

segnalata all'attenzione della Commissione anche una promettente tecnologia detta « Sistema di smaltimento Polimass — carne » della società Ecoenergy Ricerche di Trapani e che consiste di un processo di *ossidodistruzione* messo a punto in collaborazione con l'Università di Messina. La carcassa animale, posta in apposito cassone, viene triturata fino ad una pezzatura di 10 centimetri ed ulteriormente triturata a pezzature più fini. Il materiale triturato, viene quindi immesso in un reattore di ossidodistruzione a bagno ossidante, in cui si innesca un processo di depolimerizzazione che si completa in circa 50 secondi. Il prodotto della polimerizzazione è un poliglicol. Il poliglicol viene quindi mescolato con biomasse a grandi superfici e fatto reagire con un additivo denominato MDI. Il materiale ancora in fase di reazione, detto polixano espanso, viene depositato in cassoni metallici e si solidifica. Il prodotto finale è sterile e può essere utilizzato in campo industriale nella fabbricazione di materie plastiche. Un impianto di ossidodistruzione può essere fisso o carrellabile ed ha una potenzialità di trattamento di 15 tonnellate/ora. L'applicazione della ossidodistruzione può essere estesa al risanamento delle discariche e ai siti contaminati.

11. Trattamenti di bonifica. ()*

11.1 Air sparging

Tale tecnologia consente di immettere aria compressa nella zona satura del suolo, al di sotto del livello contaminato. Tale tecnologia generalmente abbinata alla ventilazione del suolo, fa sì che l'aria contaminata venga rimossa e trattata prima che migri verso manufatti vicini e che possa contaminare la zona vadosa (zona insatura superficiale). Con tale sistema possono essere estratti dal suolo gli inquinanti più volatili quali MTBE (metil-terziariobutil etere), alcoli, componenti leggeri delle benzine e BTEX (benzene, toluene, etilbenzene, xileni).

11.2 Biobonifica on site tramite immissione di funghi.

Immettendo particolari funghi in un terreno contaminato si possono degradare gli idrocarburi pesanti (gasoli pesanti, combustibili, catrami di carbon fossile, olio grezzo, lubrificanti, PCB, solventi clorurati) ed altre sostanze organiche. Si tratta di una tecnologia recente. La scelta del tipo di funghi, sperimentata previamente in laboratorio, è decisiva per la buona riuscita del processo degradativo. La funzione dei funghi è quella di produrre degli enzimi extracellulari che sono in grado di rompere le complesse molecole degli idrocarburi pesanti. Gli spezzoni molecolari vengono poi metabolizzati dai funghi e dagli altri microrganismi presenti nel suolo con sviluppo finale di acqua e anidride carbonica.

(*) Definizioni tratte prevalentemente dal manuale Unichim n. 175, edizione 1994.

11.3 Bonifica biologica o bioremediation.

La *bioremediation* è una delle più promettenti tecnologie per risolvere i problemi della contaminazione dei suoli da sostanze pericolose in quanto utilizza batteri o funghi in grado di trasformare la sostanza organica in anidride carbonica ed acqua. L'utilità di tale tecnologia consiste nel fatto che i contaminanti, nella gran parte dei casi, vengono biodegradati nello stesso posto, senza trasferimento di materiali in altro sito e che i batteri utilizzano la stessa sostanza contaminante per il loro nutrimento. Negli USA, dove si sono effettuate da parte dell'EPA (*Environmental protection Agency*) ricerche approfondite in occasione della grave contaminazione delle coste dell'Alaska causata dalla perdita di petrolio grezzo della Exxon Valdez, fino a qualche anno fa, l'utilizzo della bioremediation, era piuttosto limitato proprio per la non chiara conoscenza dei processi biodegradativi in campo, per alcune applicazioni improprie che si erano constatate, per la necessità di ingegnerizzazione del processo e per la esigenza di disporre di procedure di attento controllo. Recentemente si sono avute esperienze assai positive di bioremediation in Olanda, Francia, Germania, e Austria. La tecnologia della « bioremediation » può essere applicata sia *in situ* che *ex situ* su terreni a permeabilità medio-alta, ricircolando una soluzione nella zona satura. Tale soluzione contiene nutrienti a base di sali di azoto e di fosforo, microorganismi indigeni (ossia dello stesso suolo) o alloctoni (di altra provenienza) opportunamente selezionati per biodegradare i contaminati organici presenti. La biodegradazione avviene in presenza di ossigeno. In alcuni casi, in presenza di metano, si ha una biodegradazione anaerobica. In tali condizioni, la sostanza organica, si biodegrada fino ad anidride carbonica e acqua. I vantaggi della *bioremediation* sono quelle della versatilità ad essere applicata a ogni tipo di sostanza organica biodegradabile: idrocarburi, sostanze organiche non alogenate, con rendimenti molto alti. Gli svantaggi sono: la indefinibilità a priori dei tempi di degradazione, a causa della estrema variabilità delle condizioni di attività dei microrganismi, i valori estremi di pH del suolo contaminato, la presenza di metalli pesanti e/o di sostanze chimiche tossiche. La *bioremediation* ha scarsa efficacia su terreni a bassa permeabilità che rendono difficile la veicolazione delle soluzioni nutrienti. Nel caso dell'utilizzo di batteri alloctoni, preparati per es. in laboratorio, occorre valutare attentamente gli effetti indotti dalla eventuale presenza di microrganismi opportunisti o patogeni che, se sfuggono in falda, possono provocare seri problemi di contaminazione biologica del mezzo idrico. La biobonifica *ex situ* può comportare la modifica delle caratteristiche tessiturali del suolo (*bioslurry*, *bioremediation on pile*, *landfarming*). Come mezzo di ossidazione si può usare ossigeno, aria mediante compressori o miscelatori, acqua ossigenata, mediante iniettori. È da tenere presente che nel nostro Paese si è finora applicata tale tecnologia, in assenza di regole tecniche ben precise con grave pregiudizio per l'ambiente e la salute dei cittadini. Non è escluso, infatti, che già si siano verificate contaminazioni della falda, in considerazione soprattutto che i controlli da parte degli organi preposti non solo sono carenti, ma se anche vi fosse l'auspicata attenzione e frequenza di intervento, non potrebbero essere condotti in maniera

