDON: Il Pedon si può considerare come quel volume nel quale sono espresse tutte le caratteristiche che il suolo ha assunto nel corso della Pedogenesi. La Pedosfera è appunto suddivisa in un certo numero di Pedon.

PROFILO: Il Profilo è bidimensionale ed è una sezione che va dalla superficie fino alla roccia madre. Comprende una serie di strati (*Orizzonti*) con caratteristiche diverse ognuno dei quali ha avuto origine per processi diversi. Il profilo , quindi, racconta la storia del suolo, quali sono stati i processi che lo hanno originato e le condizioni climatiche in cui si è evoluto.

SOLUM: Il Solum costituisce la parte di suolo interessata dalle radici (per cui normalmente il solum rappresenta la parte più superficiale del suolo).

Profilo del suolo

Confronto tra il profilo di un **suolo naturale** (inalterato) e il profilo di un **suolo agrario** (lavorato artificialmente)

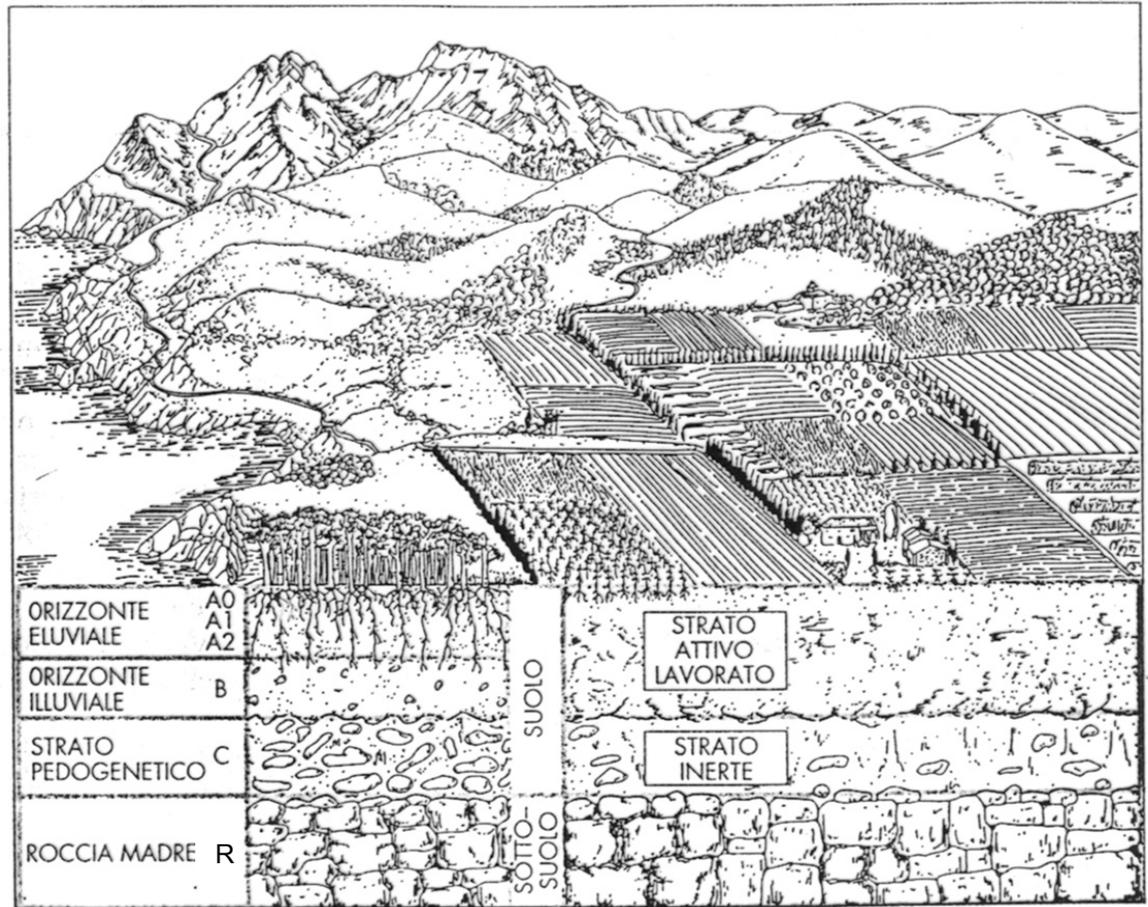


Fig. 2.6. Confronto tra una sezione di terreno naturale ed una di terreno agrario

- orizzonte "a": detto eluviale perché caratterizzato dall'azione dilavante dell'acqua;
- orizzonte "b": detto illuviale perché accoglie i materiali trasportati dall'acqua di percolamento; è questo il terreno dal quale le radici delle piante assorbono gli elementi nutritivi;
- orizzonte "c": è il substrato pedogenetico su cui i fattori naturali della pedogenesi hanno agito per la formazione del terreno stesso;
- orizzonte "r": è costituito dalla roccia madre.

Il fattore clima nella pedogenesi

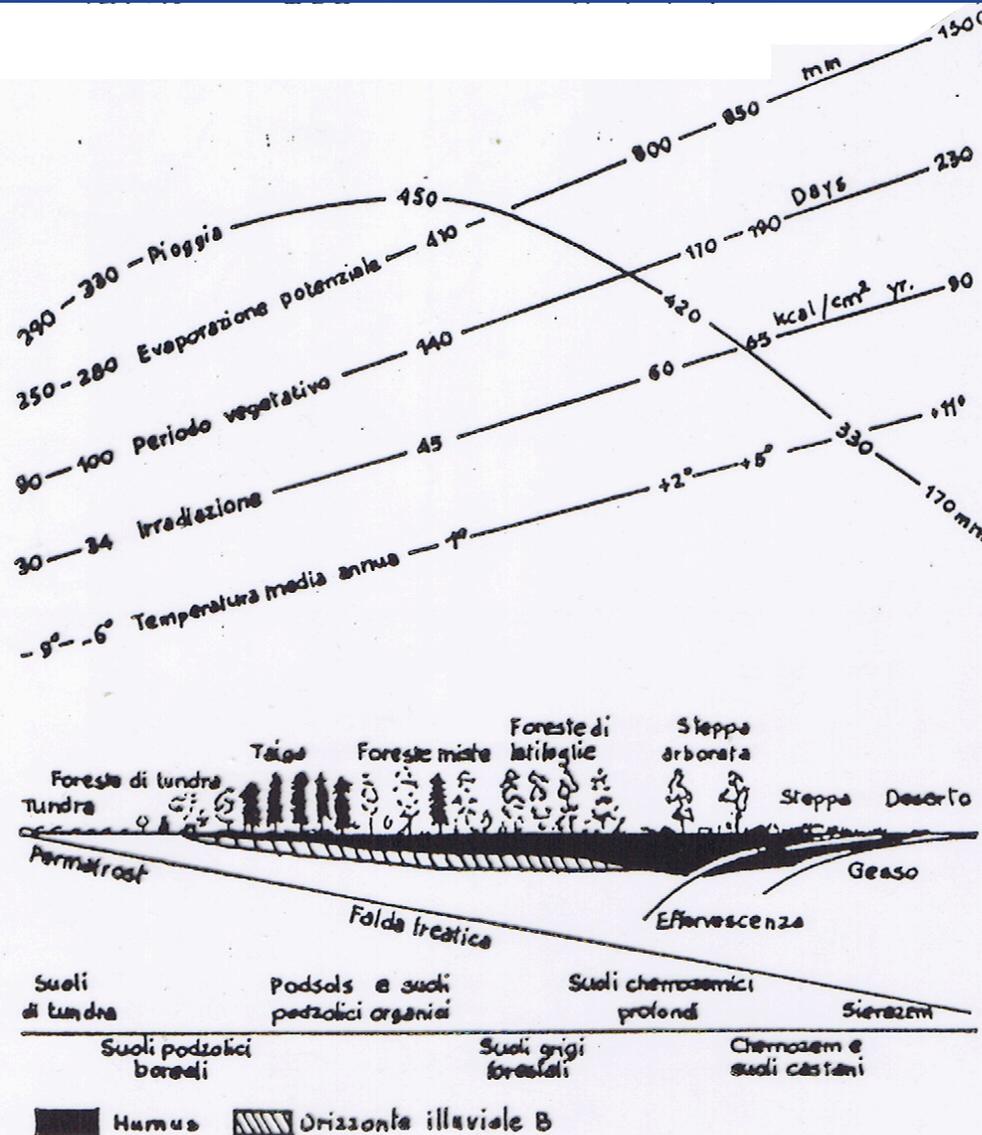
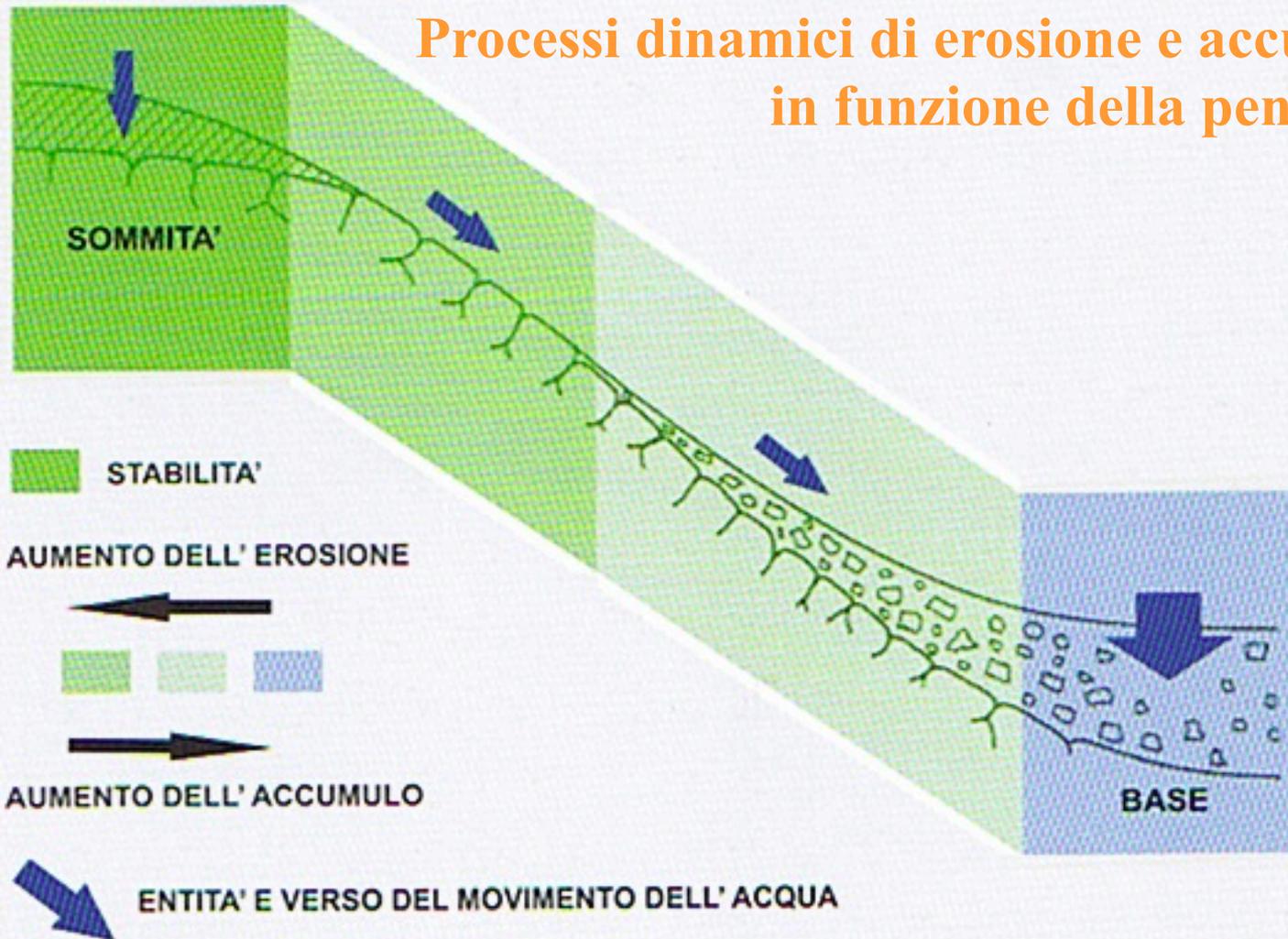


Fig. 22 - Schema delle interrelazioni tra il clima, la vegetazione, l'idrologia e la pedologia nell'Europa orientale.

