

**LE PERTURBAZIONI AD OPERA
DELL'UOMO POSSONO
ESSERE
DI DIVERSA TIPOLOGIA**

In qualche caso si tratta di



INQUINAMENTO

**INQUINAMENTO = POLLUTION = immissione in TERRA -
ACQUA - SUOLO -CIBO**

di sostanze che danneggiano

- **UOMO** (ma anche la sua salute, la sua sopravvivenza o le sue attività)
- **ORGANISMI VIVENTI UTILI ALL'UOMO O INNOCUI PER L'UOMO**

Quindi NON si considera INQUINAMENTO: l'eliminazione di organismi PATOGENI mediante farmaci, vaccini ecc.

SOSTANZE..... ma possono essere anche
NUOVE SOSTANZE (XENOBIOTICI) o
CALORE, RUMORE, RADIAZIONI...

L'80% delle circa 70.000 sostanze prodotte dall'uomo e ora in commercio potrebbero essere DANNOSE (del restante 20% non vi sono certezze)

INQUINAMENTO ATMOSFERICO → SO_2 , CO_2 , PM_{10} , PM_5

L'EFFETTO o PERICOLOSITÀ di una sostanza inquinante è legato alla gravità degli effetti che provoca ed è determinata da 3 fattori principali:

1. NATURA CHIMICA
2. CONCENTRAZIONE
3. PERSISTENZA

1. **NATURA CHIMICA** = esprime quanto la sostanza inquinante sia attiva e dannosa per gli organismi viventi
2. **CONCENTRAZIONE** = quantità per unità di volume o di peso di aria, acqua, suolo o peso corporeo. Si esprime in *parti per milione* (ppm), dove 1 ppm corrisponde a una parte di inquinante per 1 milione di parti di gas, solido o liquido in cui l'inquinante si trova (o *parti per miliardo* = ppb o *parti per trilione* = ppt)
3. **PERSISTENZA** = tempo di permanenza dell'inquinante nell'aria, nell'acqua, nel suolo o negli organismi. Sostanze degradabili o non persistenti = degradate completamente o ridotte a livelli accettabili da processi fisici, chimici e biologici naturali

Classi/categorie di pericolo per effetti sulla salute

- Tossicità acuta
- Corrosione/irritazione pelle
- Gravi danni agli occhi/irritazione occhi
- Sensibilizzazione respiratoria o cutanea
- Tossicità specifica per organo bersaglio
- Pericolo di aspirazione
- Mutagenesi = può essere causata da lesioni del DNA durante la replicazione, provocando errori che possono portare al cancro e a varie malattie ereditarie (è anche la forza motrice dell'evoluzione!!!)
- Cancerogenesi



MECCANISMI ALLA BASE DI MUTAGENESI E CANCEROGENESI

L'induzione di una mutazione è dovuta ad una alterazione chimica o fisica nella struttura del DNA che si traduce in una non perfetta replicazione di una particolare regione del genoma.

Il processo di mutagenesi consiste in alterazioni strutturali del DNA, in una proliferazione cellulare che "fissa" il danno del DNA e nei meccanismi di riparazione che riparano il danno o rimuovono segmenti di DNA.

Un **CANCEROGENO** è un agente che causa o induce neoplasia.

Più appropriatamente:

E' UN AGENTE CHE SOMMINISTRATO AD ANIMALI PRECEDENTEMENTE NON TRATTATI PORTA AD UN AUMENTO STATISTICAMENTE SIGNIFICATIVO DELL'INCIDENZA DI NEOPLASIE, COMPARATA CON L'INCIDENZA IN IDONEI ANIMALI NON TRATTATI.

CANCEROGENESI DA SOSTANZE ORGANICHE

La nitrosamina NNK [4-(metilnitrosamino-)-1-(3-piridil)-1-butanone] è prodotta dalla nicotina durante la combustione ed è un potente cancerogeno.

Altro potente cancerogeno per il fegato è l'aflatossina B1, prodotta da una specie di *Aspergillus flavus* (un fungo). E' uno dei più potenti cancerogeni epatici noti.

ESISTE UNA CANCEROGENESI DA DIETA DOVUTA AD ASSUNZIONE:

- *eccessiva di calorie*
- *eccessiva di alcol*
- *di alimenti contaminati con aflatossine*

Classi/categorie di pericolo per effetti sull'ambiente

Pericolo per l'ambiente acquatico

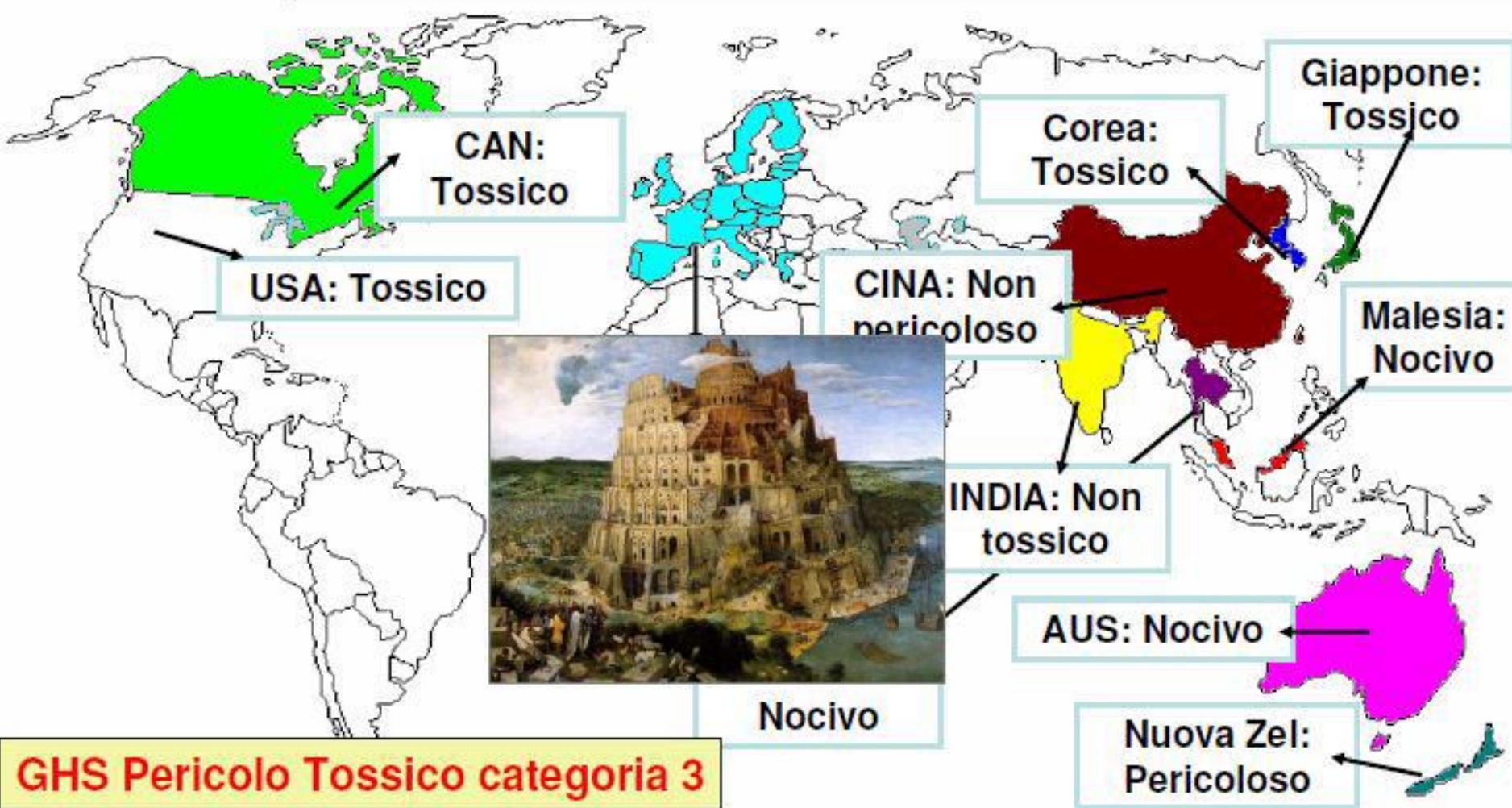
- Tossicità acuta
- Tossicità cronica



Pericolo per lo strato di ozono -
buco nell'O₃

I sistemi nel mondo sono diversi

Sostanza X: tossicità acuta orale LD50 = 257 mg/Kg



Globally Harmonized System of Classification and Labeling of Chemicals (GHS) - Classificazione ed etichettatura devono essere le stesse!!

La Dose Letale 50 (DL_{50}) rappresenta la quantità di sostanza, per unità di peso corporeo, capace di provocare la morte del 50% della popolazione sperimentale in oggetto.

Il valore della DL_{50} è espresso in mg/Kg e devono essere specificate: la specie animale, la via di somministrazione ed il tempo di osservazione sperimentale.

La DL_{50} è ottenuta da animali da laboratorio: mammiferi, topi, ratti, cavie, conigli, artropodi ecc.

DL₅₀ Acute (mg/kg di peso corporeo) per alcune sostanze

- Alcool etilico 10.000
- Cloruro di sodio 4.000
- Solfato ferroso 1.500
- Morfina solfato 900
- DDT 100
- Stricnina solfato 2
- Nicotina 1
- Tetrodotossina 0,1

http://it.wikipedia.org/wiki/Tetradotossina#Dose_letale

- Diossina 0,001
- Tossina Botulino 0,00001

Effetti sulla salute - criteri di classificazione

Tossicità acuta orale

UE



Molto Tossico DL50 < 25 mg/Kg	Molto Tossico 25 < DL50 < 200mg/Kg	Nocivo 200 < DL50 < 2000mg/Kg
----------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------

200-300
↔

Categoria 1 DL50/ATE < 5 mg/Kg	Categoria 2 5 < DL50/ATE > 50 mg/Kg	Categoria 3 50 < DL50/ATE > 300 mg/Kg	Categoria 4 300 < DL50/ATE > 2000 mg/Kg
-----------------------------------	--	--	--



Regolamento CLP (Classification, Labelling and Packaging) CE n. 1272/2008 del 16 dicembre 2008, ha abrogato dal 1 giugno 2015 quello vecchio

INDICI DI TOSSICITÀ PER UN UOMO DI 70 KG:

6. supertossiche $<5\text{mg/kg}$
5. altamente tossiche tra 5 e 50 mg/kg
4. molto tossiche tra 50 e 500 mg/kg
3. moderatamente tossiche tra 0,5 e 5 g/kg
2. leggermente tossiche tra 5 e 15 g/kg
1. praticamente atossiche $>15\text{ g/kg}$

Unità di misura per radiazioni ionizzanti

- **Esposizione: Roentgen (R)** = quantità di radiazione X o gamma tale che l'emissione corpuscolare ad essa associata produce una ionizzazione di uno 1 statcoulomb, ovvero circa 2.08×10^9 coppie di ioni, per ogni cm^3 di aria a 0°C e 1 atm.
- **Attività: Becquerel (Bq)** = 1 disintegrazione al secondo. E' l'unità di misura dell'attività dei radionuclidi. Prima si usava il Curie (Ci): $1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.
- **Dose assorbita: Gray (Gy)** = assorbimento di 1 J di energia radiante per kg di materia ($1 \text{ J} \times \text{Kg}$). Prima si usava il rad: $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$.
- **Dose equivalente: Sievert (Sv)** = conversione del Gy per l'uomo; spesso è uguale al Gy, altre volte, per radiazioni ad alto LET (Linear Energy Transfer o trasferimento lineare di energia), è superiore. Prima si usava il rem: $1 \text{ Sv} = 100 \text{ rem}$.

Qualche esempio:

1 radiografia del torace = 1 mGy; 1 esame completo del digerente = 10 - 20 mGy. Il fondo naturale delle radiazioni è di circa 2 mGy all'anno.

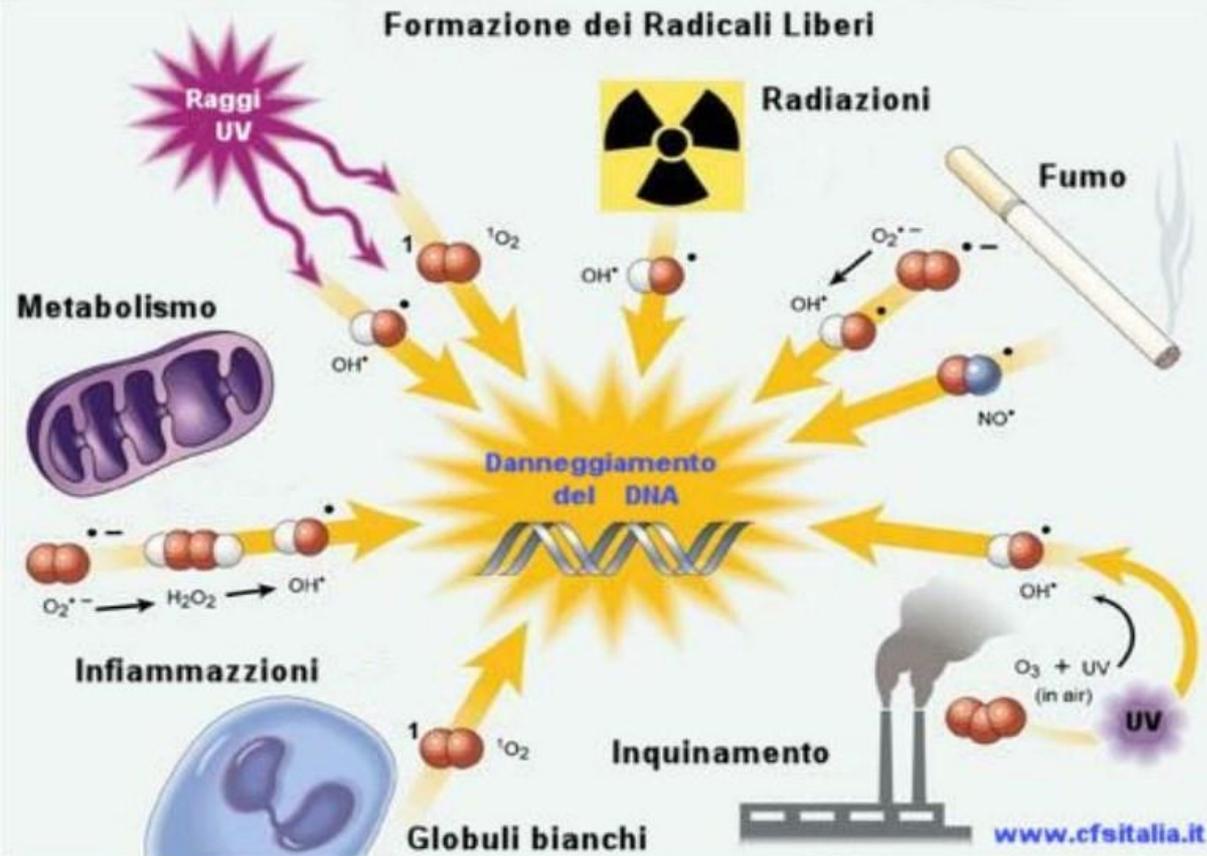
Interazione con la materia vivente

A causa dei fenomeni di ionizzazione le radiazioni ionizzanti tendono a produrre radicali liberi

I "radicali liberi" sono atomi o molecole elettricamente neutri, aventi un elettrone spaiato nell'orbita esterna; sono pertanto molto reattivi e si comportano come ossidanti o riducenti. La formazione di radicali liberi può essere diretta o indiretta, in quest'ultimo caso è mediata dall'acqua che rappresenta il 70-90% della materia vivente.

Queste reazioni sono estremamente dannose per la materia vivente ed alcune strutture cellulari sono più sensibili di altre a tali effetti.

Formazione dei Radicali Liberi



sono fattori scatenanti
l'insorgenza di molte malattie,
per esempio:

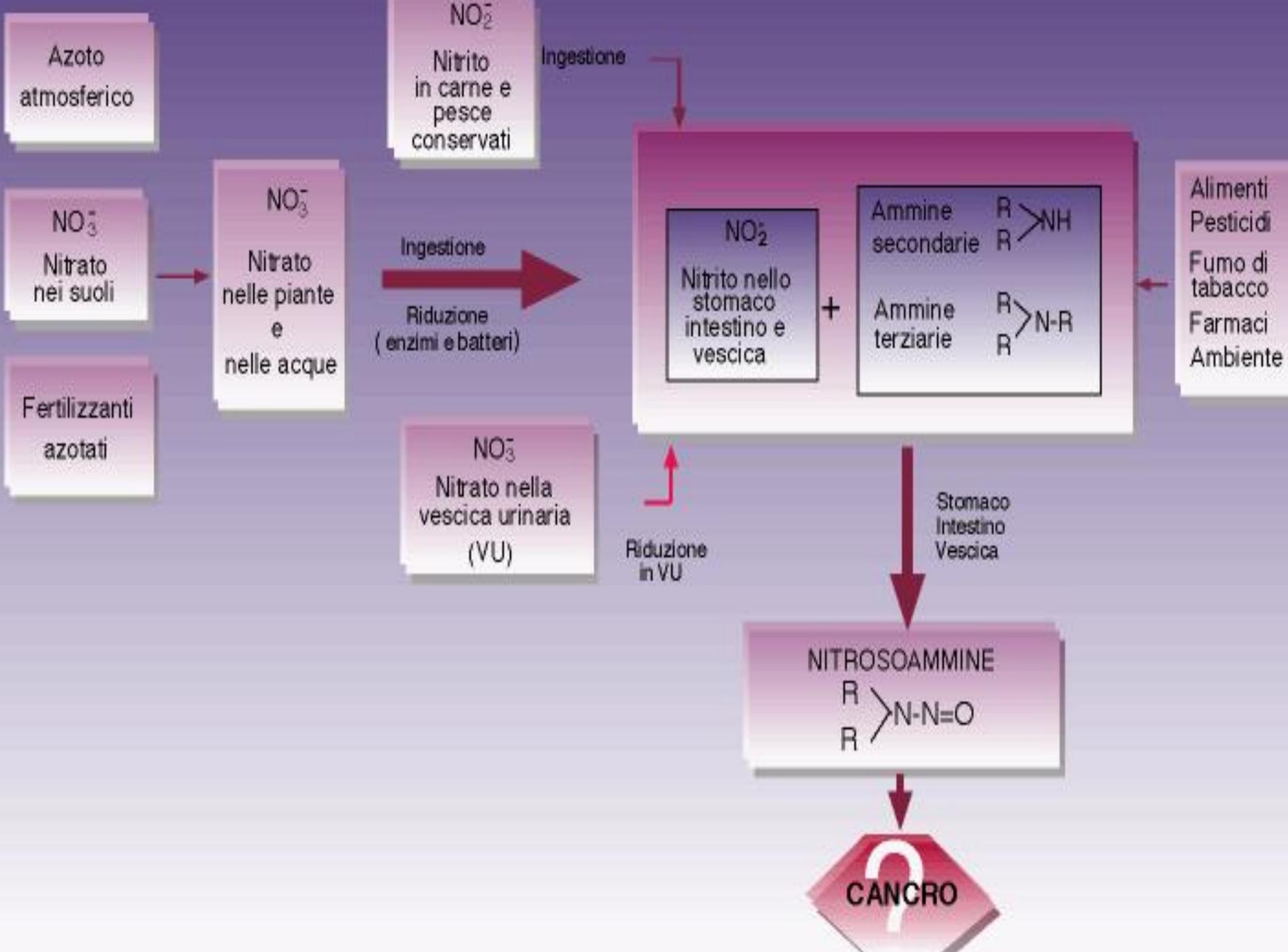
- di alcuni tipi di tumore,
- della cataratta
- di alcune miocardiopatie
- della sclerosi multipla
- dell'artrite reumatoide
- di alcune malattie dell'apparato cardiovascolare (infarti)
- di alcune malattie dell'apparato respiratorio (enfisema)
- aterosclerosi
- morbo di Parkinson

Molti "**radicali liberi**", presenti nell'organismo, sono responsabili di **alterazioni e/o danni** che conducono poi all'instaurarsi di una malattia.

I radicali liberi agiscono su :

- lipidi delle cellule (ne formano la membrana)
- carboidrati e fosfati
- proteine
- enzimi
- DNA (alterano le informazioni genetiche)

“ Una sostanza chimica diventa tossica solo quando, attraverso un'ideonea via di contatto, riesce a superare le barriere naturali dell'organismo e a raggiungere gli organi o tessuti bersaglio a concentrazioni o dosi in grado di determinare effetti dannosi”.



4 CATEGORIE DI INQUINANTI:

1. Biodegradabili
2. Non conservativi
3. Conservativi
4. Particellati

1. Biodegradabili - **materiale organico** (scarichi urbani, cartiere, zuccherifici, mangimifici, drenaggio di terreni coltivati, concimi volatili, petrolio)
mineralizzazione operata da batteri aerobi; in carenza di O_2 :
batteri anaerobi, produzione di metano e acido solfidrico



Inquinamento delle acque → rifiuti che **CONSUMANO OSSIGENO** (DO, Dissolved Oxygen)

Es. scarico urbano in un ecosistema fluviale → BOD = quantità di O richiesta da batteri per decomporre la materia organica

BOD = 1 ppm - 3 ppm - 5 ppm

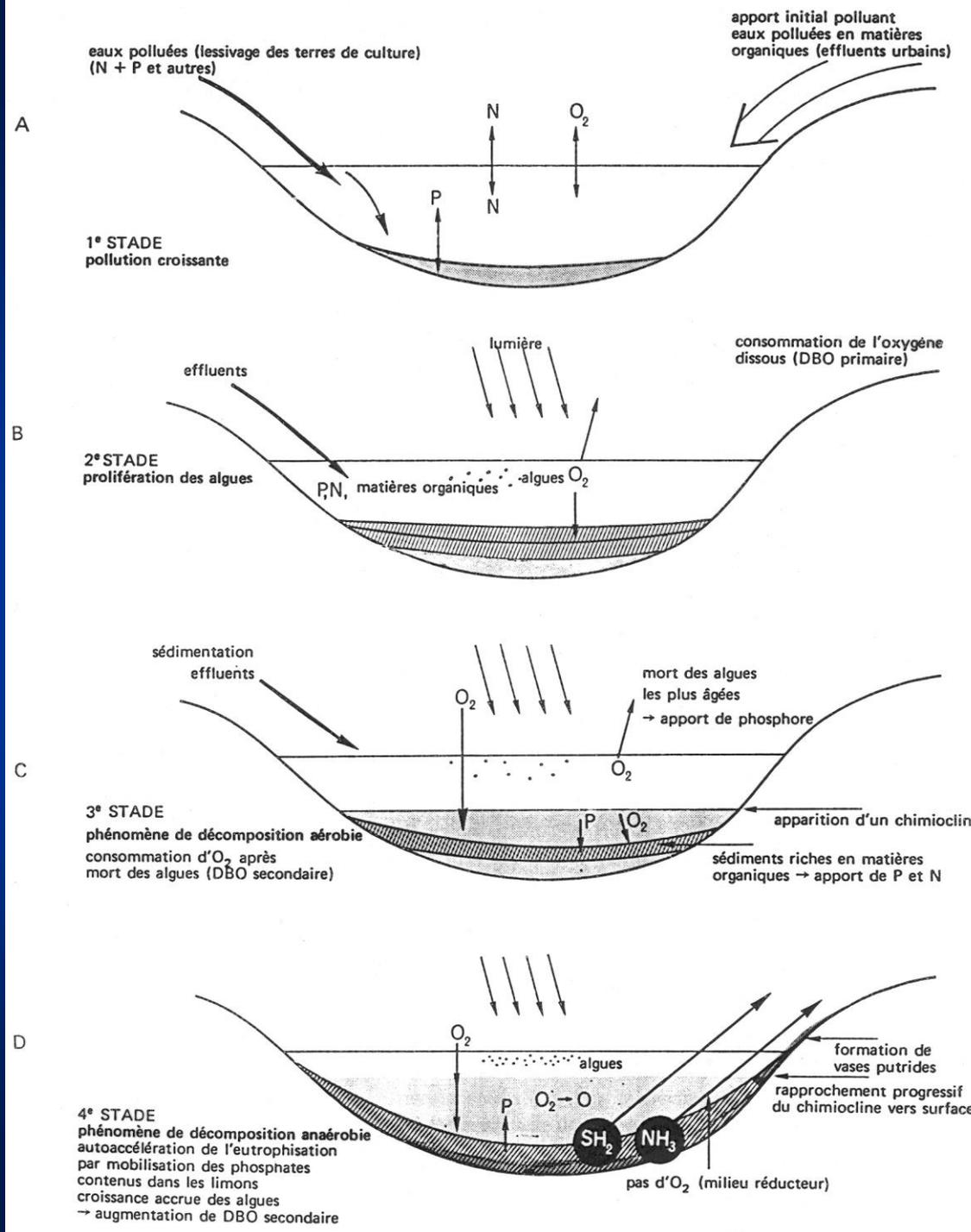


ECOSISTEMI LENTICI PIU' DELICATI

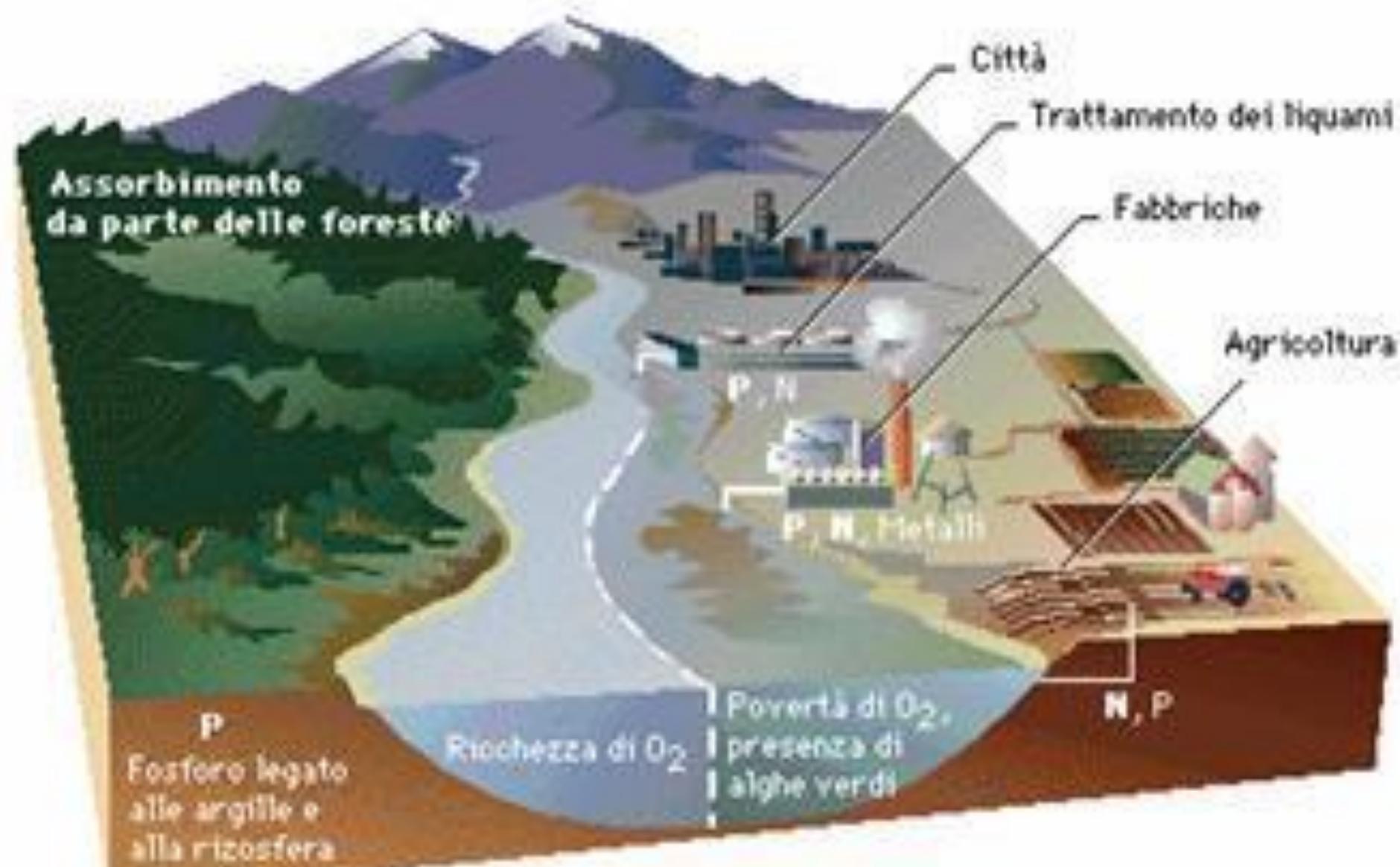
Da 1 a 100 anni per
ricambio d'acqua

PROBLEMA dell'EUTROFIZZAZIONE

Determinato da
abbondanza di Nutrienti
es. AZOTO, FOSFORO



Assorbimento alterato dalle attività umane





Fitoplancton: Euglenoficee, Prasinoficee, Cloroficee, Xantoficee dotate di pigmenti (xantofilla, clorofilla a, b, beta-carotene) sono un anello importantissimo nella catena alimentare marina → **produttori primari** dai quali dipendono tutti gli altri organismi → ma anche di inquinamento



Il termine **eutrofizzazione**, dal greco eutrophia (eu = "buono", trophòs = "nutrimento"), indica una abbondanza di sostanze nutritive in un dato ambiente, in particolare nitrati e fosfati in ambiente acquatico.

Oggi si usa anche per indicare le fasi successive del processo biologico, ovvero un eccessivo accrescimento di organismi vegetali nell'ecosistema acquatico in presenza di dosi troppo elevate di sostanze nutritive come **AZOTO E FOSFORO** provenienti da fonti naturali o antropiche (come i fertilizzanti, alcuni tipi di detersivi, gli scarichi civili o industriali), con un degrado dell'ambiente che diviene asfittico.

L'accumulo di elementi come **AZOTO** e **FOSFORO** causa la proliferazione di alghe microscopiche che, a loro volta, non essendo smaltite dai consumatori primari, causano una maggiore attività batterica ed un aumento del consumo globale di ossigeno.

La mancanza di quest'ultimo provoca la morte dei pesci.

Eutrofizzazione

APPORTO DAL SISTEMA SCOLANTE



Azoto-Fosforo

+ NUTRIENTI
INORGANICI



+ NUTRIENTI
ORGANICI

+ $H_2S - O_2$



Anossia e mucillagine

Sedimenti del fondale

Fitoplancton

CO_2

Carbonio organico
mineralizzazione

e^-

NO_3^-

SO_4^{2-}

+ O_2

- O_2

+ $H_2S - O_2$



Acidità crescente

Alterazioni del ciclo naturale di azoto e fosforo: EUTROFIZZAZIONE

Il processo di eutrofizzazione delle acque comprende le seguenti tappe:

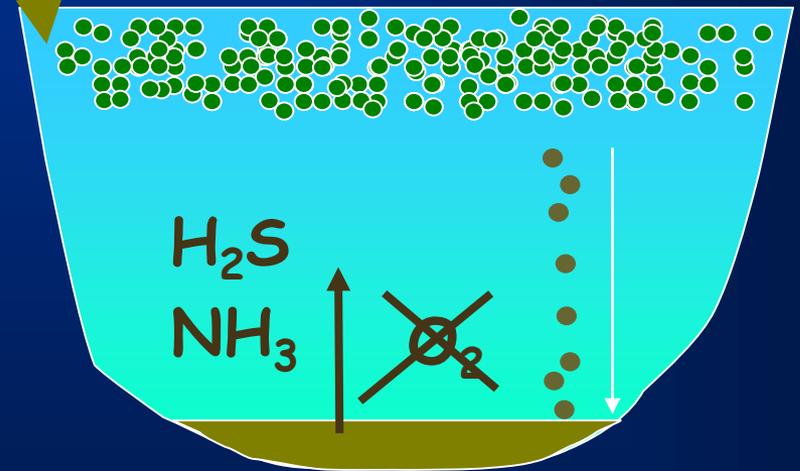
- fase di aumentata disponibilità di nutrienti (N e P) all'interno del corpo d'acqua;
- fase di incremento d'ELLA biomassa vegetale (fitoplancton e/o macrofite);
- fase di insorgenza di fenomeni anossici, con conseguente formazione di composti ridotti derivati dalla decomposizione anaerobica.

Eutrofizzazione

Condizioni normali



+ N, P Le macrofite crescono



In un ecosistema lentico si hanno queste diverse temperature nell'anno

E sono il fattore fisico più importante del determinare il ciclo annuale e giornaliero, influenzando le caratteristiche chimiche delle acque quindi l'ecologia degli organismi costituenti l'ecosistema lacustre.

