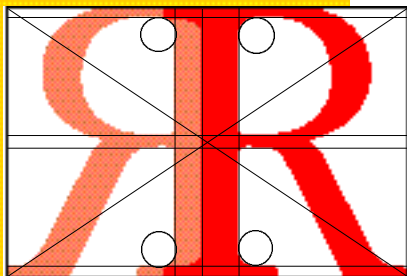




Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Criteri per la realizzazione di impianti di stoccaggio di rifiuti residuali

RICERCHE & RISULTATI
Valorizzazione dei progetti di ricerca 1994/97



a cura di

Demetrio Pitea
Ada Lucia De Cesaris
Giuseppe Marchetti

Demetrio Pitea, è professore ordinario di Chimica Fisica e di Chimica Fisica Ambientale per il Corso di laurea in Scienze Ambientali presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Milano.

È componente del Comitato Scienze Chimiche e del Comitato Scienze e Tecnologie Ambiente e Habitat del CNR. È rappresentante del CNR nel network europeo "NICOLE", costituito per lo studio dei terreni contaminati da attività industriali.

È autore di oltre 100 pubblicazioni scientifiche riguardanti problematiche di interesse ambientale, in particolare: studio cinetico di reazione di biodegradazione; gestione del ciclo dei rifiuti; meccanismi di formazione e distruzione dei microinquinanti organoclorurati negli impianti di termodistruzione; caratterizzazione e recupero di aree industriali dismesse.

Nel 1989 gli è stato conferito il primo Premio Nazionale Federchimica "Per un futuro intelligente".

Ada Lucia De Cesaris, avvocato in Milano.

Ha svolto studi e ricerche in materia di politiche e normative ambientali, comunitarie e nazionali, in particolare si è occupata di VIA, inquinamento idrico, acustico, rifiuti, ecolabel, ecoaudit ecc.

Svolge attività di consulenza per l'amministrazione nazionale e locale e affianca la formazione di operatori nei settori collegati alla normativa ambientale.

Giuseppe Marchetti, è docente di Geomorfologia e Geologia Ambientale presso la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Pavia.

Ha svolto numerosissime ricerche di carattere geologico, geomorfologico e idrogeologico, sia sotto l'aspetto puramente scientifico, sia applicate alla pianificazione territoriale e alle valutazioni di compatibilità ambientale.

In campo professionale, ha messo a punto numerosi piani di attività estrattiva di valenza provinciale e/o comunale ed è stato autore di un elevato numero di progetti di cava. Ha tenuto docenze e seminari sull'argomento presso numerose scuole di formazione e di aggiornamento professionale ed è stato per molti anni membro della commissione cave della Regione Emilia Romagna.

Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Foro Bonaparte 12 - 20121 Milano

tel. +39(2)809169

fax +39(2)72002398

flanet@flanet.org

http: //www.flanet.org

Consiglio di Amministrazione

Presidente: Giovanni Bottari

Vicepresidente: Achille Cutrera

Consiglieri: Giordano Cassetta, Massimo Donati, Salvatore Giannella,
Paolo Mantegazza, Emilio Massa, Roberto Schmid

Comitato scientifico

Silvio Garattini, Angelo Cavallin, Renzo Compiani, Emilio Gerelli,
Giorgio Guariso, Alfredo Liberatori, Gianfranco Mascazzini, Paola Vita Finzi

Coordinatore Scientifico: Antonio Ballarin Denti

Programma editoriale ideato e curato da: Salvatore Giannella

Coordinamento editoriale: Rosa Maria Panattoni

Revisione: Diana Borio

Progettazione e fotocomposizione: Studio Tabloid, Milano

Stampa: Arti Grafiche by Juri Iodice, Sannazzaro (PV)

© 1998 Copyright Fondazione Lombardia per l'Ambiente

Proprietà letteraria riservata

Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta o utilizzata sotto nessuna forma, senza permesso scritto, tranne che per brevi passaggi in sede di recensione e comunque citando la fonte.

Indice

Prefazione	pag. 9
Introduzione	11
Premessa	17
Capitolo 1	
CRITERI GENERALI DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE	23
1.1 Rischio zero	25
1.2 Rispetto di standard di emissione	26
1.3 Uso delle migliori tecnologie disponibili	28
1.4 Rispetto di standard di ricettività ambientale	30
1.5 Inaccettabilità di un peggioramento significativo	31
1.6 Subordinazione a compensazioni dei danni con benefici di altra natura: bilancio ambientale eterogeneo	33
1.7 Subordinazione a un riequilibrio compensativo della stessa natura: bilancio ambientale omogeneo	34
1.8 Subordinazione esclusiva all'accettazione sociale	36
1.9 Controllo integrato	38
1.10 Massimo abbattimento unitario del rischio	41
1.11 La normativa vigente sugli studi di impatto ambientale	42

Capitolo 2

NORME E VINCOLI CHE LIMITANO L'USO DEL TERRITORIO	pag.	45
2.1 Aree soggette a vincoli e limitazioni		46
2.2 Aree sottoposte a tutela parziale		52
2.3 Aree di rilevante interesse naturalistico-ambientale non specificamente tutelate		52
2.4 Aree di interesse archeologico		52
2.5 Norme che indirizzano le indagini geologiche		53

Capitolo 3

CRITERI DI IDONEITÀ DEI SITI ALLA SCALA VASTA: ASPETTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI		55
3.1 Criteri geologici e litostratigrafici		56
3.2 Criteri geomorfologici		58
3.2.1 Zone collinari e del pedemonte		58
3.2.2 Zone di pianura alluvionale		60
3.3 Acque superficiali		70
3.4 Aspetto idrogeologico		72
3.5 Rapporti tra acque superficiali e sotterranee		73
3.6 Metodologia di studio per l'analisi di un territorio condotta allo scopo di individuare siti idonei a ospitare discariche di rifiuti pericolosi		75
3.7 Valutazioni di sintesi circa l'idoneità del territorio		79
3.8 Siti idonei		80

Capitolo 4

LA TUTELA DELLA SALUTE PUBBLICA		85
4.1 Il rispetto delle normative sugli studi di impatto ambientale e la tutela della salute pubblica		87
4.2 Metodologia di valutazione del rischio di danno alla salute pubblica		89
4.2.1 Fase conoscitiva		90
4.2.1.1 Caratteristiche della situazione ambientale esistente nella zona interessata alla costruzione dell'opera		90
4.2.1.2 Analisi dei potenziali fattori di danno connessi alla realizzazione dell'impianto e conoscenza della sorgente del rischio		91
4.2.1.3 Definizione delle caratteristiche socio-demografiche e sanitarie della popolazione interessata		96
4.2.2 Fase valutativa		97

4.2.2.1	<i>Definizione della tipologia del rischio potenziale</i>	pag.	98
4.2.2.2	<i>Stima del tipo ed entità del danno prevedibile</i>		98
4.2.2.3	<i>Definizione del “livello o grado complessivo di criticità” dell’opera progettata in riferimento alla salute pubblica</i>		100

Bibliografia	103
---------------------	-----

Sintesi delle attività del progetto	107
--	-----

Appendici	119
------------------	-----

Appendice A1	Criteri tecnici di compatibilità ambientale	121
Appendice A2	Esempi di prescrizioni del Ministero dell’Ambiente	145

Indice analitico	161
-------------------------	-----

Prefazione

Questo volume appartiene a una nuova serie di pubblicazioni, nuova nel contenuto nella veste grafica, che la Fondazione Lombardia per l'Ambiente inaugura a conclusione del programma di valorizzazione dei risultati dei tre importanti progetti da essa promossi e finanziati fra il 1994 e il 1997. Si tratta di ricerche che, facendo perno sulla prevalente collaborazione di istituti universitari e di altri enti di ricerca della nostra regione, sono state proposte e sostenute dalla Fondazione per affrontare importanti questioni di inquinamento e degrado ambientale nel contesto del territorio regionale.

Le tematiche affrontate riguardavano rispettivamente:

1. la gestione del territorio in relazione allo smaltimento dei rifiuti tossico-nocivi (coordinatore Prof. Giuseppe Marchetti, Università di Pavia);
2. gli effetti dell'inquinamento sui sistemi agricoli e forestali (coordinatore Prof. Sergio Cocucci, Università di Milano);
3. la qualità dell'aria nell'area metropolitana milanese e i suoi riflessi sulla salute dell'uomo (coordinatore Prof. Paolo Beltrame, Università di Milano).

I progetti, una volta conclusi, sono stati oggetto di un'attenta opera di valutazione al fine del trasferimento dei loro risultati e della valorizzazione del **know how** maturato nel loro svolgimento. Questo processo è stato affidato a un gruppo di studio formato dai professori Demetrio Pitea (progetto 1), Francesco Sartori (progetto 2) e Bruno Rindone (progetto 3) e dall'avvocato Ada Lucia De Cesaris, esperta in diritto ambientale, per tutti gli aspetti relativi ai rapporti con la Pubblica Amministrazione.

In questo ambito, infatti, si erano voluti individuare gli "utilizzatori finali" dell'azione di trasferimento, secondo una metodologia adottata in sede comunitaria europea, volta a trasmet -

tere i risultati della ricerca scientifica a coloro che sul piano istituzionale (e in seconda istanza anche professionale e produttivo) hanno responsabilità nelle decisioni in campo ambientale. Si è pertanto impostato un programma di **auditing**, grazie anche al proficuo rapporto di collaborazione con l'assessorato all'Ambiente della Regione Lombardia, con le strutture tecnico-amministrative e regionali, per mettere a punto contenuti e finalità del programma di ricerca.

La pubblicazione di questo volume (accanto agli altri otto libri delle tre serie in pubblicazione) conclude questa fase di valorizzazione dei primi tre grandi progetti coordinati di ricerca che consideriamo di sicura rilevanza scientifica, sviluppati dalla nostra Fondazione.

Rivolgiamo un caloroso ringraziamento ai professori Demetrio Pitea, Bruno Rindone e Francesco Sartori e all'avvocato Ada Lucia De Cesaris che hanno diretto con impegno e competenza l'intero programma di valorizzazione insieme con il coordinatore scientifico della Fondazione Prof. Antonio Ballarin Denti. Siamo altresì riconoscenti per l'efficace collaborazione fornita dai funzionari della Regione Lombardia, responsabili dei settori oggetto delle singole opere, e che ringraziamo più specificatamente nelle pagine introduttive dei vari volumi. Gli uni e gli altri hanno fornito un prezioso contributo al nostro programma dimostrando – in coerenza con un paradigma culturale della nostra Fondazione – che scienza e azione politico-amministrativa nel campo ambientale possono trovare un terreno serio e costruttivo di collaborazione e sviluppo comune.

Il Presidente
Giovanni Bottari

Introduzione

La formulazione e la presentazione alla Fondazione Lombardia per l'Ambiente dello Studio di fattibilità per il Progetto di ricerca "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi" risale al giugno 1992. Nello studio veniva messo in evidenza come le attività di R&S proposte fossero ampiamente giustificate dal sempre più frequente rinvenimento, quasi sempre casuale, di depositi o di ammassi abusivi di rifiuti potenzialmente pericolosi, distribuiti su tutto il territorio nazionale. In particolare, si rilevava la presenza di numerosi siti localizzati in aree a elevata densità di industrializzazione della Regione Lombardia, dei quali una frazione significativa non era direttamente originata da attività industriali ma dovuta allo smaltimento abusivo di rifiuti sul suolo, specialmente nelle adiacenze di importanti vie di comunicazione. Veniva peraltro messo in evidenza come questi eventi incrementassero nella pubblica opinione la già notevole associazione tra "elevato rischio" e "gestione del ciclo dei rifiuti" contribuendo, giustamente e significativamente, allo stabilirsi di situazioni di opposizione a qualsiasi tipo di intervento. Veniva infine evidenziato come la predisposizione dei Piani Regionali per la bonifica di aree inquinate (previsti dal DL 361/87, convertito con modificazioni nella legge 441/87) e dei relativi programmi e progetti di intervento, corredati dalla valutazione delle priorità e dalla stima dei costi, fosse resa difficile dalla carenza di metodologie di individuazione sistematica e di caratterizzazione dei siti nonché di definizione della qualità dei suoli e, quindi, di criteri decisionali ottimali rispetto alla messa in sicurezza e agli interventi di bonifica da effettuare in funzione del ripristino ambientale dell'area e del suo riutilizzo.

Oggi, a progetto di ricerca concluso, la sempre maggiore attualità di queste problematiche rende evidente la lungimiranza dei Proponenti il progetto e della Fondazione Lombardia per l'Ambiente che, dopo aver approvato il progetto esecutivo presentato nel giugno 1993, ha rapidamente finanziato le attività di ricerca, successivamente sviluppate negli anni 1994-1996. Nello stesso tempo, l'attualità giustifica l'ulteriore sforzo fatto dalla Fondazione per la trasfor-

mazione dei risultati delle ricerche in “strumenti operativi”, capaci di evidenziare il carattere sinergico della collaborazione tra il livello istituzionale e il livello scientifico.

Gli obiettivi del Progetto di ricerca “Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi”, del quale era Coordinatore Scientifico il Prof. Giuseppe Marchetti dell’Università degli Studi di Pavia, comprendevano: l’individuazione e il censimento, tramite sistematici piani d’indagine nella Provincia di Pavia, delle aree contaminate a seguito di smaltimento abusivo di rifiuti potenzialmente pericolosi; la loro caratterizzazione, soprattutto ai fini della valutazione del rischio ambientale; la conseguente determinazione delle priorità di intervento; la definizione delle modalità di bonifica o di messa in sicurezza e di recupero finale. Accanto a questi obiettivi, rilevanza non secondaria hanno avuto lo studio di nuove tecnologie di trattamento e di smaltimento di rifiuti potenzialmente pericolosi e gli aspetti giuridici e finanziari.

Per la realizzazione di questi obiettivi, le attività erano state articolate su due linee di ricerca, fra loro strettamente interconnesse:

- **La Linea 1**, della quale era responsabile scientifico il Prof. P.L. Vercesi, aveva per oggetto lo studio dei “Metodi di individuazione, di bonifica e/o di messa in sicurezza e di recupero territoriale delle discariche e degli ammassi abusivi, o comunque non regolamentati, di sostanze tossiche e nocive”.
- **La Linea 2**, della quale era responsabile scientifico il Prof. V. Riganti, aveva per oggetto lo studio di “Nuovi criteri di individuazione di siti ambientalmente idonei alla realizzazione di impianti di stoccaggio provvisorio o definitivo (discariche) di rifiuti tossici e nocivi, con definizione delle tecniche di realizzazione, di conduzione e di recupero finale”.

La natura tipicamente interdisciplinare dei problemi da affrontare richiedeva competenze specifiche nei campi della chimica, della geologia, dell’ingegneria sanitaria, della biologia e microbiologia, della fisica, della medicina del lavoro, delle scienze ambientali, delle scienze economiche e delle scienze giuridiche.

Per soddisfare queste esigenze, erano state attivate 12 Unità Operative (UO) facenti capo all’Università degli Studi di Pavia, all’Università degli Studi di Milano, al Politecnico di Milano e all’Istituto per l’Ambiente di Milano: le UO avevano differente estrazione scientifica e precedenti sostanziali esperienze nel settore.

Alla ricerca ha partecipato anche un gruppo di lavoro dell’Università di Pavia.

Complessivamente, alle attività di ricerca hanno partecipato 75 ricercatori, fra i quali 15 professori ordinari, 20 professori associati, 20 ricercatori universitari, 11 tecnici universitari e 9 neolaureati (con contratti di formazione).

Per l’acquisizione di alcune tipologie di dati è stato necessario ricorrere a collaborazioni esterne. Tra queste, alcune hanno avuto il carattere di vera e propria collaborazione scientifica e hanno portato, di fatto, alla costituzione di nuovi gruppi di lavoro. Una esperienza ha coinvolto l’Istituto CNR-IRRS di Milano e il Centro CNR-ITS di Pomezia, Progetto LARA (Laboratorio Aereo Ricerche Ambientali).

Altre collaborazioni sono state stabilite per servizi e fornitura di attrezzature. Rientrano in questa categoria le sperimentazioni di carattere geofisico eseguite con la collaborazione

della Società GEOINVEST di Piacenza e l'esecuzione di foto dall'alto, effettuata con la collaborazione di Aeroclubs locali.

Molto significativa è anche la collaborazione instaurata fra alcune UO (n° 3, 4 e 5) e il "Gruppo Italiano", coordinato da ENEA-UNICHIM, nell'ambito del Programma di ricerca "Studio comparativo su siti contaminati", che operava nell'ambito di una iniziativa della CEE. Lo scopo era quello di mettere a confronto le tecniche e le metodologie utilizzate in diversi Paesi europei e finalizzate alle attività di bonifica di un sito per pervenire, in prospettiva, a una direttiva comunitaria in materia di recupero ambientale dei siti.

Infine, appare opportuno citare che il Consiglio Nazionale delle Ricerche, nell'ambito del Progetto Strategico "Sistemi naturali e antropici: analisi delle trasformazioni ambientali, modelli di controllo e ipotesi di intervento", ha inserito il Sottoprogetto "Identificazione, caratterizzazione e recupero di aree contaminate" che riprende ed estende alcuni temi del Progetto della Fondazione Lombardia per l'Ambiente; in questo Sottoprogetto sono inserite due UO coordinate dai professori G. Marchetti e V. Vaccari.

Di seguito, sono riportati i dati relativi alle linee di ricerca e alle Unità Operative. Nell'Allegato, sono schematicamente riassunte le attività di ricerca e i risultati ottenuti da ciascuna UO.

LINEE DI RICERCA E UNITÀ OPERATIVE

- **Valutazione di impatto ambientale delle discariche di rifiuti tossici e nocivi in relazione a differenti tipologie di intervento e di recupero**
Dipartimento di Biologia Animale - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: Prof. S. Malcevschi
- **Criteri e metodologie di individuazione e caratterizzazione chimica di sostanze inquinanti in siti contaminati. Valutazione dei trattamenti in sito e negli impianti di rifiuti tossici e nocivi**
Dipartimento di Chimica Generale - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: Prof. T. Soldi
- **Rifiuti tossici e nocivi: valutazione critica dei trattamenti di bonifica in sito e negli impianti**
Dipartimento di Chimica Generale - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: Prof. V. Riganti
- **Strumenti economico-giuridici per il controllo e la gestione dei rifiuti tossici e nocivi**
Dipartimento di Ricerche Aziendali - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: Prof. V. Vaccari
- **Aspetti geologici, idrogeologici, geomorfologici e geofisici connessi alle problematiche dell'individuazione e della bonifica delle discariche abusive occultate**
Aspetti geologici, idrogeologici, geomorfologici, geofisici e geotecnici inerenti all'individuazione e alla caratterizzazione di siti idonei alla realizzazione di discariche controllate e alle metodologie da seguire per la loro progettazione
Dipartimento di Scienze della Terra - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: Prof. P.L. Vercesi

- **Criteri per la progettazione delle discariche controllate**
Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: *Prof. G. Urbini*
- **I trattamenti chimico-fisici e biologici dei rifiuti tossici e nocivi**
Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: *Prof. C. Collivignarelli*
- **Valutazione del rischio e definizione di metodologie di prevenzione e controllo a tutela della salute pubblica**
Dipartimento di Medicina Preventiva Occupazionale e di Comunità - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: *Prof. C. Meloni*
- **Individuazione di fitocenosi correlate a substrati eterogenei di origine antropica**
Criteri geobotanici per la collocazione di discariche; reinsediamento della copertura vegetale su discariche; programma di monitoraggio sull'evoluzione dei ripristini della vegetazione
Istituto di Botanica - Università degli Studi di Pavia
Responsabile: *Prof. A. Pirola*
- **Tecniche di bonifica di terreni contaminati: valutazione dei campi di applicazione ottimali e delle procedure di svolgimento degli studi di fattibilità**
Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento - Politecnico di Milano
Responsabile: *Prof. L. Bonomo*
- **Impatto di discariche sulle componenti biotiche e abiotiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei**
Dipartimento di Scienze Ambientali - Università degli Studi di Milano
Responsabili: *Prof. R. Marchetti e Prof. A. Occhipinti*
- **Gli interventi sul percolato**
Formazione, trattamento e smaltimento del percolato prodotto da discariche per rifiuti speciali
Istituto per l'Ambiente - Milano
Responsabile: *Ing. G. Bressi*

I risultati prodotti da questo progetto di ricerca sono stati numerosi e ricchi di dati, informazioni e proposte di sicuro interesse.