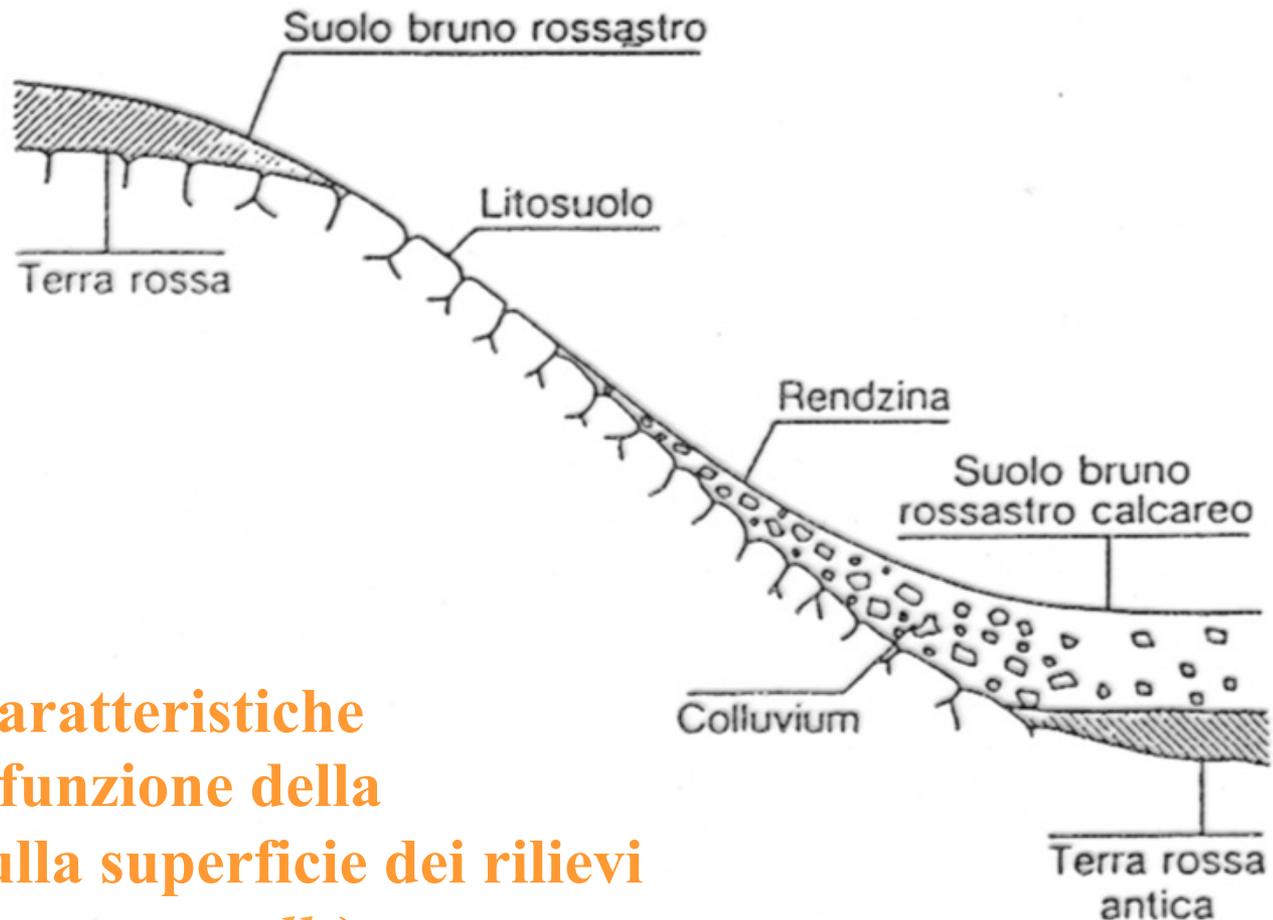
Il fattore morfologia nella pedogenesi

Processi dinamici di erosione e accumulo
in funzione della pendenza



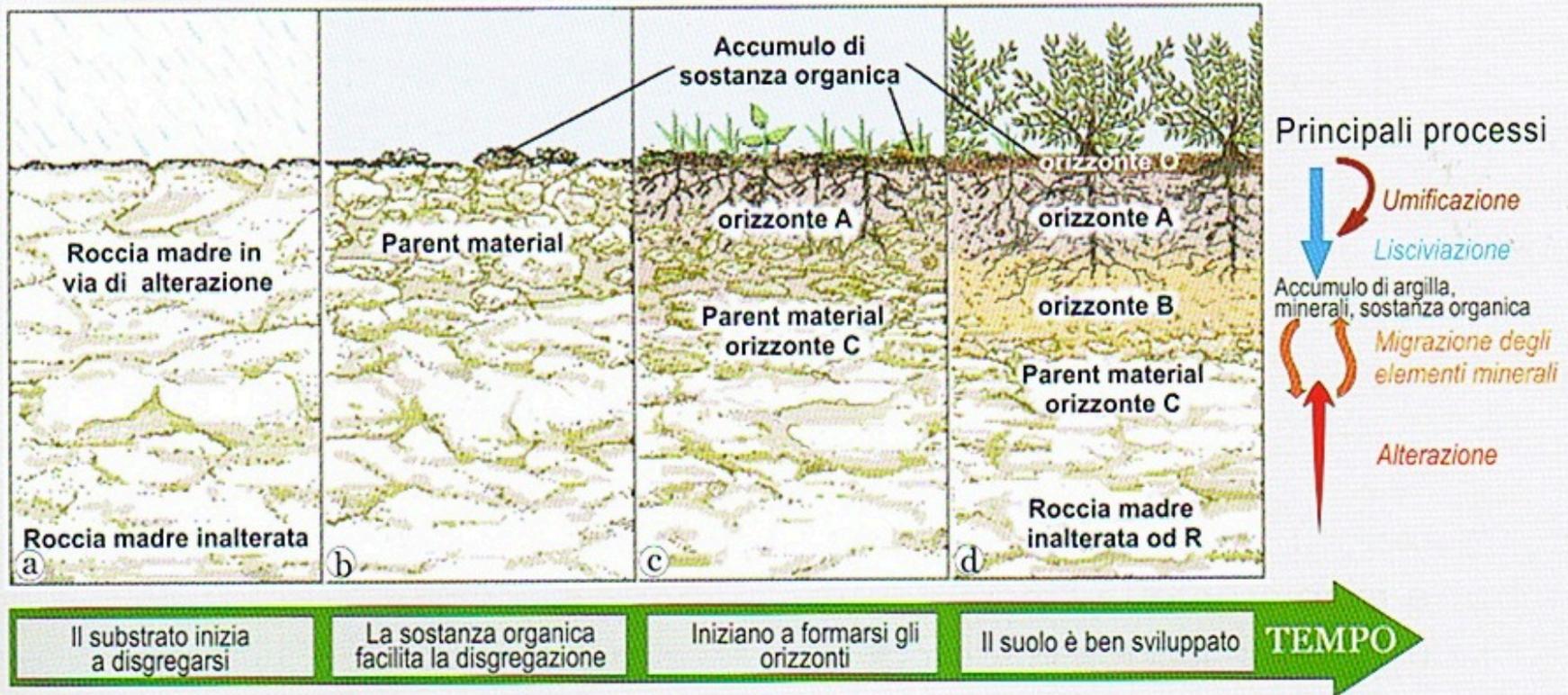
Il fattore morfologia nella pedogenesi

Catena di suoli su calcare

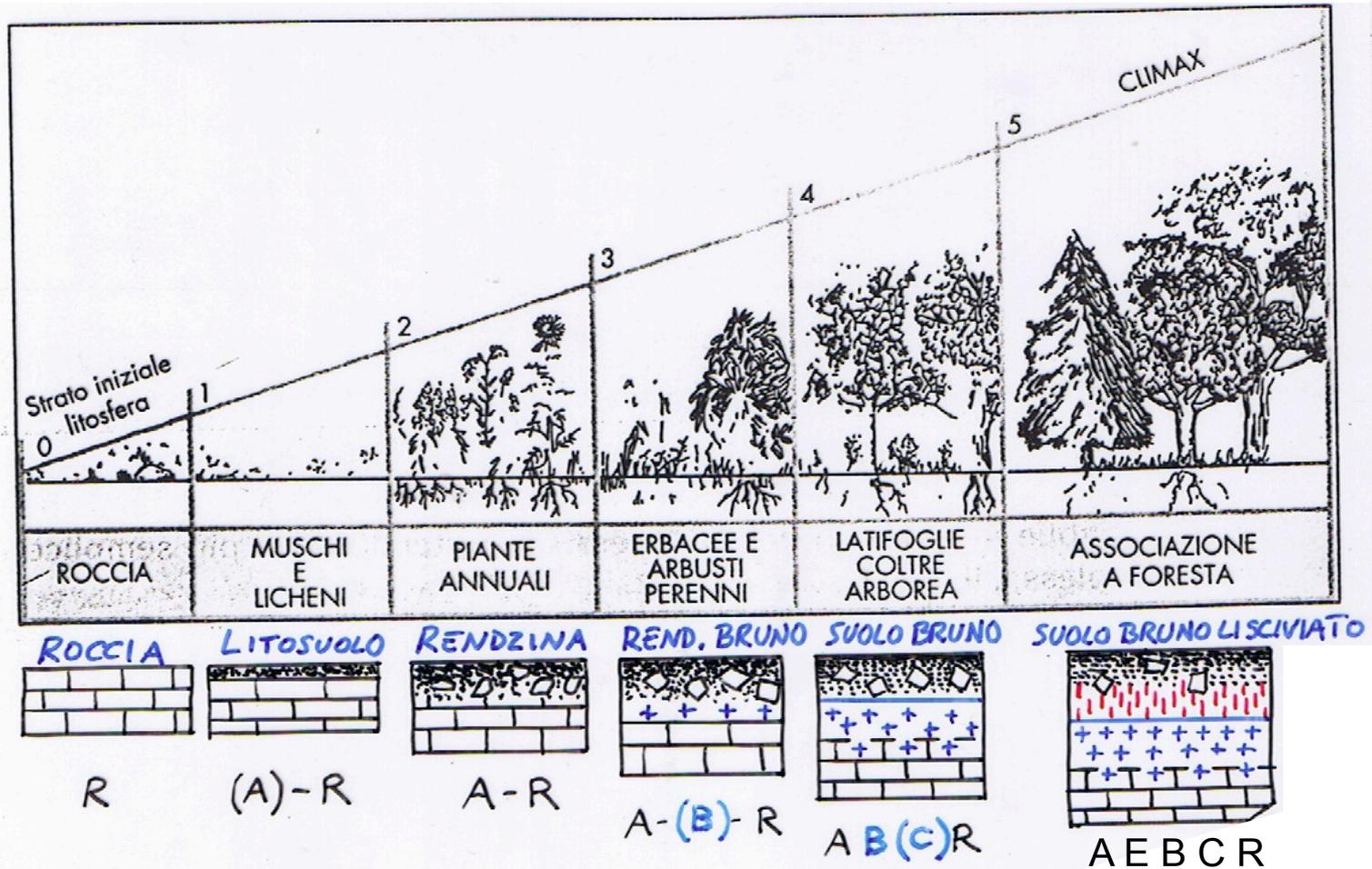


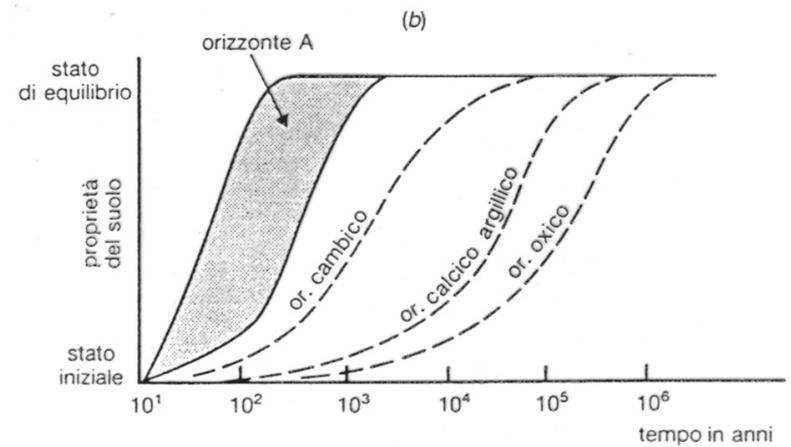
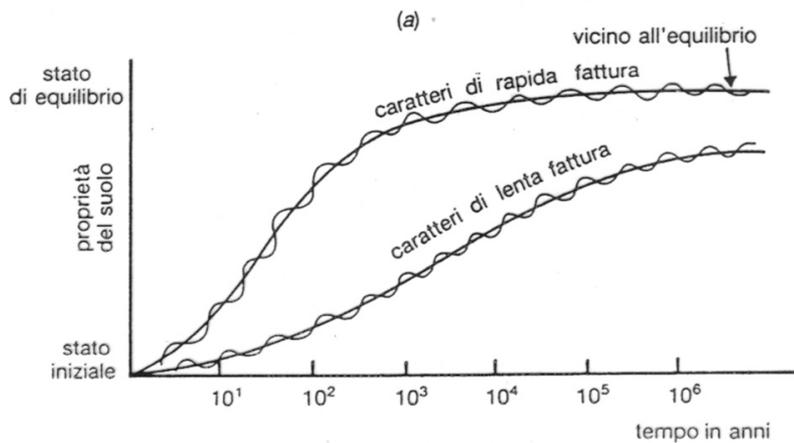
Differenti caratteristiche dei suoli in funzione della posizione sulla superficie dei rilievi (cresta – versante – valle)

Il fattore tempo nella pedogenesi



Schema di evoluzione parallela di suolo e vegetazione all'interno di una successione ecologica





Esempi di stima delle
velocità di formazione di
vari tipi di suolo e dei
principali orizzonti

Alcune stime di velocità di formazione dei suolo

Orizzonte o profilo	Completamento formazione (anni)	Profondità del suolo (cm)	Velocità formazione (an/cm)	Citazioni bibliografiche
Suolo azonale su cenere vulcanica	45	35	1,3	Mohr, Van Baren (1954)
Orizzonte A di un vertisuolo formatosi su un fiume di fango	133	15	0,1	Forcella (1978)
Orizzonte A di un brunizem formato su loess in Iowa	400	33	12,0	Simonson (1959) Arnold, Rieken (1964)
Due metri di suolo organico in una palude nel Wisconsin	3.000	200	15,0	—
Podzol su depositi glaciali sabbiosi con 10 cm di E	1.200	57	21,0	Tamm, Östlund (1960)
Solum di un ultisuolo in Australia	29.000	300	97,0	Butler (1958)
Un metro di solum di un oxisuolo dell'Africa	75.000	100	750,0	Aubert (1960)

Fonte: Buol et al., 1980.

Il fattore biotico nella pedogenesi

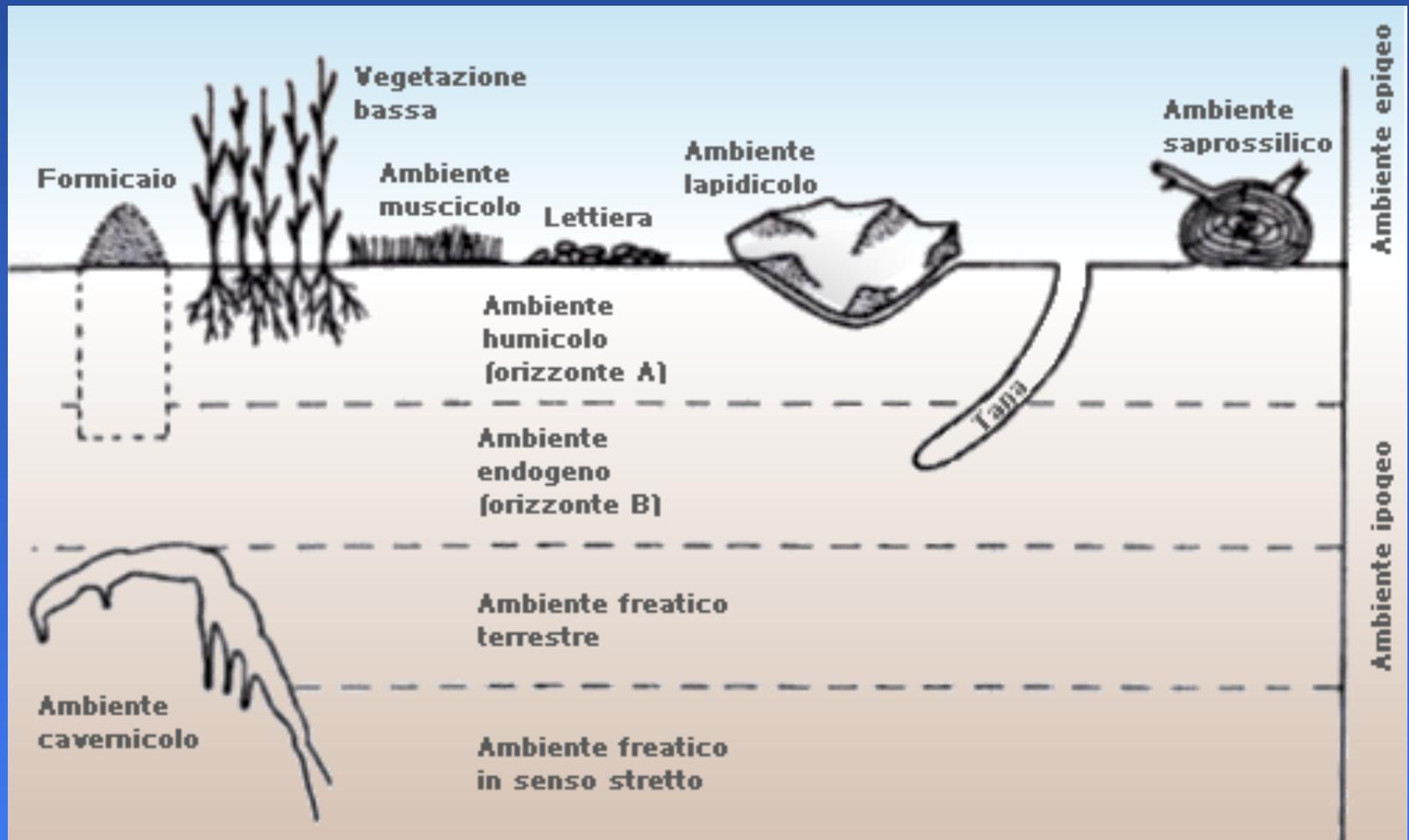


Pedofauna, micoflora, flora algale e piante superiori

Valori medi della densità per metro quadrato
di alcuni gruppi di animali edafici (da Bernini et al, 1984)

ORGANISMI	SUOLI FORESTALI		SUOLI DI PRATERIA E COLTIVI
	QUERCETA	FAGGETA	
Protozoi	200.000.000	200.000.000	10.000.000
Rotiferi	680.000	200.000	1.000.000
Tardigradi	80.000	13.000	150.000
Nematodi	4 - 30.000.000	12.000.000	3.000.000
Molluschi	50 - 100	20 - 40	50 - 200
Anellidi Enchitreidi	20.000 - 60.000	150.000	20.000 - 120.000
Anellidi Lumbricidi	50 - 100	40	300 - 1.000
Crostacei	2.000	1.000	-
Araneidi	50 - 120	230	200
Acari Oribatei	100.000 - 300.000	150.000 - 360.000	40.000 - 100.000
Altri Acari	50.000	60.000	80.000
Altri Aracnidi	10 - 25	25 - 55	20
Sinfili	500 - 1.500	100	800 - 1.800
Diplopodi	100 - 300	50	50
Chilopodi	100	50	30
Collemboli	200.000	58.000 - 150.000	10.000 - 100.000
Altri Apterigoti	400	200	150
Coleotteri	200 - 1.000	200 - 800	300 - 800
Ditteri (larve)	300 - 1.200	100 - 400	100 - 300
Altri Pterigoti	100	100	200
Vertebrati	1 - 5	1 - 2	2 - 10

Esempi di nicchie ecologiche relative alla pedofauna invertebrata



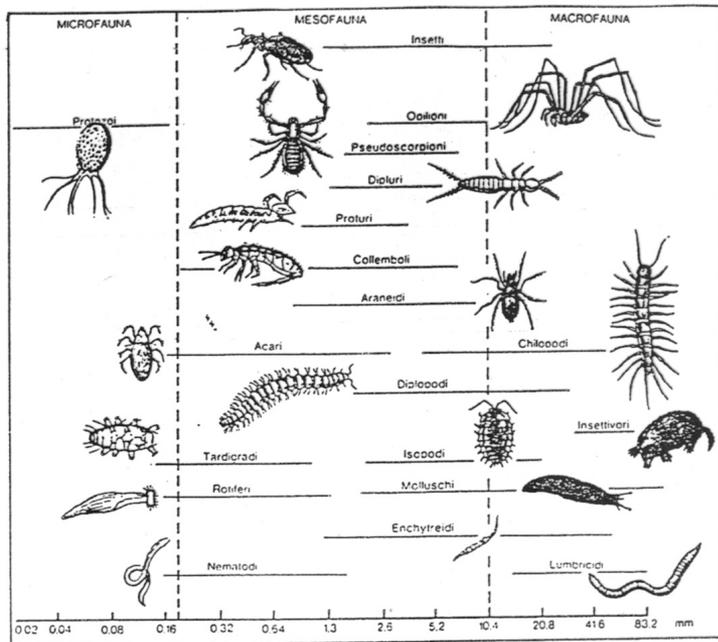


Tabella 2.3 Valori della densità media a metro quadro per alcuni gruppi di animali edafici.

tipo di organismi	suoli forestali		suoli di prateria e coltivi
	querceta	faggeta	
protozoi	200 000 000	200 000 000	100 000 000
rotiferi	680 000	200 000	1 000 000
nematodi	da 4 000 000 a 30 000 000	12 000 000	3 000 000
molluschi	da 50 a 100	da 20 a 40	da 50 a 200
enchitridei	da 20 000 a 60 000	150 000	da 20 000 a 120 000
lumbricidi	da 50 a 100	40	da 300 a 1 000
tardigradi	80 000	13 000	150 000
crostacei	200	100	—
acari oribatei	da 100 000 a 300 000	da 150 000 a 360 000	da 40 000 a 100 000
altri acari	50 000	60 000	80 000
aracnidi	da 50 a 120	230	200
altri aracnidi	da 10 a 25	da 25 a 55	20
sinfilii	da 500 a 1 500	100	da 800 a 1 800
diplopodi	da 100 a 300	50	50
chilopodi	100	50	30
collemboli	200 000	da 58 000 a 150 000	da 10 000 a 100 000
altri apterigoti	400	200	150
coleotteri	da 200 a 1 000	da 200 a 800	da 300 a 800
ditteri (larve)	da 300 a 1 200	da 100 a 400	da 100 a 300
altri pterigoti	100	100	200
vertebrati	da 1 a 5	da 1 a 2	da 2 a 10

Il numero di organismi viventi nel suolo varia notevolmente non solo in funzione del tipo di terreno e di vegetazione, ma anche in relazione a latitudine, altitudine ed esposizione. Così, per esempio, è molto diversa la densità dei gruppi della fauna del suolo in una querceta in confronto a quella di una faggeta nella medesima regione ed anche quella di due suoli forestali dello stesso tipo che si trovano a latitudini diverse.

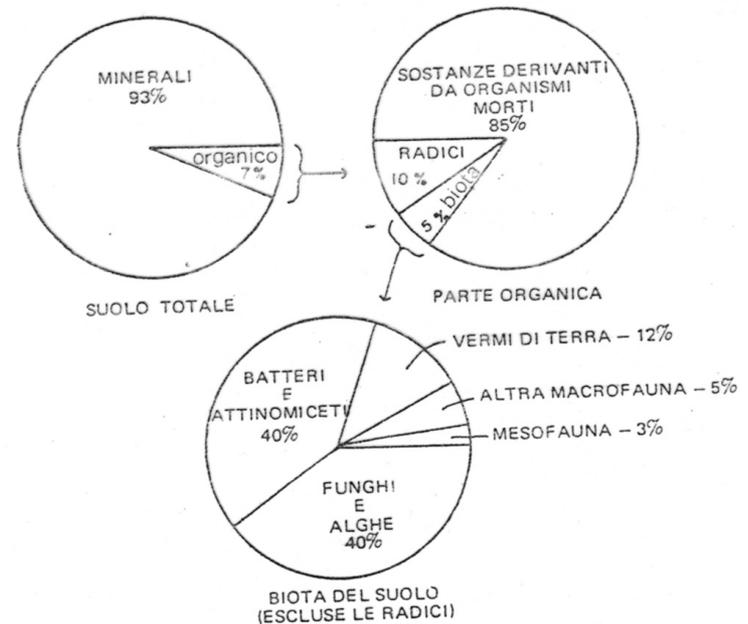
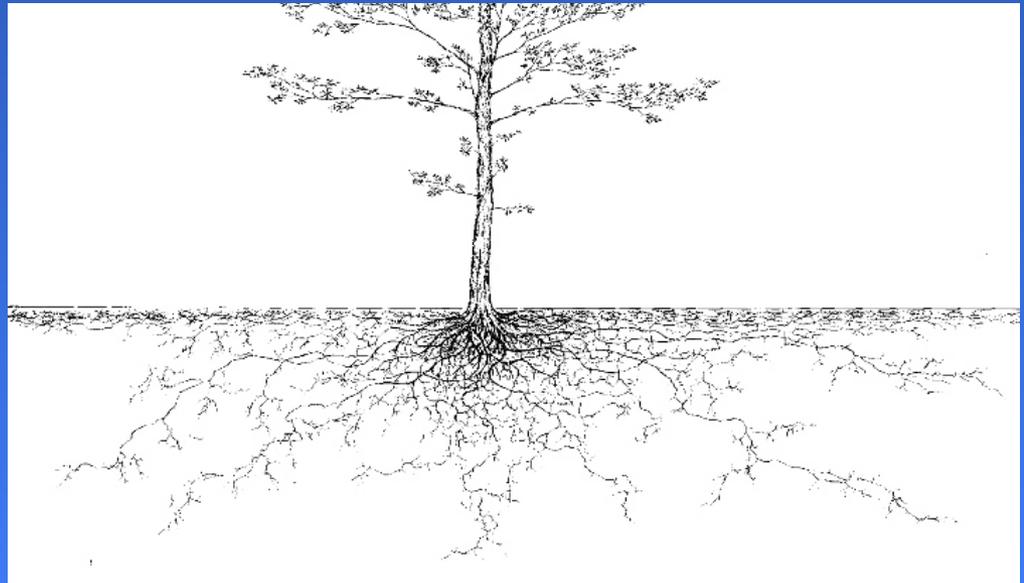


Fig. VIII.1 Componenti biotici e abiotici del terreno di un prato in base al peso secco della biomassa. Il componente edafico comprende tutto il biota del terreno, fatta eccezione per le radici delle piante superiori. Sebbene gli organismi viventi costituiscano solo una piccola parte del peso del terreno, la loro attività e il loro turnover possono essere molto elevati, e quindi la loro importanza può essere superiore a quella indicata dalla biomassa. (ripreso da Tischler, cit. Odum¹)

Le piante superiori contribuiscono significativamente alla formazione del suolo apportando sostanza organica sia in superficie (accumulo di parti epigee morte foglie, rami, tronchi) che in profondità, per mezzo dell'attività degli apparati radicali



Terreno come “sistema eterogeneo polifasico”

- **FASE SOLIDA:** costituita da particelle che sono in parte minerali ed in parte di origine organica.

- **FASE LIQUIDA:** costituita dall'acqua che circola nel terreno e che in genere deriva dalle precipitazioni atmosferiche. E' importante sia per la nutrizione delle piante che per dar vita a tutta una moltitudine di reazioni che avvengono nel terreno.

- **FASE GASSOSA:** costituita dall'aria presente tra i granelli del suolo. E' fondamentale per la respirazione delle radici e per quella dei microrganismi del terreno che per la maggior parte sono aerobi.

Tali fasi sono compenstrate l'una all'altra in modo da creare un'ambiente idoneo allo svolgimento dei diversi cicli: azoto, fosforo, carbonio. Per garantire lo svolgimento di tali cicli è necessario che il suolo non venga perturbato.

Principali caratteri e proprietà del suolo

COLORE proprietà diagnostica indicatrice di particolari stati del suolo (es. contenuto in sostanza organica, presenza di processi di ossidazione o riduzione, oscillazioni della falda idrica etc.)

STRUTTURA carattere indicativo delle modalità di aggregazione delle particelle minerali e organiche componenti il suolo (aggregati)

TESSITURA composizione granulometrica della frazione minerale del suolo, riferita alle tre principali classi dimensionali (sabbia – limo – argilla); escluso lo “scheletro”, rappresentato da elementi minerali di diametro > 2 mm

Il «profilo» e gli «orizzonti» del suolo

IL RILEVAMENTO DEI SUOLI



Figura 1.11. Suolo dell' elemento territoriale 1 - versante convesso, parte alta, su calcare cavernoso, con foresta di latifoglie sempreverdi e decidue (codice EXVASE2101A61).



Figura 1.12. Suolo dell' elemento territoriale 2 - versante lineare regolare, parte media, su calcare cavernoso, con foresta di latifoglie sclerofile (codice ELRVMSE2101A65).



Figura 1.13. Suolo dell' elemento territoriale 3 - versante lineare aggradato, parte bassa, su colluvio di versante, con foresta di latifoglie decidue(codice ELAVBCOV61).

LINEE GUIDA DEI METODI DI RILEVAMENTO E INFORMATIZZAZIONE DEI DATI PEDOLOGICI



Figura 1.14. Suolo dell' elemento territoriale 4 - terrazzo fluviale, ripiano, su alluvioni di versante, con foresta di latifoglie decidue (FITRAVA61).



Figura 1.15. Suolo dell' elemento territoriale 5 - fondovalle con substrato roccioso sub affiorante, depressione aperta, su alluvioni di versante, con foresta di latifoglie decidue (codice FABDAAVA61).

Il suolo come corpo tridimensionale

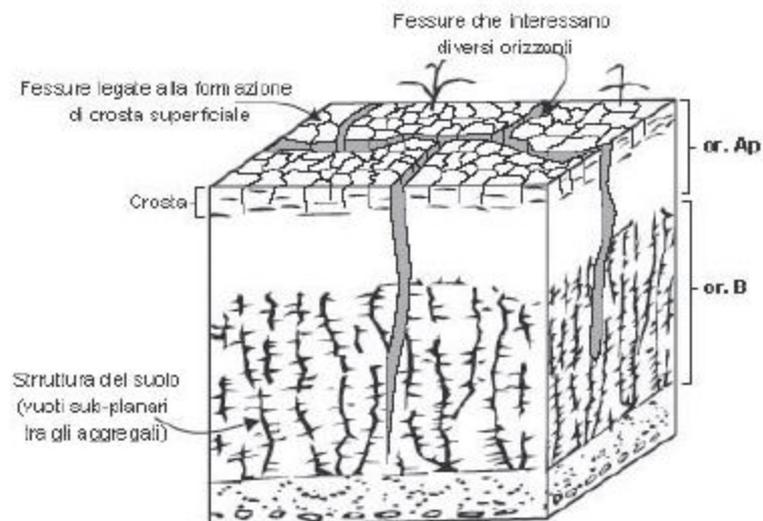


Figura 4.9. Rappresentazione tridimensionale del suolo con fessure nella parte di crosta superficiale.

