

BONIFICHE DI SUOLI CONTAMINATI: PER EUROVIX UN SUCCESSO CRESCENTE

A cura del Servizio Tecnico Eurovix

L'esperienza pluriennale di **Eurovix** nella ricerca, sviluppo, produzione ed applicazione di bioattivatori per il disinquinamento di suoli, residui organici ed acque e per il recupero di rifiuti organici urbani, industriali e zootecnici, ha consentito di mettere a punto diverse tecniche efficaci di bioremediation. Tra le esperienze effettuate in questi anni ve ne sono di particolarmente interessanti perchè realizzate su tipologie di inquinanti che rappresentano problemi di grande attualità: degradazione di idrocarburi in terreni destinati ad attività agricole; operazioni di bioremediation su terreni inquinati da oli minerali; degradazione di benzo(a)pirene e fenoli su materiali legnosi avviati al recupero; biodegradazione di clororganici in terreni agricoli e industriali, biodegradazione di idrocarburi policiclici aromatici su particolati sospesi in ambito urbano.

Riportiamo qui di seguito due esperienze molto significative effettuate nel periodo 2007-2008: la prima riguarda un'applicazione su scala industriale relativa alla bonifica di un suolo contaminato da **idrocarburi C>12** e **IPA**, mentre la seconda, effettuata in collaborazione con l'**Istituto Superiore di Sanità**, riguarda un'importante sperimentazione svoltasi in un'area del Comune di Brescia contaminata da **PCB**.

I caso

Il caso è relativo ad uno studio svolto in Italia, nei pressi di La Spezia (Fig. 1), nel periodo febbraio 2006 - marzo 2008 nell'ambito di un grande intervento di bioremediation (bioaugmentation) tipo landfarming. Al fine di effettuare i trattamenti entro un ambiente confinato e controllato è stata installata una tensostruttura avente una superficie di circa 4.000 mq. Sono stati trattati complessivamente, nel periodo oggetto dello studio, circa 100.000 ton di terreno, in 18 cicli di trattamento successivi. Ad ogni ciclo venivano trattati 5.000 ton di terreno. Durata media del trattamento: 45 gg per ciclo.

Gli inoculi sono stati effettuati impiegando un attivatore biologico a base di microrganismi selezionati (batteri e funghi), enzimi (in particolare laccasi, manganese perossidasi, amilasi, lipasi, proteasi, cellulasi), nutrienti ed idonei supporti. Le applicazioni avvenivano per irrorazione all'inizio di ogni



ciclo di trattamento alle dosi di 200 grammi per ton. Il terreno veniva poi rivoltato per favorire una omogenea attivazione. A metà di ogni ciclo veniva eseguito un secondo rivoltamento per favorire l'ossigenazione del suolo.

Ad ogni ciclo di trattamento sono state effettuate le analisi chimiche del suolo (pre-trattamento e fine trattamento), finalizzate a valutare l'abbattimento degli inquinanti e ad attestare l'avvenuta bonifica del terreno. Ai fini di studio, durante uno dei cicli di trattamento si sono effettuate anche analisi microbiologiche ed eco-tossicologiche sugli stessi campioni di suolo. I campioni sono stati prelevati, in triplo, in differenti punti individuati nel sito. Entro le 24 ore successive al prelievo, è stato eseguito l'allestimento del campione composito, prelevando identici quantitativi da ciascuna replica dei campioni raccolti ed effettuando una accurata miscelazione ed omogeneizzazione. Le analisi sono state effettuate sul campione composito ottenuto.

Le *analisi chimiche* per la determinazione degli Idrocarburi totali e Idrocarburi Policiclici Aromatici totali sono state effettuate, rispettivamente, secondo i metodi ISO-DIS 16703 ed EPA 8270.

Per le *analisi microbiologiche* sono stati impiegati gli opportuni terreni colturali specifici e/o selettivi in



Fig. 1 - Primo piano cumuli - La Spezia

relazione ai gruppi microbici da rilevare. Le piastre seminate sono state incubate, per lo sviluppo dei diversi microrganismi in indagine: *Batteri Psicrofili totali*, *Batteri Mesofili totali*, *Pseudomonas spp.*, *Muffe*, *Lieviti*, *Attinomiceti*. I risultati ottenuti sono stati, quindi, espressi come Unità Formanti Colonia per grammo di sostanza secca (CFU g⁻¹_{ss}).

Sulla matrice suolo sono state effettuate anche *analisi ecotossicologiche* mediante l'utilizzo del test con Ostracodi e del test di Fitotossicità.