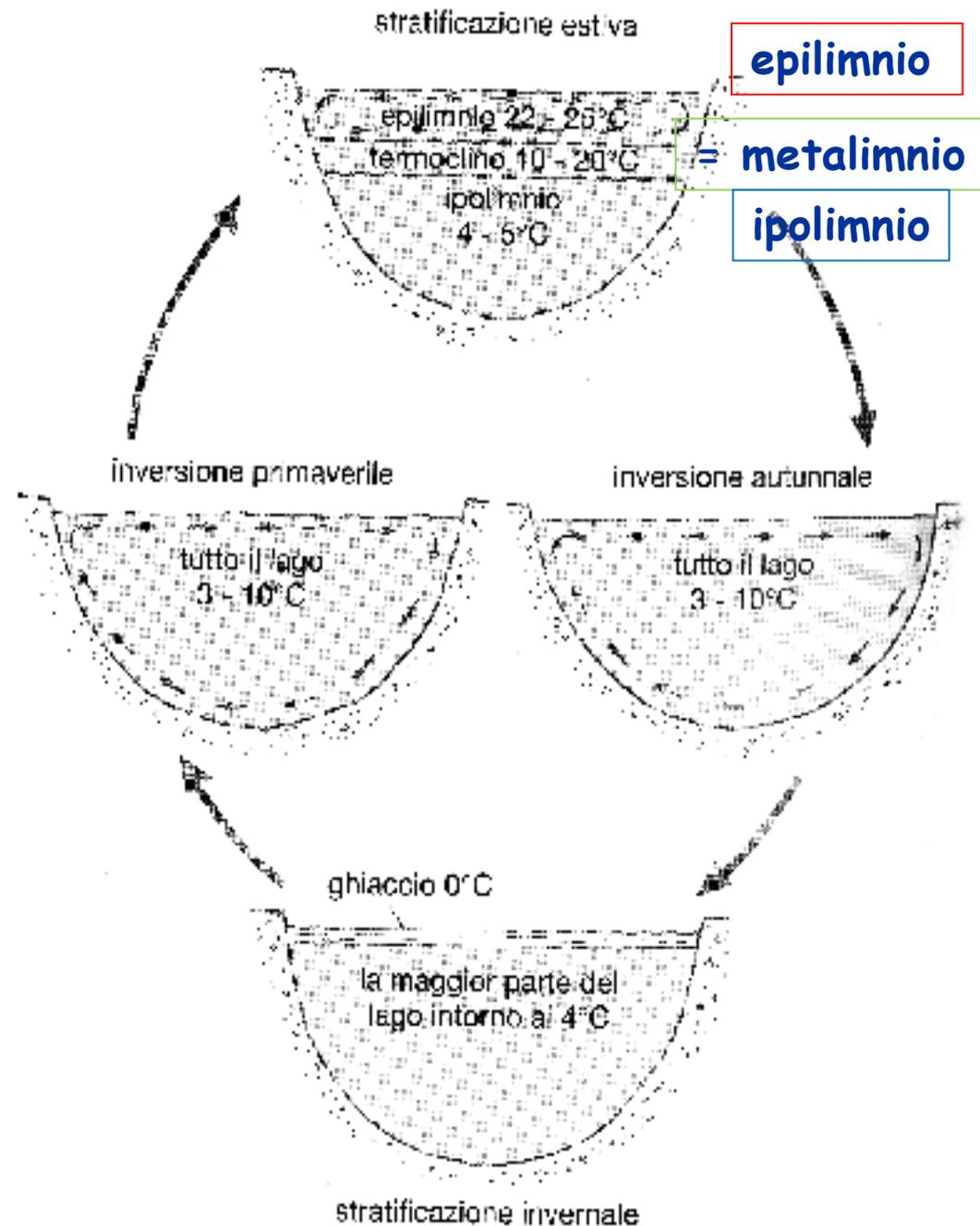
La principale fonte di calore di un lago è la radiazione solare che viene assorbita dall'acqua. L'acqua però ha una scarsa tendenza a cedere calore per cui solo lo strato superficiale (nell'ordine di alcuni metri) risulta influenzato dalla temperatura esterna: è l'**epilimnio**.

Nello strato immediatamente sottostante all'epilimnio la temperatura varia rapidamente con la profondità:

è il **metalimnio**.

Se il lago è abbastanza profondo c'è uno strato in cui la temperatura si mantiene costante intorno ai 4 °C:

è l'**ipolimnio**.



Sintomatologia dell'eutrofizzazione

- Alto livello di produttività e biomassa,
- Frequenza delle fioriture algali,
- Deficit di ossigeno in profondità e concomitante sovrassaturazione dello strato epilimnico durante i periodi di stratificazione termica,
- Impoverimento del numero di specie vegetali e animali,
- Diminuzione delle specie ittiche pregiate,
- Aumentata crescita di piante acquatiche nelle zone litorali,
- Aumento della concentrazione di azoto e fosforo,
- Aumento della densità batterica,
- Valori elevati di pH nello strato superficiale per effetto dell'attività fotosintetica che sottrae anidride carbonica all'acqua,
- Diminuzione della trasparenza dell'acqua,
- Elevata concentrazione di clorofilla nell'epilimnio,
- Degenerazione della qualità delle acque.....

Indicatori trofici

Fisici	Chimici	Biologici
trasparenza ridotta	elevata conduttività	frequenza delle fioriture algali
elevata sedimentazione	elevata concentrazione primaverile di nutrienti	notevole sviluppo di vegetazione litorale
	scarso contenuto di ossigeno ipolimnico	predominio di specie ittiche meno pregiate
	sovrasaturazione di ossigeno nell'epilimnio	elevata produzione primaria

Alcuni effetti negativi dell'eutrofizzazione sono:

- aumento della biomassa di fitoplancton
- sviluppo di specie tossiche di fitoplancton
- aumento della quantità di alghe gelatinose (mucillaggini)
- aumento delle piante acquatiche in prossimità dei litorali
- aumento della torbidità e del cattivo odore dell'acqua
- diminuzione della quantità di ossigeno disciolto nell'acqua
- scomparsa di alcune specie ittiche pregiate (es. i salmonidi)
- diminuzione della diversità biotica

PER CONTRASTARE L'EUTROFIZZAZIONE BISOGNA RIDURRE GLI AFFLUSSI DI NUTRIENTI AI CORPI IDRICI, AD ESEMPIO CON:

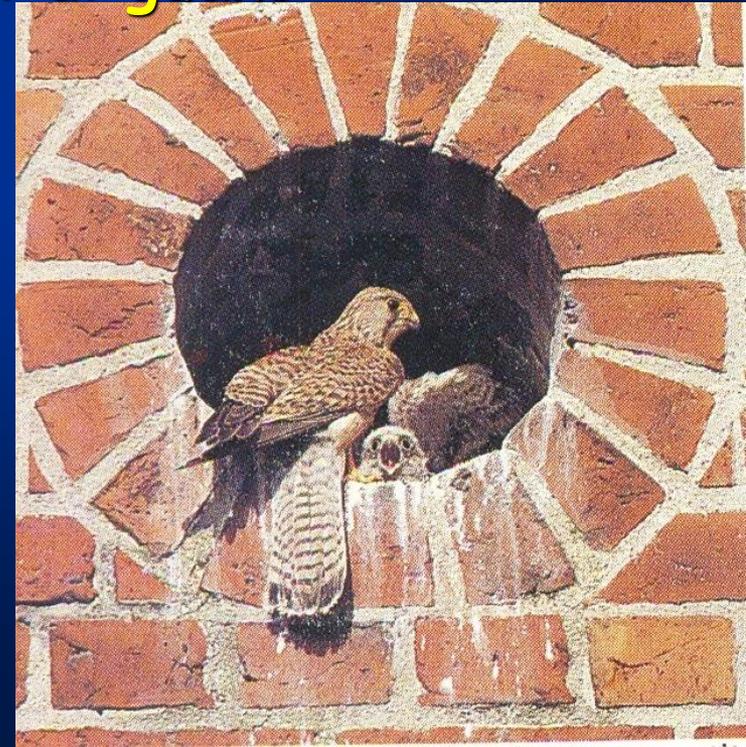
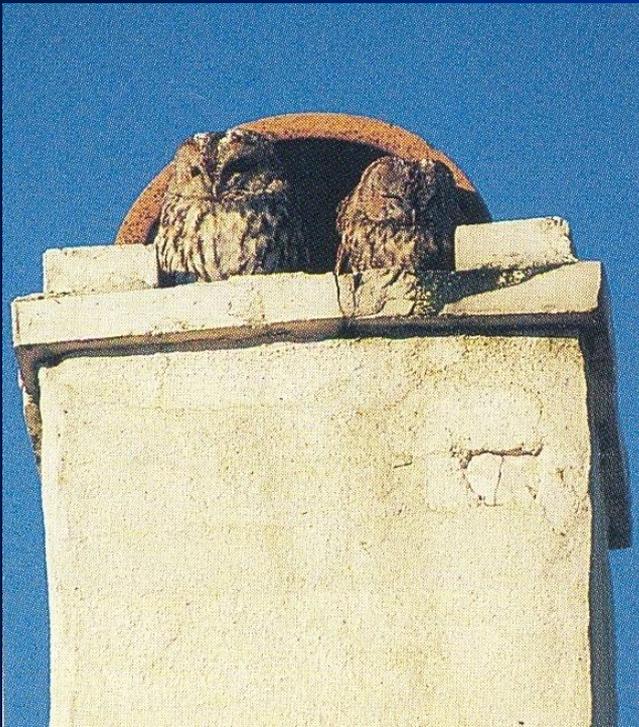
- riduzione dei fertilizzanti in agricoltura,
- depurazione degli scarichi civili ed industriali,
- trattamento delle acque di scolo delle colture,
- impianti di fitodepurazione.

SI RITIENE CHE IL RISCALDAMENTO GLOBALE CONTRIBUIRÀ A PEGGIORARE IL FENOMENO DELL'EUTROFIZZAZIONE.

IL RISCALDAMENTO DELLE ACQUE SUPERFICIALI INFATTI FA DIMINUIRE LA SOLUBILITÀ DEI GAS (E QUINDI ANCHE DELL'OSSIGENO)

Si può avere anche eutrofizzazione, ricollegabile ad un arricchimento di sostanze organiche che favoriscono le specie eterotrofe (funghi e alcuni batteri) o di un apporto di nitrati o di altri nutrienti che determinano un incremento delle specie nitrofile:

Nel caso di sommità di muri, cornicioni, modanature architettoniche ecc., cioè nelle stazioni frequentate dagli uccelli, ciò può essere dovuto a depositi di guano



Gli effetti.....

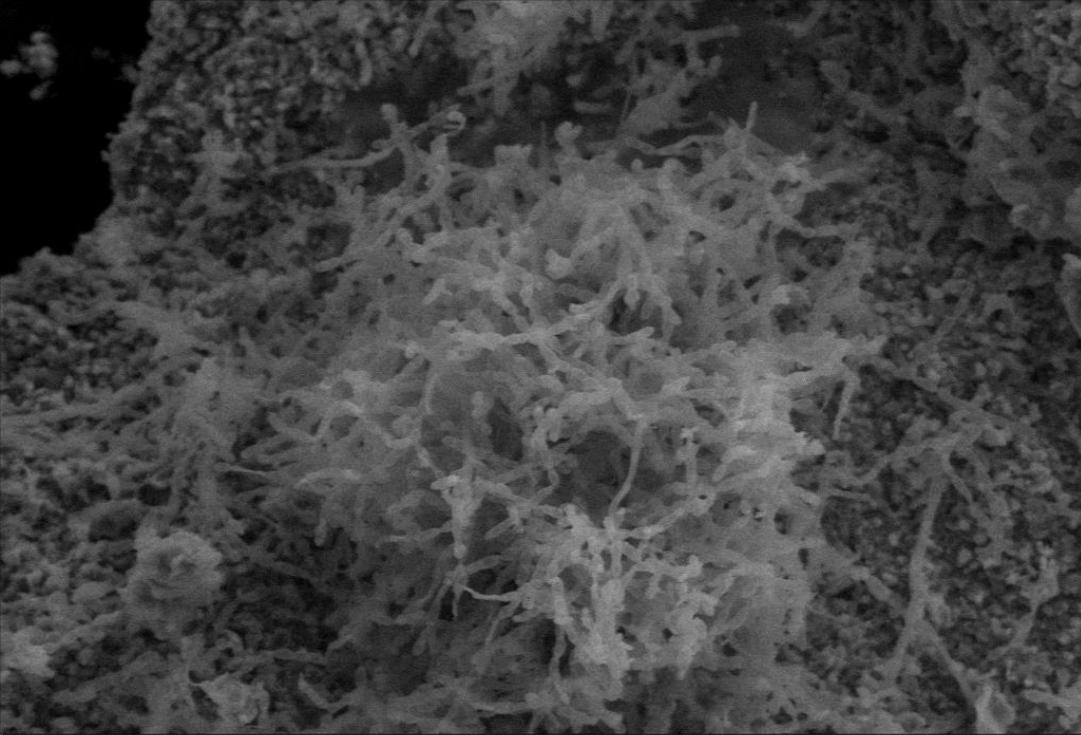


Alcuni esempi di Biofilm
"aiutati" dalla presenza di guano
di cicogne in ambienti caldi
(Marocco) = esempio di
eutrofizzazione??

Altri esempi



Raschiando un pò di materiale e guardandolo al SEM a volte si ottengono immagini come questa, si tratta di funghi!



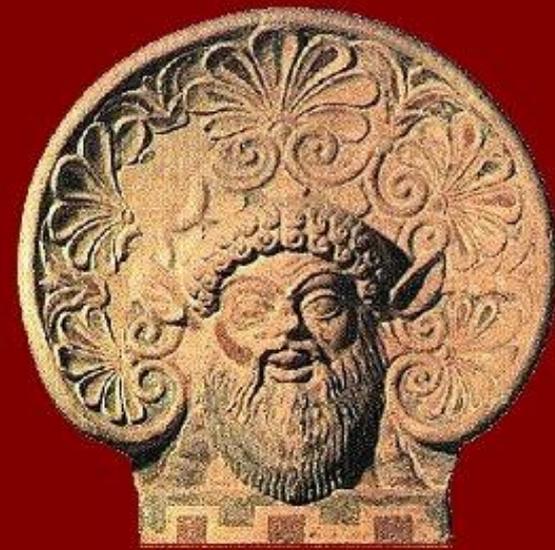
Mag = 1.08 K X 20 µm
Output To = Display/File | WD = 14.5 mm EHT = 20.00 kV Signal A = VPSE G3 Vacuum Mode = Extended Pressure Date :24 Feb 2011

Sul guano degli uccelli crescono le patine nere o biofilm microbici



Qui i piccioni imbrattano varie parti della Cattedrale di Florianopolis in Brasile

Il problema era già presente in epoca romana, quando la lotta ai piccioni veniva effettuata anche grazie all'uso di parti architettoniche in cotto: le ANTEFISSE, che servivano per chiudere le aperture delle tegole



testa in terracotta di cavallo
da una statua acroteriale
loc. Malino a vento - 7 sec. a.c.



antefissa in terracotta
a testa di sileno - da un
tempio del 7 sec. a.c.



antefissa policroma raffigurante la gorgone
(seconda metà del VI sec. a.c. museo di Callinissetta)



Tempio Higashi Hongan-ji, Kyoto, Giappone. Rete anti-uccelli in metallo che protegge la struttura in legno

Rete che protegge dagli uccelli una statua nel Sagrario Metropolitano di Mexico City



..ma molto spesso non si mantengono.....come è successo in questo caso



Oppure si usano questi
spuntoni







...e le specie
nitrofile
prosperano, come
la parietaria che
vedete sul
cornicione

Le sostanze inquinanti degradabili o non persistenti vengono degradate completamente o ridotte a livelli accettabili attraverso processi fisici, chimici e biologici naturali

Le sostanze chimiche complesse vengono degradate = metabolizzate a sostanze semplici da organismi viventi (solitamente batteri specializzati) → sostanze inquinanti biodegradabili

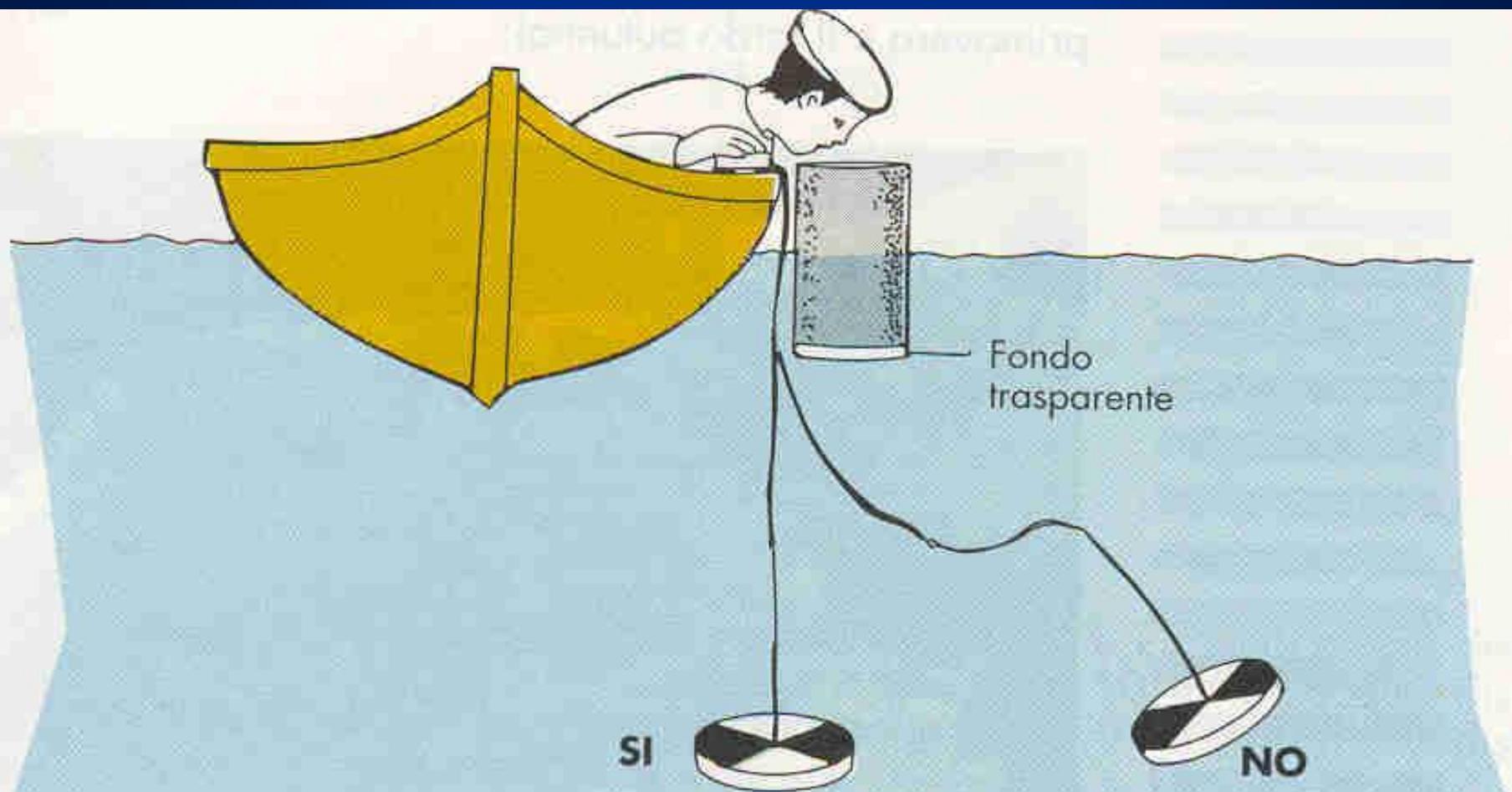
Gli scarichi fognari in un fiume sono un esempio di inquinanti biodegradati rapidamente dai batteri basta che non vengano riversati ad un ritmo più veloce del tempo necessario per eliminarli

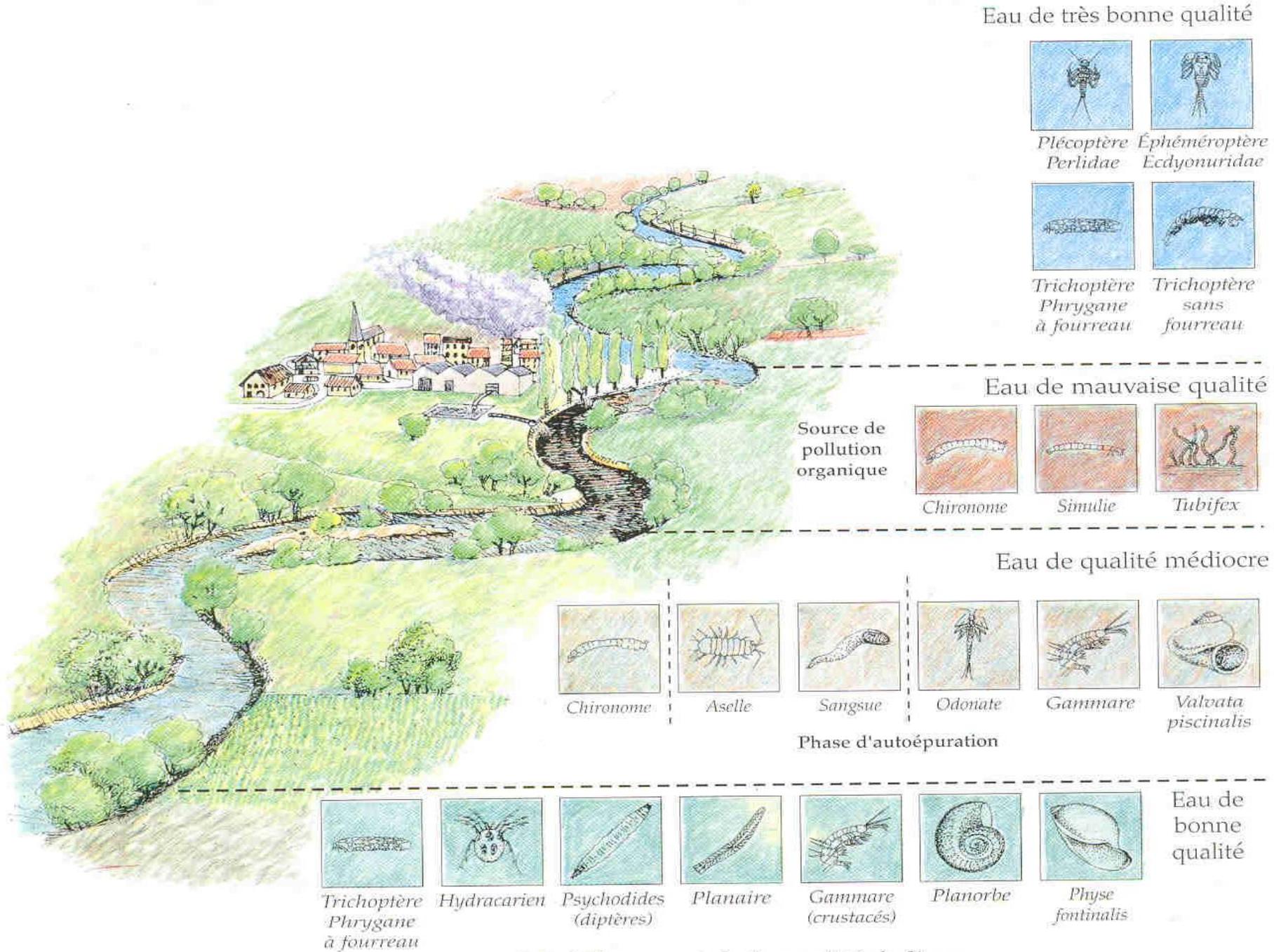
Necessità di messa a punto di metodiche ecologiche che analizzino la componente biologica dell'ecosistema = la comunità e non solo la componente abiologica = habitat
→ bioindicazione = utilizzazione di un sistema biologico = individui e popolazioni o ecologico = comunità per valutare

le modificazioni indotte sui sistemi naturali da qualsiasi fattore di disturbo es. scarico fognario, scarico industriale, ecc.

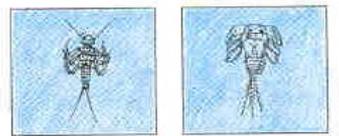
..cosa succede alla flora ed alla fauna di un fiume quando scarichiamo reflui urbani ? = maggiore torbidità ed abbassamento del tenore in O_2 disciolto → scomparsa o diminuzione di specie vegetali ed animali particolarmente sensibili all'inquinamento

Disco di SECCHI





Eau de très bonne qualité

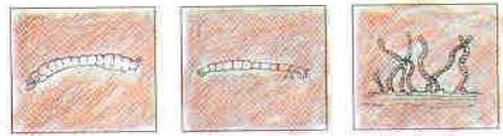


Plécoptère Perlidae Éphéméroptère Ecdyonuridae



Trichoptère Phrygane à fourreau Trichoptère sans fourreau

Eau de mauvaise qualité



Chironome Simulie Tubifex

Eau de qualité médiocre



Chironome Aselle Sangsue Odonate Gammare Valvata piscinalis

Phase d'autoépuration



Trichoptère Phrygane à fourreau Hydracarien Psychodides (diptères) Planaire Gammare (crustacés) Planorbe Physe fontinalis

Eau de bonne qualité

Rétablissement de la qualité de l'eau

Metodo semplice ...

Extended Biotic Index = E.B.I.

IBE in italiano

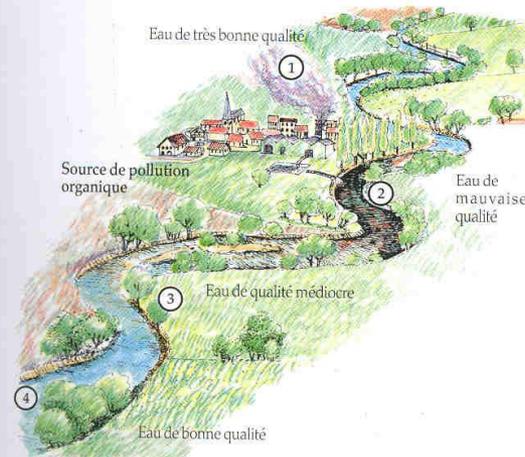
tiene conto della
 numerosità delle
 specie presenti e
 della sensibilità delle
 varie specie
 all'inquinamento di
 tipo organico

Groupes faunistiques		Nombre d'unités systématiques du groupe	Nombre total d'espèces animales différentes				
			I	II	III	IV	V
			1	2à5	6à10	11à15	≥16
Sensibilité décroissante à la pollution organique	1 Plécoptères Ephéméroptères Ecdyonuridés	>1	-	7	8	9	10
	2 Trichoptères à fourreaux	>1	-	6	7	8	9
	3 Ancyliades (Mollusques) Ephéméroptères (sauf Ecdyonuridés)	>2	-	5	6	7	8
	4 Odonates Aphélochétus (Hémiptères) Physes (Mollusques) Gammaridés (Crustacés)	3	4	5	6	7	
	5 Sanguie Sphaériades (Mollusques) Aselles (Crustacés) Hémiptères (sauf Aphélochétus)	2	3	4	5	-	
	6 Tubifex (Annelidés) Chironomes (Diptères)	1	2	3	-	-	
	7 Eristales (Diptères)	0	1	1	-	-	

Limite de pollution — Eaux non polluées Eaux polluées

LA MÉTHODE :
 On réalise des prélèvements de la faune du fond du cours d'eau (faune benthique) à l'aide de filets de tailles et mailles appropriées. Pour chaque station, on effectue plusieurs prélèvements dans des habitats distincts. Les animaux récoltés sont convenablement fixés, puis identifiés. Ils permettent de définir les groupes faunistiques (lignes horizontales). On recherche parmi les animaux récoltés ceux qui sont le plus sensibles à la pollution et qui définissent les groupes faunistiques 1, 2 et 3 de référence. Leur richesse est estimée en tenant compte du nombre d'espèces animales qui s'y rattachent. Les groupes faunistiques 4, 5 et 6 manifestent une résistance croissante à la pollution. Par ailleurs, on effectue pour chaque prélèvement un comptage de toutes les espèces animales rencontrées. Les résultats s'inscrivent dans des fourchettes de valeur qui définissent les colonnes I, II, III, IV, V. L'indice biotique se lit au croisement d'une ligne horizontale et d'une colonne.

1 + 2 + 3 : Groupe faunistique des animaux les plus sensibles à la pollution.



Station 1

Parmi les espèces récoltées : 2 espèces de Plécoptères et 2 espèces d'Ephéméroptères Ecdyonuridés, auxquelles s'ajoutent 12 espèces d'animaux différents, soit Groupe 1, ligne 1, colonne IV → indice biotique 9 → l'eau est pure.

Station 2

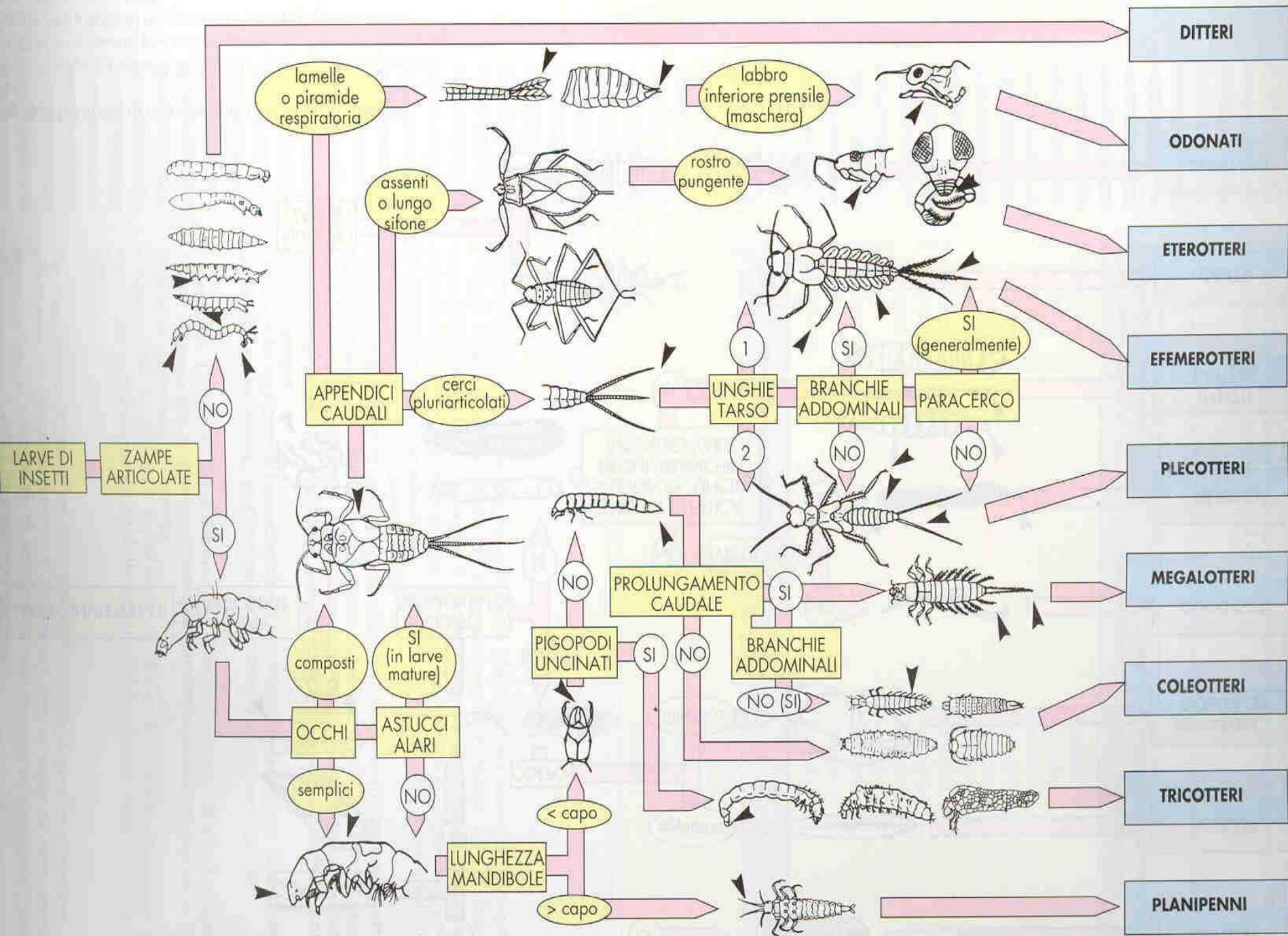
1 espèce de diptère (chironome), 1 espèce de vers (tubifex), accompagnées de 2 autres espèces d'animalcules, soit Groupe 6, ligne 9, colonne II → indice biotique 2 → l'eau est polluée.