- designazione dell'orizzonte
- spessore degli orizzonti
- umidità del suolo
- colore della massa
- presenza di figure di ossido-riduzione e screziature
- tessitura
- presenza di scheletro
- concentrazioni
- reazione (pH)
- reazione all'HCl diluito
- consistenza
- classificazione tentativa
- osservazione di riferimento
- tipologia di riferimento

Descrizione del suolo mediante pozzetto

Il pozzetto o minipit (fig. 4.3) consiste in uno scavo profondo 50-70 cm e largo circa 100 cm. Questa tipologia di osservazione è utile per progetti specifici che non siano interessati alla conoscenza degli strati profondi del suolo, oppure per indagare ambiti ove non sia possibile effettuare scavi con mezzi meccanici (accesso difficoltoso, ambiti tutelati ecc.). Partendo dal fondo dello scavo altre informazioni possono essere acquisite tramite trivella manuale. Per la scelta del sito del pozzetto valgono le stesse considerazioni fatte per il profilo.

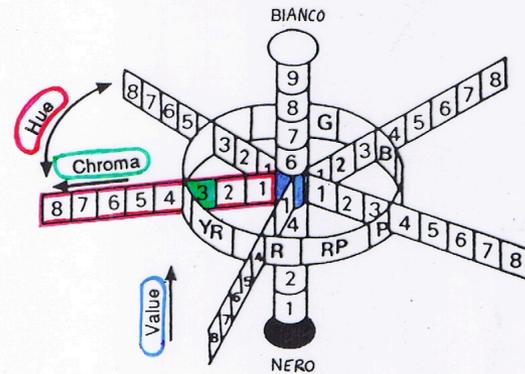


Figura 4.3. Pozzetto o minipit.

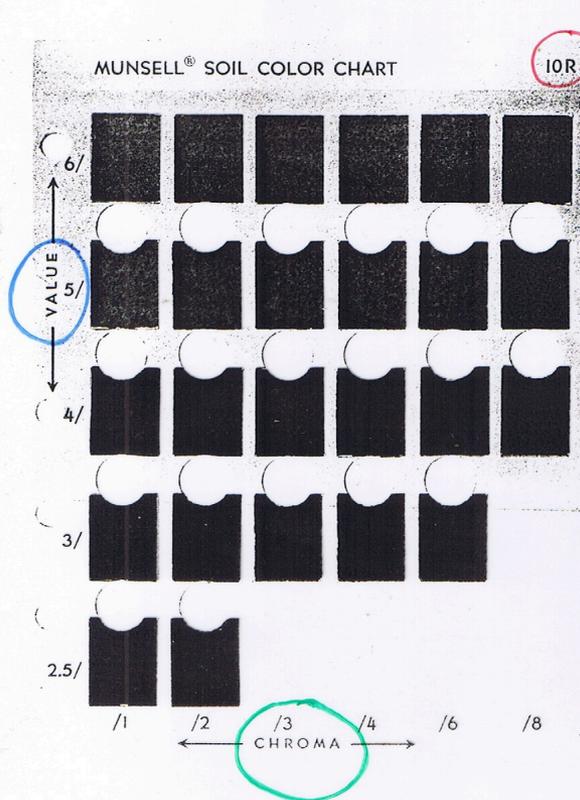


Determinazione del colore degli orizzonti del suolo

Si effettua mediante la comparazione a vista di tavole colorimetriche standard di uso internazionale (Tavole Munsell)



HUE = COLORE DOMINANTE
VALUE = LUMINOSITA' RELATIVA
CHROMA = INTENSITA' DEL COLORE



HUE R = RED

Tavole Munsell: “pagina” dei suoli con colore dominante giallo (“Y” = yellow)

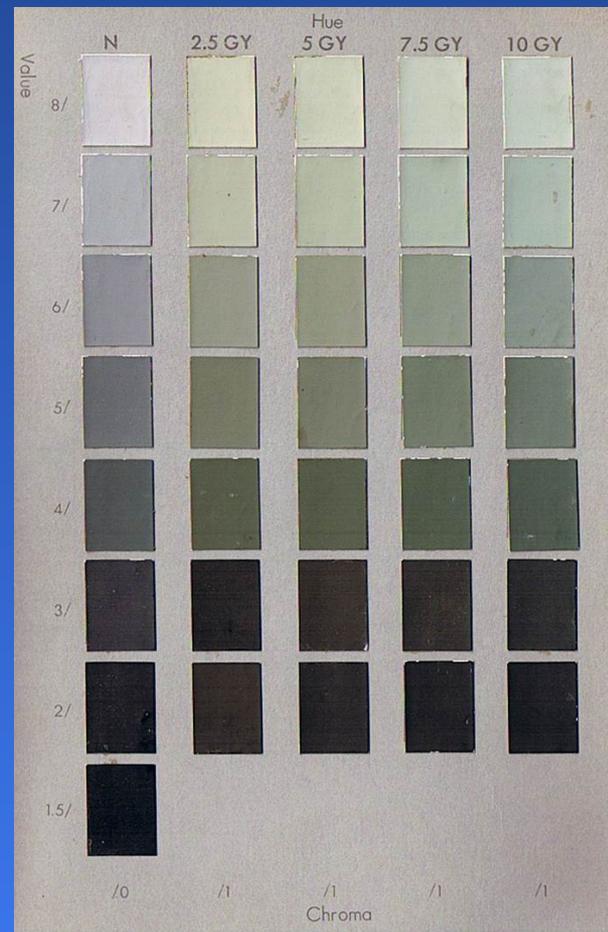
Value	N	2.5 GY	Hue 5 GY	7.5 GY	10 GY
	8/	grayish white 灰白 8/	light gray 灰白 8/1	light gray 灰白 8/1	light greenish gray 明緑灰 8/1
7/		light olive gray 明オリーブ灰 7/1	light olive gray 明オリーブ灰 7/1	7/1	7/1
6/	gray 灰 6/	olive gray オリーブ灰 6/1	olive gray オリーブ灰 6/1	greenish gray 緑灰 6/1	greenish gray 緑灰 6/1
5/	5/	5/1	5/1	5/1	5/1
4/		dark olive gray 暗オリーブ灰 4/1	dark olive gray 暗オリーブ灰 4/1	dark greenish gray 暗緑灰 4/1	dark greenish gray 暗緑灰 4/1
3/	dark gray 暗灰 3/	3/1	3/1	3/1	3/1
2/	black 黒 2/	black 黒 2/1	olive black オリーブ黒 2/1	greenish black 緑黒 2/1	greenish black 緑黒 2/1
1.5/	* 1.5/				
	/0	/1	/1	/1	/1

Chroma

Value	Hue 5 Y					
	8/					
7/						
6/						
5/						
4/						
3/						
2/						
1.7/						
	/1	/2	/3	/4	/6	/8

Chroma

Colore degli Orizzonti



Suoli bruni lisciviati

Suoli bruni

Suoli idromorfi

Per **struttura** del suolo si intende la forma, le dimensioni e il grado di sviluppo di aggregati naturali o prodotti artificiali (zolle) formati dalle stesse particelle di suolo.

Gli aggregati sono strutture **naturali**, relativamente permanenti, separate l'una dall'altra da vuoti o superfici naturali di minor resistenza (**facce** degli aggregati).

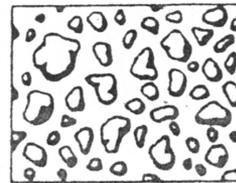
1) **Aggregati degli orizzonti A (granuli)**: hanno spesso la superficie porosa e irregolare, si originano soprattutto per l'interazione tra fauna del suolo e particelle organiche e minerali; alcuni aggregati hanno origine dagli escrementi della microfauna del suolo.

2) **Aggregati degli orizzonti profondi (poliedri, prismi)**: hanno spesso facce ben formate, talora molto lisce e brillanti. Le superfici comprese tra più aggregati spesso formano dei percorsi per la penetrazione delle radici in profondità.

Esempi di
determinazione della
struttura del suolo:

i principali tipi di
aggregati

Struttura granulare



1 mm

TIPICA DEGLI
ORIZZONTI A
(DI SUPERFICIE)

Struttura poliedrica



1 mm

ORIZZONTI B
DI ALTERAZIONE
E DI ACCUMULO
($B_w - B_t$)

Struttura prismatica



10 cm

ORIZZONTI B
MOLTO ALTERATI
E RICCHI IN
ARGILLA DI ACCU-
MULO (B_t)

Struttura lamellare



10 cm

ORIZZONTI
SCHIACCIATI
O CALPESTATI
(A o PARTI SUPERF.
DEGLI ORIZZ. B)

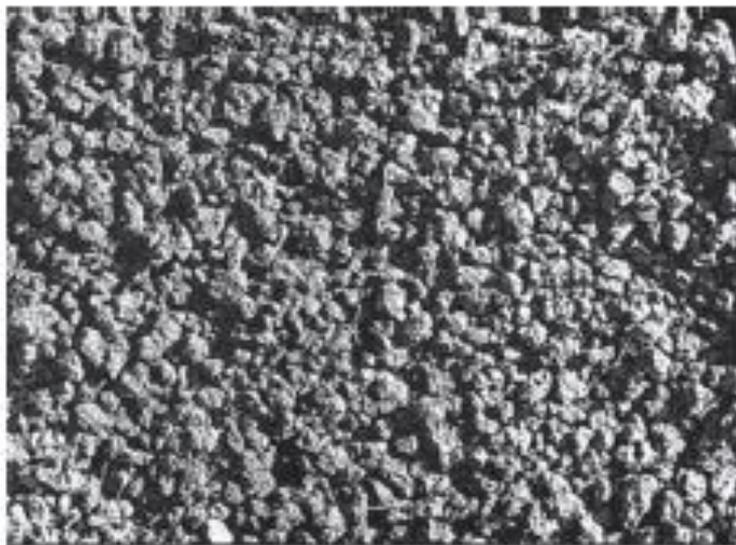


Figura 4.16. Esempi di alcuni tipi di struttura. Da sinistra in alto a destra in basso: struttura granulare, poliedrica, prismatica e colonnare.

4.4.13 Vuoti

La descrizione dei vuoti prende in considerazione i macropori e le fessure.

Pori

La porosità valutabile in campagna è ristretta alla macroporosità (pori di dimensione maggiori di $60\mu\text{m}$). L'osservazione è limitata a quello che può essere osservato con una lente da 10-20 ingrandimenti. Può essere indicata una casistica principale ed una secondaria.

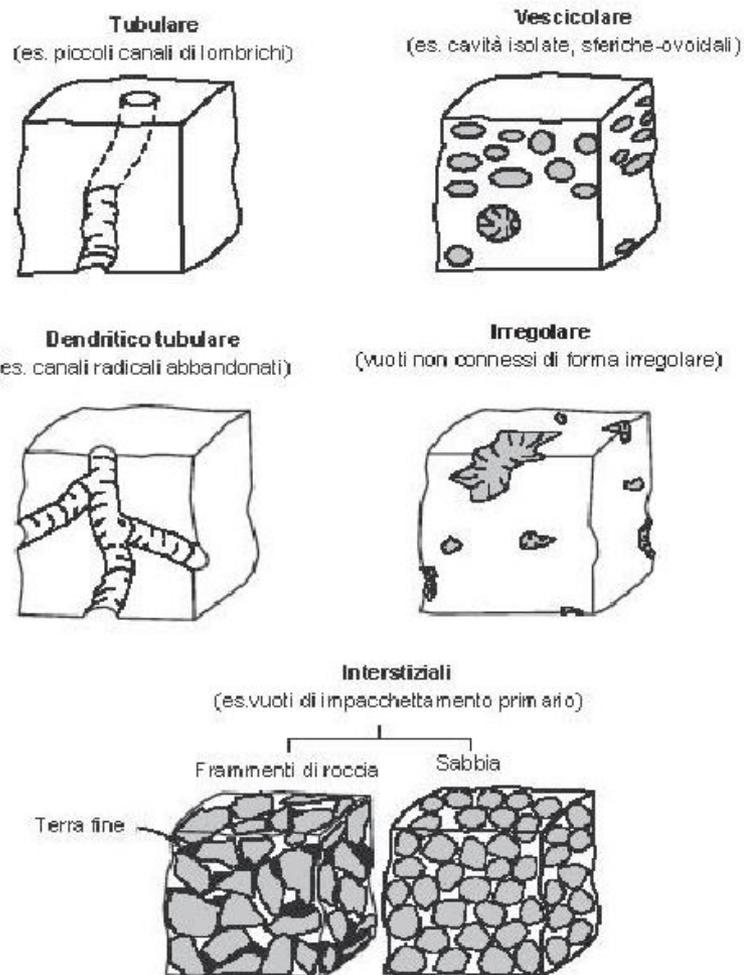


Figura 4.22. Rappresentazioni dei tipi di vuoti nel suolo (Shoeneberger et al. , 2002, modificata).

Proprietà chimico – fisiche del suolo

pH

CaCO₃ carbonati totali

C organico

Sostanza organica

N totale

Rapporto C/N

P assimilabile

C.S.C. capacità di scambio cationico

Tessitura (composizione granulometrica)

pH: Concentrazione degli ioni idrogeno H^+ nel terreno. In genere il pH del terreno varia da 3 a 10 ed in base a questi valori si distinguono diversi tipi di terreno. Il pH è molto importante perché regola la solubilità dei diversi sali nel terreno. Il Ca, ad esempio, è disponibile solo a pH alcalini mentre Mn, Zn, Al, Fe sono maggiormente disponibili a pH bassi. In genere viene considerato ideale un terreno che ha $pH = 6-7$, in quanto in questo intervallo elementi tossici quali Mn e Al non sono in forma assimilabile per le piante.

Classificazione dei suoli in base alla «reazione» (pH)

Denominazione	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	> 8,9

Esempi di relazioni tra pH del suolo e vegetazione

Piante acidofile:

Calluna vulgaris
Cytisus scoparius
Vaccinium myrtillus
Castanea sativa
Erica scoparia
Betula verrucosa

Piante neutrofile:

Juglans regia
Ulmus campestris
Fraxinus ornus
Cornus sanguinea
Thymus serpyllum
Acer pseudoplatanus

Piante basifile:

Erica multiflora
Ostrya carpinifolia
Juniperus oxycedrus
Calicotome villosa
Paliurus spina christi
Sorbus aria

Analisi fisiche dei suoli

Stazione	Orizzonte pedologico	Profondità (cm)	Sabbia grossa %	Sabbia media %	Sabbia fine %	Sabbia totale %	Limo %	Argilla %	Classi tessiturali USDA
1	A1	0 - 4	0,80	4,16	61,56	66,52	18,78	14,70	franco sabbioso
	A2	4 - 30	1,60	4,80	64,80	71,20	18,80	10,0	franco sabbioso
	AB	30 - 60	0,80	3,60	66,80	71,20	16,40	12,4	franco sabbioso
	Bt1	60 - 87	0,80	3,00	59,44	63,24	17,76	19,0	franco sabbioso argilloso
	Bt2	87 - 115	0,72	2,64	58,28	61,64	17,96	20,4	franco sabbioso argilloso
	2Ck	115 - 140	0,52	1,40	21,36	23,28	34,12	42,6	argilloso
	3C	140 - 175+	5,60	1,80	65,24	72,64	14,76	12,6	franco sabbioso
2	A1	0 - 4	5,32	23,00	37,56	65,88	19,42	14,7	franco sabbioso
	A2	4 - 30	5,52	24,72	38,48	68,72	17,28	14,0	franco sabbioso
	AB	30 - 65	4,24	22,84	32,84	59,92	16,08	24,0	franco sabbioso argilloso
	Bt	65 - 98	3,08	18,16	32,64	53,88	15,12	31,0	franco sabbioso argilloso
	BC	98 - 130+	2,52	20,00	36,32	58,84	15,16	26,0	franco sabbioso argilloso
3	A1	0 - 5	0,52	9,96	62,40	72,88	14,82	12,3	franco sabbioso
	A2	5 - 20	0,80	9,12	66,28	76,20	16,20	7,6	sabbia franca fine
	C	20 - 40	0,60	7,84	66,28	74,72	11,68	13,6	sabbia franca fine
	2C	40 - 70	0,44	7,88	58,24	66,56	9,84	23,6	franco sabbioso argilloso
	3C	70 - 130+	0,44	17,00	73,84	91,28	3,12	5,6	sabbia franca fine

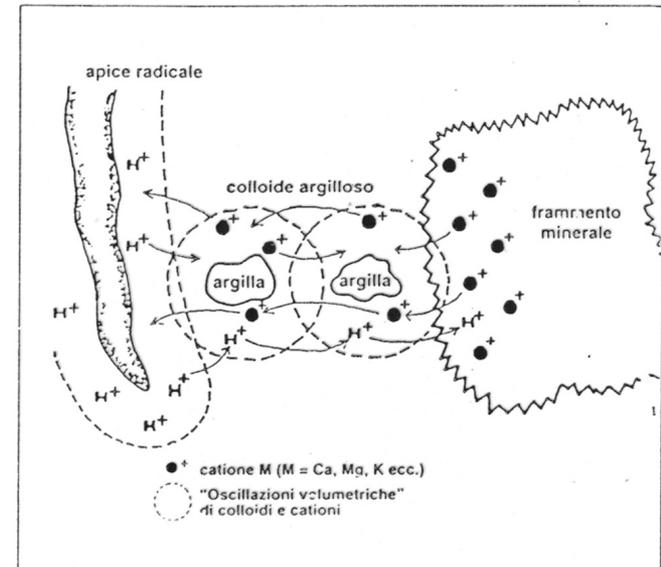
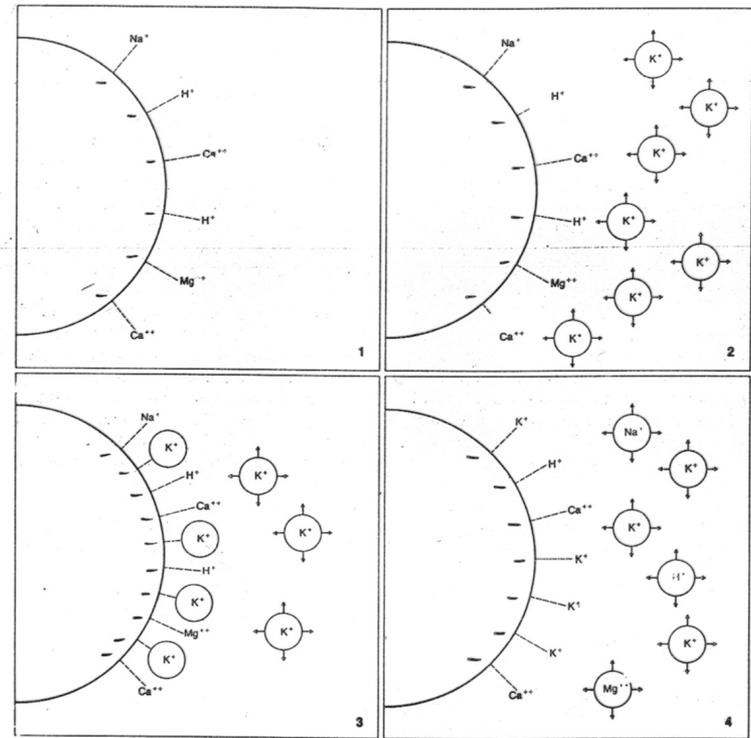
Analisi chimico – fisiche dei suoli

Prof.	Orizz.	pH	CaC O ₃	C org.	Sost. Org.	N tot.	C/N	P ass.	C.S.C.	Sat. Basi	Sabbi a	Limo	Argilla
		(H ₂ O)	%	%	%	%		ppm	m.eq/ 100g	%	%	%	%
1	A1	5,0	0,0	2,95	5,10	0,22	13,9	3,2	24,17	16,0	26,1	50,9	23,0
	A2	4,8	0,0	2,89	4,99	0,22	13,0	0,0	19,84	16,5	23,5	54,5	22,0
	BwA1	4,8	0,0	1,08	1,89	0,10	10,7	0,0	14,89	18,0	23,1	54,9	22,0
	BwA2	4,8	0,0	0,72	1,26	0,08	9,0	3,8	14,11	24,8	25,0	49,0	26,0
2	Ah	6,3	0,0	4,76	8,24	0,32	14,9	15,8	18,35	35,3	37,8	44,9	17,3
	E	5,3	0,0	1,50	2,61	0,14	10,6	0,0	15,47	31,1	56,1	37,8	6,0
	Bw	6,1	0,0	0,83	1,42	0,08	10,4	0,4	21,30	62,1	31,1	58,8	10,0

La nutrizione minerale delle piante mediata dalle particelle colloidal organico-minerali del suolo.