mirata, non essendovi a disposizione, per l'appunto, regole ministeriali certe. Tale motivo di preoccupazione deve spingere il legislatore a dare al più presto attuazione a quanto previsto al punto C-bis dell'articolo 17 del decreto legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997 al fine di evitare pericolose contaminazioni del suolo e della falda. L'applicazione « indiscriminata » della bioremediation finora è avvenuta, come risulta alla Commissione, in alcuni settori industriali ed in particolare nel settore della petrolchimica all'interno dei siti di produzione, in quello petrolifero presso le stazioni di servizio di vendita dei carburanti in cui, spesso, si verificano perdite di benzina e gasoli dai serbatoi interrati forati.

11.4 Capping (isolamento superficiale).

Nei casi di siti contaminati, in attesa di bonifica al fine di evitare il dilavamento degli inquinanti nel suolo da parte della infiltrazione delle piogge o nel caso di una discarica esaurita, si effettua il *capping* o isolamento superficiale. Per effettuare il *capping* si possono utilizzare argille o materiali plastici sintetici. Con il *capping*, oltre a limitare l'infiltrazione delle acque di pioggia, si minimizza o elimina la migrazione degli inquinanti per capillarità. Inoltre il *capping* favorisce la crescita di coperture vegetali, la resistenza alla erosione, la prevenzione delle fessurazioni per essiccamento, il controllo della fuoriuscita del biogas, una maggiore resistenza ai fenomeni di gelo-disgelo.

11.5 Cementazione in situ mediante iniezione e mescolamento.

La cementazione per mezzo di mescolamento o di iniezione nel sito contaminato di sostanze in grado di immobilizzare gli inquinanti presenti è materia che attiene agli interventi geotecnici in cui vi è una buona esperienza nel nostro Paese. La tecnologia consiste nel miscelare composti chimici speciali o tradizionali (cemento, calce, *fly-ash*, bentonite, etc) con la massa dei rifiuti o del terreno contaminato utilizzando metodologie differenti quali la miscelazione con eliche, la iniezione per permeazione o *claquage*, il trattamento di *jet-grouting*. La tecnologia della cementazione è utilizzata per il consolidamento di terreni e scavi tramite perforazioni verticali finalizzate a realizzare colonne di materiale che si intersecano l'una con l'altra. La limitazione di tale tecnologia consiste nella disuniformità del trattamento e nei costi elevati. È necessario, quando si applica tale tecnologia, che si verifichi la propagazione della miscela, per mezzo di scavi o trincee.

11.6 Sistema di contenimento perimetrale.

Il sistema di contenimento perimetrale o di isolamento delle pareti viene utilizzato per impedire o ostacolare la percolazione di inquinanti da una zona contaminata e per impedire il contatto tra la massa inquinata e la falda idrica sottostante. I sistemi di contenimento perimetrali sono generalmente di due categorie: barriere ad inseri-

mento quali le palancole tradizionali, le palizzate in pannelli di acciaio, i muri di contenimento a trave infissa e le barriere di escavazione quali quelle con argilla, i muri di contenimento ad iniezione, i muri di contenimento a membrana, i muri di contenimento a pannelli, i diaframmi a calcestruzzo, le trincee di fanghi bentonitici, i muri di contenimento a geomembrane, le barriere cemento-bentonite, le barriere a palancolata, i sistemi di pali accostati tipo *jet-grouting*, le barriere realizzate tramite mescolamento del terreno in sito con additivi. In tutti questi sistemi è importante il controllo della permeabilità.

11.7 Desorbimento termico di suoli contaminati.

Le tecnologie di desorbimento termico comprendono una pluralità di processi di vaporizzazione di sostanze organiche volatili o semivolatili da suoli contaminati o da fanghi. Il processo di desorbimento termico deve essere condotto in maniera tale da evitare la combustione dei contaminanti nell'unità primaria. Una volta estratti, i vapori delle sostanze organiche, si avviano ad un post-combustore oppure vengono condensate per un eventuale riutilizzo. Le polveri e il particolato derivanti dal desorbimento sono controllati con cicloni, filtri a tessuto, o scrubber del tipo venturi. Se nel vapore sono presenti sostanze acide, lo scrubbing ad umido avviene in presenza di alcali. I vapori, oltre che condensati, possono essere assorbiti su carbone attivo. Il desorbimento può avvenire per riscaldamento diretto (per es. in tamburo rotante), per estrazione e riscaldamento indiretto, per estrazione con vapore « *in situ* » (per mezzo di tubi e iniettori di vapore e aria calda).

