

# **ASSORBIMENTO DI ACQUA E DI NUTRIENTI**

# **L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA**

**L'acqua riveste una importanza fondamentale per gli esseri viventi:**

- per le sue proprietà di solvente,**
- come substrato o composto intermedio di reazioni chimiche,**
- per il trasporto a lunga distanza dei soluti (traslocazione dei soluti).**

**Le piante terrestri presentano un apparato radicale che si spinge nel terreno, che è un substrato più o meno ricco di acqua, dal quale l'acqua viene assorbita per compensare quella che viene persa tramite le foglie per traspirazione.**

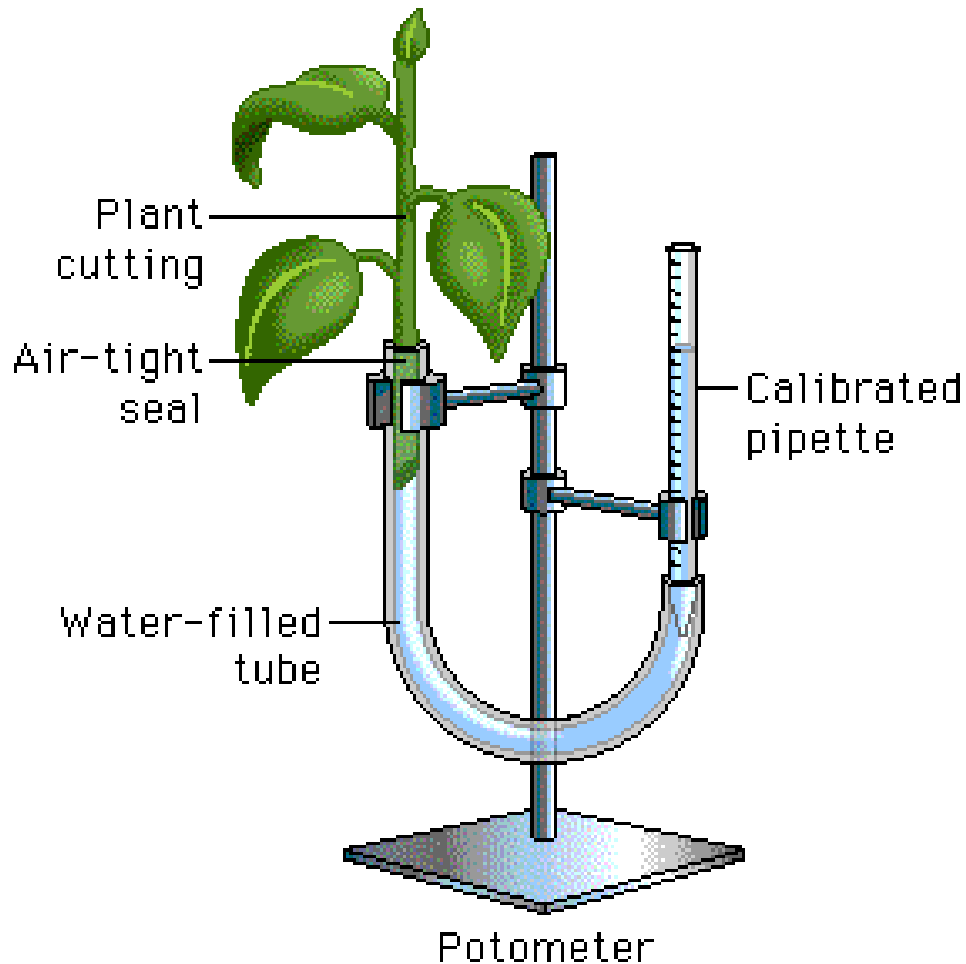
# **L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA**

**La traspirazione incontrollata tramite le foglie tenderebbe a causare una disidratazione dei vegetali terrestri, che per evitare questo hanno evoluto degli importanti sistemi di controllo della perdita eccessiva di acqua. L'adattamento principale è rappresentato da un rivestimento impermeabile ed idrorepellente costituito da cutina, suberina e cere, che protegge i tessuti vegetali esposti all'ambiente esterno.**

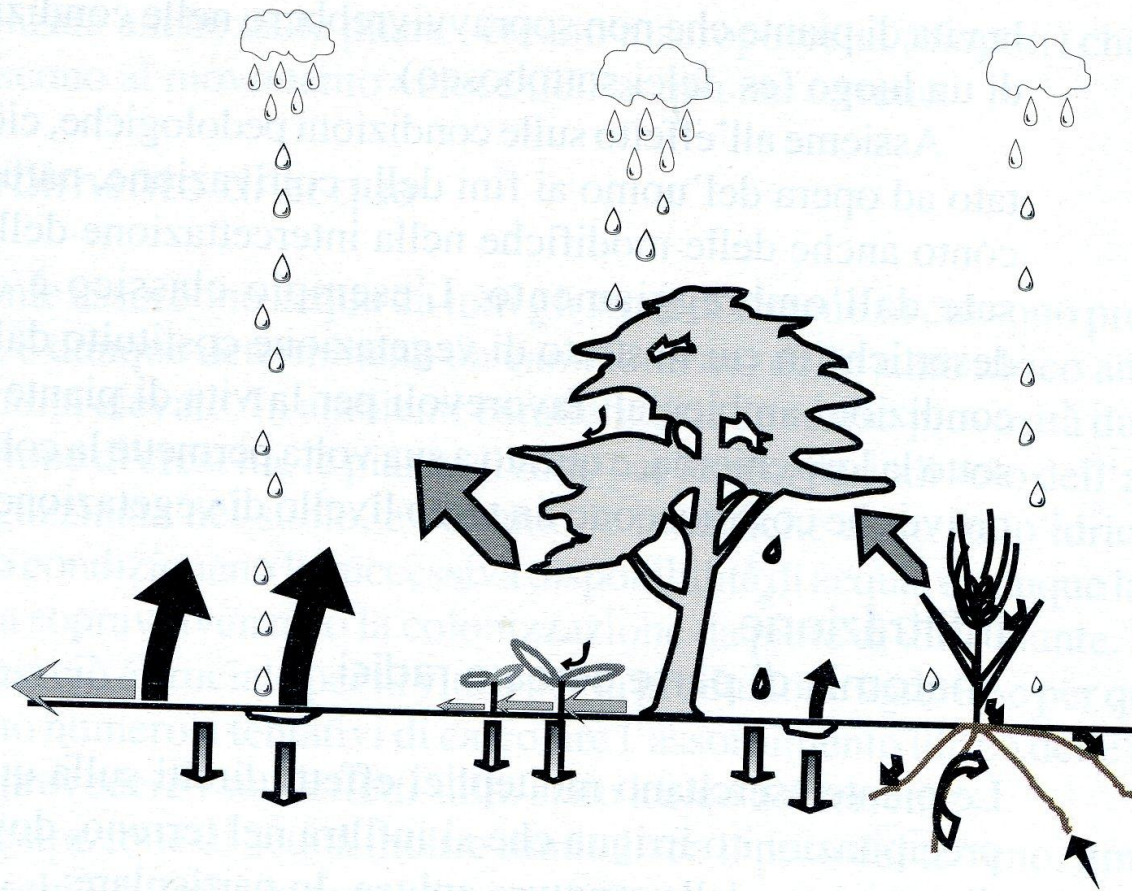
# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA