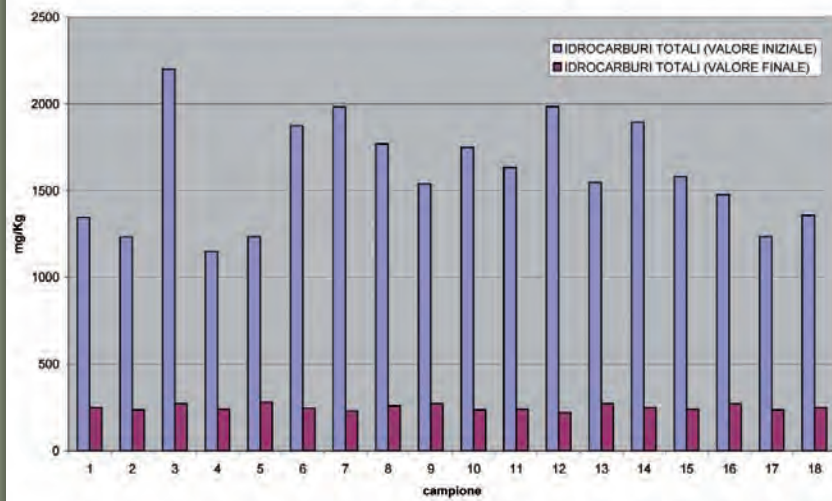
La Figura 2 illustra, per ognuno dei 18 cicli di trattamento, le concentrazioni degli idrocarburi C>12, espresse in mg kg⁻¹, prima del trattamento di bioremediation e le concentrazioni finali, raggiunte dopo 45 giorni di trattamento. La Figura 3 illustra, per ognuno dei 18 cicli di trattamento, le concentrazioni degli IPA totali, espresse in mg kg⁻¹, prima del trattamento di bioremediation e le concentrazioni finali, raggiunte dopo 45 giorni di trattamento.

Il trattamento ha mostrato una notevole efficienza in tutti i cicli di bonifica sia per gli idrocarburi C>12 che per gli IPA totali scendendo sempre, nell'arco dei 45 giorni di trattamento, ben al di sotto dei limiti previsti dalla legge per le aree industriali. A livello statistico l'abbattimento medio è stato pari all'**84%** per gli idrocarburi C>12 (Standard deviation 3%) e all'**85%** per gli IPA (Standard deviation 2%).

La concentrazione microbica riscontrata prima e dopo il trattamento biologico di bonifica, espressa come CFU g⁻¹ (UFC/g), ha fatto registrare, in linea generale, un aumento di uno-due ordini di grandezza dei livelli di concentrazione microbica nel suolo bonificato rispetto allo stesso analizzato prima delle operazioni di *bioremediation*.

I test tossicologici effettuati con ostracodi hanno mostrato come l'elevata tossicità iniziale, riscontrata prima del trattamento di *bioremediation*, ed espressa come percentuale di mortalità pari al 100%, si sia ridotta drasticamente con raggiungimento di livelli prossimi a tossicità zero a bonifica conclusa.

Fig. 2 - Concentrazioni idrocarburi C>12, espresse in mg kg⁻¹, prima e dopo il trattamento



Il test di fitotossicità su *Sinapis alba*, *Lepidium sativum* e *Sorghum saccharatum* ha mostrato un sensibile calo sia dell'inibizione alla germinazione che dell'inibizione alla crescita nel terreno bonificato rispetto al terreno pre-bonifica.

In conclusione dall'indagine condotta è emerso che la tecnica di bonifica attuata ha determinato il raggiungimento di ottimi risultati avendo ottenuto in tutti i 18 cicli di trattamento concentrazioni degli inquinanti indagati ampiamente al di sotto dei limiti fissati dalla legge ed in tempi rapidi. Inoltre lo studio a livello microbiologico, ha evidenziato un significativo aumento delle concentrazioni dei gruppi microbici peculiarmente degradatori, nonché della flora

Fig. 3 - Concentrazioni dei PAHs (IPA) totali, espresse in mg kg⁻¹, prima e dopo il trattamento

