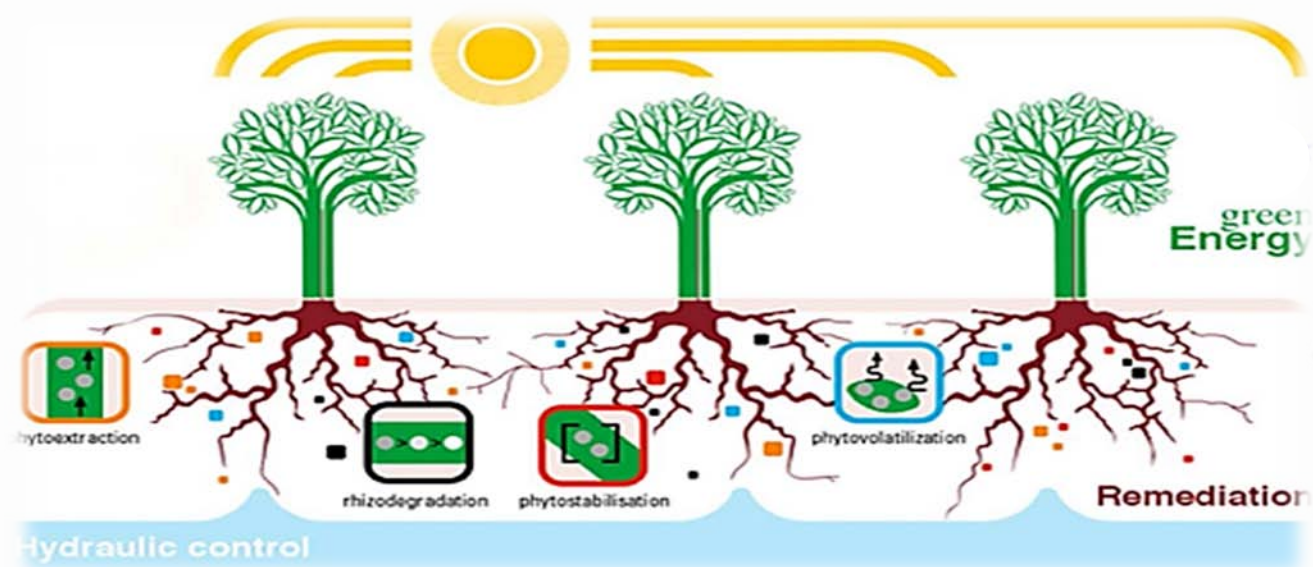


Le fitotecnologie per la bonifica di siti contaminati: esperienze applicative e criticità



Andrea Sconocchia -ARPA Umbria Dipartimento di Terni
Servizio Suolo Rifiuti e Bonifiche

Le fitotecnologie possono essere inquadrate tra i sistemi biologici di bonifica e sfruttano la capacità di alcune piante di interagire con contaminanti organici e inorganici presenti nel terreno, nei sedimenti e nelle acque.

Utilizzando le piante è inoltre possibile attuare sistemi di controllo idrologico per realizzare interventi di confinamento ("fito-capping")

La tecnologia e il layout applicativo

Contaminanti trattabili

Esplosivi (TNT, NG)
Erbicidi e pesticidi
Organoclorurati (TCE, PCB)
Inquinanti organici
Idrocarburi
Metalli pesanti
Radionuclidi

Energia solare



Processi Applicabili

Fitovolatilizzazione
Rizodegradazione
Fitostabilizzazione
Fitoestrazione
Controllo idrologico

Trasformazione
energetica del materiale

← 2 opzioni →

Realizzazione di un sistema
vegetale permanente o materia
prima

Energia da fonti
rinnovabili

TERRENO BONIFICATO E
RINATURALIZZATO

Crediti di carbonio/
risorse materiali

Fattori che possono favorire l'applicabilità delle fitotecnologie:

-**passività ambientali «ereditate»** [siti orfani, dove gli oneri della bonifica e della messa in sicurezza ricadono sulle pubbliche amministrazioni];

-**scarso interesse per l'area** [siti con una disproporzione tra costi di intervento e valore commerciale dell'area tale da non giustificare finanziariamente l'investimento];

-**presenza di contaminazione diffusa in aree molto vaste.**

-**disponibilità di acqua per irrigazione.**

Fattori che possono limitare l'applicabilità delle fitotecnologie

- **presenza di contaminazione a profondità non raggiungibili dalle radici** [Soluzione: escavazione del terreno e trattamento dello stesso on site in sistemi confinati; fattore limitante: mancanza di spazio per il trattamento on site]
- **livelli di contaminazione fitotossici per le piante** [soluzione: utilizzo di piante appositamente selezionate; utilizzo di piante geneticamente modificate (?)]
- **necessità di svincolare rapidamente l'area** [i tempi possono variare a seconda del tipo di contaminante bersaglio]
- **insufficiente preparazione di chi valuta la proposta progettuale.**

Come valutare l'applicabilità della tecnologia

Analisi preliminare del sito :

Contesto burocratico amministrativo:

- **soggetto competente** [pubblico direttamente o in sostituzione del soggetto responsabile, privato]
- **previsioni strategiche d'uso del sito** [area interessata da progetti di riqualificazione o intervento finalizzato solo ad ottenere la conformità]

Contesto ambientale generale:

- superfici disponibili e caratteristiche del substrato;
- caratteristiche delle matrici ambientali coinvolte;
- contesto climatico;
- tipologia di contaminanti presenti;

Valutazione di dettaglio:

- **tipologia, diffusione e concentrazione del contaminante**
- **individuazione della/e piante idonee al trattamento dei contaminanti presenti.** [nota: esiste un database on-line sulle piante per il fitorimedio accessibile dal sito di IBAF-CNR <http://www.ibaf.cnr.it/phyto/sito.pdf>]
- **definizione degli obiettivi della bonifica;**
- **esecuzione di test di laboratorio o realizzazione di un pilota;**
- **progettazione definitiva dell'intervento;**

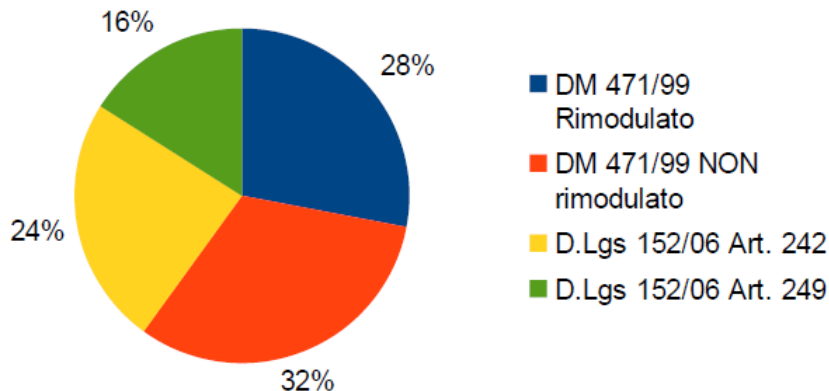
La bonifica con fitotecnologie dura troppo... ...sicuro?

L'analisi della documentazione agli atti ha consentito di fare il punto sui tempi e le procedure adottate per la bonifica dei siti inquinati da idrocarburi nei punti vendita carburante della Provincia di Terni*.

Aspetti analizzati:

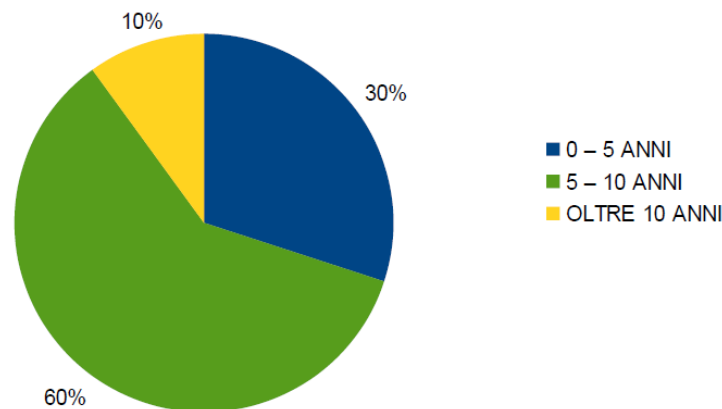
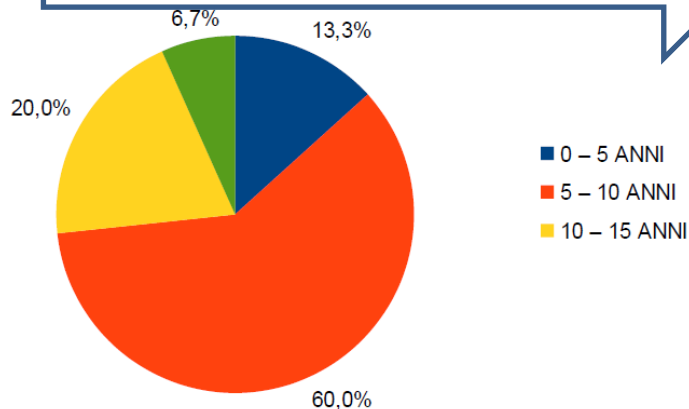
- tecnologie di bonifica utilizzate;
- matrici interessate dai procedimenti di bonifica;
- tempi dei procedimenti conclusi con certificazione;
- tempi dei procedimenti ad oggi in atto;
- decreto legislativo secondo cui è stata effettuata la notifica;
- ritardi dovuti alle Ditte Ambientali, alla Pubblica Amministrazione e al permanere di criticità con contaminazioni ancora elevate.

*Paglialunga Marilena tesi di laurea in Geologia Università di Perugia: *Bonifica dei punti vendita carburante nella Provincia di Terni (Umbria): la tecnica del fitorimediale come proposta alternativa*



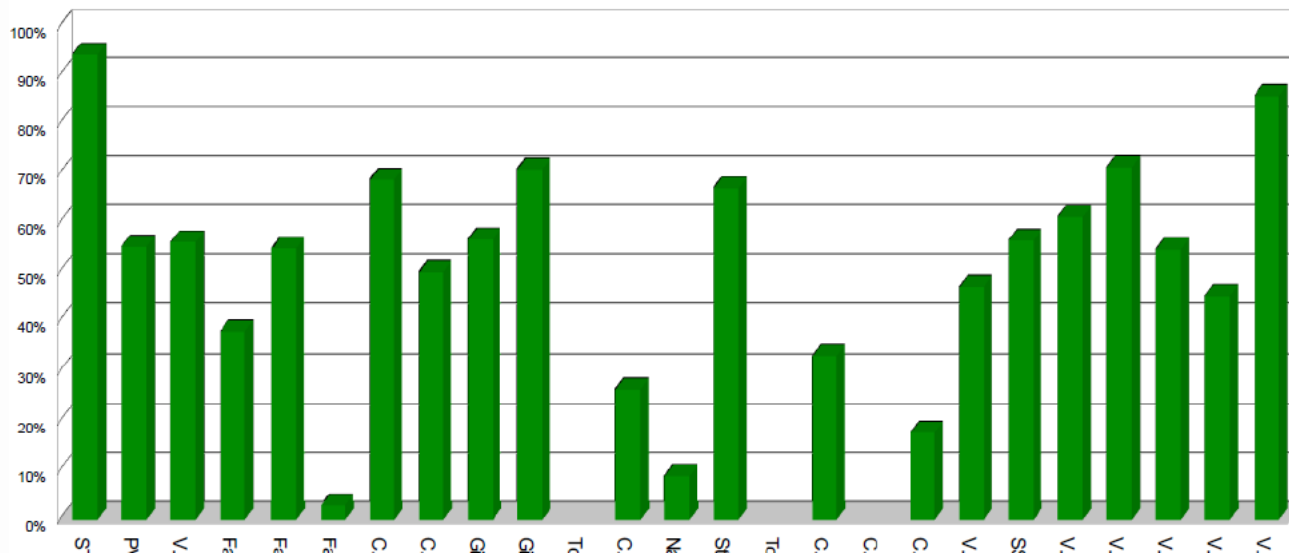
procedimenti di bonifica delle ASD nella provincia di Terni afferenti ai diversi iter procedurali