Le esigenze di valorizzazione e trasferimento dei risultati, così come definite dalla Fondazione Lombardia per l'Ambiente, hanno tuttavia imposto di operare delle scelte nella realizzazione dei prodotti.

Le scelte effettuate non hanno una giustificazione di merito, ma sono fondate esclusivamente sull'esigenza di avviare l'attività di trasferimento in tempi rapidi e di rispondere alle richieste di informazione e approfondimento su temi specifici, individuati dall'amministrazione regionale in quanto ritenuti di maggiore attualità.

Pertanto, su questa base e per questa prima fase, il Gruppo di lavoro costituito per la valorizzazione del Progetto di ricerca "Gestione del territorio e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi" ha predisposto tre pubblicazioni che trattano, rispettivamente, i "Criteri per la valutazione della qualità dei suoli", la "Individuazione, caratterizzazione e campionamento di ammassi abusivi di rifiuti pericolosi" e i "Criteri per la realizzazione di impianti di stoccaggio di rifiuti residui".

Queste pubblicazioni sono il risultato di uno specifico lavoro di organizzazione, sistemazione e, in alcuni casi, implementazione di quanto emerso dal lavoro svolto dalle Unità Operative esplicitamente citate in ciascun volume.

Ciascuna delle tre pubblicazioni, il cui contenuto è descritto nelle relative introduzioni, ha un obiettivo specifico. In particolare: la prima vuole fornire strumenti di base e procedure operative per poter procedere nella valutazione della qualità dei suoli; la seconda vuole fornire una panoramica dello stato dell'arte delle metodologie di individuazione e caratterizzazione di siti oggetto di scarico abusivo; la terza vuole fornire strumenti di base da utilizzare per l'individuazione dei siti, per la progettazione e costruzione di discariche, per il loro collaudo e gestione.

Come detto, un importante supporto nella realizzazione di queste pubblicazioni è stato fornito dalla Regione Lombardia; si desidera, in particolare, ringraziare l'Ing. Mille e il Dr. Di Nuzzo, che hanno collaborato e fornito preziosi consigli per il perseguimento dell'obiettivo di fornire prodotti accessibili e utilizzabili anche da parte di chi ha precise responsabilità operative oltre che istituzionali.

Infine, è importante rilevare che il Gruppo di lavoro ha già individuato altre possibili pubblicazioni, con le quali concludere il programma di trasferimento e valorizzazione di tutti i risultati della ricerca. Questa possibilità è oggi oggetto di valutazione da parte della Fondazione.

**Demetrio Pitea
e Ada Lucia de Cesaris**

Premessa

Nell'ambito delle attività di smaltimento è d'obbligo distinguere tra attività di demolizione e messa in discarica. Il recente documento recante la strategia comunitaria per la gestione dei rifiuti non solo colloca lo smaltimento tra le ultime opzioni possibili, dopo l'impegno per la prevenzione nella produzione dei rifiuti e il recupero, ma dichiara anche che, tra le attività comprese nello stesso, la messa in discarica deve ritenersi l'ultima e la meno valida soluzione.

Tuttavia, la stessa Commissione è cosciente che le discariche costituiscono l'unica forma ragionevole di smaltimento dei rifiuti solidi residuati da precedenti trattamenti.

Questa impostazione è stata recepita anche dalla nuova normativa nazionale in materia di rifiuti, così come recentemente definita dal Decreto Legislativo n. 22/97 (il "decreto Ronchi").

In questo quadro deve quindi essere collocato il presente volume, che intende offrire un contributo per tutti quei casi nei quali, non essendo possibile rinunciare alla messa in discarica, è però necessario riuscire a localizzarla in modo da ridurre al minimo il suo impatto sul territorio.

La localizzazione costituisce infatti una operazione complessa e delicata. La scelta è infatti condizionata da numerosi fattori imprescindibili, come le tante disposizioni di legge inerenti i diversi comparti ambientali potenzialmente interessati dall'opera, e numerosi altri fattori che rendono il sito prescelto più o meno favorevole; tra questi, per esempio, si devono considerare le caratteristiche naturali del suolo, dalle quali dipende la sicurezza intrinseca del sito e certamente anche il costo di realizzazione dell'impianto.

In questo volume si prendono in considerazione alcuni stadi fondamentali del processo di scelta della localizzazione per questo tipo di impianti, illustrando alcune metodologie di studio del territorio finalizzate a tale scopo.

Il primo capitolo è dedicato più in generale ai criteri secondo i quali si giudica della compatibilità ambientale di un impianto. Si considerano tutti i possibili obiettivi di un progetto che assuma, come una priorità assoluta, la compatibilità tra l'opera costruita e l'ambien-

te che la ospita: a partire da quello cosiddetto a “rischio zero”, per poi considerare l’entità degli eventuali peggioramenti della qualità ambientale accettabili e le possibili compensazioni di tali peggioramenti. Largo spazio viene dedicato inoltre ai criteri che più comunemente vengono utilizzati attualmente da parte degli enti responsabili dell’autorizzazione dei progetti di questo tipo: si tratta essenzialmente del criterio del rispetto di standard di emissione prefissati (spesso già stabiliti dal legislatore) e di quello dell’uso delle migliori tecnologie disponibili. Un aspetto che non può essere trascurato è infine quello dell’accettazione sociale dell’intervento poiché, come è noto, il netto rifiuto della popolazione, indipendentemente dal fondamento delle critiche mosse al progetto in esame, spesso causa il fallimento di operazioni anche molto positive sotto il profilo tecnico. Gli autori evidenziano pregi e difetti di tutti i criteri enunciati e propongono a loro volta una loro integrazione, allo scopo di compensare le mancanze dei singoli criteri.

Nei capitoli successivi si considerano le operazioni necessarie per avviare uno studio di localizzazione per una discarica, con particolare riferimento a quelle destinate ai rifiuti pericolosi.

Innanzitutto si citano le numerosissime normative, a livello sia statale che regionale, che devono essere prese in considerazione: esse riguardano sia le caratteristiche che un sito deve possedere per poter essere ritenuto idoneo (caratteristiche del suolo e delle acque eventualmente presenti, distanza dai centri abitati ecc.), sia le porzioni di territorio che invece devono essere escluse a priori dalle possibili zone di localizzazione per effetto di particolari vincoli (per esempio, vincolo idrogeologico, parchi, fasce di rispetto ecc.). Il primo stadio di uno studio di localizzazione si conclude con la realizzazione di una carta del territorio considerato, nella quale si sovrappongono tutte le aree in qualche modo vincolate, in modo da far risaltare per differenza le aree rimaste libere da vincoli: in queste aree si dovranno approfondire in seguito le ricerche per individuare i siti potenzialmente favorevoli alla localizzazione. Per quanto riguarda i rifiuti solidi urbani, questo studio viene completato generalmente in sede di redazione dei piani provinciali di smaltimento e le carte tematiche risultanti possono essere utilizzate come spunto anche per la localizzazione di impianti di stoccaggio definitivo di rifiuti pericolosi. Queste carte dovranno essere successivamente modificate per tenere conto delle prescrizioni particolari riservate a quest’ultimo tipo di rifiuti (per esempio, la distanza dai centri abitati dovrà essere maggiore).

Trattandosi di impianti di scarico controllato, il principale criterio di esclusione tra le aree già giudicate potenzialmente idonee sotto il profilo normativo riguarda gli aspetti geologici, idrologici e idrogeologici, ai quali viene dedicato un intero capitolo. Si fa riferimento in particolare al territorio lombardo e alle sue caratteristiche morfologiche, considerando la possibilità di realizzare discariche soprattutto nelle zone collinari o di pianura. Il capitolo termina con un esempio, la descrizione di realizzazione di un sito ritenuto idoneo sotto il profilo geologico e morfologico, del quale vengono discusse nel dettaglio le caratteristiche positive.

L’ultimo capitolo del volume è dedicato ai potenziali effetti di un impianto di smaltimento di rifiuti pericolosi sulla salute pubblica. Ci si sofferma a lungo su questo aspetto perché, come viene ben evidenziato dagli autori, negli studi di Compatibilità Ambientale realizzati per impianti di questo tipo, la salute delle persone è stata finora considerata poco o per nulla, tanto che l’Organizzazione Mondiale della Sanità ha ritenuto indispensabile richiamare i responsabili (siano essi i tecnici redattori dello studio o i funzionari addetti al controllo) a una maggiore attenzione ai problemi della salute e agli effetti indotti su di essa dalle opere progettate. L’idoneità

dei siti individuati come potenziali ospiti di una discarica può essere quindi ordinata gerarchicamente anche in funzione delle caratteristiche socio-demografiche e sanitarie delle popolazioni interessate, in modo da non gravare ulteriormente su situazioni già critiche o da non compromettere ambienti troppo delicati sotto questo profilo.

Dopo aver effettuato tutte le valutazioni descritte in questo volume, si avrà un quadro piuttosto esauriente delle aree potenzialmente idonee a ospitare impianti di stoccaggio definitivo di rifiuti pericolosi all'interno di un certo ambito territoriale. Tra queste, la scelta definitiva dovrà essere effettuata sulla base del risultato di studi più approfonditi, che comprendono la determinazione delle caratteristiche geologiche e idrogeologiche di dettaglio, lo studio degli aspetti socio-economici, paesaggistici ecc. La descrizione di tali studi di dettaglio esula dai contenuti di questo volume: i criteri da utilizzare in tale fase per il giudizio di idoneità di un singolo sito sono infatti troppo intimamente legati alle peculiarità del sito stesso per poter essere generalizzati in questa sede.

*In questo volume sono riportati i risultati dell'attività
di ricerca svolta dalle Unità Operative:
UO 1, responsabile Prof. S. Malcevschi;
UO 5, responsabili Proff. G. Marchetti e P.L. Vercesi;
UO 8, responsabile Prof. C. Meloni.*

*Il volume è stato redatto da un gruppo di lavoro coordinato
dal Prof. Demetrio Pitea, dall'Ing. Cinzia Acaia
e dall'Avv. Ada Lucia De Cesaris e composto da:
Dr. Elena Collina, Dr. Marina Lasagni,
Dr. Raffaella Pogliani.*

Capitolo 1

**Criteri generali
di compatibilità
ambientale**

Valutare la compatibilità ambientale di un intervento in fase di progetto comporta la stima delle variazioni di qualità provocate sull'ambiente; tale giudizio, che può avere livelli di formalizzazione tecnica più o meno spinti, è in ogni caso il risultato dell'applicazione di criteri espliciti o impliciti. Alcuni di tali criteri tecnici sono dettati da specifiche normative di settore, come quelle citate nelle schede dell'Appendice A1.

La verifica tecnica della significatività delle variazioni di qualità ambientale richiede la specificazione dei criteri metodologici e operativi adottati, che devono essere i più rigorosi possibili. Nel seguito si riporta una rassegna dei criteri più comunemente utilizzati a questo scopo, di cui si illustrano brevemente pregi e difetti.

Le implicazioni dell'uso dei criteri sono state analizzate rispetto a un diagramma generale di riferimento che riporta in ascissa il tempo e in ordinata una scala ideale di qualità. Nella sua utilizzazione pratica tale scala di qualità sarà rappresentata, di volta in volta, da singoli fattori significativi ai fini dei giudizi: concentrazioni di sostanze presenti nelle matrici ambientali, parametri relativi a fattori idrogeologici, usi del suolo ecc. Il sistema usato è molto vicino a quello classico della ricerca operativa che si fonda sulle funzioni di utilità.

Si è peraltro ritenuto più utile, rispetto agli effettivi processi di valutazione, non utilizzare la tradizionale scala di qualità compresa entro un intervallo "0-1" (o 0-100) ove lo zero rappresenta il minimo e 1 (o 100) il massimo di qualità possibile.

La scala qui utilizzata varia tra "-1" e "+1". Si è infatti ritenuto opportuno differenziare i fattori intrinsecamente negativi (per esempio, le sostanze pericolose), da quelli che possono assumere valenze intrinsecamente positive (per esempio, usi del suolo a parco naturale).

L'interpretazione delle variazioni di qualità viene fatta in relazione a determinate soglie di riferimento. In particolare, il diagramma rappresentato in *figura 1.1* e utilizzato nelle figure successive prevede le seguenti soglie:

SE: Soglia di eccellenza, al di sopra della quale si ammette l'esistenza di valori ambientali di primaria importanza.

CR: Condizioni normali di riferimento.

SA: Soglia di allarme.

SC: Soglia di crisi, al di sotto della quale ci si considera in condizioni di inaccettabilità.

Si può ipotizzare, di regola, che l'incompatibilità ambientale scatti quando la qualità scenda al di sotto della soglia di crisi (SC) o quando, partendo da situazioni di eccellenza ambientale (che richiedono una protezione specifica), si scenda al di sotto della relativa soglia (SE).

Dal punto di vista tecnico diventa essenziale definire le soglie di crisi (SC): non necessariamente devono esistere evidenze scientifiche che dimostrino come il superamento delle soglie individuate comporti il collasso del sistema. In molti casi può essere sufficiente identificare, attraverso opportune convenzioni tecniche, i livelli il cui superamento comporti comunque una condizione di criticità inaccettabile. Dal punto di vista pratico, si possono far coincidere le soglie di crisi (SC), nei molti casi possibili, con i valori limite fissati da normative specifiche. Per la realtà italiana, si pensi per esempio, al DPR 203/85 in materia di inquinamento atmosferico, al DL 130/92 in tema di inquinamento idrico, alle norme in materia di rumore oppure alle normative in corso di definizione per quanto riguarda le concentrazioni di sostanze pericolose nei suo-

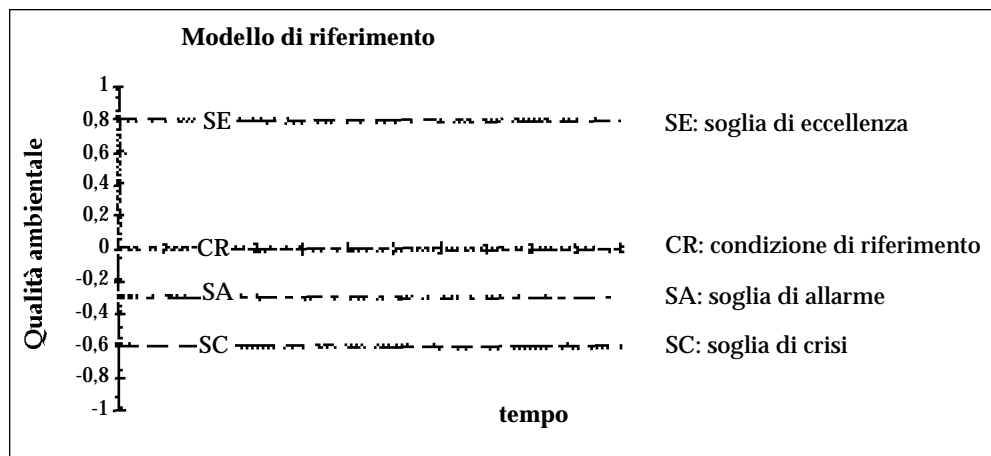


Figura 1.1 - Diagramma di riferimento.

li o nelle falde. Alcune tra le normative indicate distinguono tra “valori limite” (che non devono essere superati), e “valori guida”, che costituiscono il riferimento per azioni di risanamento in sede di programmazione, qualora risultino superati. Tali riferimenti “guida” rappresentano situazioni di relativa tranquillità, pur essendo superiori alle condizioni naturali di riferimento.

Sempre dal punto di vista tecnico, sarebbe opportuno aggiungere alle precedenti una ulteriore soglia corrispondente ai valori guida, compresa tra i valori di allarme e quelli delle condizioni di riferimento. Nei diagrammi utilizzati in questa sede tale soglia “guida” non è stata aggiunta per semplicità espositiva, anche se dovrebbe essere considerata in una trattazione completa della materia. In assenza di limiti di legge specifici, si può far riferimento a soglie indicate, dalla letteratura tecnico-scientifica, come soglie di allarme o di crisi.

Per quanto riguarda le condizioni normali di riferimento (CR), esse potranno essere date, a seconda dei casi, dai valori del fondo naturale in assenza di perturbazioni o dalle condizioni medie presenti sul territorio considerato (purché non ci si trovi già in condizioni di criticità). In determinati casi sarà anche possibile utilizzare, al posto di singoli parametri, indici sintetici che combinino informazioni parziali e rendano conto del sistema complessivo. Le soglie di riferimento potranno allora essere definite convenzionalmente rispetto a tali indici.

Nel seguito vengono discussi alcuni dei criteri utilizzabili.

1.1 Rischio zero

Il criterio apparentemente più semplice e risolutivo è quello del “rischio e impatto zero”. Utilizzando questo criterio si accetta un nuovo intervento in progetto solo qualora esso non produca alcun impatto indesiderato o non comporti rischi negativi di alcun genere.

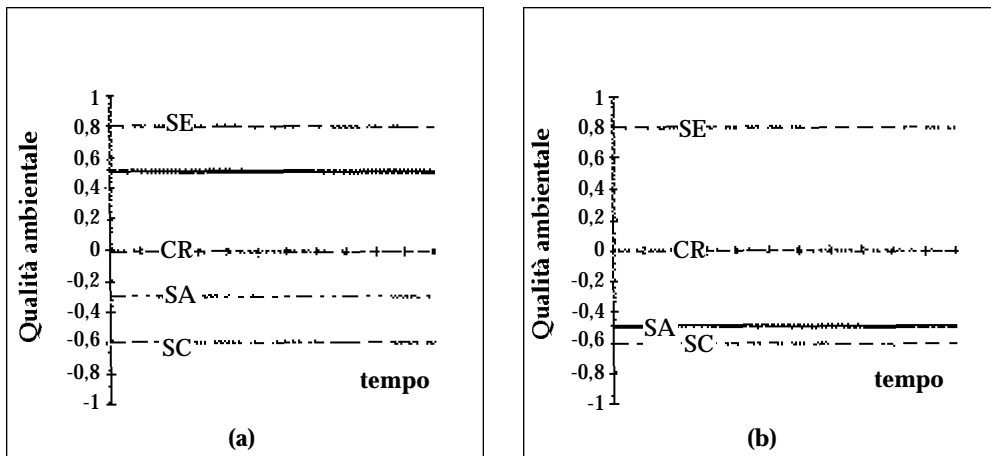


Figura 1.2 - Rischio zero.

Nel caso di impianti di smaltimento di rifiuti, questo significa non accettare soluzioni che lascino probabilità anche minime per successive diffusioni di sostanze pericolose per la salute umana o di fattori di disagio, quali odori molesti.

Rispetto al diagramma di riferimento (*figura 1.1*), il criterio esige che la curva che descrive le variazioni nel tempo non subisca diminuzioni. Se ci si trova in condizioni di qualità discreta, esse dovranno essere preservate (*figura 1.2a*). In realtà, anche per situazioni inizialmente critiche (*figura 1.2b*), nelle quali il progetto in questione (per esempio, un impianto di smaltimento rifiuti), pur risolvendo alcuni problemi (per esempio, a livello di area vasta), ne crea qualcuno aggiuntivo (per esempio, a livello locale).

Questo è un criterio teorico, tecnicamente non utilizzabile.

Qualunque intervento in progetto comporta infatti qualche perturbazione dell'ambiente esistente. Le perturbazioni possono essere di tipo fisico: nel momento in cui si realizza un'opera si consumano inevitabilmente materiali e spazi che potrebbero essere usati per altri scopi potenzialmente migliori. Oppure possono esservi perturbazioni di tipo chimico: ogni azione produrrà inevitabilmente emissioni, dirette o indirette (per esempio, attraverso il traffico indotto nelle fasi di cantiere e di esercizio).

Qualora questo criterio venisse adottato come strumento normale di decisione, si avrebbe come risultato il blocco di qualsiasi attività di qualsiasi genere.

1.2 Rispetto di standard di emissione

Il principale criterio per valutare l'accettabilità degli interventi è molto spesso, nella pratica tecnica, quello di verificare che non vengano superati limiti di emissione (o di scarico) previsti da normative esistenti. Qualora vi siano elementi per ritenere che le tecnologie adottate dal progetto non rispettino gli standard di emissione previsti, è praticamente automatico un giudizio di inaccettabilità dell'intervento in progetto.

