

# La Fitorimediazione integrata nelle attività di bonifica *in situ*



Water & Soil Remediation Srl  
v. Donatori di Sangue, 13  
Levata di Curtatone (MN) - Italy



Direttore Scientifico  
Dott. Stefano Danini

Team Ricerca & Sviluppo  
Dott. Antonio Scalari  
Dott.ssa. Sara Gallego

# SIN “ Laghi di Mantova e Polo Chimico ”



## CARATTERISTICHE E TIPOLOGIA D'INQUINAMENTO

- Aree lacustri/fluviali : metalli pesanti (Hg)

- Aree industriali: idrocarburi, BTEX, cloroformio, dicloroetano

- Sedimenti: metalli pesanti, solventi organici aromatici, idrocarburi leggeri e pesanti, IPA, PCB

- Falda: metalli, idrocarburi, solventi aromatici, IPA

( Scheda SIN Mantova, [www.reti.regione.lombardia.it](http://www.reti.regione.lombardia.it) )

# Metodi di bonifiche

		FT	SW	SVE	BV	AS	ISCO	DT	S/S	BP/L	P&T	BSL	PRB
Suolo		x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Falda		x				x	x				x	x	x
In situ		x		x	x	x	x	x	x	x			x
Ex situ	On site	x	x					x	x	x	x	x	
	Off site	x	x					x	x				
Distruzione degli inquinanti	Chimica						x						
	Biologica	x			x	x				x			x
Trasferimento degli inquinanti ad altra matrice ambientale			x	x		x		x			x	x	
Immobilizzazione dei contaminanti									x				

FT = Fitorimediazione

SW = Soil Washing

SVE = Soil Vapor Extraction

BV = Bioventing

AS = Air Sparging

ISCO = In Situ Chemical Oxidation

DT = Desorbimento Termico

S/S = Solidificazione/Stabilizzazione

BP/L = Biopile/Land Farming

P&T = Pump & Treat

BSL = Bioslurping

PRB = Barriere Reattive Permeabili

# Le bonifiche *in situ*

SUOLO

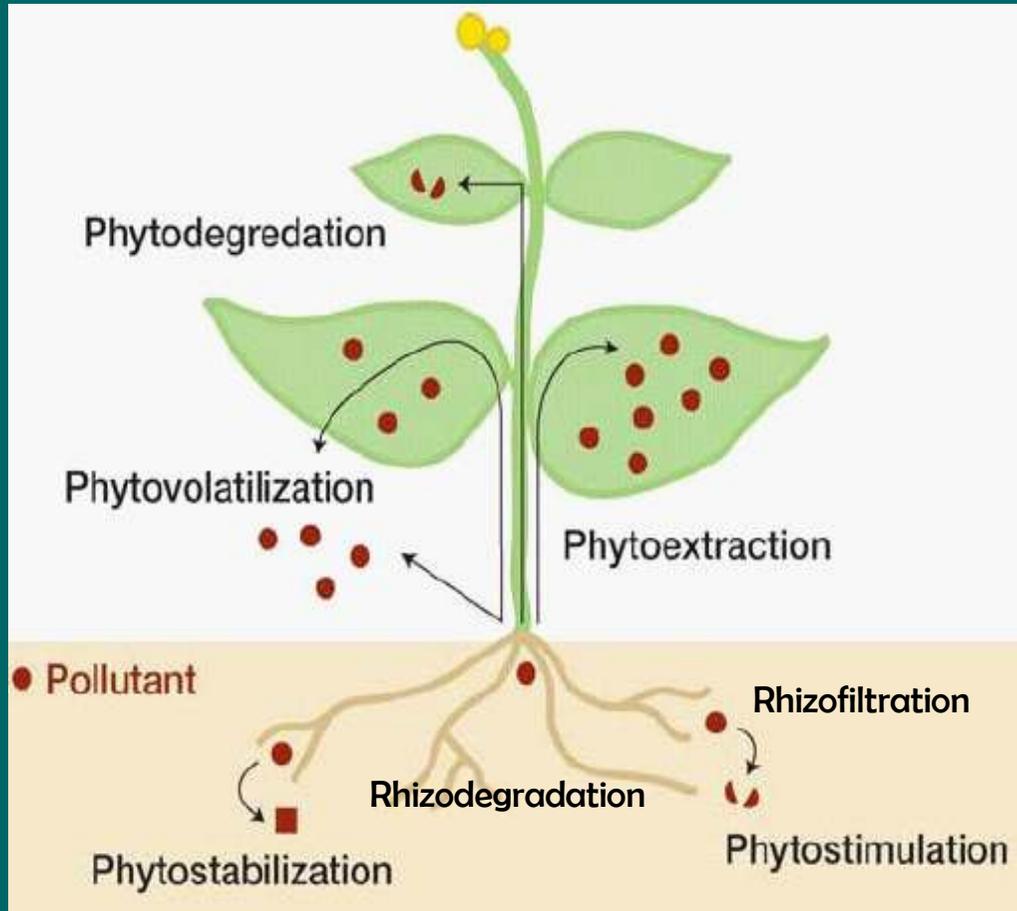
Fitorimediazione (FT)  
Soil Vapor Extraction (SVE)  
Bioventing (BV)  
Air sparging (AS)

