

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 di biosurfattanti per il lavaggio di suoli contaminati”

Relatore:

Ch.mo Prof. Massimiliano Fabbricino

Candidata:

*Elia Pepe
N49/366*

Anno accademico 2013/2014

Obiettivo studio

Utilizzo di biosurfattanti per il lavaggio di suoli contaminati da inquinanti organici e metalli.

Indice

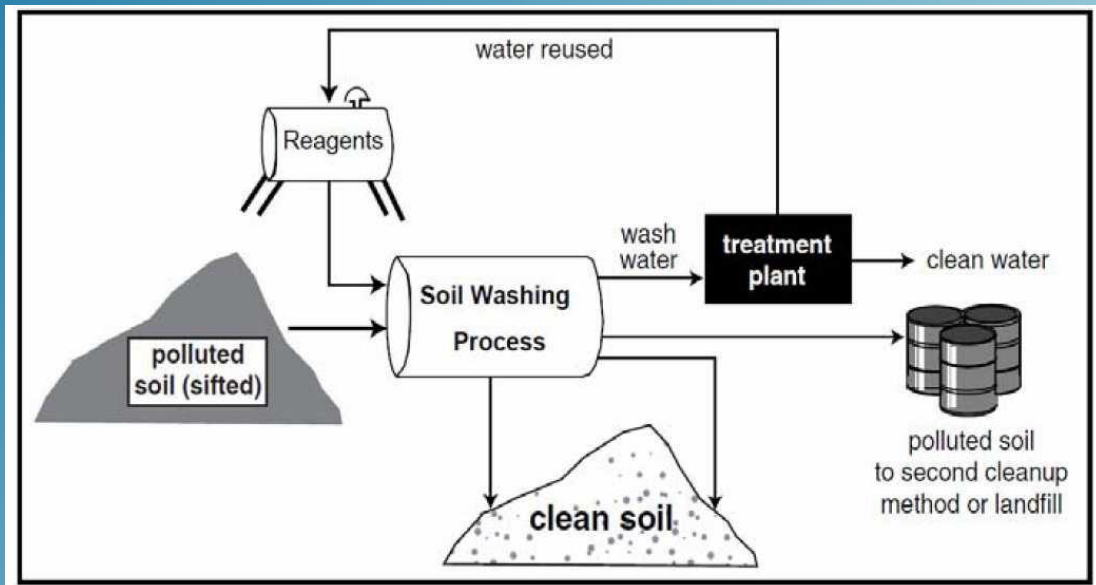
1. Soil washing e soil flushing
2. Agenti impiegati : biosurfattanti
3. Meccanismo di azione
4. Esempi applicativi
5. Vantaggi
6. Conclusioni

Soil washing e soil flushing

Il lavaggio del suolo consiste nel trattamento con acqua o soluzioni in grado di estrarre i contaminanti presenti nel suolo.

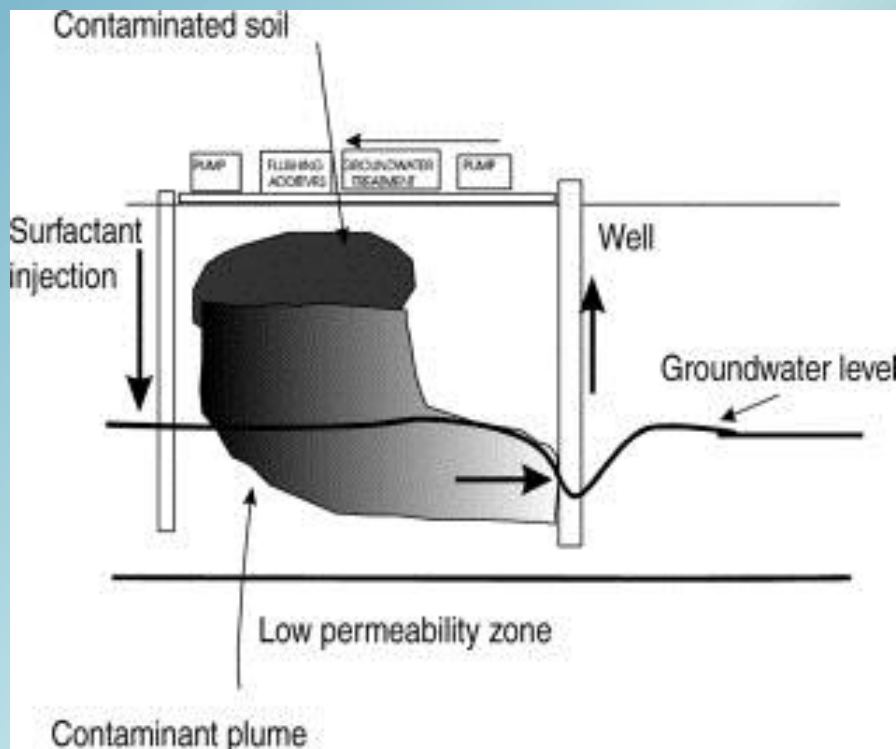
Soil washing

Trattamento di lavaggio *ex situ*.