11.8 Estrazione con solvente.

È una tecnica di pretrattamento per la bonifica di terreni con permeabilità medio-alta. L'estrazione con solvente agisce sulla zona satura del suolo, produce contaminanti in alta concentrazione, materiali solidi e acqua. Il solvente impiegato separa i contaminanti oleosi dai terreni e dai fanghi, riducendo il volume del suolo che verrà successivamente trattato. Il solvente nelle applicazioni pratiche viene miscelato al suolo, poi viene separato e riciclato. Al solvente a volte si aggiungono delle sostanze tensioattive per aumentare la rimozione dei contaminanti. La scelta dei solventi va previamente definita con prove di laboratorio.

11.9 Incenerimento o termodistruzione del suolo contaminato.

Viene realizzato con impianti generalmente mobili e consiste nella combustione controllata in condizioni ossidanti. I terreni che vengono trattati per termodistruzione sono quelli contaminati da idrocarburi aromatici, alifatici, aromatici, policiclici, cianuri complessi. I forni sono del tipo a tamburo rotante o ad infrarosso che utilizzano barre a carburo di silicio riscaldate da una resistenza elettrica per generare

radiazioni termiche di lunghezza d'onda nella regione dello spettro elettromagnetico corrispondente al vicino infrarosso. Un impianto mobile sperimentato negli Stati Uniti d'America è quello con tecnologia Shirco. Vengono utilizzati anche i forni a letto fluido o ad arco plasma.

11.10 Lavaggio del suolo.

Tale tecnica di pretrattamento si utilizza per bonificare i terreni a medio-alta permeabilità che consiste nel far circolare nel suolo acqua pura o additivata con solventi organici, agenti chelanti, tensioattivi, acidi o basi, con lo scopo di far staccare dalla matrice del suolo una parte del contaminante in modo che passi in soluzione e in modo da separare le particelle fini colloidali dal terreno a granulometria più grande. Una variante è quella di additivare microorganismi e fertilizzanti in modo da associare all'azione di lavaggio quella della biodegradazione.

11.11 Separazione elettrocinetica.

È utilizzata per la decontaminazione dei terreni a grana medio-fine e a permeabilità medio-bassa, basata sull'applicazione di un campo elettrico per mezzo di elettrodi infissi nel suolo. La rimozione dei contaminanti avviene attraverso meccanismi di avvezione di tipo elettroosmotico, per diffusione e per migrazione di ioni. L'elettrolisi iniziale dell'acqua genera la produzione di ioni idrogeno ed ossigeno molecolare all'anodo e di ioni ossidrilici ed idrogeno molecolare al catodo. Gli ioni idrogeno tendono a migrare verso il catodo forzando per attrito viscoso anche una frazione delle particelle di acqua che si oppongono al loro moto. Al catodo si produce quindi un flusso d'acqua di tipo avveztivo (flusso elettroosmotico) che si sovrappone a quello naturale od eventualmente forzato per via idraulica. Altri processi elettrochimici avvengono oltre a quelli descritti e portano alla acidificazione del suolo. La tecnica è utilizzata per la rimozione di cationi metallici inorganici da terreni argillosi e limosi con una efficienza di rimozione che va dal 75% al 95%. La tecnica è applicata anche per terreni contaminati da rifiuti radioattivi. È necessaria una sperimentazione preliminare in laboratorio. Sia gli anodi che i catodi, tra loro interconnessi, formano due sistemi di circolazione separati eventualmente riempiti con soluzioni chimiche a base di agenti complessanti o di solventi, in grado di migliorare l'efficienza del processo nel caso di inquinanti solubili in acqua.

11.12 Steam sparging.

Consiste nella iniezione di vapore nella zona satura del suolo contaminato e viene applicato a terreni contaminati da componenti semi-volatili non biodegradabili, consentendo di aumentare la solubilità del contaminante. Viene utilizzata una miscela aria in pressione-vapore che viene immessa nel suolo per mezzo di un tubo fessurato

installato di norma al di sotto del limite inferiore della contaminazione.

11.13 Ventilazione del suolo (soil venting).

Tale tecnica è utilizzata per la rimozione di composti organici volatili (COV) dalla zona insatura o vadosa di un suolo contaminato che abbia una permeabilità medio-alta. Il sistema fa capo a pozzi di aspirazione collegati ad un aspiratore e consiste in un circuito di condotte forate e di collettori che stabiliscono un gradiente forzato di pressione fra zone del suolo. Tale sistema cattura in superficie i vapori e li invia ad un impianto di trattamento dei gas.

11.14 Vetrificazione in situ (Soil vitrification).

Il trattamento del suolo con tale tecnologia provoca la fusione del terreno in situ. Il materiale di fusione non è più dilavabile, ha caratteristiche vetrose simili alle ossidiane dell'isola di Lipari e non cede alcun inquinante. La vetrificazione viene ottenuta infiggendo elettrodi di grafite nel sottosuolo e applicando una differenza di potenziale tra quattro elettrodi. L'elevata resistenza elettrica del terreno genera calore e la temperatura elevata raggiunge i 2000°C a cui il terreno e gli eventuali contaminanti o rifiuti fondono. Il volume del materiale fuso procede dall'alto verso il basso e tende ad interessare anche le zone laterali. Sulla superficie del terreno viene posto un coperchio mantenendo il sistema in lieve depressione per impedire fughe di gas e particelle sospese. Il trattamento riguarda generalmente le zone insature al di sopra delle acque di falda. Per effetto della fusione del suolo la superficie si abbassa per il fenomeno della subsidenza.