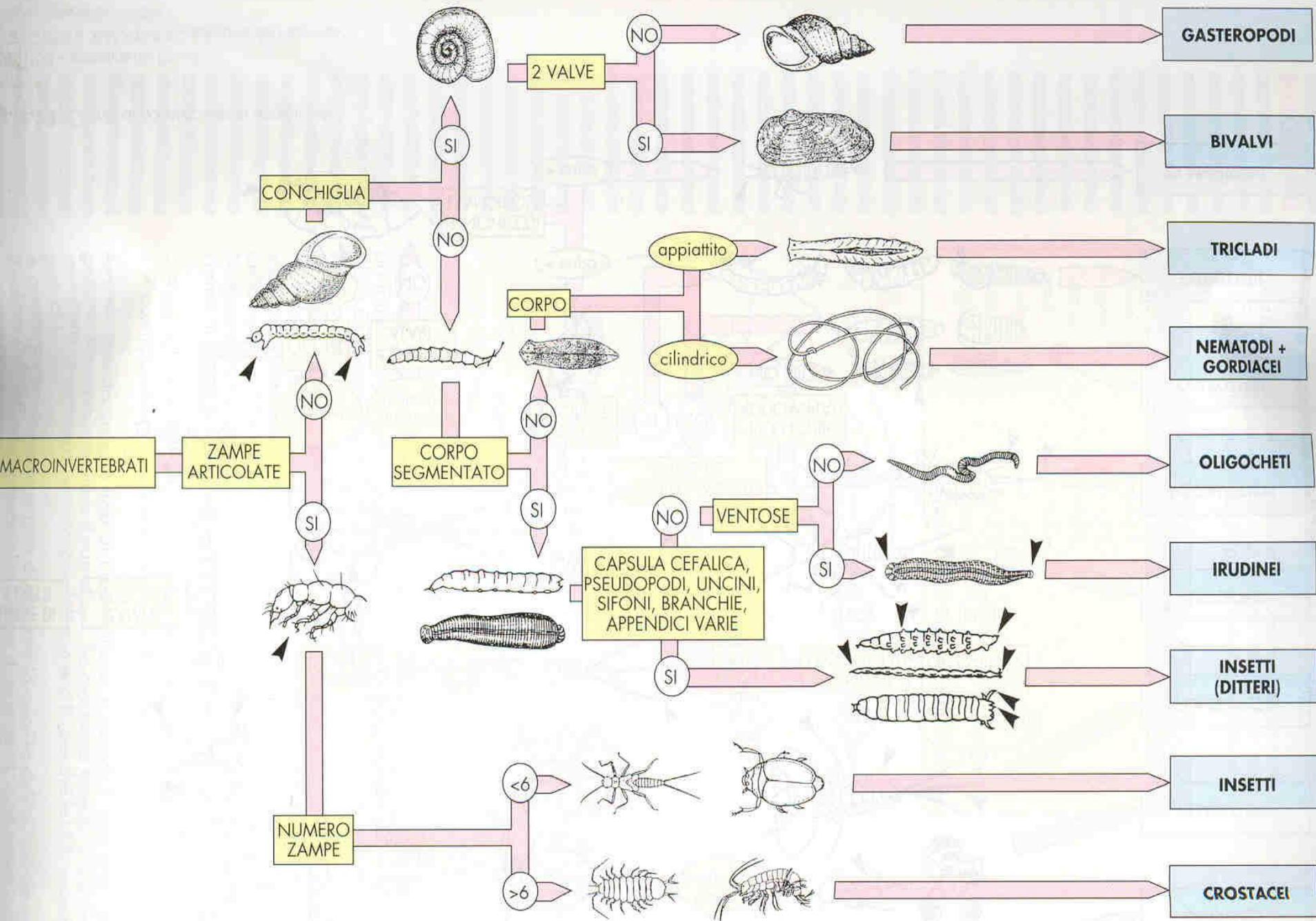
Station 3

1 espèce de crustacés (aselle), 3 espèces de mollusques (dont mollusques sphériades), 1 espèce de sanguie, 1 espèce d'odonate, soit Groupe 5, ligne 8, colonne III → indice biotique 4 → l'eau est de qualité très médiocre.

Station 4

Une vingtaine d'espèces sont recensées, dont 2 espèces d'odonates, 2 espèces de crustacés, 4 espèces de mollusques, 2 espèces d'hémiptères, 2 espèces d'éphéméroptères, 2 espèces de trichoptères, etc... soit Groupe 4, ligne 7, colonne V → indice biotique 6 → l'eau est de bonne qualité.





5.21 Chiave di riconoscimento dei macroinvertebrati

LICHENI

come bioindicatori

- non devono essere presenti scanalature o grosse nodosità, che impediscono uno scorrimento uniforme dell'acqua piovana;
- la scorza non deve essere desquamante (platano, conifere), contenere sostanze resinose (conifere) o antimicotiche (ippocastano);
- non devono essere stati effettuati trattamenti antiparassitari o verniciature del tronco;
- non ci deve essere una forte presenza di muschio;
- gli alberi devono essere il più possibile isolati ed in nessun caso parte di siepi.

Bisognerebbe inoltre escludere gli esemplari la cui posizione, presumibilmente, non corrisponda ad una situazione di inquinamento medio di quella zona, come ad esempio una pianta posta sul ciglio di una strada di discreta percorrenza, in una zona di aperta campagna; in questo caso l'albero potrebbe produrre un valore dell'indice basso a causa della sua estrema prossimità alle emissioni inquinanti, quando le condizioni medie della zona sono molto migliori.

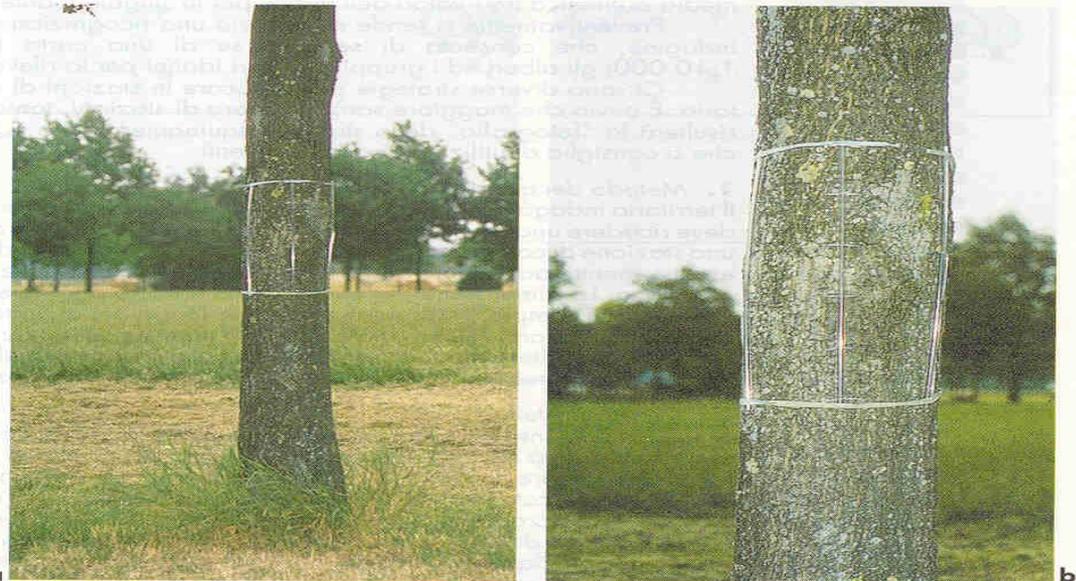


Fig. 5.63. a) Corretto posizionamento del reticolo; **b)** particolare del reticolo di rilevamento.

Infine, è opportuno escludere gli alberi che si ritiene siano soggetti a fattori anomali, in grado di influenzare la crescita dei licheni, come ad esempio la presenza di aerosol contenenti sostanze nutritive (effetto positivo) o trattamenti con prodotti anticrittogamici (effetto negativo). Spesso infatti si nota una crescita più abbondante di licheni nella parte del tronco prossima al suolo, a causa dell'apporto di nutrienti dovuto alle concimazioni o semplicemente alle particelle terrose che arrivano con gli schizzi di pioggia.

Per ottenere un risultato il più preciso e attendibile possibile, è necessario ridurre al minimo la variabilità dei risultati dovuta alle diverse caratteristiche del substrato di crescita dei licheni.

Esistono infatti piante a scorza acida e piante a scorza basica, che sono in grado di influenzare il tipo ed il numero dei licheni presenti. Si deve quindi operare una scelta a favore di una sola pianta o al massimo due, ma entrambe a scorza acida o a scorza basica, privilegiando quelle più diffuse nella zona. Di norma le piante più utilizzate sono i tigli (alberature stradali, giardini pubblici e privati) e le querce (campagna).

FUNGHI che vivono in SIMBIOSI con le ALGHAZZURRE

FORMANO LE SOSTANZE NUTRITIVE

PIONIERI

sono organismi

sono

le alghe

I LICHENI

i funghi

colonizzano gli

FORNISCE ACQUA E SALI MINERALI

AMBIENTI PIÙ DIVERSI

non resistono all'

INQUINAMENTO

e per questo servono da

BIOINDICATORE



IL BIOMONITORAGGIO consiste nel controllo dell'ambiente mediante organismi viventi; questa tecnica interessa ormai diversi settori della sorveglianza ambientale e nel caso del monitoraggio dell'ozono il bioindicatore utilizzato è la pianta di tabacco *Nicotiana tabacum* L.



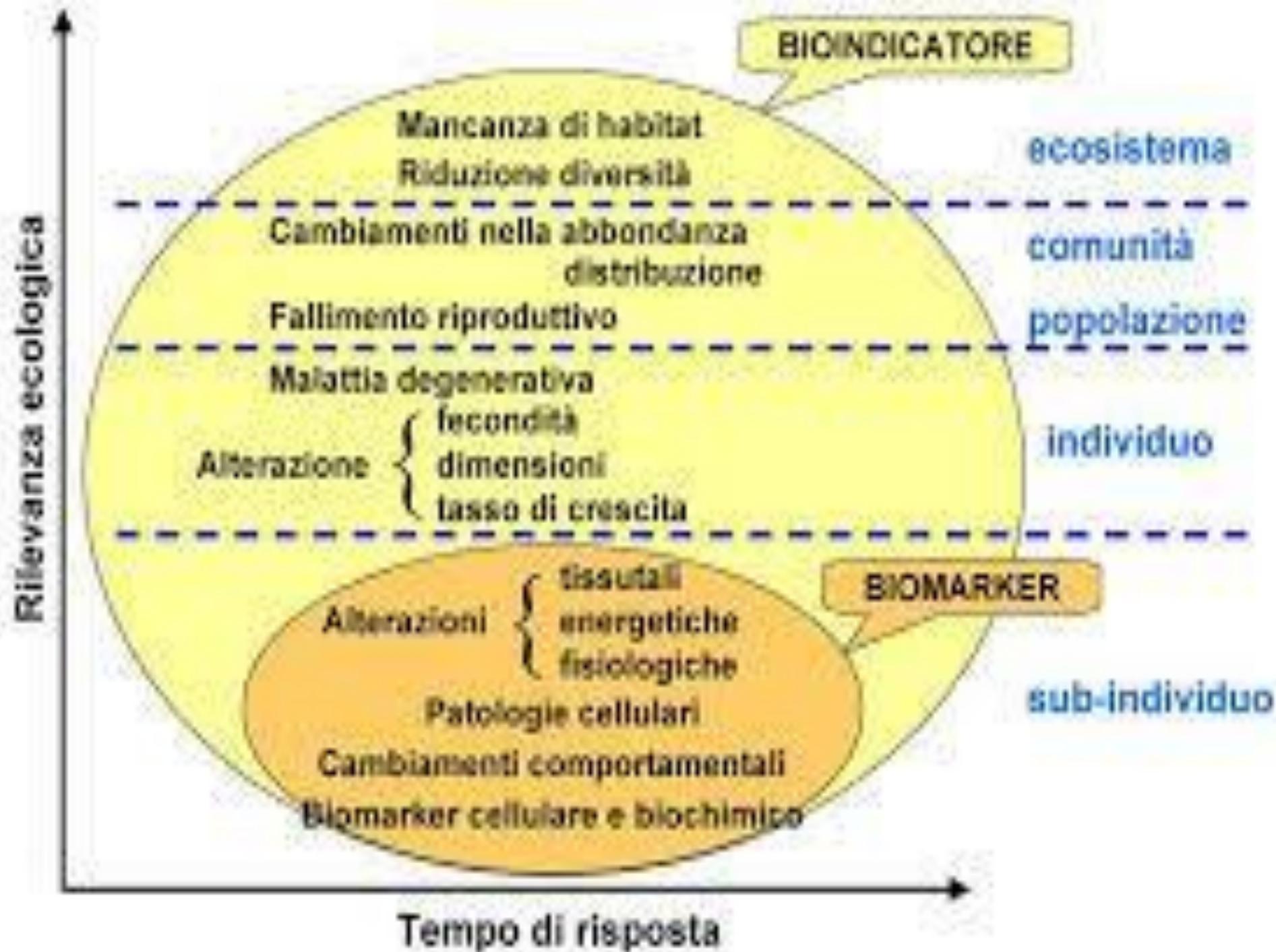
BIOINDICATORE = ORGANISMO (GRUPPI DI ORGANISMI) in grado di rilevare gli effetti negativi che gli inquinanti determinano su di esso.

I bioindicatori, inoltre, forniscono informazioni integrate mettendo in evidenza alterazioni causate da diversi fattori: la risposta di un bioindicatore a una perturbazione deve essere interpretata e valutata in quanto sintetizza l'azione sinergica di tutte le componenti ambientali.

Un bioindicatore è organismo o un sistema biologico usato per valutare una modificazione - generalmente degenerativa - della qualità dell'ambiente.

il bioindicatore potrà essere una comunità, un gruppo di specie con comportamento analogo (gruppo ecologico), una specie particolarmente sensibile (specie indicatrice), oppure una porzione di organismo, come organi, tessuti, cellule o anche una soluzione di estratti enzimatici. Esso può mostrare variazioni evidenti nella fisiologia, morfologia o distribuzione a causa dell'inquinante presente nell'ambiente. Un bioindicatore per essere ritenuto efficiente deve possedere le seguenti caratteristiche:

- Rilevabile
- Facilmente misurabile, in modo tale da essere continuamente aggiornato;
- scientificamente valido;
- sensibile a piccole variazioni di stress ambientale;
- applicabile in aree geografiche ampie e nel numero più ampio possibile di comunità e di ambienti ecologici;
- quantificabile;
- economico.



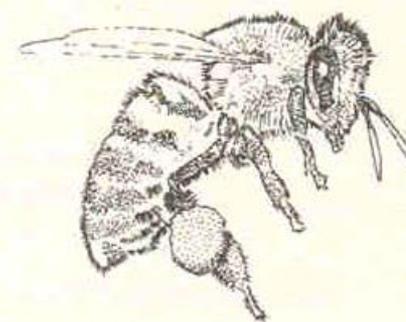
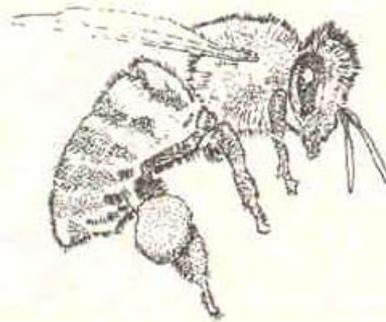
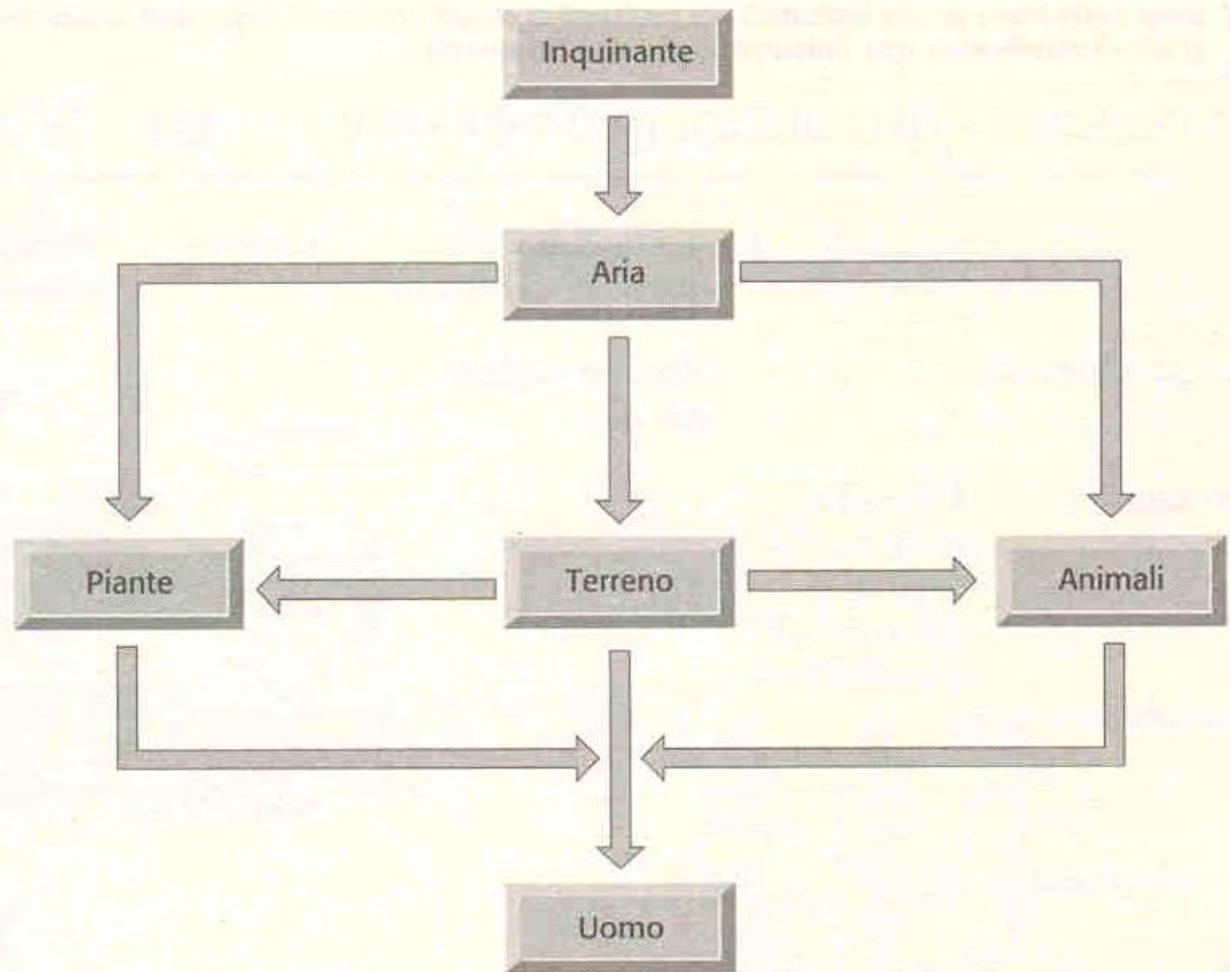
Un buon bioindicatore (o indicatore biologico) oltre ad essere sensibile all'inquinante che si ricerca, deve segnalare la presenza tramite effetti visibili in maniera evidente e in modo tale che sia possibile effettuare valutazioni quantitative.

Nicotiana tabacum rivela la presenza di ozono tramite la comparsa sulle foglie di piccole macchie color avorio; la superficie danneggiata è proporzionale alla dose di inquinante cui la pianta è stata sottoposta.



Altro
buon
**INDICATORE
BIOLOGICO:**
l'ape

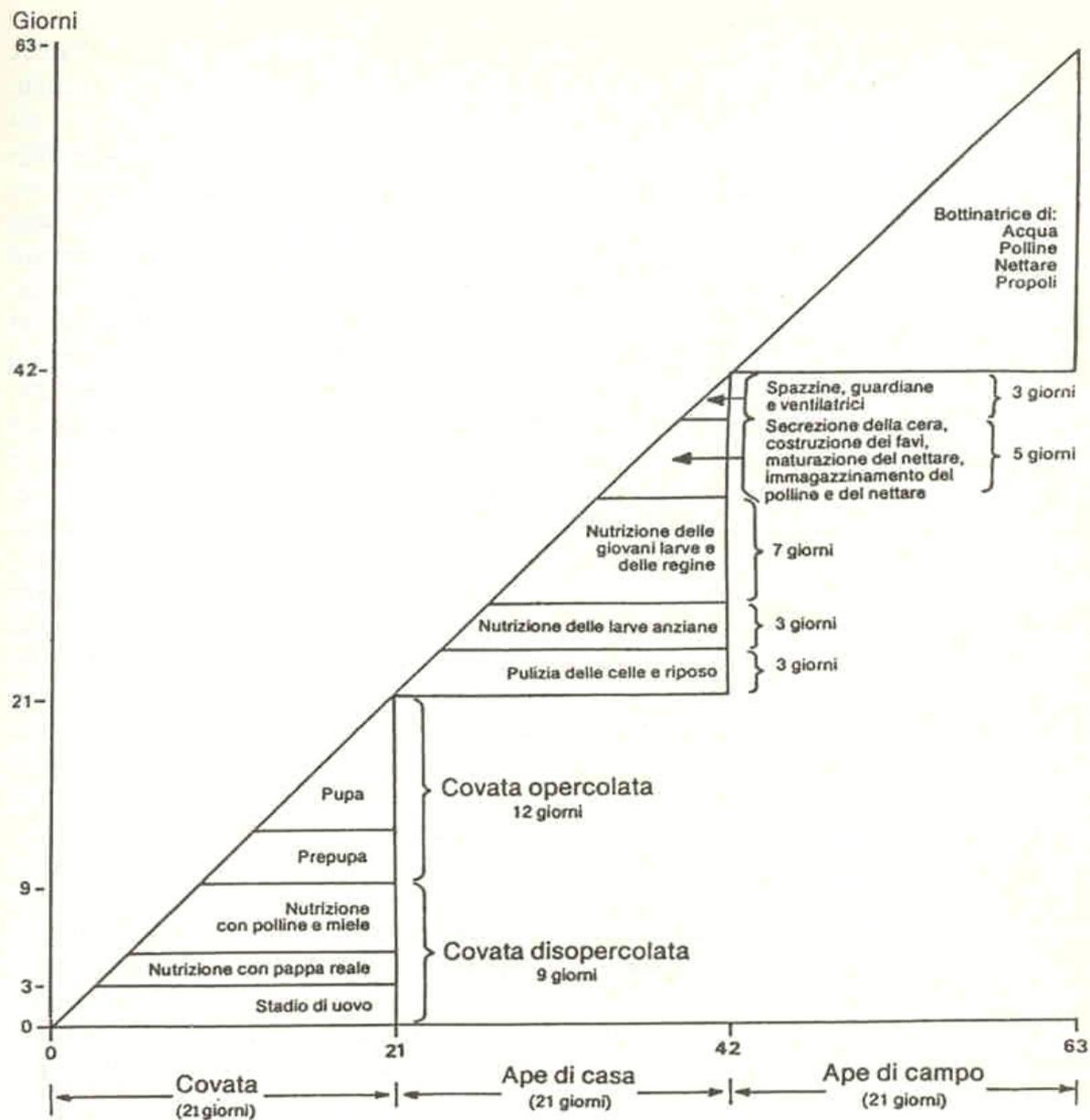
raccoglie
inquinanti
da luoghi
diversi,
in tempi
diversi



L'ape

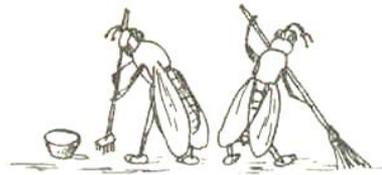






Vita delle operaie.

Dalla deposizione dell'uovo alla morte: attività lavorative correlate all'età (da U.S.D.A. = United States Department Agricultural).

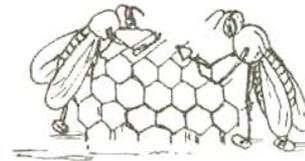


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20
- 21
- 22
- 23
- 24
- 25
- 26
- 27
- 28
- 29
- 30

Pulizia dell'arnia



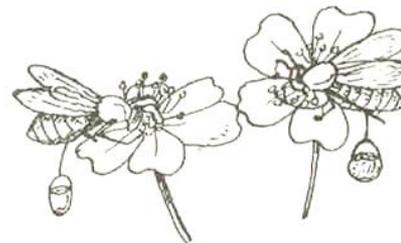
Allevamento della covata



Costruzione dei favi



Difesa dell'arnia



Raccolta di nettare polline ed acqua

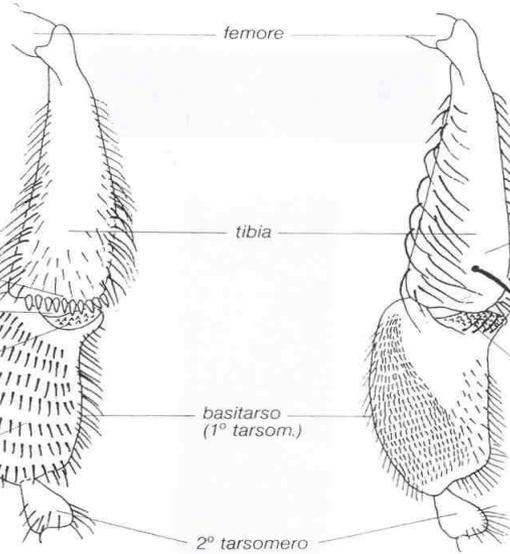
▷ ZAMPA POSTERIORE
VISTA DAL LATO
INTERNO CON ORGANI
PER LA RACCOLTA
DEL POLLINE ED IL
PRELIEVO DELLE
SCAGLIE DI CERA

pettine tibiale

"pinza"
tibia-tarsale
per il prelievo
delle scaglie
di cera

auricola con
minute
denticolazioni

spazzola



femore

tibia

basitarso
(1° tarsom.)

2° tarsomero

◁ ZAMPA POSTERIORE
VISTA DAL LATO
ESTERNO CON ORGANI
PER L'ACCUMULO ED
IL TRASPORTO DEL
POLLINE

cestella per il
trasporto del
polline (area
liscia e leggermente
concava circondata
da lunghe
setole ricurve)

setola di
sostegno della
massa pollinica

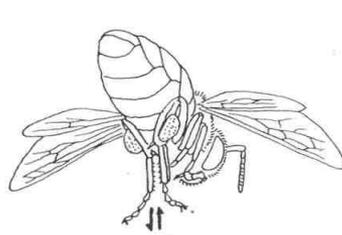
auricola
con setole

▽ FASI E MODALITÀ DI ACCUMULO DEL POLLINE NELLE CESTELLE

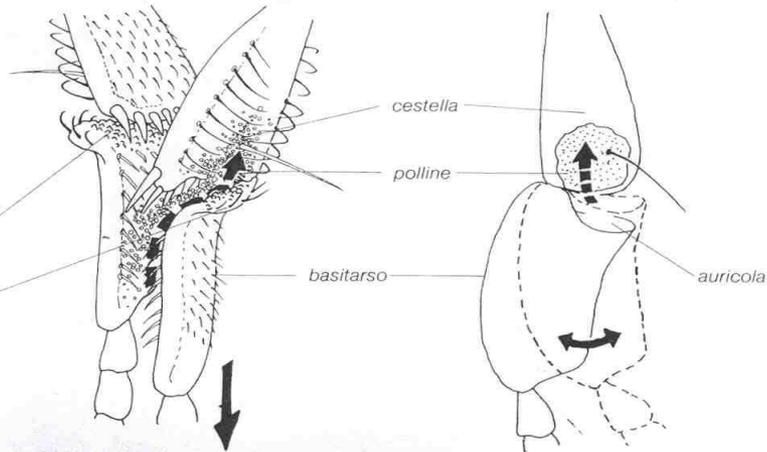
▽ Ape che in volo
trasferisce il polline
dalla spazzola di una
zampa alla cestella
di quella opposta
strofinando alternati-
vamente le zampe

▽ distacco del polline
dalla spazzola di una
zampa con il pettine
di quella opposta e
convogliamento del
polline nella cestella
ad opera dell'auricola

▽ accumulo del polli-
ne mediante il
movimento pendola-
re del basitarso
che pressa il polli-
ne con l'auricola
nella cestella



auricole con setole e
minute denticolazioni
che impediscono la
caduta del polline nel
passaggio dello stesso
dalle spazzole alle cestelle



cestella

polline

basitarso

auricola

2. **NON CONSERVATIVI** sostanze di origine industriale: acque di raffreddamento delle centrali; acidi e alcali, cianuri da metallurgia, perdono rapidamente le loro proprietà e la loro azione si limita all'area di scarico

La centrale di Porto Tolle ha un raffreddamento ad acqua.....





+ performance

CANDEGGINA CONCENTRATA IN PASTIGLIE

PASTIGLIE CLORO CONCENTRATE

CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO: pastiglie effervescenti a base di cloro attivo per una rapida ed efficace igienizzazione di ambienti, superfici, posami, stoviglie, sanitari, biancheria, attrezzature da cucina, ecc.. Sostituisce efficacemente il sodio ipoclorito (candeggina) perché mantiene inalterata nel tempo la concentrazione di cloro attivo.

ISTRUZIONI PER L'USO:
 Pavimenti e superfici in lavoro: da 1 a 3 pastiglie ogni 5 litri di acqua.
 Lavastoviglie e lavadori: da 1 a 3 pastiglie nel ciclo di lavaggio e secondo delle istruzioni costruttore.
 Calcinacci: 1 pastiglia nel ciclo di lavaggio utilizzando le modalità d'impiego della collinazione tradizionale. Solo su vasche bianche.
 WC: 1 pastiglia circa ogni volta.

COMPOSIZIONE CHIMICA (EDG. 848/04)
 - Superiore 30%: sbiancante a base di cloro.

**PERICOLO
CORROSIONE**

**PERICOLOSO
PER L'AMBIENTE**

CANDEGGINA CONCENTRATA 1 KG.
 Attenzione: Nocivo per ingestione. A contatto con occhi libera gas tossici. Irritante per gli occhi e le vie respiratorie. Risorse nocivo per gli organismi acquatici. Può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico. Conservare fuori dalla portata dei bambini. Conservare al riparo dall'umidità. Evitare il contatto con gli occhi. In caso di contatto con gli occhi lavare immediatamente ed abbondantemente con acqua e consultare un medico. In caso di incendio e/o esposizione non respirare i fumi. Non disperdere nell'ambiente. Riferirsi alle istruzioni speciali/etichette informative in materia di sicurezza. In caso di ingestione non provocare il vomito: consultare immediatamente il medico e mandargli il contenitore e l'etichetta. Attenzione! Non miscelare in combinazione con altri prodotti, possono formarsi gas pericolosi (cloro).

ITALY CASI S.p.A., Via Tomi Costa, 20 - 40139 Bologna (BO) - Tel. 049-000998
 In caso di necessità contattare il Centro Antidoti Ospedale Reggiana - Tel. 02-8010829
 Schede di sicurezza ed etichette regolamentari disponibili sul sito www.garnihomecare.com/it

Cosa succede quando questi prodotti arrivano in acqua ???

Calore, acidi e basi forti quando arrivano in acqua possono diminuire la solubilità di O_2 ed alterare temperatura e pH dell'ambiente, provocando la scomparsa di alcune specie viventi oppure lo sviluppo di altre normalmente assenti.

Fortunatamente l'acqua, in condizioni normali, è in grado di autodepurarsi grazie ad una certa quantità di ossigeno disciolto (la solubilità di O_2 in acqua è di 9 ppm a $20\text{ }^\circ\text{C}$ con pressione di 1 atm) che trasforma le sostanze per decomposizione aerobica (OSSIDAZIONE), in composti non inquinanti, come l'anidride carbonica.....

Qualora l'ossigeno disciolto non sia sufficiente per ossidare tutte le sostanze inquinanti presenti si formano prodotti come il metano, l'ammoniaca, l'acido solfidrico che potrebbero danneggiare gli organismi presenti....

2. ALTRO NON CONSERVATIVOINQUINAMENTO DA RUMORE

INQUINAMENTO ACUSTICO

INTRODUZIONE DI RUMORE NELL'AMBIENTE
ABITATIVO O NELL'AMBIENTE ESTERNO

Tale da provocare:

- Fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane;
- Pericolo per la salute umana;
- Deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, dei monumenti, dell'ambiente abitativo o dell'ambiente esterno t

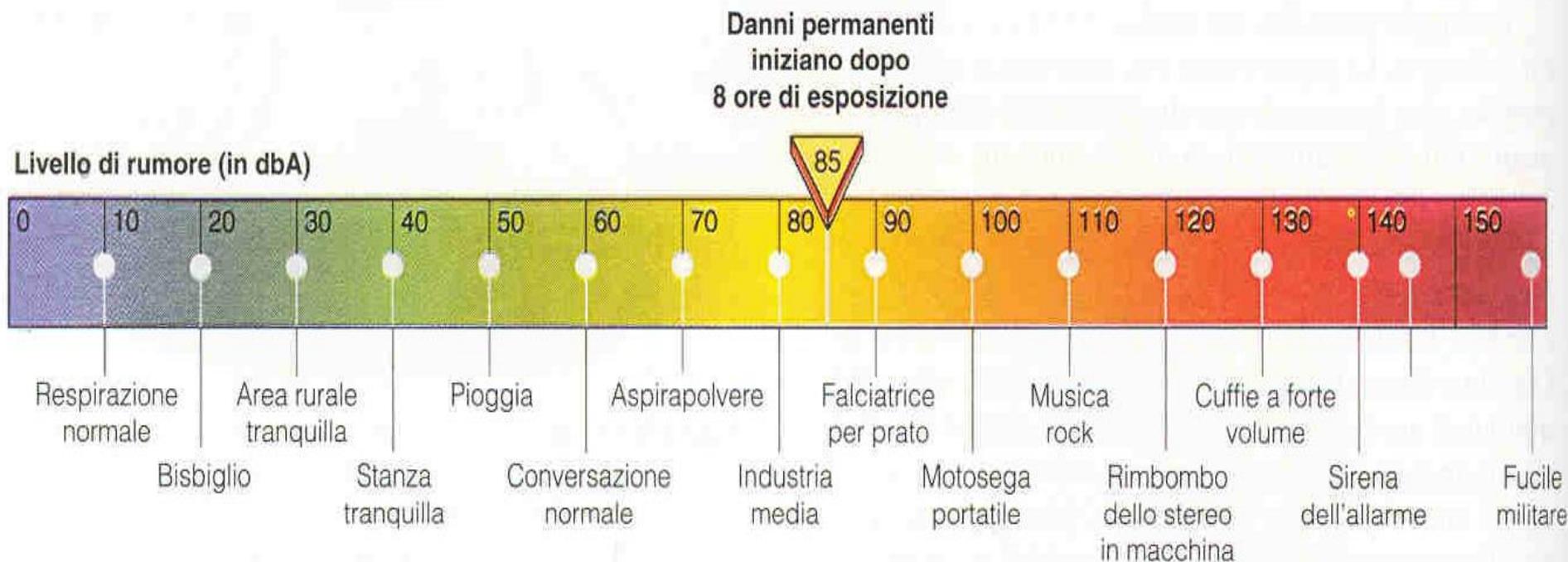
Tale da interferire con le legittime funzioni degli ambienti
stessi

INQUINAMENTO DA RUMORE

Molti abitanti delle città sono soggetti ad un rumore eccessivo i cui effetti includono:

- perdita permanente dell'udito,
- pressione alta (ipertensione),
- tensione dei muscoli,
- emicranie,
- alti livelli di colesterolo,
- ulcere gastriche,
- irritabilità,
- insonnia
- disturbi fisiologici, compreso un aumento dell'aggressività

L'esposizione a livelli sonori alti (in decibel-A = dbA) senza protezioni causa danni permanenti all'udito; se i suoni sono più bassi o se i rumori forti sono occasionali si ha **STRESS**



SPOSTAMENTO DELLA SOGLIA DI UDIBILITÀ

I sintomi provocati sono di tipo soggettivo e variano nel tempo.