Soil flushing

Trattamento di lavaggio *in situ*.



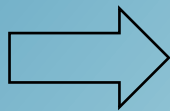
Agenti impiegati : biosurfattanti



Coda idrofoba costituita da lunghe catene idrocarburiche

Testa polare anionica, cationica oppure neutra

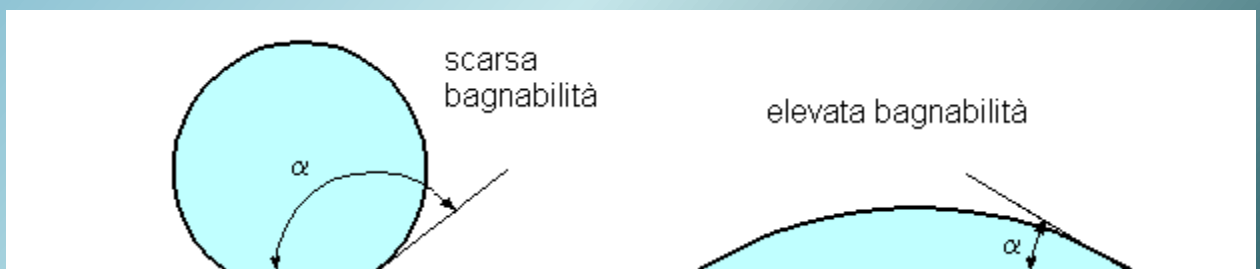
sono prodotti biologicamente da microrganismi



Sono raggruppati in : glicolipidi, fosfolipidi, lipopeptidi, acidi grassi e lipidi neutrali

Meccanismi di azione dei biosurfattanti

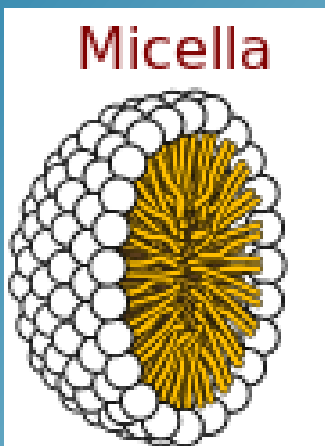
Abbassano la tensione superficiale dell'acqua.



Meccanismi di azione (II)

Mobilizzazione: distacco della particella di inquinante dal suolo.

Solubilizzazione: intrappolamento della particella all'interno delle micelle.



Struttura che ricorre in corrispondenza della concentrazione critica micellare (CMC)

Esempi applicativi (I)

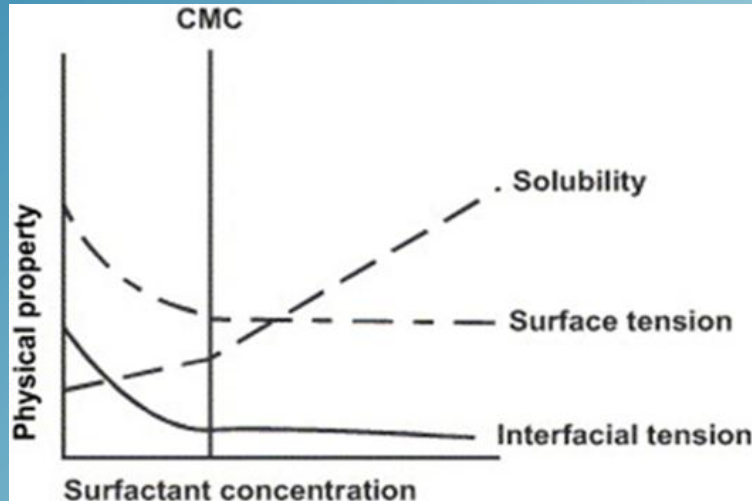
Caso 1 : rimozione del petrolio greggio dal suolo.