Limiti di questo tipo possono essere costituiti da standard di legge, con valore cogente: se non rispettati, il responsabile degli scarichi può dunque subire sanzioni o azioni penali. Oppure i limiti possono avere anche un semplice valore indicativo, senza un vero valore legale; per esempio, possono essere il frutto di un accordo non vincolante tra gli operatori di un determinato settore produttivo, affinché le opere che da essi dipendono garantiscano determinate prestazioni ambientali minime comuni.

Questo criterio ha avuto un'ampia applicazione, soprattutto in riferimento a normative relative all'inquinamento dell'aria e dell'acqua. Nel campo dello smaltimento dei rifiuti costituiscono esempi di questo tipo il caso dei limiti di emissione (per esempio, per le policlorodibenzo-*p*-diossine) fissati per gli impianti di incenerimento, e il rispetto dovuto alle normative in materia di inquinamento idrico, per quanto riguarda gli scarichi liquidi delle discariche.

Un vantaggio pratico dell'uso del criterio è che gli operatori interessati hanno un immediato riferimento per progettare le opere. Un altro vantaggio, in sede di programmazione, è che si può procedere rapidamente a dimensionamenti di massima degli interventi da prevedere.

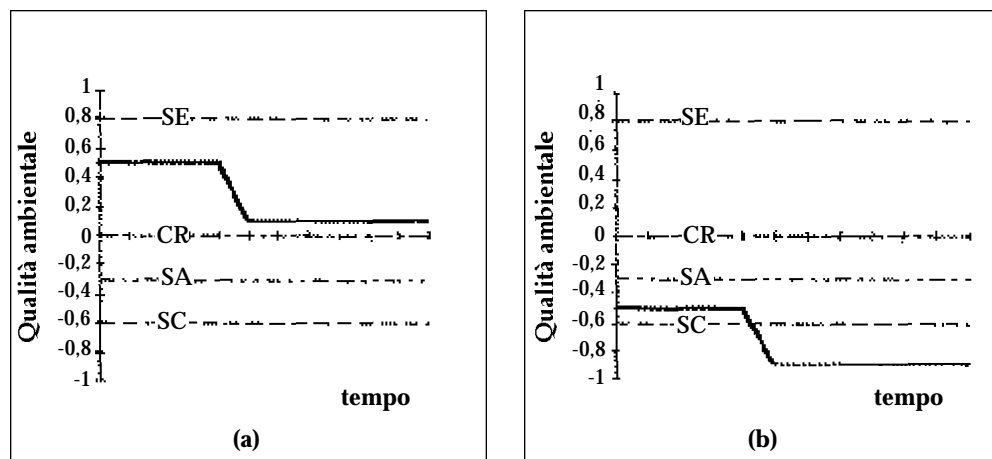


Figura 1.3 - Standard di emissione.

Un vantaggio solo apparente del criterio è che non si richiedono preventivamente indagini più o meno lunghe e complesse sull'ambiente nel quale si inserisce l'opera in progetto.

Una limitazione pratica per l'applicazione del criterio è costituita dalla necessità di un sistema di controlli molto impegnativo da parte delle autorità competenti.

La figura 1.3b mostra i limiti tecnici di fondo di tale criterio. Standard di questo tipo non sono in genere molto cautelativi, dovendo tenere conto delle capacità attuative di tutti i soggetti presenti sul territorio, molti dei quali non in grado di sop-

portare elevati costi per il disinquinamento. Inoltre, qualora gli standard vengano rispettati, si possono creare situazioni di inaccettabilità sul piano ambientale: qualora la situazione ambientale iniziale sia già critica, l'abbassamento della qualità provocato dall'emissione, pur consentita dalla legge, potrebbe essere tale da provocare il superamento della soglia di inaccettabilità.

Lo stesso risultato negativo si può anche avere qualora siano presenti nel medesimo ambiente numerosi scarichi dello stesso tipo. L'inquinamento indotto dalle opere può essere modesto se considerato per i singoli impianti, ma la somma dei molteplici contributi può far sì che nell'ambiente ricettore siano superate le soglie di accettabilità.

Nello stesso tempo, si tratta evidentemente di un criterio imprescindibile, che deve essere necessariamente rispettato; un criterio necessario quindi, ma non sufficiente.

1.3 Uso delle migliori tecnologie disponibili

Un altro criterio, sempre riferito ai valori di emissione, è quello che impone l'uso delle migliori tecnologie disponibili (il criterio è tradizionalmente conosciuto con la sigla "BAT", ovvero *Best Available Technology*). Anche questo criterio si basa sulla definizione di limiti di interferenza che non devono essere superati. In questo caso, l'accettabilità di un dato intervento non è tuttavia legata al rispetto di generici e indifferenziati standard di emissione: si prende atto degli spazi offerti dalla tecnologia per raggiungere le migliori prestazioni sul piano ambientale e, quindi, per minimizzare il degrado ambientale prodotto.

Qualora nuove tecnologie in grado di ridurre significativamente gli impatti dimostrino di essere economicamente sostenibili, a tali tecnologie può essere riconosciuto lo stato di BAT e i valori di emissione associati a queste nuove tecnologie possono essere presi come riferimento per le autorizzazioni agli impianti del settore in oggetto.

Questo criterio è più flessibile dei semplici standard di emissione. La miglior tecnologia non necessariamente si riferisce a valori di scarico, ma può riguardare qualsiasi altra prestazione dell'intervento o di parte di esso: per esempio, l'impermeabilità e la durata dei teli di impermeabilizzazione di una discarica, la modalità di costruzione di una strada, la percentuale di riciclo delle acque usate, la natura delle soluzioni usate per il recupero delle aree ecc. Al contrario del criterio degli standard di emissione, quello in discussione favorisce l'evoluzione positiva delle tecnologie, premiando quelle maggiormente competitive per quanto riguarda le prestazioni sul piano della qualità ambientale. Questo criterio può alleggerire il peso dei controlli e favorire quello delle politiche di prodotto. Mentre il rispetto dei limiti di emissione è un semplice atto dovuto, l'analisi della tecnologia utilizzata permette inoltre di entrare effettivamente nel merito degli effetti ambientali di "quella specifica opera in progetto". L'uso corretto del criterio implica che il progettista precisi le prestazioni specifiche ricercate sul piano ambientale e che confronti diverse alternative tecnologiche.

È evidente che, rispetto al criterio degli standard di emissione, quello della miglior tecnologia disponibile consente risultati sensibilmente migliorativi sul piano ambientale. Imponendo l'utilizzo di tecnologie a elevata efficienza si possono limitare rilasci inquinanti evitabili (ancorché rispettosi delle norme vigenti) e, quindi, indebiti dal punto di vista ambientale (figura 1.4a).

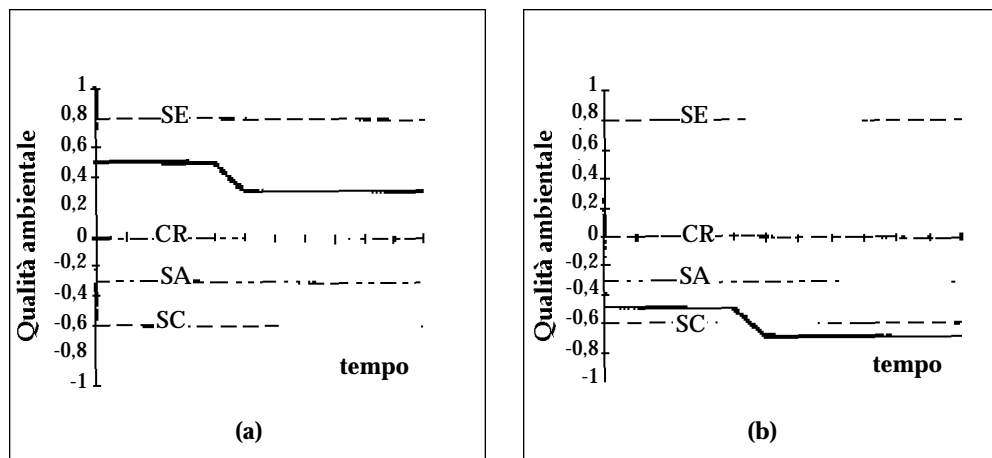


Figura 1.4 - Migliori tecnologie disponibili.

Il criterio contiene tuttavia margini di ambiguità dal punto di vista tecnico: cosa significa infatti “disponibile”? Vi sono tecnologie brillanti che hanno superato la fase sperimentale, ma che ancora non sono presenti sul mercato e non sono quindi praticamente utilizzabili dagli operatori. Sul mercato (o sui mercati esteri soggetti a normative differenti) possono esistere tecnologie molto efficaci sul piano ambientale ma anche molto costose, la cui adozione può costituire un reale problema sul piano economico. Si pone dunque la questione se sia lecito o meno che le autorità di governo attuino forzature per l’applicazione di misure di questo tipo.

Sulla base di queste considerazioni, la definizione del metodo è stata parzialmente modificata: si parla allora di migliori tecnologie “praticamente” disponibili (BAPT: *Best Available Practical Technologies*). Si può ricordare in proposito che, il 28 giugno 1984, il Consiglio delle Comunità Europee ha adottato una direttiva con lo scopo di definire misure e procedure per prevenire o ridurre l’inquinamento atmosferico prodotto da sorgenti stazionarie (per esempio, impianti industriali), alla cui base vi è appunto il concetto di *best available technology that does not entail excessive cost* (migliore tecnologia disponibile che non comporti costi eccessivi) che deve essere introdotta nel progetto dell’impianto prima dell’autorizzazione all’esercizio. Un altro esempio pratico è costituito da uno specifico documento tecnico del 1989 relativo ai forni di incenerimento, dove il *Directorate General for Environmental and Nuclear Safety and Civil Protection* della Commissione delle Comunità Europee definisce la BAT come la tecnologia (o il complesso di tecnologie) che l’esperienza operativa ha sufficientemente dimostrato, tra quelle commercialmente disponibili ed economicamente sostenibili quando applicate al settore industriale in oggetto, essere in grado di minimizzare le emissioni nell’atmosfera.

Nello stesso tempo, questo criterio riduce i problemi posti dagli standard di emissione, ma non li elimina (figura 1.4b). Infatti:

- vi potranno essere casi di superamento della soglia di inaccettabilità sul piano am-

bientale anche rispettando il criterio in oggetto, qualora la riduzione di qualità sia comunque consistente;

- nuove opere potranno essere realizzate anche qualora la situazione ambientale iniziale sia già molto critica, incrementando quindi ulteriormente la criticità iniziale;
- non si risolve il problema degli impatti cumulativi provocati da numerosi piccoli interventi in un medesimo contesto ambientale, creando le condizioni per un superamento delle soglie di inaccettabilità.

1.4 Rispetto di standard di ricettività ambientale

I criteri precedentemente indicati vengono definiti “tecnologici” perché basati sui livelli di interferenza (emissioni, scarichi, scorie, consumi ecc.) prodotti all’origine, indipendentemente dal contesto ambientale. Come si è visto, tali criteri non tutelano rispetto al superamento di soglie di accettabilità ambientale.

Un altro ordine di criteri per l’accettazione degli interventi fa invece riferimento direttamente alla qualità del contesto ambientale e alle modifiche su di essa indotte dall’intervento, indipendentemente dalla tecnologia adottata. Il criterio di base è in questo caso quello della reale ricettività dell’ambiente nel quale si inserisce l’intervento in oggetto: fissate le soglie di qualità ambientale che non devono essere superate, non saranno giudicati ambientalmente compatibili quegli interventi per i quali si preveda che possano causare il superamento delle soglie fissate.

Le soglie di ricettività possono costituire un limite che non deve essere superato per legge o possono assumere solo un valore di riferimento, da raggiungere attraverso opportuni procedimenti tecnico-scientifici: come per gli standard di emissione, anche qui i limiti normativi possono avere un valore cogente o semplicemente indicativo.

Il criterio ha una sua innegabile evidenza: gli effetti dell’intervento in progetto non devono essere tali da comportare il superamento della capacità di sopportazione dell’ambiente. Si può dunque arrivare a sostenere che “ricettività ambientale” sia sinonimo di “compatibilità ambientale”.

Lo strumento è (almeno teoricamente) di semplice applicazione e costituisce il riferimento primario per le valutazioni di impatto: i problemi posti dai criteri tecnologici sono superati per definizione. Sembrerebbe dunque il criterio più logico e definitivo.

Tuttavia, anche questo criterio si dimostra insufficiente per la soluzione definitiva di importanti problemi di compatibilità ambientale. Basandosi esclusivamente su di esso, infatti, potrebbero essere accettati interventi che comportino consistenti emissioni e scarichi nell’ambiente (o rumori, ingombri volumetrici ecc.), fino al consumo completo dei margini di accettabilità (figura 1.5a). Potrebbero inoltre essere accettati consistenti abbassamenti di qualità ambientale, evitabili se si utilizzano tecnologie che, in molti casi, sono disponibili e non eccessivamente onerose. In condizioni prossime al livello di crisi, potrebbero infine essere accettati interventi capaci di incrementare significativamente il rischio che la crisi si verifichi (figura 1.5b).

Qualora, attraverso il cumulo degli interventi approvati, sia stata raggiunta la soglia di ricettività ambientale, il sistema diventa estremamente vulnerabile: basta un modesto incremento non previsto, o una modifica delle condizioni iniziali eventualmente dovuta a eventi indipendenti dall’azione umana (per esempio, par-

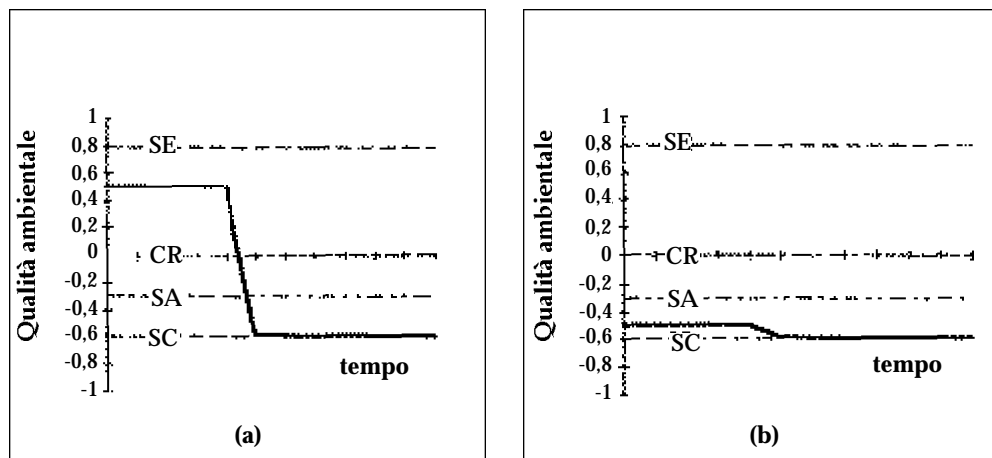


Figura 1.5 - Standard di ricettività ambientale.

ttorali condizioni meteo-climatiche), per far sì che la soglia di sopportazione dell'ambiente venga superata.

L'uso meccanico del criterio può quindi comportare consistenti impatti indebiti.

Un altro inconveniente è che si possono creare forti disparità di trattamento, entro un medesimo ambito territoriale, tra chi propone il progetto per primo (e quindi ha a disposizione margini di ricettività più consistenti) e chi propone il progetto in fasi successive; quest'ultimo ha minori margini di ricettività a disposizione.

L'applicazione del criterio presuppone inoltre una condizione non sempre disponibile: la sufficiente conoscenza della qualità ambientale di base. Nella realtà, se lo stato di conoscenza della qualità attuale dell'ambiente è ancora molto incompleto e frammentario, analizzare un problema di compatibilità ambientale (per esempio, dovendo effettuare uno studio di impatto) significa farsi carico di un'analisi preliminare dell'ambiente nel quale l'intervento si inserisce; in alcuni casi, l'analisi può essere alquanto impegnativa. Possono sorgere così forti tentazioni di evitare il lavoro di analisi: l'uso di criteri esclusivamente tecnologici (quali quelli esposti nei paragrafi precedenti) ha spesso motivazioni di questo genere, più o meno confessate.

In realtà, motivazioni di questo tipo dovrebbero essere combattute, in quanto premessa di decisioni avventate sul piano tecnico e amministrativo; una conoscenza adeguata (se non completa) della situazione ambientale iniziale è in verità il prerequisito imprescindibile di ogni corretta decisione tecnica e amministrativa.

1.5 Inaccettabilità di un peggioramento significativo

Un'evoluzione del criterio precedente è quella che impone di evitare un "peggioramento significativo" della qualità preesistente. In questo caso è giudicato accettabile un intervento che non comporti significative variazioni negative nell'ambiente in cui si inserisce.

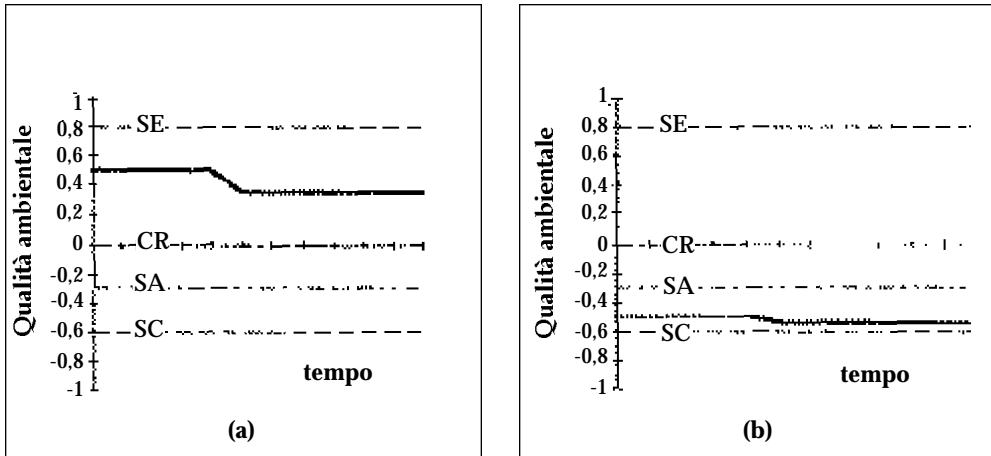


Figura 1.6 - Peggioramento significativo.

Il criterio parte dalle considerazioni critiche espresse in precedenza sull'applicazione meccanica del criterio della ricettività ambientale. Anche in questo caso, il presupposto è quello di giudicare la compatibilità ambientale di un intervento mediante il confronto tra gli effetti prodotti e i livelli di qualità ambientale in assenza dell'intervento stesso.

Questo criterio impone che non vi siano abbassamenti della qualità ambientale pregressa al di sotto di una quota prefissata (per esempio, il 10% nella figura 1.6a).

Questo criterio ha un'ampia applicazione nelle valutazioni di compatibilità ambientale, soprattutto quando non esistano soglie riconosciute ufficialmente. Lo stesso criterio è stato utilizzato per la definizione di accettabilità delle sostanze pericolose. Un intervento si giudica accettabile se comporta un incremento "trascurabile" dei livelli di criticità preesistenti; si rifiutano invece interventi che si traducono, realmente o apparentemente, in consistenti modifiche delle condizioni preesistenti.

Il criterio presuppone due tipi di convenzioni:

- che cosa si deve intendere per "qualità preesistente"?
- quale quota di variazione di qualità si considera "significativa"?

La "qualità preesistente" può essere infatti riferita a situazioni diverse; per esempio, per la qualità di un fiume si può far riferimento allo stato attuale dell'inquinamento, oppure si può far riferimento allo stato di qualità previsto per gli anni futuri una volta che sia stato attuato (attraverso le pianificazioni previste) un certo livello di risanamento delle acque.

Sono poi indispensabili precisazioni anche sulla natura dei dati di riferimento. Il dato di confronto può essere costituito dalla media statistica dei valori assunti dal parametro in questione (per esempio, la concentrazione media degli ossidi di azoto nell'aria del sito di intervento, quale risulta da campagne di rilevamento realizzate *ad hoc*), oppure da valori medi indicativi (per esempio, la concentrazione media di ossidi di azoto presente sul territorio circostante, quale risulta da indagini altrimenti effettuate).

te), oppure da valori rappresentativi dei momenti più critici (per esempio, il 98° percentile delle concentrazioni di ossido di azoto nell'area di interesse). Possibili soluzioni sono quelle di considerare, nelle diverse situazioni, le condizioni medie di riferimento, oppure "il caso peggiore". Il criterio del "caso peggiore" consente tra l'altro di utilizzare come confronto, in assenza di dati specifici, i dati più conservativi (ai fini delle valutazioni di qualità) misurati in altre occasioni per il territorio circostante.