Nei primi giorni di esposizione si possono presentare acufeni (fischi dovuti a danni sistema uditivo) e stanchezza generalizzata; col tempo tali disturbi spariscono a causa dell'adattamento.

Successivamente il danno diventa irreversibile e si presentano perdite di sensibilità acustica per di frequenza vicina ai 4000 Hz: si ha quindi uno spostamento della soglia uditiva.

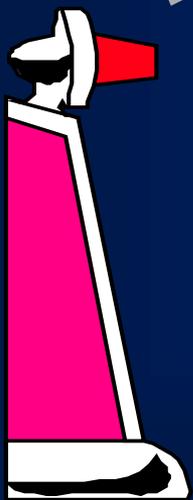
Vi sono 5 modi principali per controllare il rumore:

- modificare attività o attrezzature
- schermare le fonti
- schermare i lavoratori
- spostare le operazioni rumorose lontano dalle persone
- usare nuove tecnologie antirumore

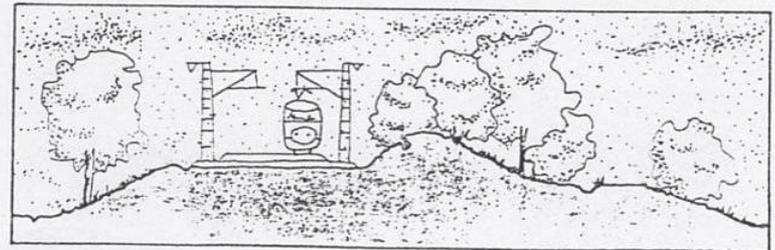
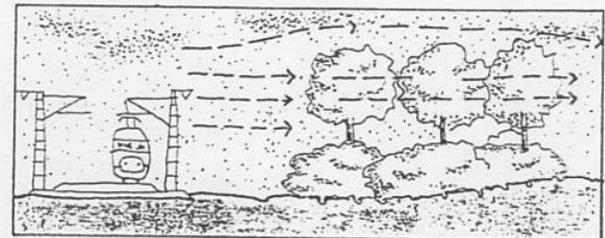
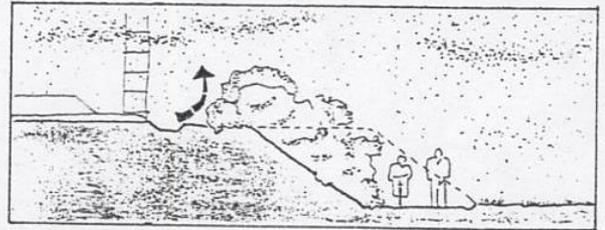
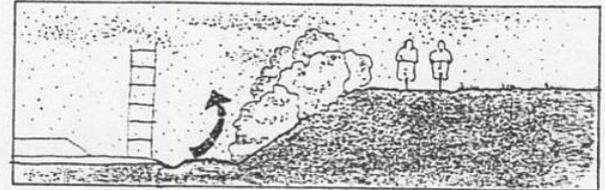
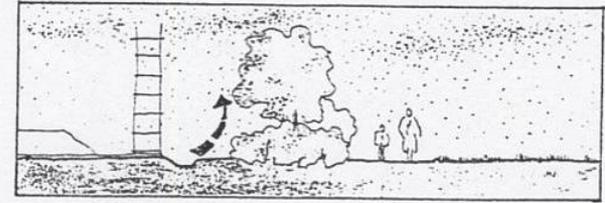
BEEP!!!
BEEP!!!
BEEP!!!



@#!!!*??@**@!



NUOVE TECNOLOGIE ANTIRUMORE









M. Lucco

3. **CONSERVATIVI** - radionuclidi, organoalogenati, metalli pesanti ecc. si tratta di inquinanti che difficilmente si degradano e tendono a concentrarsi negli organismi attraverso le catene alimentari: è il fenomeno del bioaccumulo e della magnificazione biologica



Chernobyl - Ucraina

Fukushima - Giappone

<http://www.youtube.com/watch?v=W69thuv4e3o>

<http://www.youtube.com/watch?v=vI8EXHK33Iq>

Lo stronzio Sr è un elemento chimico di numero atomico 38

Appartiene al gruppo dei metalli alcalino-terrosi e si presenta come un metallo tenero, argenteo, bianco o leggermente giallo.

Come gli altri elementi del suo gruppo, è estremamente reattivo.

Si trova nella celestite e nella stronzianite.

Lo ^{90}Sr , radioattivo con un'emivita di 28 anni, è presente nel *fallout* nucleare

L'emivita o tempo di dimezzamento di un isotopo radioattivo è il tempo occorrente perché la metà degli atomi di un campione puro dell'isotopo decadano in un altro elemento.

L'emivita è una misura della stabilità di un isotopo: più breve è l'emivita, meno stabile è l'atomo.

[http://it.wikipedia.org/wiki/Emivita_\(fisica\)](http://it.wikipedia.org/wiki/Emivita_(fisica))

		Group																						
		I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII					
Period	1	1 H																						2 He
	2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne					
	3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar					
	4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr					
	5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe					
	6	55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn					
	7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo					
* Lanthanides			57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu							
** Actinides			89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr							

 Elemento radioattivo con isotopi che possiedono tempi di dimezzamento molto lunghi. Emivita di oltre un milione di anni,

 Elemento radioattivo con isotopi che possono causare modesti pericoli per la salute. Emivita di più di 500 anni,

Elementi radioattivi naturali

Serie	Isotopo di partenza	Emivita (in anni)	Isotopo stabile finale
<u>radio</u>	<u>uranio</u> -238	$4,47 \times 10^9$	<u>piombo</u> -206
<u>attinio</u>	<u>uranio</u> -235	$7,04 \times 10^8$	<u>piombo</u> -207
<u>torio</u>	<u>torio</u> -232	$1,41 \times 10^{10}$	<u>piombo</u> -208

Il fall-out di un'esplosione nucleare consiste nel lancio in aria, fino al limite della troposfera, a 12 km di quota, del materiale radioattivo derivante dall'esplosione e della sua caduta sotto forma di cenere e pulviscolo.

Il fallout primario inizia entro pochi minuti con i detriti e le polveri più pesanti; il materiale più fine viene trasportato dal vento e inizia a ricadere da una a due ore dopo (fallout secondario).

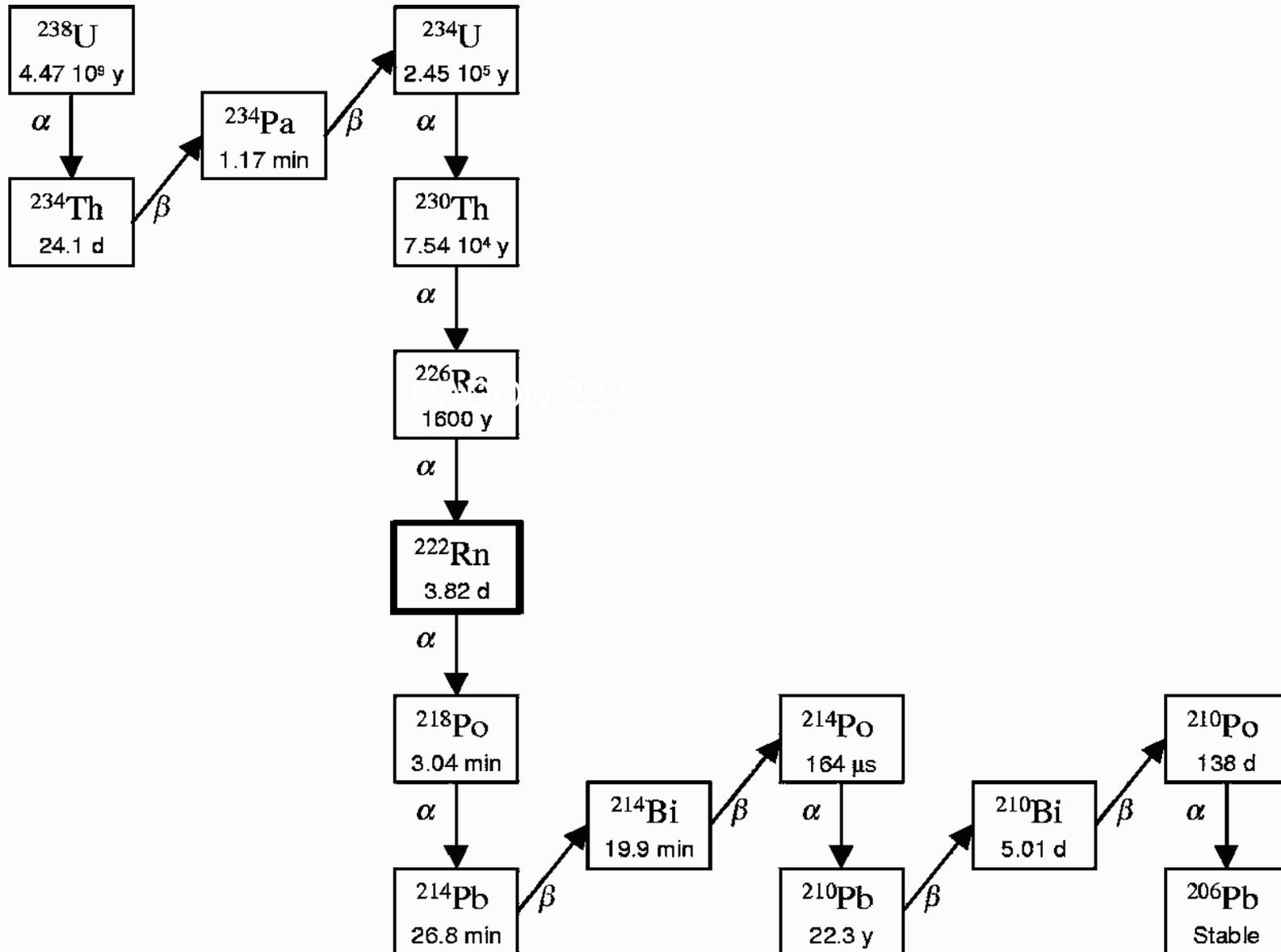
La coda del fallout secondario può allungarsi per decine di chilometri nelle esplosioni più potenti e generalmente il materiale radioattivo continua a cadere da sei a trenta ore dopo.

I primi materiali a ricadere sono anche i più radioattivi: la pericolosità del materiale in ricaduta è massima all'inizio del fallout e si attenua col tempo, man mano che decadono gli isotopi radioattivi con emivita più breve.

Dopo circa 48 ore il livello di radioattività dei materiali raggiunge un valore stabile e smette di diminuire.

Gli eventuali sopravvissuti devono quindi abbandonare la zona sottovento all'esplosione il più rapidamente possibile o cercare subito un rifugio, possibilmente un bunker sotterraneo, in cui trascorrere almeno i successivi due giorni.

Altro radioattivo presente in natura - problema emergente: il RADON



Che cosa è

- Gas radioattivo, di origine naturale, inodore, incolore.
- Prodotto dal decadimento dell' ^{238}U uranio, elemento presente in tutte le rocce della crosta terrestre.
- Il radon, prodotto all'interno delle rocce, in presenza di fessure o aperture tende a fuoriuscire, diluendosi nell'atmosfera.
- Per una data litologia, il contenuto di ^{238}U uranio il grado di fratturazione, la permeabilità, la porosità sono caratteristiche geomorfologiche di notevole rilevanza.

Dove si trova il Radon

Il radon presente nelle rocce, in presenza di fessure o aperture, può diffondere all'interno di un edificio.

Negli ambienti confinati tende a concentrarsi ed è quindi un inquinante tipicamente indoor.

L'origine del radon giustifica la sua presenza ubiquitaria



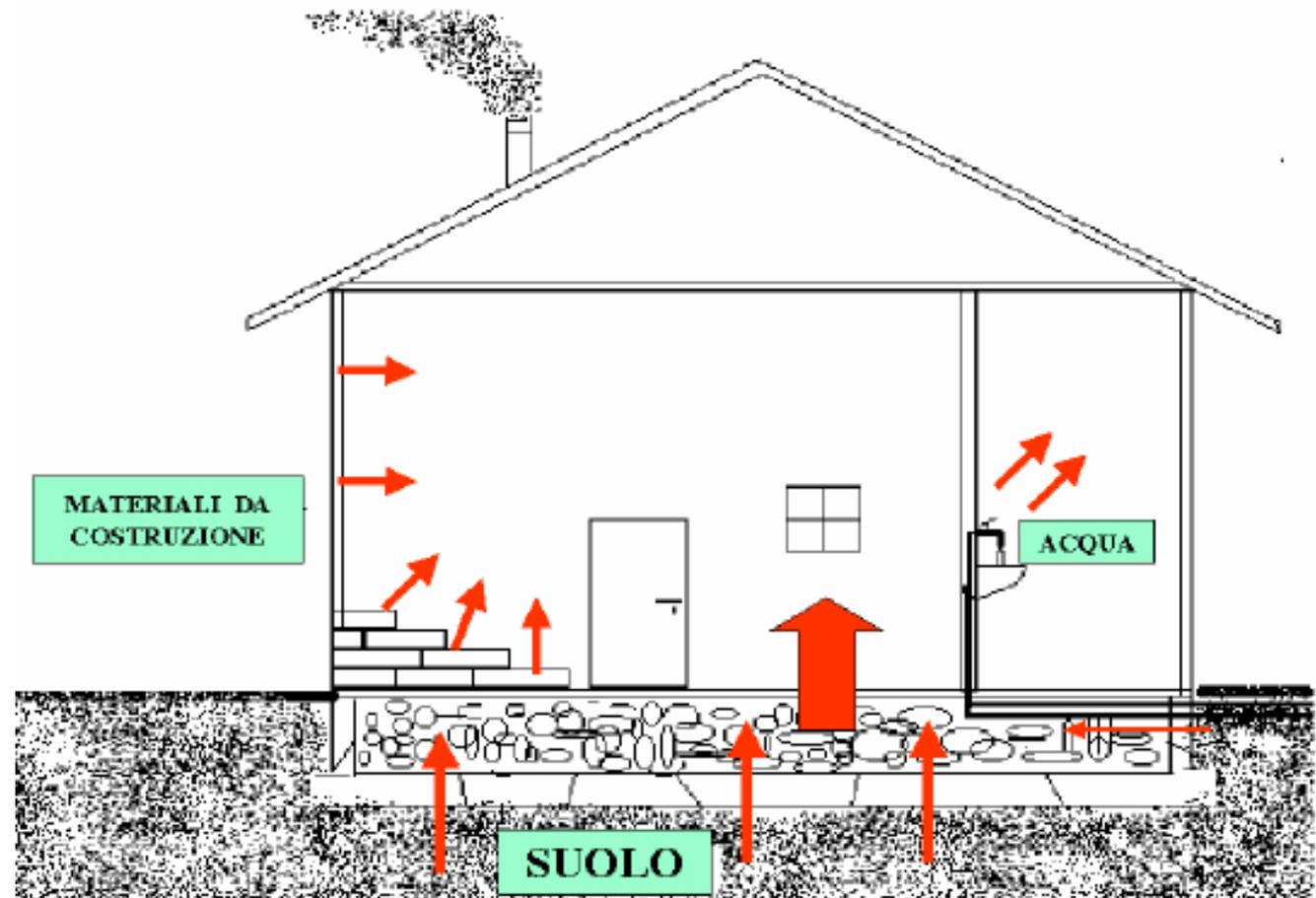
negli ambienti di vita

negli ambienti di lavoro

Da dove arriva il RADON indoor ??
dal suolo, dai materiali da costruzione e dall'acqua

Le principali sorgenti del radon indoor sono:

1. il suolo
2. i materiali da costruzione
3. l'acqua



1. Nel SUOLO deriva dal decadimento di URANIO E TORIO

N.B. Le Rocce Ignee hanno un maggiore contenuto rispetto alle sedimentarie e alle metamorfiche

2. Nei MATERIALI DA COSTRUZIONE:

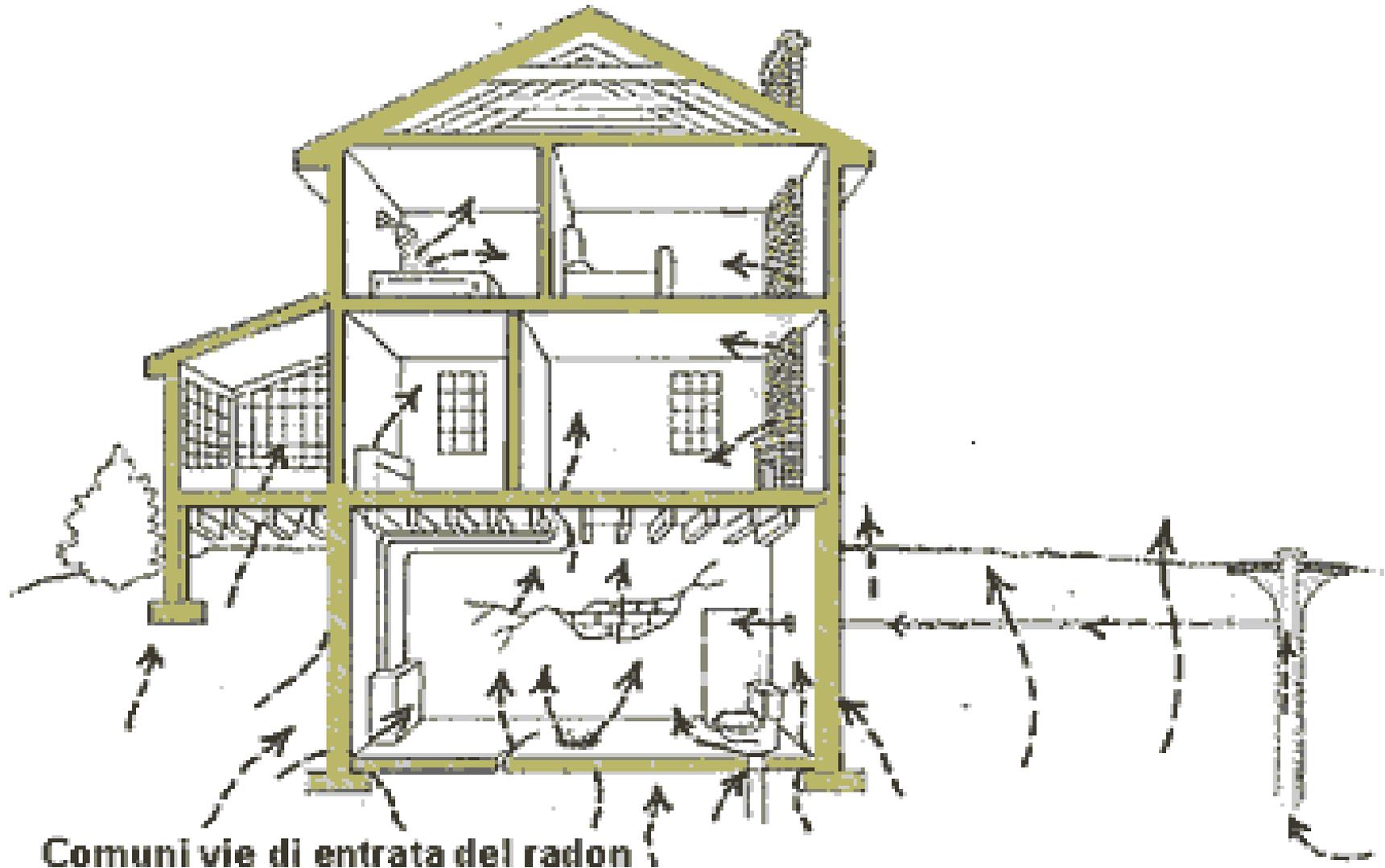
TUFI E POZZOLANE che sono di origine vulcanica possono presentare contenuti di radio e torio di alcune centinaia di Bq/kg

GRANITI E PORFIDI, spesso usati in edilizia, possono presentare livelli di uranio e torio elevati

Inoltre si trova nei materiali da costruzione ottenuti come sottoprodotti di processi industriali

3. Nell'ACQUA deriva dal passaggio in ricche vulcaniche

Vie di entrata del RADON indoor



Quali effetti determina

- Allo stato attuale l'unico effetto sanitario associato all'esposizione al radon è un aumento di rischio di sviluppo del cancro polmonare.
 - Nel 1988 è stato classificato dallo WHO/IARC come un cancerogeno di gruppo 1.
 - E' il secondo agente di rischio di tumore polmonare, dopo il fumo di tabacco.
 - Il danno è dovuto all'irraggiamento del tessuto polmonare da parte delle particelle α emesse dal radon e soprattutto dei suoi discendenti

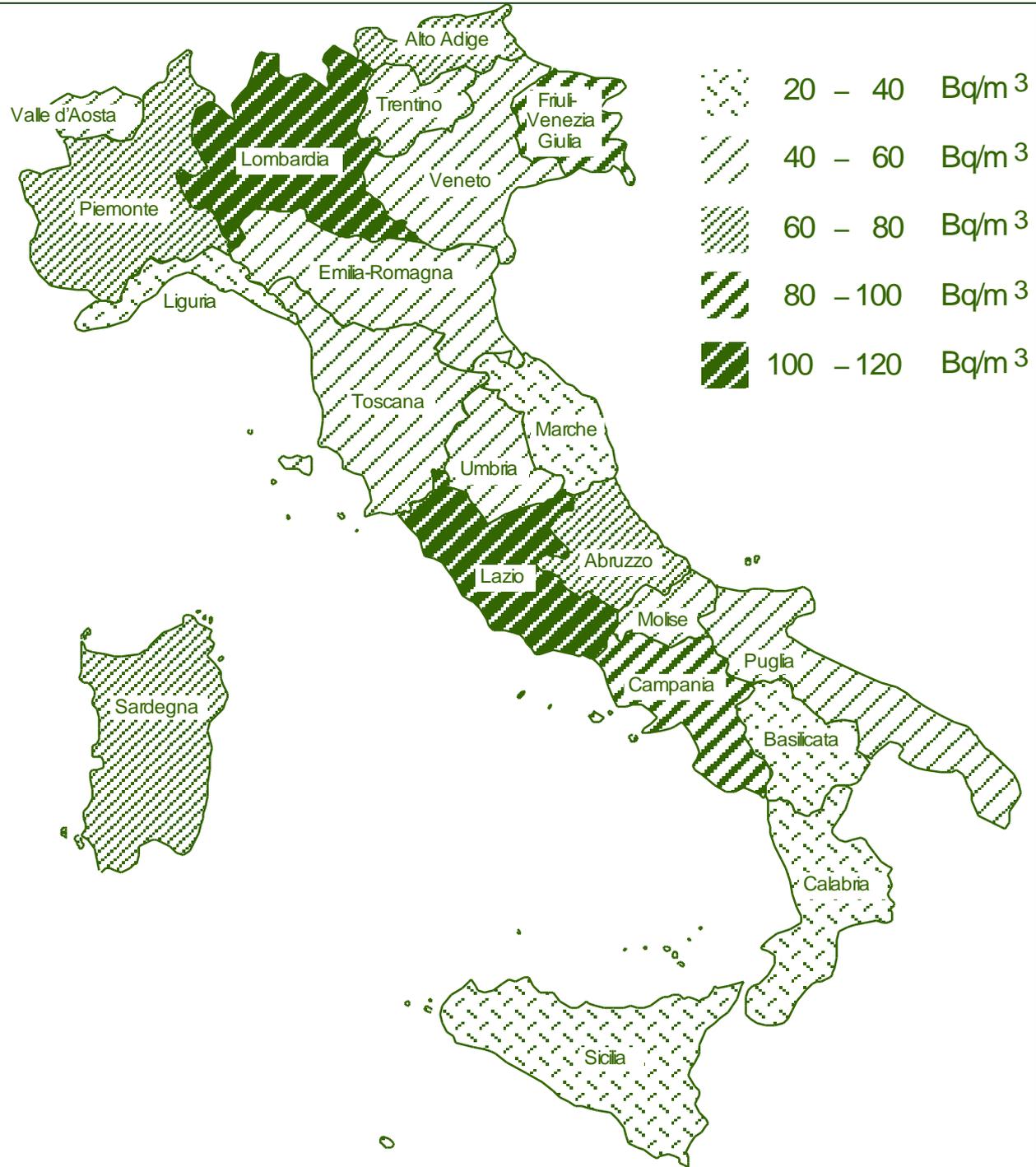
In Italia

- ▣ L'indagine nazionale condotta tra la fine degli anni '80 e gli anni '90 dall'ISS su un campione di circa 5000 abitazioni, ha portato a stimare che la concentrazione media negli ambienti indoor in Italia è di circa 75 Bq/m³.

40 Bq/m³ è la concentrazione media mondiale

- ▣ Necessità di attenzione ai materiali da costruzione di origine naturale: Lazio e Campania fanno registrare valori indoor particolarmente elevati!!

**Risultati
dell'Indagine
nazionale sulla
radioattività
naturale nelle
abitazioni (1989
- 1997)
da Bochicchio
et al. 1999**



Sped. in abb. post. (art. 1, comma 20)
Legge n. 26/1990 (art. 1, comma 2) - Bollettino di Roma

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTI PRIME

Roma - Giovedì, 31 agosto 2000

SESTIERO 102.1171
L. 1021.102.1.1012

PRELIEVI E ANALISI PER IL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA - PERIODO 1999-2000 - LINEE GUIDA PER LA GESTIONE
MUNICIPALITÀ PERIODO 1999-2000 - LINEE GUIDA PER LA GESTIONE - LINEE GUIDA PER LA GESTIONE

N. 140/1

DECRETO LEGISLATIVO 26 maggio 2000, n. 241.

Attuazione della direttiva 96/29/EURATOM in materia di protezione sanitaria della popolazione e dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle radiazioni ionizzanti.

Decreto Legislativo n. 241/2000

Si applica a:

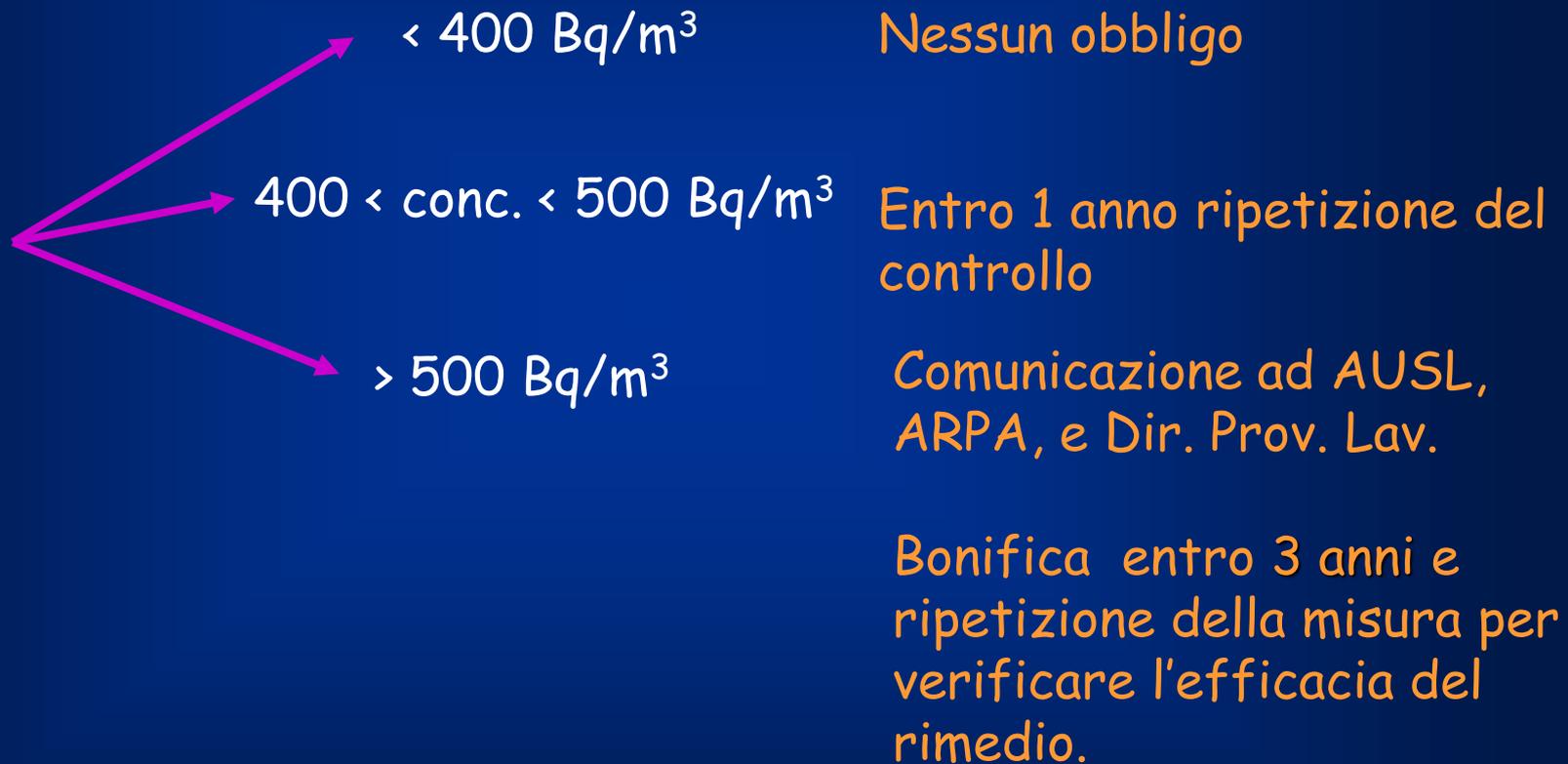
- a) Attività lavorative durante le quali i lavoratori e, se del caso, persone del pubblico sono esposti a prodotti di decadimento del radon o del toron, o a radiazioni gamma o a ogni altra esposizione in luoghi di lavoro quali tunnel, sottovie, catacombe, grotte e, comunque, in tutti i luoghi di lavoro sotterranei;
- b) Attività lavorative in luoghi di lavoro in zone ben identificate o con caratteristiche ben determinate

Limite di 500 Bq/m^3 come concentrazione media annua di radon in aria

Per l'attività a) i termini decorrevano a partire del 1.3.2002

Adempimenti per l'esercente di attività lavorative a)

**Se Rn
indoor**



Altro CONSERVATIVO

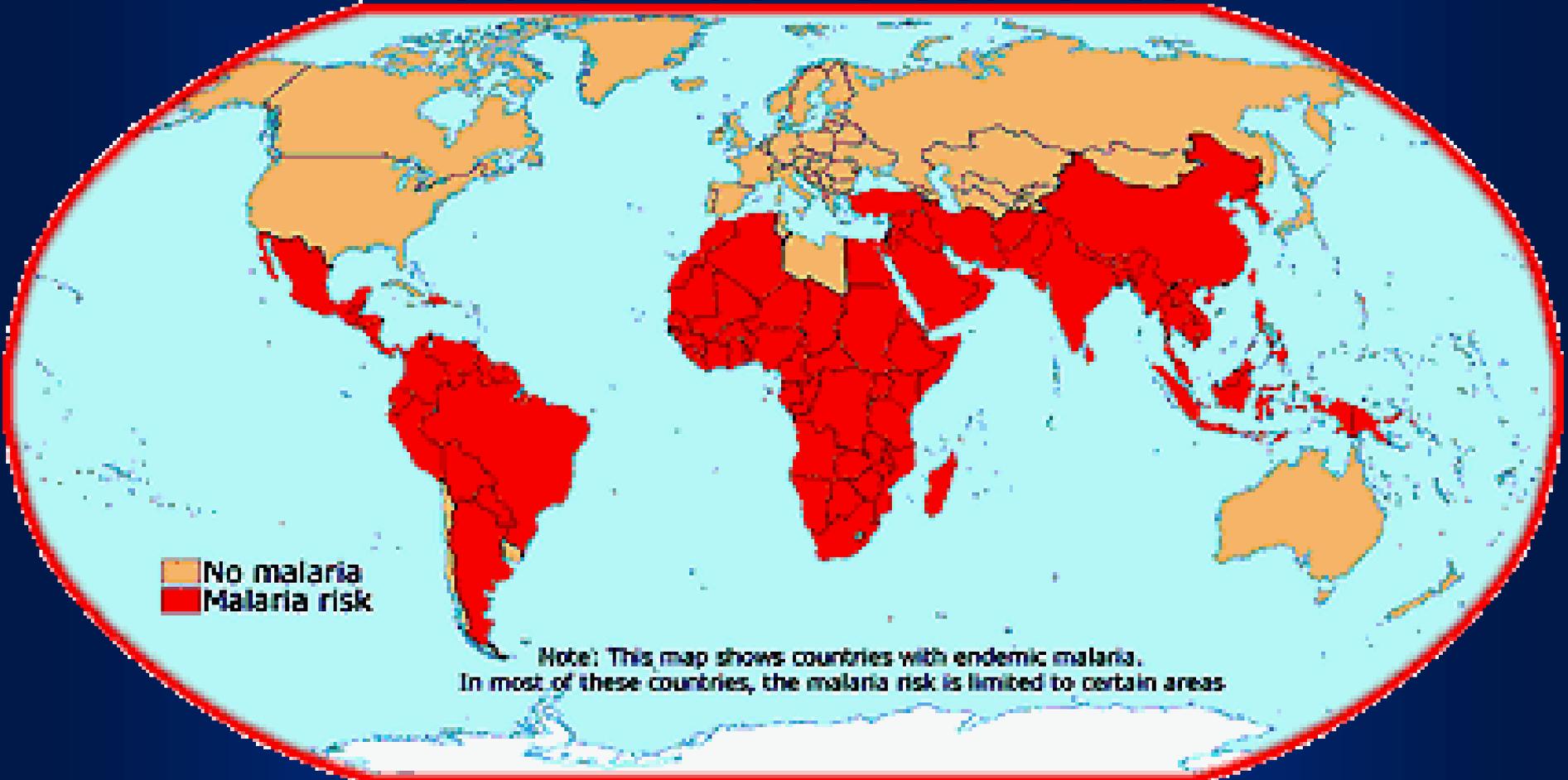
Il *para*-diclorodifeniltricloroetano o DDT

è un solido incolore altamente idrofobico con un leggero odore di composto aromatico clorurato; è quasi insolubile nell'acqua ma ha una buona solubilità nella maggior parte dei solventi organici, nel grasso e negli oli. Il nome IUPAC esatto è *1,1,1-tricloro-2,2-bis(p-clorofenil)etano*, abbreviato in *Dicloro-Difenil-Tricloroetano*, da cui l'acronimo *DDT*.