Il meccanismo dello scambio ionico si basa sull'eccesso di cariche negative concentrate alla superficie delle particelle colloidal (minerali argillosi e micelle organo-minerali):

gli ioni presenti nella soluzione circolante del suolo vengono adsorbiti alla superficie dei colloidi; gli apici radicali, producendo ioni idrogeno, sono in grado di spostare i cationi "nutrienti" (Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ etc) dal complesso colloidale per assorbirli



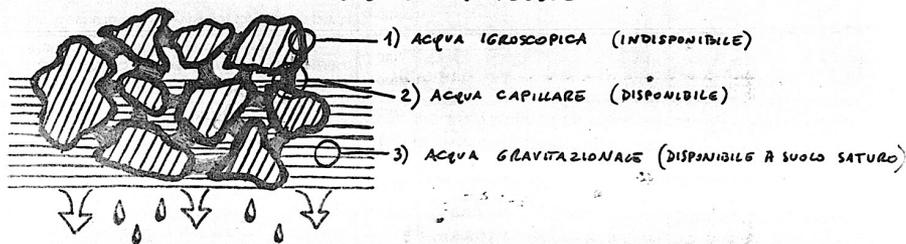
Le Proprietà idrologiche del suolo: riserva idrica utilizzabile dalle piante

FORME DI ACQUA PRESENTI NEL SUOLO :

ACQUA IGROSCOPICA FINE PELLICOLA CHE RIVESTE LE PARTICELLE DI SUOLO E LE PARETI DEI MICROPORI PIÙ FINI (CON $\phi < 0.2 \mu$); È TRATTENUTA CON MOLTA FORZA E NON È DISPONIBILE PER LE PIANTE

ACQUA CAPILLARE OCCUPA I MICROPORI CON $\phi 0.2 \div 10 \mu$; È TRATTENUTA DA FORZE DI COESIONE E COSTITUISCE LA MAGGIOR RISERVA DI ACQUA DISPONIBILE NEL SUOLO PER LE PIANTE

ACQUA GRAVITAZIONALE CIRCOLA NEI PORI GROSSOLANI (MACROPORI) CON $\phi > 10 \mu$; SOGGETTA ALLA FORZA DI GRAVITÀ PER CUI TONDE A DEFUIRE CON RAPIDITÀ ATTLAVERSO IL SUOLO. È UTILIZZABILE DALLE PIANTE PER BREVI PERIODI, DOPO DI CHE VIENE PERDUTA DAL SUOLO A CAUSA DEL SUO DEFUSSO



PRINCIPALI PARAMETRI IDROLOGICI DEL SUOLO

- CAPACITÀ DI CAMPO TENSIONE $1/3$ ATM. = 350 cm ALTEZZA COLONNA ACQUA
- PUNTO DI APPASSIMENTO TENSIONE 15 ATM. = 15.850 cm " " "
- ACQUA DISPONIBILE COMPRESA TRA $1/3 \div 15$ ATM. (di 1 cm di ϕ)
- CAPACITÀ IDRICA DI RITENUTA QUANTITÀ MASSIMA DI ACQUA CHE UN DATO SUOLO PUÒ CONTENERE A TENSIONI COMPRESSE TRA LA CAPACITÀ DI CAMPO E IL PUNTO DI APPASSIMENTO. QUESTA VARIA IN FUNZIONE DELLO SPESSORE E DELLA TESSITURA DEL SUOLO; A PARI SPESSORE

SUOLI SABBIOSI	minima capacità idrica di ritenuta
SUOLI FRANCHI	massime capacità " "
SUOLI ARGILLOSI	medio-alta capacità " "

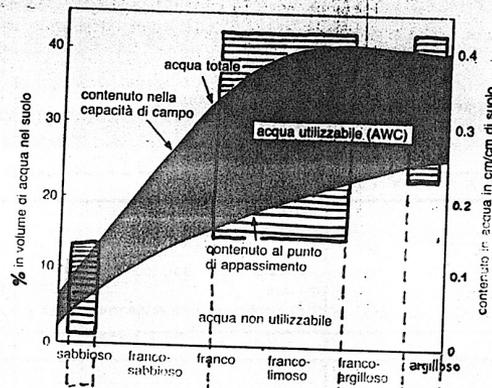
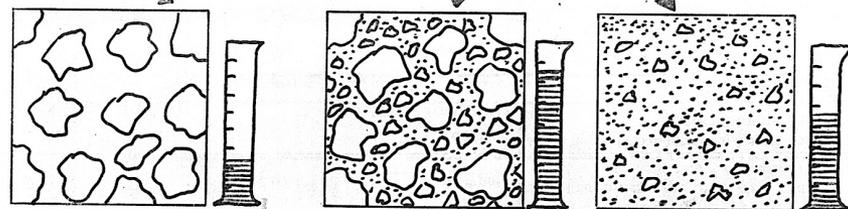


Fig. 3.7 Contenuto in acqua utilizzabile e non utilizzabile da parte delle piante, in funzione di alcuni tipi di tessitura del suolo. Il contenuto in acqua viene espresso sia come percentuale volumetrica, sia come altezza in cm per cm di suolo.



SUOLO SABBIOSO

ALTA % MACROPORI
BASSA % MICROPORI

- LA MAGGIOR PARTE DEL VOLUME DEL SUOLO È OCCUPATO DA ACQUA GRAVITAZIONALE CHE DEFUIRISCE CON RAPIDITÀ
- GRAN PARTE DEL VOLUME DEI PORI OCCUPATO PREVALENTEMENTE DA ARIA

SUOLO FRANCO

MODERATA % SIA DI MACROPORI CHE DI MICROPORI

- GRAN PARTE DEL VOLUME DEL SUOLO È OCCUPATO DA ACQUA CAPILLARE
- BUONA ACCESSIBILITÀ PER LE RADICI

SUOLO ARGILLOSO

ALTA % DI MICROPORI

- LA MAGGIOR PARTE DEL VOLUME DEL SUOLO È OCCUPATO DA ACQUA CAPILLARE, MA TRATTENUTA A TENSIONI ELEVATE DATE LE PICCOLE DIMENSIONI DEI PORI E DELLE PARTICELLE DEL SUOLO
- SCARSA DISPONIBILITÀ DELL'ACQUA PRESENTE PER LA IMPERMEABILITÀ DEL TERRENO E LA SCARSA ACCESSIBILITÀ ALLE RADICI

Riserva idrica del suolo utilizzabile dalle piante in funzione della tessitura

Tessitura del suolo	Acqua facilmente disponibile (0,05-2 bar)	Acqua disponibile (0,05-15 bar)			
	Orizzonti di profondità	Orizzonti di superficie		Orizzonti di profondità	
Argilla	0,9	1,8	(1,8)	1,5	(1,5)
Argilla sabbiosa			(1,7)		(1,5)
Argilla limosa	0,9	1,7	(1,8)	1,6	(1,5)
Franco argillo sabbiosa	1,1	1,7	(1,7)	1,7	(1,5)
Franco argillosa	0,9	2,0	(1,8)	1,5	(1,5)
Franco argillo limosa	1,0	2,0	(1,8)	1,7	(1,5)
Franco limosa	1,8	2,5	(2,2)	2,2	(2,1)
Franco limoso sabbiosa	1,1	2,1	(1,9)	1,8	(1,7)
Franco sabbiosa	1,2	1,6	(1,7)	1,5	(1,5)
Sabbiosa franca	0,9	1,4	(1,2)	1,2	(0,9)
Sabbia	0,7		(0,8)	0,9	(0,5)
Torba			(3,5)		(3,5)

Tab. A – Acqua facilmente disponibile (0,05-2 bar) e acqua disponibile (0,05-15 bar) per orizzonti di superficie e di profondità in relazione alla tessitura del suolo. Fonti: HALL *et al.* (1977) mod. e MAFF (1984). I dati di HALL *et al.* assumono per tutti i suoli un valore di densità media e la frazione sabbiosa è riferita principalmente all'intervallo medio. I dati MAFF, tra parentesi, non specificano né i valori di densità, né quelli relativi alla natura della frazione sabbiosa. I dati relativi all'"acqua facilmente disponibile" sono riferiti solo agli orizzonti di profondità. I dati sono espressi in mm di acqua per cm di profondità del suolo. (Tabella e didascalia da MCRÆE, 1991).

Suolo

Orizzonti Organici

(Humus)

Componente organica del suolo

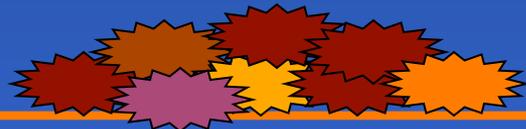
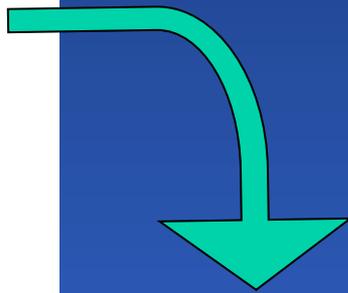
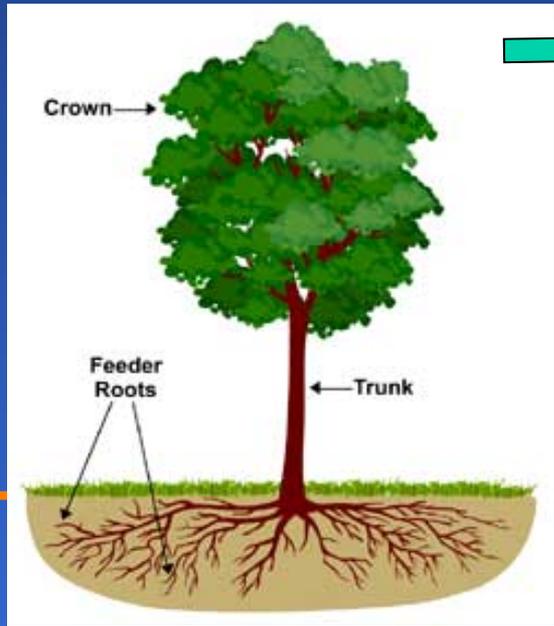
E' costituita da tutti i materiali di origine sia animale che vegetale che si trovano nel terreno a qualsiasi stadio di decomposizione.

PIANTE: }
• Secrezioni radicali
• Sostanze mucillaginose
• Radici
• Foglie

ANIMALI: }
• Escrementi
• Spoglie

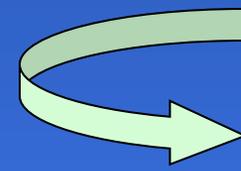
MICRORGANISMI: }
• Spoglie
• Prodotti del metabolismo

Sostanza organica vegetale



Residui organici

humificazione



NH₃
CO₂

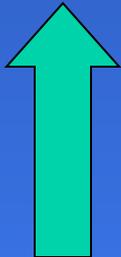
HUMUS

mineralizzazione



SALI MINERALI

assorbimento



In base all' apporto di sostanza organica vegetale possiamo distinguere due tipi di Ecosistema

Ecosistema Forestale



Ecosistema di Prateria

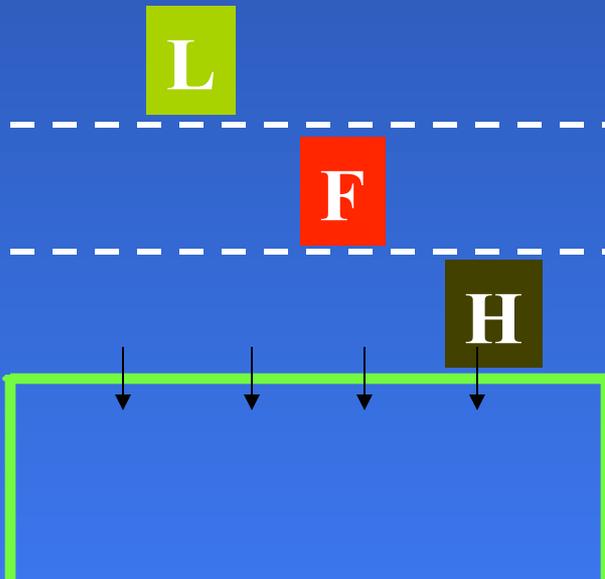
La maggior quantità di sost. org. è rappresentata dalle **foglie** (80-90%) che cadono normalmente prima della stagione sfavorevole.

La maggior quantità di sost. org. è rappresentata dalle **radici**.

Ecosistema Forestale

Le foglie che si accumulano vanno incontro a processi di decomposizione e vengono progressivamente ricoperte da foglie fresche.

possono essere distinti **tre strati** di lettiera: (ECTORGANICI)



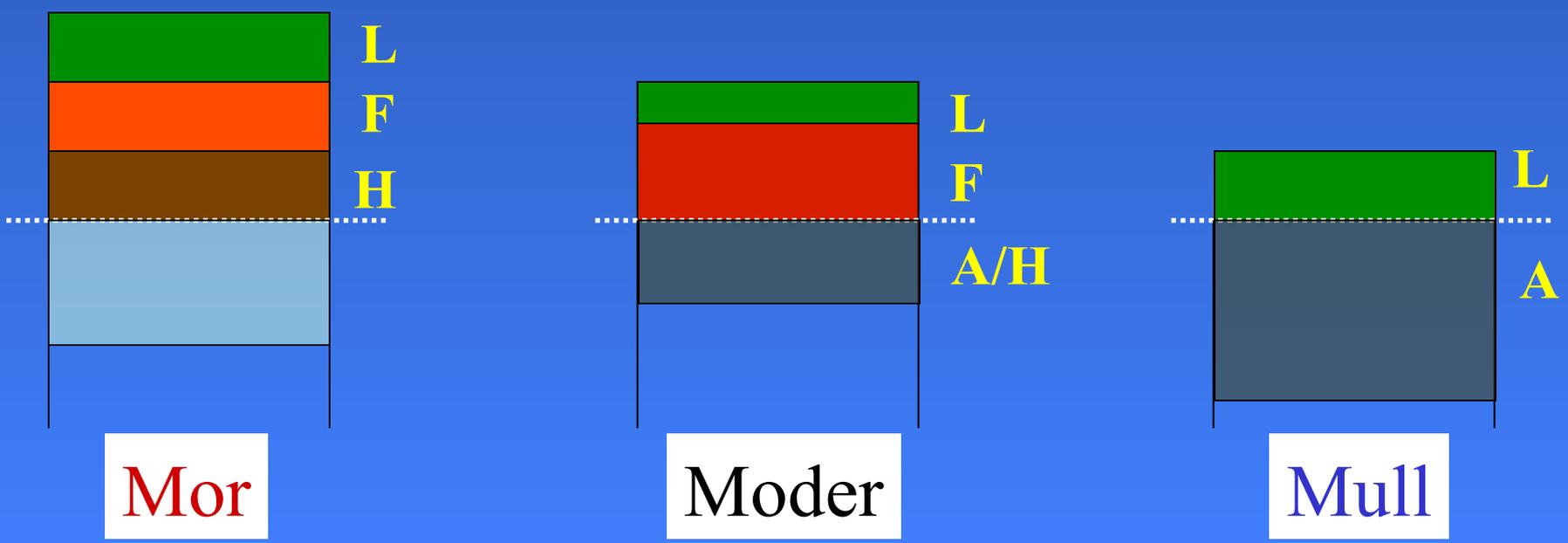
L: strato di foglie fresche non ancora alterato

F: strato di foglie frammentate in via di alterazione. In esso è spesso visibile il micelio fungino che forma una specie di rete tra i frammenti di foglie per cui lo strato F è spesso ben compatto.

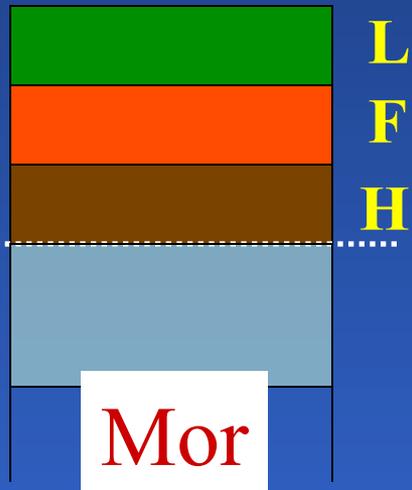
H: strato costituito da materia organica fine di colore nerastro in cui non sono più riconoscibili le strutture fogliari. A volte (piogge) lo strato H può penetrare anche all'interno del suolo per cui risulta parzialmente **endorganico**.

Gli strati **L**, **F**, **H** possono avere spessori diversi. La successione di questi tre strati è spesso chiamata “forma di humus” o “profilo di humus” (in realtà l'humus non è altro che il prodotto finale di tutte le sostanze organiche presenti nel terreno).

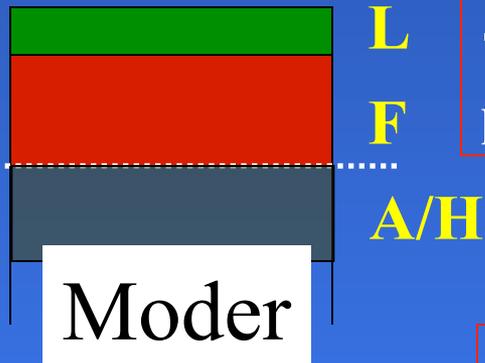
In base a ciò (in ambiente terrestre) vengono generalmente distinti **tre** principali tipi di humus:



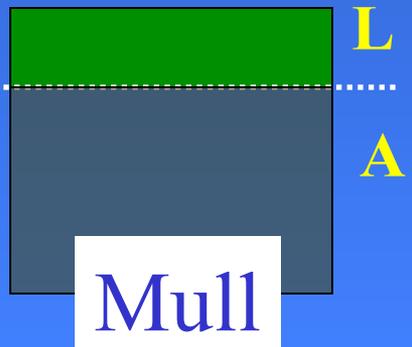
Ecosistema Forestale



Tutti gli strati ectorganici sono sviluppati, mentre nel terreno vero e proprio non v'è quasi per nulla penetrazione di sostanza organica.



Gli strati ectorganici sono ben sviluppati, specialmente "F" che ha un notevole spessore. C'è una certa penetrazione di humus nello strato A.



Caratterizzato soprattutto dallo strato endorganico per cui l'humus si trova soprattutto all'interno del suolo. La lettiera è costituita da uno strato di foglie fresche, anche poco spesse.

Da cosa dipende la formazione di un tipo di humus rispetto a un altro?



Velocità di decomposizione della foglia

Tanto più essa è lenta e le foglie permangono a lungo sul terreno, tanto più evidenti saranno gli strati ectorganici ed avremo un humus di tipo **Moder** o **Mor**. Al contrario se la foglia si decompone rapidamente avremo principalmente un humus di tipo **Mull** con una lettiera di foglie fresche ma subito una grande quantità di humus all'interno del suolo perché gli stadi che passano per L e F sono molto rapidi per cui non si vedono.

Da cosa dipende la velocità di decomposizione della foglia?

- **Tipo di foglia**
- **presenza di tannini**
- **rapporto C/N**
- **Contenuto in basi della Foglia**
- **Clima**

Tipo di foglia : Se una foglia è coriacea (**conifere**) ed ha rivestimenti di resine cere e cuticole va incontro ad una decomposizione piuttosto lenta. Al contrario una foglia tenera (**olmo, pioppo, frassino, acero...**) si decompone molto più rapidamente

Tannini (Polifenoli): Sostanze contenute nei vacuoli delle foglie. Quando la foglia muore questi polifenoli si legano alle proteine cellulari e ne rallentano la decomposizione. Quanti più tannini contiene la foglia tanto più lenta sarà la decomposizione.

Rapporto C/N: Poiché l'azoto è la principale fonte di nutrimento dei microrganismi decompositori, una foglia che abbia un rapporto C/N alto avrà una decomposizione relativamente lenta in quanto al suolo non vi saranno molti organismi decompositori.

Contenuto in basi: Anche le basi servono da nutriente per i microrganismi del terreno. Normalmente le latifoglie decidue hanno un alto contenuto in basi mentre le foglie delle conifere sono più acide e creano un ambiente poco idoneo per i decompositori.

Le foglie delle conifere sono dure, contengono resine, sono ricche in tannini, povere in basi e hanno un alto valore del rapporto C/N (circa 60-65)

Le foglie delle latifoglie decidue sono tenere, non contengono resine, sono povere in tannini, ricche in basi e hanno un basso valore del rapporto C/N (*Quercus*: 40; *Populus*, *Ulmus*: 20;)

Ne consegue che:

Da un bosco di conifere, data la lenta decomposizione della lettiera dovremmo aspettarci un humus di tipo Mor, o Moder mentre nei boschi di latifoglie la veloce decomposizione darà vita ad un humus di tipo Mull.