Tempi totali dei procedimenti conclusi con Certificazione di Avvenuta Bonifica.



Tempistiche dei procedimenti ad oggi ancora non conclusi

Entità % di ritardo riscontrato nei PV della Provincia di Terni [% sul tempo dichiarato]



Causa dei ritardi:

- ritardo nell'esecuzione delle indagini ambientali, nelle operazioni di MISE, nella presentazione di: Piani di Caratterizzazione, Progetti di Bonifica o Analisi di Rischio, richieste di proroga per installazione di sistemi di bonifica o di avvio degli stessi.
- ritardi nella convocazione e nello svolgimento delle CdS.

Gli attori pubblici delle Bonifiche in Umbria:

LA REGIONE - Ente competente:

- emana linee guida/ disposizioni normative
- gestisce i procedimenti/risorse finanziarie
- pianifica e predispone l'anagrafe

LE PROVINCE :

- Predispongono le istruttorie
- gestiscono i controlli

L'ARPA UMBRIA:

- Fornisce supporto tecnico - scientifico agli Enti
- Svolge le attività di prelievo campioni, analisi e validazione

REMIDA:

Studia sperimenta ed applica metodologie di intervento sostenibili prevalentemente basate sull'impiego delle fitotecnologie





REMIDA (**R**emediation, **E**nergy production, soil & carbon **M**anagement) nasce da una partnership scientifica tra, **I**BAF-CNR (Istituto di Biologia Agro-ambientale e Forestale), **D**IBAF UniTus (Dipartimento per la Innovazione nei sistemi Biologici, Agroali-mentari e Forestali - Università degli Studi della Tuscia) e **A**RPA Umbria.

Le soluzioni di intervento studiate e proposte all'interno di REMIDA si basano sull'implementazione di tecniche di bonifica/risanamento basate sull'impiego delle fitotecnologie e caratterizzate da:

- ottimizzazione delle potenzialità dei sistemi vegetali;
- costi e impatti contenuti;
- obiettivi secondari di interesse per il territorio.

Obiettivi secondari a compensazione economica dei costi di intervento.

- creazione di una filiera di materia prima
(es. materiale vegetale per edilizia, imballaggi, bioplastiche ecc...)
- creazione di una filiera di energia rinnovabile
(biodigestione delle potature, cippato, pellet ecc...)
- realizzazione di serbatoi di accumulo di CO₂
(crediti di carbonio da immettere sul mercato volontario)



Obiettivi secondari di compensazione, riparazione, ripristino.

- rivegetazione di zone ripariali, scarpate, aree non coltivabili,
(contrasto al rischio di erosione, esondazione, contenimento, ecc...)
- creazione di zone cuscinetto con aree verdi,
(buffer strips, barriere vegetali per la riduzione di rumore e polverosità, ecc...)
- riconnessione paesaggistica ed eco-sistemica.
(aree di ripopolamento, riattivazioni servizi ecologici danneggiati ecc...)

RIZORIMEDIO

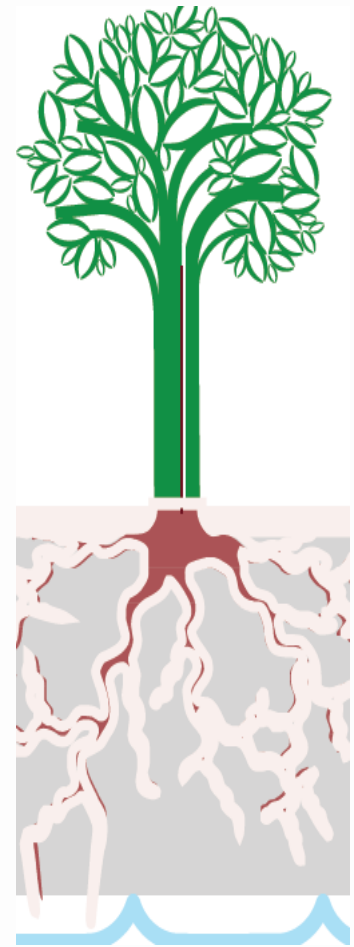
COS'È

una tecnologia utilizzata per ridurre la concentrazione di contaminanti nel suolo attraverso l'azione di speciali microrganismi la cui proliferazione nella rizosfera è stimolata dalla pianta.

Mediante gli essudati nel suolo, si costituiscono nella rizosfera micro-aree con disponibilità di risorse nutritive che attraggono e consentono a diversi micro-organismi (batteri, protozoi, alghe, attinomiceti, e microfunghi) di proliferare e degradare/immobilizzare i contaminati.

