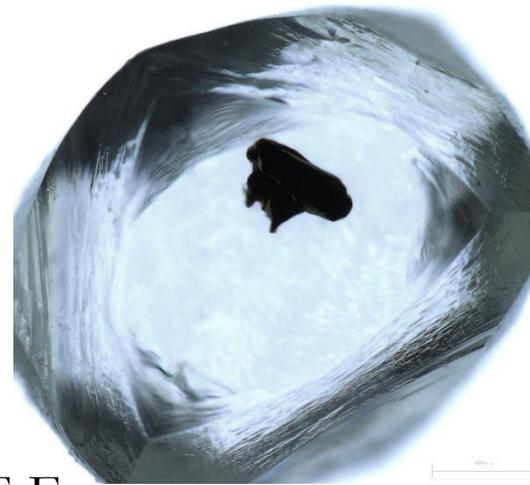




I MILLE VOLTI DEL CARBONIO



CORSO DI FORMAZIONE E
AGGIORNAMENTO
in Scienze e Chimica
per insegnanti di Scuola
Secondaria Superiore

POMERIGGI
ALL'UNIVERSITÀ
Le Scienze Geologiche incontrano
le Scienze Naturali, Biologiche,
Biotecnologiche e Chimiche



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA E DELL'AMBIENTE

Laboratorio di Micologia

MOLECOLE INQUINANTI RICCHE IN CARBONIO.

I FUNGHI NON BUTTANO VIA NIENTE E RIPULISCONO GLI AMBIENTI

Prof.ssa Solveig Tosi

Dott.ssa Marta Temporiti

IL CARBONIO

Non metallo tetravalente, insolubile, inodore e insapore

Stabilisce esclusivamente legami covalenti, quindi non ha né la tendenza a cedere, né la tendenza ad acquistare elettroni.

Esistono oltre 10 milioni di composti del carbonio

La molecola della vita

Gli esseri viventi qui sulla Terra sono accomunati da una particolarità: il carbonio

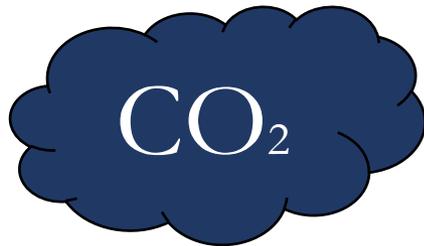
Gioca un ruolo di attore principale perché, grazie alle sue caratteristiche, crea lo scheletro delle strutture molecolari tipiche della vita

Accanto al carbonio, vi sono tre coprotagonisti: idrogeno (**I**), azoto(**A**) e ossigeno(**O**).

Questa combinazione si potrebbe definire “**la regola del CIAO**”

IL CARBONIO

In atmosfera



0.03% in volume

C

Carbonio cristallino puro



Diamante

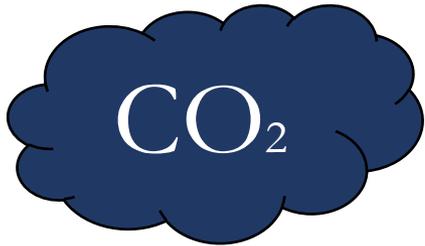
Grafite



0.032% della crosta terrestre

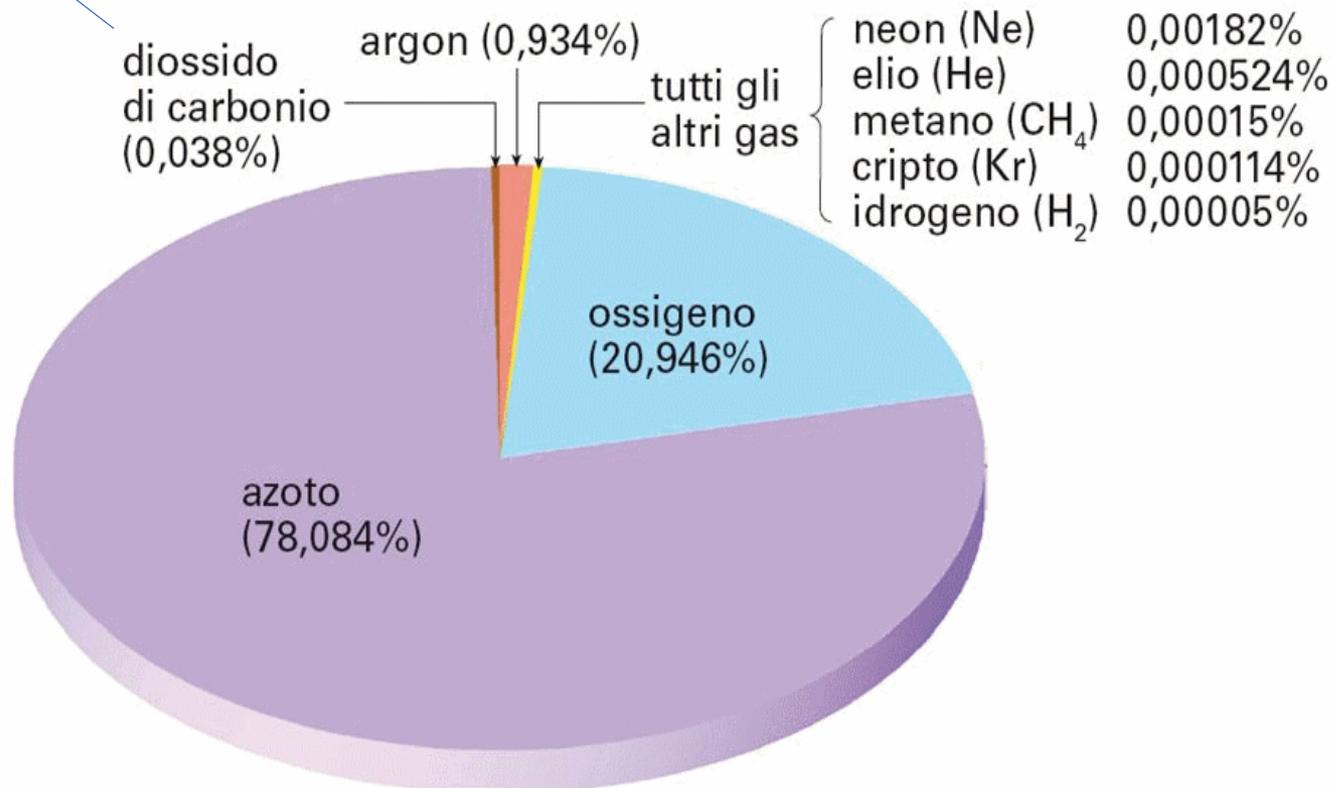
Le sue differenti forme includono uno dei più morbidi (grafite) e dei più duri (diamante) materiali conosciuti

IL CARBONIO



0.038% in volume

IN ATMOSFERA



IL CARBONIO

IN ATMOSFERA

L'atmosfera terrestre contiene una concentrazione di anidride carbonica e di monossido di carbonio sempre crescente



generata dalla combustione dei combustibili fossili

e di metano $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$ proveniente da allevamenti bovini e risaie