Vi sono tuttavia piante che possono dar vita a diversi tipi di humus a seconda delle condizioni litologiche

FAGUS SYLVATICA

roccia calcarea

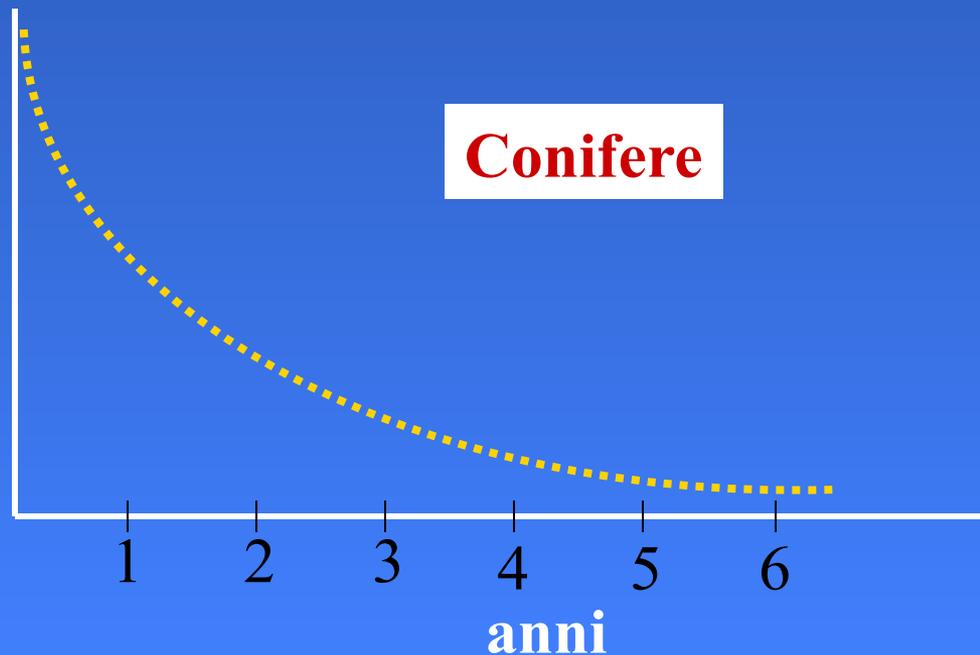
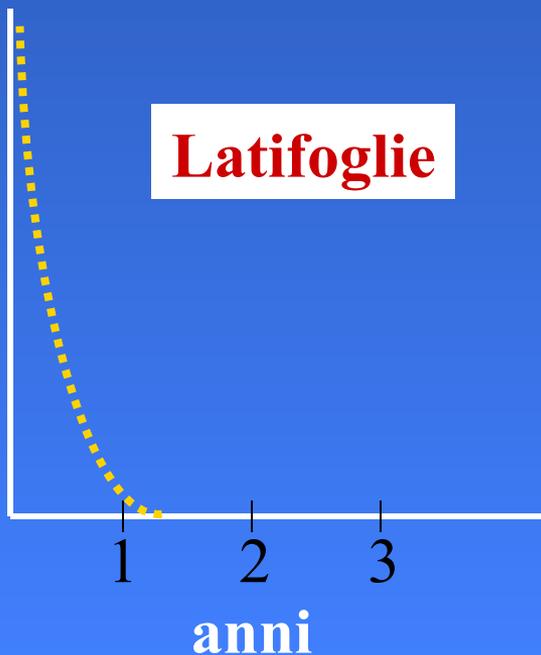
Questa roccia madre dà luogo ad un suolo ricco di argilla e di Fe. Poiché le particelle di humus sono dei colloidi elettronegativi tendono a legarsi alle particelle d'argilla anch'esse elettronegative tramite ponti di Fe^{++} . Quindi tanto più ferro e argille ci saranno nel suolo tanto più l'humus tenderà a legarsi alle particelle del suolo e si formerà humus di tipo **MULL**.

roccia granitica

Al contrario se ci troviamo su un suolo sabbioso di derivazione granitica si formerà un humus di tipo **MODER** perché i legami dell'humus con la parte minerale del suolo risulteranno molto labili e non consentiranno un grande sviluppo dello strato endorganico.

Un altro fattore molto importante nei processi di decomposizione della lettiera forestale è il **CLIMA**. In un clima freddo, infatti, tutti i processi sono rallentati mentre in un clima caldo la velocità può aumentare anche di 8-10 volte. Nel clima **TROPICALE**, le foglie persistono al suolo per un tempo non superiore alle 2-3 settimane, mentre le stesse foglie in un clima **TEMPERATO** impiegano circa 8-9 mesi per essere trasformate in humus.

Perdita di peso della lettiera in funzione del tempo



La quantità di sostanza organica che si accumula **SUL** terreno sarà progressivamente più grande passando dalla Foresta equatoriale alla Tundra.

- TUNDRA: > 800 q.li / ha
- TAIGA: 300-450 q.li /ha
- MACCHIA: 50-90 q.li/ha
- STEPPA: 40-50 q.li/ha
- FORESTA EQ.: 10-20 q.li/ha
- DESERTO: < 1 q.li/ha

Questo nonostante nella tundra la vegetazione sia alquanto misera, come quantità, rispetto a quella della foresta equatoriale.

L' **HUMUS** è un composto organico con formula chimica complessa e variabile a seconda della foglia di partenza.

La sua importanza risiede nel fatto che è un prodotto abbastanza stabile della decomposizione

Nel terreno esso va incontro ad una lenta **MINERALIZZAZIONE**, che porta alla scissione delle molecole di humus in molecole via via più semplici fino alla formazione dei **sali minerali**.

Le piante infatti non si nutrono di sostanza organica ma di sali minerali, questi ultimi necessari affinché la pianta possa nutrirsi e fabbricare nuova sostanza organica

I detriti vegetali presenti nel terreno possono andare incontro ad una Mineralizzazione “**LENTA**” oppure “**RAPIDA**”

Nella mineralizzazione rapida vengono liberate sostanze gassose, e poi nitrati, fosfati e solfati, che, proprio a causa della rapidità del processo vengono facilmente asportati dal terreno; la pianta quindi ne beneficia solo parzialmente



Nella mineralizzazione lenta, invece, c'è il passaggio intermedio dell'humus, il quale a sua volta va incontro a mineralizzazione liberando le stesse sostanze di prima ma molto lentamente, mettendole a disposizione della pianta man mano che essa ne ha bisogno evitandone l'asportazione

HUMUS = Riserva di sostanze minerali nutritive

Suolo

Orizzonti Minerali



O orizzonti organici, costituiti prevalentemente da sostanza organica accumulata in ambiente subaereo come foglie, aghi, rametti etc., indecomposta o parzialmente decomposta, mai saturi d'acqua per periodi prolungati. La frazione minerale rappresenta solo una piccola percentuale del volume totale.

A orizzonti minerali, formati alla superficie del suolo o al di sotto di un orizzonte O, in cui la frazione minerale prevale in volume sulla sostanza organica. Sono caratterizzati da un accumulo di sostanza organica umificata, intimamente associata alla frazione minerale. L'originaria struttura della roccia madre è stata completamente o per la maggior parte obliterata.

E orizzonti minerali la cui principale caratteristica è la perdita di argilla cristallizzata, ferro, alluminio o da una combinazione di questi, per cui resta in posto solo una concentrazione residuale di particelle di sabbia e limo, costituiti da quarzo o da altri minerali resistenti all'alterazione. Generalmente è caratterizzato da colore più chiaro e tessitura più grossolana di un sottostante orizzonte B. Tipicamente tale orizzonte si forma di sotto di un orizzonte O oppure A, e al di sopra di un orizzonte B.

B orizzonti minerali che si formano al di sotto di orizzonti A, E oppure O, la cui caratteristica principale è rappresentata dall'obliterazione parziale o totale della struttura originaria della roccia madre, insieme ad una o più delle seguenti caratteristiche:

- concentrazione per illuviazione di argilla cristallizzata, ferro, alluminio, humus;
- carbonati, gesso, silice, soli o combinati tra loro;
- rimozione di carbonati;
- concentrazione residuale di sesquiossidi;
- rivestimenti di sesquiossidi sulle particelle e sugli aggregati, che rendono l'orizzonte di colore più basso in Chroma (grado di intensità del colore), più elevato in Value (luminosità relativa) o più rosso in Hue (colore dominante), secondo la notazione Munsell;
- alterazione che genera argilla cristallizzata o libera ossidi o entrambi, e che form strutture granulari, poliedriche o prismatiche se cambia il volume del suolo in seguito a variazioni di umidità;
- fragilità

C orizzonti o strati scarsamente influenzati dai processi pedogenetici, e privi delle caratteristiche degli orizzonti O, A, E, B. Generalmente costituiti da strati minerali, esclusa la roccia dura, talora formati da materiali organogeni silicei o calcarei come conchiglie, frammenti di coralli, diatomite. Il materiale costituente gli orizzonti C può essere o meno simile a quello che da cui si sono originati gli orizzonti soprastanti. La consistenza degli orizzonti C è tale che può essere penetrato dalle radici e può essere scavato con una vanga;

R materiali costituiti da roccia dura e impenetrabile dalle radici delle piante, che non può essere scavata con una vanga, ed i cui frammenti posti in acqua per 24 ore non si sciolgono.

Definizione dei principali ORIZZONTI MINERALI del suolo:

- A
- E
- B
- C
- R

Esempi di profili di suolo



Suolo lisciviato a profilo A-E-B-C con orizzonte profondo di accumulo di argilla



Suolo a profilo A-C su sedimenti calcarei (regosuolo calcareo o Rendzina)

...Di un suolo si riconoscono i caratteri diagnostici:

SPESSORE: si misura in centimetri dal limite superiore all'inferiore

COLORE: Dal colore del suolo si possono capire alcuni processi che sono avvenuti nel terreno. Gli orizzonti ricchi in humus hanno colorazioni molto scure, gli orizzonti ricchi in ossidi di ferro hanno colorazioni rossastre, mentre le colorazioni grigio-azzurre indicano un ristagno d'acqua in quanto il Fe assume una forma bivalente dovuta alle condizioni riducenti.

TESSITURA: E' la percentuale relativa di sabbia, limo e argilla.

STRUTTURA: Nel terreno le particelle di sabbia, limo e argilla non sono separate le une dalle altre ma sono legate insieme e formano degli aggregati anche a causa della presenza di sostanze cementanti quali humus, CaCO_3 , sostanze mucillaginose.

- **grumosa:** aggregati rotondi. favorita l'aereazione del terreno. caratterizza soprattutto l'orizzonte A in quanto la sostanza cementante è l'humus
- **poliedrica:** può essere angolare e subangolare. caratterizza soprattutto l'orizzonte B.
- **prismatica:** Gli aggregati sono più grandi e a forma di prismi perché il contenuto in argilla è ancor maggiore.
- **lamellare:** Gli aggregati hanno una forma a lamella e sono piatti. E' una forma tipica degli ambienti calpestati e pascolati che lascia il suolo piuttosto asfittico.

I processi di alterazione fisico-chimica della roccia sono influenzati dalle condizioni ambientali, per cui ad ogni fascia climatica (e vegetazionale) corrispondono processi pedogenetici particolari che danno luogo a tipi di suolo ben definiti

Roccia affiorante (situazione altamente instabile)

Colonizzazione di Muschi e Licheni (+ altri vegetali pionieri che danno luogo alla disgregazione meccanica e chimica della roccia)

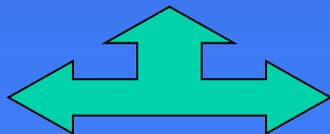
INIZIO PEDOGENESI

(formazione di un suolo iniziale nel quale si comincia a differenziare un orizzonte A in quanto muschi e licheni apportano i primi residui organici)

SUOLI con PROFILO (A)C (A viene indicato tra parentesi perché non è ancora ben definito e si differenzia dal C sottostante perché contiene una certa quantità di sostanza organica ancora non ben differenziata).

Regosuoli

(se si formano su rocce incoerenti tipo sabbia o argilla)



Litosuoli

(se si formano su roccia compatta)

Andando avanti l'evoluzione del suolo e quindi i processi di humificazione e alterazione della roccia arriviamo alla formazione di suoli con un orizzonte "A" organico-minerale molto meglio definito che fa riferimento ad un

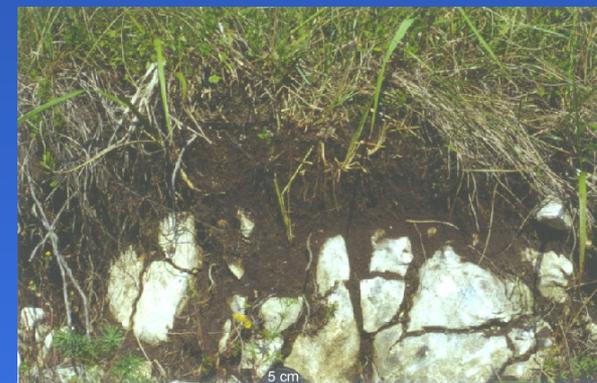
RANKER
(silice)

profilo di tipo **AC.**

RENDZINA
(calcare)



Suoli sottili e ricchi di scheletro, a scarsa ritenzione idrica che riflettono ancora le caratteristiche della roccia madre



Il ranker poggia su roccia silicea ed ha un humus di tipo Mor o Moder (acido). E' estremamente povero in basi ed è il suolo tipico delle brughiere.

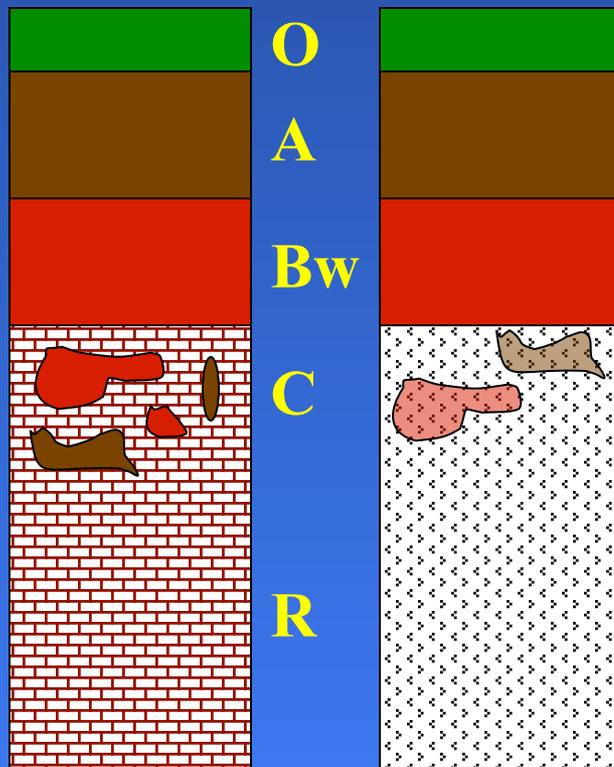
La rendzina ha alti contenuti in CaCO_3 e un pH vicino a 8. L'humus è di tipo Mull ricco di composti argillo-umici. E' il suolo tipico delle praterie xeriche.

RENDZINE



Partendo da un profilo di tipo AC, si possono avere processi evolutivi che differiscono tra loro a seconda delle condizioni climatiche

BRUNIFICAZIONE



Tra “A” e “C” si differenzia un orizzonte B che si è formato per alterazione chimica più spinta dei materiali della roccia madre per cui alcuni minerali (quelli più facilmente alterabili) non li ritroviamo più in quanto danno vita a minerali di neogenesi (ad esempio quelli argillosi).

Nell’orizzonte “A” si formano i composti argillo-humus-ossidi di ferro che conferiscono una certa stabilità all’orizzonte ed una colorazione bruno scura quasi nerastra. Nell’orizzonte “B” non si ha più l’influenza dell’humus, ma rimangono solo argille ed ossidi di ferro che danno una colorazione rossastra in quanto gli ossidi di ferro sono presenti in forma idratata (gothite: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{H}_2\text{O}$).

SUOLI BRUNI

(BROWN SOILS)



Orthic Brown Chernozemic soils

Brown Chernozemic soils are associated with *xerophytic grasses and forbs* or with *mixed grass and forb vegetation*. They are the zonal soils of the Boreal subarid climate in the prairie region.

These soils are developed mainly on weakly to moderately calcareous glacial tills, and lacustrine and fluvial deposits. Some are also found on aeolian, alluvial and colluvial materials.

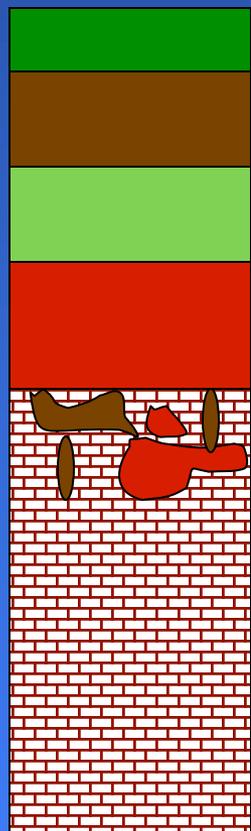
Selected properties:

1. Chernozemic Ah horizon with color value darker than 3.5 (moist) and 4.5-5.5 (dry).
2. B horizon (Bm, Btj, Bt) at least 5 cm thick that does not contain alkaline earth carbonates
3. Lack an eluvial horizon (Ahe, Ae, Aej) at least 2 cm thick.
4. Do not have Bnjtj
5. Do not have evidence of gleying

Common Horizon Sequence: Ah, Bm or Btj, Cca or Ck

LISCIVIAZIONE

E' il processo pedogenetico più avanzato rispetto alla brunificazione e conseguente ad essa. Consiste in uno spostamento delle particelle minerali più piccole cioè argilla ed ossidi di ferro dall' orizzonte superficiale a quello più profondo.



O

A

E

Bt

C

R

Le argille si accumulano in un orizzonte “Bt” detto “argillico”. Questo processo ha luogo solo dopo che tutti i Sali solubili e i carbonati sono stati asportati dal suolo. Essenziale è l'asportazione dei carbonati in quanto il Ca è in grado di legare le argille e renderle stabili per cui finchè c'è il Calcio le argille non sono in grado di migrare. Una volta asportati i carbonati l'argilla legata agli ossidi di ferro migra verso il basso nell'orizzonte Bt. Questo avviene soprattutto nelle parti inferiori dell'orizzonte A caratterizzate da una minore % di humus. Questa parte dell'orizzonte quindi tende a perdere facilmente ossidi di ferro e argille divenendo un classico orizzonte impoverito (E) a tessitura prevalentemente sabbiosa. Per avere una lisciviazione completa è necessario un clima che preveda un'alternanza di stagione secca e stagione piovosa, perché la pioggia è necessaria per i fenomeni di trasporto verticale nel profilo e quella secca per la precipitazione delle argille.

SUOLI BRUNI LISCIVIATI

(BROWN LEACHED SOILS)



Gray Brown Luvisolic soils

Are characterized by dark and granulated structure of the A horizon in addition to the presence of an **illuvial Bt horizon**. The rapid incorporation of leaf litter and the mineral matter in these soils is due to high earth worm activity and results to the formation of **mull type of Ah horizon**. These soils occur under deciduous or mixed-forest vegetation with mild and humid climate.

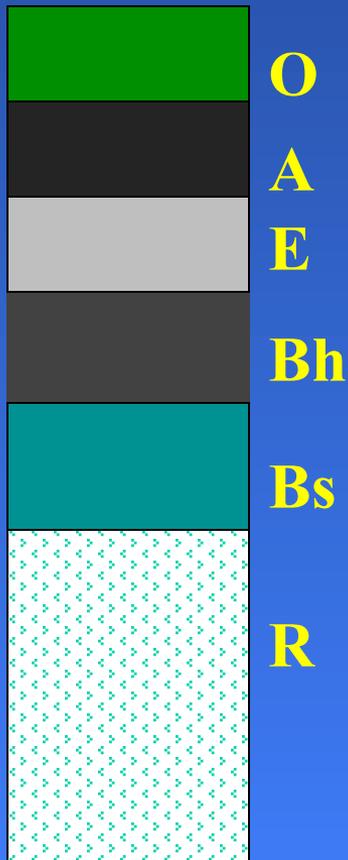
Selected properties:

1. Have either a forest-mull Ah horizon > 5 cm thick or a dark-colored (moist) Ap horizon.
2. Have an Ae horizon of which the upper 5 cm has chroma of 3 or less. The difference in the chroma between the upper and lower Ae is less than 1.
3. Have a Bt horizon and lacks a Bf horizon.
4. No evidence of distinct gleying within 50 cm and prominent gleying from 50-100 cm.

Common horizon sequence: Ah, Ae, Bt, Ck

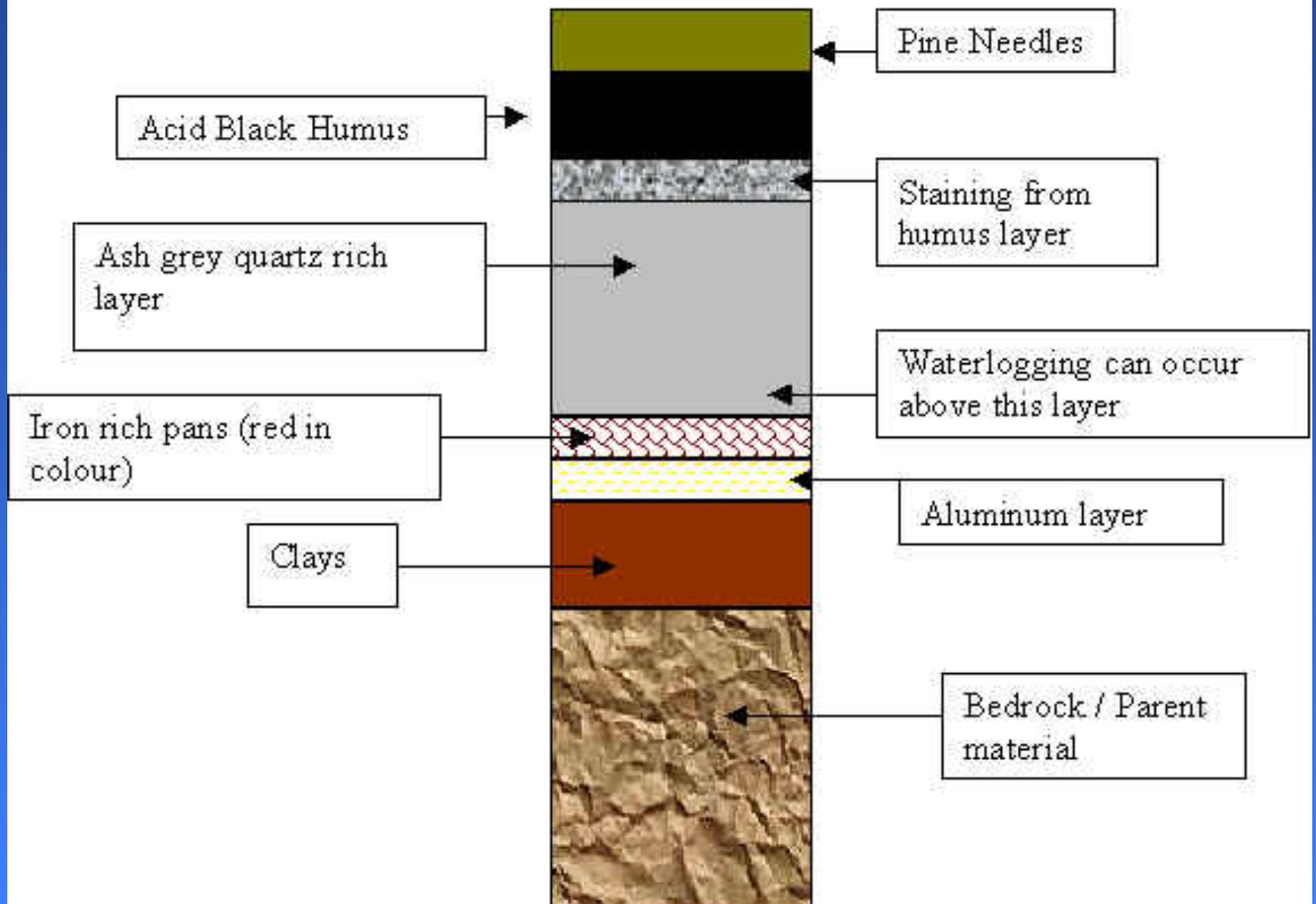
PODSOLIZZAZIONE

E' il processo che porta alla formazione del suolo detto "Podsol". Questo fenomeno si verifica nei climi freddo-umidi (principalmente nei climi boreale ed alpino) specialmente sotto una vegetazione di conifere od ericaceae.