La traspirazione avviene in maniera controllata tramite aperture presenti sulla superficie delle foglie (stomi) e dei fusti (lenticelle), che consentono gli scambi gassosi con l'atmosfera necessari per la fotosintesi e la respirazione. Le piante solitamente durante la loro vita necessitano di elevati quantitativi di acqua che assorbono dal terreno tramite le radici. Si è calcolato che una pianta di grano tenero (*Triticum aestivum*) durante la sua vita assorba e traspiri fino a 115 litri di acqua ed una pianta di pomodoro (*Lycopersicon esculentum*) fino a 150 litri, mentre un girasole (*Helianthus annuus*) assorbe 1 litro di acqua al giorno ed una quercia (*Quercus*) 100 litri di acqua al giorno. Si è calcolato inoltre che un bosco esteso per un km quadrato, costituito da alberi adulti, immetta in una giornata estiva 7500 tonnellate di acqua nell'atmosfera.





# POTOMETRO



**Dispositivo che viene utilizzato in fisiologia vegetale per determinare la quantità di acqua che in particolari condizioni e durante un certo tempo viene assorbita da una pianta intera o da un suo ramo staccato.**



-  =accumulo in superficie
-  =infiltrazione
-  =ruscellamento
-  =evaporazione

-  =scorrimento lungo la pianta
-  =assorbimento radicale
-  =traspirazione
-  = flusso inverso

## INFLUENZA DELLE PIANTE SUL CICLO DELL'ACQUA

# **EFFETTI DELLE PIANTE SUI FLUSSI DI ACQUA NELL'AMBITO DEL CICLO IDROLOGICO**

**Le piante influenzano l'andamento del ciclo dell'acqua nel suolo attraverso una pluralità di meccanismi differenti nei quali sono coinvolte sia le strutture epigee dei vegetali (foglie e fusto), sia le radici. Questo influenza la vita di tutta la comunità vivente e la stabilità del suolo.**

- **Evaporazione:** il processo mediante il quale l'acqua passa dallo stato liquido a quello di vapore. Il tasso di evaporazione dipende dalla quantità della radiazione solare, dalla temperatura dell'aria e dell'acqua, dall'umidità dell'aria e dalla velocità del vento.
- **Traspirazione:** il processo mediante il quale l'acqua assorbita dalle radici delle piante dal terreno evapora attraverso i pori o gli stomi sulla superficie delle foglie e dei fusti.
- **Intercettazione:** il processo attraverso il quale l'acqua trattenuta sulla superficie di foglie, rami e tronco durante e dopo la pioggia evapora direttamente nell'atmosfera.  
Spesso viene espressa come percentuale delle precipitazioni annuali (rapporto di intercettazione).
- **Evapotraspirazione:** termine che descrive la perdita totale di acqua per evaporazione dal terreno, inclusa quella persa per intercettazione e traspirazione dovute alle piante.



# **EVAPORAZIONE**

**La presenza della copertura vegetale riveste l'effetto di separare le condizioni di temperatura ed umidità (condizioni termoisometriche) della superficie del suolo da quelle che si hanno nell'atmosfera. In particolare le zone situate sotto la chioma delle piante vanno incontro ad una minore evapotraspirazione per effetto dell'ombra che determina una minore temperatura ed una riduzione degli scambi gassosi con l'atmosfera. La presenza degli strati di fogliame ostacola il movimento dell'aria ed i moti convettivi, il vapore acqueo tende quindi ad accumularsi sotto le chiome e questo causa un aumento dell'umidità relativa**

**Nel sottobosco grazie alla maggiore umidità relativa  
possono svilupparsi piante igrofile come le felci**



# **EVAPORAZIONE**

**Sotto la chioma delle piante viene ridotta l'evaporazione dell'acqua dal suolo e questo causa una riduzione dell'incidenza di alterazioni che interessano la parte superficiale del substrato, come le variazioni strutturali della porzione minerale del terreno, che si verificano con il rigonfiamento e la contrazione dei suoli argillosi o l'accumulo di sali alla superficie del terreno, dovuta alla risalita di acqua che evapora abbandonando i soluti che conteneva.**



**Fenditure alla superficie di un suolo argilloso in via di disseccamento**

# **EVAPORAZIONE**

**Il movimento dell'acqua nei pori del terreno riguarda tutta la soluzione circolante, ma con il passaggio dell'acqua allo stato aeriforme i soluti tendono ad accumularsi nei luoghi di maggiore evaporazione, facendo così aumentare la concentrazione salina negli strati superficiali del terreno che possono divenire salati. Con la colonizzazione di queste aree da parte delle piante arboree ed arbustive si riduce il tasso di evaporazione diretta dell'acqua dalla superficie del substrato ed il suolo tende divenire gradualmente meno salato.**

# **EVAPORAZIONE**

**Al di sotto della chioma delle altre piante si riduce la perdita d'acqua anche da parte delle strutture vegetali presenti negli strati inferiori della comunità vegetale. Questo spiega la presenza di specie vegetali igrofile come le felci ed i muschi in aree di sottobosco.**

# Felce igrofila appartenente al genere *Asplenium*



# Coltivazioni al di sotto della chioma delle palme da datteri in un'oasi dell'Africa settentrionale





# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

Nei vegetali è presente un flusso continuo di acqua che procede dal terreno all'atmosfera chiamato continuum suolo – pianta – atmosfera.

La pianta è in grado di controllare questo flusso e può indirizzare una parte dell'acqua verso le radici attraverso il trasporto floematico.

Il movimento dell'acqua tra il suolo, la pianta e l'atmosfera si basa sul potenziale idrico  $\Psi_w$  che è una pressione, determinata da componenti osmotiche (che sono dovute alla concentrazione dei soluti), di matrice, idrostatiche e di altitudine.

Il potenziale idrico causa lo sviluppo di vere proprie correnti la cui velocità supera largamente quella dei semplici fenomeni di diffusione.

# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

L'acqua si muove all'interno della radice dapprima in senso radiale procedendo dal suolo verso il centro della radice (stele), secondo un gradiente del potenziale idrico che assume un valore che oscilla da qualche bar ad una frazione di bar. La velocità con la quale l'acqua è assorbita dipende dall'area della superficie radicale che assorbe e dalla differenza del potenziale idrico  $\Psi_w$  che esiste tra il terreno e l'interno della radice. L'ingresso di acqua si verifica soprattutto in corrispondenza della zona assorbente della radice, dove si addensano i peli radicali che aumentano notevolmente l'estensione dell'area di assorbimento che viene in contatto con il suolo

# **L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA**

**Le zone apicali della radice sono quelle più attive dal punto di vista metabolico e dell'assorbimento di acqua e di ioni in essa disciolti. Se si procede lungo l'asse della radice si registra un declino dell'assorbimento di acqua spostandosi dall'apice verso la parte superiore.**

**La riduzione dell'assorbimento di acqua influenza l'assunzione di ioni da parte della superficie della radice ed il trasporto radiale attraverso la corteccia della radice.**

# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

Nella pianta il potenziale idrico  $\Psi_w$  si può rappresentare in questo modo:

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s + \Psi_m$$

$\Psi_p$  è il potenziale di pressione, che corrisponde alla pressione idrostatica, può assumere un valore positivo come nel caso della pressione di turgore esercitata dall'acqua all'interno delle cellule, oppure può avere valore negativo come accade nello xilema delle piante che traspirano

# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

$\Psi_s$  è il potenziale osmotico, che è dovuto alla presenza di soluti che determinano una riduzione dell'attività dell'acqua e una riduzione del potenziale chimico

$\Psi_m$  è il potenziale di matrice dovuto alle forze di imbibizione o adsorbimento di acqua, quindi anche a fenomeni di capillarità e di idratazione.

# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

$\Psi_m$  è importante nel suolo, ma all'interno delle cellule vegetali assume un valore trascurabile, per questo l'equazione del potenziale idrico si può ridurre a:

$$\Psi_w = \Psi_p + \Psi_s$$

Il movimento dell'acqua nella pianta è determinato dal valore di  $\Psi_w$

L'acqua si sposta da zone dove il valore del potenziale idrico  $\Psi_w$  è più alto verso zone dove è più basso. Per la maggior parte degli alberi il gradiente del potenziale idrico è compreso tra 0,05 e 0,2 atm/m

# L'ASSORBIMENTO DELL'ACQUA

**Il trasporto dell'acqua dalle radici alle foglie deve compensare le perdite di vapore dovute alla traspirazione. Nelle ore notturne l'assorbimento radicale dell'acqua è dovuto soprattutto alle forze osmotiche ed al trasporto delle membrane, mentre durante il dì è la traspirazione a richiamare l'acqua verso le parti alte delle piante. La traspirazione provoca infatti l'instaurarsi di una pressione idrostatica negativa nello xilema. I tessuti conduttori consentono una risalita piuttosto rapida dell'acqua all'interno del fusto, la cui velocità varia comunque da specie a specie. Nelle conifere la velocità si aggira intorno  $1,2 \text{ m.h}^{-1}$  in latifoglie come il pioppo la velocità varia da  $1$  a  $6 \text{ m.h}^{-1}$ , nel frassino da  $4$  a  $44 \text{ m.h}^{-1}$ , nelle piante erbacee da  $10$  a  $60 \text{ m.h}^{-1}$ , in piante lianose si arriva a  $150 \text{ m.h}^{-1}$ .**

# **L'ASSORBIMENTO DEI NUTRIENTI**

**L'acqua si sposta verso l'interno della radice, muovendosi prima per via apoplastica e poi, dopo la banda del Caspary per via simplastica, attraversando i plasmodesmi che collegano le cellule adiacenti.**

**Gli elementi nutritivi presenti nelle soluzioni del suolo vengono assorbiti dalla pianta attraverso le radici e poi trasportate fino alla chioma della pianta attraverso lo xilema. Le radici secernono a loro volta nel terreno varie sostanze elaborate dalla pianta tra cui figurano fenoli e acidi organici (acido malico, acido caffeico, etc.). Gli ioni disciolti nelle soluzioni liquide presenti nel suolo muovendosi grazie a fenomeni di flusso di volume raggiungono i peli radicali dai quali vengono facilmente assorbiti con l'acqua. In parte passano attraverso l'apoplasto muovendosi lungo le pareti cellulari della corteccia della radice.**