11.15 Phytoremediation.

La *phytoremediation* è una tecnologia che utilizza alcune piante per rimuovere, degradare, stabilizzare sia i contaminanti organici che inorganici presenti nel suolo, nelle acque, nelle acque di falda o nelle acque superficiali. La *phytoremediation* riguarda un numero diverso di tecnologie. Si ha così per es. la *Rhizosphere bioremediation*, adatta per la biodegradazione di idrocarburi policiclici aromatici, pesticidi, e altre sostanze organiche, oppure la fitoestrazione di metalli e radionuclidi.

11.16 Pump and treat system.

La tecnologia consiste nel pompare l'acqua di falda contaminata fino alla superficie, nel rimuovere i contaminanti e nel ripompare l'acqua decontaminata in falda o nello scaricarla in acque di superficie. Nel caso di contaminazione della falda da sostanze oleose si utilizzano

particolari sistemi detti *scavengers* in cui vi è installata una doppia pompa. La prima deprime la falda e permette la formazione di un cono di depressione in maniera tale da richiamare l'olio dalla superficie della falda. L'olio raccolto nel cono di depressione, raggiunto un dato spessore, viene aspirato dalla seconda pompa grazie al consenso dato da un sensore a raggi infrarossi.

11.17 Stabilization and solidification.

È una tecnologia che utilizza sistemi differenti quali il trattamento con bitume, le resine epossidiche, le miscele cemento-bentonite, la calce, additivi complessanti, miscele cementizie a base di silicati liquidi. L'obiettivo di tali trattamenti di stabilizzazione, innocuizzazione, inertizzazione è quello di bloccare le matrici inorganiche e qualche volta organiche solubili, rendendole meno cedibili all'ambiente. Viene applicata generalmente *on site* o *extra situ*, rimuovendo il terreno contaminato con escavatori o pale meccaniche. I processi di trattamento per inertizzazione coinvolgono chimismi di complessazione, gelificazione, precipitazione, insolubilizzazione o semplice inglobamento, come nel caso del trattamento con bitumi in cui la fase organica viene complessata dalla cosiddetta « fase maltenica » che è uno dei componenti del bitume. Il risultato dell'efficacia della inertizzazione si verifica con il test di cessione. La normativa nazionale, perfezionata dall'Istituto di ricerca sulle acque (IRSA) prevede che il test di cessione sia effettuato sottoponendo il rifiuto (a matrice prevalentemente organica) o il terreno trattato con una soluzione di acido acetico a pH 5.5, per 24 ore sotto agitazione. Alla fine del test l'acqua di leaching viene analizzata per la determinazione dei contaminanti confrontando le concentrazioni con i limiti della tabella A della legge n. 319/76. Se la matrice del rifiuto o del terreno trattato è prevalentemente inorganica, si applica il test IRSA alla CO₂ satura con la stessa procedura del test all'acido acetico ma in contenitore chiuso (per mantenere le condizioni di saturazione). Il test di cessione secondo la normativa nazionale vigente viene utilizzato non solo per verificare l'efficacia dei trattamenti inertizzanti ma anche per orientare lo smaltimento nelle discariche controllate.

12. Rating delle tecnologie di ripristino ambientale.

Quando si applicano le tecnologie di bonifica in un sito contaminato, vi è un numero elevato di parametri da tenere in considerazione. Un sistema valido per selezionare le tecnologie è lo strumento dell'analisi di rischio e del rapporto costi benefici. A tal proposito la Commissione economica per le Nazioni Unite ha di recente indicato i parametri che debbono essere esaminati per valutare le tecnologie di intervento assegnando un *rating* delle stesse sia per gli interventi *in situ* che per quelli *ex situ*. Le tavole I e II che seguono riportano tale *rating*.