FALDA

Fitorimediazione (FT)  
Air Sparging (AS)  
Pump & Treat (P&T)  
Bioslurping (BSL)



# La Fitorimediazione



## CARATTERISTICHE E TIPOLOGIA D'INQUINAMENTO

- metalli pesanti
- idrocarburi
- fitofarmaci
- pesticidi
- solventi clorurati

## TIPO DI PIANTE

- erbacee
- legnose

# Soil Vapor Extraction (SVE)

Questa tecnica prevede l'installazione di pozzi di estrazione, per la decontaminazione di zone vadose inquinate.

I pozzetti vengono mantenuti in depressione, mediante l'aspirazione dei gas.

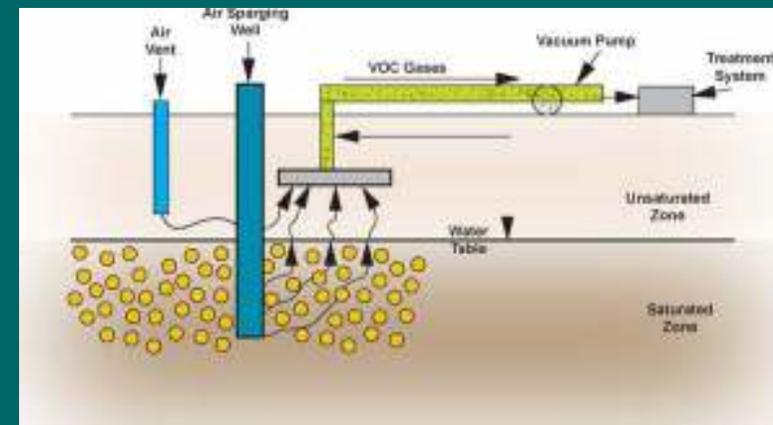
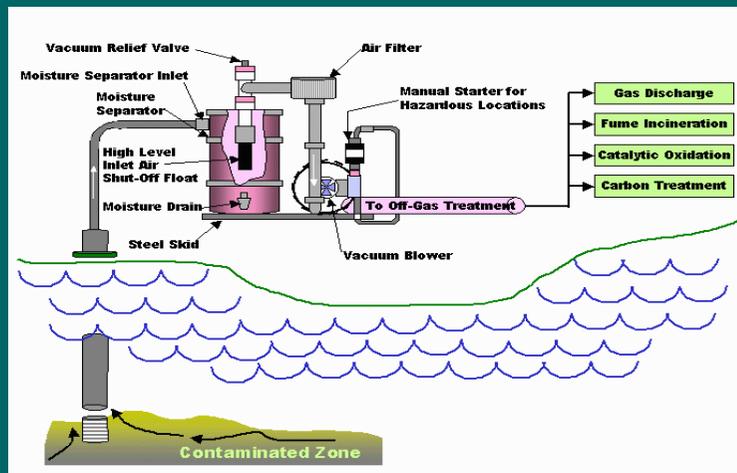


Come avviene il risanamento?