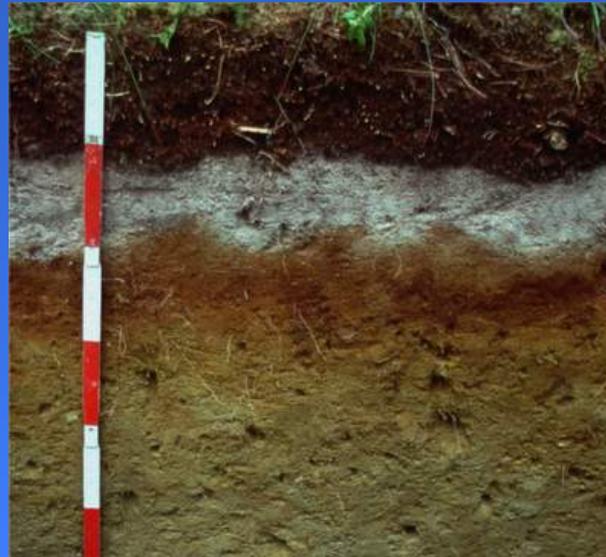
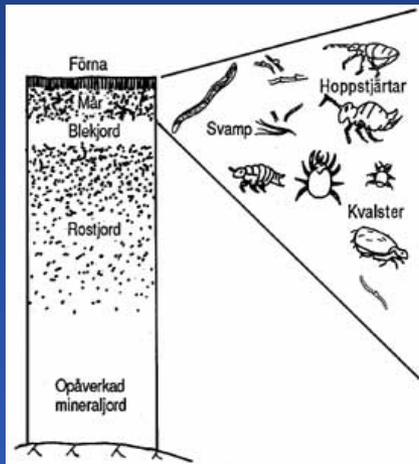
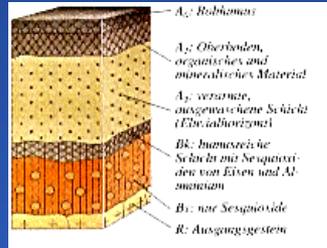


La presenza di humus di tipo "Mor" o "Moder" è fondamentale. I residui delle piante, infatti, a causa del tipo di foglia e del clima freddo rimangono accumulati sulla superficie del suolo per molto tempo determinando strati di lettiera molto spessi. La sostanza organica prodotta è molto acida per la produzione dei cosiddetti acidi fulvici che essendo particolarmente mobili e aggressivi, nella migrazione lungo il profilo tendono a distruggere il reticolo cristallino delle argille che si sono formate nel frattempo. Dalla distruzione di questi reticoli si avrà la liberazione di Silice SiO_2 e di allumina Al_2O_3 , che assieme agli ossidi di ferro tende a migrare negli orizzonti sottostanti. Tuttavia la silice in climi freddi è praticamente insolubile per cui tende a rimanere negli strati superficiali del terreno e caratterizza soprattutto l'orizzonte E impoverito, in quanto da qui sono migrati gli acidi organici, il ferro e l'alluminio. L'allumina e gli ossidi di ferro migrano dal Bh (caratterizzato soprattutto dagli acidi organici) ad un sottostante orizzonte Bs (dove si sta per sesquiossidi).

Profile of a Podsol

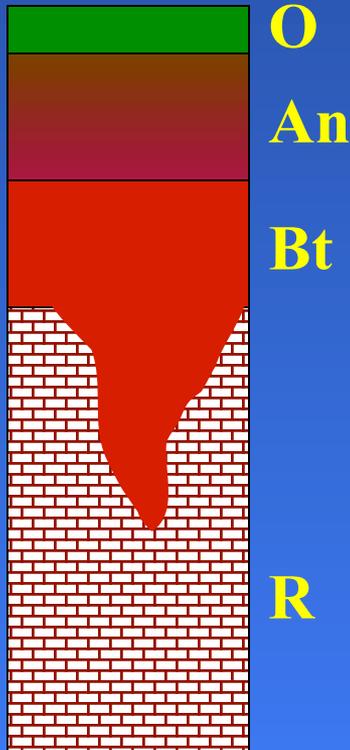


PODSOL



RUBEFAZIONE

E' un arrossamento del profilo dovuto alla presenza di ossidi di ferro disidratati; è un processo che spesso si accompagna alla lisciviazione. Le zone maggiormente soggette a questo tipo di pedogenesi sono quelle sub-tropicali caratterizzate da una stagione piovosa e da una secca molto prolungata.



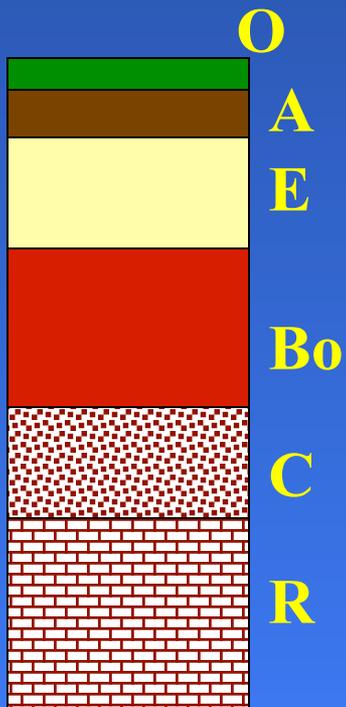
Nel periodo piovoso avvengono i processi di “Lisciviazione” cioè quelli di migrazione di argilla ed ossidi di ferro che si accumulano nell’orizzonte Bt (argillico); nel periodo secco gli ossidi di ferro si disidratano e passano da una forma idratata (gohetite) ad una disidratata (ematite) la quale ha una colorazione rosso mattone. Dato che la stagione secca è molto prolungata, gli ossidi di ferro tendono per capillarità a risalire lungo tutto il profilo e a permeare il tutto di una colorazione rossa. Questo tipo di processo è quello che caratterizza le nostre terre rosse mediterranee (le quali si formano in un ambiente calcareo molto permeante). Le Terre rosse sono suoli antichi che si sono formati in passato in relazione ad un clima più arido dell’attuale (probabilmente in epoca pleistocenica le nostre regioni sono state interessate da un clima di tipo subtropicale). L’orizzonte A di queste terre rosse è di tipo recente in quanto quello originario dovrebbe essere stato asportato nel tempo e sostituito da quello derivato dalla vegetazione attuale.

TERRE ROSSE



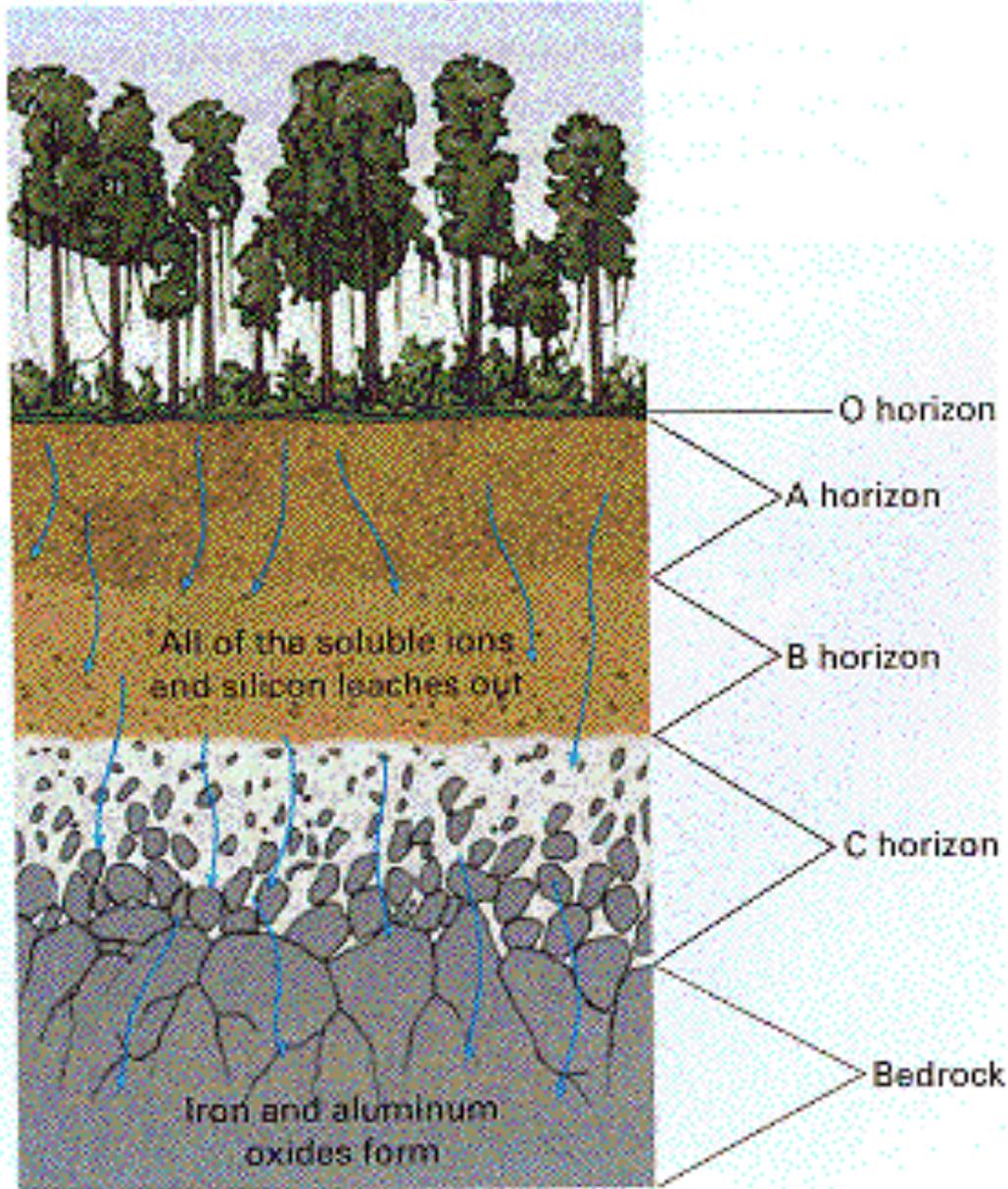
ALLITIZZAZIONE O RUBEFAZIONE

Porta alla formazione di un suolo chiamato Ferrallitico. Il processo avviene nei climi tropicali (temperature elevate e precipitazioni abbondanti durante tutto l'anno). L'elevata temperatura fa sì che i processi di alterazione, tanto della parte minerale quanto di quella organica siano molto intensi.



La decomposizione della sostanza organica porta ad un humus di tipo "Mull". Tutti i minerali vengono trasformati (tranne il quarzo) e si formano per neosintesi minerali argillosi e ossidi di ferro che migrano verso il basso grazie al clima perennemente piovoso. Con la distruzione di tutti i minerali si ha la formazione di allumina e silice. Quest'ultima, grazie alle alte temperature, risulterà molto solubile e tende ad essere asportata dal profilo. Solo gli ossidi di ferro e l'allumina migrano per lisciviazione nell'orizzonte "B" (che viene chiamato OXICO). Se una minima parte di silice si conserva allora il legame con l'allumina porta alla formazione della caolinite (il minerale argilloso più povero in silice). Il profilo prevede un orizzonte O quasi inesistente ed un "A" molto sottile (per la velocità dei processi di decomposizione). Poi c'è un orizzonte "E" impoverito ed un B di accumulo dove abbondano gli ossidi di ferro e alluminio sia in forma idrata (perché piove molto) sia in forma disidratata.

Very wet climate
(intense leaching)



C

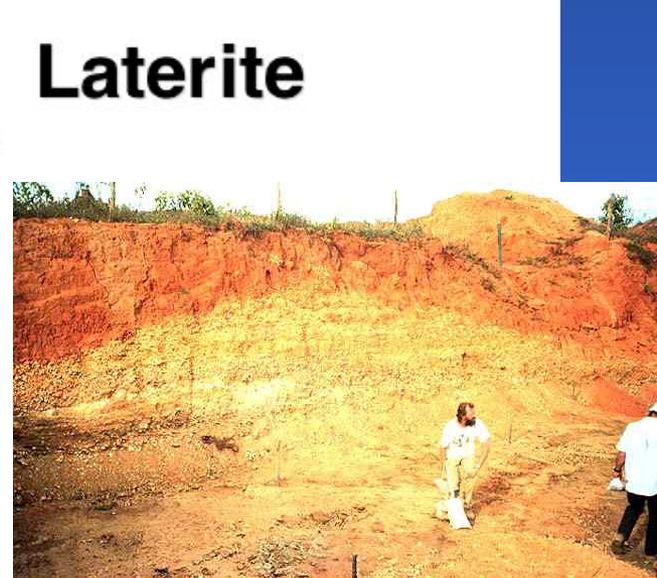
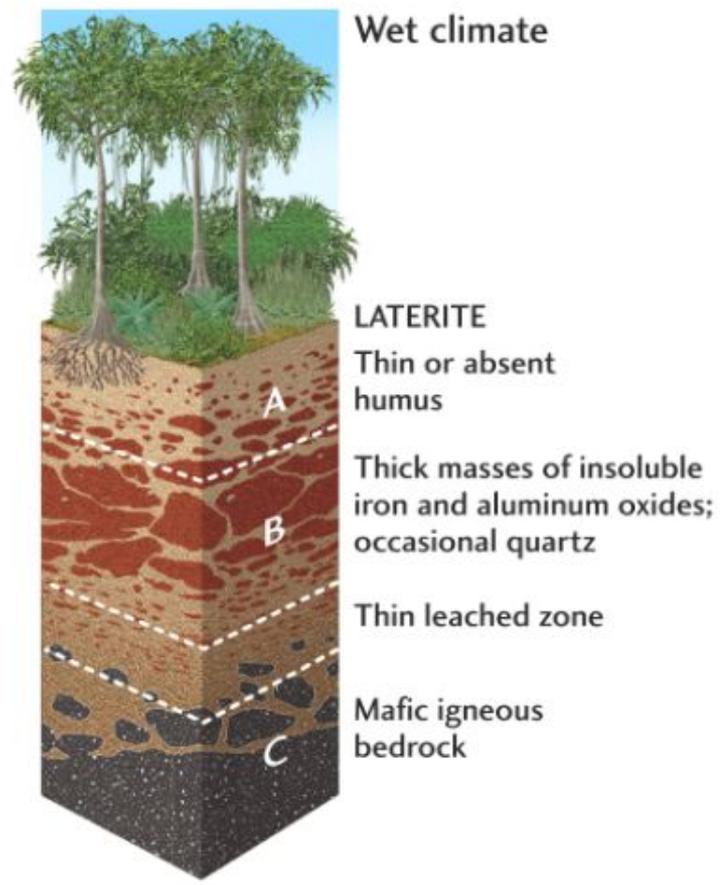
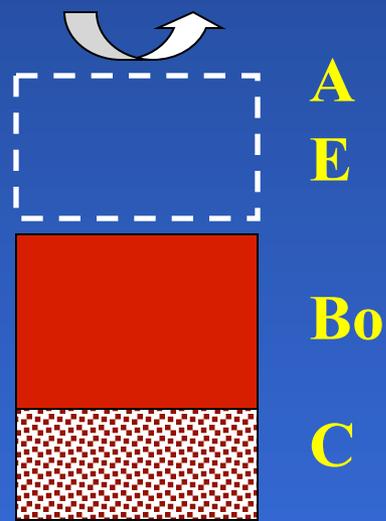
Laterite

Schema di formazione dei suoli ferrallitici in ambiente pluviale tropico-equatoriale



LATERITE

Orizzonti superficiali decapitati (asportati per erosione)



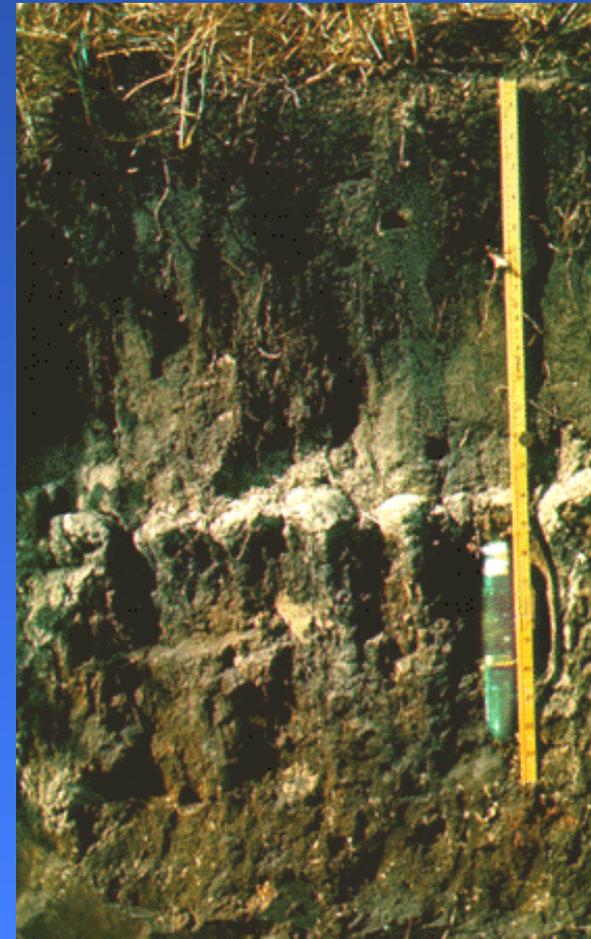
Laterite

Quando la foresta viene tagliata si ha una forte erosione per cui gli orizzonti "A" ed "E" vengono ad essere decapitati rapidamente e viene ad affiorare l'orizzonte "B". Per disidratazione gli ossidi di ferro e alluminio contenuti nell'orizz. B vengono ad indurirsi e cementarsi insieme formando la "Corazza Lateritica" o "Carapace" che è durissimo ed impenetrabile sia alle radici che ai mezzi meccanici. Per tale motivo la corazza lateritica, che rappresenta il massimo grado di alterazione, è un ambiente sterile impossibile a lavorarsi e irrimediabilmente compromesso in quanto non è possibile un'ulteriore pedogenesi.

SALINIZZAZIONE

Si verifica in ambienti caldi ed aridi (Deserti o regioni costiere con falda salata a poca profondità), dove l'Evaporazione prevale sulle precipitazioni e si determina un flusso d'acqua che procede dal basso verso l'alto. Tale movimento porta tutti i sali solubili (in particolare NaCl in superficie formando delle fluorescenze bianche. Un suolo di questo tipo viene chiamato **SOLONTCHATK**.

Questo tipo di suolo può anche formarsi nelle regioni costiere a clima temperato. In questo caso, tuttavia, le fluorescenze salate tenderebbero ad essere dilavate dalle piogge.



CHERNOZEMS

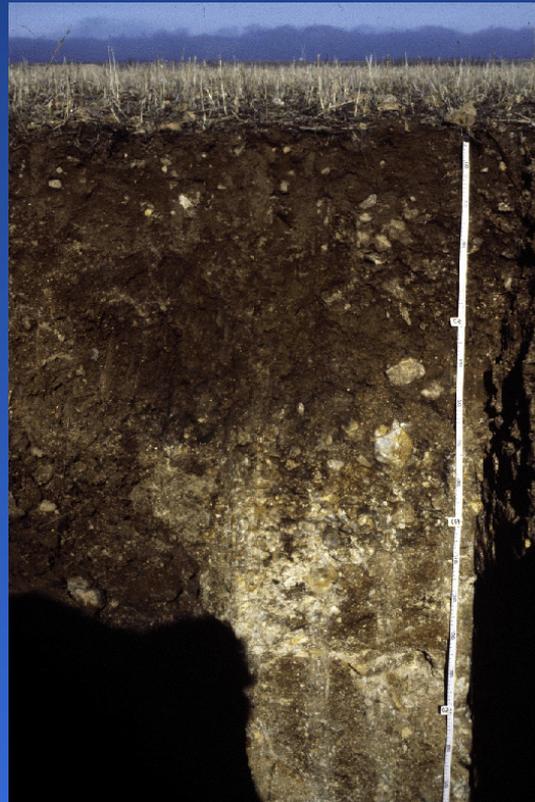
(terre nere)



Nelle regioni a clima Continentale (regione delle Steppe) con precipitazioni comprese tra 400 e 500 mm/annui e forti escursioni termiche annuali mostrano una pedogenesi particolare. In Inverno il terreno ghiaccia ed in primavera, con il disgelo si imbibisce in H_2O . In estate il terreno comincia ad asciugarsi per cui tutta l'attività biologica (e di conseguenza i fenomeni di alterazione) è concentrata in questo breve periodo. Nelle steppe, quindi, abbiamo strati di humus molto potenti coperti da vegetazione erbacea che possono arrivare ad 1 metro di profondità.

