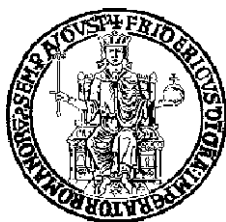


# **Università degli Studi di Napoli Federico II**

## **Scuola Politecnica e delle Scienze di Base**

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale  
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'ambiente ed il territorio



### **Indagine sperimentale volta alla valutazione dell'applicabilità di tecniche di biorisanamento per sabbie minerarie contaminate da IPA**

#### **Relatore**

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

#### **Correlatori**

Prof. Antonio Panico

Dott. Ing. Marco Race

#### **Candidati**

Fabio Guerriero

Alessio Russo

#### **Matricole**

M67000263

M67000265

**ANNO ACCADEMICO 2015/2016**

Il presente lavoro ha come obiettivo l'analisi, valutando l'efficacia e l'evoluzione temporale, dell'applicazione di tecniche di biorisanamento su un suolo contaminato da idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Tali tecniche comportano la degradazione di alcune sostanze inquinanti e si propongono come valida ed economica alternativa a processi chimici molto più spinti, dispendiosi ed invasivi. Il metabolismo e il co-metabolismo microbico, cui si fonda il biorisanamento, prevede la bio-trasformazione enzimatica da parte di consorzi microbici naturali di un composto organico a causa della similitudine chimica e/o sterica, anche solo parziale, con un metabolita primario (substrato) dal quale essi ricavano energia e materiale per la biosintesi.

A tal proposito, nel presente lavoro, sono stati valutati gli effetti connessi all'utilizzo di ammendanti organici quali F.O.R.S.U e compost e fango di depurazione. La sperimentazione è stata condotta in condizioni aerobiche e anaerobiche. Nel primo caso l'obiettivo è stato quello di simulare, in scala di laboratorio, la tecnica del compostaggio, in condizioni di umidità, ed aerazione controllate. Nel caso dei bioreattori anaerobici, invece, si è scelto di predisporre un sistema in umido a temperatura controllata utilizzando recipienti a tenuta. Lo scopo di questa suddivisione è il confronto tra i risultati ottenuti in condizioni di aerobiosi ed anaerobiosi utilizzando gli stessi ammendanti e la stessa sabbia contaminata, con l'eccezione che, nel caso di alcuni test anaerobici, è stata prevista anche l'introduzione di microrganismi, sottoforma di fango, prelevato da un digestore anaerobico della linea fanghi in un impianto dedito al trattamento delle acque reflue urbane.

Sulla base dei risultati ottenuti, è possibile ritenere soddisfacente l'esito dei trattamenti applicati durante lo studio sperimentale.

La sabbia sottoposta a processi di biorisanamento, caratterizzata inizialmente da un contenuto consistente di IPA dovuto a reali contaminazioni di attività antropiche, ha mostrato una sensibile riduzione delle concentrazioni.

Per quanto riguarda l'efficienza del processo aerobico, si riscontrano percentuali di degradazione significative in tutti i reattori adoperati, benché il risultato migliore sia stato ottenuto nella configurazione che non prevede l'aggiunta di ammendanti organici. Presumibilmente, questo risultato consegue dal fatto che i microrganismi autoctoni, contenuti nella sabbia, nelle condizioni abiotiche determinate (temperatura, aerazione e umidità), siano stati maggiormente capaci di degradare gli IPA; l'aggiunta di sostanza organica e microrganismi alloctoni potrebbe aver creato

competizioni tra le specie microbiche diverse e/o potrebbe aver spinto quelle autoctone a preferire la degradazione del substrato più facilmente metabolizzabile.

Nonostante i suddetti risultati, il suolo in questione è ancora caratterizzato da marcata inibizione allo sviluppo di specie vegetali, e dunque non ne permette il riutilizzo per scopi agricoli.

