

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II Scuola Politecnica e delle Scienze di Base



## Tesi di laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale

*“Utilizzo del compostaggio per la bonifica dei siti contaminati da  
Idrocarburi policiclici aromatici”*

**RELATORE:**

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

**CANDIDATA**

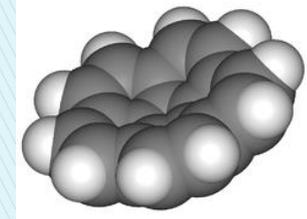
Francesca Milo  
N49000410

# Obiettivo di studio

‘Utilizzo della tecnica di compostaggio per la rimozione degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) dai suoli contaminati’

## *Indice:*

1. L'inquinamento del suolo
2. Principali sostanze inquinanti
3. IPA
4. Principali tecniche di bonifica
5. Compostaggio
6. Caso di studio e risultati
7. Conclusioni



# Idrocarburi Policiclici Aromatici

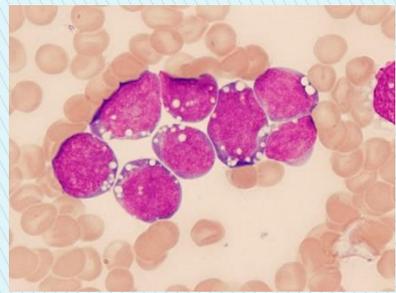
-Altamente idrofobi;



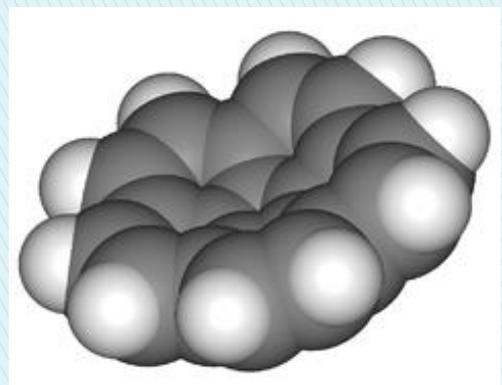
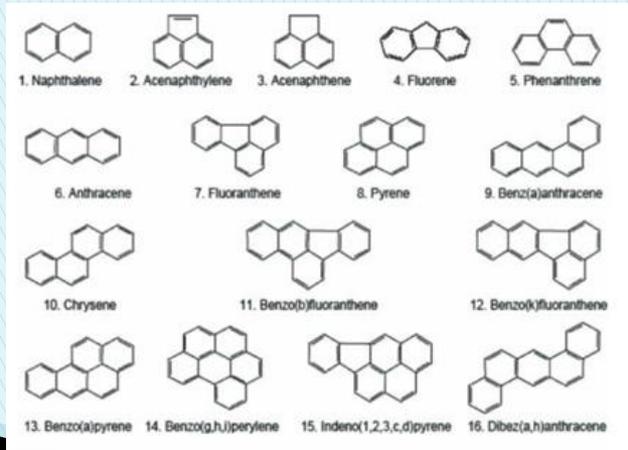
Resistenti al degrado ambientale

-Microinquinanti organici cancerogeni e mutageni;

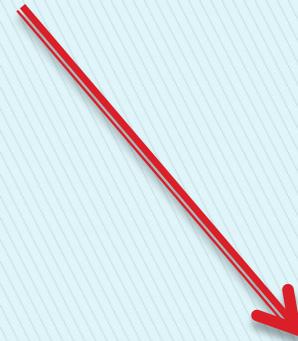
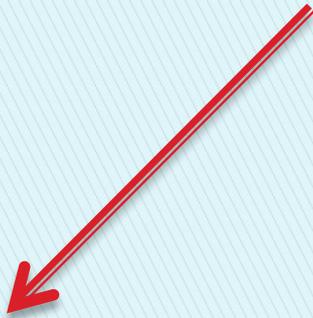
-Bioaccumulo all'interno di biorganismi;



-Struttura ad anelli di benzene fuso;



# Principali tecniche di bonifica per i siti contaminati da IPA



## Fisico-chimiche

(Estrazione con solvente, Soil washing, ossidazione chimica)



## Biologiche

(Compostaggio, phytoremediation)



## Termiche

(incenerimento, desorbimento termico)



# PROCESSO BIOLOGICO EX SITU

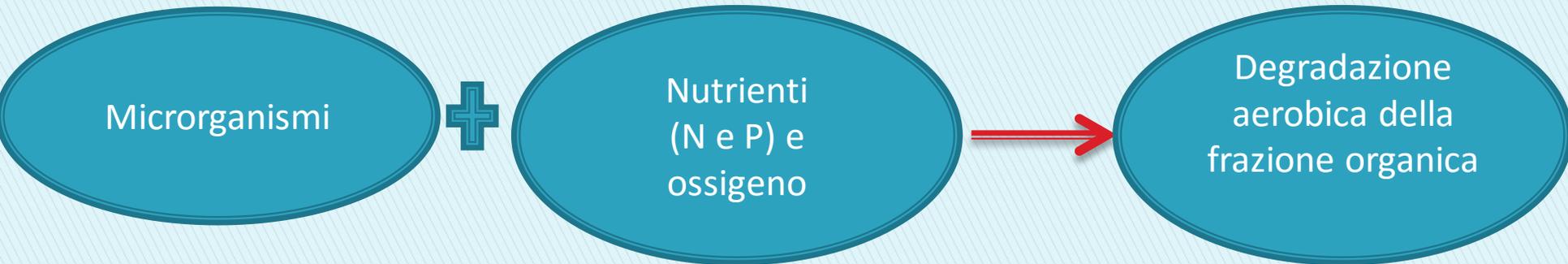


## COMPOSTAGGIO

(FASI DEL PROCESSO)