KASTANOZEMS

(terre castane)



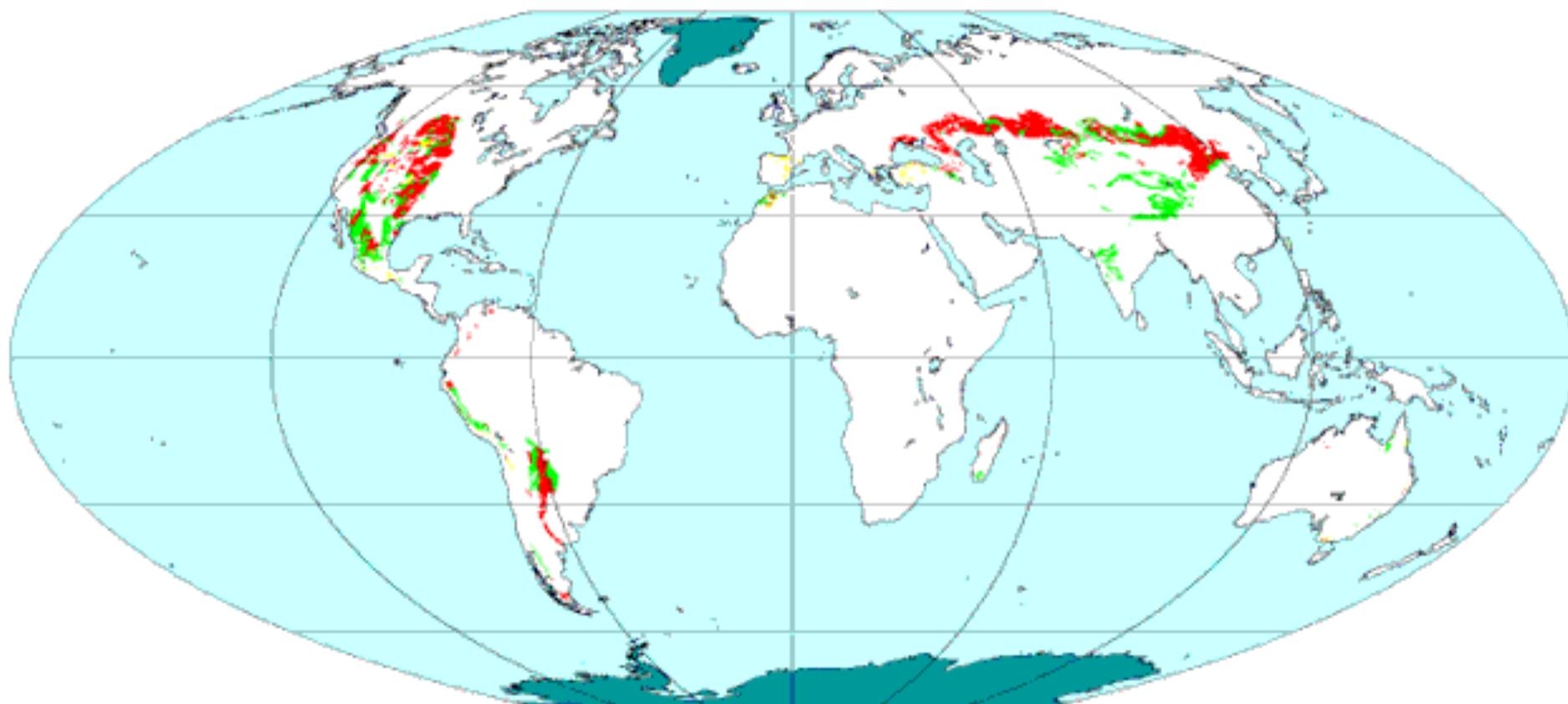
Definition

Soils with a thick, dark brown topsoil, rich in organic matter and a calcareous or gypsum-rich subsoil.

Distribution

Kastanozems occur on the southern steppes of Ukraine, southern Russia, Mongolia and the Great Plains of the USA. There are 465 million hectares of these soils worldwide. Kastanozems are associated with Chernozems, Calcisols, Gypsisols, Solonetz and Solonchaks.

Distribution of KASTANOZEMS
Based on WRB and the FAO/Unesco Soil Map of the World



 Dominant

 Associated

 Inclusions

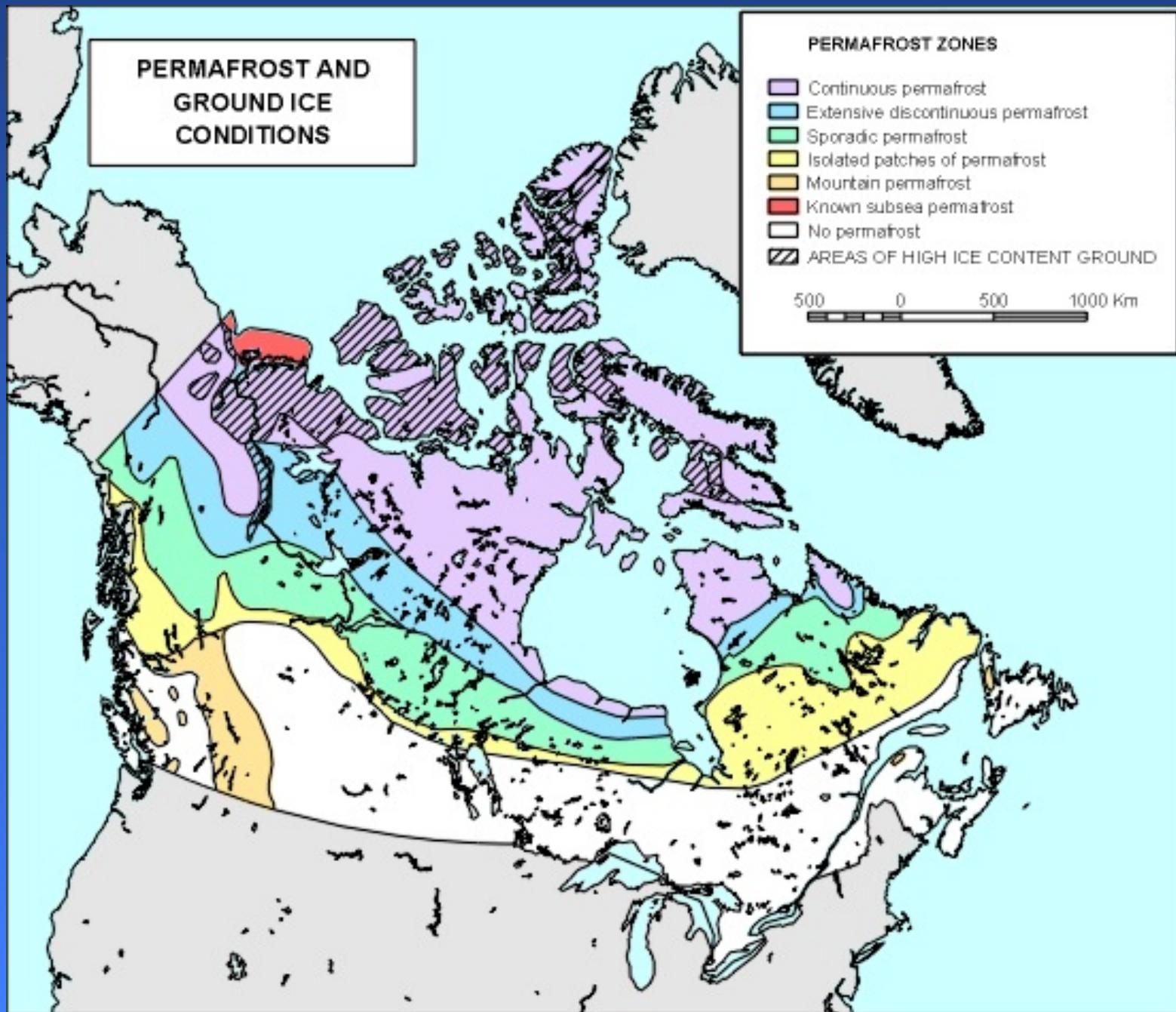
 Miscelanneous lands
(Inland waterbodies, Glaciers, No data)

PERMAFROST

Nella regione artica, caratterizzata da temperature che per molti mesi dell'anno non superano lo 0° , il suolo è per lungo tempo ghiacciato e l'alterazione chimica delle rocce è completamente assente. La roccia madre, quindi, va incontro solo ad una disgregazione di tipo fisico dovuta a fenomeni di crioclastismo dovuti all'alternanza gelo-disgelo. I pochi che riescono a colonizzare questi suoli (muschi, sfagni, licheni) producono scarse quantità di sostanza organica che tuttavia, a causa della lentissima velocità di decomposizione, si accumulano in forma indecomposta e si imbibiscono d'acqua formando la cosiddetta "torba".



PERMAFROST



La Classificazione dei Suoli

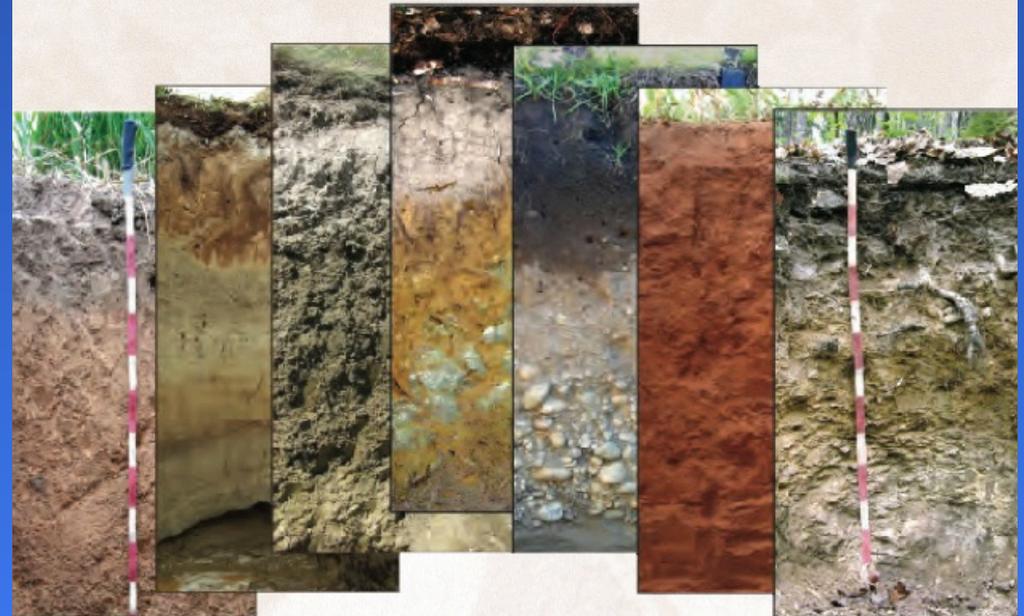
I principali sistemi tassonomici:

- **Legenda FAO – WRB**
- **Chiavi USDA**

Legenda FAO – WRB World Reference Base for soil resources

World reference base for soil resources 2006

A framework for international classification,
correlation and communication



International Union of Soil Sciences



World Soil Information



Description, distribution, use and management of reference soil groups

Acrisols

Albeluvisols

Alisols

Andosols

Anthrosols

Arenosols

Calcisols

Cambisols

Chernozems

Cryosols

Durisols

Ferralsols

Fluvisols

Gleysols

Gypsisols

Histosols

Kastanozems

Leptosols

Lixisols

Luvisols

Nitisols

Phaeozems

Planosols

Plinthosols

Podzols

Regosols

Solonchaks

Solonetz

Stagnosols

Technosols

Umbrisols

Vertisols

Soil Taxonomy
USDA
*(United States
Department of
Agriculture)*



United States
Department of Agriculture



Keys to Soil Taxonomy

Tenth Edition, 2006



The Soils That We Classify	
Differentiae for Mineral Soils and Organic Soils	
Horizons and Characteristics Diagnostic for the Higher Categories	
Identification of the Taxonomic Class of a Soil	
Alfisols	
Andisols	
Aridisols	
Entisols	
Gelisols	
Histosols	
Inceptisols	
Mollisols	
Oxisols	
Spodosols	
Ultisols	
Vertisols	
Family and Series Differentiae and Names	
Designations for Horizons and Layers	

Evoluzione dei SUOLI su calcare

Litosuoli



Rendzine



Suoli bruni calcarei



Suoli bruni calcici



Suoli lisciviati

Sia i **litosuoli** che le **rendzine** sono caratterizzate dall'abbondante presenza di scheletro calcareo. Il CaCO_3 fine rimane nel suolo per molto tempo e tende a legarsi ai composti umici dando luogo al cosiddetto "Mull calcico" dove il calcio protegge l'humus dalla mineralizzazione. L'humus a sua volta influisce sulla solubilizzazione del calcio in quanto nella sua decomposizione produce CO_2 che rende le acque più aggressive.

Una volta che il Calcio tende ad essere allontanato dagli orizzonti si ha il passaggio al **suolo bruno calcareo**, il quale tuttavia, ancora presenta una certa percentuale di calcio.

Quando l'asportazione dei carbonati diviene completa si ha un **suolo bruno calcico** dove può cominciare la migrazione delle argille, che si fa completa solo nel suolo bruno lisciviato.

Evoluzione dei SUOLI su rocce vulcaniche

Litosuoli



Ranker



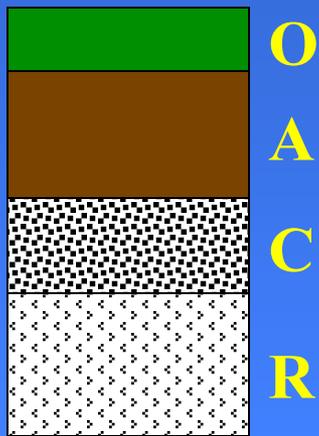
Andisuoli



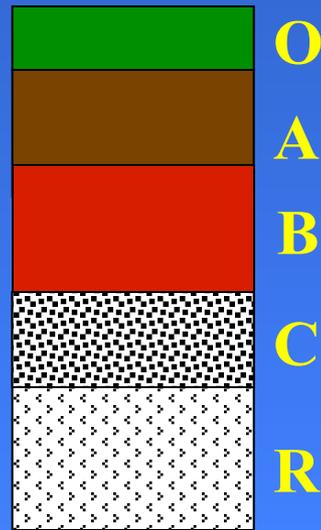
Suoli bruni



Suoli lisciviati



La pedogenesi su rocce vulcaniche dipende soprattutto dalla durezza della roccia e dalla disponibilità in vetro. Se la roccia ha vetro disponibile ed è abbastanza tenera darà luogo ai cosiddetti ANDISUOLI, caratterizzati dalla presenza di un composto colloidale amorfo detto “allofane” dovuto all’unione tra silice e allumina (la parte ovviamente che non si è solubilizzata). In clima permanentemente umido l’allofane cristallizza molto lentamente. Esso tende inoltre a legare la sostanza organica a formare complessi detti “allofano-humus”. L’allofane conferisce ai suoli anche un’alta capacità di ritenzione idrica perché tende a legare a sé anche le molecole di acqua.



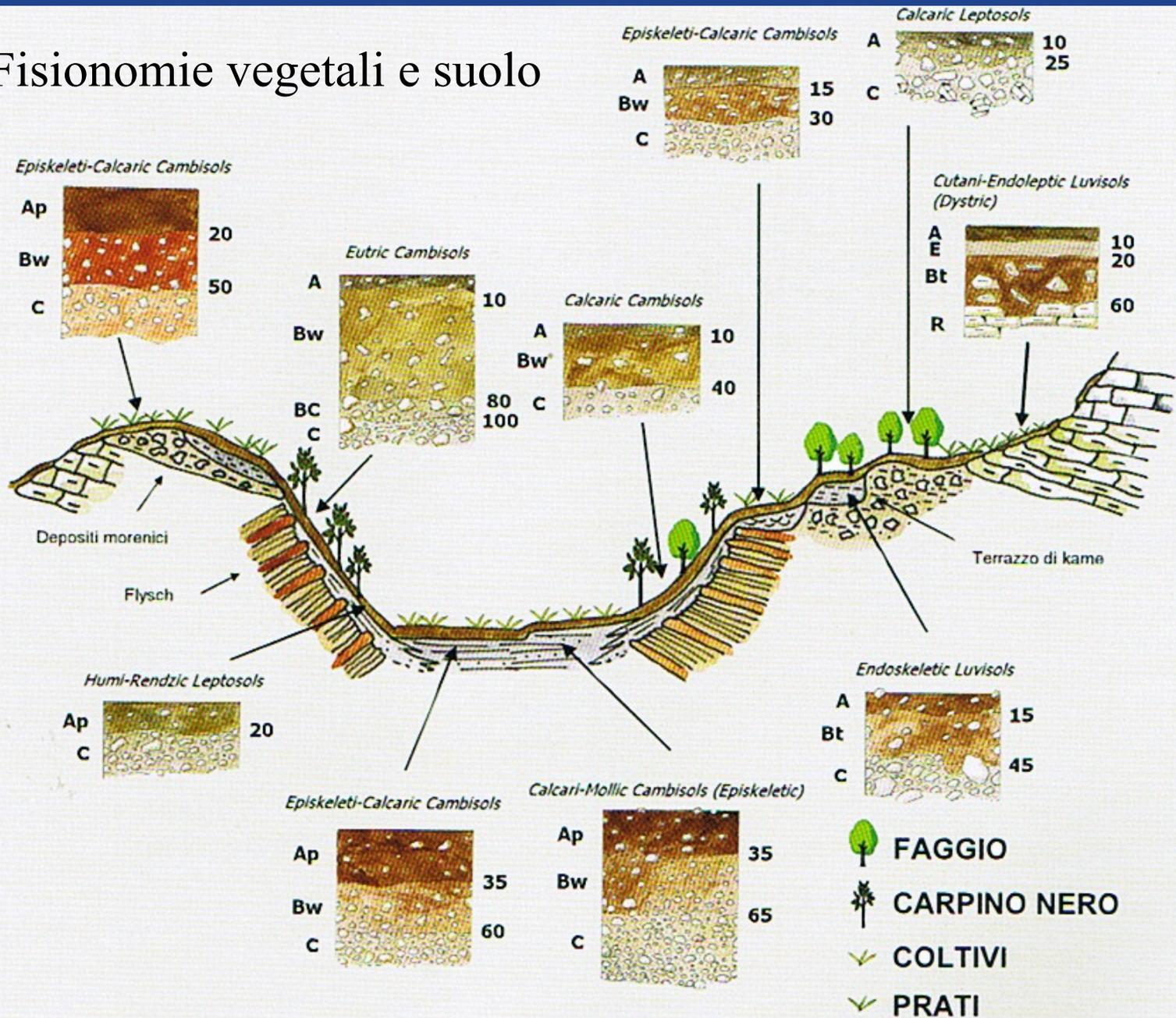
Su rocce compatte l’evoluzione pedologica è molto lenta per cui si ha il tempo di passare direttamente ai minerali argillosi senza la formazione di un composto intermedio quale l’allofane.

Alterazione rapida → Allofane
Alterazione lenta → Argille

I rapporti tra suolo e vegetazione

Alcuni esempi:

Fisionomie vegetali e suolo



Evoluzione del suolo su diversi substrati

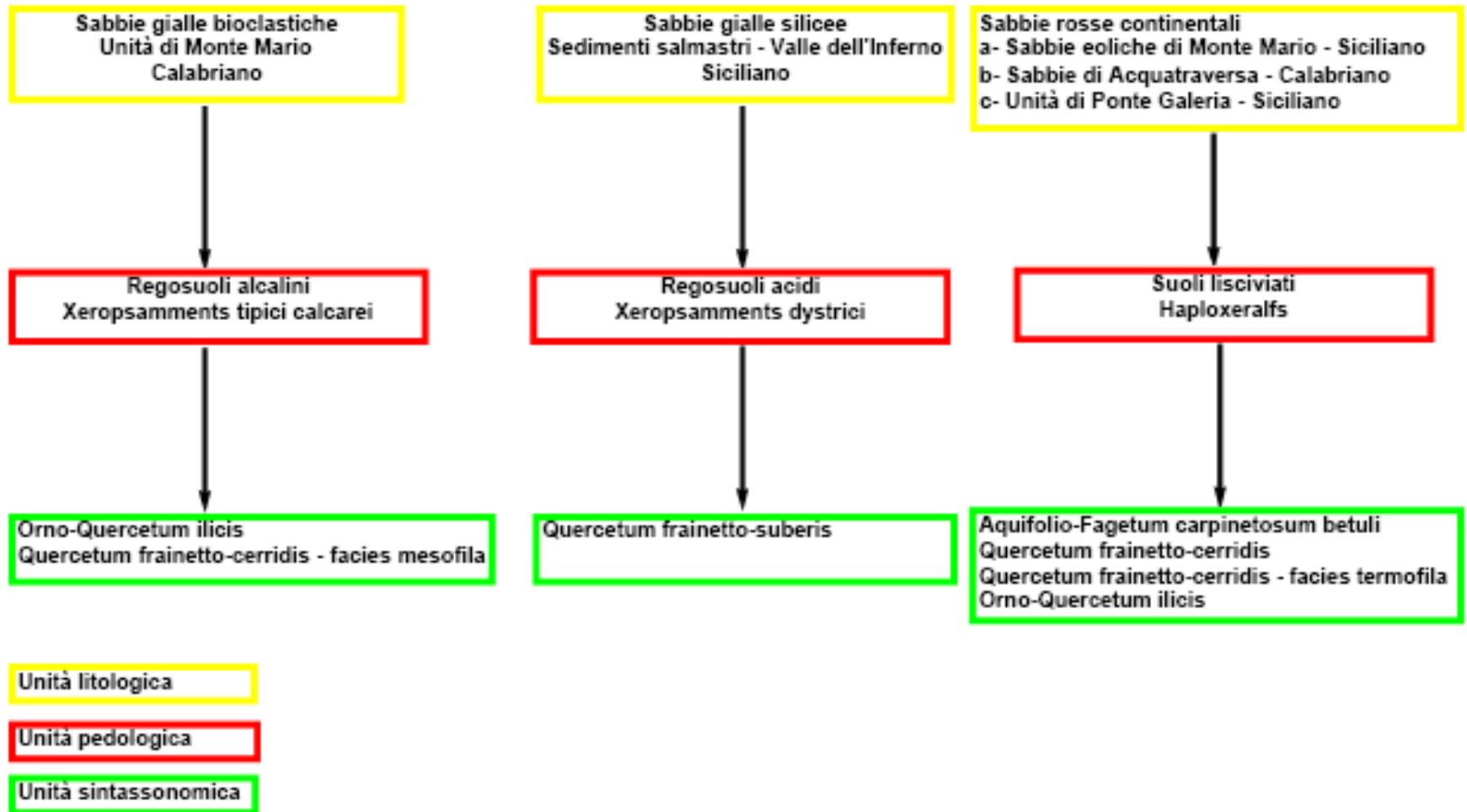


Figura 3. Schema delle relazioni tra Unità litologiche, Unità pedologiche e Unità sintassonomiche.