DOVE SI APPLICA

Il rizorimedio si può applicare "in situ" oppure "on site" a terreni di media e grande estensione contaminati con metalli e sostanze organiche come idrocarburi policiclici aromatici (PAHs) e idrocarburi alifatici (AHs), isomeri del gamma esaclorocicloesano (lindano), policlorobifenili (PCBs), etc.. Le applicazioni del rizorimedio sono rigorosamente limitate ai casi in cui è possibile effettuare una sperimentazione "in situ".



ESEMPI DI APPLICAZIONE

Sito di Taranto*

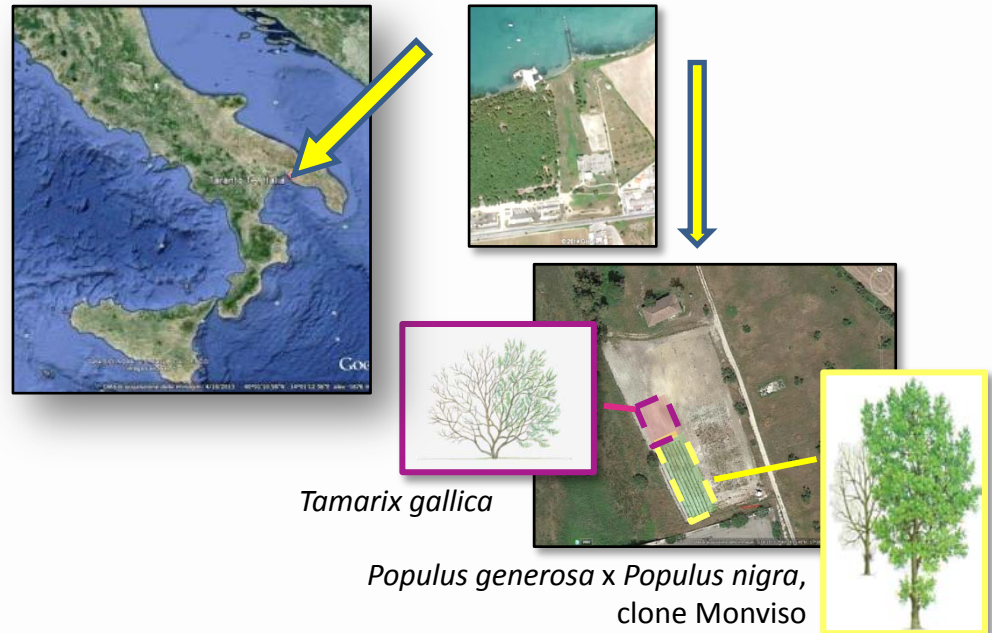
Ex-discardica incontrollata (5000 m²) con hot spot di metalli e PCB.

Aprile 2013: realizzata una parcella di coltivazione di area totale pari a 785m²: 608 talee di pioppo. Una seconda parcella di 370 m² è stata piantumata con 80 piantine di tamerice.

Aprile 2014, 1 anno dall'impianto: buona sopravvivenza dei pioppi, crescita molto veloce; scarsissima la sopravvivenza delle tamerici, (molto probabilmente per motivi legati al ritardo in fase di impianto).

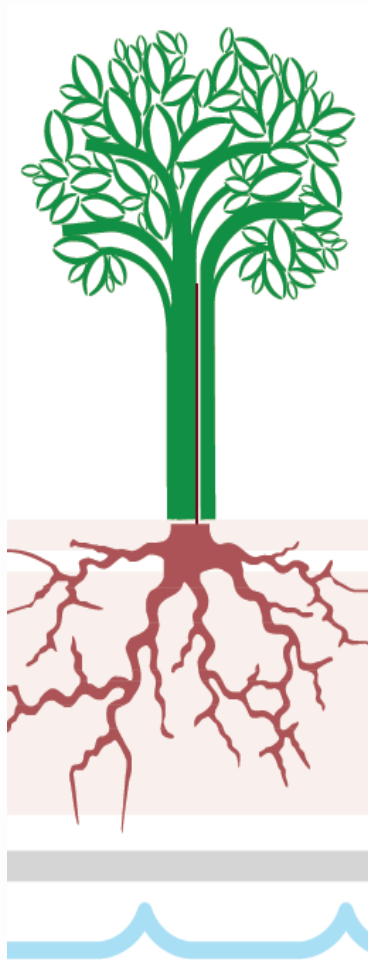
Dalle analisi del suolo eseguite ad un anno dall'impianto, le concentrazioni di PCB e metalli pesanti risultano essere significativamente più basse rispetto a quelle misurate in fase di caratterizzazione; si attendono i prossimi campionamenti per trarre le prime conclusioni.

Parameter	Italian legal limit (D.Lgs 152/2006) (mg/Kg)	Soil content (mg/Kg)
Berillium (Be)	2	0,9-4,7
Vanadium (V)	90	55,6-336,1
Chromium (Cr)	150	34,4-283,7
Nickel (Ni)	120	25,9-156,2
Zinc (Zn)	150	0-556,1
Arsenic (As)	20	8,1-36,3
Selenium (Se)	3	0,9-13,1
Cadmium (Cd)	2	0,1-11,5
Tin (Sn)	1	1,5-167,4
Lead (Pb)	100	10,5-794,5
Total PCBs	0,06	0,045-0,308



*Laura Passatore, 2015. PhD thesis: «Bio- and phyto-remediation of an historically PCB-contaminated soil»

PHYTOCAPPING



COS'È

un sistema di capping basato sull'impiego di terreno e vegetazione in alternativa ai sistemi tradizionali. Offre una stabilità nel tempo, protezione dall'erosione, aumento della biodiversità, miglioramento del paesaggio, carbon sequestration. Il phytocapping controlla la percolazione sfruttando tre meccanismi principali: l'intercettazione della pioggia ad opera delle chiome delle piante, l'immagazzinamento di umidità nel suolo e l'evapotraspirazione.