La seconda convenzione è quella relativa al livello al di sopra del quale scatta la soglia di "significatività del peggioramento". Ipotizzando di aver definito il livello di qualità ambientale di riferimento, qual'è l'abbassamento percentuale da considerare significativo? È accettabile, per esempio, una convenzione tra le parti in causa che stabilisca come significativa una variazione del 10% della qualità preesistente?

Anche un'applicazione automatica del criterio del peggioramento significativo lascia tuttavia irrisolto il problema delle situazioni inizialmente critiche, già riscontrato nei criteri di tipo tecnologico: se già in partenza i livelli di qualità ambientale sono bassi, un peggioramento ulteriore, anche se modesto, potrebbe comportare il superamento delle capacità di sopportazione del sistema (figura 1.6b).

Ancora peggiori sono i risultati relativi all'applicazione del criterio in situazioni dove già sono stati superati i valori limite di qualità ambientale. In questo caso si rischierebbe infatti di accettare un peggioramento, ancorché modesto, di una situazione che era già in partenza inaccettabile.

Un altro punto critico (peraltro comune anche ai criteri precedenti) è dovuto al fatto che, qualora attraverso il cumulo degli interventi approvati, venga raggiunta la soglia di ricettività ambientale, il sistema diventa estremamente vulnerabile.

1.6 Subordinazione a compensazioni dei danni con benefici di altra natura: bilancio ambientale eterogeneo

Una categoria di criteri molto diversa dai precedenti è quella che prevede il bilanciamento degli effetti negativi previsti con la realizzazione contestuale di azioni positive. In quasi tutti i casi di nuovi interventi in progetto si discute, per esempio, l'entità delle compensazioni di tipo economico per fastidi o danni che presumibilmente si produrranno, qualora vi sia un accordo in questo senso da parte delle comunità locali. In questo caso, il riferimento metodologico è l'analisi costi-benefici; il presupposto è che impatti e rischi ambientali possano essere bilanciati da benefici economici e sociali.

Un punto ricorrente è quello che prevede la considerazione contestuale di effetti negativi e di effetti positivi tra loro eterogenei, anche indipendentemente dagli aspetti economici; per esempio, la compensazione di impatti sulla salute della popolazione con benefici di tipo urbanistico. A questa strategia possono essere ricondotte le valutazioni affrontate attraverso tecniche di analisi multi-criteri. In questo caso non ci si lega esclusivamente alla possibilità di tradurre in termini economici i benefici previsti: danni e benefici, anche non monetizzabili, ricevono una ponderazione relativa di importanza, per arrivare a una valutazione finale di accettabilità.

Criteri di questo tipo sono stati proposti in passato, per esempio, nel campo delle valutazioni relative agli impianti nucleari; il criterio veniva sintetizzato con l'acronimo "ALARA" (*As Low As Readily Achievable*, ovvero "impatti tanto minori quanto ragio-

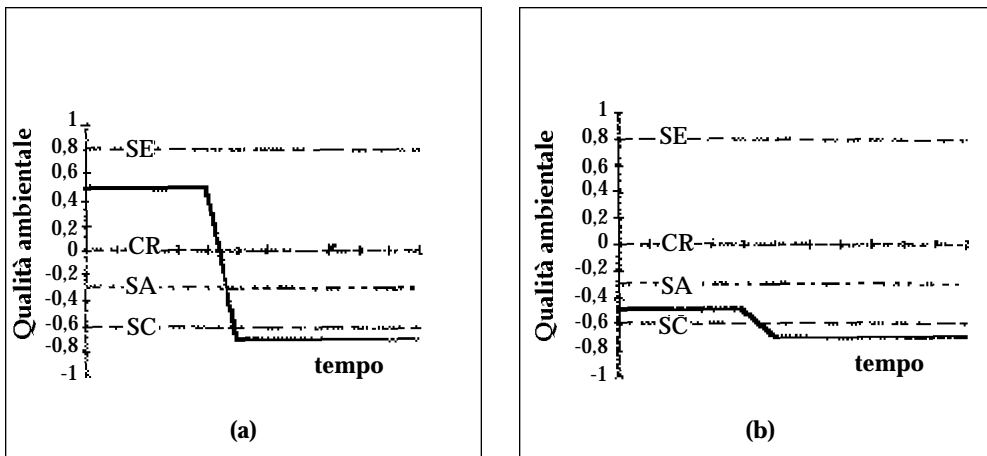


Figura 1.7 - Bilancio ambientale eterogeneo.

nevolmente possibile”). Il criterio giudicava ambientalmente compatibile un progetto che adottava una ragionevole combinazione tra le migliori tecnologie disponibili e i benefici sociali compensativi che giustificavano l’intervento stesso. Nella forma classica dell’ALARA (Polvani, 1982), l’obiettivo di accettabilità era dunque l’ottimizzazione tra le risorse tecnologiche impiegate per eliminare i rischi indebiti e i benefici economici e sociali che potevano essere ottenuti.

Questi criteri hanno alterna fortuna: molto spesso, lo scambio tra danni e benefici eterogenei non è stato accettato dalle popolazioni direttamente interessate; l’esperienza delle centrali nucleari, o quella di molti progetti di impianti di smaltimento rifiuti, è stata alquanto indicativa in proposito.

Sulla base del metodo diagrammatico proposto, si può inoltre vedere come (figura 1.7), definito uno specifico parametro di qualità, l’uso del criterio in forma semplicistica consenta di accettare il superamento di soglie di crisi da parte del progetto esaminato.

1.7 Subordinazione a un riequilibrio compensativo della stessa natura: bilancio ambientale omogeneo

I problemi discussi al punto precedente possono essere superati quando si preveda che i benefici compensativi siano dello stesso tipo di quelli relativi ai danni preventivabili: danni economici saranno compensati con danni economici, impatti sulle componenti ecologiche con riqualificazioni naturalistiche ecc. Per esempio, nell’ipotesi che l’intervento produca inquinamenti atmosferici significativi, esso potrebbe essere considerato accettabile se si accompagnasse a una riconversione produttiva di altri impianti presenti nella medesima zona tale da ridurre globalmente le emissioni; oppure, si potrebbe accettare un intervento che comporti l’asportazione di unità ecosistemiche se si prevede la ricostruzione di nuove unità di pari qualità all’interno del medesimo contesto territoriale.

In generale, il criterio serve per confrontare tra loro termini omogenei (esprimibili mediante indici sintetici relativi a settori ambientali specifici analoghi). L'applicazione del criterio a elementi eterogenei richiede invece preventivamente, come si è detto, la definizione di una scala di qualità ponderata (per esempio, ottenuta attraverso analisi multi-criteri) che deve però costituire una convenzione effettivamente ed esplicitamente accettata dai molteplici soggetti che esprimono il giudizio: questo risultato è molto difficile da raggiungere nella pratica.

Un importante obiettivo tecnico è il seguente: individuare un numero contenuto di indicatori (per esempio, la salute della popolazione, la qualità ecosistemica, la qualità culturale, la qualità sociale, l'importanza economica), ciascuno dei quali sia esprimibile attraverso una scala omogenea riassuntiva e tali che, globalmente considerati, rendano conto del complesso dei bersagli potenzialmente danneggiabili dai nuovi interventi in progetto. L'obiettivo della progettazione e il criterio per le valutazioni di compatibilità diventerebbe in questo caso il pareggio dei singoli bilanci di settore o, possibilmente, un risultato addirittura positivo (migliorativo della situazione globale).

Particolarmente importanti possono essere le azioni che si traducono in miglioramenti dei livelli di degrado esistente. Interventi complementari al progetto di base possono configurarsi come vere e proprie operazioni di riequilibrio; per esempio, rischi sulla salute legati al nuovo progetto potrebbero essere compensati con una riduzione di fattori di rischio già esistenti. Un vantaggio rispetto ad altri criteri è dunque che, attraverso la produzione contestuale di interventi positivi, si potrebbe addirittura arrivare a migliorare situazioni già in partenza compromesse. È questo anzi l'unico criterio che, partendo da una situazione nella quale le soglie di accettabilità siano già state superate, consente di operare all'interno di un processo che tenda a riportare la situazione a livelli accettabili.

Alcuni aspetti potenzialmente critici del criterio sono quelli relativi alla sequenza delle fasi di attuazione. Può non esservi sincronizzazione tra la produzione degli effetti negativi e quella degli aspetti positivi (figura 1.8a), con fasi iniziali nelle quali si

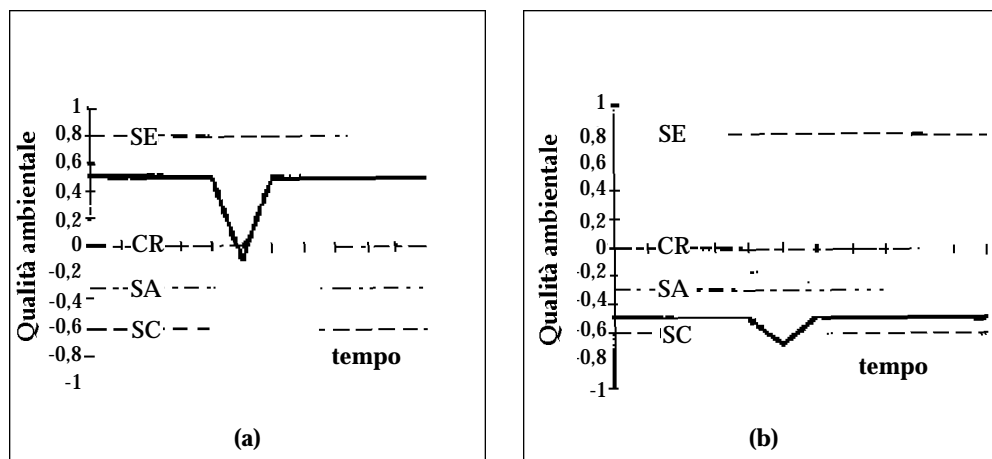


Figura 1.8 - Bilancio ambientale omogeneo.

possono superare le soglie di accettabilità. Può allora avvenire che, nelle prime fasi dell'intervento, si abbiano effetti negativi dirompenti, tali da pregiudicare il sistema ambientale e rendere così inattuabile la successiva realizzazione degli interventi positivi. In realtà, difficoltà esistono anche quando si confrontino tra loro impatti e benefici apparentemente omogenei, ma a scala spaziale differente: per esempio, il beneficio ottenuto attraverso lo smaltimento controllato dei rifiuti a livello regionale, con l'abbassamento della qualità della vita delle popolazioni locali che sono direttamente interessate dalla presenza dell'impianto di smaltimento.

Un altro aspetto delicato è quello relativo ai costi degli interventi positivi di riequilibrio, che spesso si aggiungono a quelli previsti per la realizzazione dell'opera e che possono rendere antieconomica, e quindi solo teorica, l'operazione complessiva. A questo riguardo, si può ricordare l'importante esperienza americana delle "bolle di ricettività", aree unitarie dal punto di vista della gestione dell'inquinamento, che ha creato un vero e proprio mercato dei "diritti di inquinamento" (Gerelli, 1990, 1995). A parte le considerazioni di tipo etico, ammettendo che l'obiettivo sia la soluzione dei problemi di qualità ambientale, può valere la seguente considerazione: in situazioni nelle quali i margini di ricettività sono ancora elevati, una politica delle "bolle di ricettività" può facilmente comportare distorsioni; in situazioni inizialmente critiche o compromesse, una politica di questo tipo, che consenta anche riduzioni contestuali di inquinamento, è invece sicuramente auspicabile.

1.8 Subordinazione esclusiva all'accettazione sociale

Nella pratica accade inevitabilmente che, ai fini della decisione finale in merito alla realizzazione o meno di un dato impianto, si debbano considerare contestualmente effetti di natura differente e che questa considerazione non possa prescindere dalla posizione che, nei suoi confronti, assume il pubblico coinvolto. Accade molto frequentemente che la "qualità ambientale", così come avvertita dalle popolazioni locali direttamente interessate, sia completamente diversa da quella definita in sede tecnica. In questi casi, la decisione, invece di essere guidata da criteri tecnici di compatibilità ambientale, potrà essere condizionata in modo decisivo dai criteri soggettivi di chi realmente subirà gli effetti dell'opera. Bisogna inoltre tenere presente che la percezione della qualità, degli impatti e dei rischi ambientali può essere diversa in soggetti sociali differenti. Le scale tecniche di qualità rispetto alle quali sono stati impostati i precedenti criteri possono scontrarsi con sensibilità soggettive che non accettano in ogni caso determinati impatti, anche se minimizzati in sede tecnica e compensati in sede ambientale. Il caso delle centrali nucleari e degli impianti di smaltimento dei rifiuti è, da questo punto di vista, emblematico.

Un criterio decisionale può allora essere quello di prendere atto di questa distanza tra le valutazioni dei tecnici e quelle dei soggetti interessati e giudicare accettabile un intervento solo se sia effettivamente tollerato dalle popolazioni interessate. Il criterio diventa quello della effettiva accettazione sociale dell'intervento in progetto. Un criterio di questo tipo può tuttavia comportare, rispetto al modello diagrammatico proposto per il confronto dei criteri, il superamento delle soglie di crisi definite in sede tecnica (figura 1.9). Il risultato pratico di un'applicazione stretta del criterio è, nei fatti,

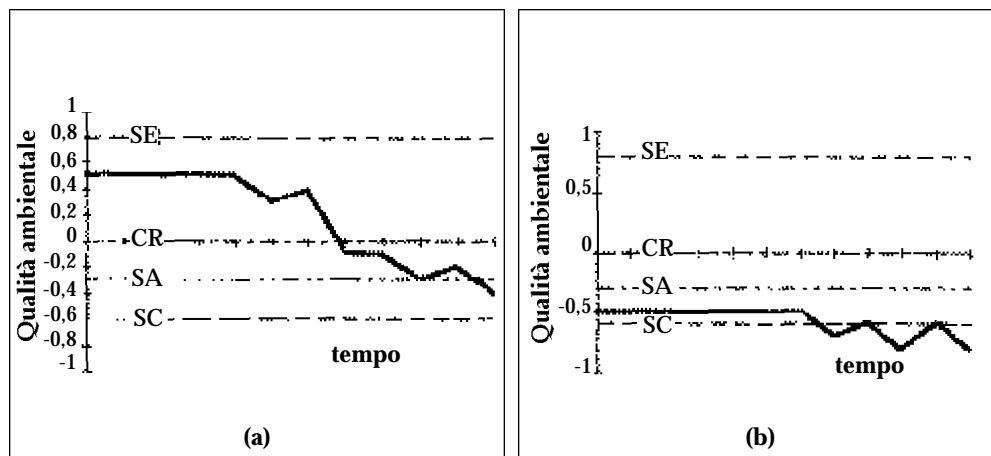


Figura 1.9 - Accettazione sociale pura.

la non prevedibilità delle azioni programmatiche che possono restare bloccate a tempo indeterminato o venire sbloccate in situazioni di emergenza, indipendentemente dai loro contenuti di compatibilità ambientale.

Questo problema è stato definito come la cosiddetta “sindrome NIMBY” (*Not In My Back-Yard*, cioè “non nel mio cortile”) che è il rifiuto intrinseco da parte di popolazioni locali di subire impatti significativi di determinate tipologie di impianti in nome dell’interesse di una collettività più vasta. Si tratta di un fenomeno estremamente diffuso, che condiziona in modo decisivo molte scelte ambientali: le persone coinvolte possono anche convenire sulla necessità di realizzare un certo impianto (per esempio, un impianto di smaltimento termico dei rifiuti perché tutti sono coscienti che altrimenti proliferano le discariche incontrollate); l’impianto è in teoria accettato da tutti, purché non venga realizzato vicino alla casa di chi si oppone.

Studi specifici hanno dimostrato che, per alcuni tipi di intervento (per esempio, per le centrali nucleari e gli impianti di smaltimento di rifiuti pericolosi), la percentuale di persone che a nessun costo vorrebbero la realizzazione dell’opera è talmente grande, anche a notevole distanza dal sito, che il criterio sopra enunciato (l’accettazione della popolazione come premessa della decisione) non può essere rispettato neppure teoricamente: o si disattende il criterio o non si fanno le opere in questione. Inoltre, mentre nel caso dell’energia nucleare si è fatto ricorso a fonti alternative, per lo smaltimento dei rifiuti il problema appare (almeno sui tempi brevi e medi) molto più serio.

Si può ritenere che la soluzione del problema passi attraverso una corretta informazione. Si può infatti pensare che, se la popolazione coinvolta avesse lo stesso livello di informazione dei tecnici che affrontano il caso, le distanze si potrebbero ridurre sensibilmente e la sindrome NIMBY potrebbe essere ricondotta entro limiti ragionevoli. Vi sono tuttavia buone ragioni per essere pessimisti su questa ipotesi: forse, è possibile dimostrare tecnicamente che le interferenze con l’ambiente pro-

dotte da una discarica sono trascurabili ma rimane il fatto che la popolazione interessata non vuole la “discarica” in quanto tale vicino a casa sua, qualunque sia la tecnologia adottata.

Nell'altro estremo, ci possono anche essere casi di segno contrario, ossia di popolazioni decisamente favorevoli a interventi preoccupanti sul piano tecnico. Non è infrequente il caso di forti spinte, a livello locale, verso la realizzazione di grandi opere (per esempio, autostrade e dighe) dai sicuri effetti economici immediati (collegati ai lavori della fase di realizzazione) e dagli incerti benefici futuri.

Una possibile soluzione è quella di affidare la decisione all'esito di negoziazioni tra le varie parti interessate. Strati differenti della popolazione possono avere, per esempio, atteggiamenti molto differenti su una data questione mentre la componente tecnica e scientifica costituisce solo una tra le parti in causa. Le proposte dei tecnici devono essere confrontate con quelle di altre componenti della società, come amministrazioni, associazioni, rappresentanti del mondo economico ecc. Subordinare l'accettazione degli interventi semplicemente al fatto che vi siano processi di negoziazione presenta comunque alcuni rischi. Si tratta della logica del “braccio di ferro”; vince chi ha più forza. Il rischio è che chi vuole tutelare gli interessi dell'ambiente (magari con forze limitate) riesca a vincere in qualche caso di grande impatto psicologico, nel quale ha concentrato gli sforzi, e non riesca poi a intervenire in modo diffuso sul complesso degli altri interventi sul territorio, con grave rischio di erosione diffusa dei margini di qualità ambientale residui.

Al riguardo, un problema grave è quello dei tempi. Per essere ben condotte, le negoziazioni richiedono molta pazienza e molto tempo a disposizione: solo a queste condizioni si può lavorare per far mutare i rapporti di forza in una direzione più favorevole agli interessi collettivi ma, come è ben noto, il tempo è una risorsa sempre molto scarsa.

1.9 Controllo integrato

Ciascuno dei criteri indicati presenta aspetti che lo rendono competitivo nei confronti di altri. Il criterio degli “standard di emissione” permette controlli precisi sulle interferenze prodotte dall'intervento; quello delle “migliori tecnologie disponibili” consente di minimizzare le interferenze prodotte all'origine e incentiva lo sviluppo di tecnologie ambientalmente competitive; quello della “ricettività ambientale” consente di non superare le capacità di sopportazione dell'ambiente; quello del “peggioramento significativo” minimizza l'inquinamento e il degrado ambientale effettivamente prodotto; quello del “riequilibrio contestuale” consente all'intervento in progetto di essere occasione di risanamento in situazioni già compromesse; quello della “accettazione sociale” consente di avere la qualità ambientale realmente desiderata dalle popolazioni interessate e non quella definita in sede tecnica.

Nello stesso tempo, ciascun criterio presenta lacune importanti, evidenziate nei paragrafi precedenti. Per raggiungere risultati globalmente positivi, la soluzione ottimale comporta un uso integrato dei diversi criteri, che tenga conto delle specificità dei casi in oggetto.