474 g/giorno/animale prodotti negli allevamenti bovini

185 kg/ha/anno prodotti dai microrganismi che vivono in anaerobiosi nelle risaie

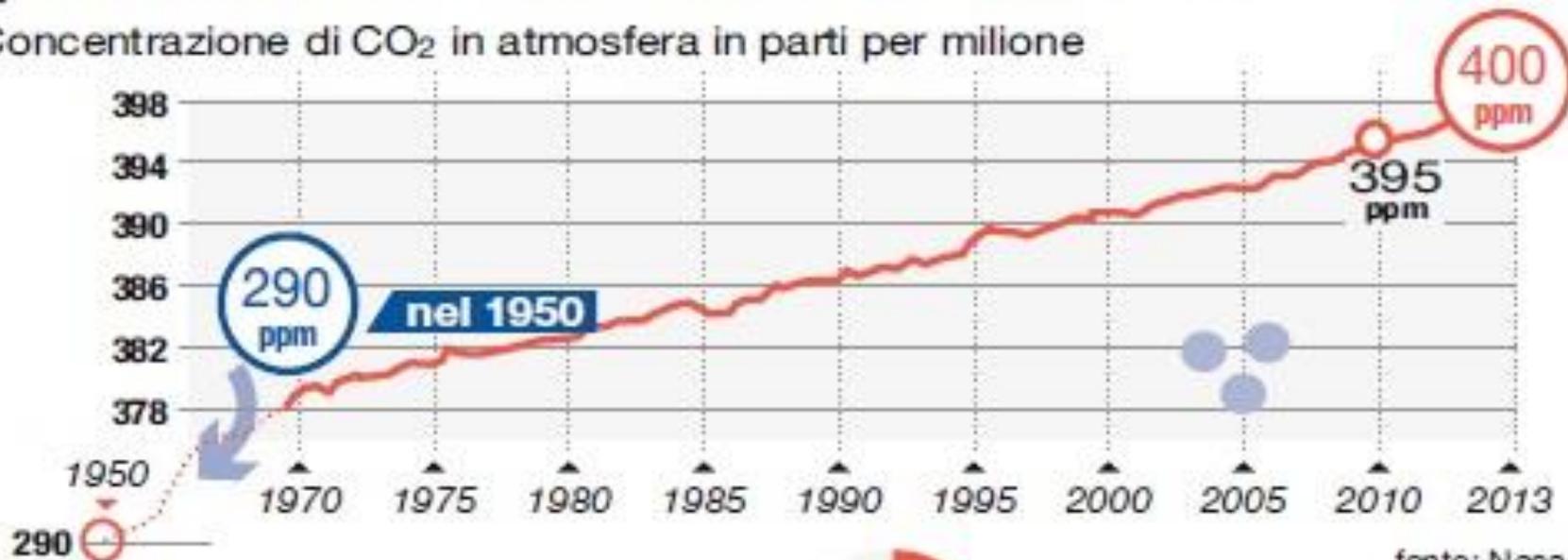
IL CARBONIO

IN ATMOSFERA

411,24 ppm – 29 Aprile 2018

Quanta anidride carbonica abbiamo immesso nell'atmosfera

Concentrazione di CO₂ in atmosfera in parti per milione



100

miliardi di tonnellate

la CO₂ riversata in atmosfera
dall'uomo
dal 2000 al 2010

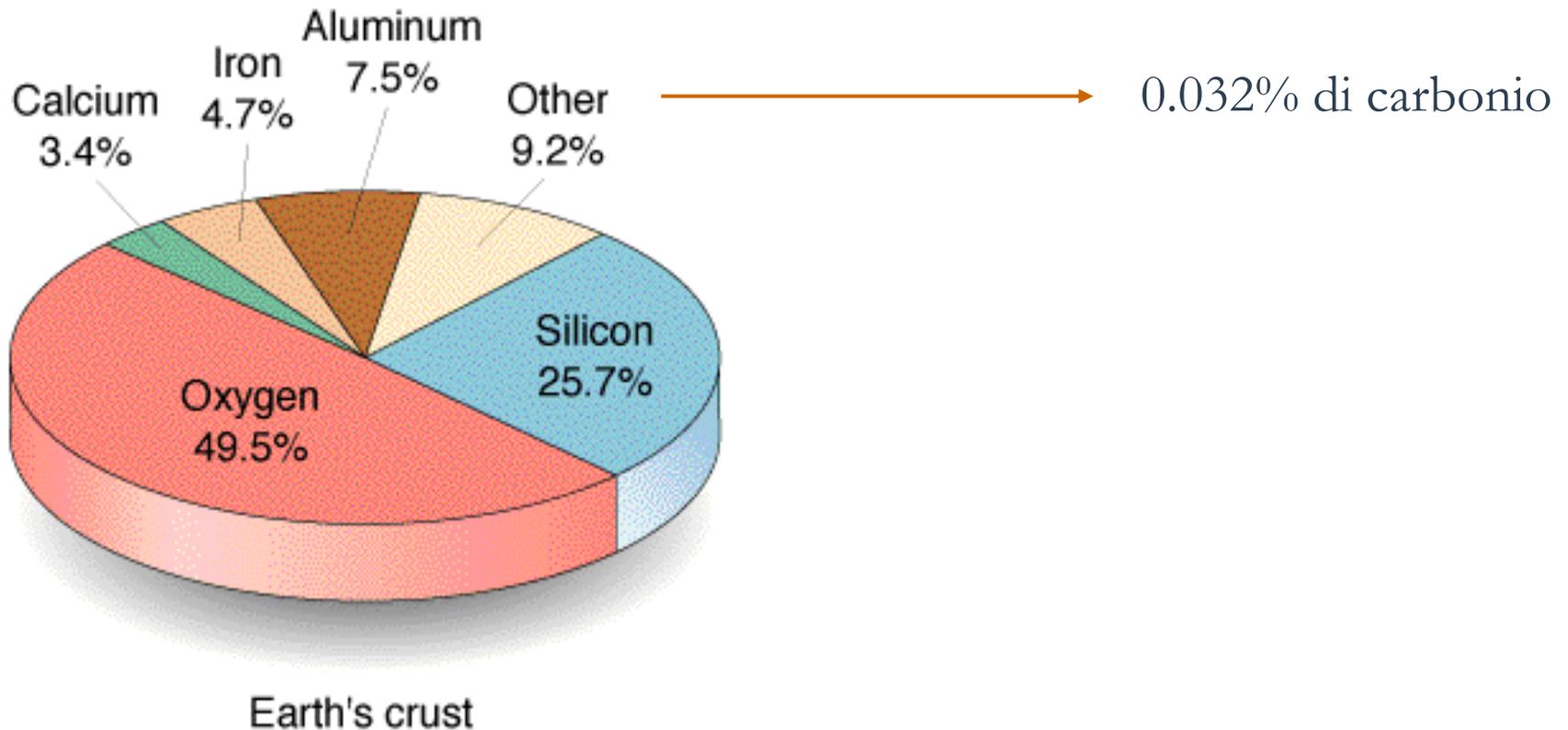
25%

circa un quarto

di tutta la CO₂ emessa
dall'umanità
dal 1750 a oggi

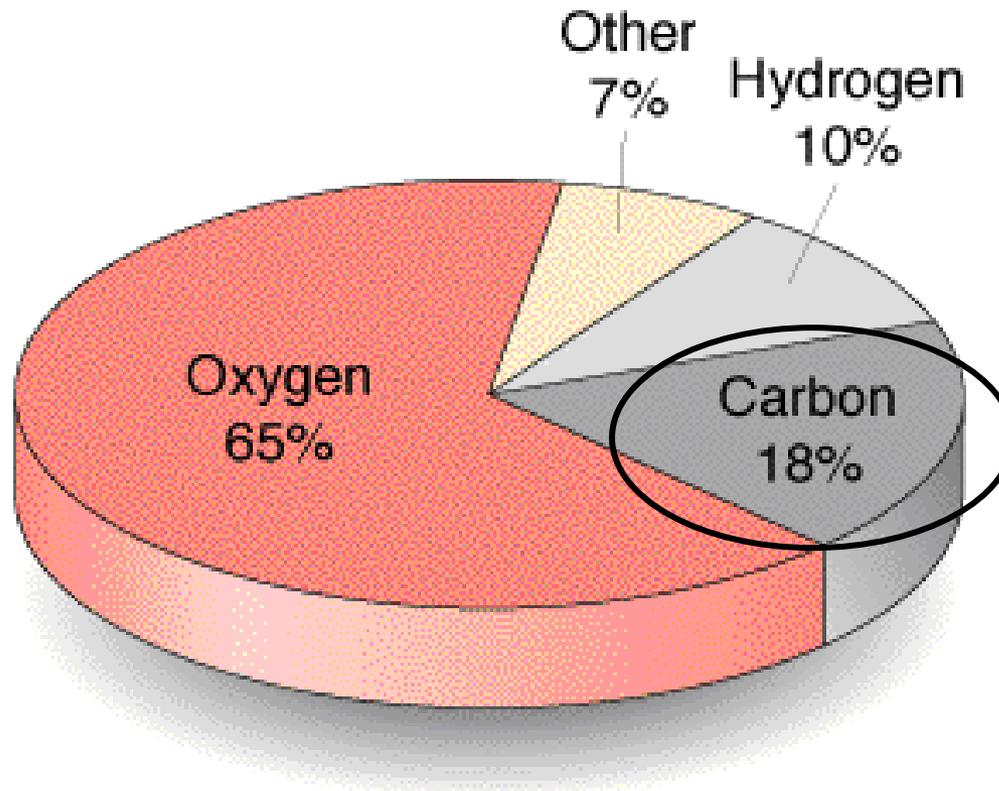
IL CARBONIO

NELLA CROSTA TERRESTRE



IL CARBONIO

NELL'UOMO

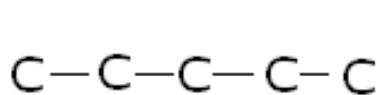


Human body

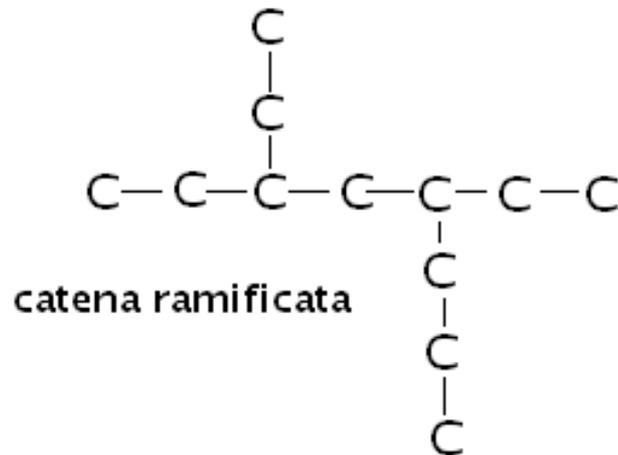
IL CARBONIO

Il legame carbonio – carbonio è molto stabile per il raggio atomico piccolo. Ciò conferisce al legame covalente che si forma un rapporto tra gli atomi molto intimo e stretto e quindi stabile.

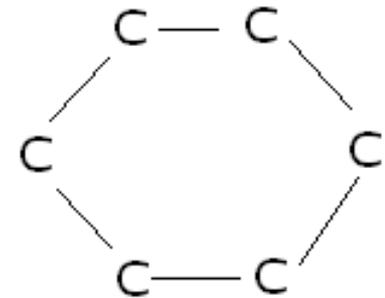
La conseguenza è che il legame carbonio – carbonio è in grado di creare lunghe catene di atomi di carbonio che possono essere semplici, ramificate, chiuse ad anello.



catena lineare



catena ramificata



catena ciclica

INQUINANTI ricchi di carbonio



Plastiche



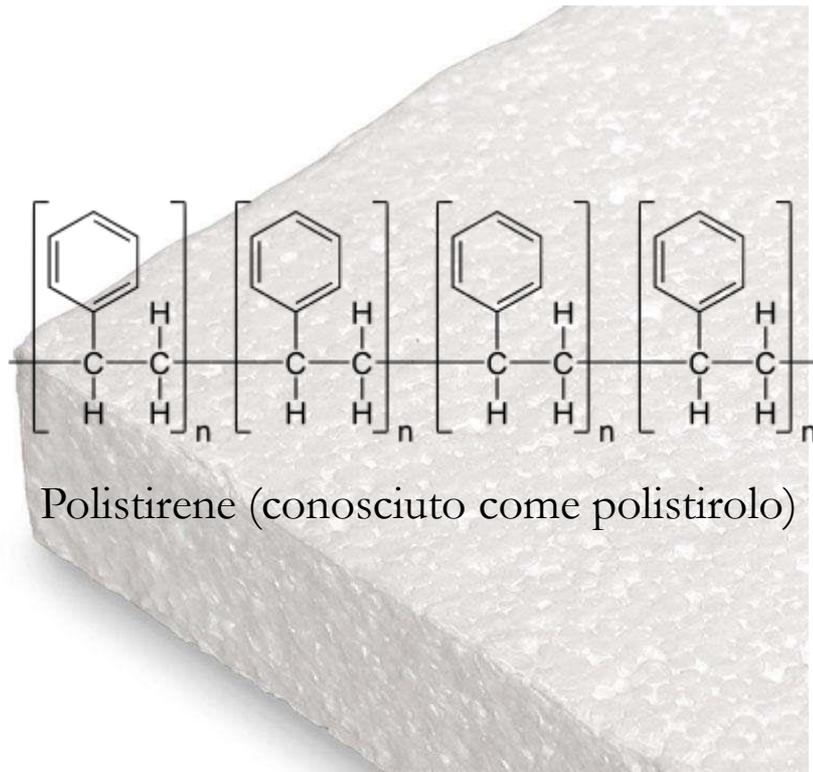
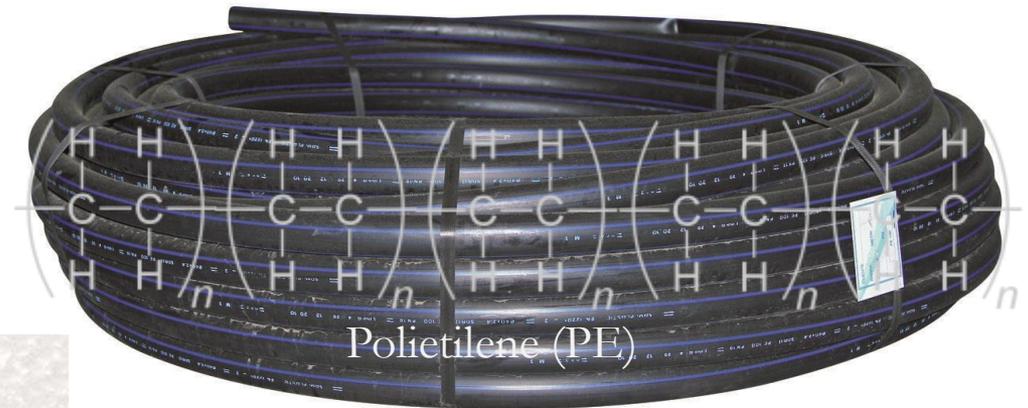
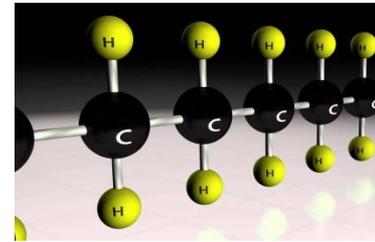
Insetticidi



Idrocarburi

LA PLASTICA

Le **plastiche** sono costituite da macromolecole dette "**polimeri**" a loro volta costituite da catene di molecole più piccole, dette invece "monomeri".



I differenti tipi di plastica differiscono tra loro per l'aspetto esteriore e la destinazione d'uso, ma hanno in comune alcune caratteristiche ben precise: sono leggere, lavabili, economiche, facilmente malleabili una volta riscaldate, riproducibili in serie e particolarmente funzionali per la conservazione dei cibi.

Una delle prime invenzioni legate alla plastica fu quella della **celluloide** ottenuta da cellulosa, acido nitrico e canfora

Nel 1869 l'americano Hyatt la propose ad una fabbrica di biliardi per costruirci le palle, che fino ad allora erano state prodotte dall'avorio delle zanne di elefante. È stato calcolato che la celluloide ha salvato la vita a 12.000 elefanti.



Utilizzato anche per le prime pellicole cinematografiche, ma presto sostituito a causa della sua alta infiammabilità

In apparenza le plastiche sembrano tutte simili ma, in realtà, ciascuna ha caratteristiche chimiche che la rendono unica e adatta a un suo uso specifico



Solo il PET (Polietilene Tereftalato), ad esempio, è in grado di trattenere l'anidride carbonica: quindi per le bottiglie contenenti bevande gassose.



Con il PVC (Polivinilcloruro) si fanno flaconi per detersivi, nastro isolante, fili elettrici, tubi e telai per finestre.



Di PP (Polipropilene) sono le stringhe, i pennarelli, le vaschette per il formaggio.



I sacchetti “di plastica” per l'immondizia, per surgelare i cibi nel freezer sono di PE (Polietilene).

407 milioni di tonnellate di plastica sono state prodotte a livello mondiale solo nel 2015

La crescita in Asia

Le economie asiatiche crescono e aumenta la domanda di prodotti di plastica. Metà della plastica del mondo viene prodotta nei paesi asiatici, il 29 % in Cina.

2008
recessione

200

CRONOLOGIA PLASTICA

Le prime materie plastiche derivate dai combustibili fossili furono prodotte poco più di un secolo fa. Il loro uso si affermò dopo la II Guerra mondiale e oggi sono presenti in tutto, dalle automobili alle apparecchiature mediche, agli imballaggi per alimenti. Gli oggetti di plastica hanno un ciclo di vita utile variabile. Gettati, si disgregano in frammenti più piccoli che restano in giro per secoli.

Produzione globale di plastica per settore in milioni di tonnellate

1973 crisi del petrolio

L'eredità della II Guerra mondiale
La carenza di materie prime durante il conflitto portò alla ricerca di alternative sintetiche e a un aumento della produzione della plastica, che prosegue ancora oggi.



Edilizia (6,5 milioni – 35 anni prima che finiscano tra i rifiuti)

Macchinari industriali
(3 milioni – 20 anni prima che finiscano tra i rifiuti)

Trasporti (27 milioni – 13 anni prima che finiscano tra i rifiuti)

Settore elettrico (18 milioni – 8 anni prima che finiscano tra i rifiuti)

Tessile (59 milioni – 5 anni prima che finiscano tra i rifiuti)

Prodotti di consumo
(42 milioni – 3 anni prima che finiscano tra i rifiuti)

Imballaggi
(146 milioni – meno di 6 mesi prima che finiscano tra i rifiuti)

Oggi il mercato più fiorente per le materie plastiche è quello degli imballaggi, che costituiscono quasi la metà dei rifiuti di plastica nel mondo e nella maggior parte dei casi non vengono né riciclati né inceneriti.

La produzione dei prodotti è correlata al loro periodo di utilizzo

Le plastiche sono riconoscibili unicamente tramite il loro logo di riciclaggio, composto da un triangolo al cui interno vi è un numero che va dall'1 al 7.

Da 1 a 6, il materiale è riciclabile; il 7 segnala materiali non riciclabili.