### 1. FASE ATTIVA



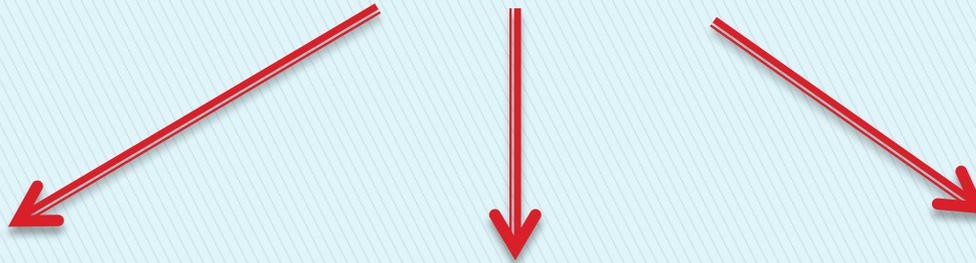
DURATA: poche settimane

### 2. FASE DI MATURAZIONE

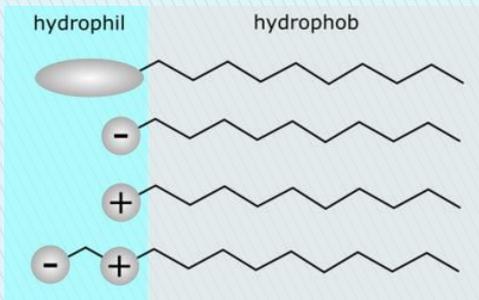


DURATA: 2-3 mesi

# PRINCIPALI TECNICHE DI COMPOSTAGGIO



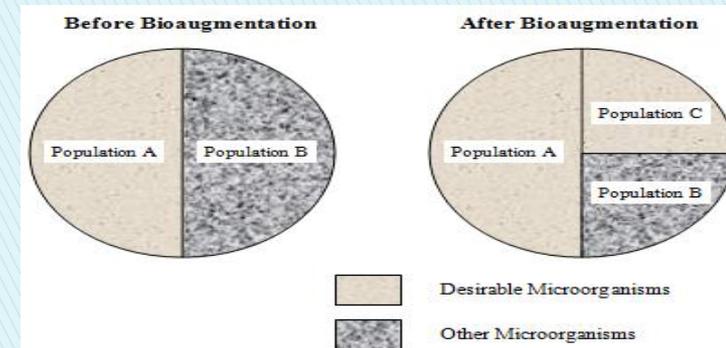
TENSIOATTIVI



BULKING AGENT



BIOAUGMENTATION



INQUINANTE

# Studi di laboratorio sui siti contaminati da IPA tramite compostaggio al chiuso

**OBIETTIVO**



**Determinazione dell'efficienza del compostaggio su un ex sito industriale contaminato da catrame di carbone**



**Monitoraggio di 16 IPA indicati come 'inquinanti principali' dall'USEPA**



**Valutazione dell'impatto della temperatura sulla biodegradazione degli IPA**



**Determinazione delle condizioni ottimali di rimozione dell'inquinante**

# FASI DELLA SPERIMENTAZIONE

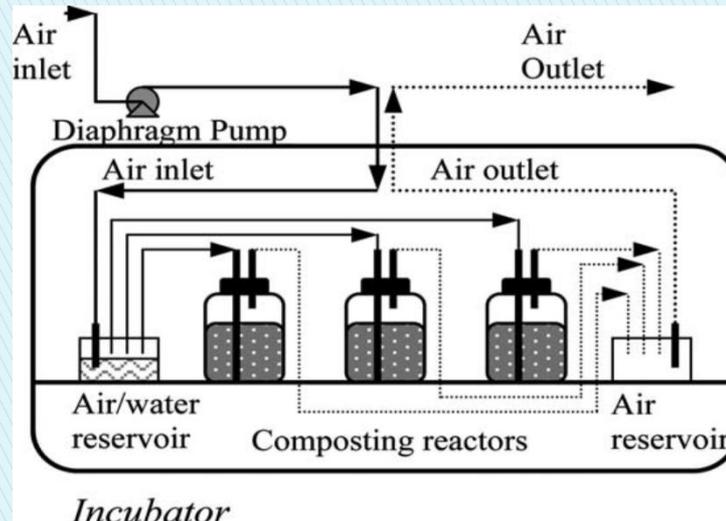
1. Compostaggio standard del suolo con rifiuti organici 'verdi'