Come si è visto anche nei commenti ai vari criteri, il ruolo giocato dalla qualità ambientale iniziale è fondamentale: si dovrà adottare una logica del tipo “*dirt on dirt*” (“sporco su sporco”, cioè accettare un nuovo inquinamento in una situazione già inquinata), oppure “*dirt on clean*” (“sporco su pulito”, cioè accettare un nuovo inquinamento in situazioni inizialmente pulite)? La localizzazione di un nuovo impianto potenzialmente inquinante (a parità di tecnologia) può infatti essere fatta in siti con qualità iniziale diversa: l'impianto può essere collocato in un'area con i livelli attuali di inquinamento già molto elevati, all'interno di un parco che ha elevati livelli di naturalità, in una zona residenziale o, infine, in una zona nella quale sono già presenti attività produttive ma ancora lontana dai livelli critici.

Qualora la situazione iniziale sia di qualità eccezionale (superamento delle soglie SE) è presumibile che, in linea di massima, sia del tutto inopportuno localizzarvi nuove opere che provochino impatti significativi.

Qualora invece la situazione iniziale sia già in partenza molto critica, al di sotto o pericolosamente vicina alle soglie di accettabilità (SC), il criterio ottimale è quello di un riequilibrio ambientale con effetti positivi che superino quelli negativi, in modo da produrre un miglioramento della situazione complessiva che la riporti almeno a livello dei valori guida (per esempio, attraverso una politica delle “bolle di ricettività”). Mentre è in genere difficile ottenere questo risultato attraverso singoli interventi, lo scopo potrà essere raggiunto attraverso una programmazione complessiva del settore considerato (o attraverso piani di area); in ogni caso, in queste situazioni appare scorretto utilizzare criteri che si traducano in nuovi inquinamenti e degradi (quali i tradizionali criteri tecnologici).

Se, infine, la situazione è intermedia, compresa tra soglie di eccellenza (SE) e soglie di allarme (SA), le decisioni in merito a nuovi interventi possono essere assunte attraverso la combinazione di criteri tecnologici (possibilmente, quello delle migliori tecnologie disponibili, *paragrafo 1.3*) e di criteri ambientali (possibilmente, quello del peggioramento significativo, *paragrafo 1.5*).

Quanto detto ha un valore solamente teorico se è limitato alla fase decisionale preventiva (nella quale si valuta se realizzare o meno un dato intervento). Deve infatti essere previsto anche un attento monitoraggio sull'evoluzione reale del sistema ambientale, per verificare che le effettive conseguenze dell'intervento non siano peggiori di quelle preventivate. L'uso integrato dei criteri deve dunque essere considerato anche in una logica di tipo dinamico. A titolo di esempio: qualora in esercizio si verificassero abbassamenti eccezionali della qualità ambientale (quali situazioni molto critiche di inquinamento atmosferico favorite da particolari eventi meteo-climatici), è necessario disporre di misure adeguate per fronteggiare le emergenze; devono pertanto essere sempre previste specifiche mitigazioni in fase di esercizio (per esempio, la riduzione temporanea della capacità produttiva degli impianti interessati).

Due condizioni appaiono comunque indispensabili per tutti i criteri adottati, indipendentemente dalla loro natura: la ripercorribilità e la coerenza.

I criteri adottati per le scelte in materia ambientale devono essere dichiarati in modo esplicito. Il processo che porta all'individuazione dei criteri di compatibilità ambientale deve essere chiaro e ripercorribile. Quando un soggetto (il progettista, il redattore dello studio di impatto, chi valuta gli studi in sede amministrativa) esprime un giu-

dizio di accettabilità sul piano ambientale, deve indicare in modo molto chiaro i criteri adottati, in modo da permettere agli altri soggetti interessati di concordare o dissentire. Questo vale in modo particolare per quei criteri la cui applicazione presuppone tecnicamente la ponderazione di valutazioni tra loro eterogenee (per esempio, i bilanci ambientali tra settori differenti).

Un'altra caratteristica di un buon criterio è la possibilità di un uso coerente: è quindi importante la formalizzazione del criterio stesso, in modo da consentirne l'applicazione omogenea nelle diverse parti del territorio e da parte di operatori diversi.

I criteri esposti nei paragrafi precedenti hanno in comune il fatto di essere applicabili e verificabili in sede strettamente tecnica. Tuttavia, anche ammesso di aver individuato criteri tecnicamente perfetti, il punto critico è sempre quello della loro accettazione e del loro rispetto. Le popolazioni locali possono non avere gli strumenti per entrare effettivamente nel merito degli aspetti squisitamente tecnici: è difficile, per esempio, per un non specialista, comprendere a fondo le differenze di tecnologia, o le motivazioni che hanno portato i tecnici a scegliere determinati indicatori di qualità ambientale piuttosto che altri. Le popolazioni interessate, spesso con fondamento, dimostrano quindi una buona dose di diffidenza verso le soluzioni proposte. Nello stesso tempo, anche le amministrazioni coinvolte e chi propone l'intervento possono avere dubbi sulla buona riuscita dell'operazione (ciascuno dal proprio punto di vista) e cercare di ridurre i propri rischi. Il problema si sposta quindi dal campo strettamente tecnico a quello del sistema di garanzie che i vari soggetti coinvolti (chi propone l'opera, l'amministrazione competente, il pubblico coinvolto ecc.) possono fornirsi reciprocamente. Anche il sistema delle garanzie fa quindi parte dell'insieme delle tecniche che garantiscono la compatibilità ambientale di un intervento. Esso dovrà, per esempio, fornire risposte risolutive alle seguenti domande:

- il pubblico coinvolto come può essere cautelato dalla possibilità che l'evoluzione futura dell'ambiente, a intervento realizzato, sia diversa e peggiore rispetto a quella prevista dal proponente nello studio di impatto?
- L'amministrazione che emette il giudizio di compatibilità ambientale come si cautele rispetto al fatto che il proponente non mantenga le "promesse" fatte (per esempio, in merito a benefici ambientali compensativi)?
- Il proponente come si cautele rispetto alla possibilità che, nel caso cambino le amministrazioni interessate, si assumano successivamente decisioni politiche differenti da quelle iniziali (che comportino, per esempio, il blocco dei lavori prima del completamento dell'intervento)?

Probabilmente, la vera soluzione dei problemi evidenziati per i criteri di accettabilità sociale consiste nell'individuazione del miglior complesso di garanzie credibili. Diventa pertanto essenziale, in quest'ottica, essere in grado di utilizzare contemporaneamente criteri diversi, tra loro integrati in modo da risolvere i vari aspetti della compatibilità ambientale con la necessaria flessibilità.

Sia pure con le prevedibili difficoltà per il superamento dei problemi di tipo organizzativo e politico proposti, si può affermare che questo criterio integrato ha una buona probabilità di consentire, sul piano tecnico, il rispetto degli obiettivi di compatibilità ambientale fissati (figura 1.10).

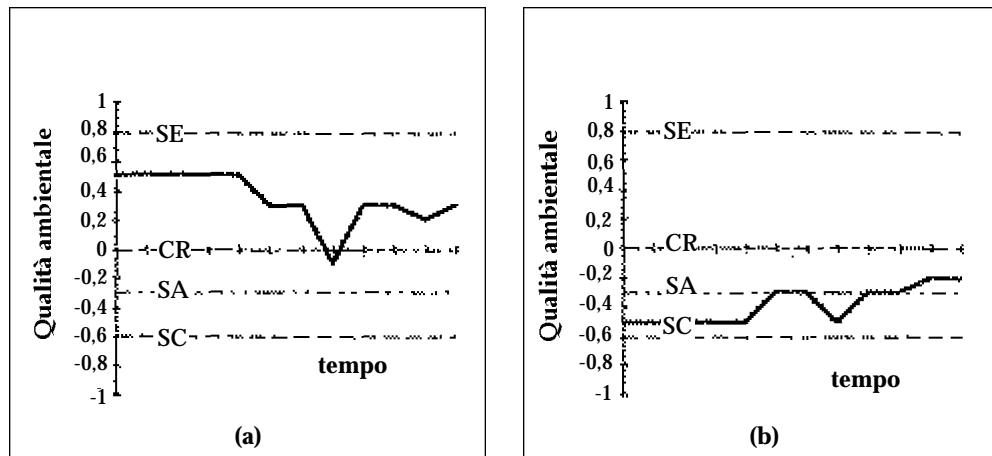


Figura 1.10 - Controllo tecnico sociale.

1.10 Massimo abbattimento unitario del rischio

Un criterio particolare, riconducibile in parte a quelli basati sul bilancio ambientale e specificatamente applicabile agli impianti di smaltimento di rifiuti e alla loro programmazione, è quello riassumibile nella formula “massimo abbattimento unitario del rischio”. Il problema è quello di una situazione di degrado attuale e di rischio ambientale elevati. Tipicamente, si dispone di una quantità limitata di risorse rispetto al livello che sarebbe necessario per il risanamento complessivo della situazione; il problema è l’ottimizzazione dell’utilizzo di tali risorse. Sembra logico proporre un criterio che, a fronte di una spesa ripartita nel tempo, massimizzi per ciascuna fase temporale la riduzione di negatività, ovvero minimizzi il rischio residuo. Dato il tipo di opere in oggetto, l’applicazione di questo criterio comporterebbe, per definizione, un andamento progressivamente più positivo della qualità ambientale (figura 1.11).

Nella pratica, questa logica spesso non viene rispettata: quando, per esempio, ci si trova di fronte a un numero elevato di situazioni di rischio significativo, si concentrano tutte le risorse su un numero molto limitato di interventi, non necessariamente prioritari, lasciando così praticamente invariata la distribuzione del rischio sul territorio. La perdita di efficacia nella riduzione del rischio è poi aggravata nei casi in cui si accetti di procedere, per quanto riguarda i finanziamenti ai singoli progetti, a lotti operativi non funzionali, ovvero non in grado di produrre già nelle prime fasi una riduzione del rischio esistente. Per ridurre i rischi di spreco sembra in ogni caso importante che, in sede di programmazione degli interventi, si faccia una verifica delle alternative di ripartizione delle risorse sulla base dell’abbattimento relativo del rischio ambientale complessivo, valutato sulla base di specifici indici sintetici.

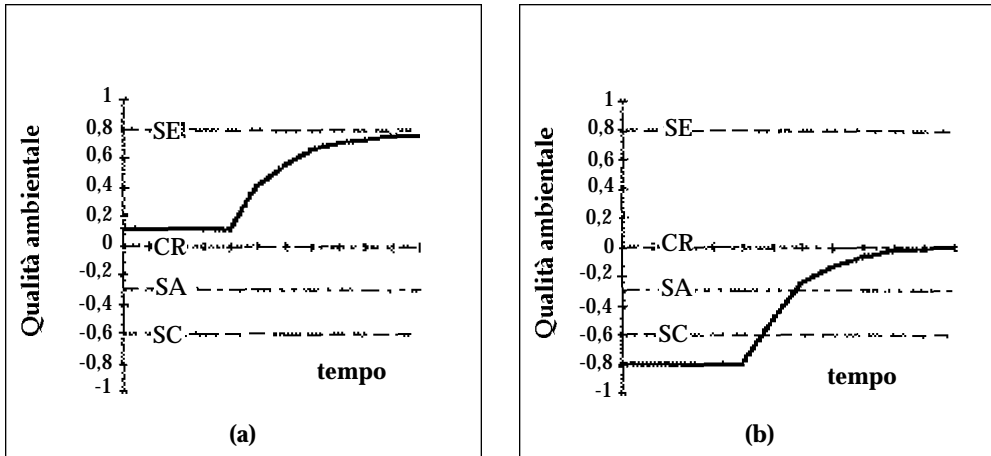


Figura 1.11 - Miglior risultato ambientale praticabile.

1.11 La normativa vigente sugli studi di impatto ambientale

In Italia le procedure per definire l'impatto ambientale di un'opera sono state disciplinate dapprima dall'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349 (Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale), in seguito dal DPCM 10 agosto 1988, n. 377 (opere sottoposte a VIA e contenuti dello studio di impatto ambientale) e infine dal DPCM 27 dicembre 1988 (norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità).

Il complesso di queste norme deriva dal recepimento delle normative comunitarie in materia di impatto ambientale e, in particolare, della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee n. 85/337 del 27 giugno 1985. La direttiva indica i progetti per i quali la VIA è obbligatoria ed elenca le tipologie di progetti per le quali l'obbligatorietà può essere sancita dai singoli Stati membri.

Scopo della VIA è l'individuazione, la descrizione e la valutazione degli effetti diretti e indiretti di un progetto sui seguenti fattori:

- uomo;
- fauna e flora;
- suolo, acqua e aria;
- clima e paesaggio;
- beni materiali;
- patrimonio culturale.

L'ambiente è quindi visto come un unico sistema, derivante dalle interazioni tra l'uomo (con le sue attività) e la natura. La normativa di VIA riconosce l'importanza dell'azione preventiva a tutela del "sistema ambiente" nel suo complesso e non solo delle sue parti.

Per il Committente di un progetto, questa normativa comporta l'obbligo di fornire le seguenti informazioni specifiche:

- descrizione dell'opera, con informazioni su ubicazione, progetto e dimensioni;

- descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e, possibilmente, compensare rilevanti effetti negativi;
- dati necessari per individuare e valutare i principali effetti che il progetto può avere sull'ambiente;
- sintesi non tecnica di tutte le informazioni precedenti, che deve essere messa a disposizione del pubblico.

La disponibilità di questa sintesi non tecnica unita alla garanzia, data a quanti interessati, di poter esprimere il proprio parere prima dell'avvio del progetto, ha la funzione di rendere trasparenti le decisioni ambientali, fornendo uno strumento utile per l'acquisizione del consenso.

Il DPCM 377/88 ha regolamentato le pronunce di compatibilità nel territorio italiano, determinando le categorie di opere sottoposte a VIA e i contenuti dello studio di impatto ambientale. Ai sensi di tale decreto, gli "impianti di eliminazione dei rifiuti tossici e nocivi mediante incenerimento, trattamento chimico o stoccaggio a terra" sono soggetti alla procedura di VIA. Con la circolare dell'11 agosto 1988, il Ministero dell'Ambiente ha poi ribadito il carattere di pubblicità degli atti riguardanti la richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale e ha definito le modalità con le quali il Committente di un'opera, per la quale si inizia la procedura di VIA, deve darne annuncio sui quotidiani. Il successivo DPCM 27 dicembre 1988 ha definito infine le norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità.

Il Giudizio di Compatibilità Ambientale è reso dal Ministro dell'Ambiente alla fine del processo delineato in tale decreto:

a) Presentazione da parte del Committente di una *domanda di pronuncia sulla compatibilità ambientale* corredata da uno studio di impatto ambientale.

Lo studio deve essere redatto in conformità alle prescrizioni relative a

- quadro di riferimento programmatico;
- quadro di riferimento progettuale;
- quadro di riferimento ambientale;

e in funzione della conseguente attività istruttoria condotta dalla Pubblica Amministrazione.

Lo studio deve inoltre contenere:

- gli elaborati di progetto;
- una sintesi non tecnica destinata all'informazione del pubblico;
- la documentazione dell'avvenuta pubblicazione a mezzo stampa di un annuncio contenente l'indicazione dell'opera, la sua localizzazione e una sommaria descrizione del progetto.

Lo studio deve essere infine corredata:

- documenti cartografici;
- ogni altro documento ritenuto utile dal Committente o richiesto dalla commissione di valutazione;
- indicazione della legislazione vigente relativa all'intervento e della regolamentazione di settore;
- motivazione sintetica dell'eventuale mancanza di uno o più dati richiesti.

b) *Fase istruttoria*, durante la quale la Commissione di valutazione all'uopo designata:

- verifica il progetto e gli studi effettuati dal Committente;
- valuta gli effetti, anche indotti, dell'opera sul sistema ambientale;
- raffronta la situazione esistente al momento della comunicazione con la previsione di quella successiva;
- richiede, ove lo ritenga opportuno, i pareri di enti, amministrazioni pubbliche e di organi di consulenza tecnico-scientifica dello Stato;

Il Ministro dell'Ambiente assicura la pubblica consultazione della sintesi non tecnica di cui al punto precedente, anche attraverso accordi con istituzioni scientifiche o culturali pubbliche.

c) Pronuncia sulla *compatibilità ambientale del progetto*.

Il giudizio deve contestualmente considerare anche le osservazioni e le proposte presentate dai cittadini e si deve esprimere sulle stesse, singolarmente o per gruppi.

La normativa italiana sulla valutazione della compatibilità ambientale delle opere non è tuttavia completamente esaurita. La prassi amministrativa si incarica infatti di trovare forme di applicazione di finalità generali di governo del territorio anche non sempre esplicitate attraverso norme o direttive tecniche. Esiste un complesso di sistemi prescrittivi, utilizzati in sede di Ministero dell'Ambiente per condizionare la compatibilità ambientale di progetti, dai quali possono essere derivati esempi di interesse generale. I giudizi di compatibilità ambientale positivi sono infatti, di regola, condizionati a prescrizioni che prevedono affinamenti tecnici e monitoraggi o ad altre raccomandazioni gestionali. Esempi di questi giudizi sono riportati nell'Appendice A2.

Capitolo 2

**Norme e vincoli
che limitano
l'uso del territorio**

Ai fini dell'individuazione di siti potenzialmente idonei ad accogliere impianti per lo smaltimento di rifiuti, si deve necessariamente tenere conto del complesso dei vincoli introdotti dalla normativa sia statale che regionale vigente nell'ambito territoriale di interesse. Devono essere considerate non solo le disposizioni relative all'ubicazione e alle modalità di realizzazione degli impianti (per esempio, dettami del DPR 915/82) ma anche le normative che determinano la presenza sul territorio di vincoli e limitazioni d'uso del suolo che possono interessare un'eventuale attività di smaltimento rifiuti. Appare pertanto indispensabile verificare ciascuna scelta localizzativa (definita sulla base delle caratteristiche naturali o intrinseche della zona) in relazione al quadro complessivo delle disposizioni di legge, da considerare sia in termini generali (norme valide per qualunque ambito) che nella specifica situazione territoriale considerata.

Di norma, nei Piani Provinciali (per esempio, piani rifiuti o piani cave) sono censite e riportate tutte le aree dei territori provinciali sulle quali insistono normative in parziale o completa incompatibilità con l'eventuale installazione di discariche (con particolare riferimento a quelle destinate ad accogliere rifiuti tossici e nocivi) tenendo conto, per quanto riguarda in particolare i piani cave, anche delle limitazioni che derivano dalle operazioni necessarie alla predisposizione del sito destinato ad accogliere l'impianto e alla conduzione dello stesso (scavi, rinterrati ecc.). Nei piani rifiuti si deve inoltre tenere conto della presenza di eventuali aree che, per ragioni naturalistico-ambientali, non sono in grado di sopportare l'elevato impatto prodotto dall'attività di smaltimento rifiuti.

Il complesso degli elementi considerati può portare a veri e propri vincoli per l'attività in questione oppure a semplici limitazioni che, a parità di altre condizioni, tendono a sconsigliare l'utilizzo di determinati siti. Per esempio, nel territorio italiano un particolare tipo di limitazione è costituito dalle testimonianze archeologiche, che dovrebbero essere censite per segnalare la possibilità che i rinvenimenti di reperti, già riscontrati nelle zone cartografate, possano ripetersi nel corso della realizzazione di nuovi scavi (per esempio, per l'approntamento di una discarica a fossa).

2.1 Aree soggette a vincoli e limitazioni

Di seguito viene riportata una breve rassegna delle normative che introducono vincoli e limitazioni alla localizzazione di una discarica per rifiuti pericolosi.¹

- a) DPR 10 settembre 1982, n. 915. Attuazione delle direttive CEE n. 75/442 relativa ai rifiuti, n. 76/403 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotri-fenili e n. 78/319 relativa ai rifiuti tossici e nocivi.

Delibera 27 luglio 1984. Disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del DPR 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti.

¹ I riferimenti normativi qui riportati sono precedenti all'approvazione del nuovo DL 5 febbraio 1997, n. 22 che ha sostituito il precedente DPR 915/82. Tuttavia nella fase di transizione si ritiene opportuno mantenere il riferimento alle norme tecniche approvate in attuazione del DPR 915. Queste ultime infatti, sino a quando non si procederà a ridefinirle sulla base dei nuovi principi normativi, rimangono in parte vigenti e sono comunque l'unico riferimento normativo per il settore.