Il ciclo produttivo delle **materie plastiche** parte dal petrolio e arriva alla realizzazione del manufatto attraverso una serie di passaggi che possono essere così schematizzati:

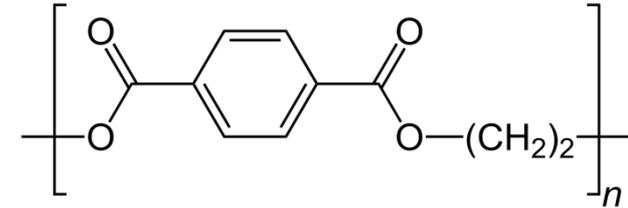


petrolio → monomeri → polimeri →
materie plastiche → prodotto finito





PET o Polietilene Tereftalato

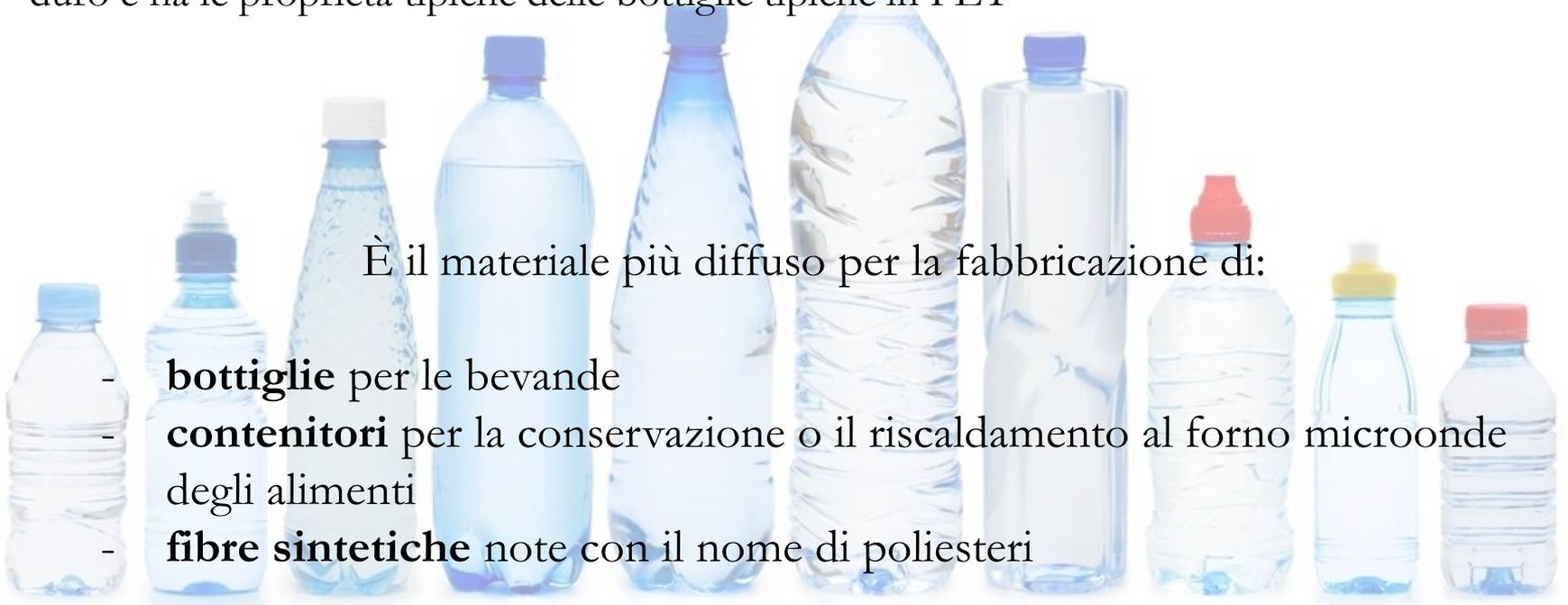


Polimero semicristallino, 72 °C passa da uno stato rigido simile al vetro a una forma elastica e gommosa in cui la catena polimerica può essere allungata e allineata in una sola direzione per formare fibre o in due direzioni per formare pellicole

Una volta orientato e raffreddato, il materiale si presenta estremamente duro e ha le proprietà tipiche delle bottiglie tipiche in PET

È il materiale più diffuso per la fabbricazione di:

- **bottiglie** per le bevande
- **contenitori** per la conservazione o il riscaldamento al forno microonde degli alimenti
- **fibre sintetiche** note con il nome di poliesteri





PET

Vantaggi



Leggero, resistente, maneggevole, economico, discretamente inerte e impermeabile ai gas



Pericoli per la salute

- **tende a deteriorarsi** se riscaldato e a diffondendosi nell'alimento presente all'interno del contenitore. In particolare, nei campioni è stata rilevata la presenza di una tossina detta DEHA, sospetta di essere cancerogena e tossica per la riproduzione e il fegato
- rilascia **antimonio**, un metalloide tossico, entro limiti fissati per legge se le bottiglie sono conservate a temperatura ambiente
- contiene **ftalati**, plastificanti che servono a rendere la plastica più flessibile, generalmente ritenuti innocui. Tuttavia uno studio tedesco ha rilevato ftalati ormono-mimici nell'acqua minerale imbottigliata in bottiglie di PET. Gli ftalati sono teratogeni (malformazione ai testicoli).



PET



Pericoli per l'ambiente

- Gli oggetti a fine vita vanno correttamente smaltiti in quanto **non biodegradabili**.
- La produzione richiede l'utilizzo di molta **acqua e petrolio**

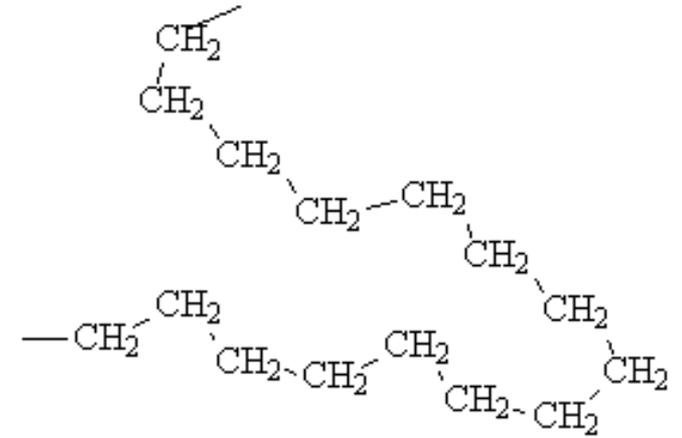
Per produrre 1kg di PET (=25 bottiglie da 1,5 litri) servono oltre 17 litri di acqua + 2 kg petrolio



PE-HD o Polietilene ad alta densità

densità compresa tra 0,94 g/cm e 0,965 g/cm

Flessibile, resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze chimiche, di facile lavorazione ideale per i processi di stampaggio e di iniezione



High Density Polyethylene (HDPE)



È il materiale più diffuso per la fabbricazione di:

- Bottiglie per prodotti alimentari e detersivi
- Taniche carburante
- Tubi
- Borse di plastica





PE-HD o Polietilene ad alta densità



Pericoli per la salute

È considerata a basso rischio, ma un recente studio ha rilevato il rilascio di sostanze chimiche ormono-mimiche da parte della maggior parte delle plastiche, incluso il polietilene ad alta densità.

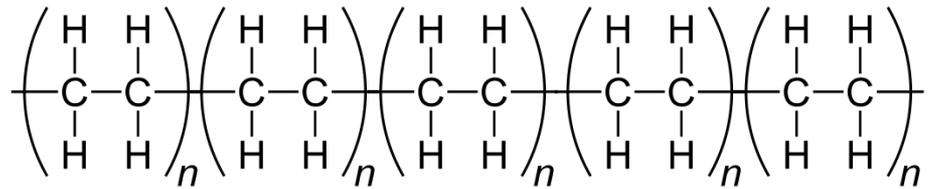


Pericoli per l'ambiente

Ha un costo ambientale molto elevato.



PE-LD o Polietilene a bassa densità,



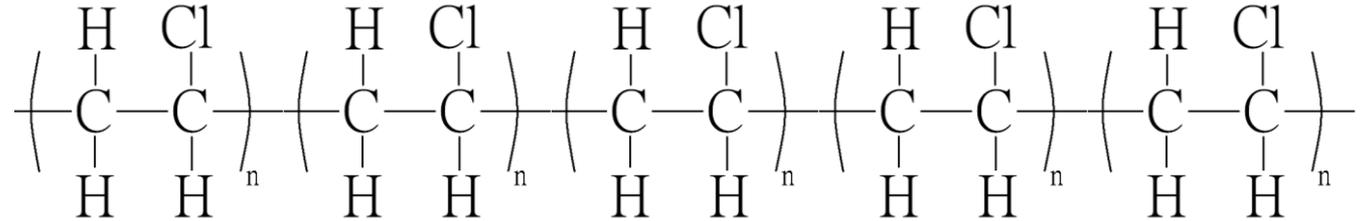
Utilizzato per la fabbricazione di: borse per la spesa, sacchi per la spazzatura; cartoni per il latte fresco, succhi di frutta, di bicchieri per bevande calde e fredde; coperchi per barattoli, giocattoli.



E' considerata una plastica più a basso rischio perché composta unicamente di carbonio e idrogeno.



PVC o Cloruro di polivinile



È stata la prima plastica ad essere impiegata per il confezionamento delle acque minerali; questo materiale però ha presentato sin da subito dei limiti importanti in quanto, non essendo sufficientemente impermeabile ai gas, non risulta idoneo per le acque gassate



Utilizzato per la fabbricazione di:

- 90% delle pellicole per alimenti,
- vaschette trasparenti per alimenti a uso industriale,
- carta da parati, pavimenti in vinile (linoleum),
- tende per la doccia,
- tovaglie di plastica,
- tubature, infissi, materiali isolanti, contenitori blister





PVC o Cloruro di polivinile

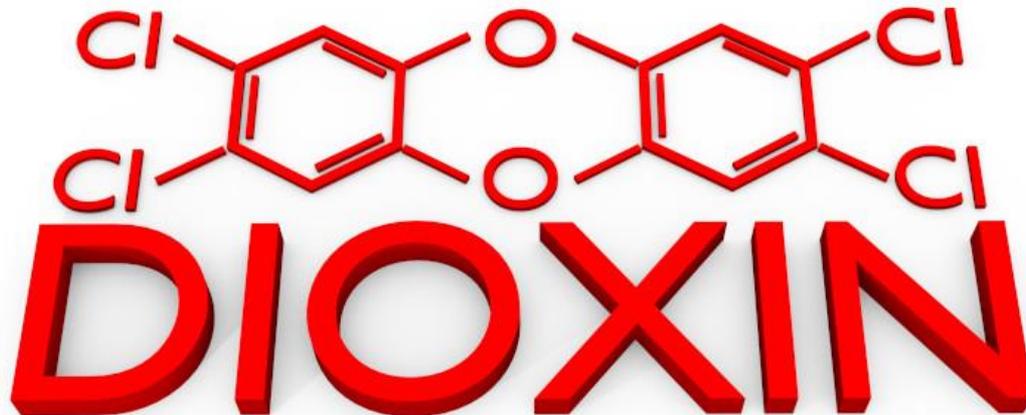


Pericoli per la salute e per l'ambiente

Considerata **la plastica più a rischio perché può contenere ftalati molto pericolosi**, usati per rendere la plastica più resistente, soffice e flessibile.

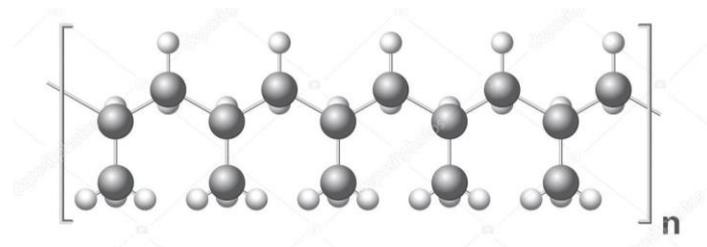
Il monomero utilizzato per la produzione del PVC è cancerogeno.

Rilascio di diossine durante la produzione o quando viene bruciato.





PP o Polipropilene



Materiale plastico di sintesi, molto versatile, ottenuto da frazioni del petrolio (scoperto per la prima volta nel 1954)

La base chimica è un polimero termoplastico la cui formazione prevede catene lineari, al massimo ramificate, e non reticolate. Grazie a questa caratteristica, con l'aumento della temperatura, si può ridurre la sostanza in uno stato viscoso, al fine di modellarla in diverse forme e dimensioni.