D'altro canto, le concentrazioni rilevate al termine dei trattamenti, risultano essere inferiori ai limiti imposti dal D.Lgs 152/2006 per siti ad uso commerciale e industriale ma non per tutti gli IPA risultano verificati i limiti della medesima normativa in merito ai siti ad uso verde, privato, pubblico e residenziale.

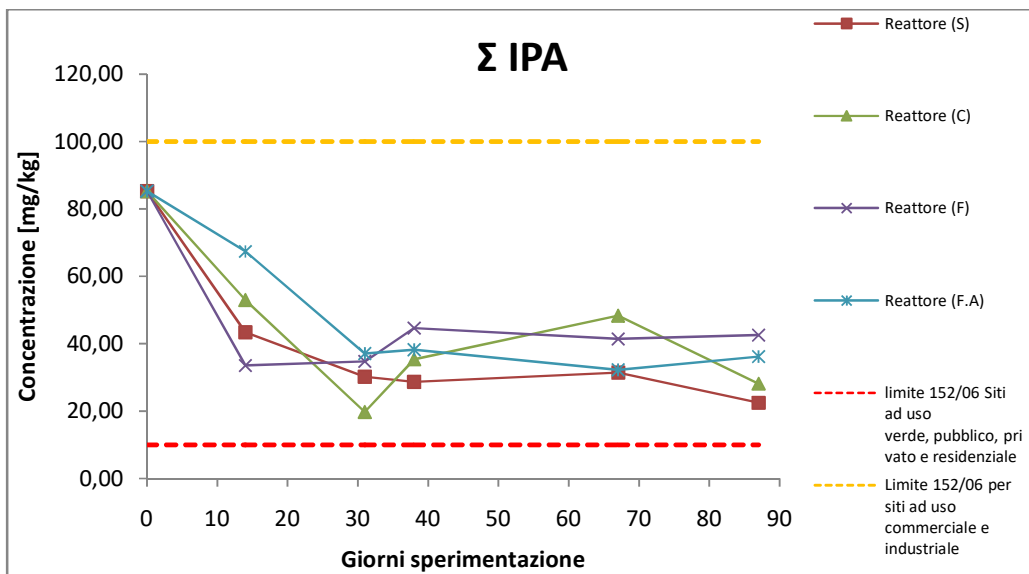


Figura 1 - Andamento nel tempo delle concentrazioni totali degli IPA

Reattore (S) – solo sabbia;

Reattore (C) – sabbia + compost;

Reattore (F) – sabbia+FORSU;