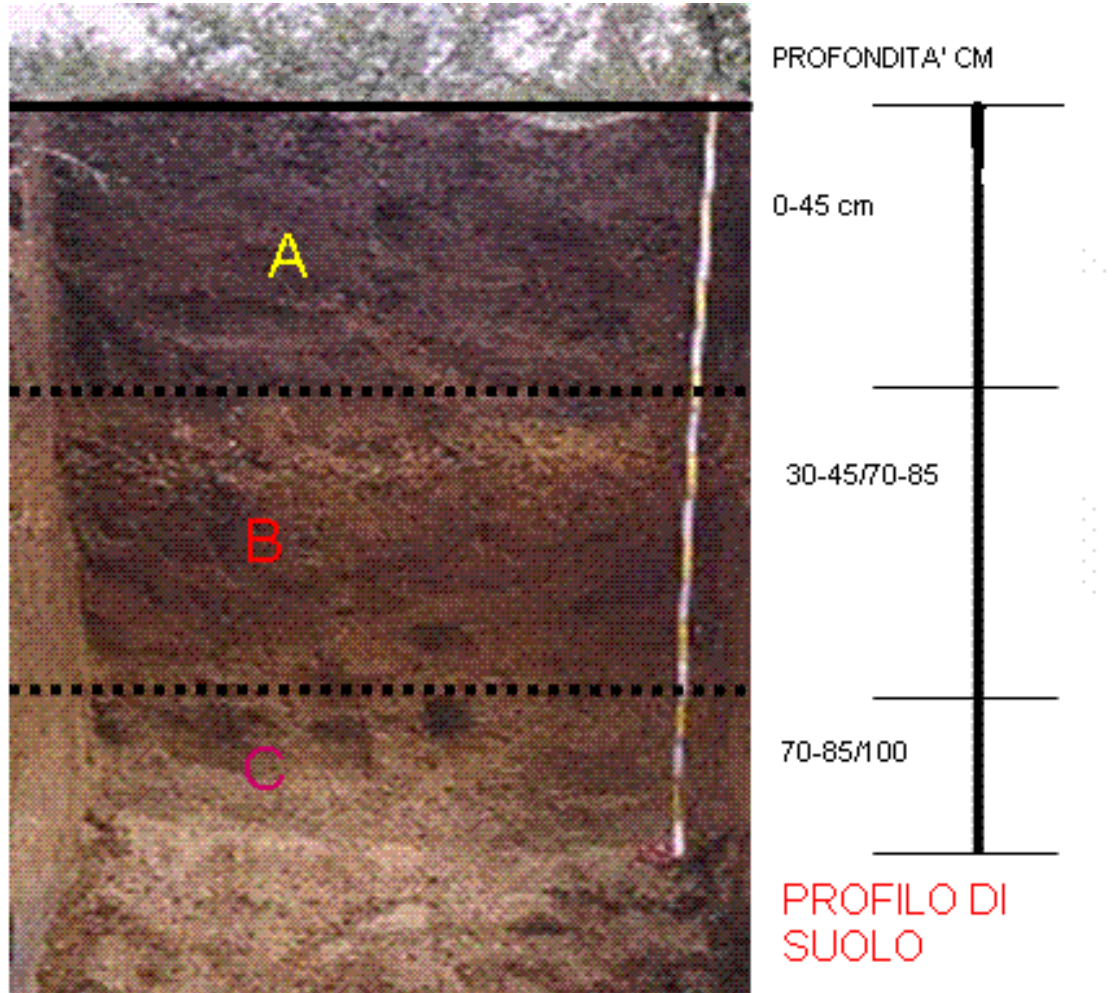
# L'ASSORBIMENTO DEI NUTRIENTI

Ioni importanti come  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Cl^-$  ed  $NO_3^-$  penetrano facilmente attraverso i peli radicali, mentre elementi come Calcio, Boro, Silicio ed in parte anche lo ione Sodio ( $Na^+$ ) transitano inizialmente lungo le pareti cellulari del parenchima corticale, ma saranno poi costretti dalla banda del Caspary ad attraversare la membrana plasmatica ed a muoversi nel simplasto. Da parte della membrana cellulare si manifesta una selettività nell'assorbimento dei singoli ioni e vi è poi la possibilità di accumulo dei nutrienti assorbiti in modo che la concentrazione degli ioni entrati nelle cellule può superare quella del mezzo esterno. Questo si ottiene tramite meccanismi di trasporto attivo. Alcuni composti dell'Alluminio, del Calcio e del Silicio possono precipitare all'interno dell'apoplasto e dei vacuoli.

# LA GENESI DI UN SUOLO

**Il processo di formazione del suolo prende il nome di pedogenesi, esso è la risultante di una lunga serie di processi che comportano decomposizione di materiali organici, alterazione minerale, apporto di nuove componenti, migrazione verticale di composti, etc. L'acqua che circola nel terreno svolge un ruolo fondamentale nel processo di pedogenesi, essa determina l'alterazione chimica e la disgregazione del substrato roccioso originario (roccia madre) e ridistribuisce i composti minerali ed organici solubili, causando la formazione di livelli omogenei all'interno del suolo. Questi livelli vengono definiti orizzonti e la loro successione verticale prende il nome di profilo del suolo. Questa suddivisione verticale in livelli può essere evidenziata facilmente effettuando tramite degli scavi dei tagli verticali dei suoli.**

# PROFILO DI UN SUOLO NATURALE



# II PROFILO DI UN SUOLO

**Lo studio delle caratteristiche dei diversi orizzonti consente di ricostruire la genesi di un suolo poiché ogni strato riflette l'azione di fenomeni pedogenetici che in esso hanno agito. Gli orizzonti vengono indicati con delle lettere maiuscole che possono essere seguite da un numero nel caso che essi siano ulteriormente suddivisi in suborizzonti.**

**La formazione dei suoli dipende in primo luogo dalla natura della roccia madre e poi dall'inclinazione del pendio, in quanto se il versante è ripido l'acqua penetra scarsamente e l'alterazione del substrato roccioso risulta superficiale, in questo caso si hanno suoli poco profondi ed immaturi. Se la pendenza è elevata tendono ad attivarsi fenomeni erosivi che per azione della gravità trasportano a valle i detriti che dovrebbero costituire il suolo.**

# LA GENESI DI UN SUOLO

**Alla formazione del suolo concorrono in maniera fondamentale gli organismi decompositori che sono responsabili della mineralizzazione, cioè della trasformazione della sostanza organica in sostanza inorganica. La fertilità dei suoli dipende in maniera essenziale anche dall'azione dei batteri azotofissatori che prelevano l'azoto dall'aria e lo convertono in composti utilizzabili dai vegetali. Gli elementi del clima, in particolare le precipitazioni e la temperatura risultano decisivi per i processi di pedogenesi. La presenza di acqua facilita l'azione degli organismi decompositori ed attiva molte reazioni chimiche. Anche la temperatura elevata favorisce l'azione dei micorganismi ed accelera l'alterazione dei minerali. Un suolo si definisce maturo quando in presenza di condizioni costanti non subisce più modificazioni.**