PP o Polipropilene

Utilizzato per la fabbricazione di:

- Bacinelle
- Giocattoli in plastica dura
- Interni per automobili
- Vasetti dello yogurt
- Tappi e misurini



Pericoli per la salute

Generalmente considerata una plastica sicura e priva di ftalati

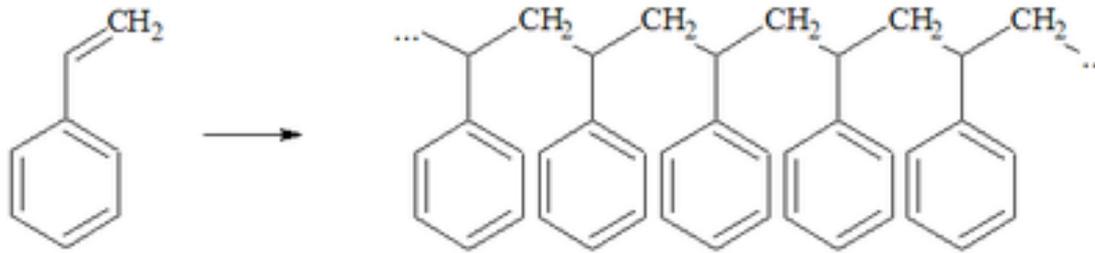
Ambiente



Recenti studi tecnologici hanno avanzato l'ipotesi di ottenere, in un prossimo futuro, grazie a tecniche di ingegneria genetica, lo stesso prodotto su scala industriale anche da fonti naturali



PS ovvero Polistirene o Polistirolo



Il polistirene fu scoperto per la prima volta nel 1839 dalla resina del *Liquidambar orientalis*



Il polistirene espanso si presenta in forma di schiuma bianca leggerissima, spesso modellata in sferette, e viene usato per l'imballaggio e l'isolamento

Utilizzato per la fabbricazione di:

- Materiale isolante per imballaggi
- Contenitori per uova/carne/formaggi/gelato
- Porta CD
- Rasoi usa e getta





PS ovvero Polistirene o Polistirolo



Pericoli per la salute

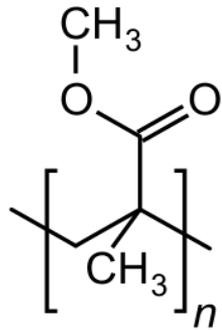
La Environmental Protection Agency (EPA) alla voce "stirene" (il monomero che forma il PS), oltre ad elencare una lunga serie di disturbi al sistema nervoso centrale a seguito di esposizione cronica (**neurotossico**), fra cui **depressione e perdita dell'udito**, dichiara che "parecchi studi epidemiologici suggeriscono che ci può essere un'associazione fra l'esposizione allo stirene e un aumentato rischio di **leucemia e linfoma**"



Pericoli per l'ambiente

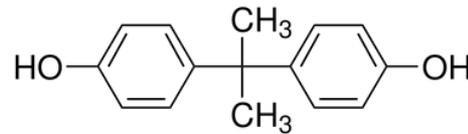
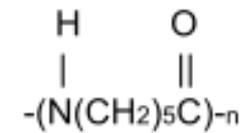
Elevato rilascio di sostanze tossiche durante l'incenerimento

PLASTICHE NON RICICLABILI



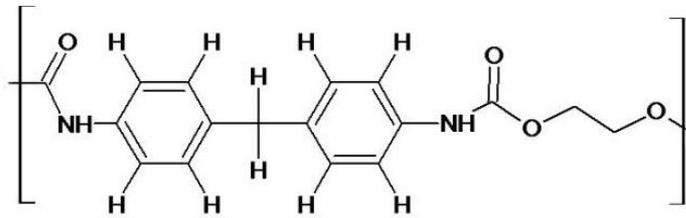
Polimetilmetacrilato

Nylon



Policarbonato, polimero a base di Bisfenolo A
(composto chimico che simula l'azione degli
ormoni femminili)

Poliuretano
(isolante termico)



Fibra di vetro

TEMPI DI DECOMPOSIZIONE

Contenitore in polistirolo 50 anni



Bottiglia di plastica 100-1000 anni



**Piatto o bicchiere di plastica
100-1000 anni**



**Busta o sacchetto di plastica
100-1000 anni**



PER QUANTO TEMPO I RIFIUTI RESTANO NELL'AMBIENTE?

Tempi medi di degradazione dei rifiuti in mare



torsolo di mela
2 mesi



galleggiante
50 mesi



cartone del latte
3 mesi



cartone da imballaggio
2 mesi



borsa di plastica
10-20 anni



legno compensato
1-3 anni



pannolino monouso
450 anni



mozzicone di sigaretta
1-5 anni



giornale
6 settimane



fazzoletto di carta
2-4 settimane



calze di lana
1-5 anni



lenza
600 anni



bottiglia di plastica
450 anni



anelli sixpack biodegradabili
6 mesi



lattina di alluminio
200 anni



bicchiere in polistirolo
50 anni



barattolo per conserve
50 anni



anelli sixpack
400 anni



bottiglia di vetro
indeterminato



camicia di cotone
2-5 mesi

I tempi medi di degradazione dei singoli oggetti dipendono dall'effettiva composizione dei materiali e dalle condizioni ambientali

Origine: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), US / Woods Hole Sea Grant, US



INQUINAMENTO E RICICLO

La plastica è caratterizzata da una **lenta degradabilità**

Lo **smaltimento** può essere effettuato attraverso il **recupero** o il **riciclo**, in seguito ai quali è possibile non solo **ottenere nuovi prodotti**, ma anche **energia, calore ed elettricità**.

SMALTIMENTO DELLA PLASTICA

Il **riciclaggio meccanico**: la plastica non più utilizzata diventa il punto di partenza per nuovi prodotti. Questa tecnica consiste essenzialmente nella rilavorazione termica o meccanica dei rifiuti plastici.

,plastica
seconda vita

Il **riciclaggio chimico**: prevede il ritorno alla materia prima in monomeri di pari qualità di quelli vergini, da utilizzare nuovamente nella produzione.

La plastica non raccolta o non riciclata può essere destinata al **recupero energetico** mediante il processo di **termovalorizzazione**. Il recupero energetico prevede di riutilizzare l'energia contenuta nei rifiuti plastici, che le deriva dal petrolio ed è interamente sfruttabile: la plastica infatti ha un potere calorifico paragonabile a quello del **carbone**.



CURIOSITÀ

Negli ultimi 20 anni l'uso della plastica nelle automobili è aumentato del 114% e si stima che, senza questo materiale, le auto peserebbero 200 kg in più

Una bottiglia non schiacciata occupa lo spazio di 4 schiacciate

Con 27 bottiglie è possibile fare un pile



La plastica recuperata si può trasformare in energia: con una bottiglia di plastica si può tenere accesa una lampadina di 60 watt per un'ora





kg/person

- >40
- 30-39
- 20-29
- 10-19

© StatistaCharts

* Figures for Denmark, Malta, Romania und Cyprus are 2014

Source: Eurostat

statista

INQUINAMENTO DA PLASTICA

Due sono le strategie per combattere la piaga dell'abbandono dei rifiuti plastici nell'ambiente:

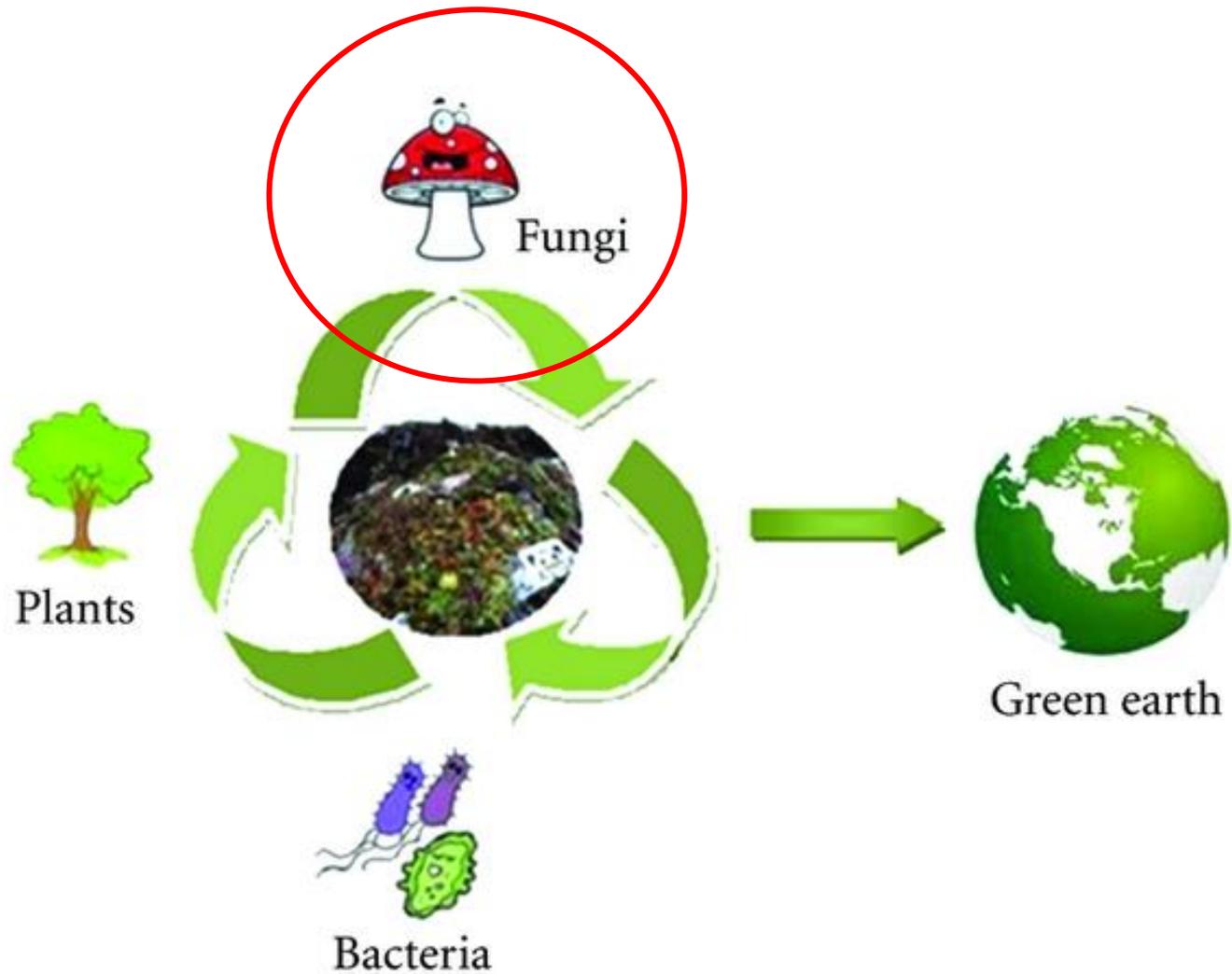
la prima riguarda la diffusione di una conoscenza delle problematiche ambientali

la seconda: recupero e a uno smaltimento che possa immettere il rifiuto in un sistema circolare.

Ma, in una visione di lungo termine, c'è un altro fronte che potrà aprirsi nella guerra all'invasione della plastica: quello del

biorisanamento ambientale

BIORISANAMENTO



I FUNGHI

Un regno molto eterogeneo

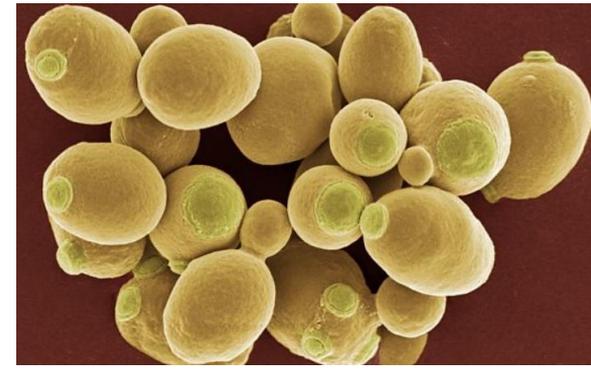
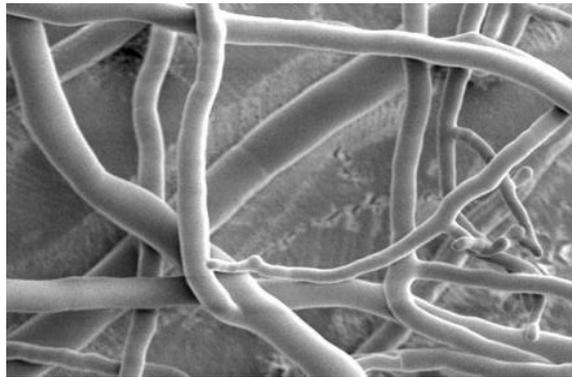
Funghi filamentosi
(muffe)



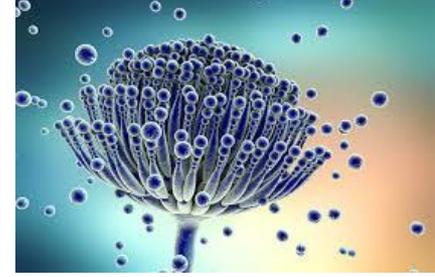
Macromiceti
(funghi a cappello)



Lieviti



REGNO DEI FUNGHI



Attualmente si conoscono circa **70.000** specie di funghi, ma si ritiene che siano una minima parte di quelli ancora sconosciuti ed esistenti in natura negli ambienti più diversi.

Si calcola che ci sia più di un milione di specie ancora da scoprire e identificare; ogni anno vengono descritti alcune centinaia di nuovi *taxa* fungini.

Tale ricchezza di specie è una **misura del successo** dei funghi in termini evolutivi.