Estrazione fisica degli inquinanti

Ossigenazione del terreno



# BioVenting (BV)

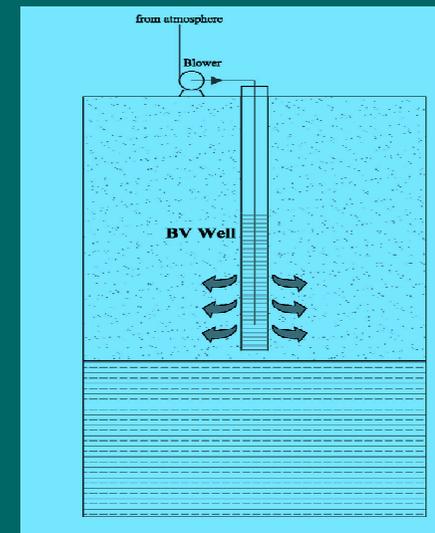
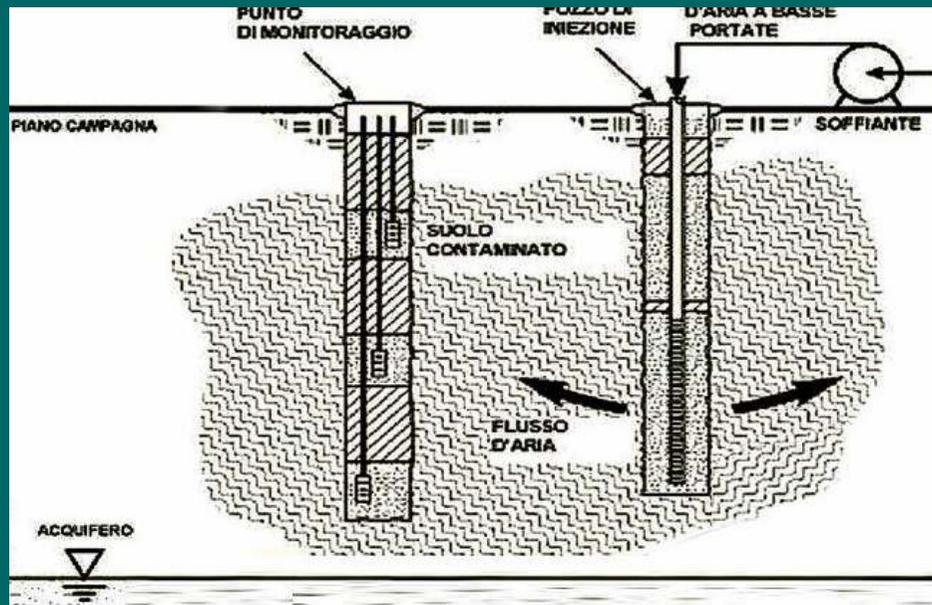
Il BioVenting prevede l'insufflazione di ossigeno nel sottosuolo, favorendo quindi l'azione di degradazione batterica.

Applicabilità del  
BioVenting



Elevata biodegradabilità dei contaminanti

Terreni mediamente/poco coesivi



# BioSlurping (BSL)

La tecnologia permette il recupero di prodotto in galleggiamento (idrocarburi) sulla superficie freatica, mediante l'azione esercitata da una pompa aspirante di superficie.