Nel capitolo che riguarda le norme tecniche generali sugli impianti di trattamento dei rifiuti per le discariche di seconda categoria le disposizioni dettano quanto di seguito riportato:

Discariche di seconda categoria – Discariche di Tipo C

(Omissis)

Fatte salve diverse e motivate disposizioni della Regione, gli impianti devono essere posti a una distanza di sicurezza di almeno 2000 m dai centri abitati esistenti e da quelli previsti dagli strumenti urbanistici vigenti o adottati.

Discariche di terza categoria

(Omissis)

Inoltre gli impianti devono essere posti a una distanza di sicurezza di almeno 2000 m dai centri abitati esistenti e da quelli previsti dagli strumenti urbanistici vigenti o adottati.

Appare evidente che tale normativa, in territori fortemente antropizzati come quasi ovunque in Lombardia, esclude gran parte delle zone potenzialmente idonee ai fini di una eventuale localizzazione di impianti destinati ad accogliere rifiuti tossici e nocivi.

- b) LR Lombardia 1 luglio 1993, n. 21. Smaltimento di rifiuti urbani e di quelli dichiarati assimilabili a norma del DPR 915/82. Funzioni della Regione e delle Province.**

Linee-guida impianti

Localizzazione degli impianti

(Omissis)

Di norma la localizzazione di nuovi impianti di scarico controllato non può essere prevista in un raggio di 5 chilometri da un altro impianto di scarico controllato.

Si tratta anche in questo caso di una limitazione che sottrae un vasto territorio nel settore di pianura della Regione, in relazione alla presenza di numerose discariche controllate.

- c) DPR 24 maggio 1988, n. 236. Attuazione della direttiva CEE n. 80/778 concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183.**

ART. 6: Zona di rispetto

Nelle zone di rispetto sono vietate le seguenti attività o destinazioni:

(Omissis)

h) stoccaggio di rifiuti, reflui, prodotti, sostanze chimiche pericolose, sostanze radioattive.

In riferimento a questa normativa, è da escludere assolutamente la possibilità di

svolgere attività di smaltimento rifiuti all'interno delle zone di rispetto dei pozzi a uso idropotabile (di ampiezza minima pari a 200 m dal punto di captazione, salvo ripermitezzazioni effettuate, per esempio, ai sensi della deliberazione della Giunta Regionale Lombarda n. 6/15137 del 27 giugno 1996).

La localizzazione delle aree di captazione può subire modifiche nel tempo e interessa diffusamente il territorio lombardo, con una maggior concentrazione nelle principali aree urbane di pianura e in alcune zone industriali.

- d) *Legge 8 agosto 1985, n. 431. Conversione in legge, con modificazioni, del DL 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.*
- e) *RD 30 dicembre 1923, n. 3267 (vincolo idrogeologico). Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e terreni montani e conseguente regolamento (RD 16 maggio 1926, n. 1126).*

ART.1: Sono sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici i terreni di qualsiasi natura e destinazione che, per effetto di forme di utilizzazione, omissis, possono con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque.

Il successivo art. 7 conferisce al "Comitato forestale" il compito di autorizzare la destinazione di boschi ad altre attività, subordinate all'accoglimento delle modalità da esso prescritte.

La legge non cita espressamente i criteri di giudizio sui quali basare l'ammissibilità di attività in zone vincolate; la prassi ha però individuato come criteri la preservazione della stabilità delle aree (accertamento di pericolo di movimenti di massi e blocchi, di innesco di processi erosivi ecc.) e la preservazione dei manti boschivi. In tali ambiti è esclusa la possibilità di realizzare discariche sulla base dei dettami del DPR 915/82. Deroghe possono tuttavia essere ottenute in casi particolari (per esempio, per preesistenza di depositi di rifiuti nell'area) con l'accordo del Corpo Forestale dello Stato.

- f) *Legge 29 giugno 1939, n. 1497 (protezione delle bellezze naturali) e conseguente regolamento (RD 3 giugno 1940, n. 1357).*
 Queste norme prevedono una serie di limitazioni sui terreni vincolati al fine di mantenere la consistenza e la conformazione dei luoghi e delle cose a esse soggette per tutti gli aspetti che concorrono a conferire qualità di "bellezze naturali".

ART. 1: Sono soggette alla presente legge a causa del loro notevole interesse pubblico:

- 1) le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezze naturali o di singolarità geologica;*
- 2) le bellezze panoramiche considerate come quadri notevoli e così come pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di queste bellezze.*

L'art. 8 conferisce (ma solo in via temporanea) all'Amministrazione pubblica la facoltà di

inibire che si eseguano, senza preventiva autorizzazione, lavori comunque capaci di recar pregiudizio all'attuale stato esteriore delle cose e delle località soggette alla presente legge.

All'interno degli ambiti individuali o in vista di bellezze naturali, le attività devono essere pertanto sottoposte a particolari prescrizioni, fissate dall'autorità competente alla tutela delle bellezze naturali. La stessa normativa prevede la stesura (di caso in caso) di particolari prescrizioni atte a tutelare il paesaggio entro e attorno le aree individuate.

È opportuno ricordare che la forza del vincolo può essere in molti casi notevole (per esempio, zone monumentali, aree agricole con un paesaggio agrario tipico e/o raro ecc.) e questo può quindi escludere tassativamente qualsiasi intervento che possa modificare l'aspetto dell'area; qualora il vincolo su un'area sia meno forte, sarà comunque obbligatorio verificare accuratamente la compatibilità dell'attività da svolgere con le specifiche motivazioni del vincolo esistente per ciascuna area.

Un'ulteriore difficoltà nasce, come già ricordato, dalla necessità di estendere le verifiche anche alle aree "in prossimità" o dalle quali si possa godere lo spettacolo delle bellezze (vincolate). Il rispetto di questa norma richiede approfondimenti e verifiche sia di natura tecnica sia nei confronti dell'Ente gestore della tutela. Quale primo criterio, le zone vincolate sulla base della 1497/39 possono essere considerate aree da escludere ai fini dell'attività di smaltimento rifiuti; per le aree limitrofe dovranno essere effettuate le verifiche del caso.

g) Legge 27 luglio 1977, n. 968 (Principi generali e disposizioni per la protezione della fauna e la disciplina della caccia - legge quadro).

La programmazione dell'attività venatoria è demandata al livello regionale o sub-regionale e deve essere compiuta sul territorio agrario forestale mediante la costituzione di alcuni istituti.

L'art. 6 delega alle Regioni la predisposizione di piani annuali o pluriennali per la caccia e l'istituzione, fra le altre, di:

- oasi di protezione, destinate al rifugio, alla riproduzione, alla sosta della fauna selvatica;
- zone di ripopolamento e cattura, destinate alla produzione di selvaggina, al suo irradiazione nelle zone circostanti e alla cattura della medesima per i ripopolamenti;
- centri privati di produzione di selvaggina, anche allo stato naturale, rigorosamente regolati e controllati dalla Regione, organizzati sotto forma di azienda; in questi centri, è vietato l'esercizio della caccia.

L'art. 36 prevede la trasformazione delle riserve di caccia di rilevante interesse naturalistico e faunistico in aziende faunistico-venatorie; queste hanno come scopo il mantenimento, l'organizzazione e il miglioramento degli ambiti naturali, anche ai fini dell'incremento della fauna selvatica. Nella legge quadro è fatto esplicito riferimento alla fauna selvatica solo per le aziende faunistico-venatorie. Queste, essendo in genere ex riserve di caccia, presentano in alcuni casi valori ambientali notevoli (che devono essere mantenuti e migliorati); per

queste possono essere escluse *a priori* attività di smaltimento rifiuti perché si avrebbe di fatto una perdita di valori assoluti preesistenti.

Anche per le oasi di protezione (spesso non caratterizzate da particolari esigenze naturalistiche), essendo evidente il fine dell'istituto (rifugio, riproduzione e sosta della fauna cacciabile), si dovrebbe limitare questa attività e, anzi, incentivare il mantenimento e la ricostruzione di habitat idonei.

Le zone di ripopolamento e cattura finalizzate alla produzione di selvaggina offrono presumibilmente una incompatibilità più debole rispetto alle precedenti.

Per la loro natura, le oasi di protezione, e specialmente le zone di ripopolamento e cattura, non hanno ubicazione costante nel tempo ma variano annualmente per numero ed estensione.

h) Legge 6 dicembre 1991, n. 394 (legge quadro sulle aree protette).

i) LR 30 novembre 1983, n. 86 (Piano generale delle aree regionali protette).

La legge quadro regionale, finalizzata al recupero e alla valorizzazione dei beni naturali e ambientali del territorio della Lombardia, definisce le linee generali per la salvaguardia delle aree regionali protette di interesse naturale e ambientale.

Sono stati stabiliti 4 regimi di tutela:

- 1) *parchi naturali intesi quali zone che costituiscono generale riferimento per la comunità lombarda: sono organizzati in modo unitario con preminente riguardo alle esigenze di protezione della natura e dell'ambiente e di uso culturale e ricreativo, nonché con riguardo allo sviluppo delle attività agricole, silvicole e pastorali e delle altre attività tradizionali atte a favorire la crescita economica, sociale e culturale delle comunità residenti;*
- 2) *riserve naturali, intese quali zone specificatamente destinate alla conservazione della natura in tutte le manifestazioni che concorrono al mantenimento dei relativi ecosistemi;*
- 3) *monumenti naturali, intesi quali singoli elementi o piccole superfici dell'ambiente naturale di particolare pregio naturalistico e scientifico che devono essere conservati nella loro integrità;*
- 4) *altre zone di particolare rilevanza naturale e ambientale da sottoporre comunque a regime di protezione.*

Per ciascun regime di tutela vengono di seguito riportati alcuni dettagli.

1) Parchi naturali

Per queste aree esistono di norma Piani Territoriali di Coordinamento che stabiliscono differenti regimi di tutela all'interno del Consorzio di Comuni.

2) e 3) Riserve e monumenti naturali

I biotopi e geotopi già individuati dalla LR 27 luglio 1977, n. 33, sono istituiti come riserve e monumenti naturali (LR 30 novembre 1983, n. 86, vedere punto 4) (pagina seguente). La LR del 1983 prevede che, per ogni singola riserva, debba essere effettuata la classificazione in relazione al rispettivo regime di protezione (art. 11) e le determinazioni previste dall'art. 12.

I divieti e i limiti alle attività antropiche nell'ambito delle riserve e nella fascia di rispetto sono quindi da definire sulla base di una individuazione specifica per ciascuna riserva.

Nel transitorio, conservano efficacia le misure di salvaguardia previste dall'art. 5 della LR 27 luglio 1977, n. 33 e cioè:

... sono vietati:

(Omissis)

2) *l'apertura di nuove strade e la costruzione di infrastrutture in genere;*

(Omissis)

6) *gli interventi di bonifica di qualsiasi tipo;*

(Omissis)

10) *gli interventi che modifichino il regime o la composizione delle acque;*

(Omissis)

12) *ogni attività, anche di carattere temporaneo, che comporti alterazioni alla qualità dell'ambiente.*

Tra i divieti sopra ricordati, quello relativo al punto 2) vale anche per le aree di rispetto.

Dal punto di vista naturalistico, è indubbia l'incompatibilità assoluta tra attività di stoccaggio rifiuti e la conservazione e la tutela delle riserve e monumenti naturali; per questi, la salvaguardia è l'obiettivo principale dal punto di vista scientifico-culturale. Come più sopra ricordato, l'azione amministrativa è volta al raggiungimento di questa direttiva prioritaria.

4) **Zone di particolare rilevanza naturale e ambientale**

La LR 30 novembre 1983, n. 86 classifica queste aree come zone da sottoporre a regime di protezione; nelle aree individuate, le commissioni provinciali o consorziali per l'ambiente naturale previste dall'art. 7 devono provvedere:

- *a promuovere l'analisi puntuale del patrimonio naturale, ambientale e paesaggistico;*
- *a proporre le aree da destinare a nuove riserve o parchi naturali;*
- *a proporre l'individuazione dei monumenti naturali;*
- *a indicare gli altri interventi e le misure di tutela per la salvaguardia e il recupero dell'ambiente;*
- *a proporre i criteri per la revisione degli strumenti urbanistici generali, per quanto concerne le zone stesse, dei Comuni il cui territorio sia anche parzialmente compreso nelle zone medesime.*

La legge 86/83 classifica queste aree come zone suscettibili di particolare tutela, istituendo comunque un primo livello di protezione generalizzata. Il compito di maggiore approfondimento è lasciato alle commissioni provinciali o consorziali per l'ambiente che devono promuovere quanto indicato.

Dal punto di vista naturalistico, queste aree rappresentano elementi di un certo pregio di tipo diffuso e possono comprendere al loro interno evidenze molto importanti che non sono state considerate in altre forme di tutela.

Per ogni ambito, la compatibilità con l'attività di smaltimento dei rifiuti deve essere quindi giudicata sulla base di approfondimenti, non escludendo a priori la possibilità di individuare siti idonei; tuttavia, a titolo cautelativo, sarebbe opportuno escluderla, almeno in un primo momento.

l) Aree militari.

Tra le zone sottoposte a limitazioni ai fini di un'eventuale attività di smaltimento rifiuti si possono includere le aree sottoposte a servitù militare.

Essendo di proprietà demaniale, il controllo è affidato all'autorità militare (sezione demanio del Genio Militare) che, usualmente, non concede una precisa perimetrazione per ragioni di "segreto militare".

2.2 Aree sottoposte a tutela parziale

Esistono aree sottoposte a tutela parziale, anche se di notevole interesse naturalistico-ambientale, costituita essenzialmente dagli strumenti urbanistici comunali. Per tutte queste situazioni, c'è una totale incompatibilità con l'attività di smaltimento rifiuti. Queste aree non sono censite nei Piani Provinciali perché il censimento richiede una analisi puntuale della pianificazione urbanistica di ciascun Comune. Indagini di questo tipo devono essere incluse in un livello di approfondimento successivo.

2.3 Aree di rilevante interesse naturalistico-ambientale non specificamente tutelate

Oltre ai vincoli e alle limitazioni stabiliti dalla vigente legislazione, si ritiene necessario ricordare che esistono aree che, per la loro rilevanza ambientale non inferiore a quella delle zone tutelate per legge, si presentano di pregio tale da dover essere escluse da un possibile uso per attività di stoccaggio e/o smaltimento rifiuti (si tratta di zone di pregio ambientale e/o scientifico-naturalistico comunque meritevoli di tutela).

Spesso tali zone sono oggetto di previsioni di protezione a vari livelli amministrativi. Nel territorio lombardo è prevista l'introduzione a breve di vincoli per aree di questo tipo (per esempio, le sorgenti minerali e le località fossilifere).

2.4 Aree di interesse archeologico

Un altro aspetto di interesse nel territorio lombardo è quello dei rinvenimenti di materiali di interesse archeologico.

Sarebbe opportuno raccogliere tutti i dati disponibili relativi a tali scoperte e sintetizzarli cartografando nel modo più completo le indicazioni generali sulla dislocazione dei siti archeologici.

Non si tratta di realizzare una vera e propria Carta Archeologica, per il cui allestimento sarebbe necessaria una ben più approfondita ricerca sulle fonti assieme a un puntuale controllo diretto sul terreno, ma di predisporre un documento guida utile allo scopo prefissato. In alcuni casi, i dati necessari possono essere desunti dalle carte dei vincoli dei Piani Provinciali delle Cave.

Per ciascun sito archeologico sarebbe opportuno indicare le epoche storiche di pertinenza dei ritrovamenti effettuati (corredati da simboli che indichino la profondità del ritrovamento e la precisione dell'ubicazione).

Come già precisato, i dati riportati in queste carte esprimono solamente la possibilità che avvengano altri ritrovamenti nella stessa zona; induttivamente, la probabilità che tali rinvenimenti si verifichino è tanto più alta quanto più densa è la disposizione dei simboli in ciascuna zona.

Poiché il rinvenimento di materiale di interesse archeologico porta per legge al blocco dei lavori di scavo, la conoscenza di questi dati segnala preventivamente i luoghi potenzialmente interessati.

2.5 Norme che indirizzano le indagini geologiche

Le indagini di carattere geologico e idrogeologico rivestono un'importanza fondamentale ogni volta che si debba localizzare un impianto di scarico controllato, in particolare se si tratta di un sito destinato a ospitare rifiuti pericolosi. Alcune delle indagini da svolgere sono richieste esplicitamente dalle normative, sia di livello regionale che statale.

In particolare, le fonti normative da tenere presenti sono quelle del DPR 10 settembre 1982, n. 915, integrato dalla deliberazione attuativa del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984.

Resta comunque sottinteso che l'ammissibilità di un qualsiasi impianto di smaltimento di rifiuti presuppone, anche nel caso delle indagini geologiche, l'esame analitico di tutte le disposizioni di legge, al fine di verificare la compatibilità delle scelte localizzative e progettuali.

Alcuni dei punti della deliberazione attuativa del citato DPR 915/1982 fissano, per i vari tipi di discarica, i limiti entro i quali deve, essere definita la *ubicazione*, nonché le *caratteristiche geologiche e geotecniche dei siti di potenziale collocazione (tali o rese tali da evitare rischi di frane o cedimenti delle pareti e del fondo dell'impianto)*. Per quel che attiene alla realizzazione e alla gestione, vengono fissati i presupposti e gli interventi atti a garantire e definire la *impermeabilizzazione (obbligatoria per le discariche di rifiuti tossici e nocivi)*, la *protezione delle acque dall'inquinamento, il drenaggio e la captazione del percolato, lo smaltimento del biogas, il drenaggio delle acque superficiali e, infine, le opere di sistemazione finale e di recupero dell'area*.

La normativa italiana pone il problema generale dell'osservanza di una distanza di sicurezza della discarica dai punti di approvvigionamento idrico a uso potabile, dall'alveo di piena di laghi, fiumi e torrenti, dai centri abitati e dai sistemi viari di grande comunicazione. Prevede inoltre la compatibilità ambientale dell'opera in relazione all'esistenza o meno di pericoli per l'inquinamento delle eventuali falde idriche sotterranee escludendo, in ogni caso, la possibilità di realizzare discariche di rifiuti tossici e nocivi in zone sismiche di prima categoria, in aree vulcaniche attive (compresi i campi solfatarici), in corrispondenza di doline, inghiottitoi o altre forme carsiche superficiali e in zone sottoposte a specifici vincoli idrogeologici.

Di fatto, la definizione della distanza di sicurezza viene demandata alle normative (e alle pianificazioni) delle singole Regioni.

La normativa della Regione Lombardia impone il divieto di realizzare discariche per rifiuti solidi urbani nelle seguenti condizioni:

- nelle aree umide e nelle zone di inondazione ed esondazione di rivi, torrenti, fiumi e laghi;

- sulle rive dei laghi e dei fiumi, entro una fascia di 100 m dal confine demaniale;
- entro le zone di rispetto dei punti di prelievo dell'acqua destinata prevalentemente a uso potabile;
- su pendii potenzialmente franosi, salvo realizzare idonee opere di sistemazione.

Per quanto concerne la distanza dalle abitazioni, viene precisato che deve essere tale da non arrecare molestie e che, di norma, non deve essere comunque inferiore a 200 m.

Nelle zone sottoposte a tutela paesaggistica e/o naturalistica, la realizzazione di una discarica controllata può essere autorizzata solo se finalizzata al miglioramento ambientale.

Nella scelta dei siti di discarica, nel rispetto delle condizioni sopra esposte, viene normalmente accordata preferenza alle aree degradate dall'attività estrattiva, al fine di realizzare il loro recupero ambientale in conformità delle destinazioni previste dallo strumento urbanistico.

È certo tuttavia che, pur subordinando la realizzazione delle discariche alla osservanza di scrupolosi criteri di salvaguardia ambientale e igienico-sanitaria, le normative risultano tali da consentire un ampio ventaglio nella scelta dei siti di collocazione. I dispositivi di legge suggeriscono tuttavia di scegliere prioritariamente nell'ambito di aree degradate e/o comunque tali da consentire, attraverso la realizzazione delle discariche medesime, il loro recupero ai fini ambientali e produttivi: l'esempio delle fosse di cave abbandonate risulta a tal proposito assai eloquente.