Dal 1969 (Whittaker): i Funghi sono considerati un **REGNO** a sé stante

I FUNGHI possiedono le seguenti caratteristiche:

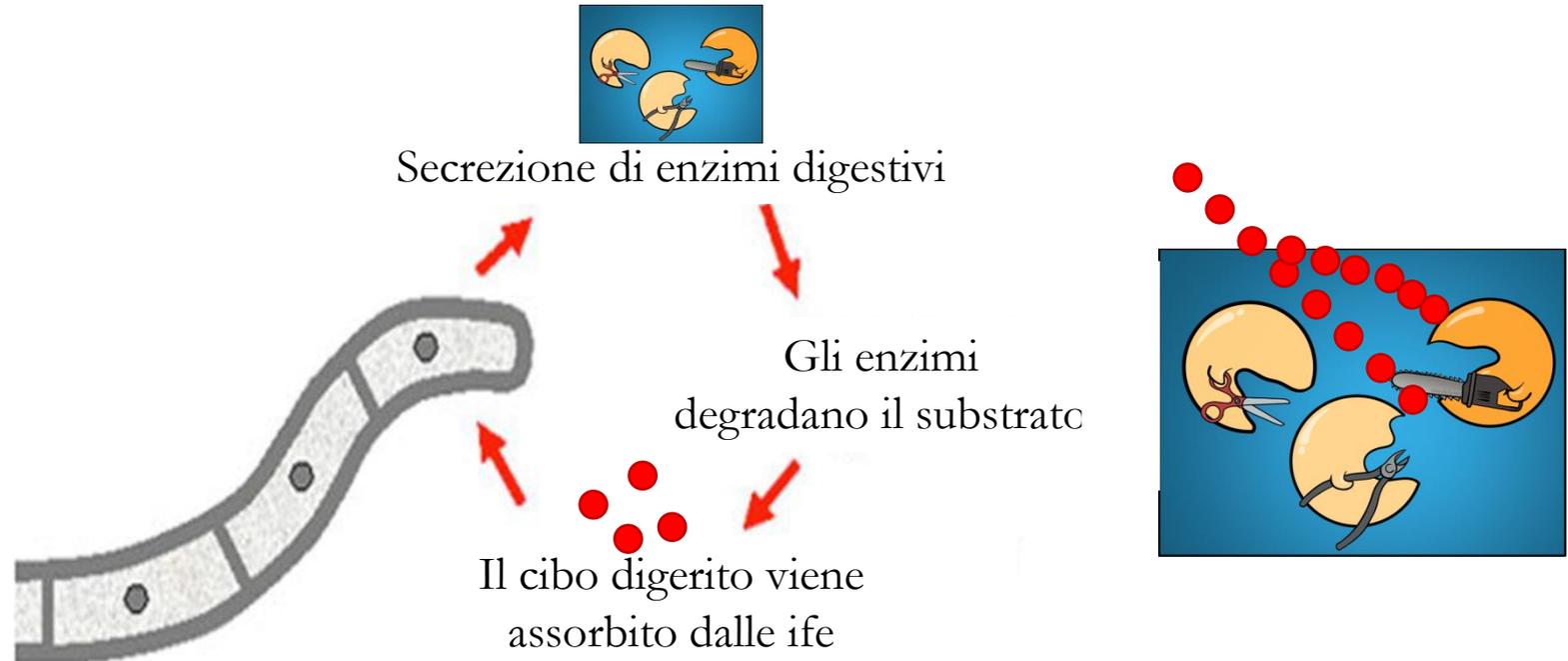
- sono eucarioti
- sono senza plastidi
- possiedono **parete cellulare** che contiene **chitina** e **β -glucani**
(NON CONTENGONO CELLULOSA)

Caratteristiche dei funghi

- Il loro corpo vegetativo può essere sia unicellulare (lieviti) che pluricellulare e formato da **ife**
- Si riproducono per mezzo di spore, generalmente disseminate dal vento
- Possono produrre sia spore sessuate (**meiospore**), che asessuate (**mitospore**), a seconda della specie e delle condizioni

NUTRIZIONE DEI FUNGHI

- Sono eterotrofi, con **nutrizione per assorbimento** devono cioè nutrirsi di sostanza organica preformata (non sono in grado di prodursi da soli il cibo mediante la fotosintesi)
- Diversamente da quanto fanno gli animali, i quali prima *ingeriscono* il cibo e poi lo *digeriscono*, **i funghi prima *digeriscono* e poi *ingeriscono***
- Per fare ciò dunque i funghi producono degli **eso-enzimi**
- La maggior parte dei funghi immagazzina il cibo sotto forma di glicogeno (similmente agli animali; le piante immagazzinano il cibo come amido)



Le ife fungine sono particolarmente adatte a penetrare ed invadere i substrati solidi grazie a:

- corredo enzimatico,
- forma appuntita,
- resistenza meccanica per via della parete chitinica, alle frequenti ramificazioni,

Queste caratteristiche fanno di loro, insieme ai batteri, i maggiori degradatori di sostanza organica; rispetto ai batteri sono avvantaggiati particolarmente nei substrati solidi e compatti.



PRINCIPALI MOLECOLE DEGRADATE



chitina (esoscheletro degli insetti),

cheratina (epidermide, capelli, unghie, corna, piume),

cellulosa (detriti vegetali),

lignina (legno),

amido,

carboidrati più semplici e

proteine

polimeri molto complessi e pressoché inutilizzabili da altri esseri viventi.



La capacità e la versatilità dei funghi nel degradare queste sostanze fanno di essi i protagonisti del riciclaggio naturale di enormi quantità di detriti vegetali che ogni anno vengono prodotti.

Questo riciclaggio è la base dei processi di mineralizzazione della sostanza organica e di pedogenesi, indispensabili per completare il ciclo dei nutrienti.

Capacità di adattarsi a diversi ambienti:

pH alto e basso

contenuto in metalli alto e basso

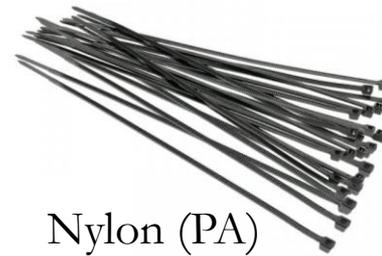
...temperature ecc.

I funghi sono l'ideale

Per la degradazione di **sostanze inquinanti** di diverso tipo

COSA FAREMO OGGI

Preparazione delle microplastiche



Nylon (PA)



PP



PET



PVC
(Paraspigoli)



LD-PE



HD-PE



PS



LD-PE

COSA FAREMO OGGI



Preparazione delle piastre con il suolo

15mL di agar acqua
(agar 15%)



1g di suolo per ogni piastra

COSA FAREMO OGGI



Osservazione allo stereomicroscopio dei ceppi fungini cresciuti sui diversi tipi di microplastiche

Preparazione di vetrini per l'osservazione al microscopio dei diversi generi fungini



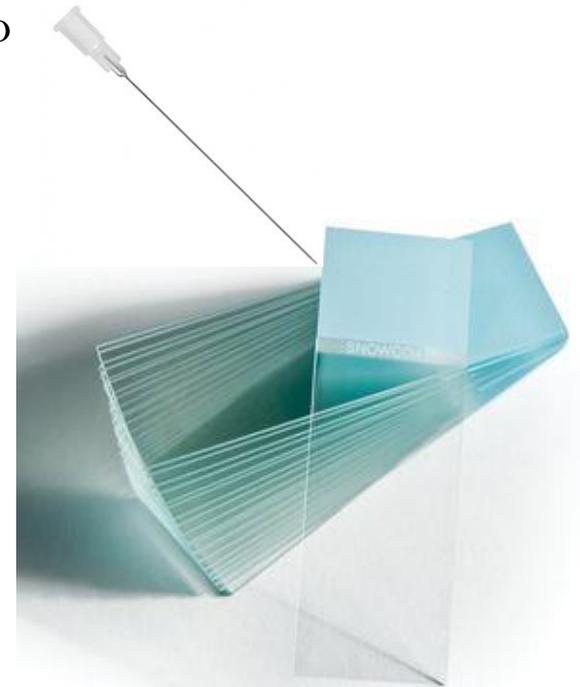
COSA FAREMO OGGI

Preparazione di vetrini per l'osservazione al microscopio dei diversi generi fungini

Prelevare con un ago una piccola
parte del micelio dalle colonie



e posizionarla al centro
del vetrino



COSA FAREMO OGGI

Preparazione di vetrini per
l'osservazione al microscopio
dei diversi generi funghi

Aggiungere una goccia di fucsina



Coprire col vetrino
copri-oggetto

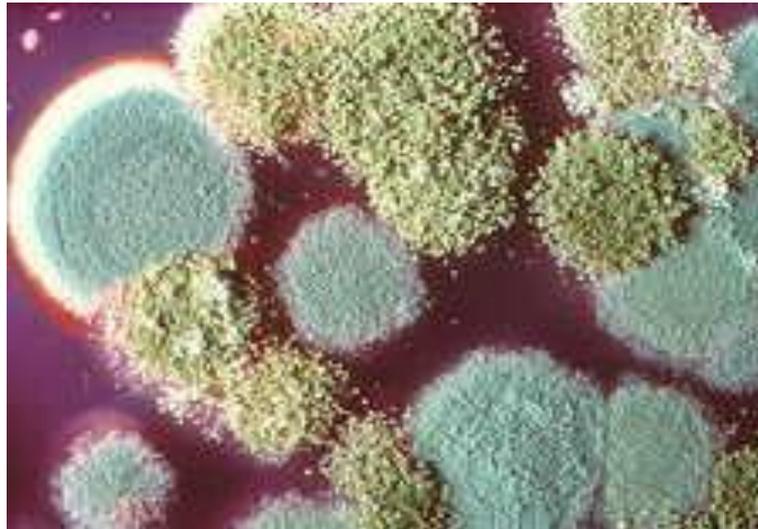


e osservare al microscopio



Le muffe più comuni:

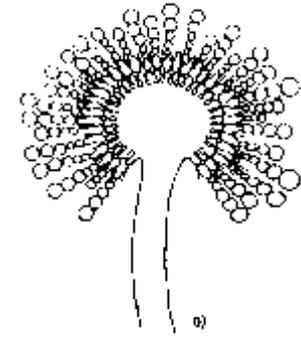
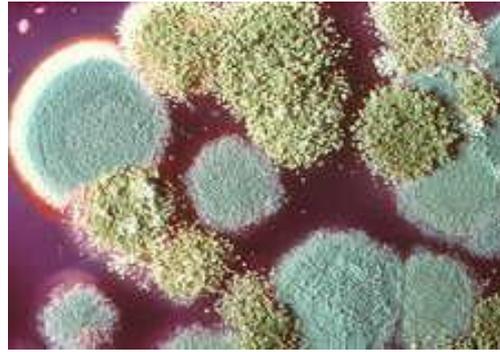
Aspergillus e *Penicillium*





Genere *Penicillium*

su ife conidiofore che si ramificano all'apice (pennello) si formano conidi che restano uniti in catenelle



Genere *Aspergillus*

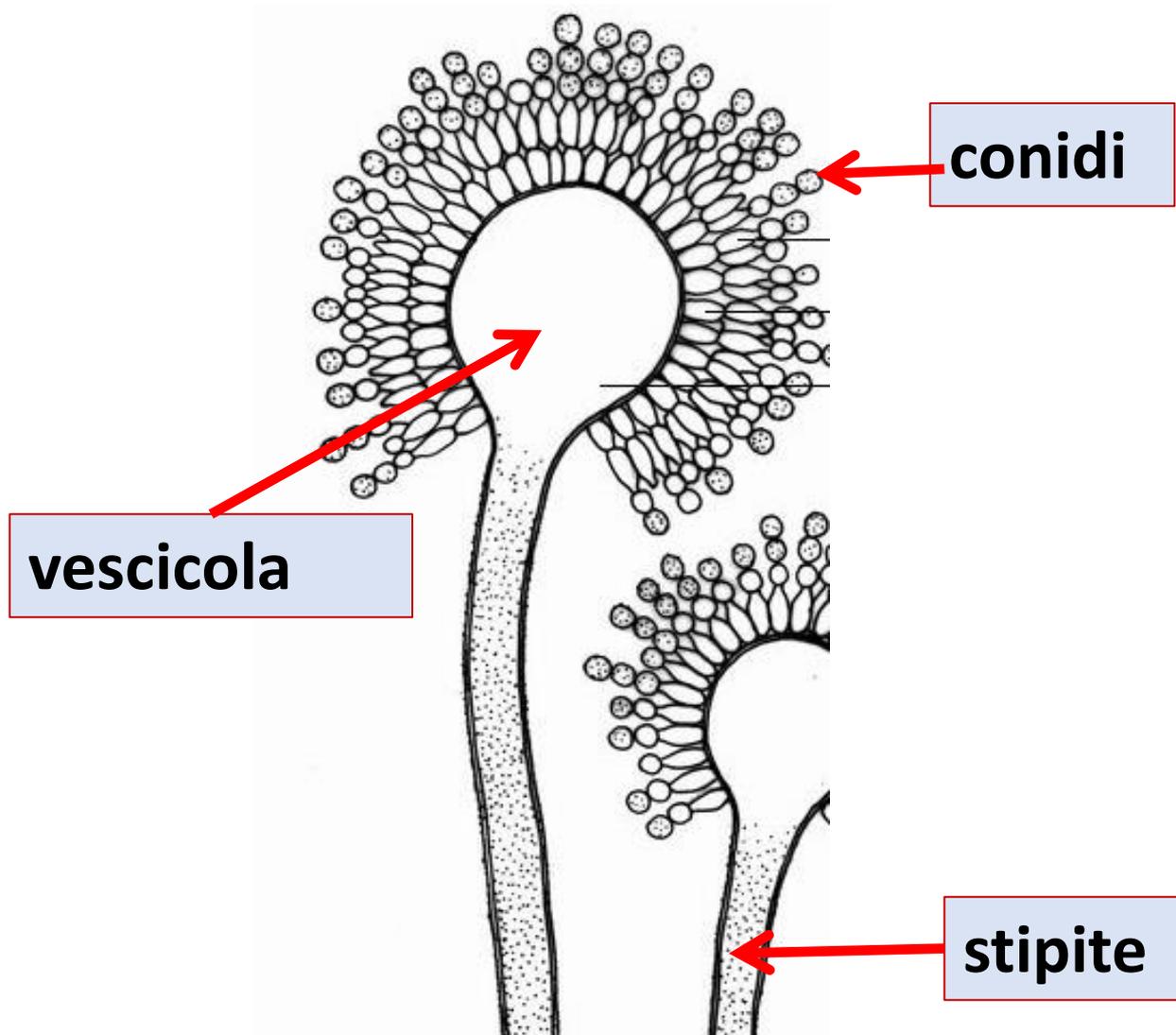
all'estremità dilatata di ife conidiofore (aspersorio) si formano conidi che restano uniti in catenelle