È il primo insetticida moderno e il più conosciuto.

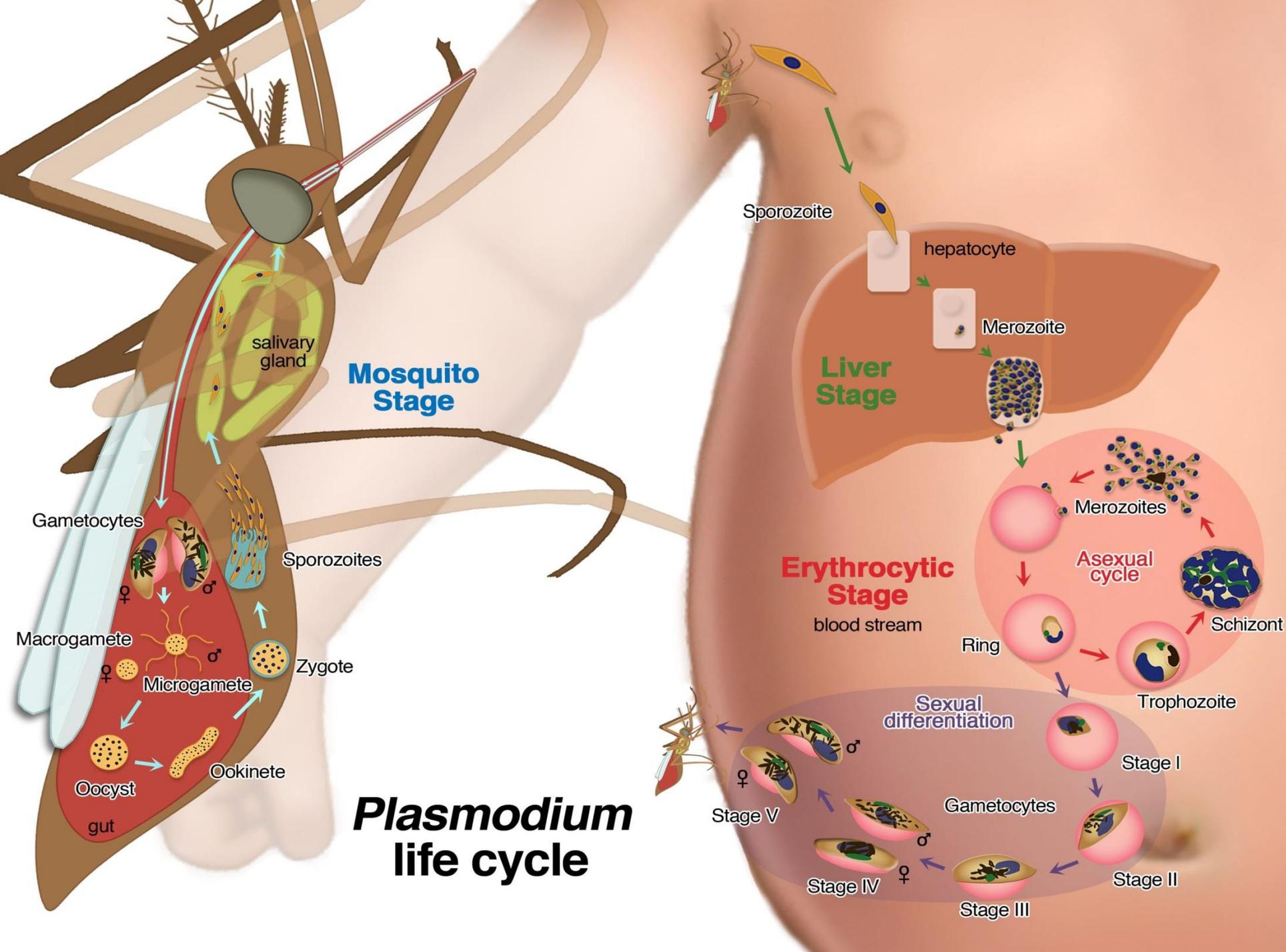
Usato dal 1939, soprattutto per debellare la malaria, è stato utilizzato in Sardegna, dove ne ha consentito l'eradicazione.

Malaria Endemic Countries



No malaria
Malaria risk

*Note: This map shows countries with endemic malaria.
In most of these countries, the malaria risk is limited to certain areas.*



DDT

La prima sintesi è del 1873, da parte di Othmar Zeidler, ma la scoperta come insetticida è dovuta a Paul Hermann Müller, alla ricerca di un prodotto efficace contro i pidocchi, premiato nel 1948 con il Premio Nobel in Fisiologia e Medicina *"per la scoperta della grande efficacia del DDT come veleno da contatto contro molti artropodi"*.

Nel 1950 la Food and Drug Administration (FDA) dichiara che "con tutta probabilità i rischi potenziali del DDT erano stati sottovalutati".

Nel 1972 il DDT viene proibito negli Stati Uniti e nel 1978 anche in Italia.

Muro con date
di trattamento
in Sardegna



Come arriva il DDT nei fiumi, laghi, oceani?



Si usa il DDT oggi?

VARESE «A questi livelli di concentrazione non ci sono pericoli per la salute pubblica, ma questo non significa che la situazione sia da sottovalutare, anzi» commenta Silvana Galassi, docente di biologia dell'università degli studi di Milano promettendo di continuare il lavoro di monitoraggio dei nostri bacini di acqua dolce.

Il DDT (acronimo con cui è noto il Dicloro Difenil Tricloroetano) è un pesticida particolarmente inquinante utilizzato per decenni e in abbondanza come valido insetticida soprattutto a protezione delle coltivazioni, prima di essere messo fuorilegge, negli anni '70. Bandito dall'agricoltura per le controindicazioni, ha continuato per anni a infestare terreni e corsi d'acqua con andamento altalenante e non decrescente come sembrava lecito aspettarsi dopo il divieto definitivo di uso. La prova: tra il 2003 e il 2005 nelle acque del lago Maggiore si è registrato un nuovo picco nella concentrazione di DDT, superiore ai livelli di guardia.

Lo studio condotto da un gruppo di ricercatori sulla fauna di lago ha dato risultati allarmanti: in alcuni molluschi di acqua dolce come la «cozza di lago» *Dreysena polymorpha* tra il 2003 e il 2005 la concentrazione di DDT sarebbe aumentata di 150 volte, mentre nel pesce la concentrazione di questo pesticida è pari a 0,12 milligrammi per chilo, cioè più del doppio rispetto alla soglia di tolleranza per scopi alimentari, fissata in 0,05 milligrammi per chilo.

Inizialmente si pensò che la causa potesse essere un'azienda chimica specializzata nella produzione e lavorazione del DDT che operava sulle sponde del Verbano. Ma se fosse davvero tutta colpa dello stabilimento (la Syndial - ex Enichem – di Pieve Vergonte che tra l'altro nel 2008 fu condannata dal tribunale di Torino a pagare una maxi multa di quasi due milioni di euro per il danno ambientale perpetrato in sei anni di scarichi, dal 1990 al 1996), perché anche nel lago di Como i ricercatori hanno trovato concentrazioni di DDT paragonabili a quelle del Maggiore?

**IL DDT si usa ancora in alcuni paesi
per il controllo degli insetti sulle
colture**

**Nei paesi in cui c'è la malaria, la
Dengue ecc. si usa per il controllo
delle zanzare**



Dopo la sua applicazione alcuni residui di DDT restano sulle piante o arrivano al suolo ed eventualmente nei corpi idrici.

Il DDT che resta sulle foglie delle piante viene mangiato dai consumatori primari, come insetti e roditori.

Quello dilavato arriva in canali, fiumi o laghi ed entra nella catena alimentare per introduzione col cibo o attraverso l'assorbimento per branchie o cute nei pesci.

Può arrivare a consumatori terziari e dare
BIOACCUMULO

Cos'è il bioaccumulo?

Bioaccumulo = l'accumulo di un
pesticida, di un contaminante o di una
tossina derivante da qualsiasi fonte (per
esempio cibo, acqua, aria...)
in un organismo

Un incremento nella concentrazione di un
chimico in un organismo nel tempo, in
confronto con la concentrazione ambientale.

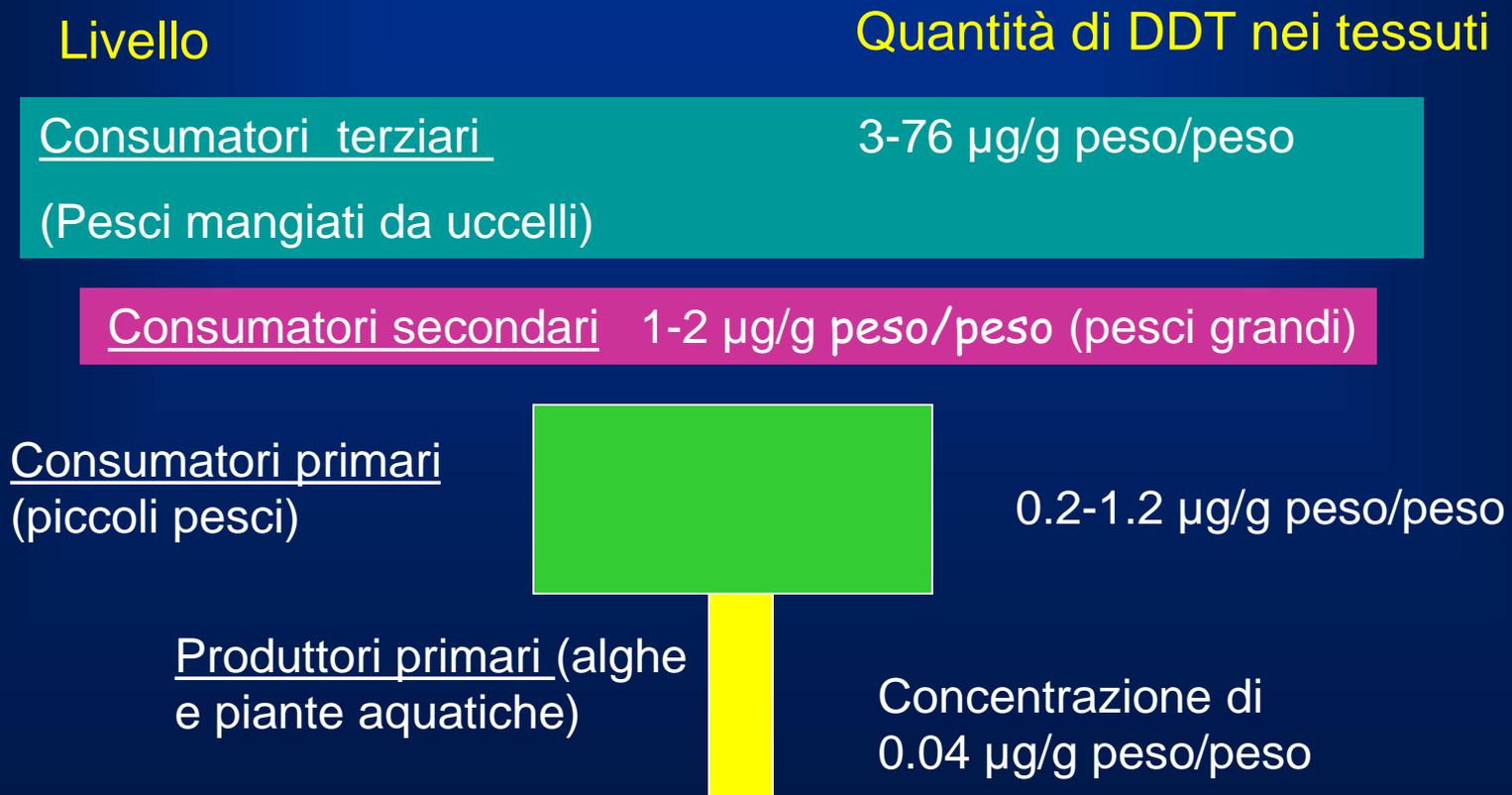
N.B. I composti si accumulano nei viventi
in un tempo molto più breve della loro
metabolizzazione o escrezione

*Cos'è la
biomagnificazione o
magnificazione
biologica?*

Biomagnificazione = l'incremento
nella concentrazione di una tossina
nei livelli successivi della rete
trofica

Per questo il DDT si accumula ancora
negli organismi dei livelli più alti della
catena alimentare anche se non si usa più
da anni....

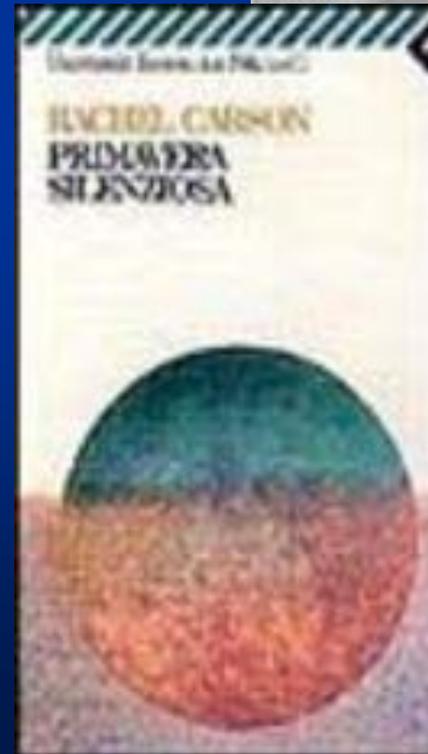
Biomagnificazione del DDT nell'ambiente acquatico





***Che tipo di danno causa il
DDT negli uccelli?***

Rachel Carson
(27 maggio 1907 - 14
Aprile 1964) è stata
una biologa marina e
conservazionista che
nel suo libro Silent
Spring (Primavera
silenziosa) ed in altri,
si è posta
all'attenzione come
importante esponente
del movimento
ambientalista in USA



Nel 1962 Rachel Carson pubblica il libro *Silent Spring* - Primavera silenziosa - che denuncia il DDT come causa di cancro e dannoso alla riproduzione degli uccelli, dei quali assottiglia lo spessore del guscio delle uova.

Il libro ha causato molto clamore nell'opinione pubblica tanto che nel 1972 il DDT viene vietato per l'uso agricolo negli USA e segna la nascita del movimento ambientalista.

Il dibattito è ancora acceso per quanto riguarda il suo uso per combattere la malaria, in alcuni paesi dell'Africa e in India, dove la malaria è endemica.

Il rischio di tumore dovuto al DDT può passare in secondo piano davanti alla riduzione dell'elevato tasso di mortalità dovuto alla malaria.

Nel 2006 l'**OMS** ha dichiarato che il DDT, se usato correttamente, non comporterebbe rischi per la salute umana ed il pesticida dovrebbe comparire accanto alle zanzariere ed ai medicinali come strumento di lotta alla malaria.

Nel corpo degli animali il DDT viene metabolizzato a DDE

il DDE si scioglie nei grassi e non in acqua e viene stoccato nei tessuti

DDE tende a restare nei corpi e può determinare alcuni problemi

DDE: tipi di danno

- Problemi di riproduzione (negli uccelli causa l'assottigliamento del guscio). Il guscio troppo sottile si può rompere facilmente!!
- Problemi al sistema immunologico
- Danni al sistema nervoso
- Morte





Considerando la biomagnificazione, cosa succede negli uccelli in presenza di DDT?

CATENA TROFICA

Concentrazione del DDT



Gabbiano

3-76 $\mu\text{g/g}$ p-p



Persico trota

1-2 $\mu\text{g/g}$ p-p



Gamberi

0.2- 1.2 $\mu\text{g/g}$ p-p



Piante e alghe

0.04 $\mu\text{g/g}$ p-p

Unità di misura

1 grammo = 1000 milligrammi (mg) = 1.000.000 microgrammi (μg)

microgrammo (μg) = un milionesimo di grammo

Per descrivere la concentrazione: $\mu\text{g/g}$ = numero di microgrammi

(di tossina) per grammo (di tessuto)

2 $\mu\text{g/g}$ DDT nelle uova significa che ci sono 2 parti di DDT in 1.000.000 parti di contenuto di uovo

ww o wet weight si riferisce al peso fresco di un tessuto animale

dw o dry weight si riferisce al peso secco di un tessuto animale (dopo che è stato seccato in stufa a 65°C per rimuovere tutta l'acqua).

Effetti del DDT sulla Riproduzione

Specie	Effetti sulla Riproduzione	DDT: Concentrazione Critica (misurata come contenuto nelle uova)
Aquila	Nessuno	$< 3 \mu\text{g/g}^1$
Aquila	Blocco	$16 \mu\text{g/g}^1$
Gabbiano	Blocco	$17.6 \mu\text{g/g}^2$

1. Wiemeyer, S.N. et al., 1984. Organochlorine pesticide, polychlorobiphenyl, and mercury residues in bald eagles, 1969-1979, and their relationship to shell thinning and reproduction. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 13, 529.
2. Johnson, D.R. et al., 1975. DDT and PCB levels in Lake Coeur d'Alene, Idaho osprey eggs, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 13, 401.

Alti livelli di DDE determinano la deposizione di uova con guscio sottile da parte delle femmine di gabbiano e aquila

Gusci sottili possono facilmente rompersi e causano la morte degli embrioni

Con alti livelli di DDT le femmine di gabbiano possono anche deporre uova con elevate concentrazioni di DDE, che causano un blocco nello sviluppo dell'embrione

Qual'è l'impatto del DDT sulla riproduzione di gabbiani e aquile?



Altro Conservativo

Il mercurio - Hg

Ciclo del mercurio

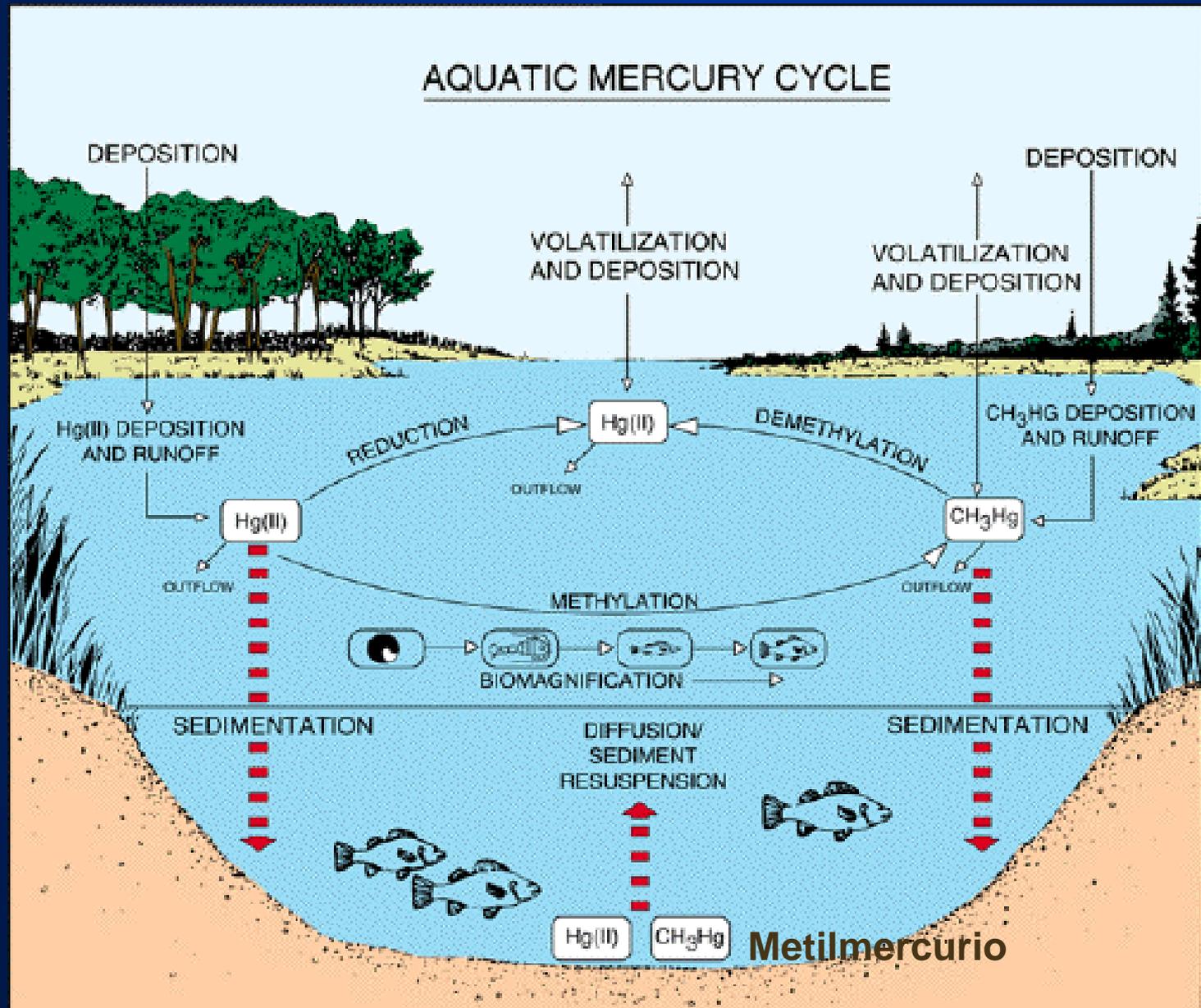
7 tappe principali:

1. **Degasazione** del mercurio dalle rocce, dal suolo e dalle acque superficiali o emissioni dai vulcani e dalle attività umane,
2. **Mobilità** in forma gassosa attraverso l'atmosfera,
3. **Deposizione** di mercurio sul suolo e sulle acque superficiali,
4. **Precipitazione** del mercurio nel suo solfuro insolubile, il cinabro



5. **Conversione** o bioconversione in forme più solubili o volatili come il metilmercurio,
6. **Bioaccumulo** nelle catene alimentari,
7. **Ritorno** in atmosfera.

Ciclo di Hg in ambiente acquatico



Ciclo del mercurio

La fonte principale di Hg nelle acque sono le precipitazioni atmosferiche, che contengono le tre principali forme di mercurio (Hg^{2+} , HgO , CH_3Hg^+).

Una volta nelle acque Hg può sedimentare con il particolato e raggiungere il fondale e quindi rilasciato da esso per diffusione o risospensione.

Può entrare nella catena alimentare, o può essere restituito all'atmosfera per volatilizzazione.

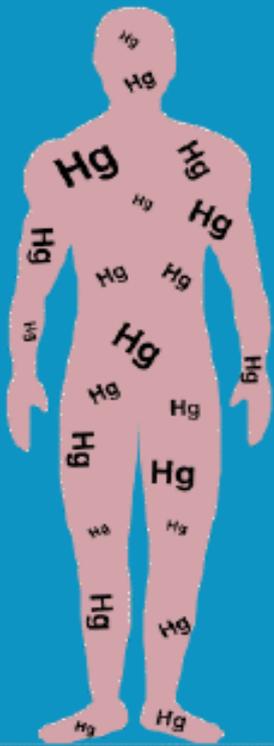
Bioaccumulo del mercurio

L'inquinamento da mercurio è molto diffuso nei corsi d'acqua, nelle zone umide e nei laghi, naturali e artificiali.

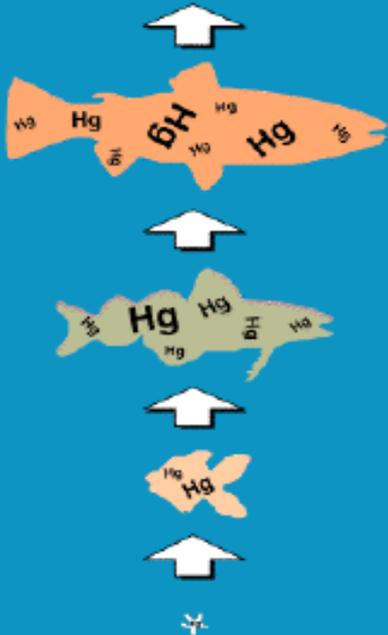
La **ricorrenza continentale o globale della contaminazione** da mercurio non può essere legata a emissioni localizzate, ma è dovuta a una diffusa **contaminazione atmosferica**. Tuttavia i livelli osservati nell'ambiente sono molto bassi.

I pesci di alcune zone remote hanno alte concentrazioni di mercurio, sebbene i livelli di concentrazione ambientale siano bassi.

Hg nella catena alimentare



- Il mercurio è soggetto a **biomagnificazione**, che influenza maggiormente gli organismi in posizione più alta nella catena alimentare



- L'effetto di **bioaccumulo** è generalmente maggiore quanto più l'organismo è longevo
- Il mercurio si concentra nel **tessuto muscolare** dei pesci.

MALATTIA DI MINAMATA

Era il 1956 quando nella baia di Minamata, cittadina di pescatori nella Prefettura di Kumamoto, fu scoperta per la prima volta quella che è passata alla storia come la malattia di Minamata.





Si tratta di una sindrome neurologica causata da intossicazione acuta da mercurio.

I sintomi includono atassia, parestesie alle mani e ai piedi, generale debolezza dei muscoli, indebolimento del campo visivo, danni all'udito e difficoltà nell'articolare le parole.

In casi estremi porta a disordine mentale, paralisi, coma e morte nel giro di alcune settimane dai primi sintomi.

Una forma congenita della malattia può essere trasmessa al feto durante la gravidanza.



Fu causata dal rilascio nelle acque reflue dell'industria chimica Chisso Corporation, dal 1932 al 1968, di metilmercurio (CH_3Hg).

Questo composto chimico altamente tossico si accumulò nei molluschi, nei crostacei e nei pesci della baia di Minamata e del mare di Shiranui, entrando nella catena alimentare e causando l'avvelenamento da mercurio negli abitanti.

I decessi sono continuati per più di 30 anni, tanto che al marzo 2001 le vittime ufficialmente riconosciute sono circa 2.265 (1.784 delle quali sono morte). Più di 10.000 hanno ricevuto risarcimenti dalla Chisso ma le cause e le richieste di risarcimento continuano tutt'ora.

Nel 1965 un secondo disastro ambientale nella Prefettura di Niigata ha determinato un riemergere della malattia (chiamata malattia di Niigata Minamata). Entrambi sono fra i maggiori disastri da inquinamento in Giappone .

Altri inquinanti conservativi ad elevata Tossicità

toluene, naftalene, fenantrene, benzopirene
(Idrocarburi Policiclici Aromatici o IPA) si
accumulano nei grassi e sono difficili da eliminare

Il sistema di detossificazione delle Monossigenasi
associate al citocromo P450, nel reticolo
endoplasmatico ossida gli IPA ad epossido
(per sostituzione di un legame C=C con atomo O)

Ma l'Epossido si attacca a macromolecole quali il
DNA.....

SOSTANZA	ESPOSIZIONE LD50	
Ricina (nei semi del ricino)	EV-topo	2 ng/kg
	OR-ratto	100 mg/kg
Tossina botulinica	IP-topo	160 ng/kg
Diossina (tetraclorodiossina)	OR-cavia	600 ng/kg
	OR-hamster	3 mg/kg
Muscarina (tossina fungina)	EV-topo	250 mg/kg
Parathion (insetticida)	IP-ratto	1.5 mg/kg
Aflatossina (tossina fungina)	OR-scimmia	1.75 mg/kg
Nicotina	EV-gatto	2 mg/kg
	OR-ratto	53 mg/kg
DDT (diclorodifenil-tricloroetano)	OR-uomo	50 mg/kg
Toxafene	OR-ratto	60 mg/kg
2.4-D (acido diclorofenossiacetico)	OR-uomo	80 mg/kg

OR = via orale; EV = via endovenosa; IP = via intraperitoneale

1 ng (nanogrammo) = 1×10^{-9} g

1 mg (microgrammo) = 1×10^{-6} g

1 mg (milligrammo) = 1×10^{-3} g

Fonte: dati tratti da: *Registry of Toxic Effects of Chemical Substances*, National Institute for Occupational Safety and Health, 1985.

ATTIVITÀ	RISCHIO DI MORTE
Fumare 1.4 sigarette	Cancro, malattie cardiovascolari
Bere 0.5 l di vino	Cirrosi epatica
Trascorrere 1 h in una miniera di carbone	Antracosi (pneumoconiosi dei lavoratori di carbone)
Vivere 2 giorni a New York o a Boston	Inquinamento dell'aria
Viaggiare per 6 min in canoa	Incidente
Viaggiare per 16 km in bicicletta	Incidente
Viaggiare per 240 km in automobile	Incidente
Viaggiare per 1600 km in aereo	Incidente
Viaggiare per 9600 km in aereo	Cancro causato dalla radiazione cosmica
Vivere 2 mesi a Denver	Cancro causato dalla radiazione cosmica
Vivere 2 mesi in un edificio di pietre o di mattoni	Cancro causato dalla radioattività naturale
Una radiografia toracica	Cancro causato dai raggi X
Vivere 2 mesi insieme a un fumatore di sigarette	Cancro, malattie cardiovascolari
Consumare 40 cucchiaini di burro di arachidi	Cancro, malattie cardiovascolari
Vivere 5 anni nei pressi di una tipica centrale elettronucleare	Cancro causato dalle radiazioni di fughe routinarie
Vivere 50 anni a 8 km da una centrale elettronucleare	Cancro causato da rilascio accidentale di radiazioni
Consumare 100 bistecche cotte alla brace	Cancro da benzopirene

RISCHI RELATIVI PER IL BENESSERE UMANO

PROBLEMI DI RISCHIO RELATIVO ALTO

Alterazione e distruzione dell'habitat

Estinzione di specie e perdita di diversità biologica

Depauperamento dell'ozono atmosferico (buco dell'ozono)

Cambiamento del clima globale (planetario)

PROBLEMI DI RISCHIO RELATIVO MEDIO

Erbicidi/pesticidi

Sostanze tossiche e inquinanti nelle acque superficiali

Deposizione di acidi

Sostanze tossiche in sospensione nell'aria

PROBLEMI DI RISCHIO RELATIVO BASSO

Versamenti di petrolio

Inquinamento delle acque sotterranee

Radionuclidi

Inquinamento termico

Fonte: dati forniti dalla Environmental Protection Agency.

Problema importante: non c'è accordo sui parametri che permettono di definire una sostanza come inquinante e sui livelli accettabili di inquinamento

È soprattutto l'inquinamento dell'aria che può avere effetti consistenti sulla conservazione del patrimonio storico-artistico ed architettonico

Inquinanti dell'aria:

1. particolato atmosferico - idrocarburi, silicati, spore, pollini ecc.
2. composti gassosi - SO_2 , SO_3 , H_2S , NO , NO_2 , NH_3 , CO , CO_2 , HF , HCl ecc.