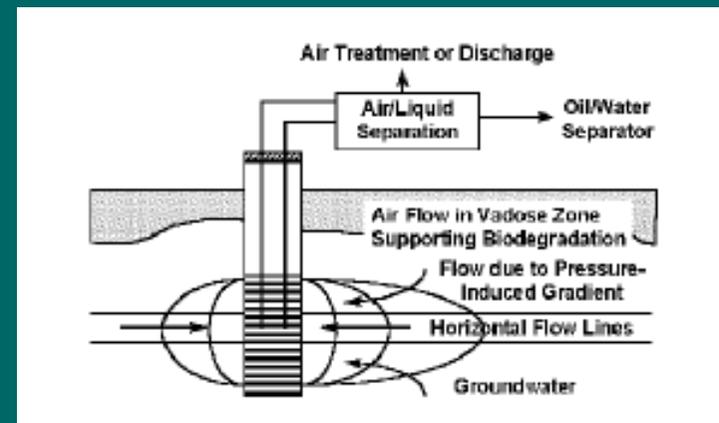
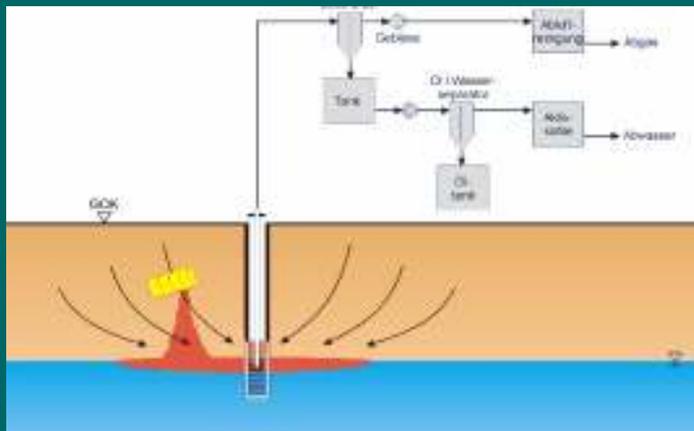
Vantaggi del sistema  
BioSlurping



Elevato rendimento depurativo

Possibilità di recupero del prodotto estratto

Estrazione contestuale dei gas interstiziali



*Le tecnologia risulta particolarmente conveniente in presenza di basse permeabilità dell'acquifero.*

# AirSparging (AS)

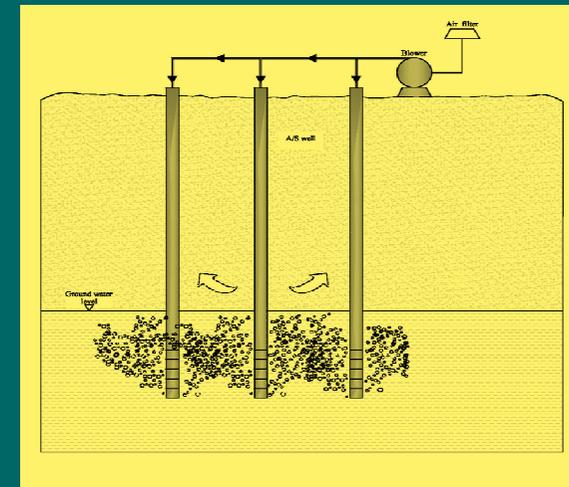
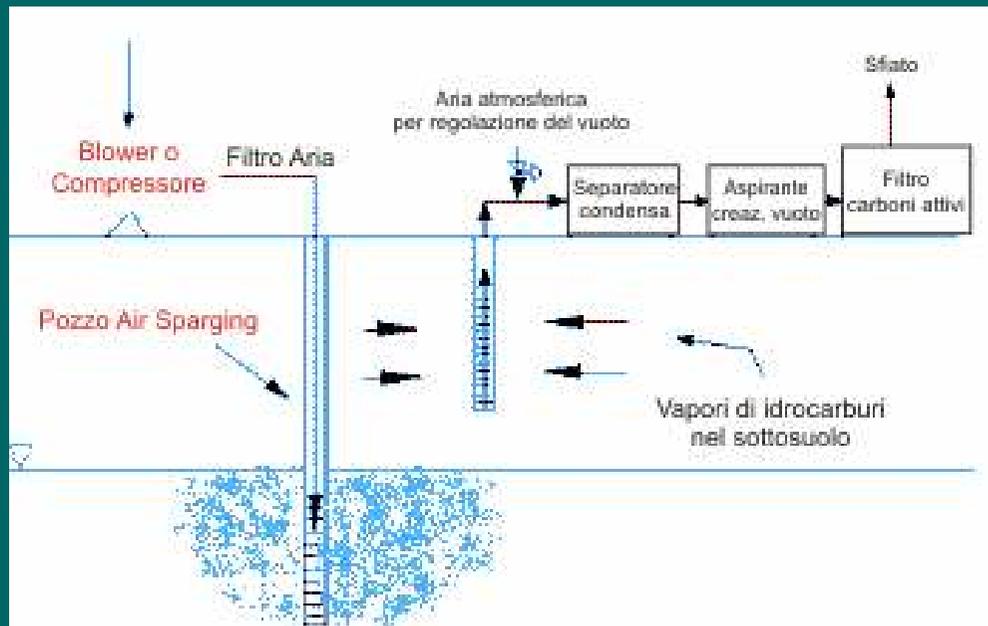
La tecnologia prevede l'insufflazione di aria all'interno della falda contaminata, in corrispondenza di pozzi opportunamente attrezzati.