Morfologia degli apparati radicali in
alcune tra le più comuni specie arboree ed
arbustive

Carpino bianco

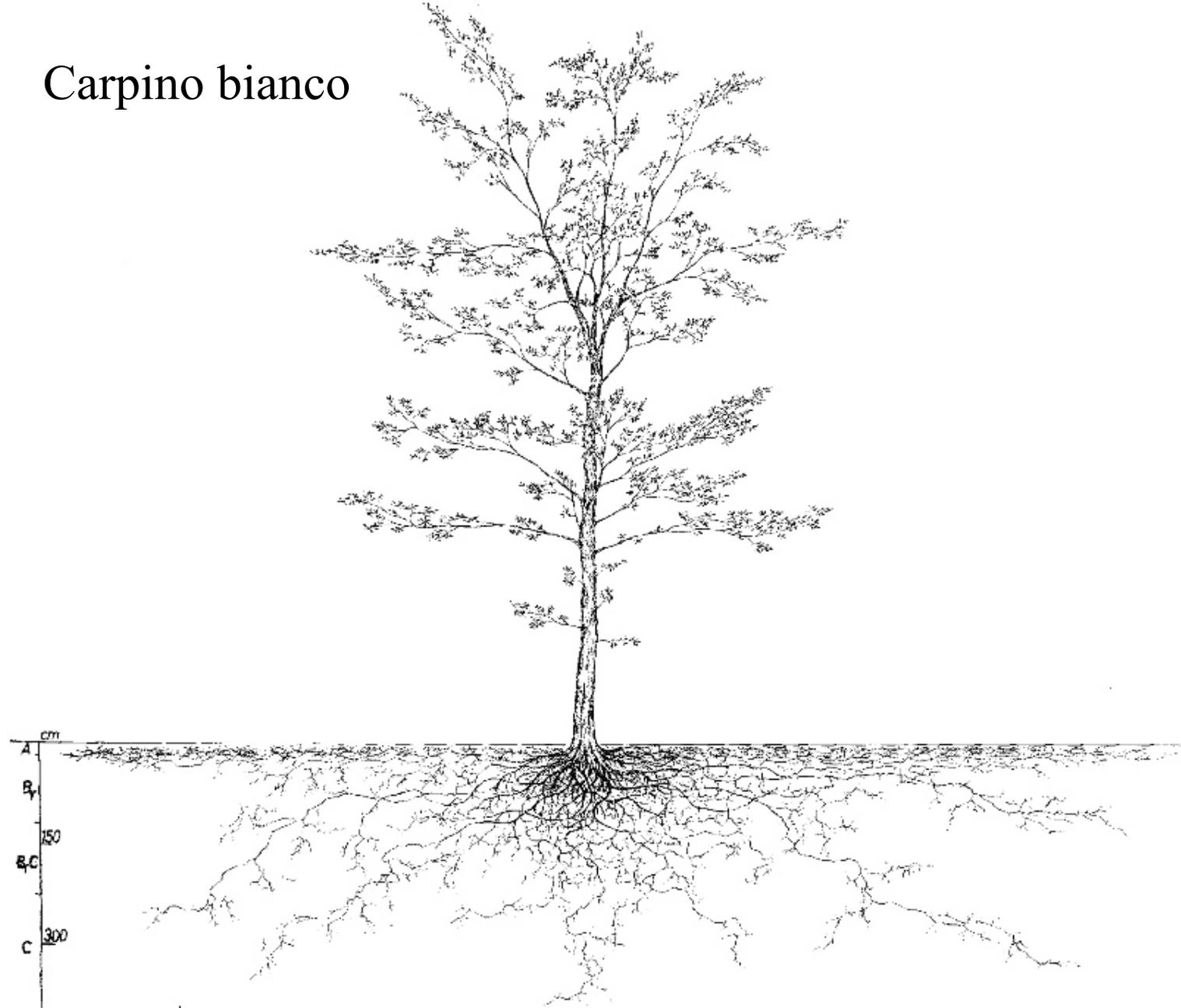


Fig. 9.1.9 – Carpinus betulus (da Kutschera – Sobotik, 1997)

Cerro

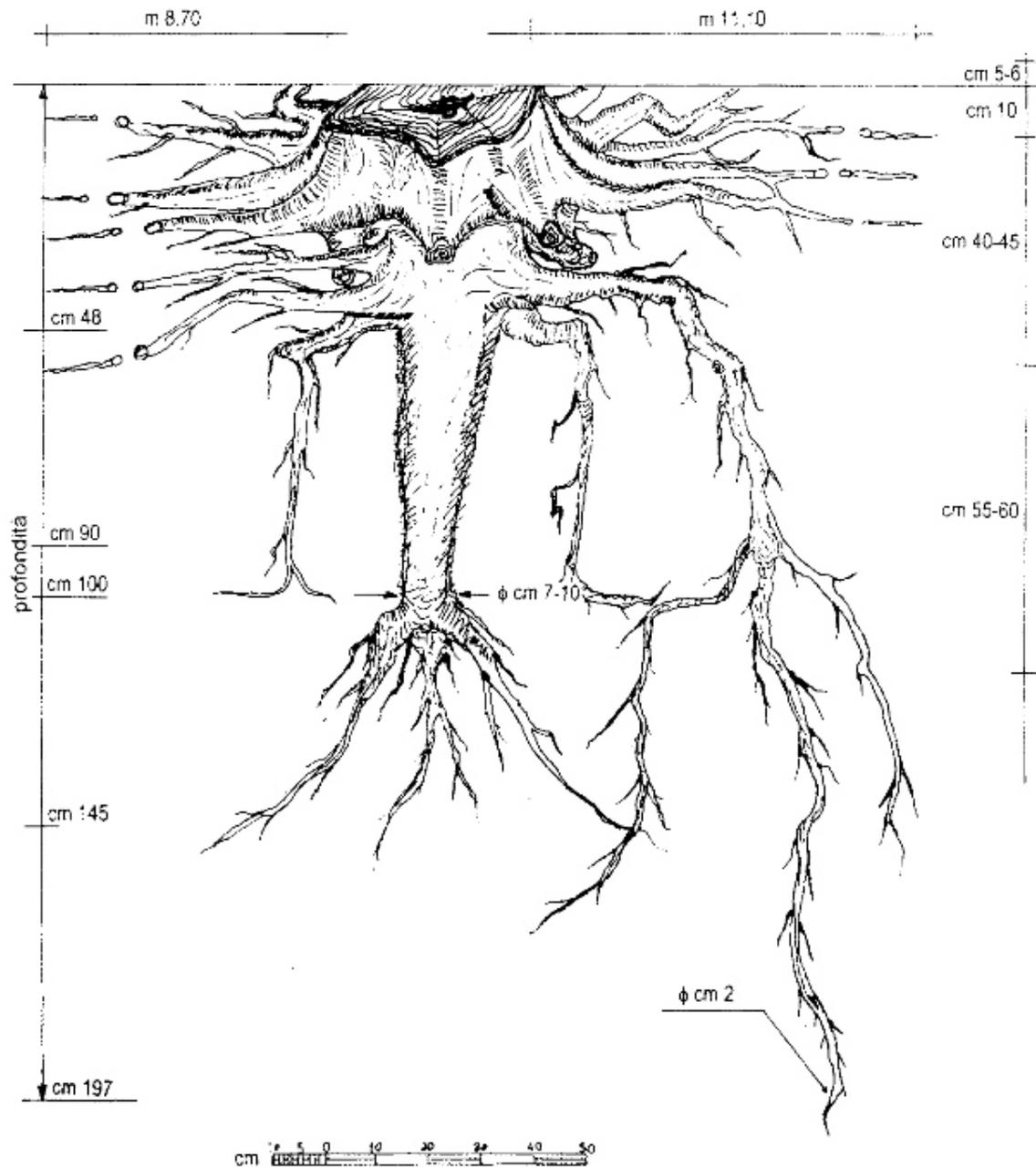


Fig. 9.1.11 - Apparato radicale di cerro di 45 anni del Parco Nazionale del Circeo (da Padula, 1998)

Ginepro comune

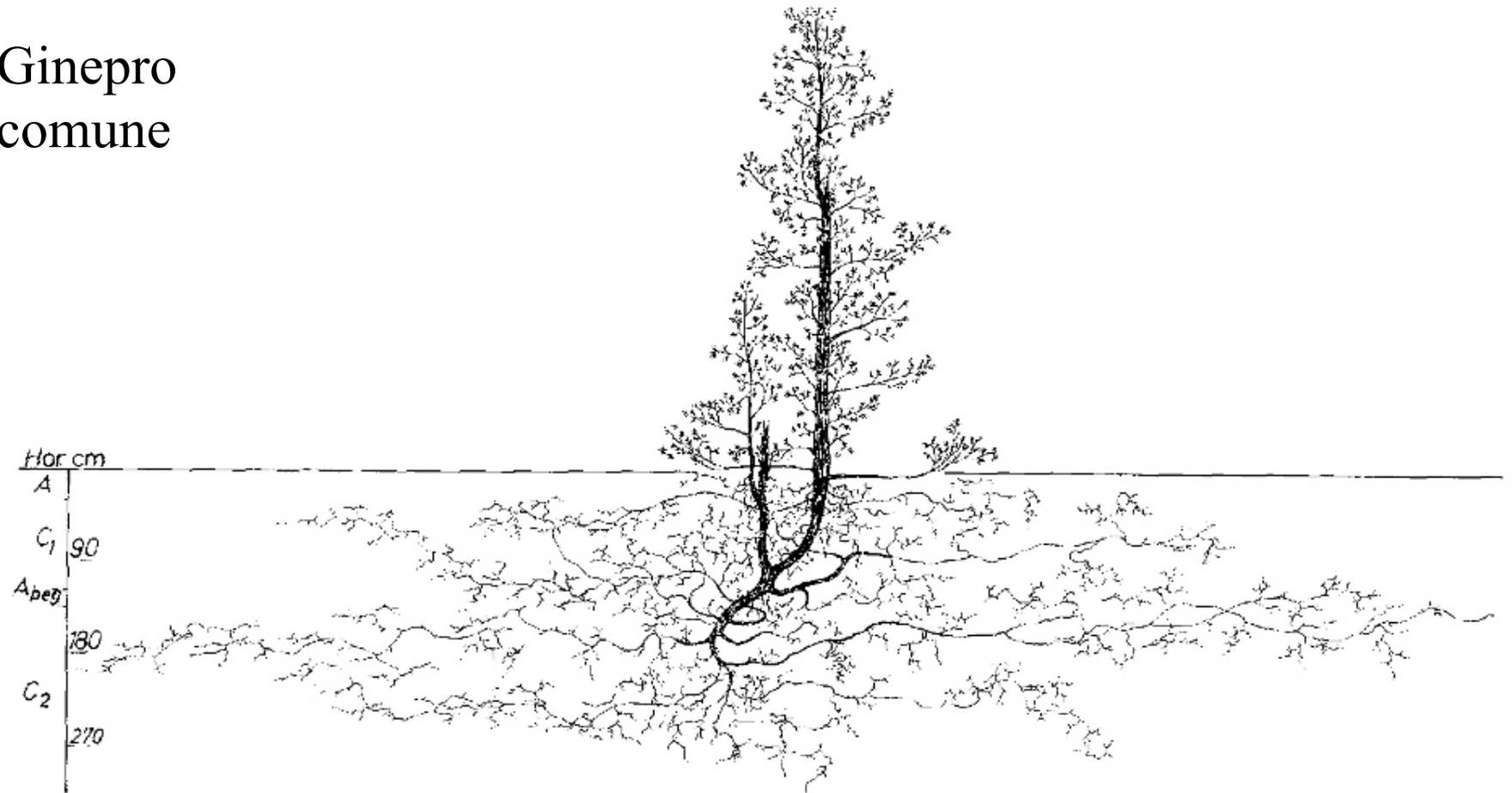


Fig. 9.1.8. Juniperus communis ssp. Communis (da Wurzeln, 1997)

Farnia

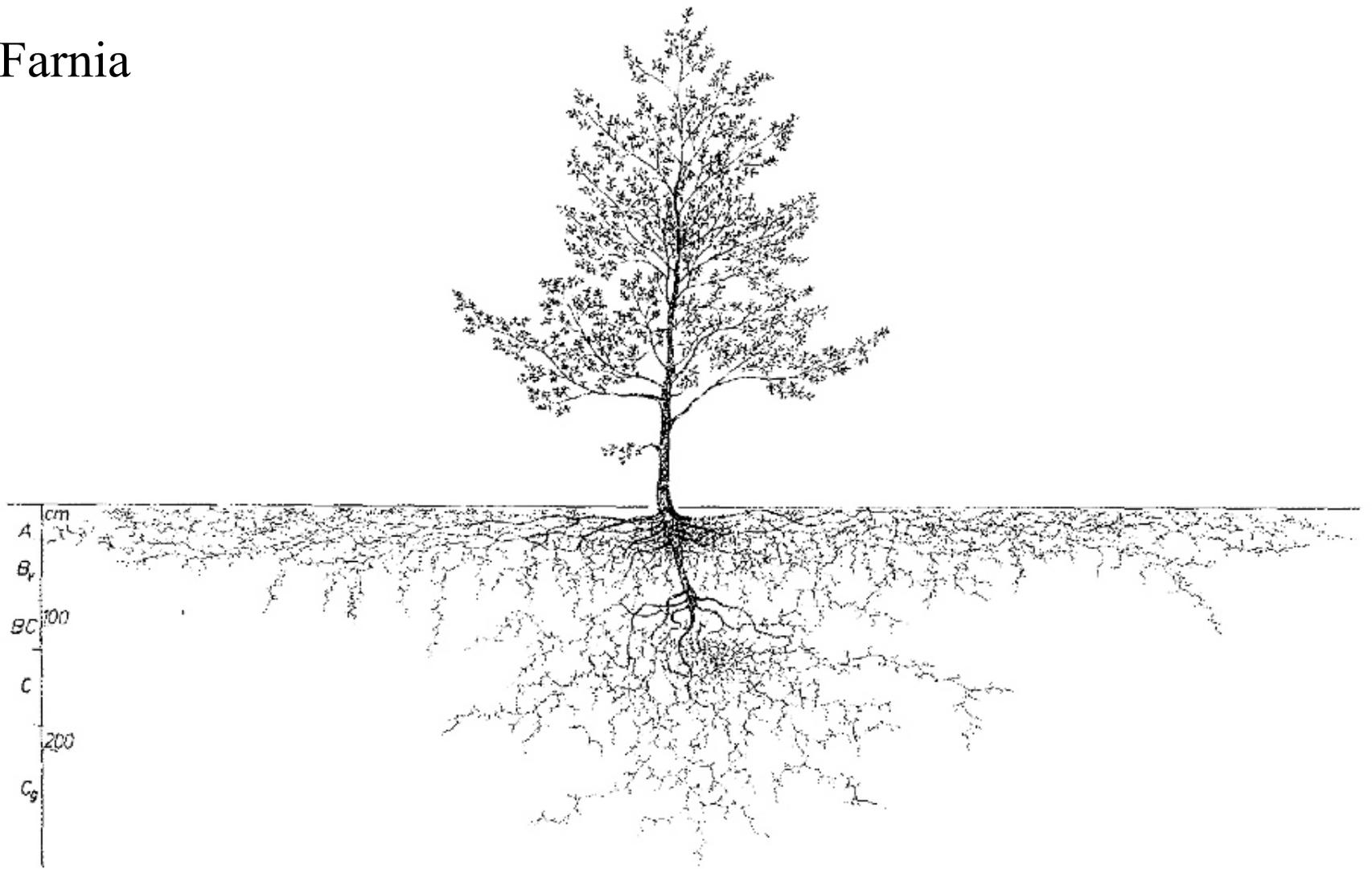


Fig. 9.1.10 - Quercus robur (da Kutschera – Sobotik, 1997)

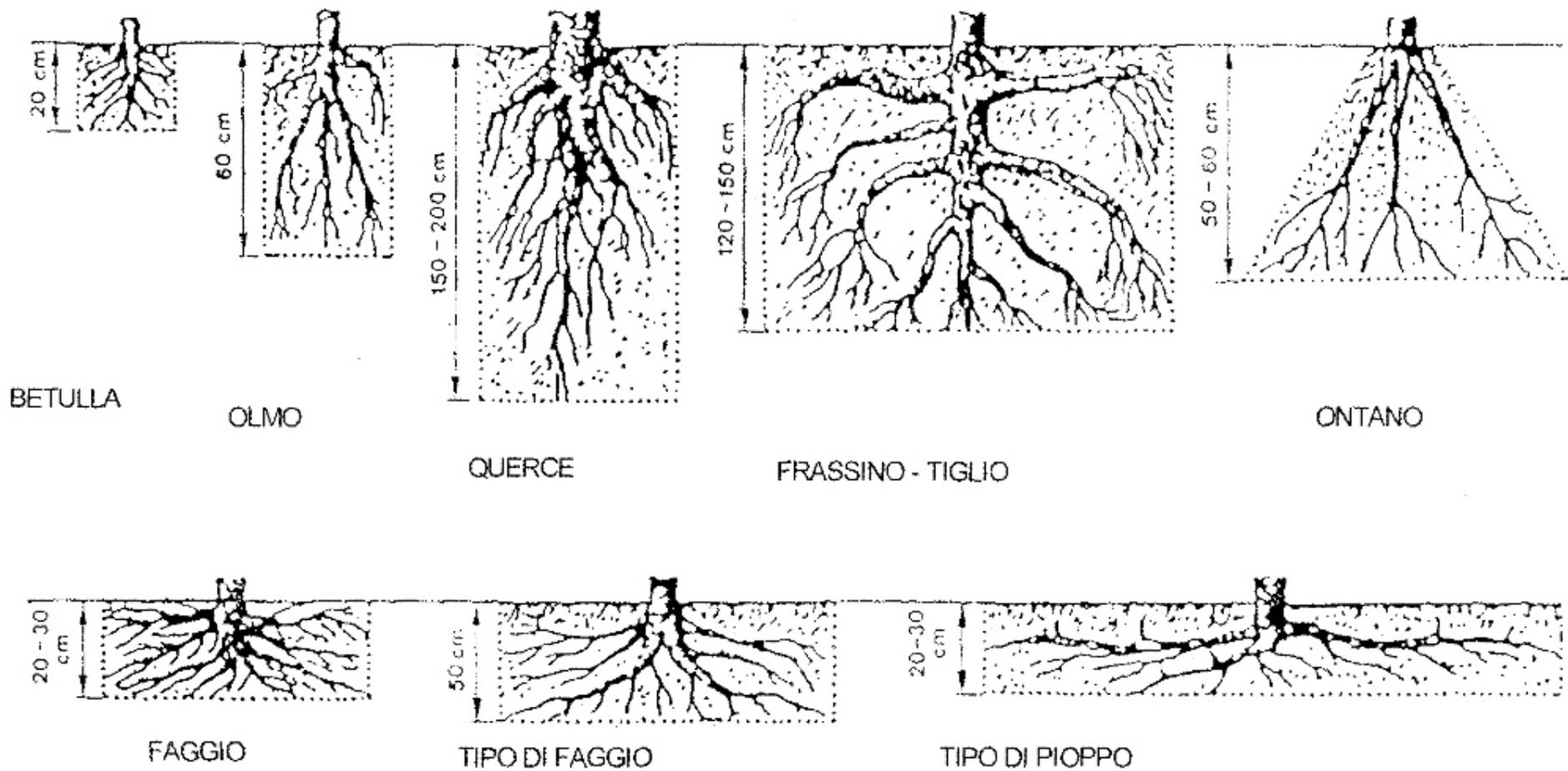


Fig. 9.1.12 - Confronto tra i diversi apparati radicali delle diverse specie di alberi (Mathey, 1929).

Riferimenti:

Dott. Lodovico Vannicelli Casoni

Città Metropolitana di Roma Capitale

Dipartimento VI – Pianificazione Territoriale

Roma - Via Ribotta 41/43

Tel. 06-67664952

e-mail: l.vannicellicasoni@cittametropolitanaroma.gov.it