orizzonte - O

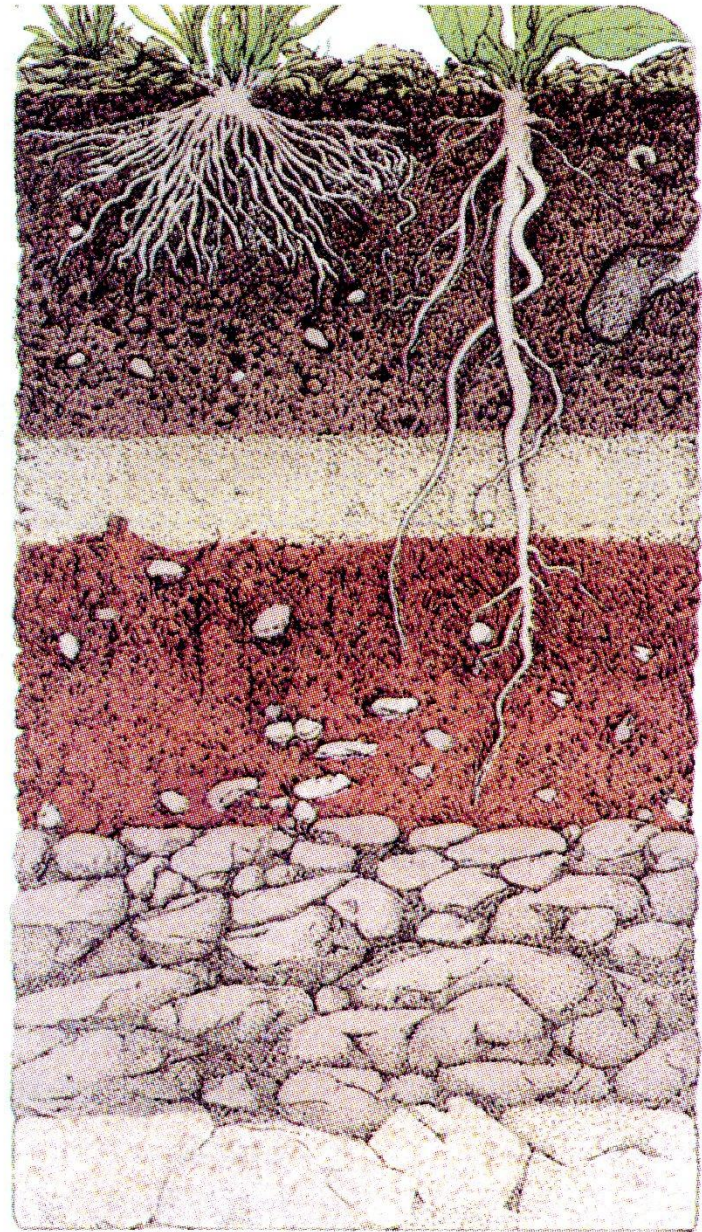
orizzonte - A

orizzonte - E

orizzonte - B

orizzonte - C

Roccia



Soprassuolo o lettiera di superficie formata da foglie appena cadute, da residui organici e da materia organica parzialmente decomposta

Suolo superiore contenente materia organica parzialmente decomposta (humus), composti minerali, radici delle piante, organismi viventi

Zona di drenaggio attraverso la quale i materiali disciolti o in sospensione vanno in profondità

Sottosuolo dove spesso si accumulano ferro, alluminio e composti umici, argilla proveniente dagli strati superiori

Materiale roccioso parzialmente frantumato

Strato impenetrabile di roccia attraversabile dall'acqua soltanto attraverso fratture

# **II PROFILO DI UN SUOLO**

**Nel profilo di un suolo si possono trovare due o più dei seguenti orizzonti:**

**O- orizzonte organico che può essere distinto in: O<sub>1</sub> lettiera ancora integra, i cui componenti sono ancora riconoscibili ad occhio nudo; O<sub>2</sub> materiali organici in decomposizione, non più riconoscibili nella loro struttura originaria.**

**A – orizzonte organico-minerale costituita da sostanza organica umificata legata alla frazione minerale. Il colore è in genere bruno scuro per la presenza di humus.**

# II PROFILO DI UN SUOLO

**E-** orizzonte minerale, di colore grigio cenere, nel quale la caratteristica più appariscente è la perdita di argilla, Fe, Al o sostanza organica, in seguito a processi di eluviazione, con accumulo relativo di minerali poco alterabili (quarzo, tormalina, etc.) in cristalli delle dimensioni delle sabbie e dei limi.

**B-** orizzonte minerale che differisce dall'orizzonte C sottostante per un'alterazione maggiore dei minerali e per un accumulo di argilla, materiali organici o ossidi provenienti dall'orizzonte superficiale e trasportati dall'acqua. Si possono avere differenti tipi di orizzonti B (cambico, argillico, ecc.) a seconda del processo pedogenetico che ne ha determinato la formazione.

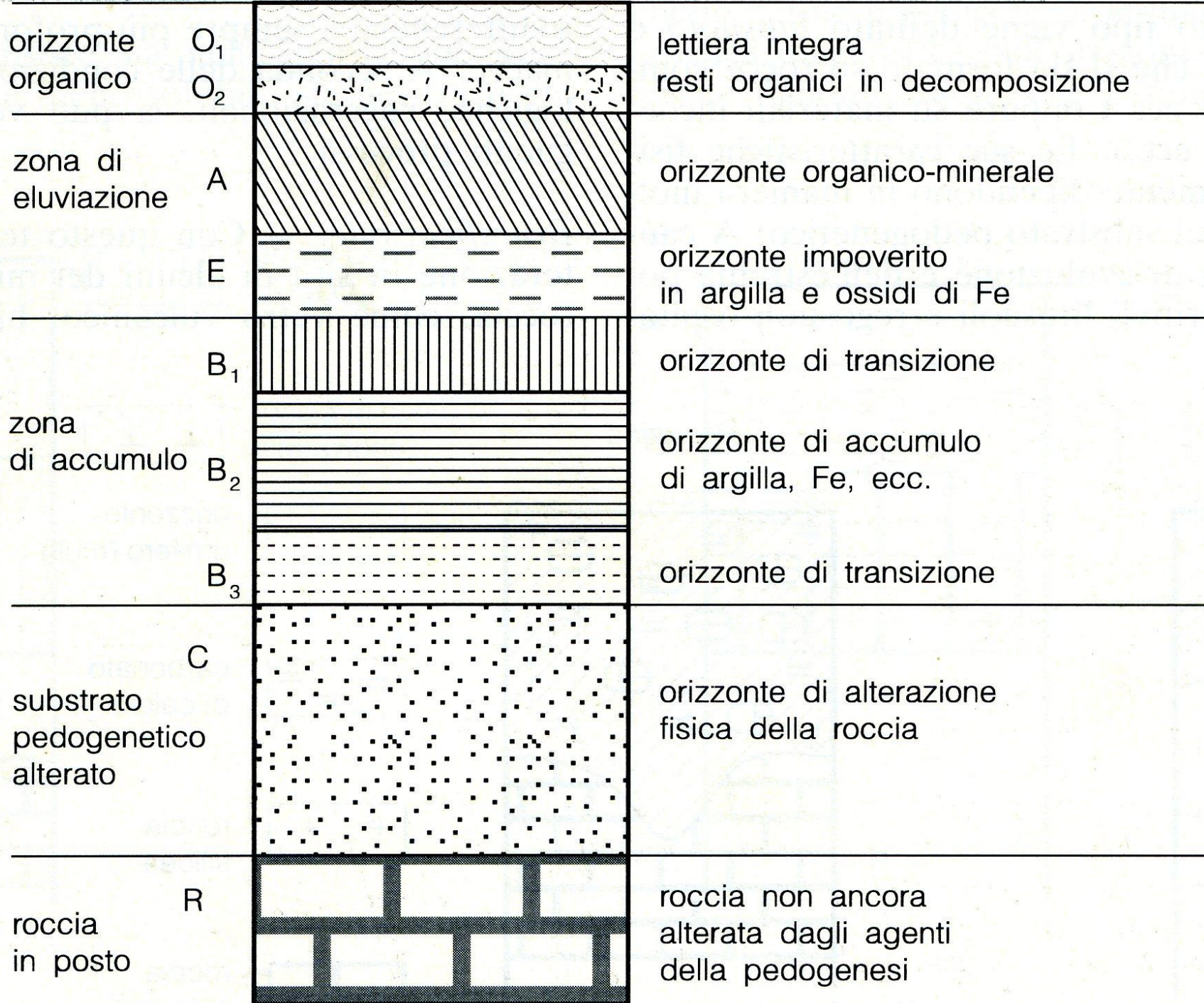


# **II PROFILO DI UN SUOLO**

**C - orizzonte di alterazione prevalentemente fisica della roccia madre, in genere incoerente o poco coerente.**

**R – roccia madre in posto, non alterata.**

**Un suolo che si trova nei primissimi stadi di evoluzione, in cui l'alterazione chimica è ancora molto debole e prevale ancora l'alterazione fisica della roccia madre viene definito litosuolo o regosuolo a seconda che sia formato da rocce compatte (calcare, granito, etc.) o da materiali incoerenti (sabbie, argille, etc.).**