TAV. 1 - CRITERI PER ATTRIBUZIONE DEL "RATING" ALLE TECNOLOGIE DI RISISTEMAZIONE AMBIENTALE

Parametro	Definizioni	"Rating"			Note
		1	2	3	
Costo totale	Include progettazione, costruzione e costi operativi e di manutenzione del processo principale che definisce ogni tecnologia. Non inclusi i costi di preparazione del sito o quelli di trattamento successivi. Per le tecnologie ex situ sono stati assunti costi degli scavi pari a 50 Euro/t.	Meno di 100 Euro/t.	100-300 Euro/t.	Più di 300 Euro/t.	
Capacità di bonificare ad un livello accettabile	Riferita alla concentrazione inquinante minima raggiungibile dalla tecnologia.	Meno di 5 mg/kg nel terreno.	5-50 mg/kg nel terreno.	Più di 50 mg/kg nel terreno.	
Tempo per la bonifica totale	Si riferisce a un sito "standard" di 0.41 ettari e 3.04 m di profondità. La massa del suolo è di 18.200 t.	Meno di 6 mesi	6 mesi - 1 anno	Più di 1 anno	Ex situ
		Meno di 1 anno	1-3 anni	Più di 3 anni	In situ
Affidabilità e manutenzione	Si riferisce al livello di complessità del sistema o della tecnologia, e alla facilità di manutenzione.	Alta affidabilità e bassa manutenzione.	Affidabilità e manutenzione medie.	Bassa affidabilità e elevata manutenzione.	
Informazioni richieste/Caratterizzazione	Si riferisce all'estensione delle indagini preliminari. Essa può includere: il campionamento del sito e dei siti vicini; le caratterizzazioni degli strati sub-superficiali; studi di fattibilità; test pilota; valutazione dell'impatto ambientale; modellizzazione, etc.	Sono richieste alcune caratterizzazioni, senza grosso impatto sui tempi e sui costi totali della bonifica.	Sono richiesti sforzi considerevoli per modellizzare il sito o per determinare se i metodi proposti opereranno in modo soddisfacente.	Richiesta estesa caratterizzazione/ investigazione. Ciò normalmente impatta sulla programmazione e costituisce una spesa rilevante.	
Sicurezza	Si riferisce alle misure richieste per assicurare la sicurezza per i lavoratori, il pubblico e l'ambiente. Incluso il monitoraggio necessario per applicare la tecnologia durante tutta l'operazione di bonifica.	Requisiti minimi o modesti.	Requisiti "medi" (richiesta, considerevole attenzione nel breve termine; o moderata, nel lungo termine).	Alto grado di incertezza associato al controllo/monitoraggio, oppure sono richiesti sforzi significativi nel lungo termine durante la bonifica.	
Accettabilità da parte delle Comunità locali	Grado di accettabilità della tecnologia da parte del pubblico. Questa categoria dipende fortemente dalla cultura del paese e dal grado di coinvolgimento delle Comunità locali.	Probabile opposizione minima da parte delle Comunità locali.	Il coinvolgimento pubblico solitamente avviene, ma la tecnologia è normalmente accettata.	Un serio coinvolgimento da parte del pubblico è probabile e il risultato è incerto.	

Fonte: N.U./ECE

**TAV.2 – "RATING" ATTRIBUITO ALLE PRINCIPALI TECNOLOGIE DI RISISTEMAZIONE
AMBIENTALE**

Legenda:

1	}	Vedi Tav.1
2		
3		

N.A.= non applicabile

Tecnologie disponibili	Parametri						
	Costo totale	Concentrazione raggiungibile	Tempo di bonifica	Affidabilità e Manutenzione	Informazioni richieste / Caratterizzazione	Sicurezza	Accettazione pubblica
Tecnologie "in situ":							
Estrazione con vapore(SVE)	1	2	2	1	2	1	1
Thermally enhanced SVE	2	2	1	2	2	1	2
Barriere	1	N.A.	N.A.	1	2	3	2
Electroreclamation	2	2	1	3	2	1	2
Landfill cap	1	N.A.	N.A.	1	1	2	2
Soil flushing	2	3	3	2	2	2	2
Solidif./stabilizzazione	2	N.A.	1	1	2	1	2
Bioremediation	1	2	3	3	3	2	1
Phytoremediation	1	2	3	2	3	2	1
Attenuazione naturale	1	2	3	1	3	2	2
Tecnologie "ex situ":							
Incinerimento	3	1	1	2	1	2	2
Desorbimento termico	2	1	1	2	1	2	2
Estrazione con vapore	1	2	3	2	1	2	2
Separazione meccanica	2	N.A.	2	2	2	1	2
Escavazione e smaltimento	3	N.A.	1	1	1	2	2
Lavaggio del suolo	2	2	1	2	2	1	1
Solidif./stabilizzazione	1	N.A.	1	1	1	2	2
Dealogenazione	3	1	1	3	2	2	2
Estrazione con solvente	3	2	3	2	2	2	2
Riduzione/Ossidazione chimica	3	2	1	1	1	2	2
Landfarming	1	2	3	1	2	2	2
Bioreattori	2	2	2	2	2	2	2

Fonte: N.U./ECE

BIBLIOGRAFIA

Compost e agricoltura- Fondazione Lombardia per l'Ambiente a cura di Pier Luigi Genevini - 1998.

Guidance for successful Phytoremediation CRWT - January 2000 - American Institute of Chemical Engineers Center for waste reduction Technologies.

Criteri per la valutazione della qualità dei suoli - Fondazione Lombardia Risorse 1998.

Bonifiche di Aree contaminate: ricerca, programmazione e interventi sul territorio lombardo - Giornate di studio a cura della Regione Lombardia e CNR - Milano - maggio 1998.

L'etichettatura ecologica esperienze e prospettive - Istituto per l'Ambiente: rapporto 92/01.

CONAI: *nota per la Commissione parlamentare d'inchiesta sui rifiuti* del 9 febbraio 2001 a cura del Dr Longhi.

AREA srl - *Oltre il duemila: riciclare per l'ambiente*: Le materie prime seconde e gli inerti in edilizia 1999.

Hazardous waste minimization manual for small quantity generators – CHMR University of Pittsburgh applied research center - october 1989.

RCRA *Ground Water Monitoring Draft* - Technical Guidance - USEPA novembre 1992.

EPA- 542-R-97-007 september 1997 - *Analysis of selected enhancements for soil vapor extraction*.

EPA 310-R-97-002 september 1997: *profile of the ground transportation industry trucking, railroad and pipeline*.

EPA 540/R-95/532 september 1996 - *Bioremediation of Hazardous wastes*.

EPA/540/R95/128 - may 1996: *soil screening guidance - technical background document*.

EPA 542-R-96-005 PB 96-178041 april 1997: *Cleaning up the nation's waste sites:markets and technology trends*.

Suthan S.Suthersan: *Remediation engineering - Design concepts* Vol I/ Vol II - Chapman & Haal/CRCNET base 1999.

EPA 833-B-93-004 October 1993 - *Guidance manual for developing best management practices (BMP)*.