Reattore (F) – sabbia + FORSU autoclavata

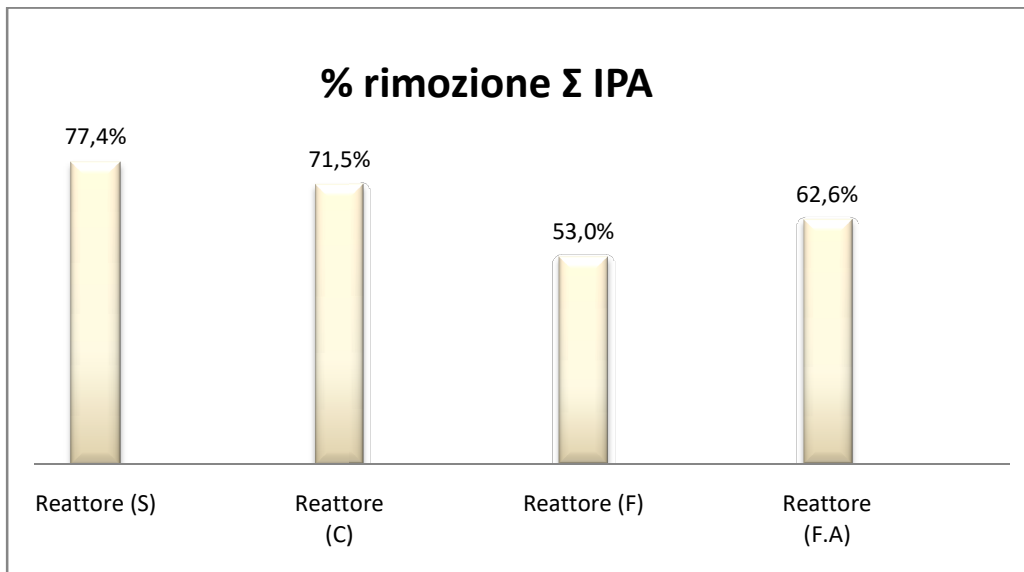


Figura 2 - % rimozione degli IPA totali

Un aspetto fondamentale da non trascurare è la tempistica con la quale le concentrazioni si sono ridotte e la relativa temperatura alla quale i reattori sono stati esposti. In tal senso, la maggior parte degli IPA è stata degradata nel corso dei primi trenta giorni di sperimentazione, quando i reattori sono stati lasciati a temperatura ambiente ( $9 \div 18$  °C).

Per quanto concerne l'applicazione del processo anaerobico, si riscontrano elevate efficienze di rimozione in tutti i reattori dove non è stato utilizzato il fango di depurazione; tuttavia, i risultati ottenuti da queste differenti configurazioni non sono confrontabili a causa della differente durata delle prove.

I reattori ammendati con FORSU autoclavata e compost hanno raggiunto efficienze simili, mentre i reattori ammendati con FORSU non autoclavata hanno mostrato percentuali di rimozione inferiori. Verosimilmente, le comunità microbiche contenute nella FORSU, entrando in conflitto con quelle autoctone, hanno ridotto la capacità di quest' ultime di metabolizzare gli IPA target.

Le concentrazioni rilevate al termine dei trattamenti anaerobici nei reattori ammendati con compost, FORSU e FORSU autoclavata (Reattore (C), Reattore(F), reattore (F.A)) rispettano i limiti imposti dal D.Lgs 152/2006 in merito ai siti ad uso commerciale ed industriale, mentre, solo nei reattori (F.A) e (C) le concentrazioni di crisene e pirene rispettano i limiti della medesima normativa per quanto concerne i siti ad uso verde, privato, pubblico e residenziale.

Nei restanti reattori (F+F), (F+C) e (F+F.A) (Fango+FORSU; Fango+Compost; Fango+FORSU autoclavata), le concentrazioni rispettano esclusivamente i limiti per siti ad uso commerciale ed industriale.