DOVE SI APPLICA

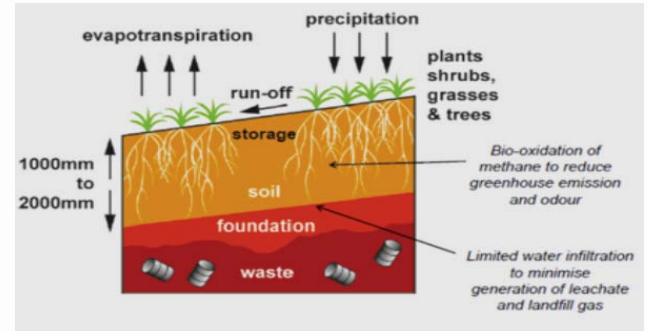
per mettere efficacemente in sicurezza i siti dove sono presenti vecchie discariche non controllate (ante DPR n.915/82) dove non risulta sostenibile la rimozione o la messa in sicurezza permanente tradizionale.

ESEMPI DI APPLICAZIONE

Il SIN Terni Papigno.

Il progetto di Phytocapping prevede di sostituire il telo in HDPE con un phytocapping costituito da una short rotation di pioppo. Gli obiettivi di questo intervento sono isolare i rifiuti profondi dalla percolazione delle acque meteoriche e a creare un sub-strato organico con elevate capacità di trattenere l'umidità.

Il progetto prevede di ottimizzare la gestione della short rotation per produrre biomassa da impiegare in una caldaia a servizio degli spogliatoi degli impianti sportivi presenti nel sito.



Il sito di "Pozzo Secco"

Il sito è una ex discarica di rifiuti solidi urbani utilizzata negli anni 70 e 80. Gli interventi di phytocapping previsti sul sito sono finalizzati a:

- impedire l'utilizzo agricolo della ex discarica
- attuare un sistema di messa in sicurezza della discarica riducendo la percolazione delle acque meteoriche
- riqualificare l'area creando una connessione paesaggistica con l'ambiente circostante
- offrire un'alternativa produttiva al sito che consenta una redditività senza creare rischi per la catena alimentare



Veduta aerea del sito di intervento "Pozzo Secco" all'interno del perimetro in rosso l'area di realizzazione del phytocapping.



Veduta aerea del sito "ex discarica di Papigno" nella zona centrale con campitura verde l'area di realizzazione del phytocapping.

PHYTOSCREENING

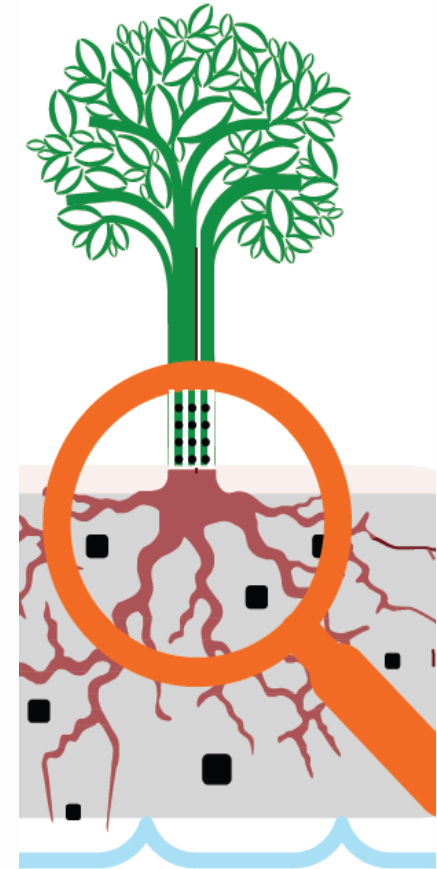
COS'È

la ricerca di contaminanti presenti in modo diffuso e ignoto via linfatica e/o cellulare sulle matrici suolo, acqua, aria.

La tecnologia si basa sulla capacità delle piante di trasferire i contaminanti assorbiti dall'apparato radicale alla parte aerea, per via linfatica e/o cellulare.

DOVE SI APPLICA

Vecchie discariche ricolonizzate da vegetazione arborea, aree rurali con presenza di contaminazione in falde o in corpi idrici superficiali; in aree urbane e peri-urbane alla ricerca di plume contaminati nel suolo o in falda.



ESEMPI DI APPLICAZIONE

Verifica di contaminazione da idrocarburi, metalli pesanti e PCB, di tipo hot-spots, in un ex-discarica industriale.

L'indagine è stata condotta nell'ex-discarica industriale di carburo di calcio, situata a Papigno in provincia di Terni.

Obiettivo dell'indagine era di verificare l'estensione nel suolo superficiale delle contaminazioni

riscontrate nei punti di carotaggio, per confermare il modello concettuale a hot-spots

della contaminazione e quindi indirizzare il progetto di bonifica

Caratterizzazione di acquiferi contaminati da tricloroetilene (TCE) e tetracloroetilene (PCE)

L'indagine è stata realizzata nell'ambito del Programma di Monitoraggio chimico in discreto delle acque sotterranee dell'ARPA Umbria, previsto con il D.Lgs. 30/2009, in cui sono stati condotti dei campionamenti delle acque di falda all'interno dei territori dei Comuni di Terni, Narni (TR) e Città di Castello (PG). L'applicazione del phytoscreening si è sviluppata in particolare all'interno di due aree della Conca Ternana (località Maratta e Sabbioni) e in una delle zone industriali presenti nel territorio del Comune di Città di Castello.