Alcuni di questi sono componenti dell'aria ma si considerano inquinanti quando la concentrazione supera i valori normali

Inquinanti primari



Inquinanti secondari

CO CO₂
SO₂ NO NO₂
Idrocarburi
Particelle
in sospensione

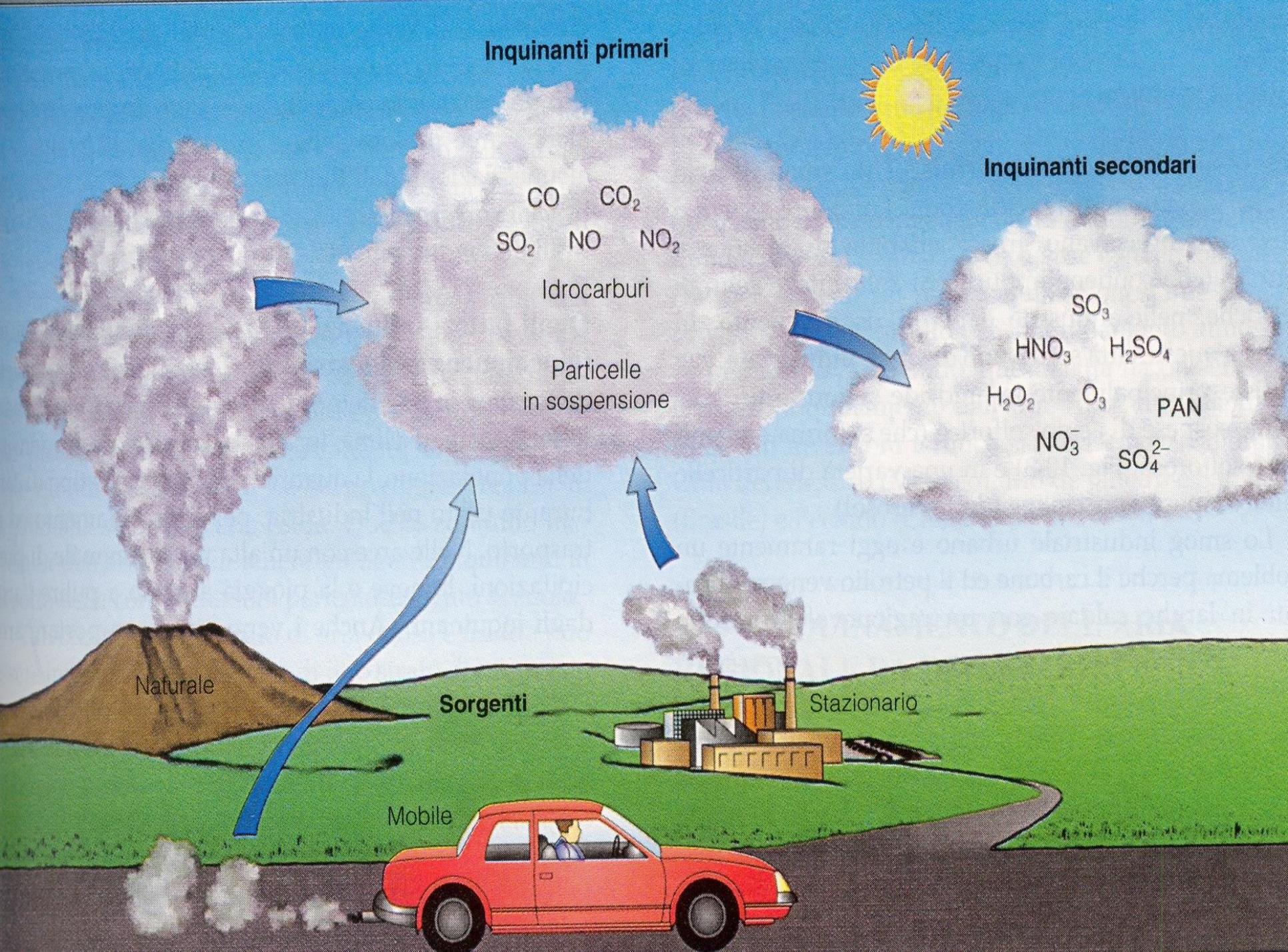
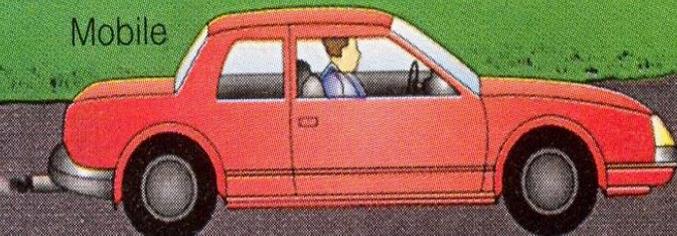
SO₃
HNO₃ H₂SO₄
H₂O₂ O₃ PAN
NO₃⁻ SO₄²⁻

Naturale

Sorgenti

Stazionario

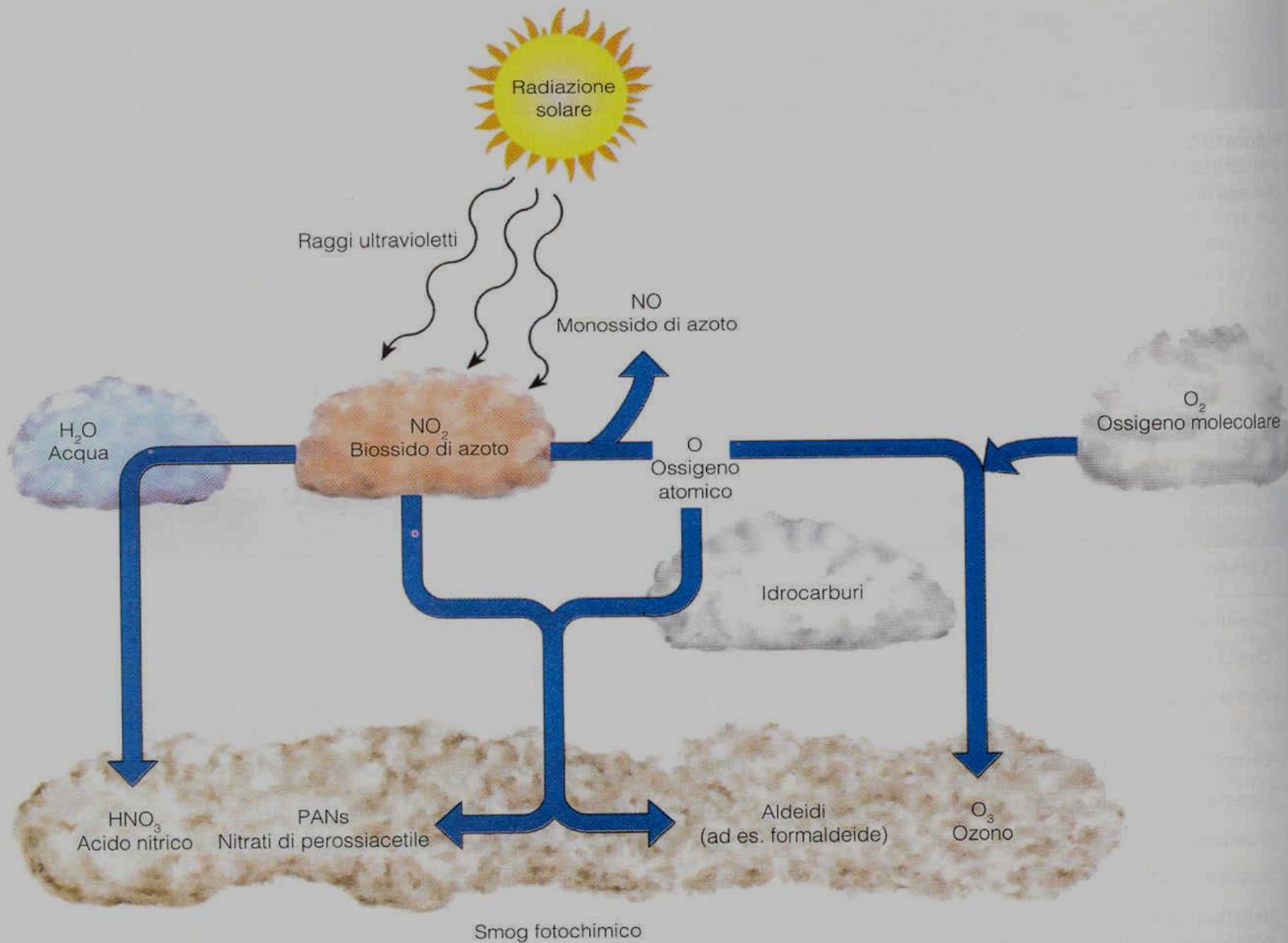
Mobile



SMOG FOTOCHIMICO

L'inquinamento dell'aria conosciuto come smog fotochimico è una miscela di agenti inquinanti primari e secondari che si forma sotto l'influenza della luce solare

Si ottiene un insieme di oltre 100 agenti chimici, che sono dominati dall'ozono, un gas altamente reattivo che nuoce alla maggior parte degli organismi viventi



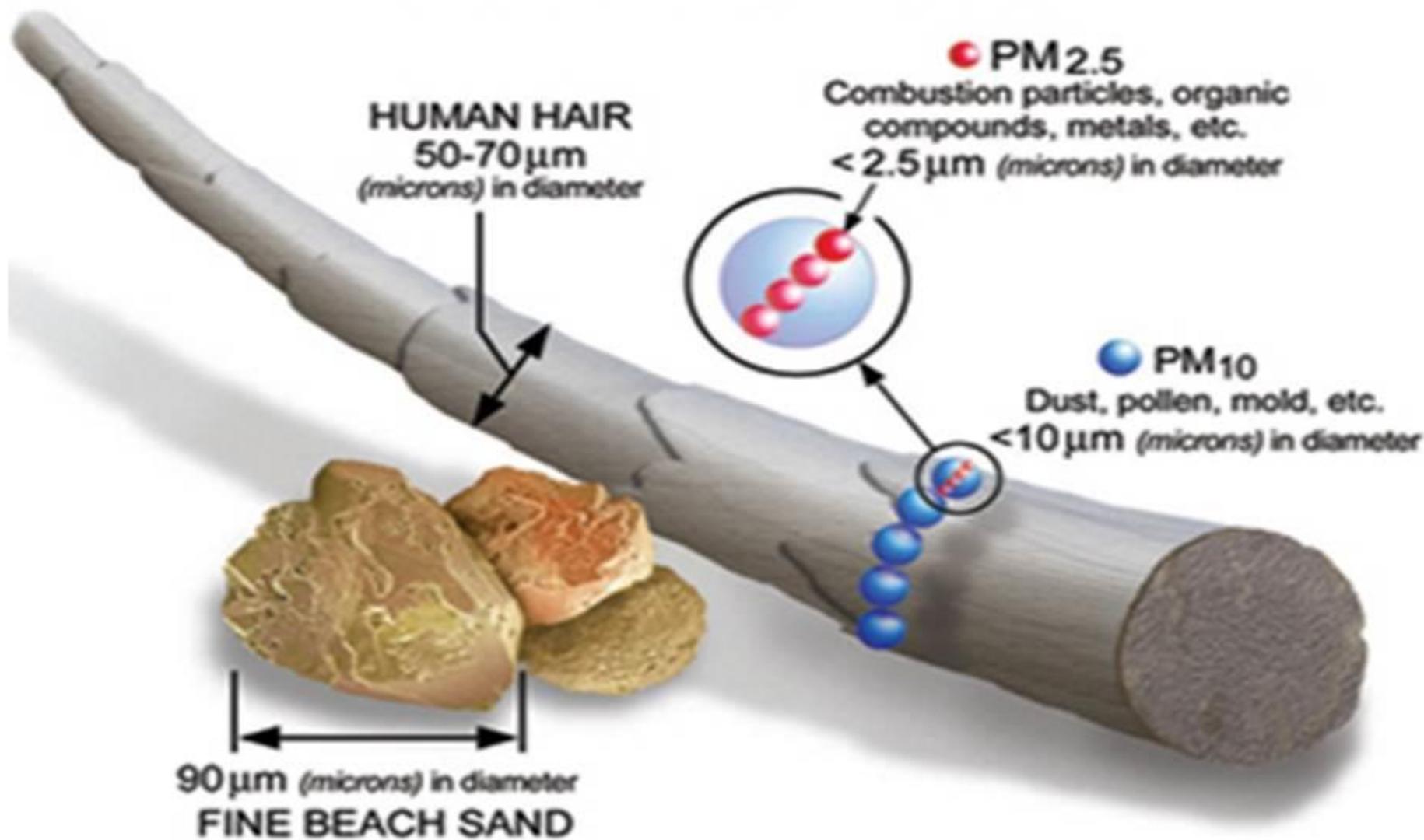
Classe	Esempi
Ossidi di carbonio	Monossido (CO) e anidride carbonica (CO ₂)
Ossidi di zolfo	Biossido di zolfo (SO ₂) e triossido di zolfo (SO ₃)
Ossidi di azoto	Ossido nitrico (NO), biossido di azoto (NO ₂), ossido nitroso (N ₂ O) (NO e NO ₂ sono spesso considerati insieme e chiamati NO _x)
Composti organici volatili (VOC)	Metano (CH ₄), propano (C ₃ H ₈), clorofluorocarburi (CFC)
Materiali particolato sospeso	Particelle solide (polvere, fuliggine, amianto, piombo, nitrati e solfati)
Ossidanti fotochimici	Ozono (O ₃), perossiacetilnitrati (PAN), acqua ossigenata (H ₂ O ₂), aldeidi
Sostanze radioattive	Radon-222, iodio-131, stronzio-90, plutonio-239 (Tabella 3-1)
Inquinanti atmosferici pericolosi che causano effetti sulla salute come cancro, difetti di nascita e problemi al sistema nervoso	Tetracloruro di carbonio (CCl ₄), metilcloruro (CH ₃ Cl), cloroformio (CHCl ₃), benzene (C ₆ H ₆), dibromuro di etilene (C ₂ H ₂ Br ₂), formaldeide (CH ₂ O ₂)

4. PARTICELLATI: inerti di dimensione variabile: dragaggi, materiali terrigeni, materie plastiche, fumi, particellati volatili anche naturali, come i Pollini

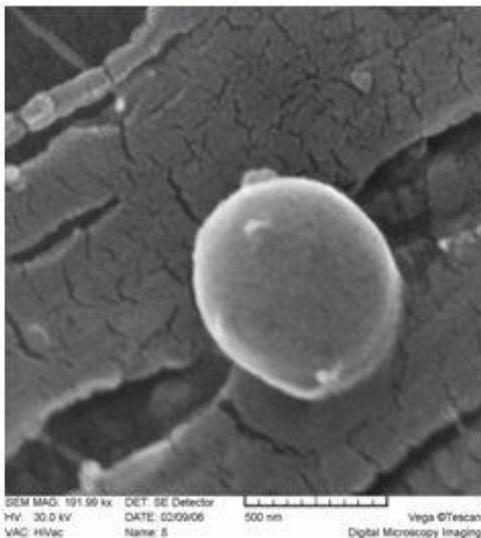
Agiscono modificando i substrati, possono impedire la fotosintesi e danneggiare gli apparati respiratori e filtratori degli animali

E' proprio in questa categoria che si trovano molti inquinanti di edifici ed opere d'arte!!!

Relative Size of Particulate Matter



CARATTERIZZAZIONE CHIMICA DEL PM



Analisi morfologica
mediante SEM

particella prodotta da combustione



FRAZIONE INORGANICA:

COMPOSIZIONE IONICA (IC)

particolato origine secondaria (es. NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^-)

acidità del particolato atmosferico

azione corrosiva

CARATTERIZZAZIONE ELEMENTARE (XRF)

frazione cristallina

(Al, Ca, Si, Ti, K)

elementi in traccia

(es. V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Br, Pb):

FRAZIONE ORGANICA:

-CARBONIO ORGANICO (OC) ED ELEMENTARE (EC) (TGA-FTIR; TOT)

EC marker combustione incompleta (es. traffico diesel)

- FRAZIONE POLIMERICA (HPLC-MS)

- ACIDI ORGANICI (IC)

speciazione chimica carbonio organico (OC)

-IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI (IPA), nitroIPA, oxiIPA(LC-RF, GC-MS, LC-MS)

composti ad azione mutagena

-COMPOSTI ORGANOCLORATI (DDX) (GC-MS)

endocrine disruptors

-ALCANI (GC-MS)

contributo antropogenico e biogenico

- NITROFENOLI (HPLC-UV, GC-MS)

particolato di origine primaria (traffico) e secondaria

ETERNIT = 200 morti per tumore....

Asbesto - amianto

Mesotelioma pleurico

UN PROBLEMA COL QUALE VI TROVERETE AD INTERAGIRE:

LO SMOG INDUSTRIALE

Trent'anni fa città come Londra, Chicago e Pittsburgh (ma anche tante altre) bruciavano grosse quantità di carbone e petrolio (che contiene impurità di zolfo) nelle centrali elettriche, nelle industrie e per il riscaldamento

Soprattutto in inverno nelle grandi città si verificavano condizioni tali da determinare la presenza di anidride solforosa sottoforma di goccioline sospese di acido solforico ed altri composti + una grande varietà di particelle solide sospese = aerosol che si è depositato insieme ai fumi della combustione di carbone e petrolio degli impianti domestici soprattutto su monumenti → **PATINE NERASTRE**



CLIMA ED INQUINAMENTO URBANO

Una città è sempre più calda della campagna circostante

Nelle giornate soleggiate la differenza può essere anche di 5 °C

Come mai???

Anche la qualità dell'aria è diversa....

PRIMA DI PARLARE DI CLIMA BISOGNA SAPERE QUALCOSA DELL'ATMOSFERA

L'atmosfera è un involucro gassoso (miscuglio di gas e vapore acqueo) che avvolge la Terra, non più spesso di 500 km. I 9/10 della massa atmosferica sono concentrati nei primi 16 km.

L'aria secca è una miscela di più gas la cui composizione percentuale in volume si mantiene costante fino a circa 80 km. Nei primi 15-20 km vi è anche una significativa presenza di CO_2 (0,03%) prodotta da processi naturali (respirazione vegetale e animale, decomposizione e combustione di sostanze contenenti carbonio, eruzioni vulcaniche) o da combustioni legate alle attività umane.

La CO_2 ha un'importante azione termoregolatrice (insieme al vapore acqueo) sul clima terrestre "effetto serra" 

Tra 20 e 50 km vi sono anche tracce di ozono O_3 che ha la proprietà di assorbire gran parte della radiazione solare ultravioletta ($0,2-0,6 \mu m$) ossia quella a più alto contenuto energetico, impedendo così che raggiunga la Terra e danneggi la vita animale e vegetale.

Nell'aria sono presenti anche numerose impurità (aerosol) immesse nell'atmosfera dal vento o dalle attività umane e che hanno un importante ruolo nella formazione delle nubi perché agevolano il coagulo delle molecole di vapore = "nuclei di condensazione"

COMPOSIZIONE ATMOSFERA

L'atmosfera è composta per il:

78,08% di azoto,

20,95% di ossigeno,

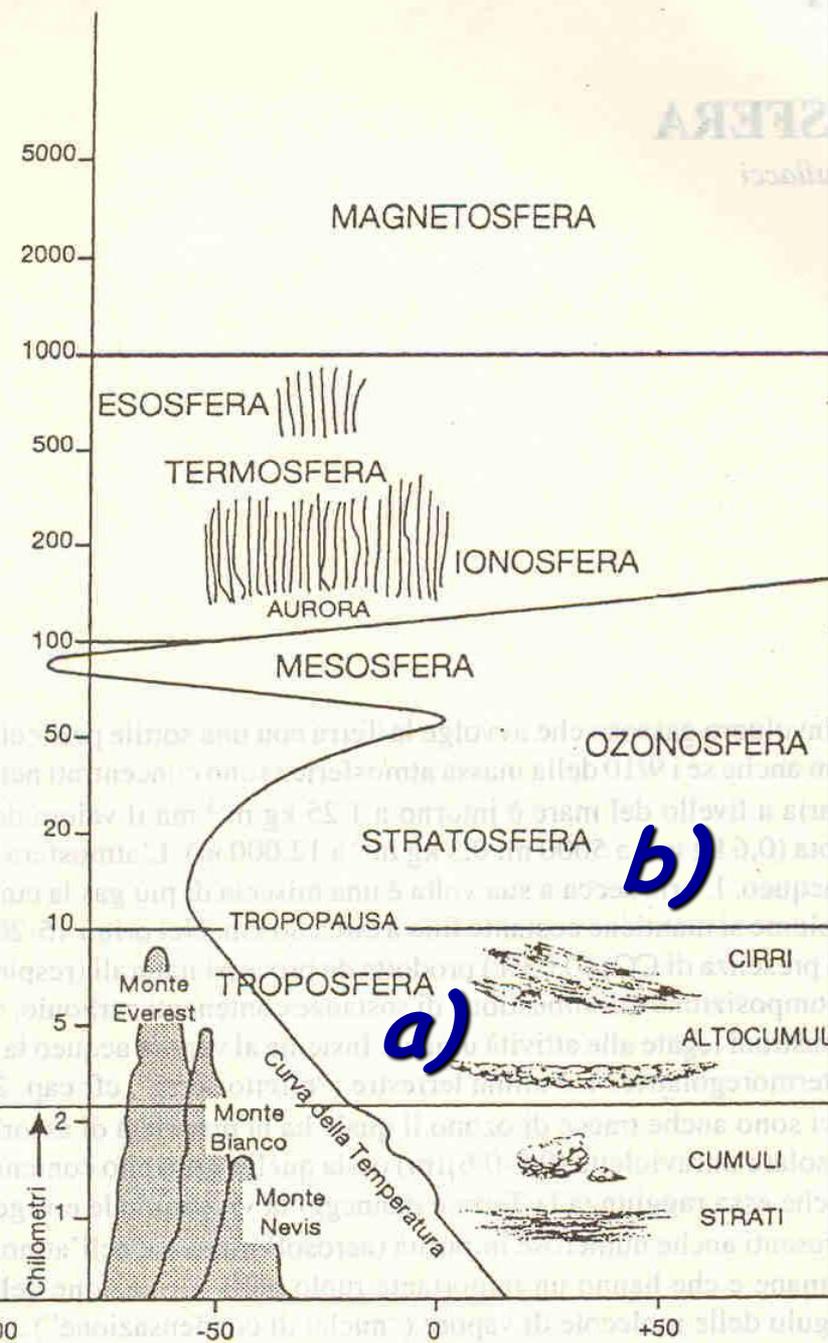
0,93% di argon

0,03% di anidride carbonica,

oltre a tracce di: idrogeno, neon, elio, cripton, xenon, ozono e metano.

L'atmosfera è quindi la più grande riserva di **azoto** del nostro pianeta e contiene grandi quantità di ossigeno.

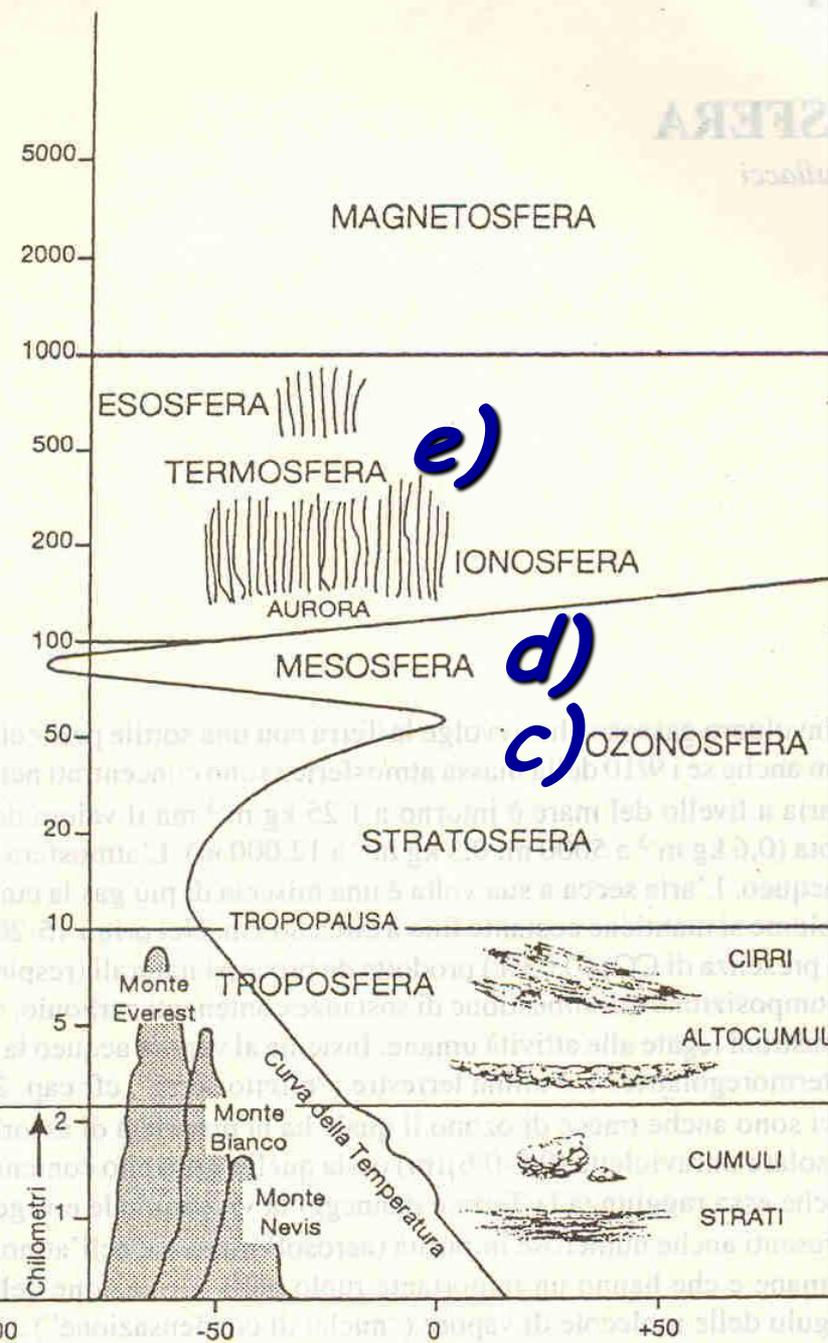
Sebbene l'anidride carbonica rappresenti una frazione molto piccola dell'atmosfera, essa costituisce la principale fonte di carbonio utilizzata dagli organismi terrestri fotosintetici



I vari strati dell' atmosfera vengono in genere denominati sulla base della variazione della temperatura con l' altezza:

a) Troposfera (dal suolo a 10- 15 km): la temperatura diminuisce con la quota di circa $6,5 \text{ }^\circ\text{C km}^{-1}$. perchè il calore trasferito dalla Terra all' atmosfera decresce via via che ci si allontana dal suolo;

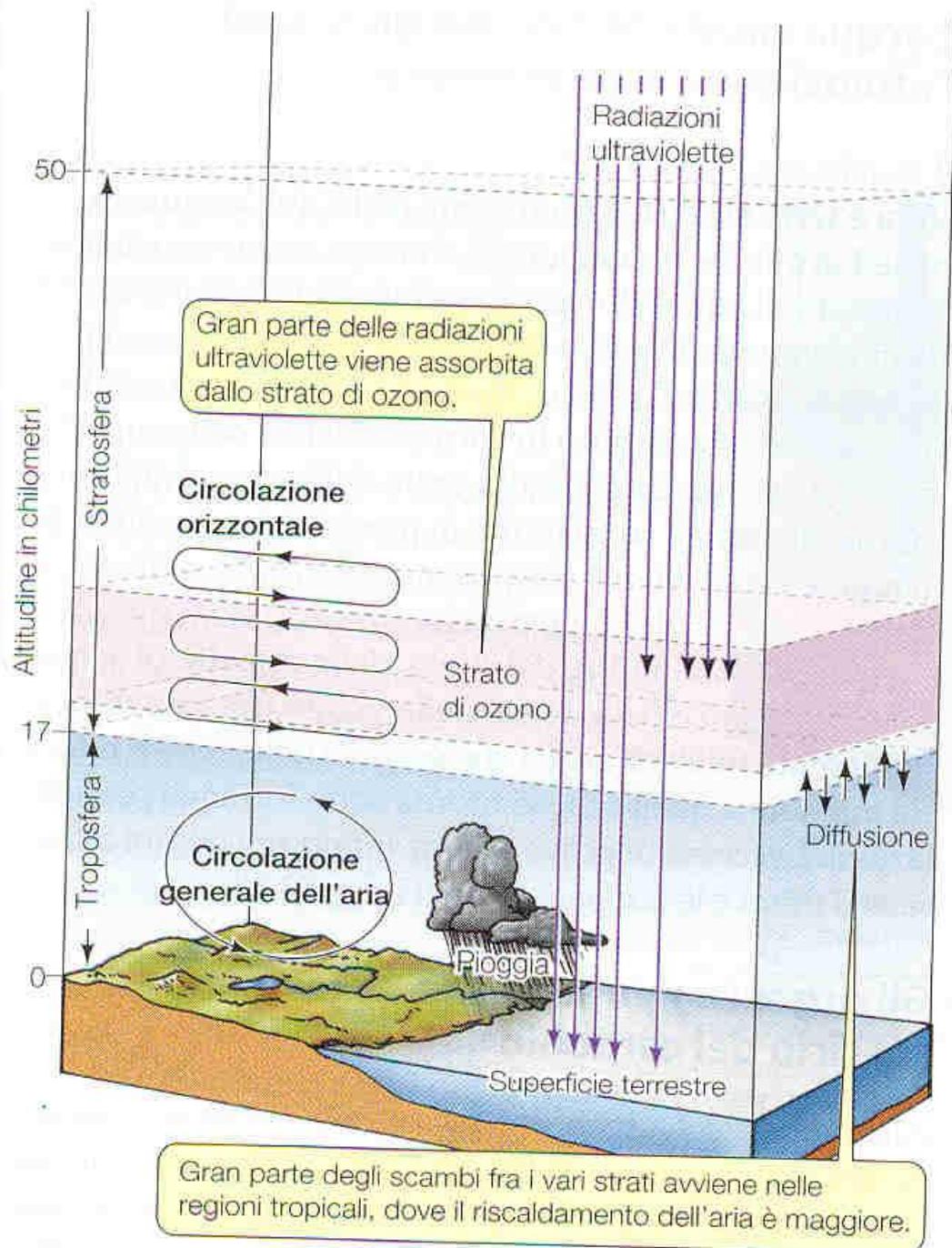
b) Stratosfera (da 15 a 30 km circa): la temperatura resta più o meno costante con la quota;



c) Ozonofera (da 30 a 60 km circa): la temperatura aumenta con la quota a causa del contributo energetico derivante dall'assorbimento dei raggi ultravioletti provenienti dal sole;

d) Mesosfera (da 60 a 85 km circa): la temperatura torna a diminuire;

e) Termosfera (oltre 85 km): la temperatura aumenta costantemente fino ai limiti dell'atmosfera.



La troposfera e la stratosfera differiscono per:

- Quantità di umidità
- Circolazione dei gas
- Quantità di radiazione ultravioletta

CLIMA ED INQUINAMENTO URBANO

Una città è sempre più calda della campagna circostante!!