Biosurfattanti utilizzati:
escina, lecitina, ramnolipidi,
saponina, tannino

Surfattante sintetico
utilizzato:
Sodio dodecil solfato
(SDS)

Risultati e discussione

Tensione superficiale, tensione interfacciale e solubilizzazione in funzione della concentrazione di surfattante.



Tensione di interfaccia
petrolio-acqua ↓



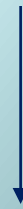
forza di adesione petrolio-suolo ↓



Rimozione dell'inquinante.

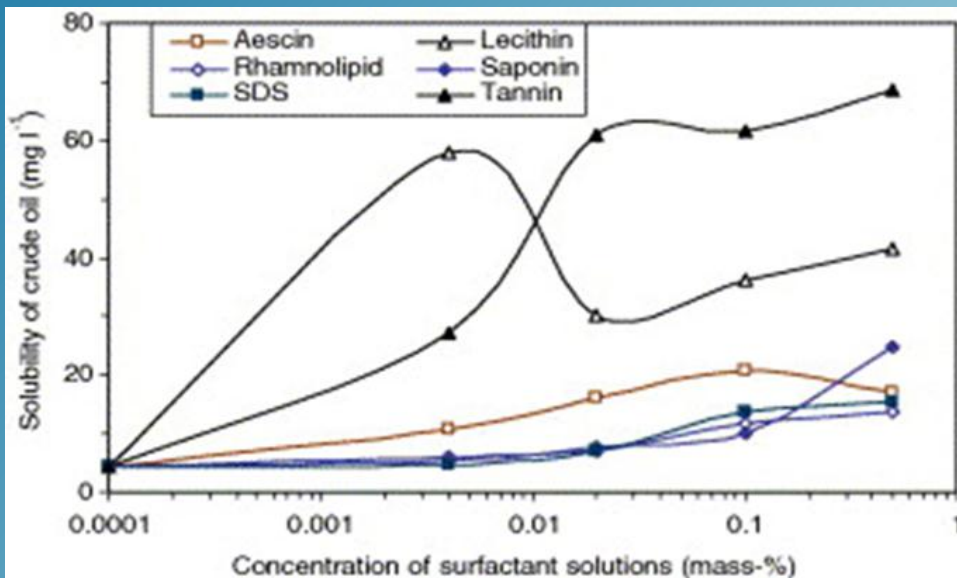
I migliori sono tannino e ramnolipidi
poiché hanno bassa CMC.

Tensione superficiale
aria-acqua ↓



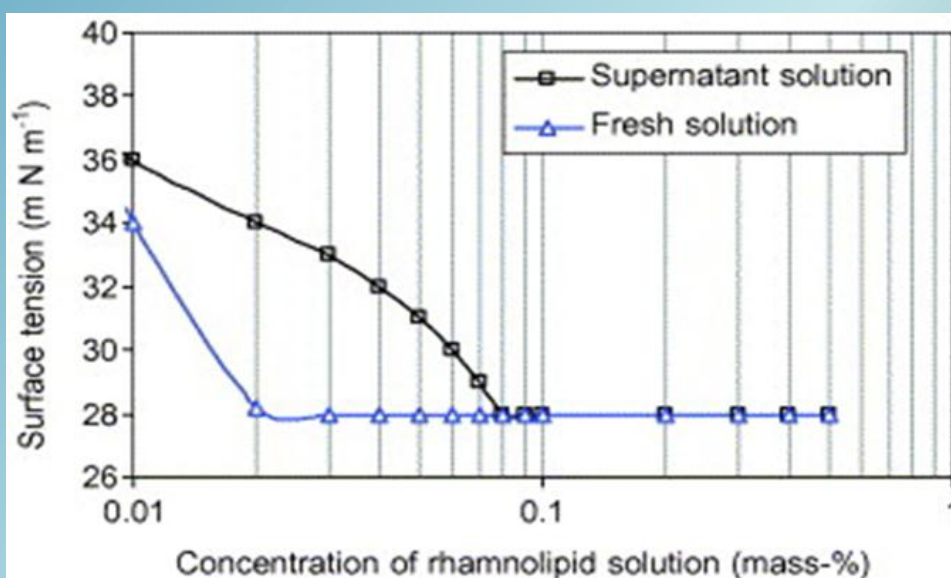
In corrispondenza
della CMC raggiunge
il minimo

Solubilizzazione di petrolio greggio in soluzioni acquose di surfattanti



Dopo aver raggiunto la CMC , solubilizzazione costante o addirittura decrescente.

Assorbimento del surfattante al suolo



È pari alla differenza tra le CMC della soluzione pura di surfattante e del surnatante della soluzione suolo-surfattante.