2. Inibizione dell'attività microbica ( con  $HgCl_2$  ) nella miscela suolo/rifiuti



3. Incubazione del suolo a 3 diverse temperature ( $38^{\circ}C$ ,  $55^{\circ}C$  e  $70^{\circ}C$ ) con tasso di umidità del 60%



**1) Setacciamento e essiccamento del terreno prelevato**



**2) Progettazione di 189 reattori in vetro da 200ml per il monitoraggio**



**3) Areazione dei reattori attraverso un flusso d'aria costante garantito dal pompaggio**

**4) Analisi della biomassa ed estrazione degli IPA (ASE 200)**



**5) Monitoraggio delle concentrazioni degli IPA alle diverse temperature e condizioni di compostaggio**

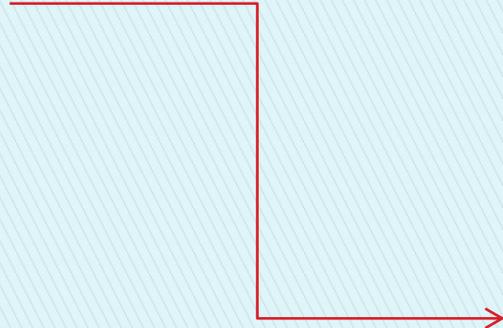
# RISULTATI: Concentrazioni di IPA (mg/Kg) nei reattori all'inizio e alla fine dei trattamenti

Composto	Concentrazione Iniziale	Temperatura		
		38°C	55°C	70°C
<i>Reattori di compostaggio standard</i>				
2/3 anelli	32.5	2,7(91,8%)	8,4(72,8%)	5,9(81,9%)
4 anelli	46.4	10,4(77,6%)	13,2(71,7%)	18,4(45,1%)
5/6 anelli	21,4	6.1 (71.4%)	6.2 (70.9%)	11,7(45,1)
<b>IPA Totali</b>	100,3	19,2	28,2	36,1
<b>% IPA Rimossi</b>		<b>80,9%</b>	<b>71,9%</b>	<b>64,1%</b>
<i>Reattori di compostaggio con HgCl2</i>				
2/3 anelli	32,5	5.7 (82.4%)	5.5 (82.9%)	1.5 (95.5%)
4 anelli	46,4	24.5 (47.3%)	11.8 (74.7%)	5.9 (87.3%)
5/6 anelli	21,4	6.5 (69.4%)	5.4 (74.6%)	2.7 (87.6%)
<b>IPA Totali</b>	100,3	36,4	22,7	10,0
<b>% IPA Rimossi</b>		<b>63,4%</b>	<b>77,3%</b>	<b>90%</b>

Reattori di compostaggio del suolo

2/3 anelli	32,5	20.0 (38.6%)	10.7(67.1%)	3.7 (88.7%)
4 anelli	46,4	41,2(11.3%)	30.6(34.0%)	19.1(58.8%)
5/6 anelli	21,4	18,3(14.3%)	16.9(21.0%)	11.0(48.6%)
<b>IPA Totali</b>	<b>100,3</b>	<b>79,5</b>	<b>58,2</b>	<b>33,8</b>
<b>% IPA Rimossi</b>		<b>20,8%</b>	<b>42%</b>	<b>66,3%</b>

**TEMPERATURA OTTIMALE DI RIMOZIONE DELL'INQUINANTE**



- 38°C → Reattori di compostaggio standard
- 70°C → Reattori di compostaggio con  $HgCl_2$
- 70°C → Reattori di compostaggio del suolo

**Il compostaggio standard consente una % di rimozione maggiore a temperature minori (38°C) rispetto alle altre due tipologie;**

# CONCLUSIONI...

## Osservazioni:

-Il compostaggio può ridurre la concentrazione di IPA in un suolo contaminato, e quindi può essere utilizzato come tecnologia di biorisanamento;

-La temperatura è una variabile ambientale importante nell'efficienza del compostaggio e influenza sia l'attività microbica sia la maggior parte delle caratteristiche dell'ambiente;

-La % di IPA rimossa aumenta al diminuire del numero di anelli e dell'idrofobicità dell'inquinante;

-La rimozione degli IPA osservata nei reattori di compostaggio inibito da  $HgCl_2$  potrebbe indicare che gli effetti biocidi del 2% di  $HgCl_2$  sono stati ridotti nel corso del tempo;

-Nei reattori di suolo, si è verificata una bassa % di rimozione (20,8% )degli IPA totali, principalmente per la rimozione degli IPA a minor numero di anelli;

## Limiti:

-Difficilmente si raggiungono abbattimenti superiori al 95%;

-La presenza nel suolo contaminato di alte concentrazioni di metalli pesanti può inibire la crescita microbica;

-Non sempre è efficace su suoli ad elevato livello di contaminazione;

***Grazie per l'attenzione!!!***