Swedish environmental protection agency - *Development of generic guideline values* - report 4639 1996.

USEPA august 2000: *The bioremediation and phytoremediation of pesticide - contaminated sites*.

EPA-542-F-00-011 June 2000: *selezione di siti contaminati con pesticidi e relative tecnologie di decontaminazione* (estratto dal report EPA a cura di Alberto Ferreli-ANPA, settembre 2000).

EPA-542-R-97-011 november 1997 - *Field analytical and site characterization technologies*.

Federal Ministry for the Environment nature conservation and nuclear safety federal - *soil act of 17 march 1998* - Bonn 28.8.1998.

Siti contaminati procedure di controllo e di bonifica verso una procedura standardizzata - atti del Workshop 8 giugno 1993 editrice clueb Bologna.

Conferenza nazionale sull'amianto - Roma, marzo 1999 CNR Ministero della Sanità.

Tecnologie pulite: strategie e politiche - Istituto per l'Ambiente a cura di E. Gerelli 1994.

Istituto nazionale di geofisica: *il contributo della geofisica alla salvaguardia ambientale* M. Marchetti, M. Meloni pubblicazione n. 586 - maggio 1997.

Soil and groundwater contamination: COWI consult - Denmark July 1995.

Enea-Enichem- Amiu - Ravenna - *Produzione e riutilizzo di R.D.F.* - Alemanni editore giugno 1987.

EPA 530-R-93-017- *Solid Waste disposal - Facility Criteria-Technical manual*.

TTR: *manuale sui trattamenti dei rifiuti* giugno 1997.

Ausitra- Assoambiente: *impianti di trattamento dei rifiuti solidi urbani e assimilabili* - Indagine 1995.

Analisi dei principali sistemi di smaltimento dei rifiuti solidi urbani - Rapporto della Consulta tecnico-scientifica della Federambiente 1992.

AMA - *presentazione dei compattatori a metano derivato dai rifiuti*, giugno 1997.

Smaltimento e recupero di materiali e/o energia dal pneumatico fuori uso - Rapporto 92/03 - Istituto per l'ambiente 1992.

Riccoboni-Parma, *descrizione del servizio di trattamento e smaltimento dei rifiuti prodotti nelle raffinerie*, 1997.

Ecotec: *Brevetti per il trattamento dei rifiuti e delle falde contaminate e biobonifica di terreni contaminati* - Roma (1989-2000).

Ecotec: *Impianto di stabilizzazione/solidificazione di fanghi*, Roma 1990.

Engitec Technologies: *Zinc extraction from EAF dust with Ezinex process* a cura di M. Olper Convegno di Balatonszeplak (Ungheria), giugno 1996.

Engitec Technologies: *Impianti di trattamento rifiuti urbani industriali e speciali* - Milano 1999.

Engitec Technologies: *Brevetto CX compact per il trattamento di soluzioni esauste di piombo dalle batterie e recupero di altri componenti* - Milano 2000.

Lurgi: *Annual report 1995/96*.

Lurgi: *Municipal waste incineration and flue gas cleaning by Lurgi semi-dry process*, 1997.

Lurgi: *Compostaggio in biocontainers*, 1998.

EPA 530-SW-37-025: *National dioxin study* - august 1987.

Lurgi: *energia dai rifiuti*, 1998.

Waste management system - Pyroplasma Pyrolysis systems inc. Welland, Ontario-Canada 1996.

Gruppo di lavoro fonti rinnovabili di energia- *Libro bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili*, approvato dal Cip 6- agosto 1999.

Rapporti Istisan- *Metodi per la valutazione della « componente salute » nell'analisi di impatto ambientale* - Istisan 88/5.

Ingegneria ambientale OMS: *Trattamento dei rifiuti tossici* -marzo 1985 n. 3.

Anpa-Proposta di guida tecnica alla stesura dello studio di impatto ambientale per gli inceneritori di rifiuti tossici e nocivi - agosto 1996.

Gli speciali di Padova 21: *energia...dai rifiuti il polo energetico di San Lazzaro*: Azienda Padova servizi n. 1 luglio 1999.

Ingegneria Ambientale: *Ecologia applicata all'ingegneria*, n. 1 marzo 1984.

CCME operating and emission guidelines for municipal solid waste incinerators- CCME-TS/WM-TRE 003, June 1989.

Environmental Protection series Canada. *Report on the performance of the Arthabaska recycling centre*- Eps 3/CEQ/1 June 1991.

EPS 37/71 June 1989 development of a system to combine solvent recovery of heat from residual organic wastes -Canada.

RS rifiuti solidi Vol.V n. 3 maggio-giugno 1991: *smaltimento in discarica di rifiuti industriali inertizzati* - l'esperienza AMIU di Modena- Costantini B..

RS rifiuti solidi Vol.VII n. 2 marzo-aprile 1991 - *l'inertizzazione dei rifiuti industriali con processi non convenzionali* - Collivignarelli C, Bertanza G, Andreottola. G.

Enea Dipartimento ambiente Divisione tecnologie, ingegneria, e servizi ambientali: *Impianti mobili di trattamento/smaltimento rifiuti* - ottobre 1997.

Ecova Corporation statement of qualifications - 75/920999.SOQ:4 - *Rassegna delle tecnologie di trattamento rifiuti e di bonifica*.

Profilo della Ecoservizi spa- *Depliant illustrativo dei trattamenti presso la piattaforma di Orbassano* (TO) 1990.