Esempi applicativi (II)

Caso 2: utilizzo di ramnolipidi e surfattina per la rimozione del diesel dal suolo.

Tasso di consumo del diesel da parte di microrganismi



$$\left(-\frac{d[\text{TPH}_d]}{dt} = k_{\text{bio}}[\text{TPH}_d]X_t \right)$$

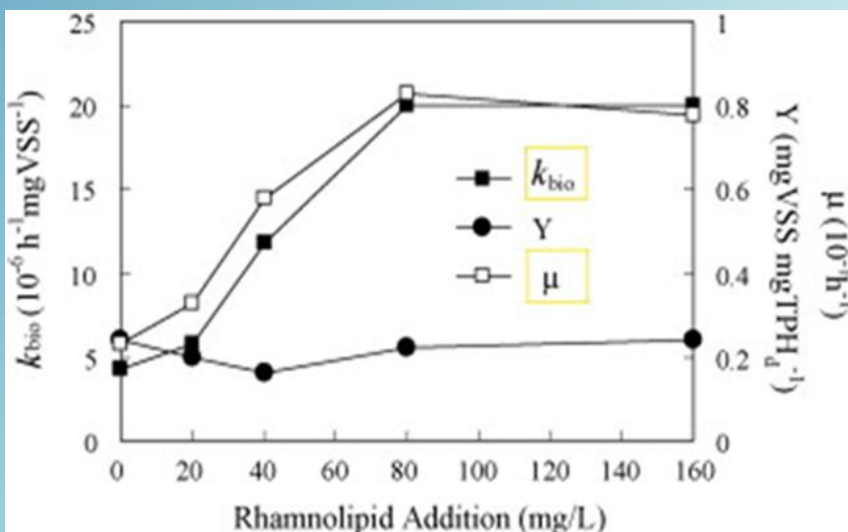
$X(t)$: concentrazione della biomassa.

TPH_d : concentrazione globale degli idrocarburi del petrolio.

Risultati e discussione

Ramnolipidi

Valori stimati del tasso di crescita specifico (μ), coefficienti del rendimento di biomassa (Y), e costante di velocità di degradazione del diesel (K_{bio}).



Y NO

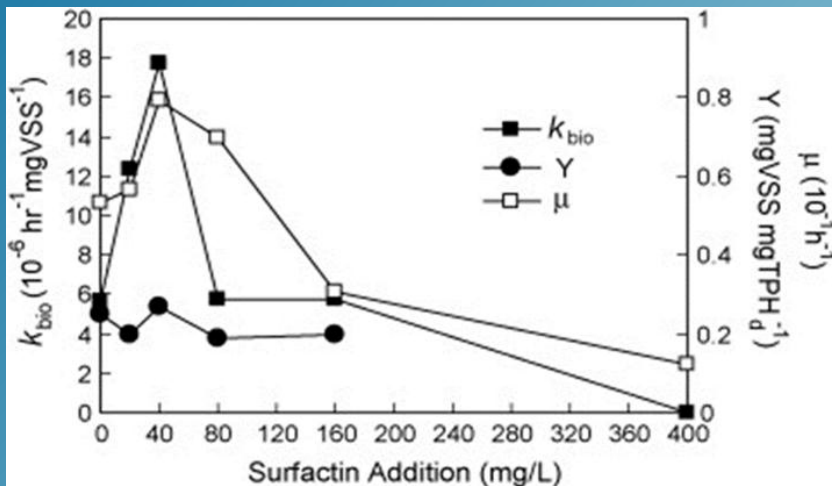
μ SÌ

K_{bio} SÌ

Fino a 80 mg/L

Surfattina

Valori stimati del tasso di crescita specifico (μ), coefficienti del rendimento di biomassa (Y), e costante di velocità di degradazione del diesel (K_{bio}).



Y NO

μ SÌ

K_{bio} SÌ

Fino a
40 mg/l

Oltre gli 80 mg/L non si osserva alcuna biodegradazione: la membrana microbica potrebbe essere danneggiata.