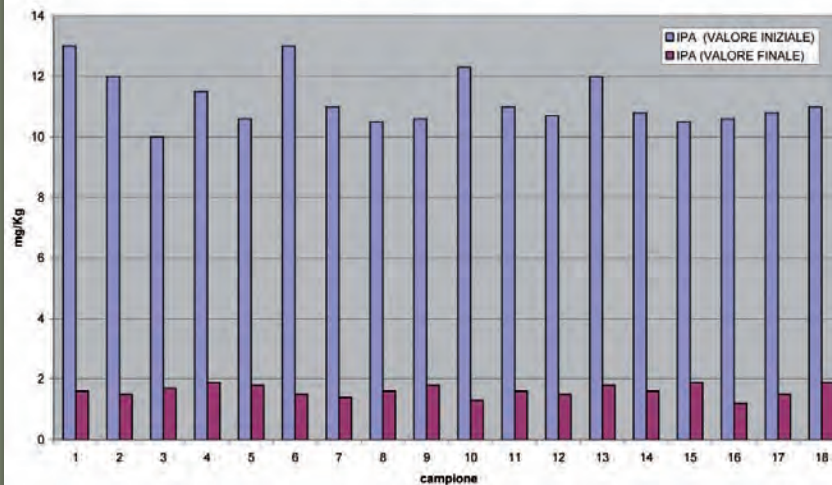




Fig. 4 - Area sperimentale Parco Calvesi - Brescia

mesofila e psicrofila totale di fondo, specchio, quindi, di un suolo non impoverito e biologicamente attivo. Il miglioramento qualitativo del suolo è testimoniato anche dai test eco-tossicologici che hanno mostrato una netta diminuzione della tossicità del suolo nei confronti degli organismi indicatori.

II Caso

Il secondo caso riguarda un'importante sperimentazione, effettuata in collaborazione con l'**Istituto Superiore di Sanità**, svoltasi in un'area del Comune di Brescia contaminata da **PCB**.

Il territorio comunale di Brescia è stato inserito nei siti da bonificare di interesse nazionale per l'elevata concentrazione di **PCB** riscontrata su numerosi ettari di terreno agricolo, parchi pubblici e giardini privati. La sperimentazione è stata effettuata presso l'area pubblica del parco "Calvesi" su una porzione di circa **800 mq** (Fig. 4).

Tale area è stata suddivisa in 3 sub-aree, due della grandezza di circa **400 mq ognuna**, sottoposte a trattamento e la terza di dimensioni minori, non sottoposta ad alcun trattamento e considerata area di controllo.

Sulla matrice suolo sono state effettuate dall'Istituto Superiore di Sanità, oltre alle analisi microbiologiche, anche *analisi ecotossicologiche* mediante l'utilizzo del test con Ostracodi e del test di Fitotossicità. Il saggio con gli Ostracodi ha previsto l'impiego di *Heterocypris incongruens*, organismo bentonico localizzato prevalentemente nell'*interfacies* tra acqua e sedimento e che, nutrendosi di particelle solide, risulta essere particolarmente sensibile alla

tossicità rilasciata dal substrato. Tale saggio consente (dopo incubazione al buio a $25\pm 2^\circ\text{C}$ per 6 giorni) di valutare percentualmente, rispetto ad una matrice di riferimento esente da contaminanti, due distinti effetti: la mortalità, dovuta alla tossicità acuta, e l'inibizione della crescita, dovuta alla tossicità cronica.

Il saggio di fitotossicità si basa sull'utilizzo di semi di diverse specie vegetali per valutare la potenziale tossicità di campioni liquidi (liquami) o solidi (suoli, sedimenti, fanghi) prendendo in considerazione la germinazione e l'allungamento radicale rispetto ad una matrice di riferimento. A tal fine sono stati utilizzati i semi di tre specie di piante a crescita rapida: *Sinapis alba*, *Lepidium*

sativum e *Sorghum saccharatum*. Il saggio è stato condotto in triplo utilizzando, per ciascuna specie vegetale, un numero di 10 semi posti in capsule di Petri e incubate al buio a $25\pm 2^\circ\text{C}$. Dopo 72 ore si è proceduto alla conta dei semi germinati rispetto alla matrice di riferimento per il calcolo della percentuale di germinazione come stima della tossicità acuta. È stata inoltre determinata la percentuale di inibizione dell'allungamento radicale, (tossicità cronica) misurando la lunghezza dell'apparato radicale.

La sperimentazione ha mostrato risultati apprezzabili nell'abbattimento degli inquinanti (PCB) e nel miglioramento qualitativo del suolo in termini di concentrazione microbica utile. I test eco tossicologici hanno mostrato che l'elevata tossicità iniziale del terreno è stata ridotta dal trattamento fino a valori prossimi a zero. I risultati dettagliati saranno oggetto di una prossima pubblicazione. L'**Istituto Superiore di Sanità** ha inviato al **Comune di Brescia** una relazione dettagliata in cui ha definito in termini positivi i risultati della sperimentazione suggerendo altresì che un già ipotizzato abbinamento con tecniche di fitoremediation potrebbe sortire un effetto sinergico migliorando ulteriormente le potenzialità del sistema.

Per ulteriori informazioni rivolgersi a:
EUROVIX S.r.l.

Servizio Tecnico

V.le Europa, 10

25046 Cazzago San Martino (BS)

Tel. 030.7750570 / 580 - Fax 030.725361

E-mail: micropan@eurovix.it