# CLASSIFICAZIONE FAO-UNESCO DEI SUOLI (1990)

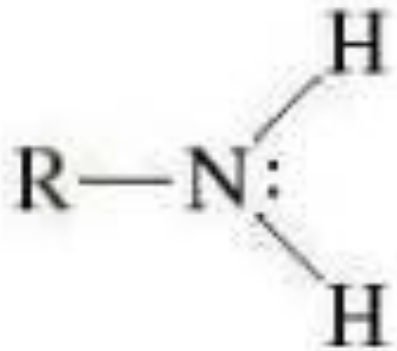
Classi	Caratteristiche principali
FLUVISUOLI	Suoli formati su depositi alluvionali recenti, con scarsa differenziazione di orizzonti
GLEYSUOLI	Suoli a profilo poco differenziato, con ristagno di acqua entro 50 cm
REGOSUOLI	Suoli poco evoluti, su materiali incoerenti, non consolidati, ma non alluvionali
LEPTOSUOLI	Suoli sottili su roccia dura coerente
ARENOSUOLI	Suoli su materiali sabbiosi grossolani con orizzonti poco differenziati
ANDOSUOLI	Suoli che si sono formati su depositi piroclastici
VERTISUOLI	Suoli molto argillosi che si fessurano in qualche periodo dell'anno
CAMBISUOLI	Suoli con orizzonte B di tipo cambico
CALCISUOLI	Suoli con orizzonte calcico e petrocalcico
GYPSISUOLI	Suoli con orizzonte gipsico o petrogipsico
SOLONCHAKS	Suoli con accumulo di sali solubili
KASTANOZEMS	Suoli castani delle steppe
CHERNOZEMS	Suoli delle praterie, con orizzonti umiferi molto spessi
PHAEOZEMS	Suoli lisciviati con orizzonte superficiale ricco di humus
GREYZEMS	Suoli con orizzonte A molto scuro, che presenta rivestimenti biancastri sulla superficie degli aggregati e con orizzonte argillico
PLANOSUOLI	Suoli caratterizzati da un brusco cambiamento di tessitura lungo il profilo e da idromorfia
LUVISUOLI	Suoli con orizzonte argillico ad alta saturazione in basi
PODZOLUVISUOLI	Suoli con orizzonte argillico discontinuo per la penetrazione di lingue dell'orizzonte E
PODZOLS	Suoli con orizzonte B di tipo spodico
LIXISUOLI	Suoli in cui l'orizzonte argillico è costituito da argille a bassa capacità di scambio
ACRISUOLI	Suoli con orizzonte argillico a bassa saturazione in basi ed argille a bassa capacità di scambio
ALISUOLI	Suoli con orizzonte argillico a bassa saturazione in basi ed argille ad alta capacità di scambio
NITOSUOLI	Suoli in cui la % di argilla non decresce sensibilmente con la profondità entro 150 cm
FERRALSUOLI	Suoli che contengono meno del 10% di minerali alterabili nell'orizzonte B
PLINTOSUOLI	Suoli che contengono plintite in qualche orizzonte entro 50 cm dalla superficie
HISTOSUOLI	Suoli organici
ANTROSUOLI	Suoli che sono stati profondamente modificati dall'uomo

# AZOTO

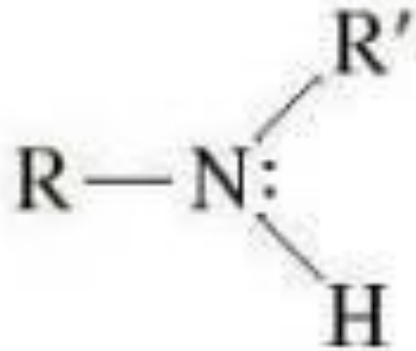
L'azoto rappresenta uno dei principali costituenti delle molecole organiche dove si trova in genere in forme molto ridotte ( $-\text{NH}_2$ ). L'azoto è presente principalmente negli amminoacidi, dove si trova in forma amminica, ammidica o imminica e nelle basi azotate degli acidi nucleici. L'azoto contribuisce alla formazione dei legami idrogeno necessari per la formazione della struttura secondaria e terziaria delle proteine e di altre importanti macromolecole cellulari, quali il DNA e l'RNA.

Come azoto amminico ed imminico in molecole eterocicliche come il pirrolo e l'imidazolo esso lega (ligando) cationi come  $\text{K}^+$  o contribuisce a complessare ioni metallici come  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ , ecc.