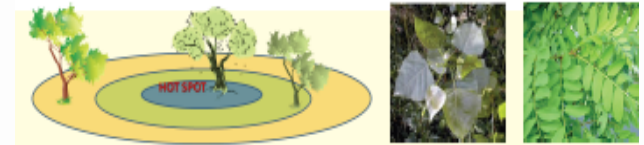


Figura 1: l'indagine è stata condotta campionando rametti e foglie di 3 piante a distanza crescente dagli hotspots.

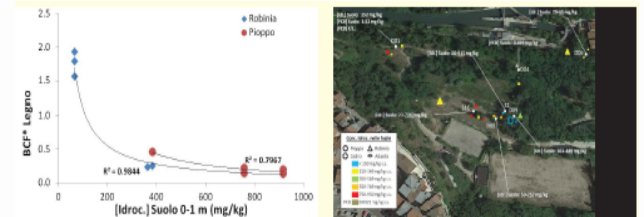


Figura 2: Relazione tra il fattore di bioaccumulo (rapporto fra concentrazione nella pianta e quella del suolo - BCF*) in pioppo e in robinia e la concentrazione idrocarburica al suolo a profondità 0-1 metro.

Figura 3- Mappatura della concentrazione idrocarburica fogliare, nelle specie arboree presenti nella ex-discarica di Papigno (TR)

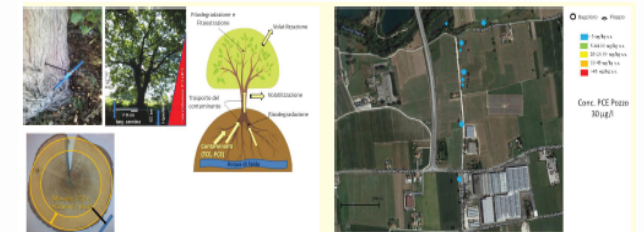


Figura 4: per ogni pianta campionata sono state prelevate 4 carotine legnose (punti di prelievo con diversi azimut), immediatamente inserite in vials da 4 ml sono state trasferite al laboratorio di analisi di ARPA-Umbria (metodi US-EPA 5021a; US-EPA 8260c) in condizioni di costante refrigerazione.

Figura 5: concentrazioni riscontrate nelle carotine di due diverse specie arboree in un'area a bassa concentrazione di PCE in falda.

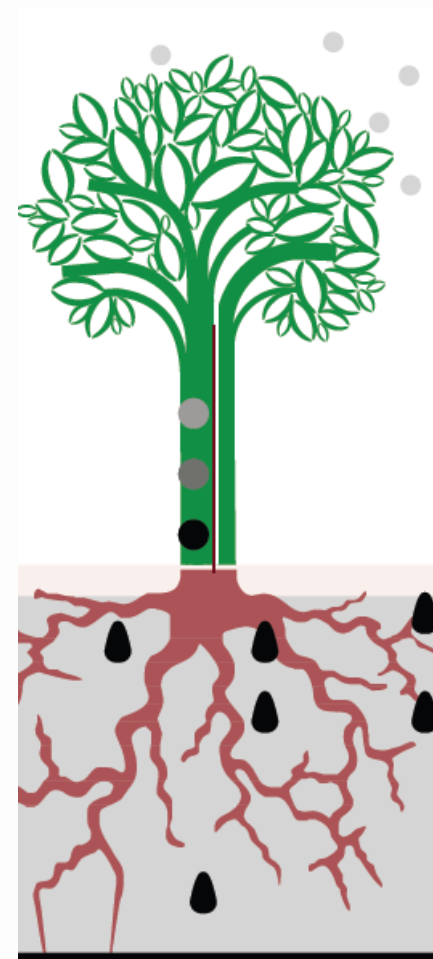
FITODISIDRATAZIONE

COS'È

un processo di progressiva disidratazione di substrati ad opera dei processi traspirativi delle piante che può ulteriormente agire sugli eventuali contaminanti presenti, riducendo la pericolosità ambientale delle matrici trattate. La tecnologia si basa sulla capacità delle piante di estrarre acqua dal substrato di crescita grazie al gradiente di potenziale che si viene a determinare nel continuum suolo-pianta-atmosfera

DOVE SI APPLICA

dove l'alto contenuto di acqua di un materiale e le volumetrie in gioco rendono economicamente impraticabile e inefficiente la movimentazione dello stesso tal quale ed il pre-trattamento in situ. Il processo risulta anche idoneo a "bonificare in senso idraulico" aree costituite da materiali fangosi (naturali o antropici) e modificarne le caratteristiche al fine di attivare processi di rinaturalizzazione.



ESEMPI DI APPLICAZIONE

Il sito di intervento è un bacino artificiale (2.2 ettari di superficie per 4 metri di sedimento) posto originariamente a servizio di un impianto per la produzione di biogas da reflui zootecnici, di proprietà del Comune di Marsciano.

Obiettivo principale dell'intervento è la riduzione del volume dei fanghi e una trasformazione degli stessi per agevolare le successive operazioni e/o il riutilizzo.

L'approccio scelto è quello di una progressiva disidratazione del sedimento contenuto nel bacino, che sarà ottenuta per mezzo dell'azione traspirante di specie vegetali (erbacee perenni e arboree) poste a dimora sulla sua superficie (fito-disidratazione).