Efficacia del sistema Air Sparging



Strippaggio dei composti volatili

Sostegno delle reazioni biodegradative



*L'estrazione dei gas insufflati avviene solitamente mediante l'azione congiunta di un sistema di SVE.*

# Pump & Treat (PT)

Con il sistema Pump & Treat si procede all'estrazione dell'acqua di falda contaminata ed al suo successivo trattamento.

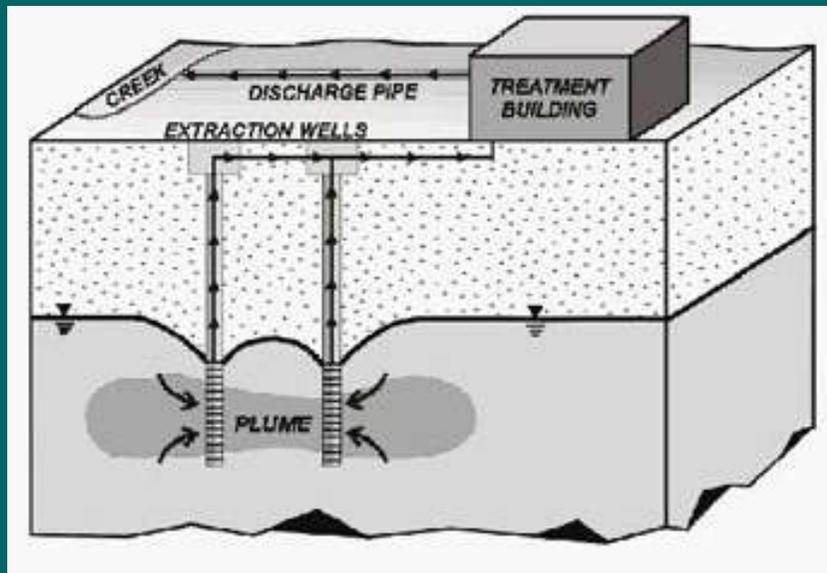
Vantaggi tecnologia Pump & Treat



Estrazione contaminanti eterogenei

Inibizione migrazione della contaminazione  
(Barriera idraulica)

Recupero acque trattate



# Bonifica *in situ*

## VANTAGGI

- Impatto ambientale limitato sul sito: mantenimento dell' integrità delle matrici suolo e falda (assenza di operazioni di escavazione e movimentazione del terreno)
- Miglioramento della qualità/biodiversità del terreno



- Sensibile riduzione dei costi: assenza di spese di trasporto, smaltimento e reinterro
- Possibilità di trattare matrici ambientali a profondità elevate e aree difficilmente raggiungibili
- Versatilità di applicazioni (ampio spettro di inquinanti)
- Tecniche consolidate e basate su una numerosa letteratura scientifica