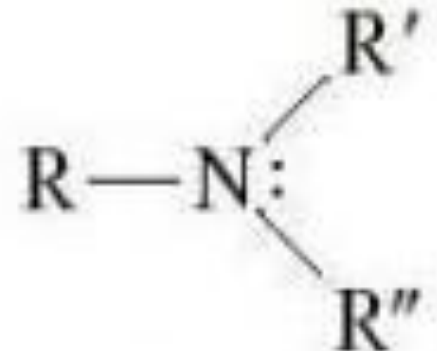
# GRUPPO AMMINICO



Ammina primaria

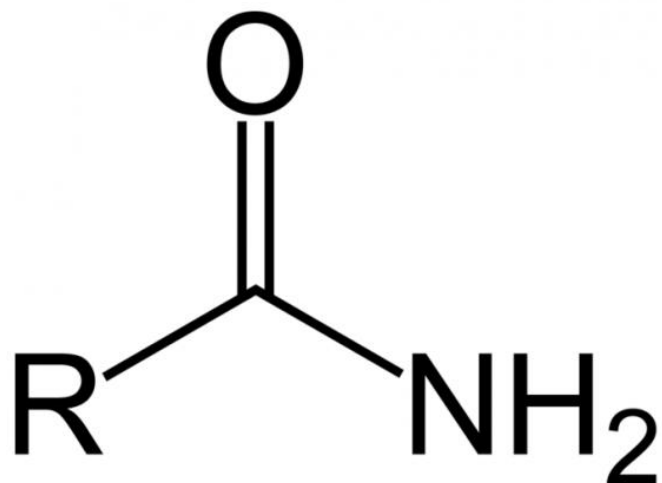


Ammina secondaria

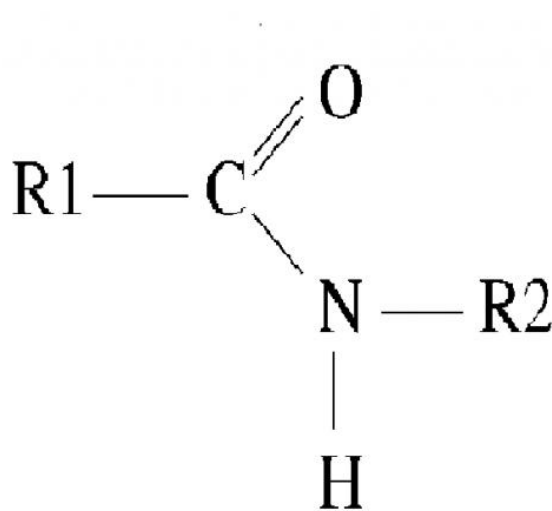


Ammina terziaria

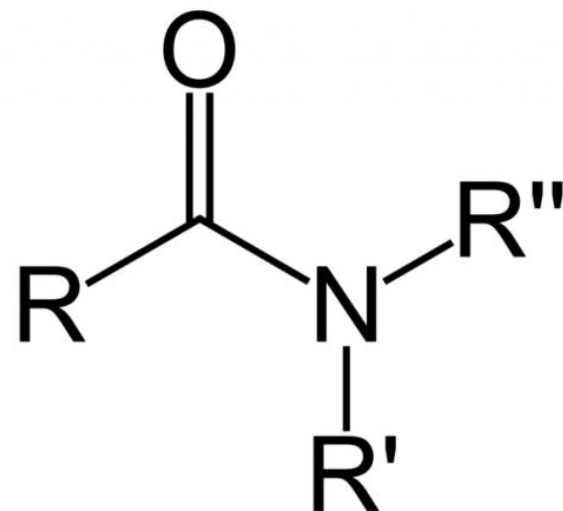
# GRUPPO AMMIDICO



Ammide primaria

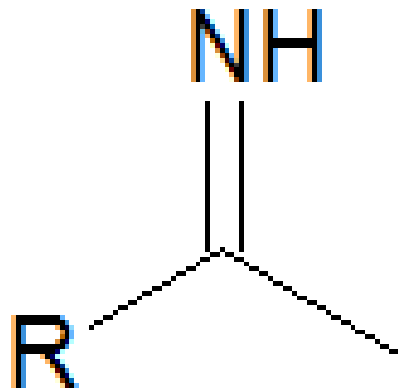


Ammide secondaria

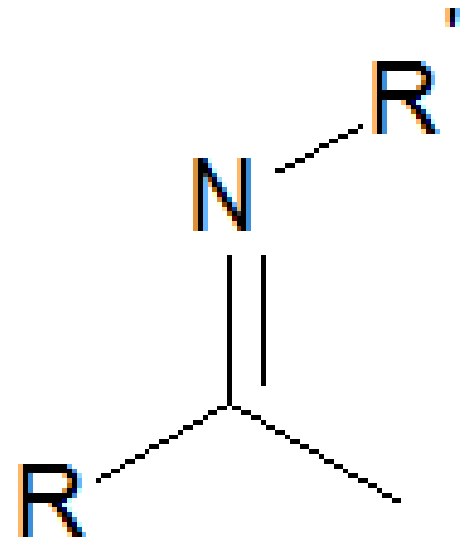


Ammide terziaria