Figura 1. a) il sito di Olmeto visto dall'alto; le linee gialle individuano il bacino (a sinistra, attualmente quasi interamente coperto da teli impermeabili) e l'impianto per la produzione di biogas (a destra). b) vista del bacino, con un'area priva di copertura in primo piano

		Profondità di campionamento				
		0,0-0,4 m	0,4-1,0 m	1,0-2,0 m	2,0-3,0 m	3,0-4,0 m
Contenuto idrico	%	81.1±0.8	79.3±0.4	79.4±0.4	75.4±0.3	80.0±0.5
Solidi volatili	%	53.6±0.9	51.6±0.7	51.4±0.6	50.0±0.7	49.5±0.5
pH		8.44±0.0	8.37±0.0	8.44±0.0	8.38±0.0	8.39±0.0
EC	µS m ⁻¹	2.54±0.3	2.66±0.2	2.62±0.3	2.56±0.2	2.37±0.1
TOC	%	24.2±0.6	25.3±0.1	24.9±0.2	25.7±0.2	25.7±0.1
TKN	%	4.8±0.1	4.8±0.1	4.9±0.2	4.9±0.2	5.1±0.1
C/N		5.0±0.2	5.3±0.2	5.1±0.3	5.3±0.3	5.0±0.1
NH4 ⁺ -N	%	2.7±0.1	3.0±0.1	3.0±0.1	3.0±0.2	2.7±0.2
N Organico	%	2.1±0.0	1.8±0.1	1.9±0.1	1.9±0.1	2.4±0.2
Cu Totale	mg kg ⁻¹	1154±284	1140±268	1376±255	1897±228	1206±161
Zn Totale	mg kg ⁻¹	4024±492	4011±467	4430±459	3961±335	3470±212
K Totale	mg kg ⁻¹	5639±714	4942±487	4933±461	4975±426	4804±356
P Totale	%	6.6±0.5	6.1±0.3	6.2±0.5	5.3±0.5	6.0±0.3



Figura 2. L'area di sperimentazione pre-pilota (Olmeto)



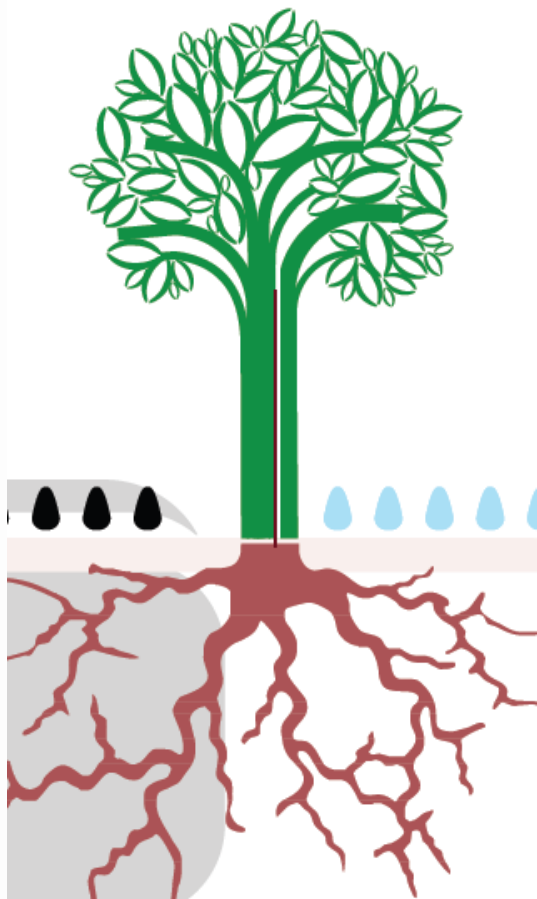
Figura 4. Contenitori riempiti con i fanghi della laguna con impianto di Tamarix gallica (talea nelle prime fasi di sviluppo, Fig. 4a) e Phragmites Australis (Fig. 4b)



PHYTOBARRIERS

COS'È

quelle soluzioni in cui le piante sono utilizzate per bloccare contaminanti lisciviati o in sospensione nelle acque di scorrimento superficiale o sub-superficiale. La le fronde e le radici determinano rispettivamente una precipitazione delle particelle solide e una riduzione del carico di lisciviati, che sono adsorbiti/flocculati/aggregati ed eventualmente traslocati nei diversi organi e tessuti delle piante.



DOVE SI APPLICA

Nel trattamento delle acque di prima pioggia laminate da piazzali e strade; nei compluvi naturali o artificiali in prossimità di depositi superficiali di materiali contaminati; per confinare i depositi di sedimenti o di altro materiale sciolto, anche in-situ; per intercettare flussi di acqua di falde poco profonde contaminate, a protezione di aree in cui si svolgono attività di movimentazione di materiali sciolti e/o di fluidi pericolosi per l'ambiente.

ESEMPI DI APPLICAZIONE

Un esempio di applicazione è quello del trattamento delle acque di scorrimento superficiale provenienti da un'area dove sono depositati materiali sciolti di varia origine.

L'area è interessata dall'accumulo su platea in calcestruzzo di rifiuti di varia per un'area complessiva di 11780mq.

Obiettivo dell'intervento è di contenere lo stato di inquinamento dell'area prima e durante le operazioni di smaltimento dei rifiuti e ripristino dei luoghi presenti sulla platea, attraverso l'intercettazione e il trattamento delle acque di scorrimento superficiale utilizzando l'approccio fitotecnologico *in-situ*.