Ecetoc-*Technical report n. 40 Hazard assessment of chemical contaminants in soil* - Brussels-Belgium-1995.

Confindustria - Roma 11 febbraio 1995 - *Seminario sulla bonifica dei siti contaminati*.

Unichim: Manuale n. 175 edizione 1994 - *Suoli e falde contaminati: Tecnologie di indagine e di bonifica-Linee guida*.

Unichim Manuale n. 185 edizione 1997 - *Linee guida per la valutazione di terreni e falde contaminati: aspetti normativi e analisi di rischio*.

The national contaminated sites remediation program annual report 1991-1992 - CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment).

Confinamento con diaframma plastico: il caso dell'Acna d Cengio - Tecnimont - S.G.I - Trevi 1995.

La bonifica dei siti contaminati- Milano 22 febbraio 2000 - Ipsoa.

Environment aspects of the decommissioning of Shell Canada Oahville refinery - 3/88.07/HSE-Pb(192).24.

Linee guida per interventi di bonifica di terreni contaminati - Regione Piemonte dicembre 1994.

Messa in sicurezza attraverso isolamento verticale ed orizzontale corpo rifiuti di area contaminata in comune di Gambolò (PV) - Scarabelli - Ongaro (TTR).

Castalia- Società italiana per l'Ambiente - *applicazione di tecnologie per la bonifica in loco dei terreni contaminati* - Comune di Asola 1996.

EPA 542-00-001 June 2000 - *FRTR Cost and Performance remediation: case studies and related Information*.

Groundwater Technology 1995-*Bonifica integrata di suoli ed acque sotterranee contaminate da idrocarburi*.

Foster Wheeler: *messa in sicurezza del sito ex Esso di Trieste* :documento pervenuto alla Commissione d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti - Trieste 2000.

CCME (Canada) *Interim Canadian environmental quality criteria for contaminated sites* - september 1991 CCME EPC-CS34.

ANPA - *International workshop on risk assessment and risk management of contaminated sites* Roma - october 20, 1998.

CLARINET: october 1998, *Contaminated land rehabilitation network for environmental technology*.

Nicole: *Network for Industrially contaminated land in Europe* - Ottobre 1998.

EPA: *screening level ecological risk assessment protocol for hazardous waste combustion facilities* - EPA 530-C-99-004 - August 1999.

Mercury recovery technology - MRT System Svezia 1998.

Pollution Engineering 1997- *Bioslurping LNAPL contamination*, by Ralph S.Baker and John Bierschnk-.

Itea - *Estratto della relazione tecnica sui rifiuti pericolosi mediante dissociatore molecolare (Dismo) Attività di sperimentazione* - documentazione confidenziale pervenuta alla Commissione parlamentare d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti - Doc. 880/2.

Applicazioni industriali del plasma - Progetto strategico del CNR - giugno 1998.

Sviluppo sistemi qualità- Ingegneri e consulenti associati - *La tecnologia della torcia al plasma*.

Il Mondo - 24.4.1998: *energia, la riscoperta delle torce al plasma- lampi in discarica*.

Il plasma applicato al riciclaggio ed al totale recupero energetico dei rifiuti solidi urbani - S&P technologies.

Il Sole 24 ore 19 giugno 1998 Ricerca e tecnologie - *Arriva il plasma « Antirifiuti »*.

ANPA-Osservatorio Nazionale Rifiuti - *Secondo rapporto sui rifiuti urbani e sugli imballaggi e rifiuti da imballaggio* febbraio 1999.

Consumo e recupero di imballaggi in Italia - Istituto per l'Ambiente Rapporto 95/03 - 1995.

Assovetro - *Audizione Assovetro alla Commissione parlamentare d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti e sulle attività illecite ad esso connesse* - aprile 1999.

Pangea anno VII n. 6 giugno 1996: *riciclare la carta o incenerirla?*.

Replastic: *documentazione di base* - 1996.

Ricicla '97 - Rimini: *Relazioni 16/19 ottobre 1997*.

Assing: *i rifiuti contenenti amianto in Italia: valutazioni quantitative e prospettive d'intervento* - Roma 2000.

Ambiente: *gli interventi di risanamento in campo ambientale* - Documentazione sulle bonifiche - 1999.

Enea - *Unità mobile di termodistruzione « FOCUS » descrizione del progetto e specifiche tecniche* - Roma - marzo 1999.

Federambiente - *Rapporto marzo 1998 - Valutazione tecnico-economica del sistema integrato di gestione dei rifiuti*.

The Lancet - *ricerca finalizzata alla valutazione dei possibili rischi di malformazioni congenite per i residenti in prossimità di discariche di rifiuti* - 1999.

Seminario sulla *Innovazione tecnologica ed organizzativa nella gestione della raccolta dei rifiuti* - Roma, 22 giugno 2000.

Bioremediation: Hi-Tech Ambiente n. 17 - 1997.

Enea - *luglio 1998 - Fonti rinnovabili di energia - Libro verde nazionale*.

Aquater - *Selezione di progetti ed interventi di Aquater nel settore ambientale, disinquinamento acque e bonifica terreni* - luglio 1995.

Siti contaminati anno 1 n. 1 *Metodologie di bonifica di siti contaminati* - A.di Molfetta - R.Sethi Politecnico di Milano settembre 2000.

Mondo economico: G.Volpi - *la sfida dei forni* / F.Pavesi - *Al via una gara di velocità*, 21 aprile 1997.