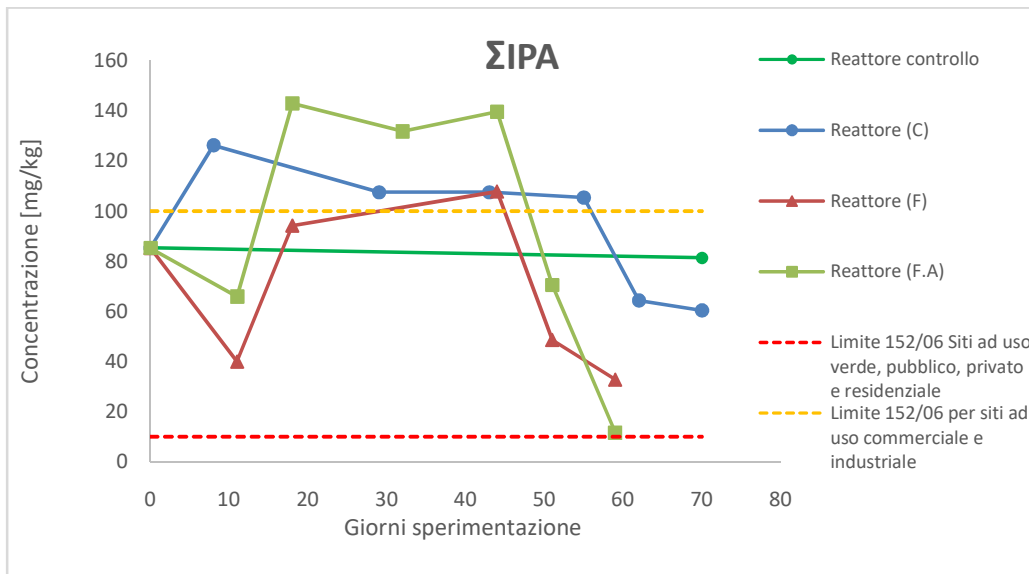


Figura 3 - Andamento nel tempo delle concentrazioni totali degli IPA

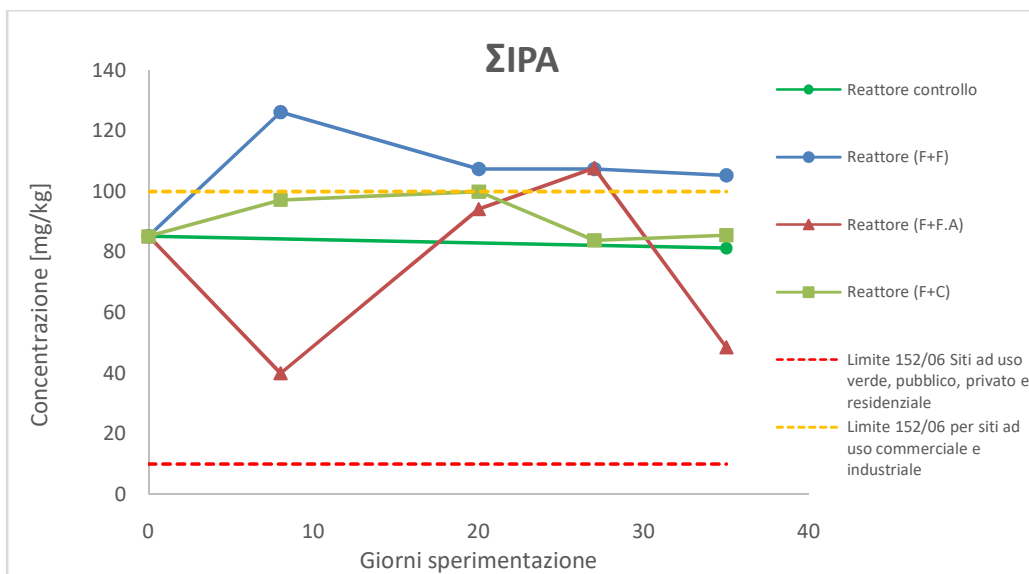


Figura 4 - Andamento nel tempo delle concentrazioni totali degli IPA

Reattore (C) – sabbia+compost

Reattore (F) – sabbia+ FORSU

Reattore (F.A) – sabbia + FORSU autoclavata

Reattore (F+F) – sabbia + fango + FORSU

Reattore (F+C) – sabbia + fango + compost

Reattore (F+F.A) – sabbia + fango + FORSU autoclavata

Confrontando i risultati ottenuti per i test condotti in condizioni anaerobiche ed aerobiche si evidenzia una maggiore efficienza di rimozione nei primi, ma esclusivamente nelle configurazioni dove è stato prevista l'aggiunta di soli FORSU e compost; inoltre, il gas prodotto in questo caso determina un fattore non trascurabile, in termini economici, in quanto esso potrebbe contenere metano e/o idrogeno utilizzabili come fonte di approvvigionamento energetico. A tal proposito, le sperimentazioni future potrebbero avere l'obiettivo di caratterizzare anche qualitativamente tale gas.

Al tempo stesso, sulla base di quanto appreso, l'applicazione delle tecniche aerobiche avrebbe un costo relativamente inferiore, legato essenzialmente all'insufflazione di aria (non necessitando di particolari soluzioni impiantistiche e l'aggiunta di nutrienti).