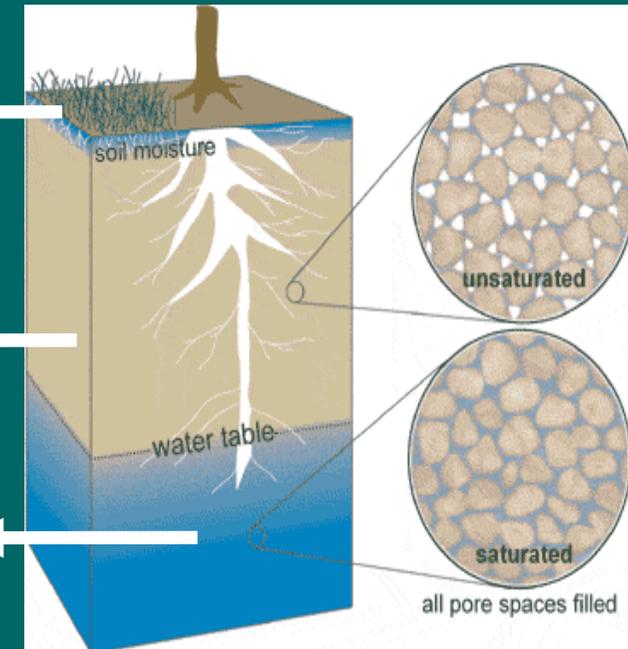


# Approccio integrato *in situ*

FITORIMEDIAZIONE

BIOVENTING/SOIL VAPOR EXTRACTION  
FITORIMEDIAZIONE

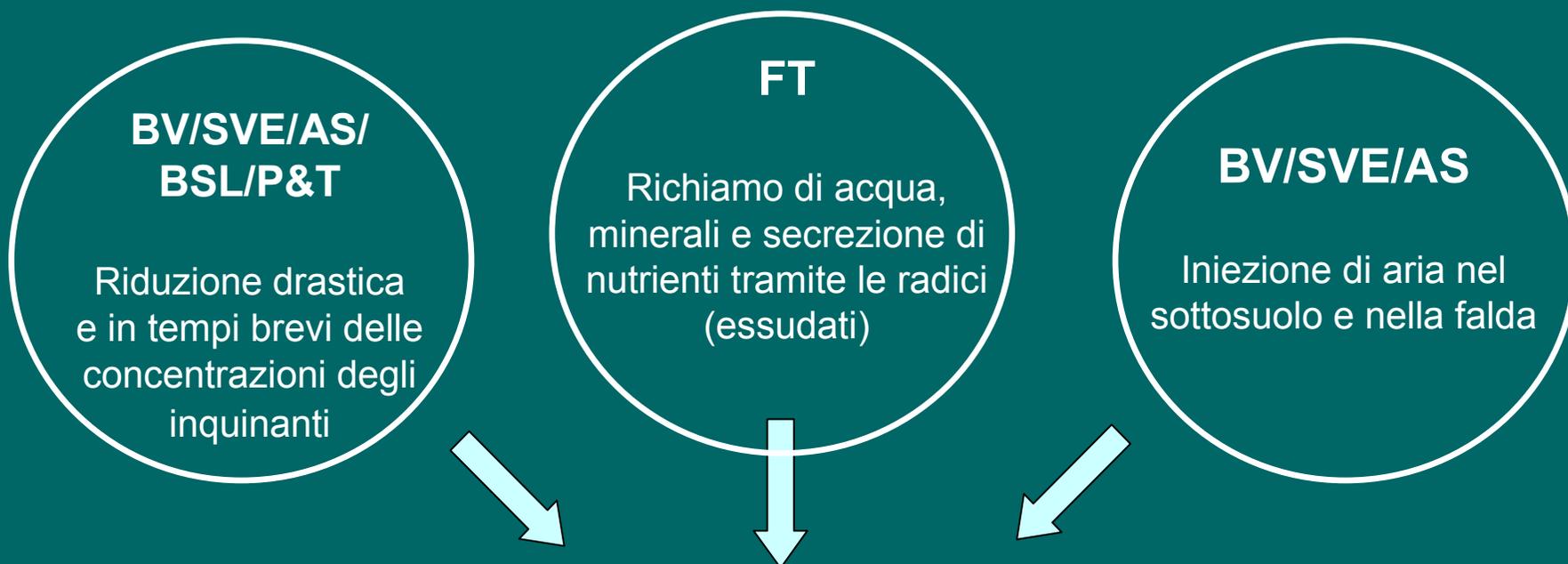
BIOSLURPING/AIR SPARGING/PUMP & TREAT  
FITORIMEDIAZIONE