Muffe (miceli fungini che si sviluppano in superficie) in genere di colore verde

Usi:

- da alcune specie di *Penicillium* si ricavano **antibiotici**. Il primo antibiotico fu la penicillina che inibisce la sintesi della parete cellulare dei batteri
- *Penicillium roqueforti* e *P. camemberti* → produzione di formaggi (es. gorgonzola)
- *Aspergillus flavus* produce **aflatossine tossiche** (cancerogene) per il fegato
- Alcune specie possono essere responsabili di differenti **micosi**
- ❑ Degradano opere d'arte

Il genere *Aspergillus*



Aspergillus fumigatus

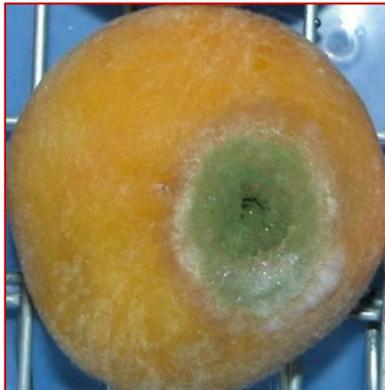


Courtesy of Deanna A. Sutton
Copyright © 2005 doctorfungus.org

Aspergillus flavus

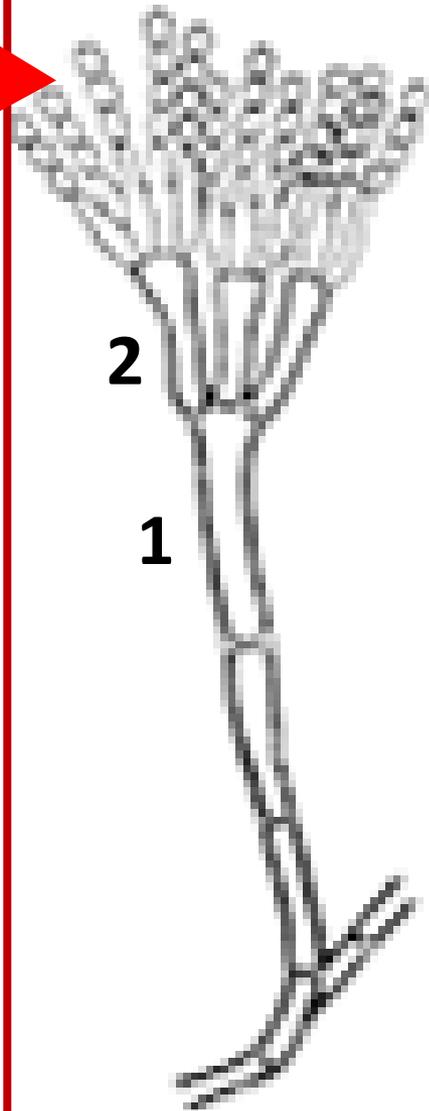


può produrre
aflatossine



Il genere *Penicillium*

conidi



2

1

3

2

1

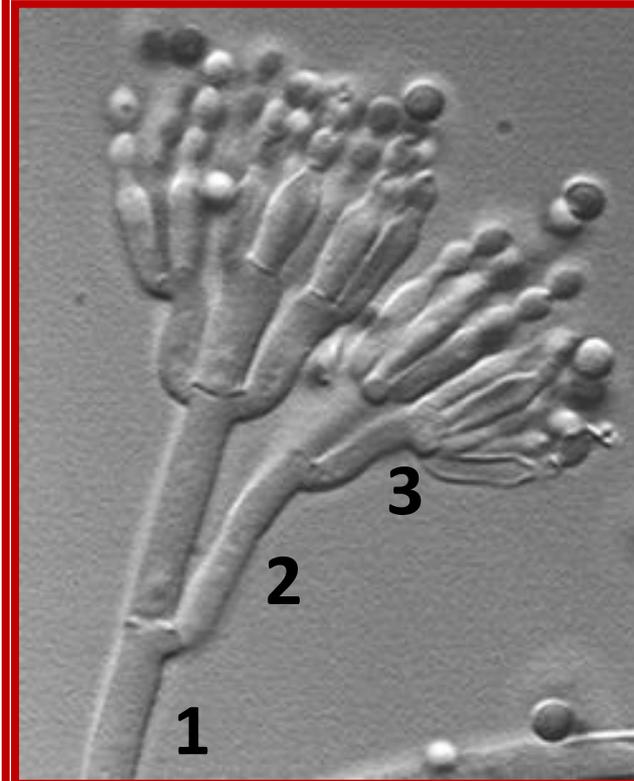
monoverticillato

biverticillato

terverticillato



1

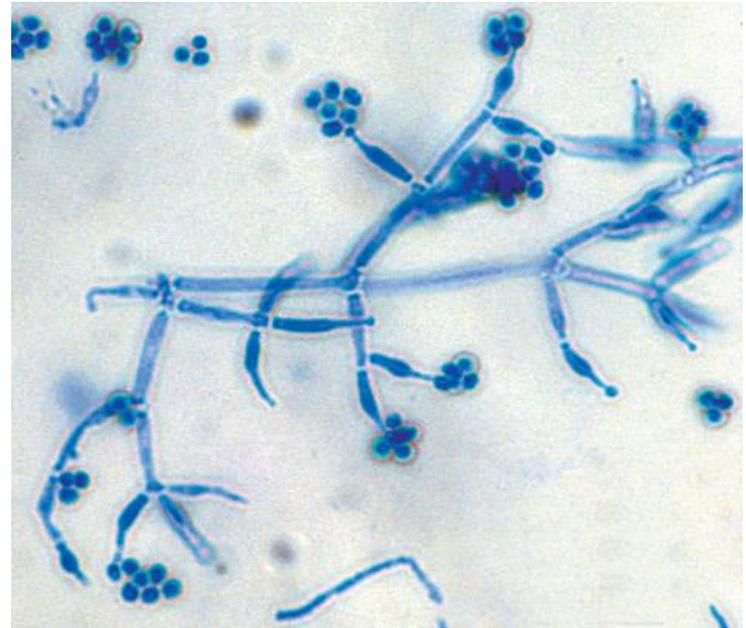


Il genere *Alternaria*

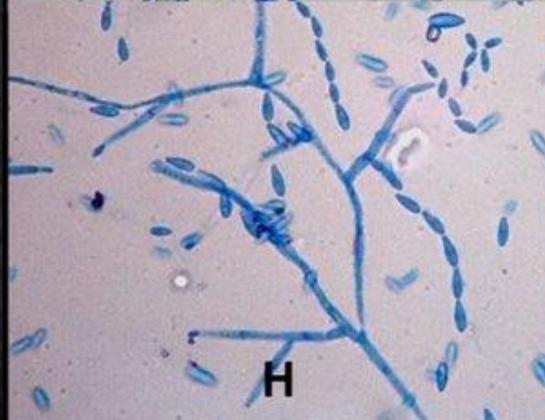
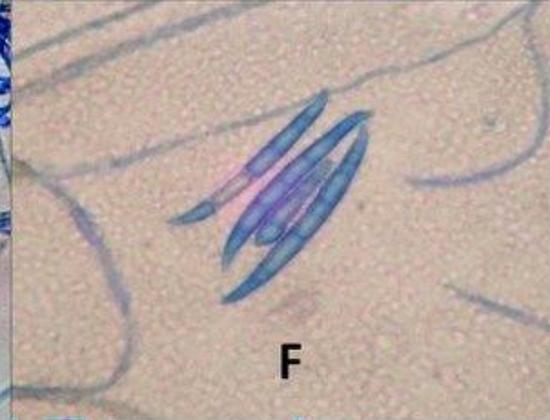
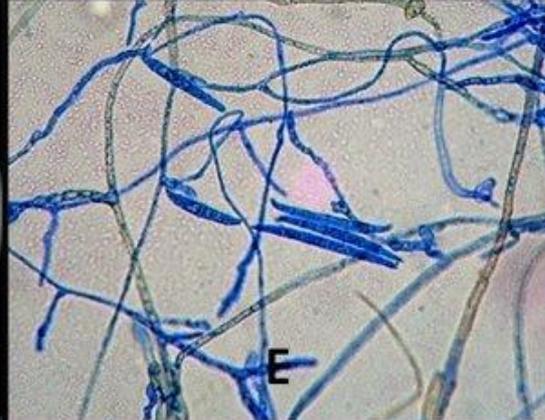
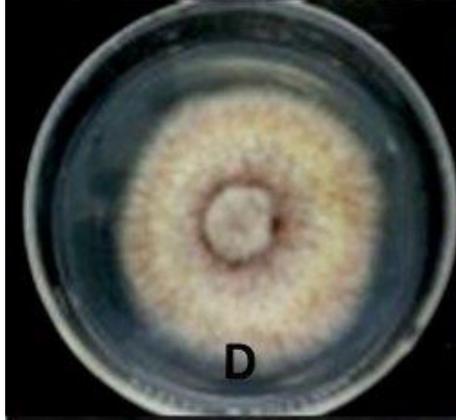
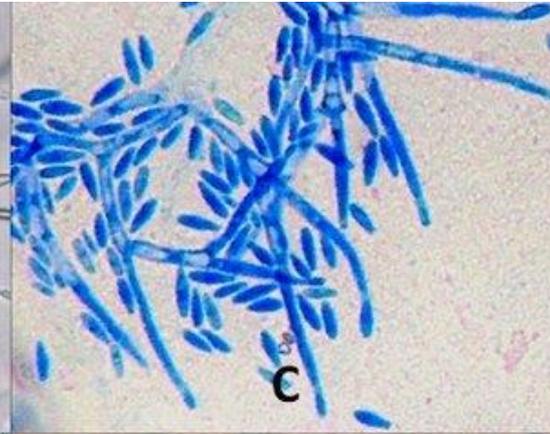
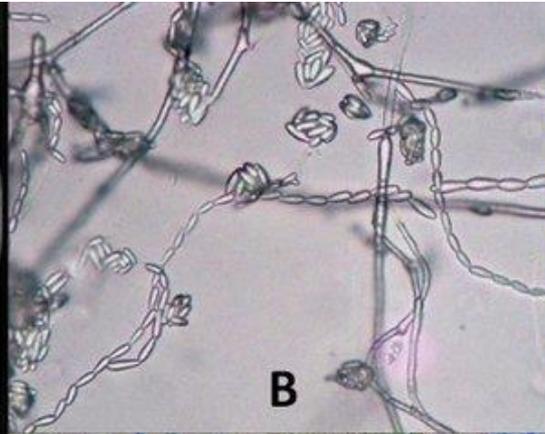
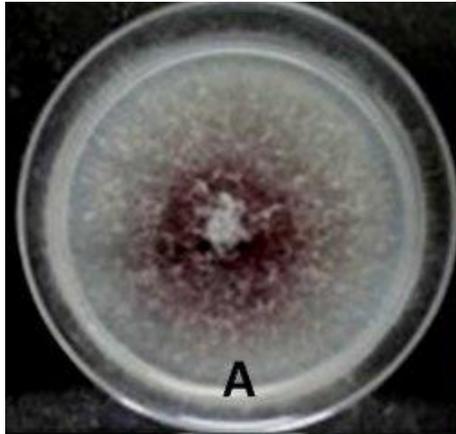
Conidi settati e immediatamente distinguibili;
saprotrofi o parassiti di vegetali