surfattina
ramnolipidi

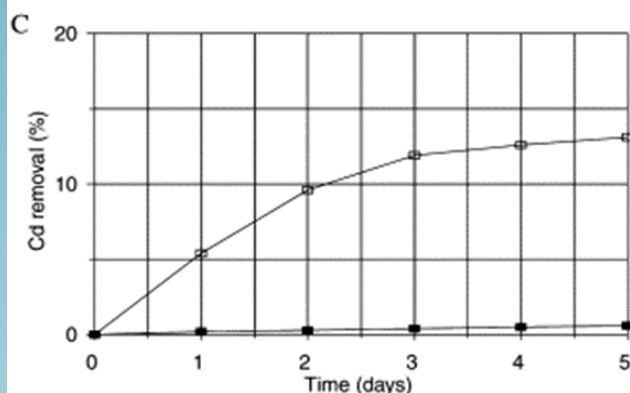
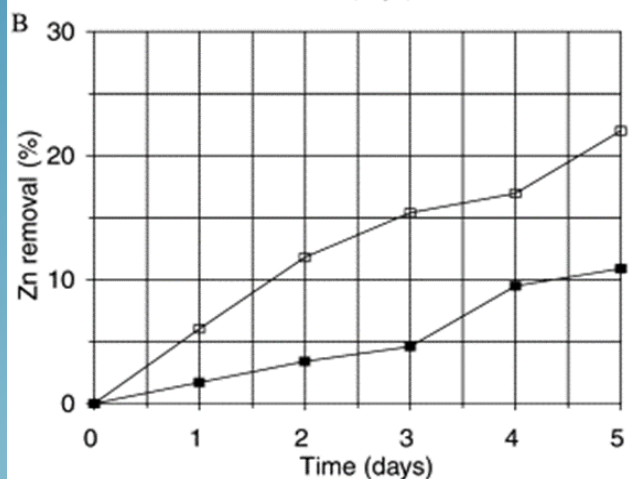
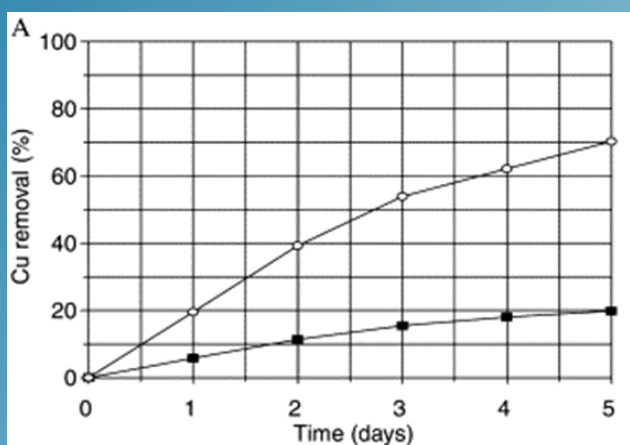


Aumento della biodisponibilità dell'inquinante.

Esempi applicativi (III)

Caso 3: utilizzo di surfattina per la rimozione di rame, zinco e cadmio.

Serie di lavaggi per (A) rame, (B) zinco e (C) cadmio con 0.25% di surfattina con 1% di NaOH (■) e con soltanto 1% di NaOH(□).



Percentuali di rimozione dei metalli

70%

20%

22%

11%

13%

1%

Vantaggi

Elevata specificità, biodegradabilità, biocompatibilità, bassa tossicità.

Produzione da fonti rinnovabili e riutilizzo mediante la loro rigenerazione.

Il loro rilascio non danneggia l'ambiente, differentemente da quelli sintetici.

Conclusioni

Caso 1: rimozione del petrolio greggio dal suolo.

La maggiore rimozione, utilizzando ramnolipidi e SDS, è stata attribuita all'interazione surfattante-suolo e alla riduzione della tensione di interfaccia suolo-petrolio, che prevalgono sull'interazione suolo-petrolio.

Surfattanti con basso peso molecolare e meno ingombranti rimuovono maggiormente il petrolio rispetto a surfattanti con catene idrocarburiche complesse.

Caso 2: utilizzo di surfattina e ramnolipidi per la rimozione del diesel.

Negli esperimenti in batch diesel/acqua, l'aggiunta di 80 mg/l di ramnolipidi incrementa significativamente la crescita della biomassa e la percentuale di degradazione del diesel (100%)

La concentrazione ottimale di surfattina invece è di 40 mg/l per una degradazione del 94%. L'aggiunta di 400 mg/l mostra il peggiore risultato (0%).

Caso 3: utilizzo di surfattina per la rimozione di rame, zinco e cadmio.

L'aggiunta di 0,25% di surfattina ha intensificato il processo di rimozione dei metalli. Per il rame si è raggiunto il 70% di rimozione.

Fattori limitanti la rimozione di queste sostanze sono: la bassa permeabilità del suolo, contaminanti estremamente insolubili ed eterogeneità la quale comporta che alcune sezioni della zona da trattare ricevono più soluzione rispetto ad altre.