- Sistema integrato: contemporaneo o sequenziale
- Azione sinergica: aumento della efficacia delle due metodologie (bonifica *in situ* e fitorimediazione)
- Ulteriore abbattimento delle concentrazioni degli inquinanti. (Carman *et al.*, 1998; Dejonghe *et al.*, 2007, Sung e Chang, 2004)

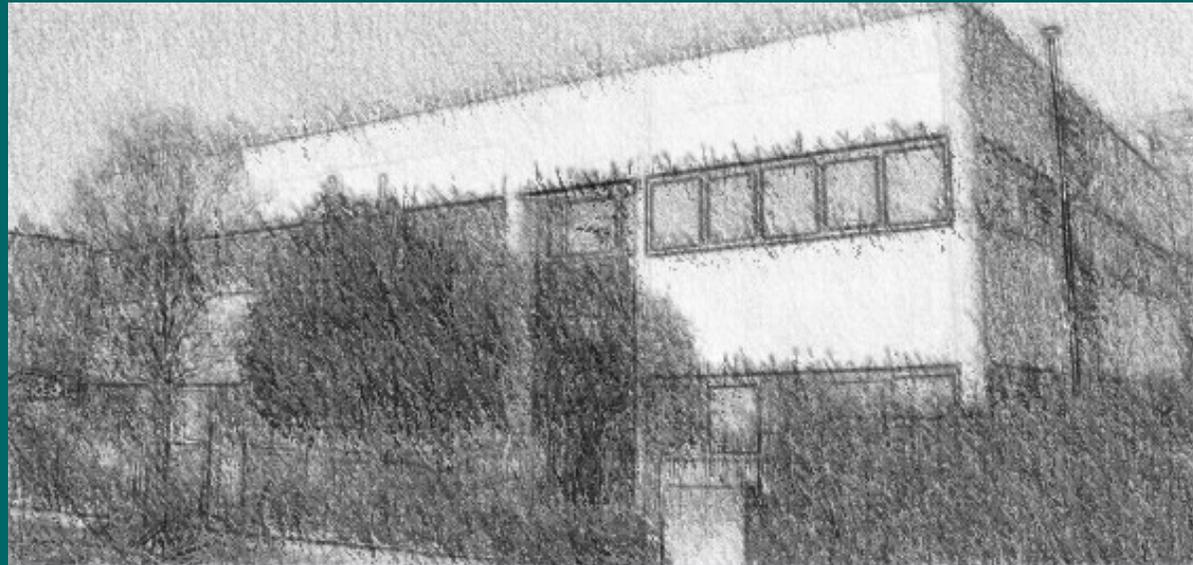
- Carman, E. P., Crossman, T. L. and Gatliff, E.G. 1998. Phytoremediation of No. 2 Fuel Oil-Contaminated Soil. *Journal of Soil Contamination*. 7(4):455-466.  
- Dejonghe, W. Boënne W., Provoost, A., Vanbroekhoven K., Diels, L.,Dubin D., Springael, D. 2007. Removal of Mixed BTEX and Heavy-Metals Pollution. *Proceedings of the Ninth International In Situ and On-Site Bioremediation Symposium*, Battelle Press, Columbus, OH.  
- Sung, K. and Chang., Y. 2004. Phytoremediation With An Air Injection System. *Environmental Engineering Research*. Korean Society of Environmental Engineers. Vol. 9, No. 2, 51-57.

# Vantaggi dell'approccio integrato



Livelli d'inquinanti compatibili con la vita vegetale  
Promuove l'attività delle comunità microbiche naturalmente presenti  
Favorisce la respirazione delle cellule delle radici vegetali  
La mobilizzazione dei contaminanti favorisce la loro accessibilità da parte dei batteri

# Grazie per l'attenzione



Water & Soil Remediation Srl  
*v. Donatori di Sangue, 13*  
*Levata di Curtatone (MN) - Italy*