La complessità di tutti i vincoli imposti dalla legislazione pone in pratica non pochi problemi rispetto all'ubicazione di discariche controllate e alle caratteristiche che esse devono possedere. In particolare, il divieto di ubicare discariche per rifiuti pericolosi (II C e III) in zone sottoposte a vincolo idrogeologico sembra anacronistico. Infatti il vincolo idrogeologico, nato con la legge 23 dicembre 1923, si riferiva alla protezione di zone montane interessate da coperture boschive e facilmente soggette (o predisposte) a fenomeni di dissesto mentre ora si rivela una preclusione alla realizzazione di discariche controllate in zone collinari, anche dove affiorano potenti coltri argillose. Questa situazione è favorevole all'ubicazione di impianti di discarica perché tutela le acque sotterranee dall'inquinamento: eventuali falde risultano infatti protette dallo spessore del materiale impermeabile. Inoltre in queste aree spesso non sono presenti falde idriche significative.

Capitolo 3

Criteri di idoneità dei siti alla scala vasta: aspetti geologici e idrogeologici

Ai fini della valutazione del rischio connesso alla scelta di un sito da adibire a discarica, l'analisi della possibilità di inquinamento delle acque superficiali e, soprattutto, di quelle sotterranee ha un'importanza prioritaria; inoltre, specialmente per le discariche localizzate nelle pianure alluvionali, non deve essere trascurato il pericolo connesso a inondazioni (i recenti eventi verificatisi nell'Italia nord-occidentale lo confermano in modo inoppugnabile). Non devono peraltro essere trascurati altri effetti secondari, come la diffusione delle polveri o il disagio arrecato agli abitanti per eventuali odori molesti, per l'incremento del traffico ecc.

Si deve ancora ricordare che, nella pratica attuale, la costruzione di una discarica per rifiuti tossici e nocivi prevede la realizzazione di impianti, di dimensioni più o meno rilevanti, nei quali le varie tipologie di rifiuti sono, in generale, miscelate casualmente tra loro in modo relativamente casuale.

La migliore garanzia per operare in condizioni di sicurezza è quindi costituita dalla "prevenzione" che, in pratica, si identifica con la "localizzazione" dell'impianto, intesa come la definizione, all'interno di un determinato contesto territoriale, delle aree potenzialmente idonee a ospitare una discarica. Successivamente, l'analisi critica e integrata di una serie di parametri appositamente definiti, consentirà di individuare, tra le aree potenzialmente idonee, quella che, per un insieme di fattori oggettivi, risulta la più adatta a questa destinazione d'uso.

Nella "prevenzione", la conoscenza dell'assetto geologico, geomorfologico e idrogeologico dei siti presi in considerazione assume consistente rilevanza.

Come accennato nel paragrafo 2.5, le indagini geologiche preliminari alla scelta dei siti ambientalmente idonei devono necessariamente fare riferimento alle disposizioni contenute nel quadro normativo vigente. Le disposizioni appartengono a fonti statali e regionali non sempre omogenee e danno luogo a una situazione composita nella quale si innestano ulteriori prescrizioni di livello provinciale e comunale e di natura urbanistica e regolamentare (Capitolo 2).

3.1 Criteri geologici e litostratigrafici

Tenuto conto delle caratteristiche e delle peculiarità delle discariche controllate, nonché dei requisiti previsti dalle citate normative di legge (paragrafo 2.5), i criteri "geologici" più immediati, ai quali è opportuno fare riferimento per una valutazione comparativa tra le aree preventivamente giudicate idonee in base alla loro posizione logistica e al contesto geografico, sono di ordine litologico e strutturale, idrogeologico e morfologico. A questi, devono essere aggiunti, sempre dal punto di vista geologico, ulteriori parametri quali:

- la marcata subsidenza;
- il rischio vulcanico;
- il rischio sismico;
- la presenza di intensi fenomeni di erosione o di frane.

Una volta depositato in discarica, il rifiuto si trasforma e può liberare o produrre composti inquinanti per tempi molto lunghi (il termine "rifiuto" è qui usato in senso generico; l'importanza dei processi indicati dipende fortemente dalla natura del rifiuto). I contaminanti mobilizzati si accumulano nel biogas e soprattutto nel percolato (se

prodotti) e possono, per la presenza di difetti costruttivi o per il danneggiamento delle strutture di contenimento della discarica, superare le barriere impermeabilizzanti artificiali ed essere immessi nell'ambiente.

Alla luce di questa possibilità, risulta estremamente importante, per la salvaguardia dell'ambiente, ubicare gli impianti di discarica di rifiuti in zone litologicamente e strutturalmente idonee.

L'isolamento dei rifiuti è maggiore se la zona è caratterizzata da bassi valori di permeabilità, sia orizzontale che verticale; infatti, il valore del coefficiente di permeabilità determina la velocità di percolazione o l'entità dell'azione di attenuazione degli effetti di eventuali sostanze inquinanti presenti nel terreno.

La permeabilità di un terreno sciolto è determinata dalle caratteristiche granulometriche e dal grado di compattazione; quella di una formazione rocciosa dipende sia dalle caratteristiche primarie, quali granulometria e grado di cementazione, che da quelle secondarie, quali la presenza di intensa fratturazione di origine tettonica o di faglie che possono costituire una via di infiltrazione preferenziale per il percolato. Terreni sostanzialmente impermeabili e ad alta capacità di ritenzione chimica possono bloccare l'eventuale diffusione di ioni o di composti lisciviati dagli accumuli di rifiuti.

Il terreno sul quale si appoggiano le strutture della discarica e il cumulo dei rifiuti deve inoltre essere dotato di plasticità, caratteristica molto importante nel caso di stress indotti, cioè nel caso di sollecitazioni sismiche o di disequilibri nell'assetto strutturale causati, per esempio, dalle operazioni di scavo necessarie alla realizzazione dell'impianto. Il fondo deve essere ben compattato per evitare che i carichi sovrastanti deformino il substrato e, con esso, i sistemi drenanti di fondo.

Nella scelta del sito per l'ubicazione di un impianto di smaltimento dei rifiuti sono preferibili terreni di tipo argilloso, argilloso-limosi o evaporitici, per l'elevata plasticità e la bassa permeabilità e, nel caso dei terreni a forte componente argillosa, per l'elevata capacità di scambio ionico.

La scelta deve essere preceduta da un'analisi chimica di valutazione della presenza di carbonati; i carbonati nell'ambiente acido tipico delle discariche reagiscono e, se presenti in rilevanti quantità, la loro dissoluzione determina un aumento del valore del coefficiente di permeabilità.

Anche le rocce granitiche, valutata la permeabilità secondaria per fratturazione, potrebbero ospitare impianti di discarica, perché dotate di bassa permeabilità primaria.

In sostanza, i parametri litostratigrafici devono essere finalizzati a stabilire:

- la presenza o meno, sul fondo e sulle pareti della discarica, di materiale a basso grado di permeabilità, con spessore tale da garantire, già di per sé, una tutela delle eventuali acque presenti nel sottosuolo;
- se il materiale ha uno spessore e porosità tali da consentire il completo adsorbimento dei liquami di decomposizione dei rifiuti (questa situazione è interessante se l'area è priva di falde idriche sotterranee o se queste sono collocate a notevole profondità);
- la reperibilità *in loco* di materiale idoneo, per qualità e quantità, alla quotidiana copertura dei rifiuti nonché alla copertura finale;
- l'assenza di materiali potenzialmente soggetti a fenomeni carsici (dissoluzione) che possano sviluppare al loro interno cavità o sprofondamenti (zone interessate da massicci carbonatici e rocce gessose).

3.2 Criteri geomorfologici

Questi criteri assumono notevole importanza perché dalle caratteristiche geomorfologiche delle aree dipendono:

- la reale possibilità di isolamento naturale della discarica dalle interferenze con le acque superficiali e, in parte, con quelle sotterranee;
- la facilità e la sicurezza per il drenaggio e lo smaltimento del percolato;
- la predisposizione naturale delle aree all'accoglimento dell'impianto e la facilità della sua conduzione;
- il grado di impatto visivo sul paesaggio circostante;
- le modalità di recupero finale e la destinazione d'uso dell'area.

In funzione dello sviluppo del tessuto urbano e produttivo, è possibile affermare che in una qualsiasi area del territorio lombardo, se si escludono le vere e proprie aree di montagna, gli ambiti territoriali meno sfavorevoli per la costruzione di una discarica sono quelli collinari (comprese le zone pedemontane) e, soprattutto, quelli di pianura alluvionale. Risulta pertanto opportuno evidenziare, sia pure in termini succinti, le interdipendenze che possono sussistere fra l'impianto di una discarica e le caratteristiche peculiari, di ordine geologico e idrogeologico, di queste due unità geomorfologiche, con particolare riferimento alle pianure alluvionali.

3.2.1 Zone collinari e del pedemonte

Le zone collinari sono, in genere, relativamente accidentate dal punto di vista morfologico. Al loro interno è comunque quasi sempre possibile individuare, soprattutto nella fascia di transizione verso la vera e propria pianura, settori a morfologia dolce e ondulata. Nell'ambito di queste zone, sono numerose le vallette secondarie, con fondo a ridotta pendenza, versanti poco inclinati e con sviluppo regolare. In alcuni casi, le ridotte dimensioni di queste valli comportano la possibilità di una loro netta delimitazione in fatto di bacino imbrifero. È di conseguenza possibile isolarle dal contesto idrografico del territorio circostante mediante interventi artificiali, di semplice realizzazione. Nelle vallette di questo tipo sono presenti, non raramente, anche quelle modellate in prevalenti e potenti depositi argillosi, poco o per nulla permeabili, e/o quelle caratterizzate dall'assenza, nel sottosuolo di loro pertinenza, di falde idriche significative. Le testate di queste vallette possono così costituire siti idonei per l'ubicazione delle discariche, perché rispondenti ai principi enunciati nel precedente paragrafo.

Nelle figure 3.1-3.7 è riportato l'esempio di una discarica progettata per un sito nel quale sussistono le condizioni descritte. In particolare, appare evidente che questa discarica:

- è isolata, o facilmente isolabile, dal contesto idrografico dei luoghi circostanti;
- gode di sufficienti garanzie per l'eliminazione del pericolo di inquinamenti delle acque presenti nel sottosuolo;
- presenta anche l'importante e peculiare caratteristica di garantire, sempre e comunque, la fuoriuscita del percolato per gravità, ossia per vie naturali;
- consente un recupero ottimale delle aree di sua pertinenza.

In un'altra possibile ubicazione di un impianto di discarica in una zona collinare, il corpo dei rifiuti è appoggiato a una parete, in modo da costituire una prosecu-

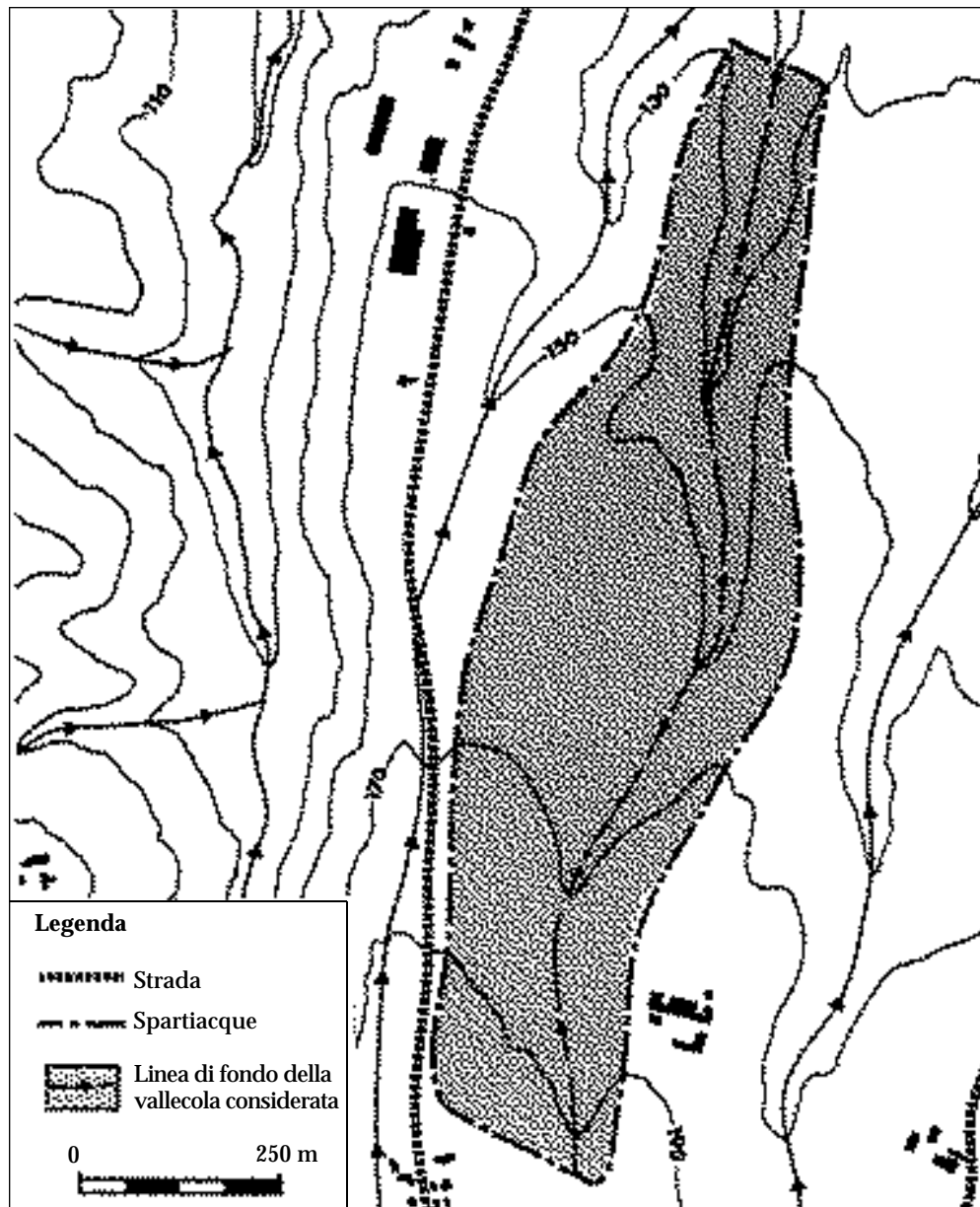


Figura 3.1 - Esempio di una piccola valle a testata chiusa situata in una zona pedemontana. La depressione, impostata su depositi eminentemente argilloso-limosi, è stata prescelta per la realizzazione di una discarica. L'assetto idrogeologico dell'area (falda a bassa potenzialità, posta ad almeno 25 m di profondità e protetta da depositi a scarsa o nulla permeabilità) non ha imposto impermeabilizzazioni particolari, se non un ulteriore riporto di argilla sul fondo, per almeno 1 m, con permeabilità $< 10^7$ cm/s.

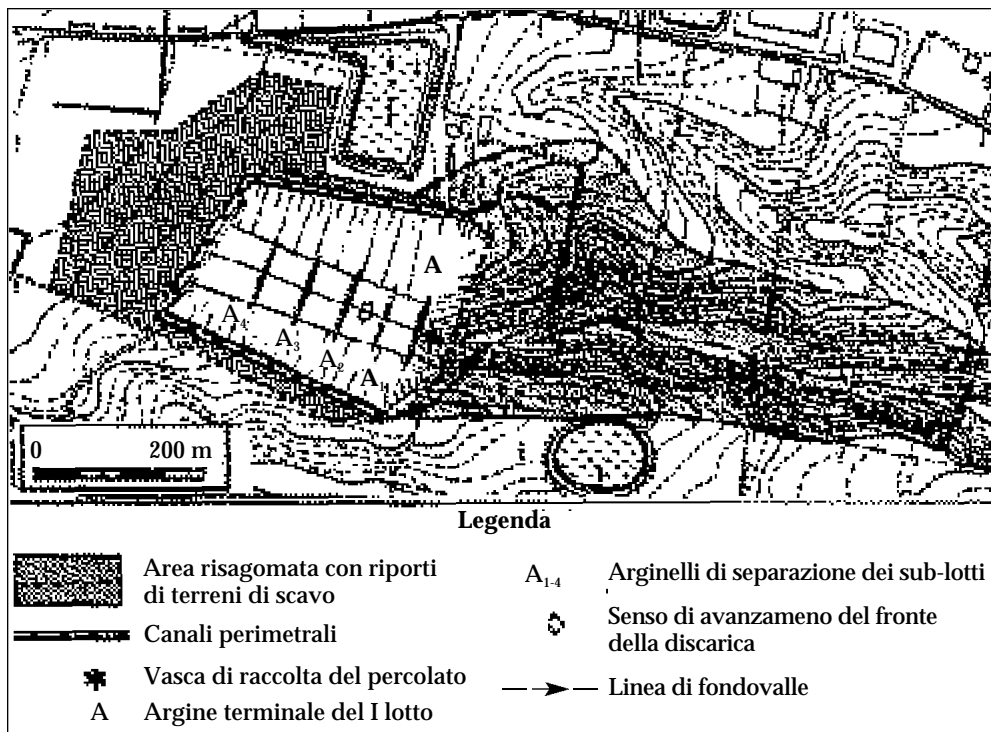


Figura 3.2 - Schema planimetrico relativo all'approntamento del primo lotto della discarica prevista nella piccola valle di cui alla figura 3.1. Da notare la suddivisione in numerosi sub-lotti, di realizzazione progressiva, in grado di facilitare via via le operazioni di separazione del percolato dalle acque piovane.

zione del versante (figura 3.8); devono naturalmente essere adottate tutte le precauzioni necessarie in fatto di sicurezza dal punto di vista della stabilità. In questo caso, se le condizioni idrogeomorfologiche del territorio sono idonee, l'impianto di discarica presenta gli stessi vantaggi di un impianto ubicato in una delle vallette con le caratteristiche sopracitate.

3.2.2 Zone di pianura alluvionale

Il giusto rigore che deve guidare la scelta dei siti di realizzazione delle discariche ai fini della salvaguardia ambientale restringe notevolmente le possibilità di scelta in aree collocate nelle pianure e nei ripiani alluvionali in genere, soprattutto se ci si riferisce alla tutela delle acque sotterranee e superficiali.

Nelle pianure e nei ripiani alluvionali domina, infatti, la presenza di depositi sostanzialmente sciolti, il più delle volte caratterizzati da abbondante componente permeabile (sabbie e ghiaie). Come tali, essi sono quasi sempre sede delle più importanti riserve idriche del sottosuolo. Questa condizione rende necessaria l'adozione di precisi accorgimenti tecnici (opere di impermeabilizzazione artificiale del fondo e delle pareti, realizzazione di diaframmi perimetrali, di pozzi-spia, di pozzi di spurgo, di di-

fese idrauliche ecc.), tali da poter garantire nel tempo la sicurezza degli impianti. Peraltro, non sono rari i pericoli per inondabilità diretta o per potenziale rottura degli argini maestri di difesa fluviale.

D'altra parte, poiché le massime concentrazioni antropiche sono localizzate nelle

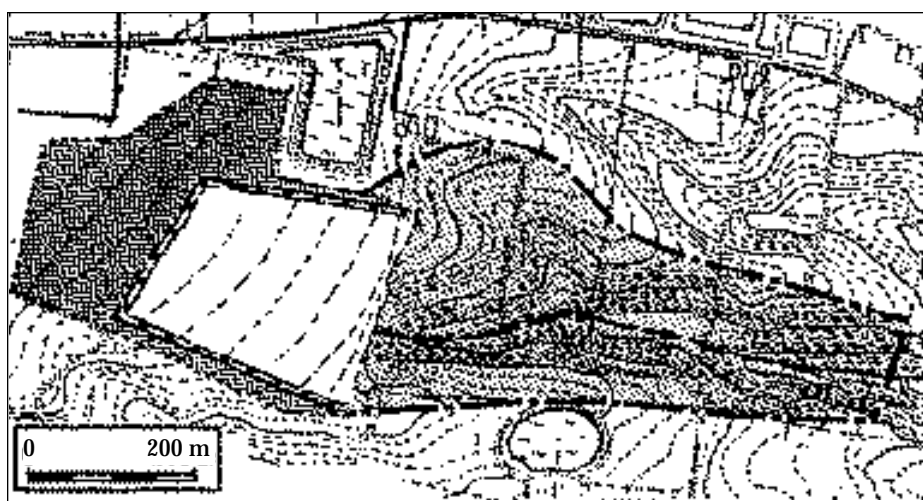


Figura 3.3 - Planimetria relativa alla sistemazione finale del primo lotto. Da notare la regolarità morfologica assunta dall'area, pur con la leggera bombatura prevista in corrispondenza della superficie della discarica, dotata di canali perimetrali.