RKK - *Soil freeze technologies: ground freeze advantages*.

S.Davila, *Electrokinetic remediation of contaminated soil* - L.Berkeley National laboratory Environmental Science Technology Division - 1999.

Phytoremediation of Hydrocarbon contaminated soil by Fiorenza, Stephanie - Joint author Banks// Joint author Ward, C.H. - Lewis Publishing 1999.

M.Mizoguchi, T.Ito and K.Matsukawa - *Cleanup technique of Contaminated soil - Movement of water and ions in frozen clay by electro - osmosis* - Mie Univ, and Chiyoda Co. Japan 1996.

Environment Canada - *St Lawrence Technologies on contaminated soil* - Vision 2000.

AMA - *Nuovo impianto per l'incenerimento dei rifiuti ospedalieri*, Roma - luglio 1996.

Officine Maccaferri - *soluzioni per l'ambiente 2000*.

Fondazione Lombardia per l'Ambiente - *L'educazione ambientale nella scuola secondaria superiore* - Milano maggio 2000.

Ecoservice (Macerata) - *Sistema Inertix* - Prof.G.Ortaggi - Dipartimento di Chimica dell'Università « La Sapienza ».

ANPA - *Osservatorio Nazionale sui rifiuti. Produzione e Gestione dei rifiuti sanitari anno, 1997* - Roma 2000.

Comune di Brembate - *strumenti e metodi per la bonifica del suolo*, aprile 1994.

Federchimica: *processi e prodotti puliti - situazione e strategie di sviluppo nell'industria chimica* - Milano 1990.

Unicem - *Stabilimento di Guidonia - impiego di residui nel ciclo produttivo*, 1995.

Ausitra - Assoambiente - *audizione presso la Commissione parlamentare d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti e sulle attività illecite ad esso connesse* - 30 settembre 1997.

Istituto per l'Ambiente: Rapporto 91/04 - *Trattamento e smaltimento di rifiuti solidi* - pubblicazioni al giugno 1991.

L'impresa Ambiente: *le imprese dell'Ambiente in Italia*, marzo 1993 in collaborazione con UIDA.

Hedeselskabet environment and Energy Division Department for Groundwater protection and remediation technology - Roskilde, Denmark 1995 - *Information on contaminated soil and grounwater*.

Bonifica ex raffineria Agip di Pero - Presentazione del progetto di bonifica Foster Wheeler alla Commissione parlamentare d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti durante la visita del 13 settembre 1999..

Relazione del Ministro dell'Ambiente al Convegno nazionale sulla gestione dei rifiuti speciali in Italia - Roma, 4 novembre 1999.

Discariche: localizzazione ed impatto ambientale - tavola rotonda: Rifiuti problema ambientale o risorsa economica? Avezzano - Comunità Montana Marsica 1-26 giugno 1997.

Istituto Superiore di Sanità: *Piano sorveglianza discariche* - Corsi ISS, luglio 1997: la nuova classificazione dei rifiuti e il sistema dei controlli.

L'Impresa ambiente n. 7, 1994: *non solo riuso contro l'emergenza rifiuti*.

Energia blu - luglio 1998: *Chi ha usato il CIP 6 ? non le rinnovabili*.

L'impresa Ambiente n. 9, 1993: *termodistruzione - Troppa discarica fa mal all'ambiente e al cittadino*.

ENEA - *riconoscimento di metalli pesanti e molecole complesse in ambiente di discarica mediante LIBS-RT/INN/94/28* - Pavia maggio 1994.

Commissione parlamentare d'inchiesta sul ciclo dei rifiuti e Osservatorio Nazionale sui rifiuti in collaborazione con ANPA - Roma 5 giugno 1998: *la gestione dei rifiuti in Italia - produzione-raccolta-smaltimento*.

Rifiuti solidi n. 2 marzo-aprile 1987: *emissione e controllo negli impianti di incenerimento di idrocarburi policiclici aromatici, PCDD, PCDF* - H.Bartelds, J.W.J. Gielen, G.Brem.

Le politiche pubbliche di gestione dei rifiuti industriali nelle regioni italiane - Istituto per l'Ambiente - Rapporto 94/03.

Trattamenti di stabilizzazione-solidificazione dei rifiuti tossici e nocivi - V.Lotito, M.Santori IRSA-Roma, da: *Acqua Aria* 1993.

IEFE - ECO&ECO: *Per una nuova politica industriale nel settore dei rifiuti urbani in Italia*, Milano 1997.

Istituto Superiore di Sanità ISTISANN 94/6 Pt.2 - *Impianti di trattamento e discariche di rifiuti industriali, tossici e nocivi* - Roma 1994.

Energia blu n. 5 settembre-ottobre 2000: *Dossier riciclaggio dei rifiuti*.

Primo rapporto sui rifiuti speciali - ANPA - Osservatorio Nazionale sui rifiuti 1999.

Ambiente e sviluppo - Istituto per l'Ambiente n. 2/99: rifiuti oltre la discarica con la gestione integrata.

Energia blu - novembre 1998 - Produzione di energia dai rifiuti.

Ecoenergy ricerche: relazione sulla ossidodistruzione di animali interi e resti di mattatoio ed industrie ittiche - Trapani 2001.

Commissione Economica per le Nazioni Unite: documento sui criteri di attribuzione del « rating » alle tecnologie di risistemazione ambientale - 2001.