Le CAUSE di ciò sono complesse anche se edifici, automobili, cemento ed asfalto hanno una certa importanza

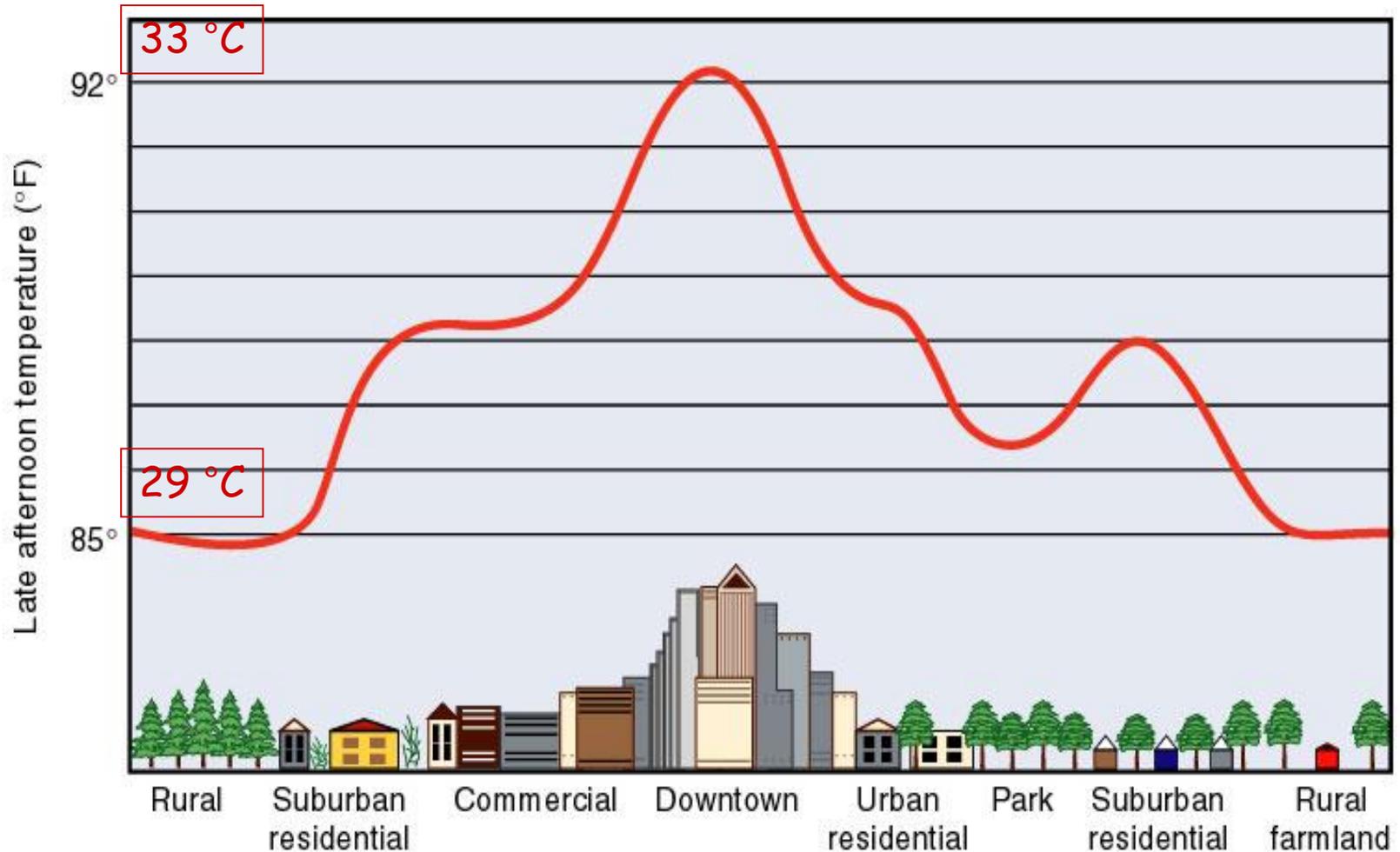
CONSEGUENZE: smog che negli anni della seconda rivoluzione industriale dipendeva da riscaldamento domestico e fornaci.

Negli anni '80 compare lo smog fotochimico

MICROCLIMI: molte grandi aree urbane sviluppano tipici microclimi

Un tipico profilo di un'isola di calore urbana

Sketch of an urban heat island profile

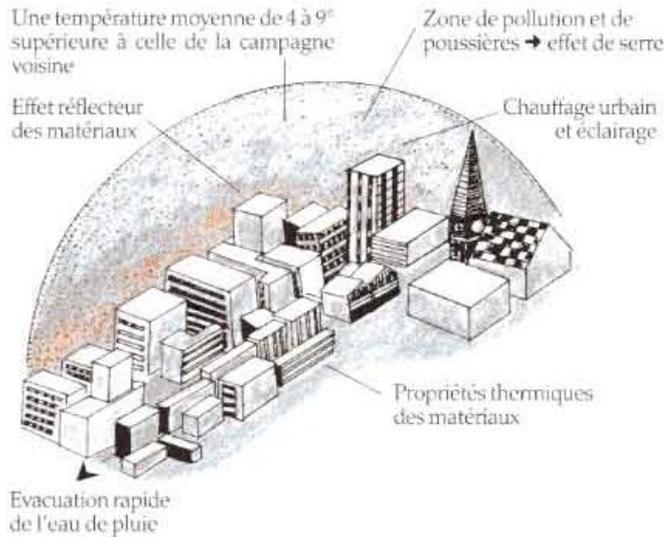


Al bilancio energetico di una città contribuiscono:

1. Radiazione in arrivo
2. Radiazione riflessa
3. Radiazione dal cielo
4. Flusso di calore nel terreno o nel materiale urbano (quello accumulato nel terreno e rilasciato al tramonto)
5. Calore antropico (traffico veicolare, industrie, riscaldamento e condizionamento domestico)

Le microclimat urbain

En 2025, 62% de la population mondiale sera citadine (pour 45% en 1995)

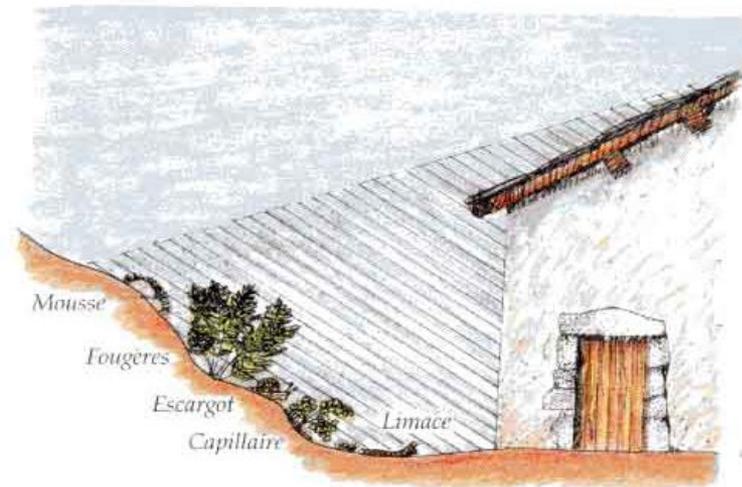
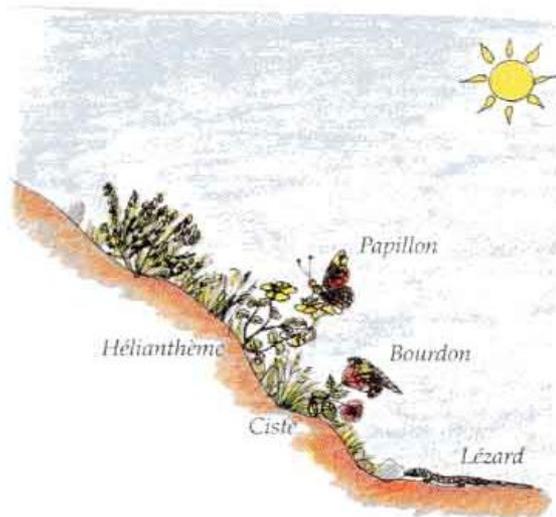


Quelques oiseaux en ville



Les modifications d'un microclimat par une construction

La construction d'une maison modifie le microclimat d'un talus ensoleillé voisin et mousses et fougères y remplacent des fleurs héliophiles que butinaient les hyménoptères et les papillons



DEFINIZIONE DI INQUINAMENTO ATMOSFERICO (DPR. 203/88)

"È tale ogni modificazione della 'normale' composizione o stato fisico dell'aria atmosferica dovuta alla presenza nella stessa di una o più sostanze in quantità e caratteristiche tali da alterare le 'normali' condizioni ambientali e di salubrità dell'aria, da costituire pericolo ovvero pregiudizio 'diretto' ed 'indiretto' per la salute dell'uomo, da compromettere le attività ricreative e gli usi legittimi dell'ambiente, alterare le risorse biologiche e gli ecosistemi ed i beni materiali pubblici e privati."

Inquinanti primari



Inquinanti secondari

CO CO₂
SO₂ NO NO₂
Idrocarburi
Particelle
in sospensione

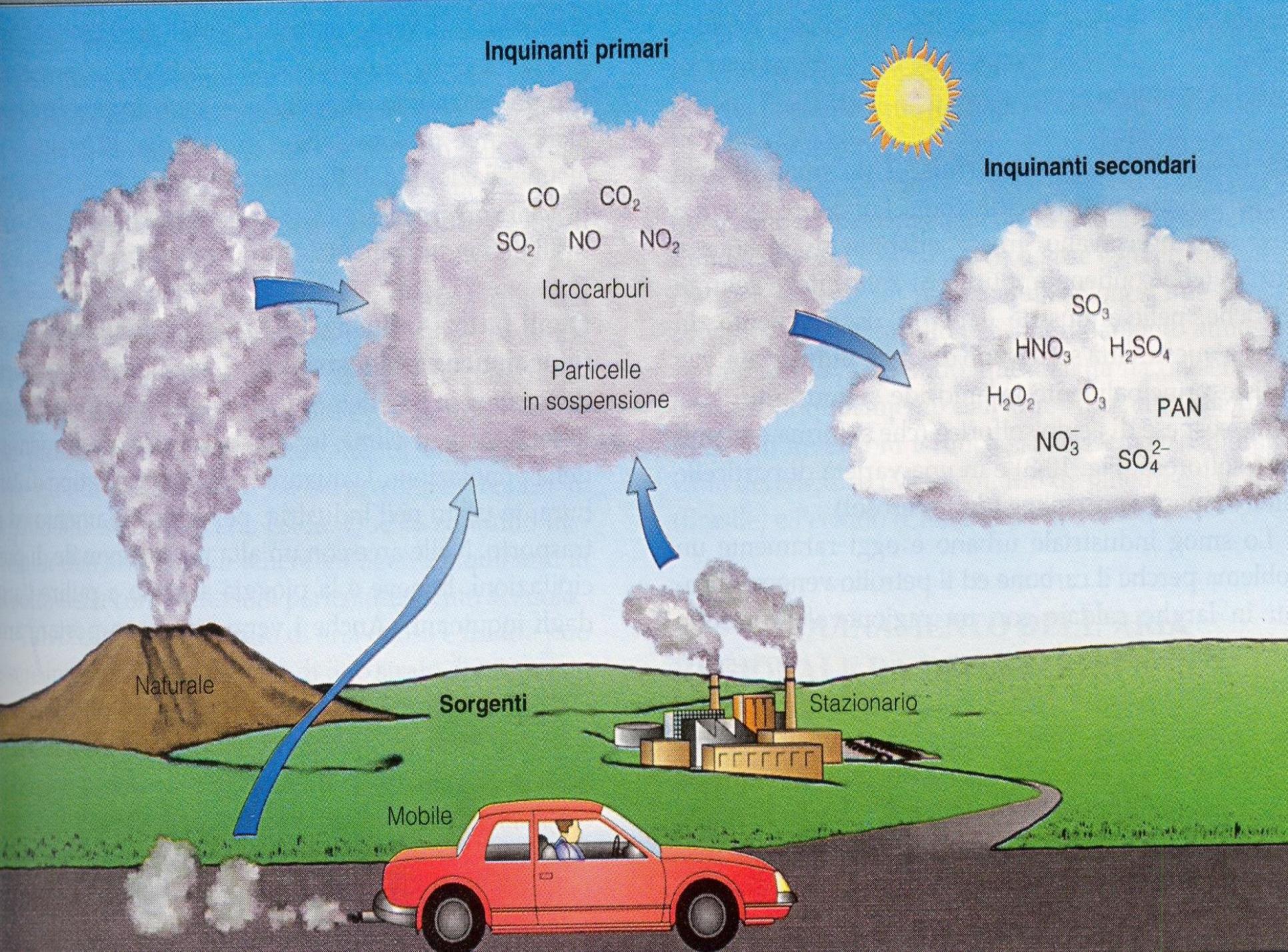
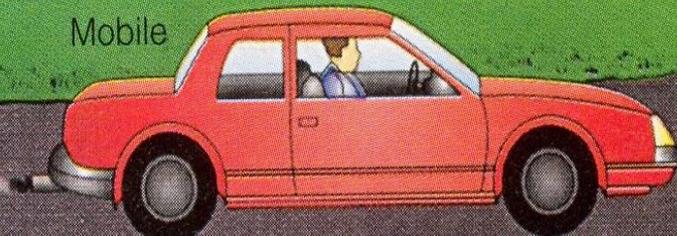
SO₃
HNO₃ H₂SO₄
H₂O₂ O₃ PAN
NO₃⁻ SO₄²⁻

Naturale

Sorgenti

Stazionario

Mobile



GLI INQUINANTI

- CFC - Bombolette spray, refrigeranti, materiali espansi
- SO_2 - Uso di combustibili fossili, fonderie
- N_2O - Fertilizzanti azotati, deforestazione, combustione di biomasse
- NO_x - Uso di combustibili fossili, combustione di biomasse
- VOCs - composti organici volatili
- CH_4 - Risaie, allevamenti, discariche, produzione di combustibili fossili
- CO_2 - Uso di combustibili fossili, deforestazione
- CO - Uso di combustibili fossili, combustione di biomasse

L'inquinamento urbano è originato essenzialmente dalla combustione di idrocarburi per riscaldamento e traffico veicolare e dalle attività industriali

Le emissioni dagli scarichi delle auto contribuiscono al 90% del CO, all'87% dei VOC (Composti Organici Volatili), al 76% della CO₂, al 52% degli NOx e al 50% delle polveri.

Le sorgenti stazionarie (riscaldamento domestico, industrie) sono invece responsabili del 45% delle emissioni di NOx e del 78% di quelle di SO₂.

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

La formazione di ossidi di carbonio può avvenire a causa di:

1. Combustione incompleta di carbonio e suoi composti;
2. Reazioni ad elevata temperatura tra CO_2 e composti contenenti carbonio;
3. Dissociazione ad elevate temperature di CO_2 in CO e O .

Sorgenti:

- mezzi di trasporto soprattutto quelli a benzina;
- processi di produzione della ghisa e dell'acciaio;
- raffinerie di petrolio;
- alcuni processi naturali (attività vulcaniche, emissioni naturali di gas, scariche elettriche durante i temporali).

Settori emissivi di CO (in Italia)

63% Trasporto su strada

17% Trattamento dei rifiuti

7% Altre forme di trasporto

5% Processi di combustione

4% Combustione industria manifatturiera

3% Impianti di combustione non industriale

1% Altri processi

Effetti

Sulle piante: diminuisce la capacità dei batteri di fissare l' N_2 nelle radici delle piante;

Sull'uomo: effetto tossico perché riduce la capacità del sangue di trasportare ossigeno (si forma carbossiemoglobina).

OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Gli ossidi di N più pericolosi sono NO e NO₂, che si formano in seguito alla reazione tra N₂ e O₂ presenti nell'aria ad elevate temperature

Sorgenti

1. azione batterica (di un ordine superiore a quello di origine antropica), tuttavia è presente in alte concentrazioni ma in aree limitate;
2. mezzi di trasporto, soprattutto motori diesel;
3. impianti fissi (ex. termoelettrici).

Settori emissivi di NO₂ (in Italia)

1% Trattamento dei rifiuti

1% Altri processi

3% Impianti di combustione non industriale

3% Combustione industria manifatturiera

11% Processi di combustione

14% Altre forme di trasporto

21% Combustione per la produzione di energia

49% Trasporto su strada

Effetti

Sulle piante: L'inquinamento da biossido di azoto ha un impatto sulla vegetazione di minore entità rispetto al biossido di zolfo. Possono comparire delle macchie sulle foglie.

Sull'uomo: l' NO_2 è 4 volte più tossico dell' NO . In piccole dosi può dare irritazione delle mucose di occhi e naso;

Sui materiali: gli NO_x in atmosfera acidificano e possono causare sbiadimento dei tessuti e corrosione di leghe al Ni e Ottone.

OSSIDI DI ZOLFO (SO_x)

Dalla combustione dei diversi materiali contenenti S vengono prodotti particolari ossidi di questo elemento:

Anidride solforosa, biossido di zolfo e anidride solforica.

Sorgenti

1. fonti naturali quali i vulcani (per circa i 2/3);
2. impianti fissi di combustione a carbone o olio;
3. centrali elettriche;
4. fonderie;
5. raffinerie di petrolio

SO₂ (in Italia) Settore emissivo

61% Natura

20% Combustione per produzione di energia

11% Combustione industria manifatturiera

3% Processi di produzione

2% Impianti di combustione non industriale

2% Trasporto su strada

1% Altre forme di trasporto

Effetti

Sulle piante: per esposizioni breve ma intense si hanno fenomeni di necrosi, per esposizioni prolungate, ma meno intense, si hanno danni cronici che portano al blocco di formazione di clorofilla;

Sull'uomo provoca irritazione delle vie respiratorie, degli occhi ed influiscono anche sul sistema nervoso;

Sui materiali: viene accelerata la velocità di corrosione dei metalli e dei materiali da costruzione (trasformazione dei carbonati in solfati a causa dell'acido solforico H_2SO_4).

Controlli



Esposizione a 1,5 ppm di SO₂ per 7 ore



Amaranto

Patata
dolce

Rosa BT

Rosa Peace

Uva Concord

Vite

PARTICOLATO (PM_{2.5} e PM₁₀)

Col termine "aerosol atmosferici" si intende l'insieme di particelle le cui dimensioni variano da pochi ångström a qualche centinaia di micron.

PM_{2.5} = particolato fine, frazione respirabile ($\emptyset < 2.5$ mm);

PM₁₀ = frazione toracica ($\emptyset < 10$ mm).

Sorgenti

1. eruzioni vulcaniche, trasporto del vento (in minima parte);
2. industria delle costruzioni;
3. fonderie;
4. traffico veicolare (combustione incompleta e lenta polverizzazione dei pneumatici, dell'asfalto e dei ferodi).

Settore emissivo

Diametro

Settore

< 0.1 mm

Processi di combustione non sempre identificabili chimicamente

0.1 mm - 1 mm

Combustione ed aerosol fotochimici

1 mm - 10 mm

Particolari tipi di terreno, polveri e prodotti di combustione di determinate industrie

>10 mm

Processi meccanici (erosione del vento e polverizzazione da parte di auto e pedoni)

EFFETTI

Sull'ambiente: diminuzione della visibilità atmosferica e della luminosità assorbendo o riflettendo la luce solare. Le polveri sospese favoriscono la formazione di nebbie e nuvole, favorendo il verificarsi dei fenomeni delle nebbie e delle piogge acide;

Sull'uomo: Le particelle più pericolose sono quelle con $\text{Ø} < 15\text{mm}$ che penetrano nel sistema respiratorio a varie profondità e possono generare vari effetti irritativi come l'infiammazione e la secchezza del naso e della gola. Queste polveri aggravano le malattie respiratorie croniche come l'asma, la bronchite e l'enfisema.

OZONO TROPOSFERICO (O₃) e VOC

A causa delle reazioni fotochimiche che si instaurano in un ambiente atmosferico già inquinato, si ha la formazione di O₃ e di inquinanti secondari, causa dello *smog fotochimico*.

I VOC (Composti Organici Volatili) rappresentano l'insieme dei composti organici allo stato gassoso.

Sorgenti

1. processi naturali (decomposizione della materia organica, fotolisi delle piante, attività geotermica, ...);
2. emissioni della benzina;
3. emissioni di carburante incombusto nei gas di scarico;
4. processi industriali in tutte le fasi in cui utilizzano vernici e solventi

VOC (in Italia) Settore emissivo

- 39% Trasporto su strada
- 20% Agricoltura e foreste
- 20% Uso di solventi
- 8% Altre forme di trasporto
- 5% Estrazione e distribuzione combustibili fossili
- 4% Trattamento dei rifiuti
- 4% Processi di produzione
- 1% Impianti di combustione non industriale

EFFETTI

Sulle piante: necrosi di gruppi di cellule, l'etilene (C_2H_4) inibisce lo sviluppo e causa la morte dei fiori;

Sull'uomo: a seconda del tipo di inquinante si possono verificare disturbi all'apparato respiratorio, nervoso, genera cancro ai polmoni;

Sui materiali: la gomma è il materiale più soggetto all'effetto di O_3 , perde elasticità e diventa più fragile

VOCs - composti organici volatili

Un insieme di composti chimici che contengono uno o più atomi di carbonio che tendono ad evaporare a temperatura ambiente

Possono derivare da sorgenti antropogeniche endogene ed esogene: materiali per l'edilizia, arredi, industrie traffico veicolare ecc.

MA ATTENZIONE!!

Negli ambienti museali possono danneggiare:

- le opere d'arte
- i visitatori ed il personale

L' O_3 causa clorosi, con colorazione giallo pallido delle foglie e provoca un prematuro invecchiamento della pianta.

Inoltre fra le nervature compaiono delle lesioni color marrone.

Quando le lesioni si allargano la foglia prima diviene color bronzo e poi cade.

Foglia di
tabacco
esposta
a
concentrazioni
di ozono di
 $0,14 \text{ mg/m}^3$
per 7 ore al
giorno
per 2
settimane.



TORNANDO ALLO SMOG FOTOCHIMICO....

L'inquinamento dell'aria conosciuto come smog fotochimico è una miscela di agenti inquinanti primari e secondari che si forma sotto l'influenza della luce solare

Si ottiene un insieme di oltre 100 agenti chimici, che sono dominati dall'ozono, un gas altamente reattivo che nuoce alla maggior parte degli organismi viventi

SMOG FOTOCHIMICO

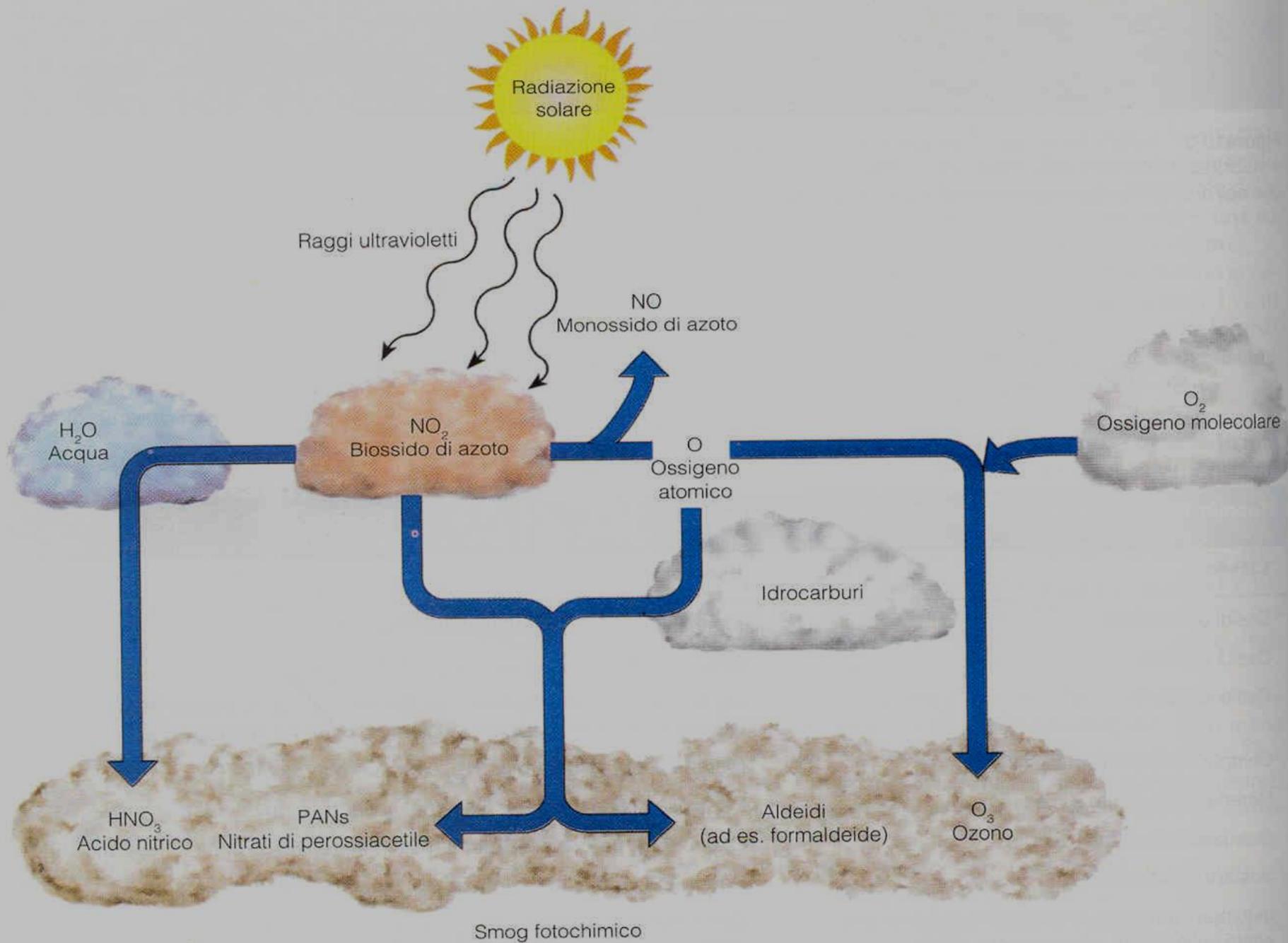
Lo smog fotochimico è un particolare inquinamento dell'aria che si produce nelle giornate caratterizzate da condizioni meteorologiche di stabilità e di forte insolazione (T almeno di 18°C).

Gli ossidi di azoto (NO_x) e i composti organici volatili (VOC), emessi nell'atmosfera da molti processi naturali od antropogenici, vanno incontro ad un complesso sistema di reazioni fotochimiche indotte dalla luce ultravioletta presente nei raggi del sole; il tutto porta alla formazione di ozono (O_3), perossiacetil nitrato (PAN), perossibenzoil nitrato (PBN), aldeidi e centinaia di altre sostanze.

Questo particolare smog si può facilmente individuare per il suo caratteristico colore che va dal giallo-arancio al marroncino, colorazione dovuta alla presenza nell'aria di grandi quantità di biossido di azoto

In pratica così.....





Più caldo è il giorno, più alto è il livello di ozono e di altri componenti nello smog fotochimico

L'aumento del traffico alza i livelli di NO, di NO₂ e degli idrocarburi incombusti e questi composti iniziano a reagire per effetto della luce fino a produrre lo smog fotochimico, che in un giorno di sole raggiunge i livelli di picco nel primo pomeriggio, irritando gli occhi delle persone e le vie respiratorie

Tutte le città moderne soffrono di smog fotochimico ma è molto più comune in quelle con molti autoveicoli e con clima assolato, caldo e secco: Los Angeles, (California), Denver (Colorado), e Salt Lake City (Utah) negli Stati Uniti, Sydney (Australia), Città del Messico (Messico), San Paolo e Buenos Aires (Brasile)

CONSEGUENZE DELLO SMOG FOTOCHIMICO

Sull'uomo

Un'esposizione allo smog a bassi livelli di concentrazione provoca solo un'irritazione agli occhi, al naso, alla gola ed una fastidiosa lacrimazione. Un'esposizione acuta può però peggiorare questi sintomi e condurre all'infiammazione dei polmoni, ad una crescente difficoltà nel compiere la respirazione e ad un aumento degli attacchi di asma.

Inoltre poiché molte città hanno una scarsità di alberi, arbusti e altra vegetazione naturale....

E poiché le piante possono:

Assorbire le sostanze inquinanti dell'aria, rilasciare ossigeno, attenuare i rumori, fornire habitats per la vita selvatica, dare piacere estetico ed aiutare a raffreddare l'aria con l'evaporazione dell'acqua dalle loro foglie.....

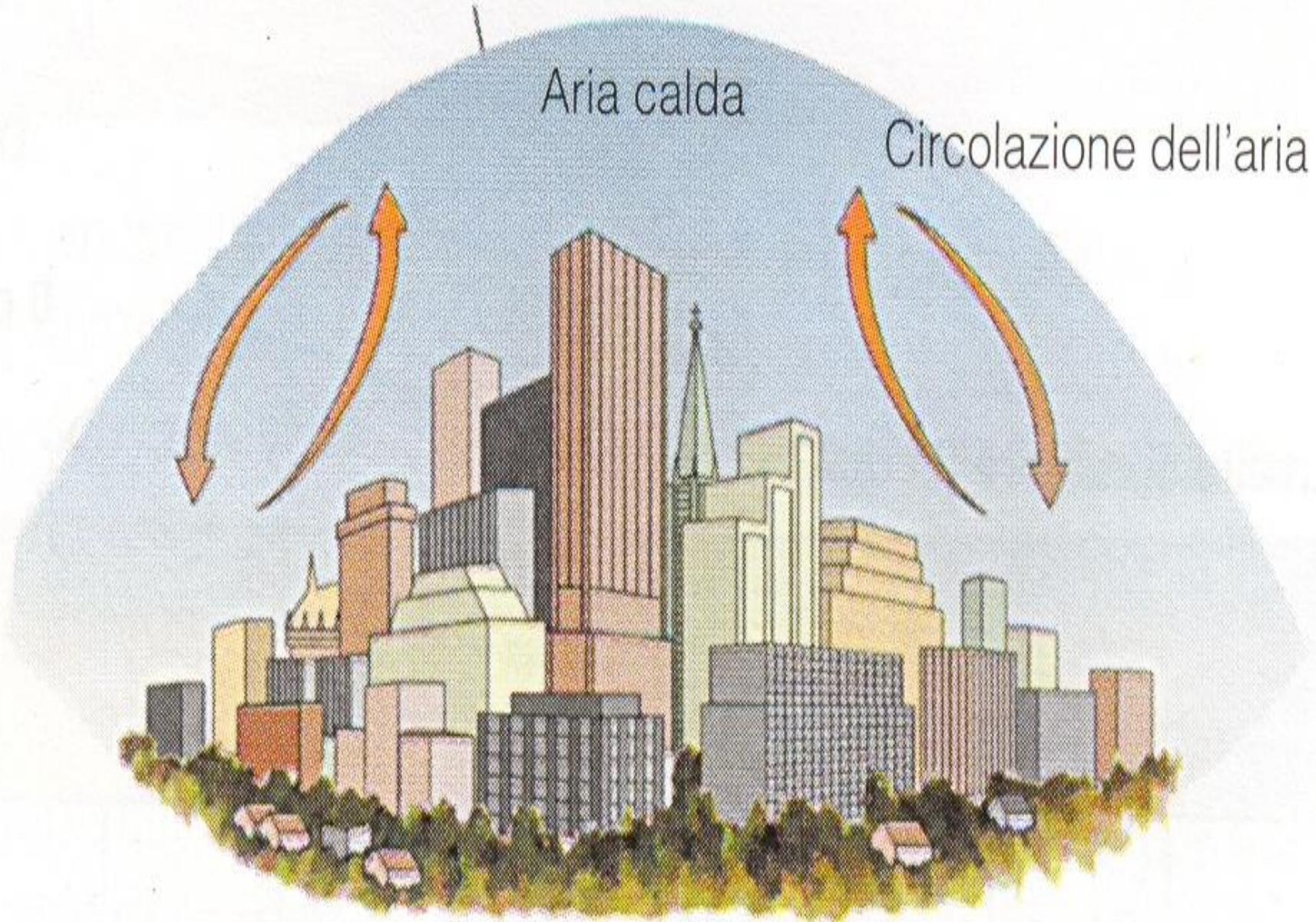
Le città sono più calde, più piovose, più nebbiose e più nuvolose rispetto alla periferia e alle zone rurali vicine

Enormi quantità di calore prodotto dalle auto, dalle industrie, dalle caldaie, dalle luci, dagli impianti di condizionamento, di tetti neri che assorbono il calore, dalle strade e dalla gente che vive nelle città creano un'isola urbana di calore

Cupola di polvere

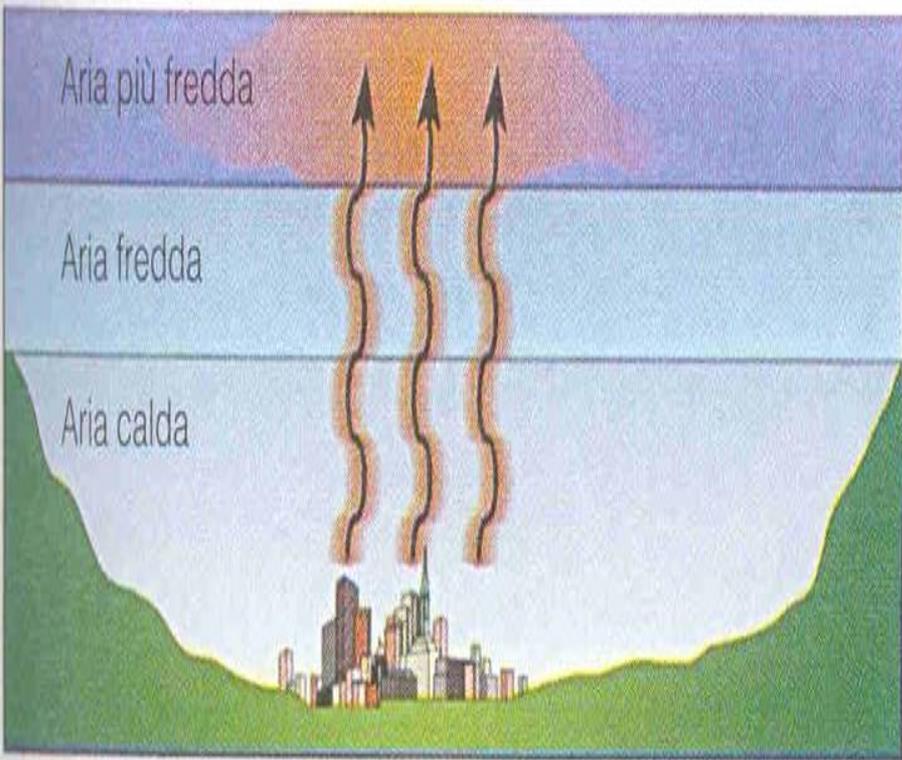
Aria calda

Circolazione dell'aria

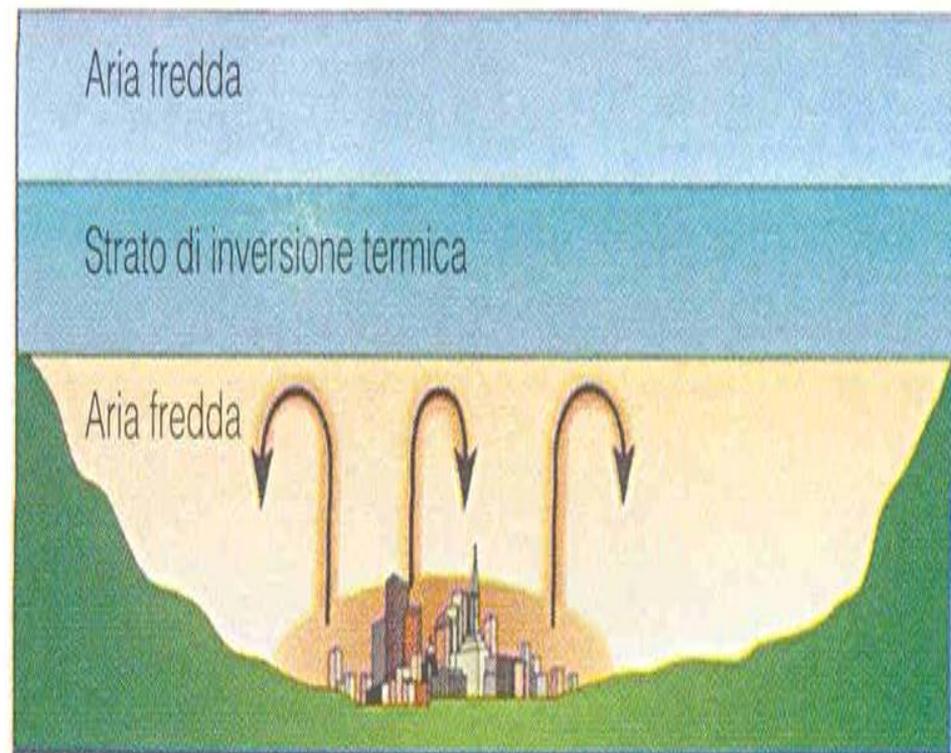


La cupola di calore trattiene le sostanze inquinanti, in particolar modo minuscole particelle solide = particolato in sospensione e crea una cupola di polvere sopra le aree urbane.