Il genere *Trichoderma*



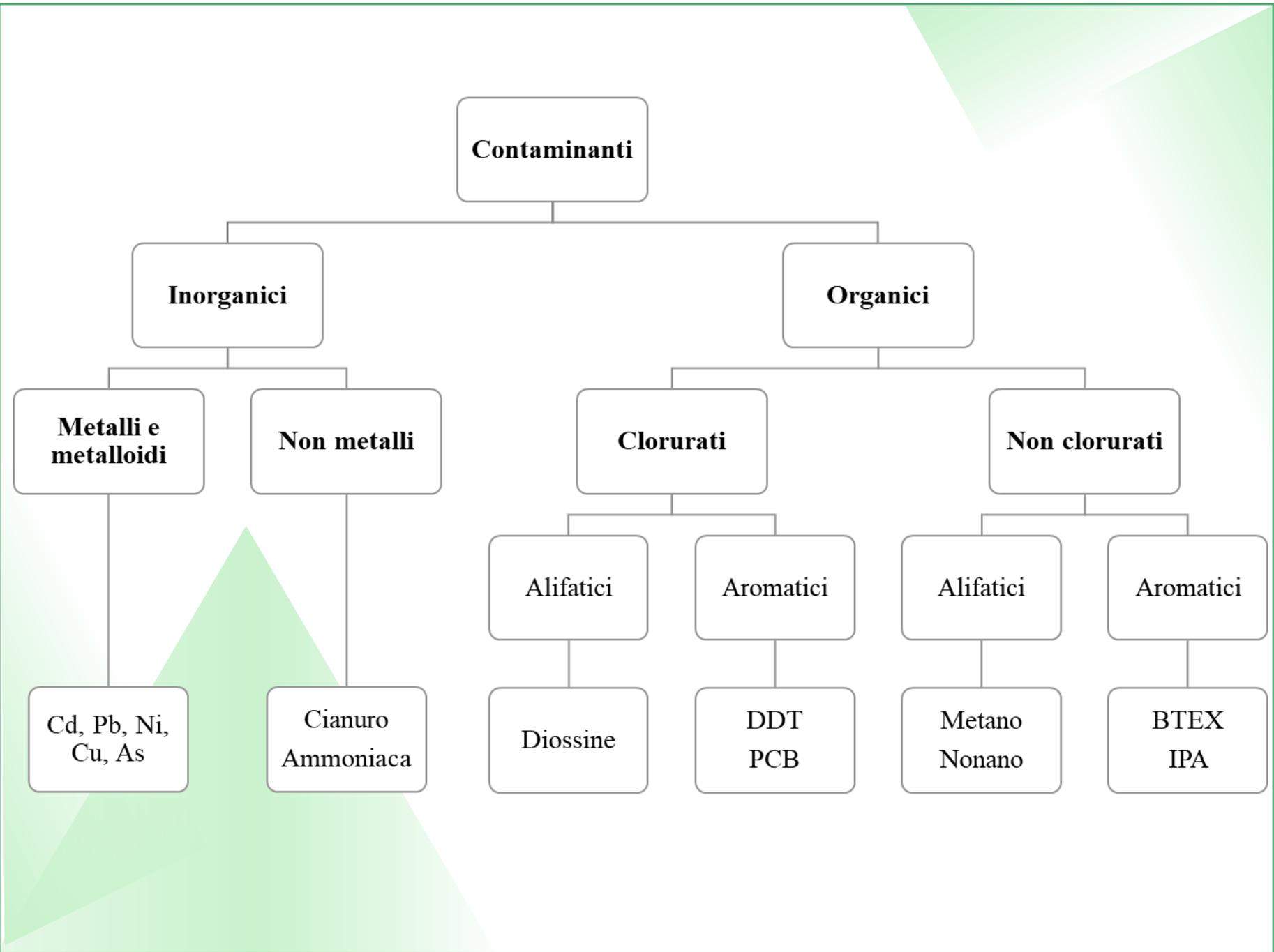
Il genere *Fusarium*



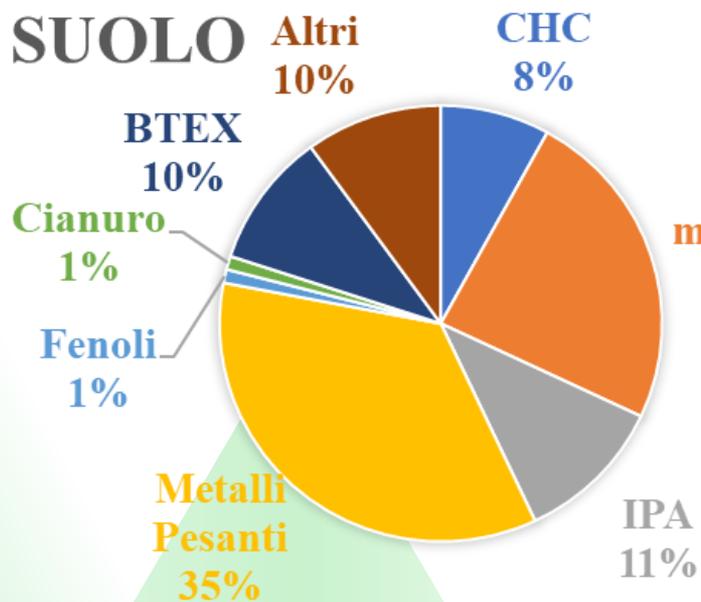
Il genere *Fusarium*



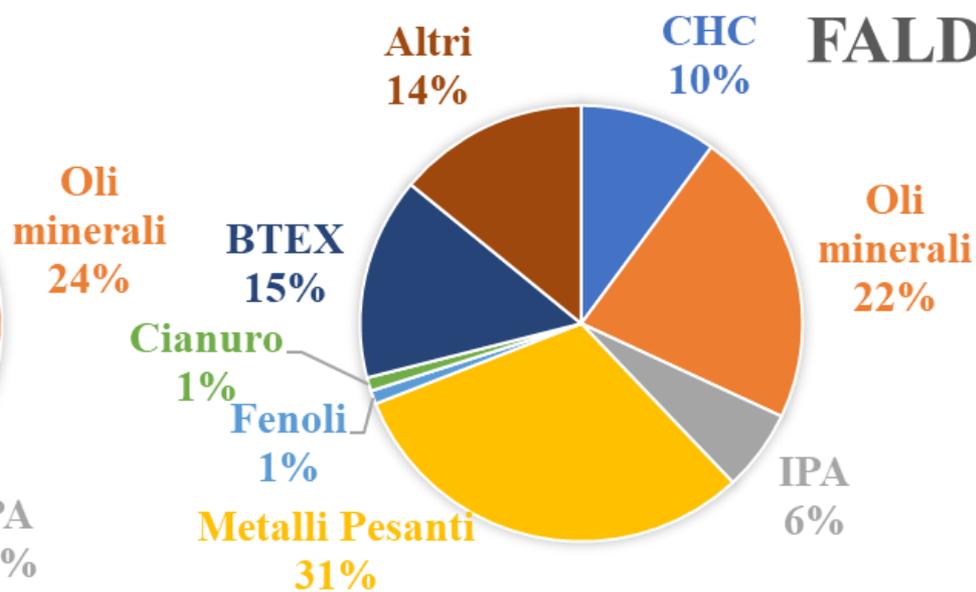
IDROCARBURI



SUOLO



FALDA

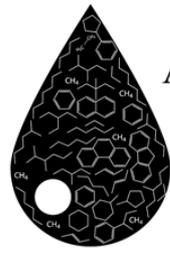




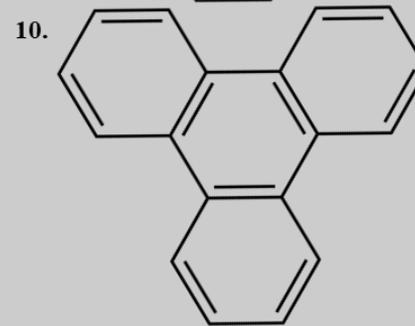
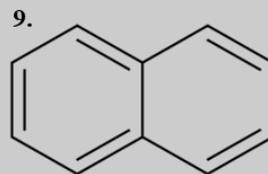
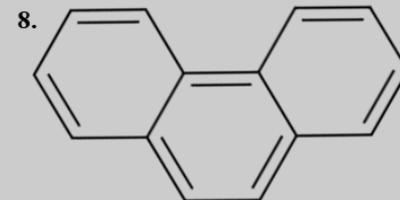
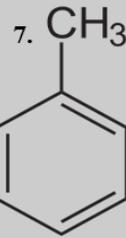
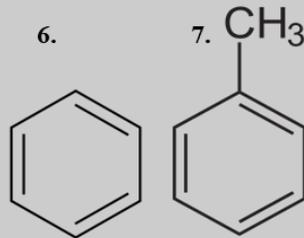
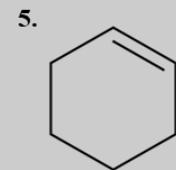
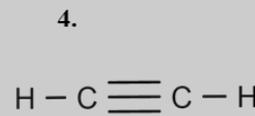
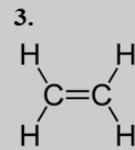
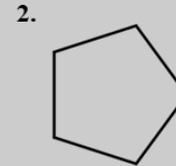
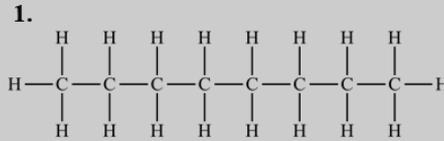
Saturi

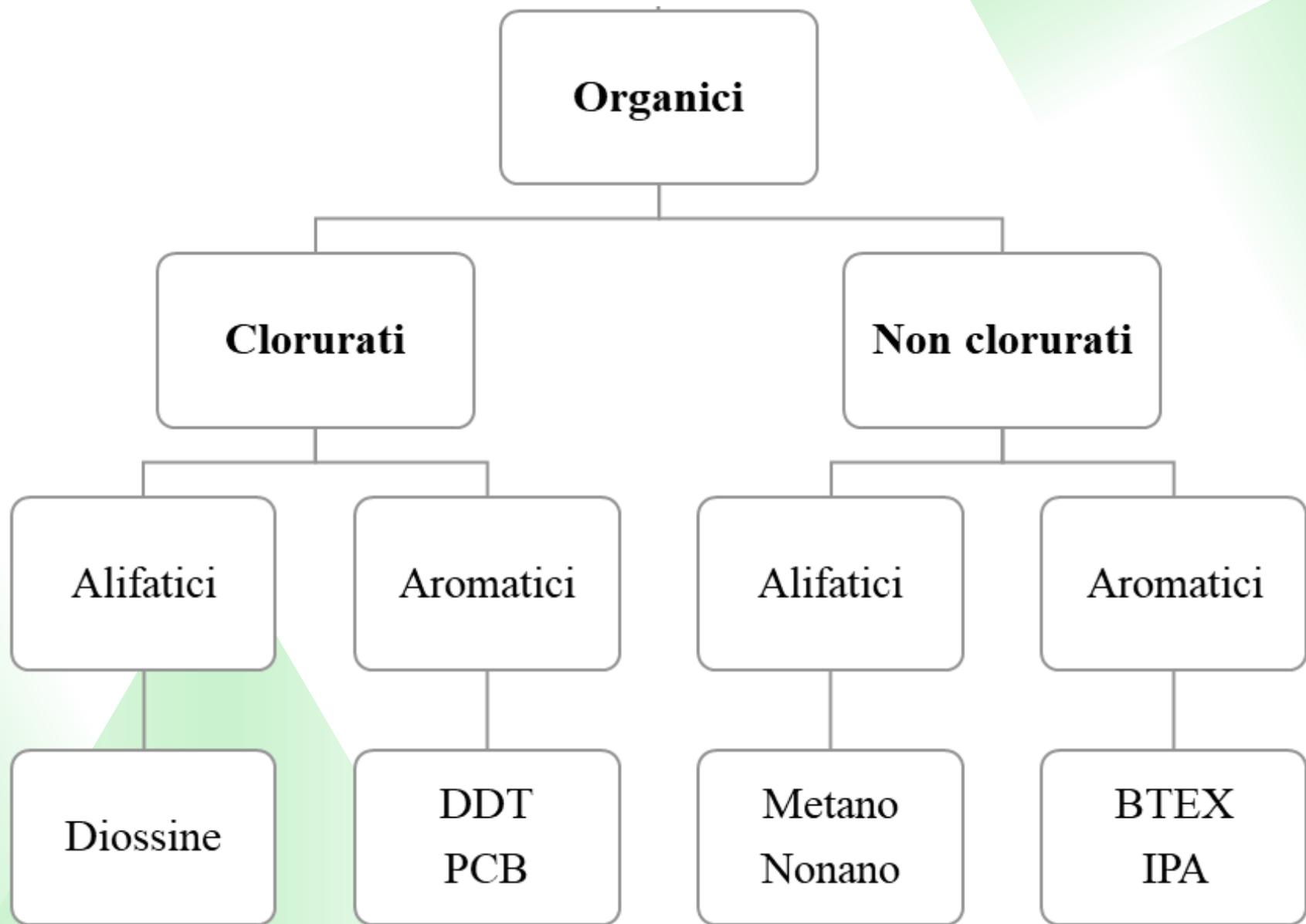


Insaturi

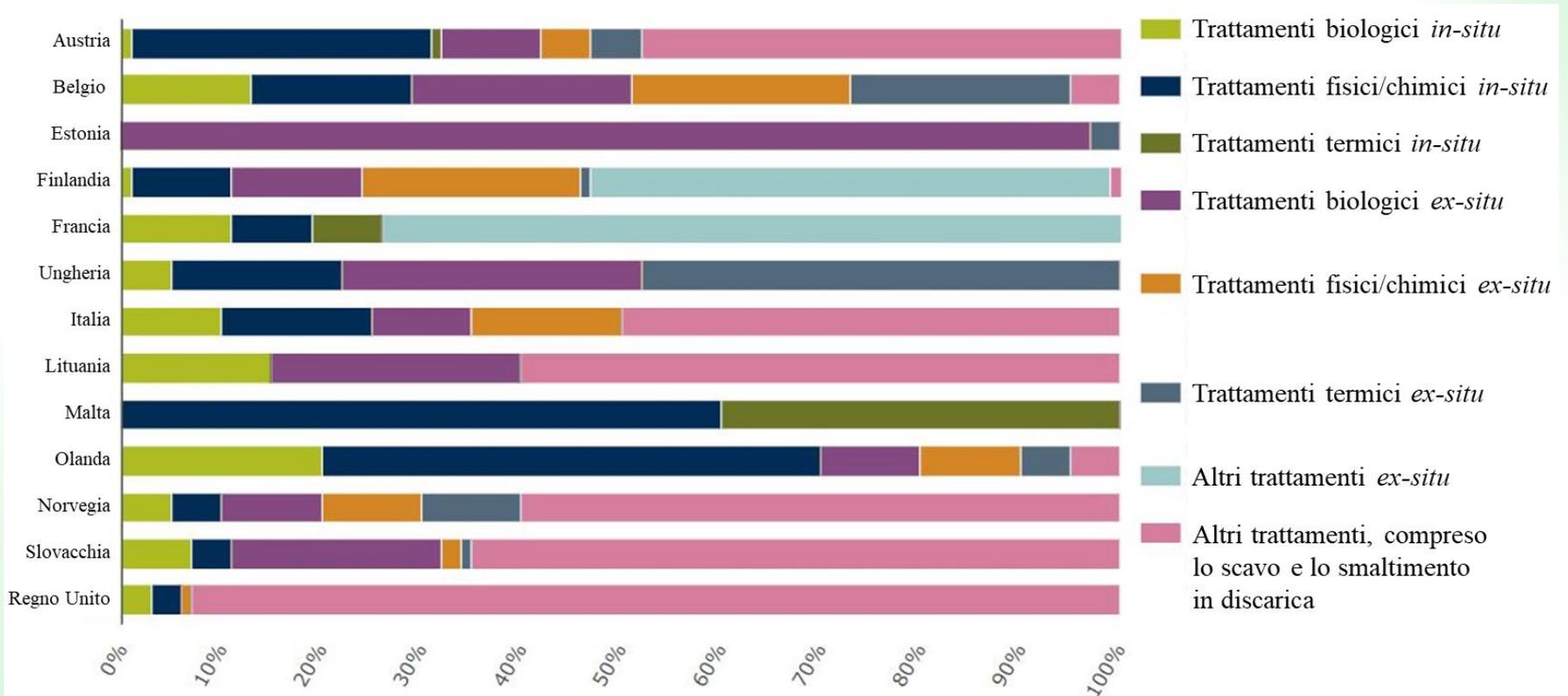


Aromatici





Metodi di bonifica nei siti contaminati europei



(JRC, 2018)