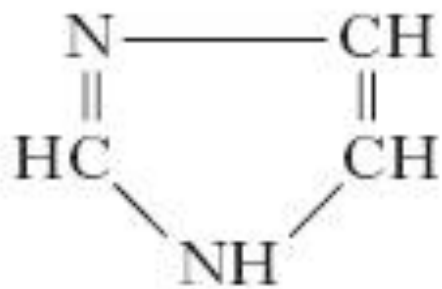
# GRUPPO IMMINICO



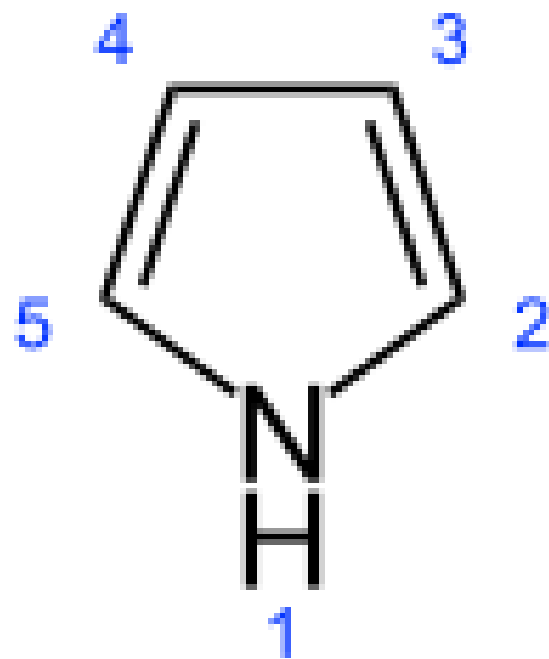
immina primaria



immina secondaria



**IMIDAZOLO**

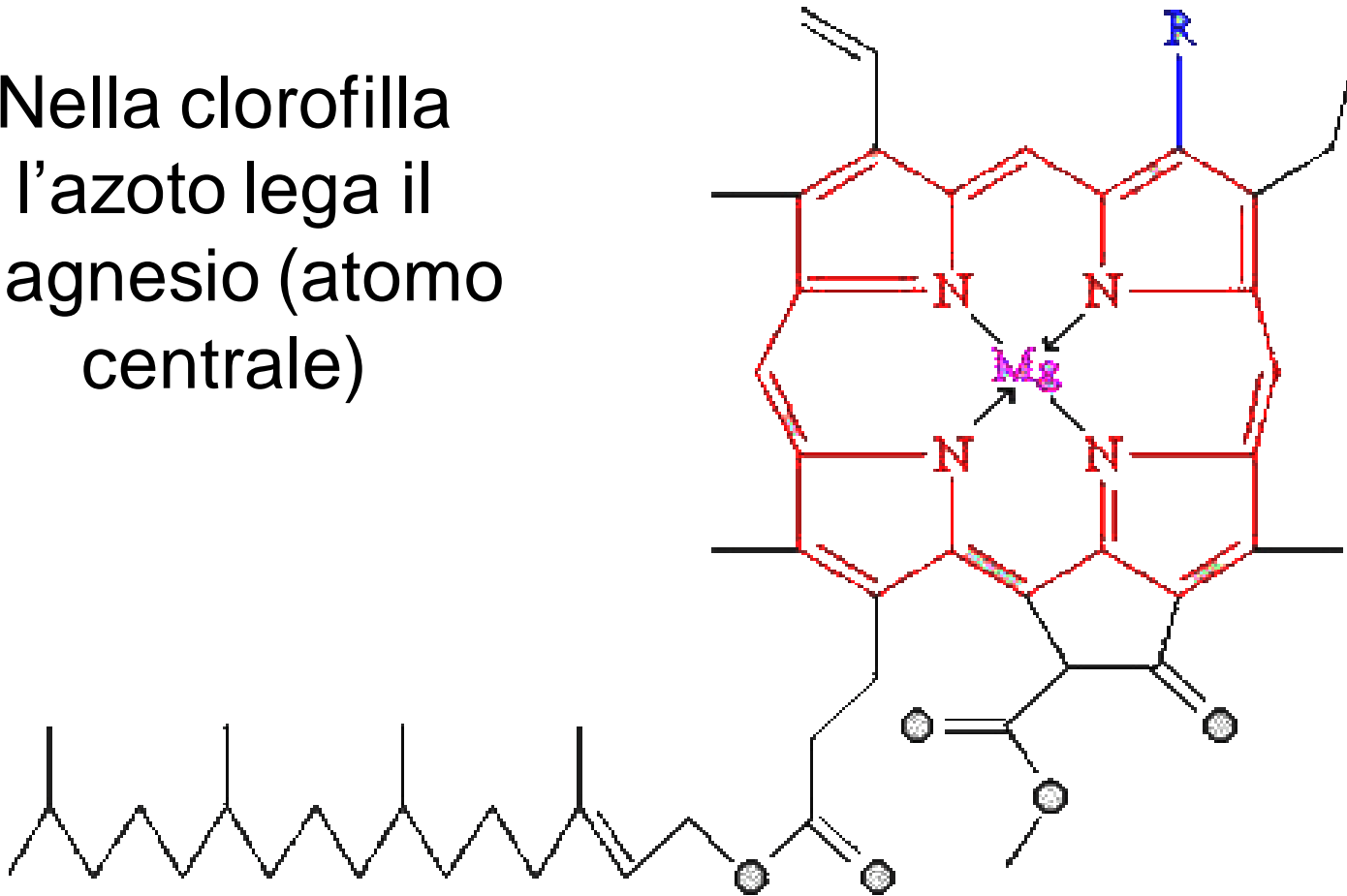


**PIRROLO**

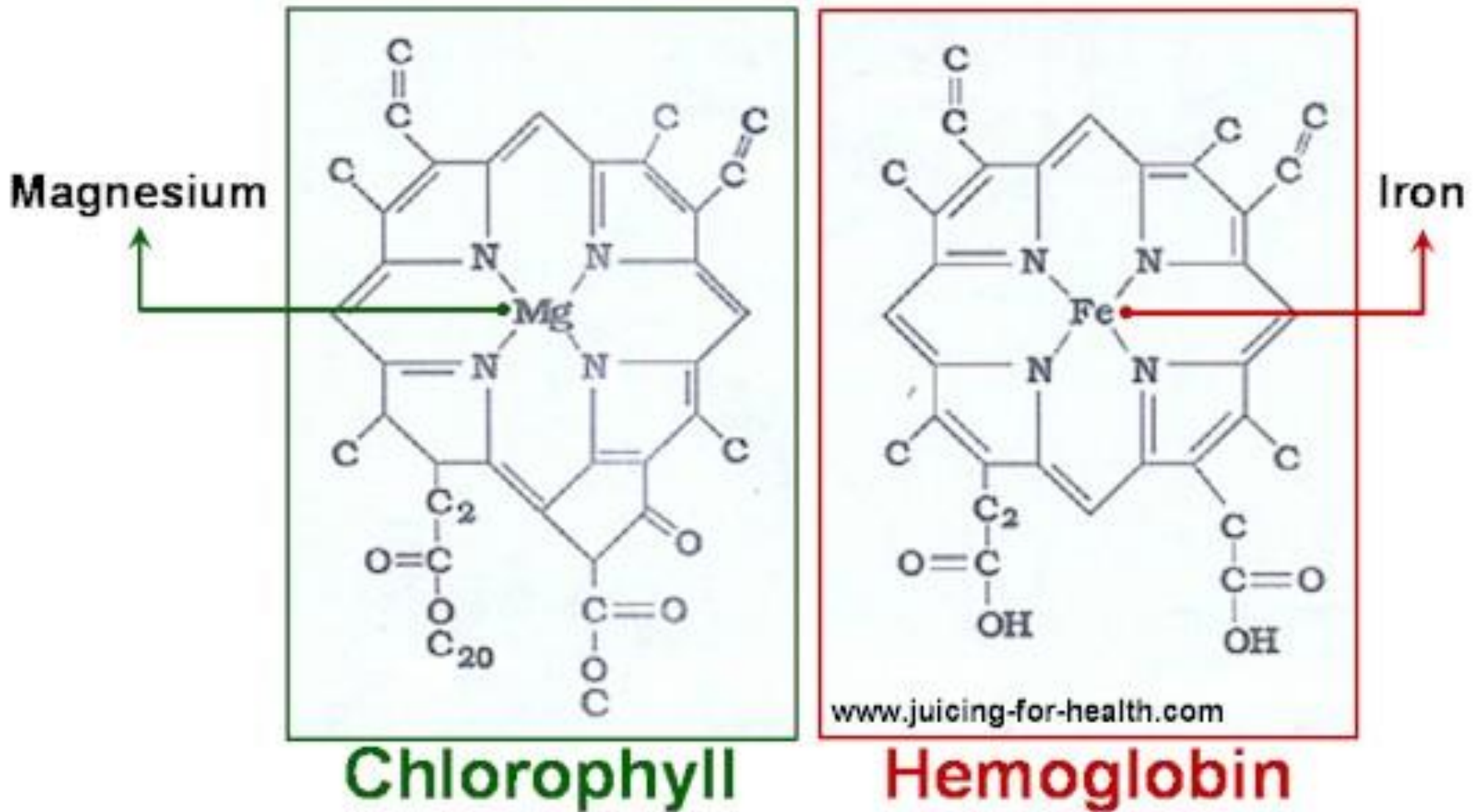


# PORFIRINA (CLOROFILLA) CON ANELLO TETRAPIRROLICO

Nella clorofilla  
l'azoto lega il  
magnesio (atomo  
centrale)



# PORFIRINE



# Ciclo biogeochimico dell'azoto