Se la velocità del vento aumenta la cupola di polvere si allunga sottovento per formare un pennacchio di polvere che può diffondere le sostanze inquinanti della città per centinaia di chilometri



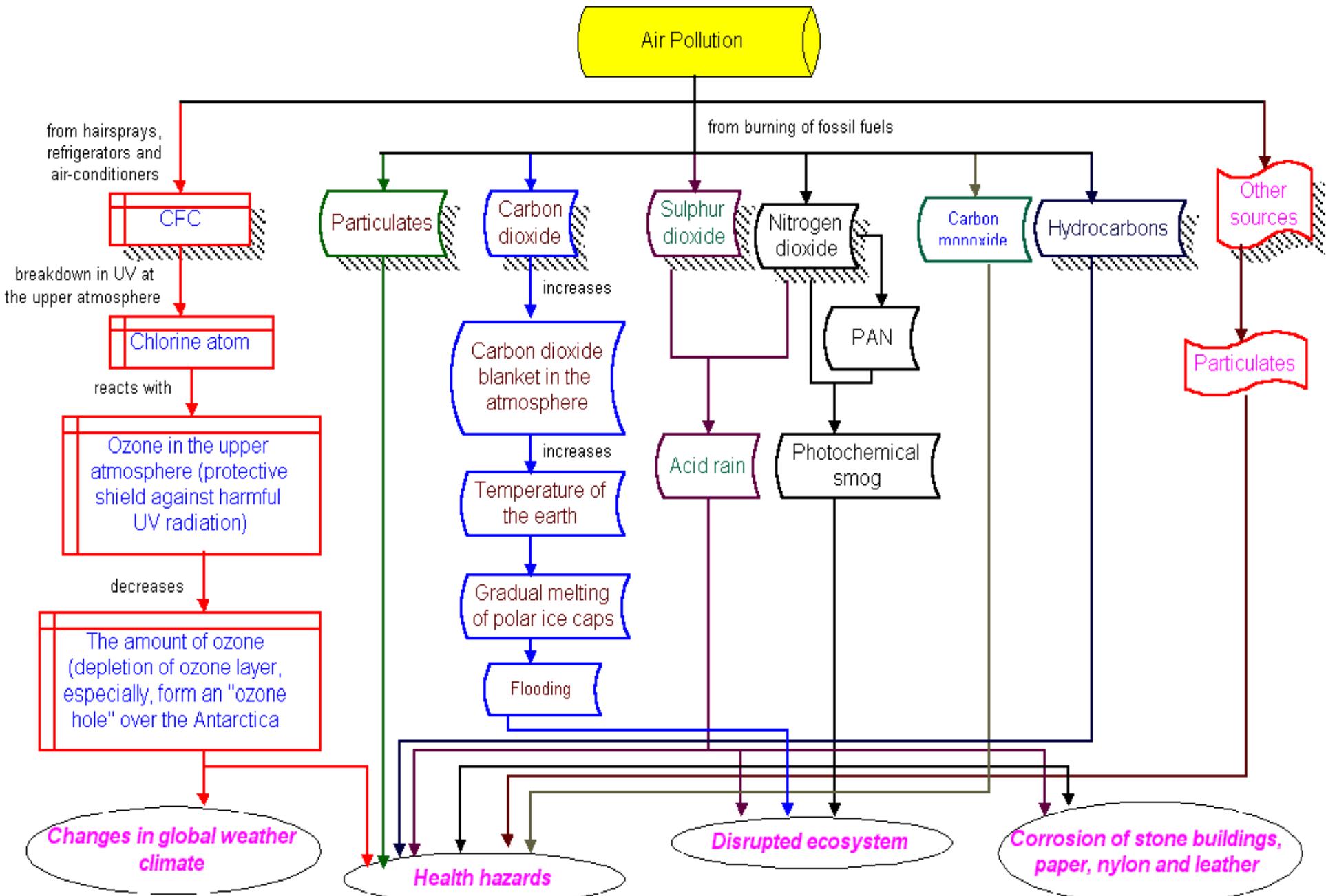
Situazione normale



Inversione termica

Le inversioni termiche intrappolano le sostanze inquinanti all'interno di uno strato di aria fredda che non è in grado di portarsi verso l'alto per portarle via. Città come Los Angeles (Stati Uniti) e Messico City (Messico), a causa della loro topografia, hanno frequenti inversioni termiche; molte di esse, durante i mesi estivi, sono prolungate.

Concept Map on the Effect of Major Air Pollutants on Environment



Vi sono effetti del disagio climatico sulla salute:

1. **Stress da calore:** elevata temperatura, forte irraggiamento da parte delle superfici circostanti, elevata umidità ed assenza di ventilazione

Dati di ROMA 1992-1995: T media > di 29 °C - un incremento di 1 °C aumenta del 44% la mortalità giornaliera - il n. medio di decessi passa da 52 a 73,

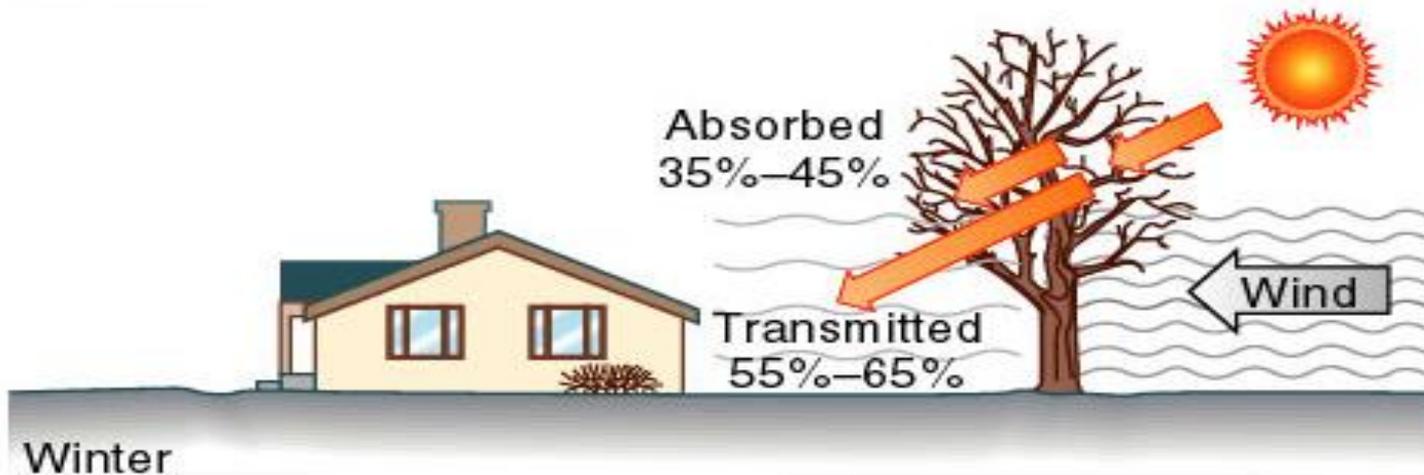
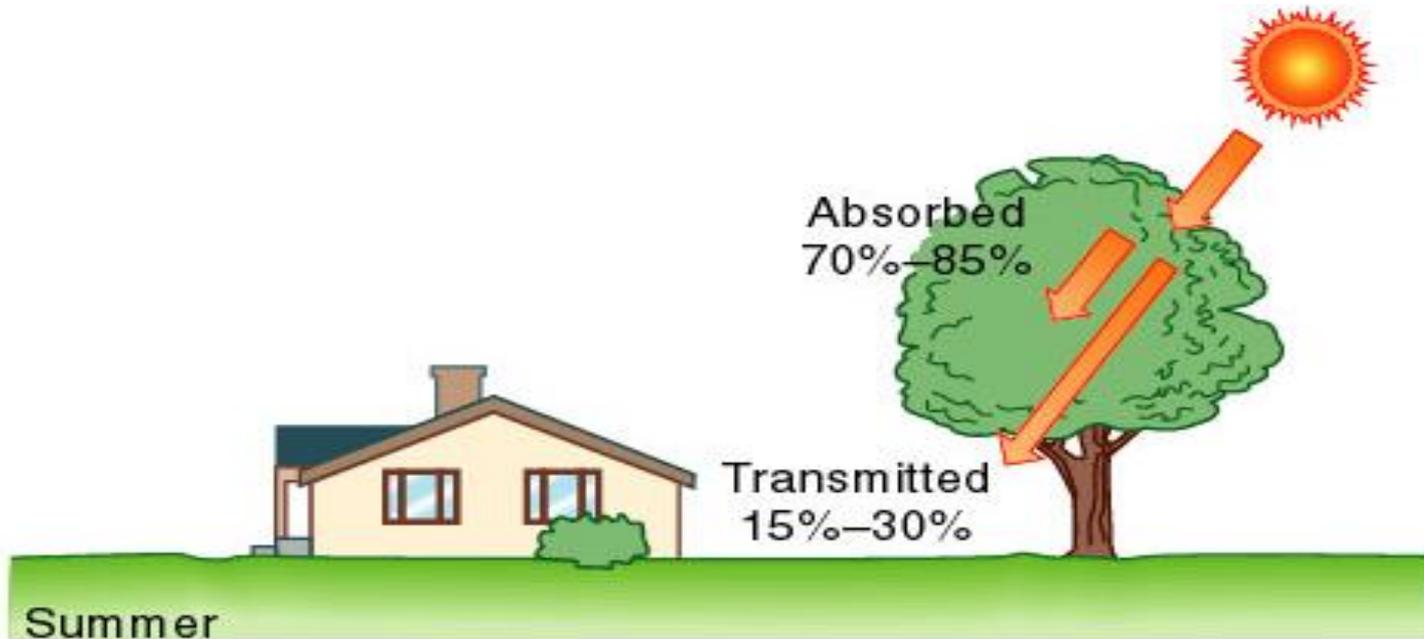
casi con > 39 °C si sono verificati a Roma nel 1905, 1922, 1939, 1956, 1983 e 2003

2. **Stress da freddo:** temperatura molto bassa e vento forte in situazione di bassa umidità

Si determina nelle regioni settentrionali adriatiche quando si ha afflusso di aria fredda dall'Europa centro-orientale, ad esempio con la bora

SOLUZIONI??

Gli alberi possono cambiare il microclima



FLORA E VEGETAZIONE URBANE

Sono particolari comunità vegetali che occupano gli spazi rimasti liberi dalle costruzioni, che fruttano le risorse disponibili e si adattano a vivere con l'uomo, sopportando anche forti alterazioni ambientali (flora sinantropa)

In alcune città sono stati fatti studi all'inizio del secolo (Roma, Napoli, Palermo, Bari) stabilendo che esiste una componente vegetale caratteristica = *plantae urbanae* meritevole di essere studiata, presente sulla superficie urbana e caratterizzata da peculiari condizioni ecologiche

Si tratta di piante coltivate,
piante spontanee e piante
esotiche che si possono trovare
sui muri, nelle aree calpestate,
sui bordi delle vie, negli incolti
e rudereti, nelle siepi e nei
prati urbani o nei lembi di
vegetazione boschiva

Le città tedesche, svedesi ed olandesi, hanno spesso oltre la metà della superficie urbana permeabile, cioè destinata a verde.

Le città emiliane, che in questo senso sono le migliori in Italia, non arrivano ad un terzo: in una situazione del genere è molto più difficile contrastare gli inquinamenti atmosferici e climatici, sempre più elevati

Questa negativa situazione urbanistico-ambientale italiana è imputabile sia ad un'arretrata cultura di sviluppo economico sia ad una speculazione economica ad opera di politici, urbanisti, mafie...

Si tende a concentrare l'edificabilità, tollerando tipologie edilizie di dimensioni macroscopiche, pensando al verde esclusivamente per l'aspetto fruitivo, prevedendolo quindi esclusivamente su aree pubbliche, dimenticando l'aspetto ecologico e paesaggistico del verde, che è altrettanto importante su aree private, che non costano alla comunità sia per impianto sia per manutenzione (oggi molto costosa)

Un uso razionale ed innovativo del verde potrebbe consentire di ovviare a taluni problemi di
INQUINAMENTO.....



Apricena- Foggia



Ferrara

Non esistono città italiane dotate di "green belt", così come esistono pochissime città italiane con foreste periurbane: es. Bosco Fontana a Mantova



Nel passato i suoli intorno alle città erano quelli più vocati per approvvigionamento alimentare e quindi legati alla rendita agricola ed ora quegli stessi suoli sono legati dalla rendita urbana per nuove pratiche di urbanizzazione

E' necessaria una politica del verde totalmente nuova, che può avere ricadute paesaggistiche, ma che presenta prospettive e obiettivi strutturali tali da qualificare in modo radicale il sistema atmosferico e climatico oltre alla vita stessa nelle città

Quindi le problematiche del verde urbano devono andare affrontate, in particolare nelle città italiane, insieme con le politiche energetiche, dei trasporti e degli inquinanti





Es di Vercelli che con Agenda 21 ha voluto recuperare il rapporto con l'ambiente e con la natura, tra la città e le distese pianeggianti delle risaie.

Il progetto è la costituzione di un *green belt*, una corolla verde intorno alla città, allontanando l'acqua ed interponendo una barriera tra risaie ed ambiente urbano, schermando anche la deriva dei fitofarmaci.

Si promuove la valorizzazione dei terreni interclusi tra città e tangenziale come *ring verde*, con una rilettura in termini ambientali-paesistici ed economici-sostenibili, per rendere effettivamente praticabile l'ipotesi di contenimento dell'attività risicola.

In Germania il tema dell'occupazione di suolo a fini urbani è entrato a far parte dei piani del governo federale e degli enti locali

La necessità è quella di invertire la tendenza di sottrazione di suolo al territorio aperto e rurale (già dal 1985 nell'ambito della formulazione dei principi di tutela del suolo)

La soglia fissata è di 30 ettari al giorno, pari a un quarto della tendenza in atto (129 ha/giorno nel 2000), come tetto di aumento di aree per insediamenti e mobilità, entro il 2020



QUESTO È VERDEMA NON IN QUEL
SENSO

Gli alberi migliorano l'ambiente urbano:

Diminuiscono
l'inquinamento
acustico

Apportano
benefici per
la salute
umana

Purificano
l'aria

Ombreggiano

Riducono
l'erosione
del suolo

Umidificano
l'aria

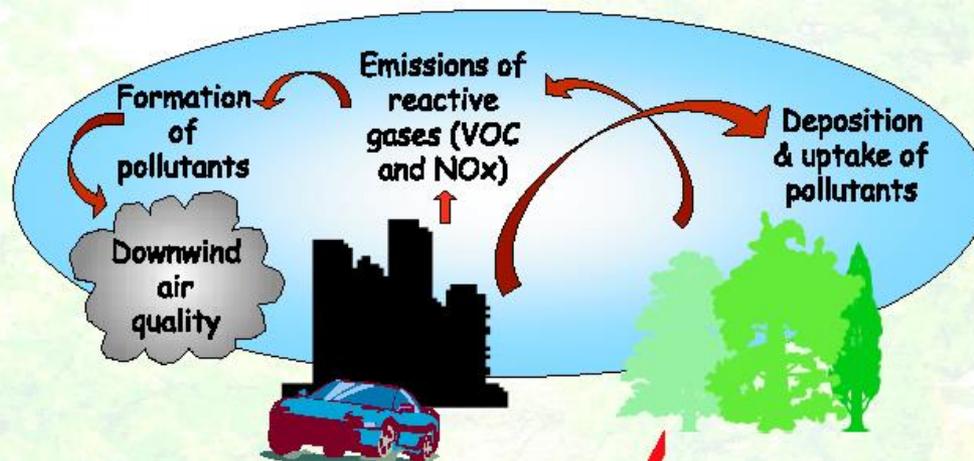
Assorbono
carbonio

Apportano
benefici
estetici

Aumentano
la
biodiversità

Emettono
profumi





Best  Worst

Fraxinus

Betula alnus

Acer campestre

Larix deciduous

Acer platanoides

Pinus sylvestris

Betula pendula

Malus domestica

Ilex aquifolium

Prunus laurocerasus

Alnus cordata

Ulmus campestris

Cypressus

Sambucus niger

Pyrus aucuparia

Alnus incana

Platanus occidentalis

Crataegus monogyna

Prunus avium

Corynus avellana

Salix fragilis

Quercus robur

Salix caprea

Populus sp.

Quercus rubra

Quercus petrea

Salix alba

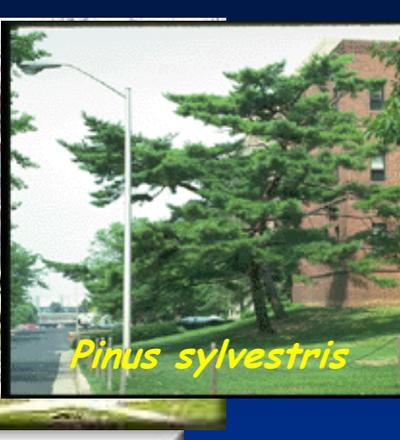
BEST



Fraxinus



Larix deciduous



Pinus sylvestris



Acer campestre



Betula pendula



Ulmus campestris



Chamaecyparis lawsoniana



Prunus laurocerasus



Platanus occidentalis



Quercus rubra



Salix fragilis



Populus

WORST





ROTONDE E ROTATORIE



Sostituiscono i semafori, semplificano la circolazione ma spesso hanno sistemazioni a verde non appropriate o sono vuote o trascurate. Molte sono in punti chiave delle città e potrebbero rappresentare le nuove porte d'ingresso dove realizzare opere a verde di grande effetto scenografico, grazie a nuove tipologie di piante, tecnologie di trapianto ed infrastrutture con una particolare attenzione p alla semplicità di gestione ed al contenimento della manutenzione

















PIAZZE VERDI



E' possibile ripristinare aree destinate a parcheggi ed utilizzare spazi apparentemente poco utili, come i tetti di palazzine, per aumentare l'assorbimento di CO_2 ed arredare con piante ricche di vegetazione



L'aumento del verde urbano
non alberato ha un peso
irrilevante sull'inquinamento e
quindi sullo stato di salute, è
positivo invece per altri
aspetti quali la vivibilità,
l'estetica ecc.

Con un incremento del 6% in termini
di verde alberato e in zone
strategiche



La riduzione del PM_{10} è di circa il 2,4%



Tale riduzione estesa all'intera
area critica eviterebbe circa 6
decessi all'anno

Quali Piante???

- Attenzione ai criteri di scelta
 - criterio biologico-tecnico-agronomico
 - criteri prospettici, estetici
 - criteri edonistici, voluttuari
 - calligrafica ricostruzione storica
 - solidità strutturale
 - resistenza all'inquinamento
- Evitare piante allergeniche
- Evitare piante "pericolose per produzione di idrocarburi o composti organici volatili, terpeni...

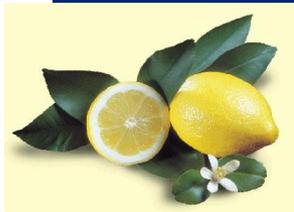


Le piante
producono

e

rilasciano nell'aria

sostanze organiche
volatili (VOC)



Isoprenoidi

Alcheni

Aldeidi

Alcoli

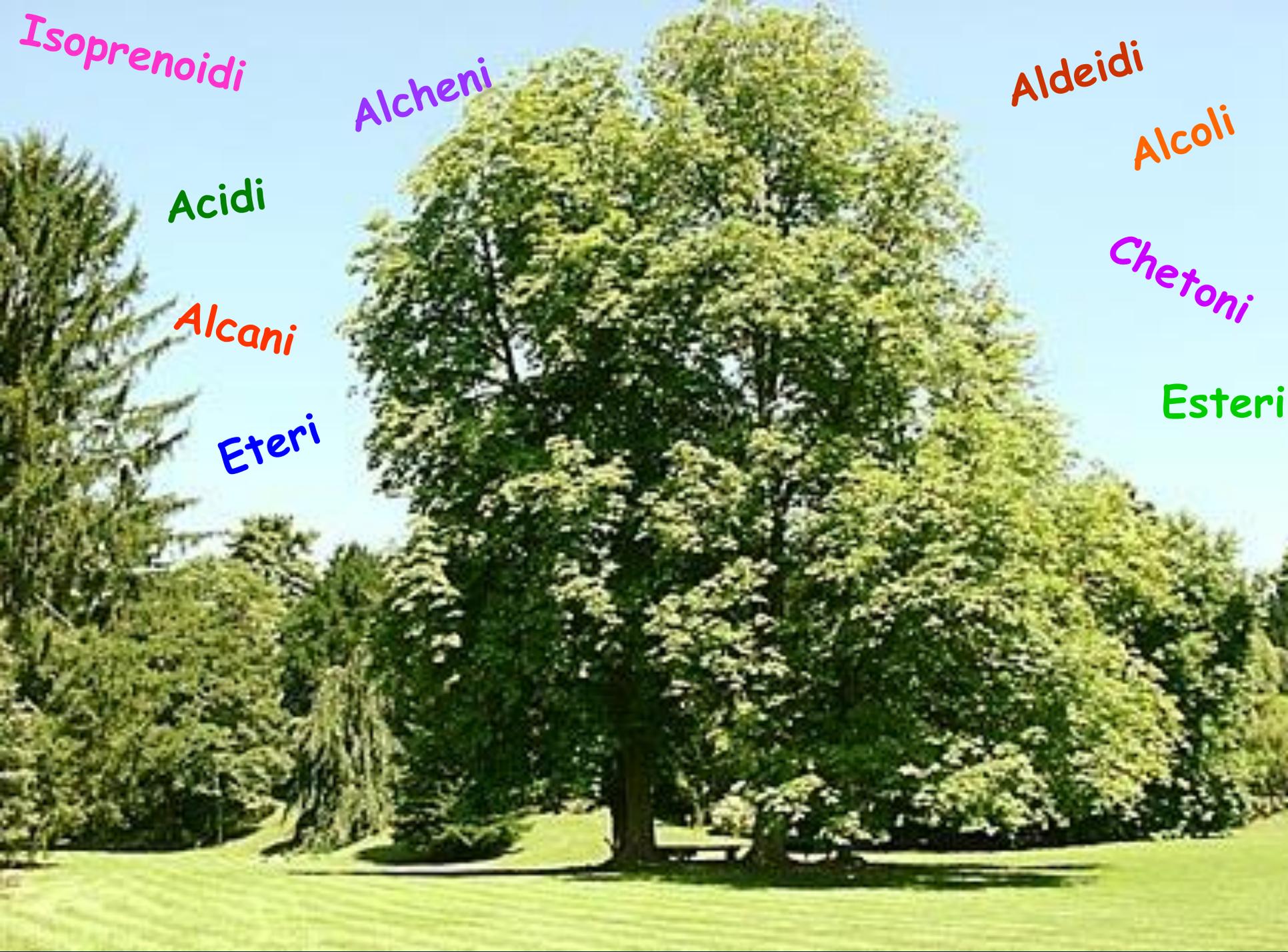
Acidi

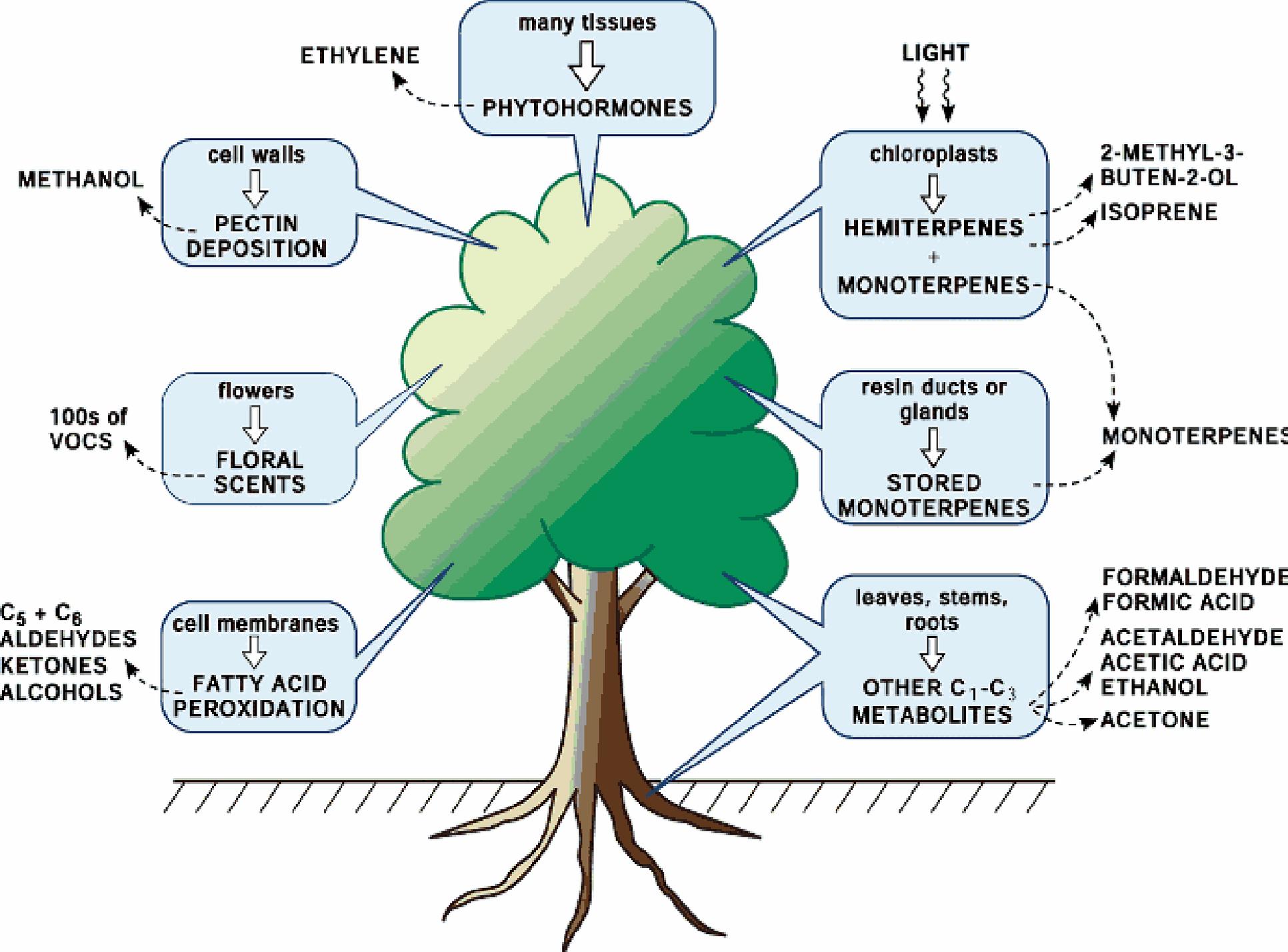
Chetoni

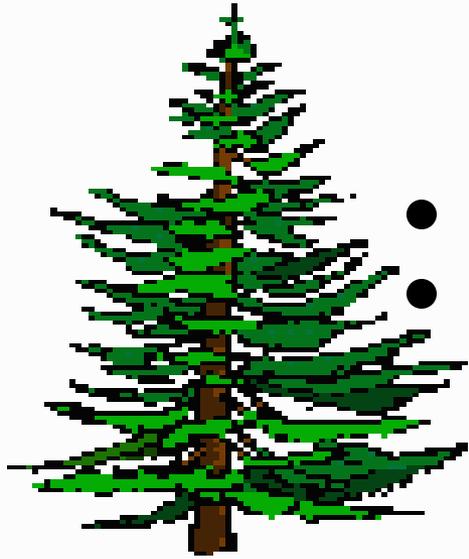
Alcani

Esteri

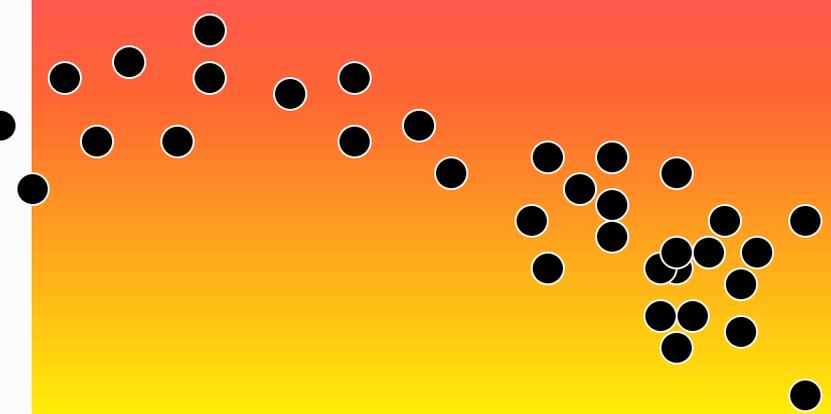
Eteri



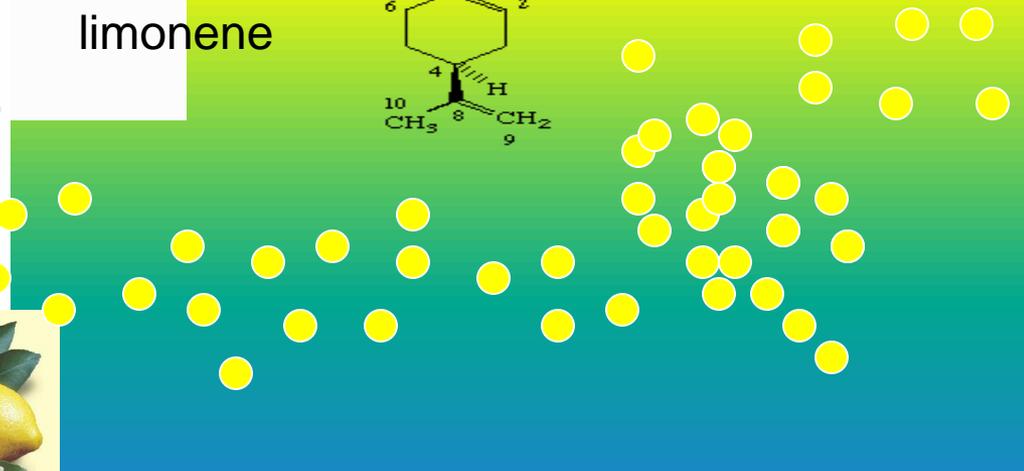
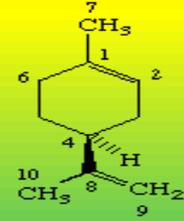




α -pinene



limonene



Le sostanze odorose vengono percepite dall'uomo....

Isoprene

È un sospetto cancerogeno umano, risulta tossico per l'ambiente e per riscaldamento polimerizza in modo esplosivo.

Pinaceae (*Picea*)

Salicaceae (*Quercus*)

Fagaceae (*Populus*)

Palmaceae (*Chamaerops*)

Alcune felci

Monoterpeni

Conifere

Lamiaceae (*Salvia, Rosmarinus*)

Apiaceae (Umbelliferae)

Rutaceae (*Citrus*)

Myrtaceae (*Myrtus, Eucalyptus*)

Astearaceae