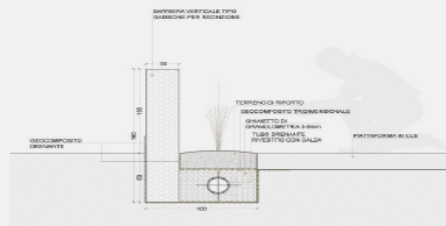
L'area di intervento è stata suddivisa in tre diverse unità funzionali:

- A1 - collocata a sud a ridosso del canale di raccolta principale
- A2 - la piattaforma in calcestruzzo
- A3 - la depressione naturale collocata a nord, a ridosso dell'accesso dalla strada provinciale

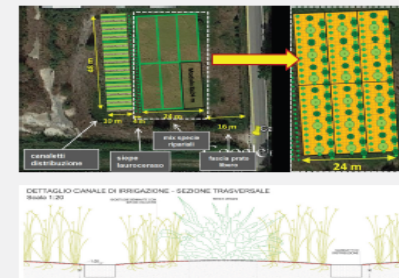
Area di intervento A1 – Rinforzo degli argini
La fascia a sud a ridosso del canale di raccolta principale, sarà interessata da interventi di rinverdimento con specie autoctone, al fine di rinforzare gli argini, contribuire allo smaltimento delle acque meteoriche e costituire un'ulteriore barriera al trasporto di materiale contaminato in falda.



Area di intervento A2 – Perimetrazione della piattaforma in CLS
L'intercettazione e la filtrazione dei liscivi trasportati dallo scorrimento delle acque superficiali derivanti da eventi meteorici, sono realizzate con un sistema di drenaggio lineare lungo tutto il perimetro della piattaforma costituito da una fitobarriera (drenante/filtrante). Le acque in uscita dal sistema saranno convogliate ad alimentare il sistema di fitotrattamento, collocato nell'area naturale depressa collocata a nord a ridosso della strada provinciale.



Area di intervento A3 – Depressione naturale adibita a fitotrattamento del refluo.
Una volta convogliate nel sedimentatore, le acque provenienti dalla piattaforma andranno in un canale d'irrigazione a sezione aperta collocato parallelamente al lato sud del bacino depresso, andando ad alimentare il sistema di fitotrattamento del refluo.



Caratteristiche che accomunano i siti individuati

- Aree prevalentemente periferiche o periurbane non interessate da attività di sviluppo nel breve periodo
- Problemi ambientali e di contaminazione legati principalmente a smaltimento di RSU o di rifiuti industriali di varia origine
- Contaminazione legata alla presenza di idrocarburi e metalli con moderati livelli di concentrazione
- Responsabilità degli interventi prevalentemente pubblica
- Necessità di impedire l'utilizzo agricolo delle aree



Le occasioni di aggiornamento e confronto

**Workshop biennale:
Bonifica, recupero ambientale e
sviluppo del territorio: esperienze
a confronto sul fitorimedia.**



2011

**ATTI: Anno di pubblicazione: 2012 -
Supplemento alla rivista Micron (n.22
ott 2012)**



2013

**ATTI: Anno di pubblicazione: 2014 -
Supplemento alla rivista Micron (n.29
ago 2014)**

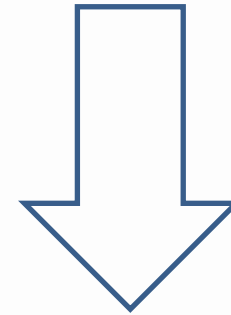


2015

LAVORI IN CORSO!



Rete Nazionale sulla gestione e la
Bonifica dei Siti Contaminati



2015

**Attività del gruppo di
lavoro per lo studio, la
condivisione e
l'approfondimento delle
fitotecnologie**

Come dare voce alle tecnologie innovative e sostenibili?

Il sistema europeo di verifica delle tecnologie ambientali EU ETV [Environmental Technologies Verification] è uno schema di validazione delle prestazioni ambientali di tecnologie innovative.

Consiste in una verifica delle caratteristiche di una tecnologia tramite test di qualità e garanzie stringenti, effettuati da soggetto terzo.

Sono incluse, per il momento, 3 aree tecnologiche:

- **Monitoraggio e trattamento acque**
- **Materiali, rifiuti e risorse**
- **Tecnologie energetiche**

Saranno incluse, in seguito, anche le aree tecnologiche:

- **Monitoraggio e bonifica del suolo e acque sotterranee**
- **Processi di produzione "clean"**
- **Tecnologie ambientali nel settore agricolo**
- **Monitoraggio e abbattimento dell'inquinamento atmosferico**

Benefici e vantaggi del ETV

- Fornisce agli acquirenti pubblici e privati di tecnologie ambientali innovative **informazioni scientificamente valide e basate su evidenze oggettive** per supportarli nelle decisioni e nelle scelte di acquisto
- Fornisce a livello europeo supporto tecnico-scientifica alle scelte in tema di **acquisti verdi GPP**.
- Consente la verifica di **caratteristiche innovative** della tecnologia che soddisfano **specifiche richieste degli utenti finali**
- Riguarda valutazioni prestazionali e ambientali, **coniugando valore ambientale e valore economico** da offrire all'utilizzatore finale della tecnologia
- Utilizzo di una **metodologia di riferimento standardizzata e armonizzata** [E' in fase di preparazione la norma ISO 14034 su ETV, che armonizzerà i sistemi ETV esistenti a livello internazionale]

In conclusione

- Le fitotecnologie rappresentano una alternativa quando il fattore tempo non risulta determinante nella scelta delle tecnologie di bonifica
- La tecnologia proposta risulta socialmente molto accettata e si basa sull'impiego di tecnologie semplici economiche e diffuse sul territorio
- Le fitotecnologie possono integrarsi alle tecnologie convenzionali per migliorare la qualità degli interventi e ridurre i costi.



Grazie per l'attenzione



Andrea Sconocchia
Arpa Umbria, Dipartimento Provinciale di Terni, Servizio Suolo
Rifiuti Bonifiche.

a.sconocchia@arpa.umbria.it



www.arpa.umbria.it/remida
remida@arpa.umbria.it