(JRC, 2018)

I Siti di Interesse

D. Lgs n.471/1999. Le nuove norme in materia ambientale ridefiniscono le procedure amministrative e hanno come scopo primario “la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali” (Articolo 2, Comma 1)

- I Siti di Interesse Nazionale (SIN)

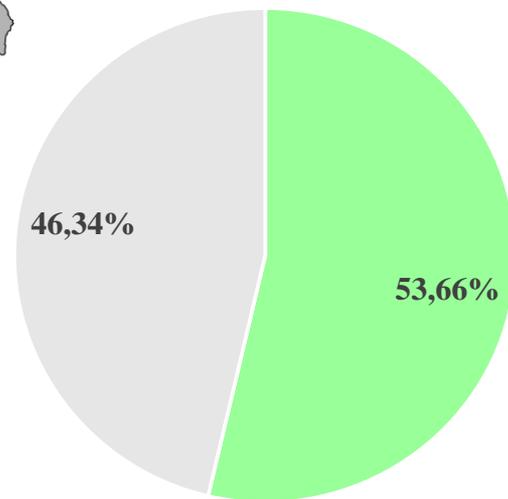
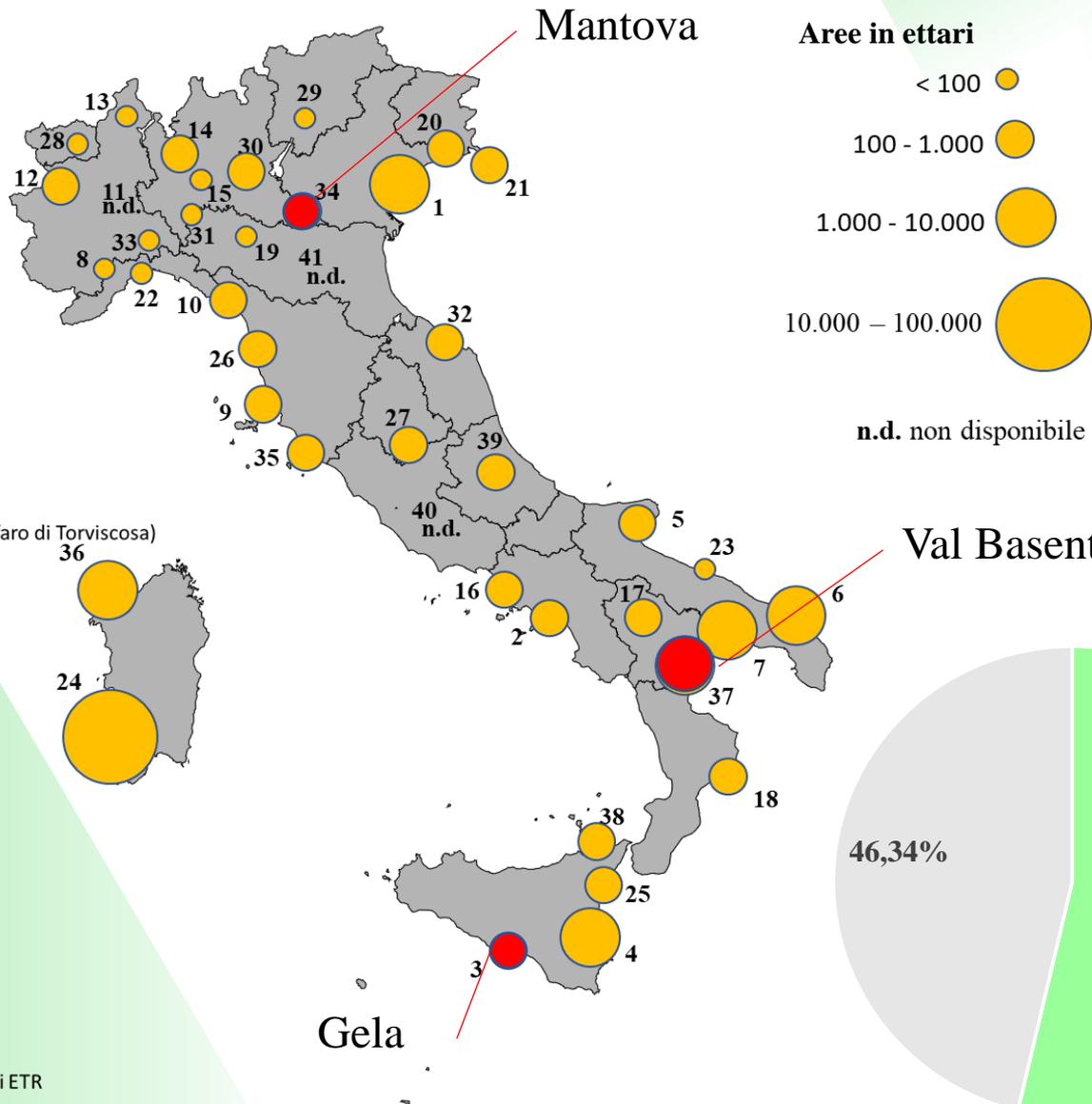
Rappresentano delle aree contaminate molto estese classificate come pericolose dallo Stato Italiano e che necessitano di interventi di bonifica del suolo, del sottosuolo e/o delle acque superficiali e sotterranee per evitare danni ambientali e sanitari

- I Siti di Interesse Regionale (SIR)

I siti contaminati individuati tramite il D.Lgs. 152/06, che non ricadono nelle competenze del Ministero dell'Ambiente, sono detti Siti di Interesse Regionale (SIR) e la loro gestione è demandata alle regioni di appartenenza

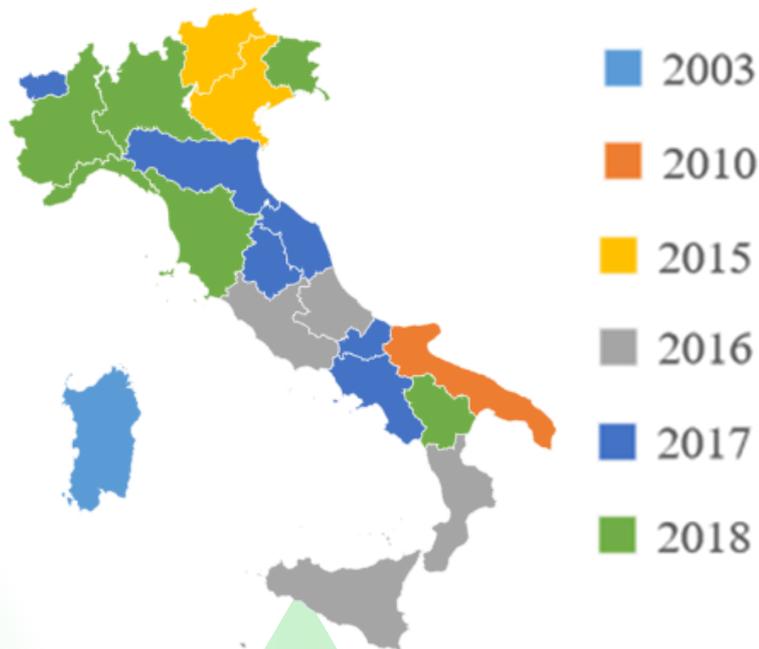
I Siti di Interesse Nazionale (SIN)

- 1 - Venezia
- 2 - Napoli Orientale
- 3 - Gela
- 4 - Priolo
- 5 - Manfredonia
- 6 - Brindisi
- 7 - Taranto
- 8 - Cengio e Saliceto
- 9 - Piombino
- 10 - Massa e Carrara
- 11 - C. Monferrato
- 12 - Balangero
- 13 - Pieve Vergonte
- 14 - Sesto San Giovanni
- 15 - Pioltello-Rodano
- 16 - Napoli Bagnoli Coroccio
- 17 - Tito
- 18 - Crotone - Cassano - Cerchiara
- 19 - Fidenza
- 20 - Laguna di Grado e Marano (ora Caffaro di Torviscosa)
- 21 - Trieste
- 22 - Cogoleto
- 23 - Bari
- 24 - Sulcis Iglesiente Guspinese
- 25 - Biancavilla
- 26 - Livorno
- 27 - Terni
- 28 - E Marese
- 29 - Trento Nord
- 30 - Brescia
- 31 - Broni
- 32 - Falconara Marittima
- 33 - Serravalle Scrivia - Ecolibarna
- 34 - Laghi di Mantova
- 35 - Orbetello
- 36 - Porto Torres
- 37 - Val Basento
- 38 - Milazzo
- 39 - Bussi sul Tirino
- 40 - Bacino del Fiume Sacco
- 41 - Bologna Officina Grande Riparazioni ETR



 SIN Inquinati da idrocarburi

I Siti di Interesse Regionale (SIR)



Stato di aggiornamento della anagrafi

1. Contaminante: idrocarburi

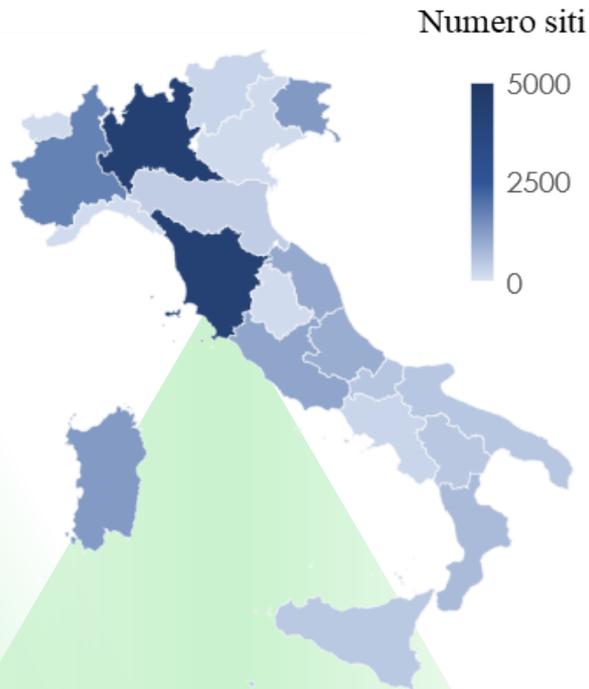
2. Fonte di contaminazione:

- punti vendita di carburante;
- depositi di carburante;
- cisterne di carburante;
- sversamenti di carburante;
- sversamenti di oli;
- raffinerie;
- industrie petrolchimiche;
- perdite di oleodotti;
- incidenti alle *pipe lines*.

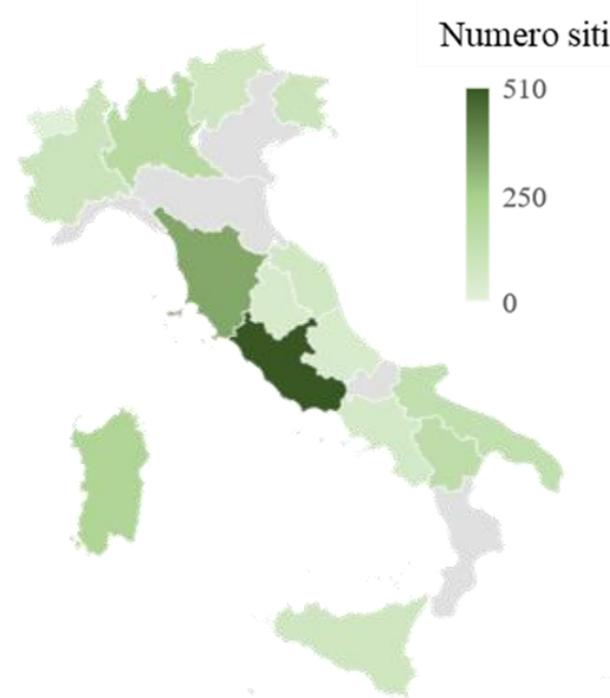
20.047 Siti di Interesse Regionale - SIR su tutto il territorio nazionale

9.422 SIR necessitano di un intervento di bonifica

2.119 SIR potenzialmente inquinati da idrocarburi



Totale dei SIR



SIR contaminati da idrocarburi



Isolamento e selezione dei ceppi dal sito contaminato



Scale-up industriale dei microrganismi selezionati



Allestimento della biopila per la bonifica *In-situ*