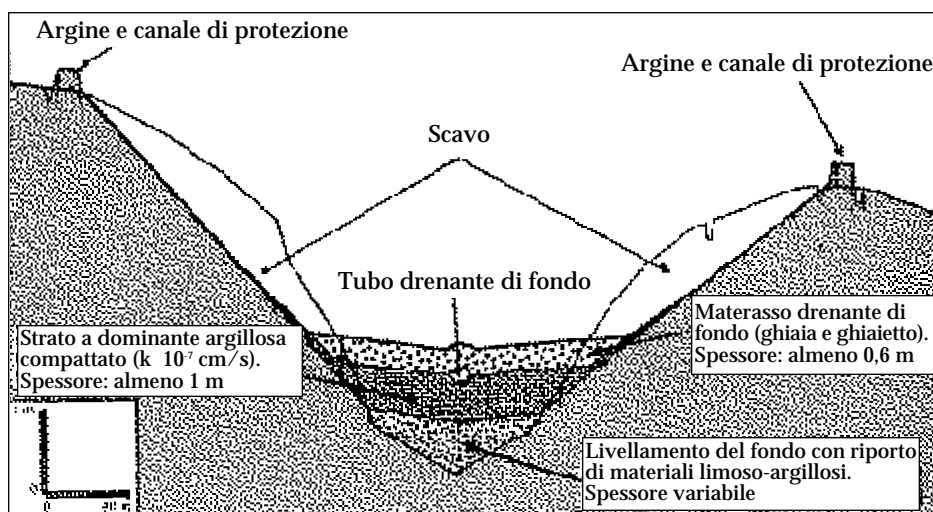
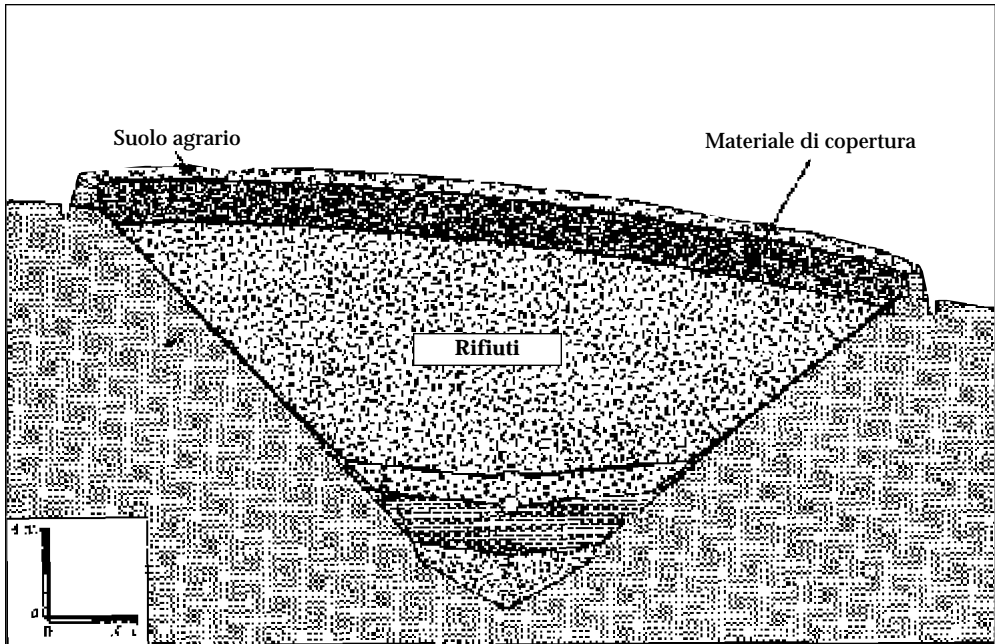


Figura 3.4 - Sezione trasversale schematica relativa alla sagomatura preliminare della valle in figura 3.1 e alla preparazione del fondo della discarica.



N.B.: Nelle due sezioni, le scale delle altezze sono 10 volte superiori a quelle delle lunghezze; questo giustifica l'esasperazione grafica del rilievo.

Figura 3.5 - Sezione trasversale schematica a discarica riempita.

pianure, è nel loro ambito che, almeno in teoria, si dovrebbero reperire siti idonei allo smaltimento di rifiuti tossici e nocivi, se non si vogliono sottovalutare gli aspetti legati alle distanze e al trasporto.

Vale tuttavia la pena di ricordare che la costruzione di discariche nelle zone di pianura ha comportato e comporta, nella maggior parte dei casi, l'uso di fosse preesistenti (per esempio, le cave) o di nuova realizzazione. Queste fosse, chiuse su tutti i lati, possono essere paragonate, dal punto di vista igienico-sanitario, a potenziali "inghiottitoi": da essi, il percolato deve essere estratto per mezzo di sistemi di sollevamento, dei quali bisogna garantire il perfetto funzionamento per decenni.

Si rende così indispensabile assicurare, in termini assoluti, la tenuta impermeabile del fondo, che deve essere garantita anche a decenni di distanza dalla chiusura della discarica. Inoltre, se queste discariche dovessero dar segni di pericolosità imminente o in atto, gli unici interventi possibili sono l'integrale rimozione dei rifiuti accumulati o la realizzazione di costosissime e assai impegnative opere di bonifica e di messa in sicurezza idrogeologica.

Può risultare utile, a questo punto, un sintetico richiamo alle diverse e più ripetitive situazioni geomorfologiche e idrogeologiche che caratterizzano questi territori.

Nella figura 3.9 è riportato un quadro generale dell'evoluzione geomorfologica dei

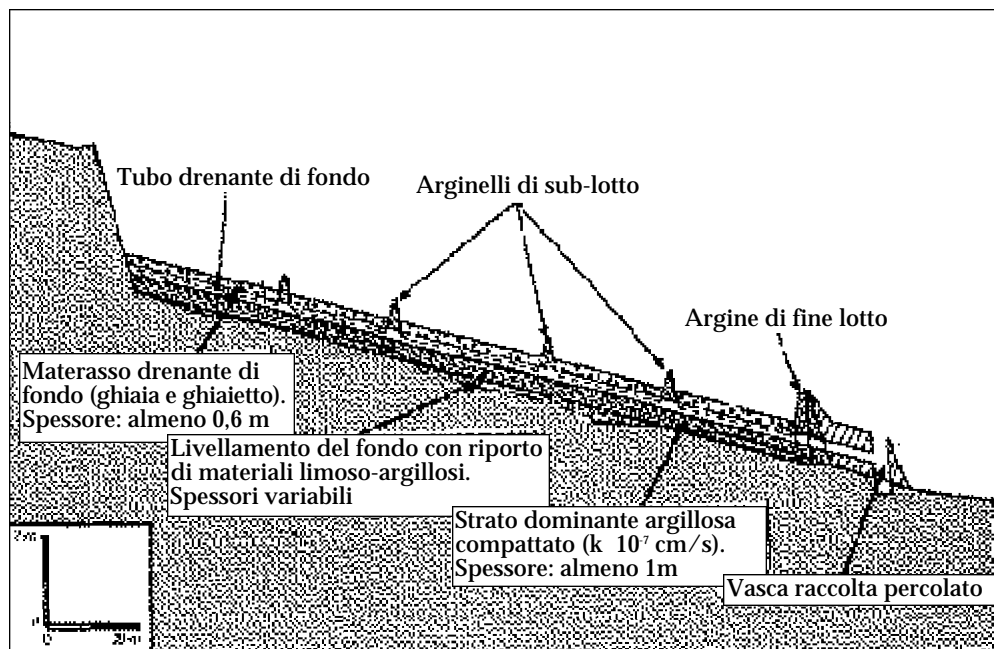
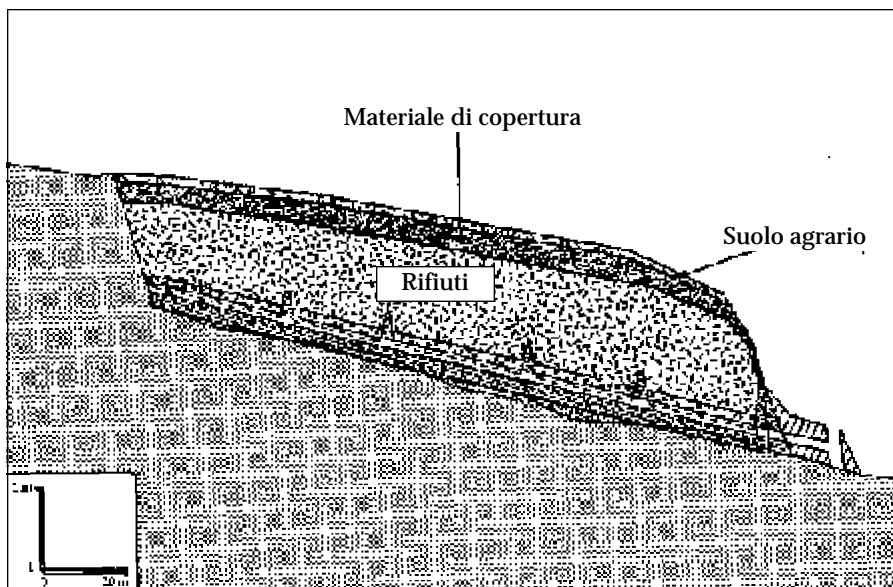


Figure 3.6 - Sezione schematica longitudinale relativa all'approntamento del fondo. Da notare la posizione della "vasca di raccolta percolato", che consente la fuoriuscita per gravità del percolato stesso.

grandi conoidi di deiezione (è noto che la vera e propria pianura nasce dalla giustapposizione e fusione di un buon numero di questi corpi alluvionali)². Le principali aree di alimentazione delle falde idriche sotterranee, ivi comprese quelle situate nelle porzioni mediane e di valle delle unità stesse, sono localizzate nella porzione di monte di queste unità geomorfologiche (figura 3.10). Sono qui impliciti i gravi pericoli connessi con l'eventuale rilascio di sostanze inquinanti.

In questi corpi alluvionali, pur all'interno di un contesto deposizionale assai variegato, esiste una tendenza generale di diminuzione della granulometria procedendo da monte verso valle. In questo stesso senso di spostamento, si verifica un progressivo insorgere, nella successione alluvionale, di lenti e orizzonti limosi e argillosi, intercalati ai materiali più grossolani (ghiaie e sabbie). Sempre procedendo da monte verso valle, si instaurano le condizioni idrogeologiche illustrate nelle figure 3.11 e 3.12 (zone di monte e mediane del conoide di deiezione) e nella figura 3.13 (zone di valle del conoide, corrispondenti alla bassa pianura, dove dominano anche estese coperture argillose superficiali). Queste stesse figure indicano e sotto-

² Deve essere peraltro precisato che devono essere correttamente distinti i conoidi potenzialmente in grado di alimentare falde sotterranee dai resti di paleoconoidi, profondamente terrazzati, che spesso danno origine a condizioni idrogeologiche tali da non rispettare questo presupposto.



N.B.: Nelle due sezioni, le scale delle altezze sono 10 volte superiori a quelle delle lunghezze; questo giustifica l'esasperazione grafica del rilievo.

Figure 3.7 - Sezione schematica longitudinale relativa alla sistemazione finale della discarica.

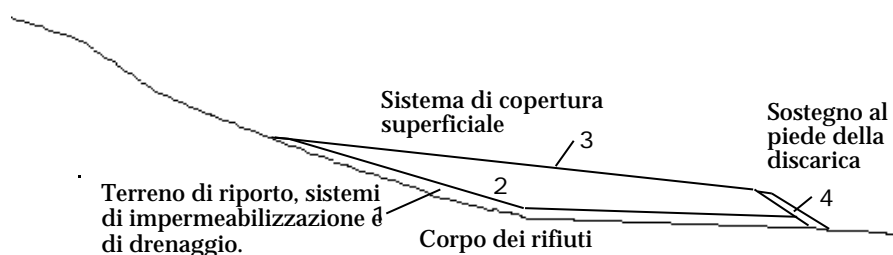


Figura 3.8 - Schema di una discarica realizzata in appoggio a un versante.

lineano le varie situazioni, più (figura 3.13c) o meno (figura 3.13b) negative, nelle quali può venirsi a trovare una discarica realizzata in una fossa ricavata in depositi alluvionali. Le situazioni illustrate giustificano la inderogabile necessità della messa in atto di specifici e sostanziali interventi artificiali (impermeabilizzazioni) per la tutela delle acque sotterranee.

Ancora una volta, deve essere sottolineato che, in tutte le discariche a fossa realizza-

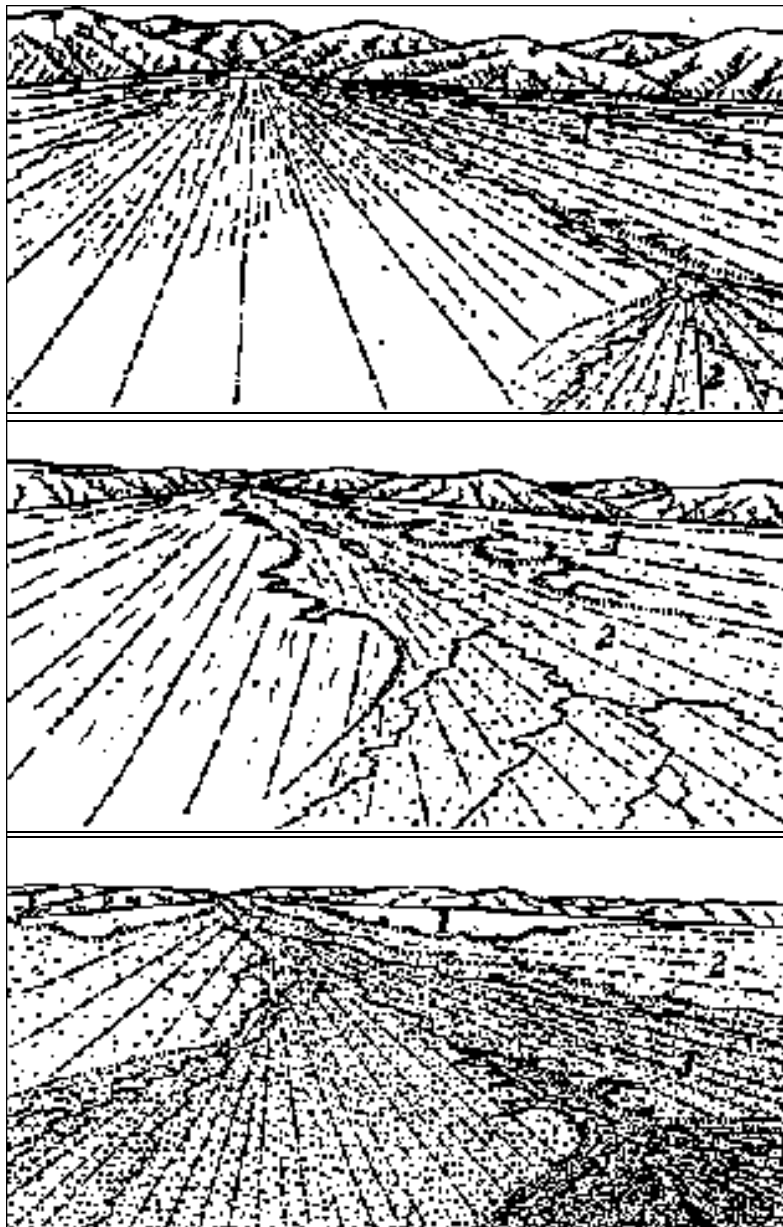


Figura 3.9 - Schema evolutivo generale di un grande conoide di deiezione facente capo a una pianura alluvionale. È evidente la presenza di più ripiani terrazzati a diversa altimetria. La superficie della falda freatica si trova a profondità via via maggiori procedendo verso i ripiani più alti, dove essa non risente quasi più delle variazioni di portata del corso d'acqua. Ovviamente, il pericolo di inondazioni decresce spostandosi dai ripiani bassi verso i ripiani alti, fino ad annullarsi.

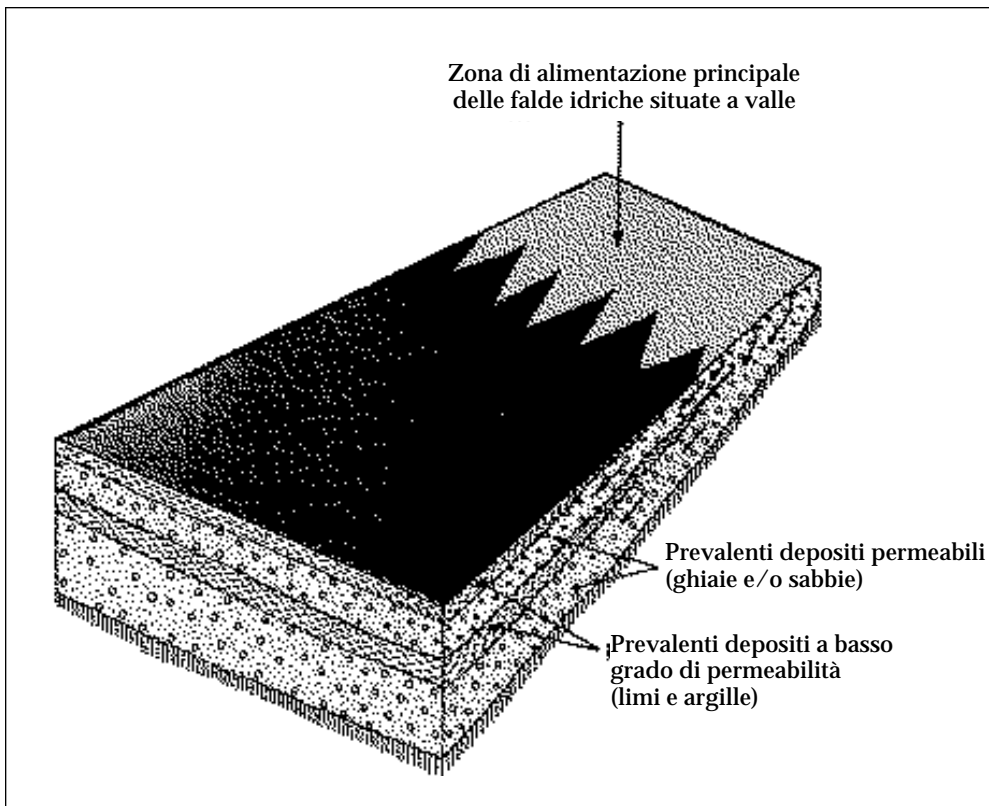


Figura 3.10 - Rappresentazione schematica dell'assetto idrogeologico che caratterizza buona parte dei grandi conoidi di deiezione. È evidente che la loro porzione di monte, sede delle vie preferenziali di alimentazione delle falde idriche sotterranee situate a valle, non è idonea per l'insediamento di impianti potenzialmente pericolosi quali le discariche.

te in queste situazioni, il percolato, se non forzatamente estratto, rimane pericolosamente stagnante sul fondo (ritorna così d'attualità il già anticipato concetto della potenziale funzione di "inghiottitoio" assunta dalle discariche a fossa).

È in definitiva documentato che la realizzazione di questo tipo di discariche nelle zone di pianura impone, per ragioni di sicurezza ambientale, il massimo impegno tecnico, con il conseguente significativo aumento dei costi di realizzazione, di gestione e di controllo.

Le possibili alternative, intrinsecamente assai più favorevoli ai fini di una possibile localizzazione delle discariche nelle pianure alluvionali, possono essere le seguenti:

- realizzare la discarica in sopraelevazione, a partire dall'attuale piano di campagna, conferendo nel contempo forma convessa al piano d'appoggio dei rifiuti (figura 3.14);
- localizzare la discarica in corrispondenza di scarpate di terrazzo alluvionale oppure all'interno dei ripiani alluvionali stessi, posti immediatamente alle loro spalle (figure 3.15 e 3.16);

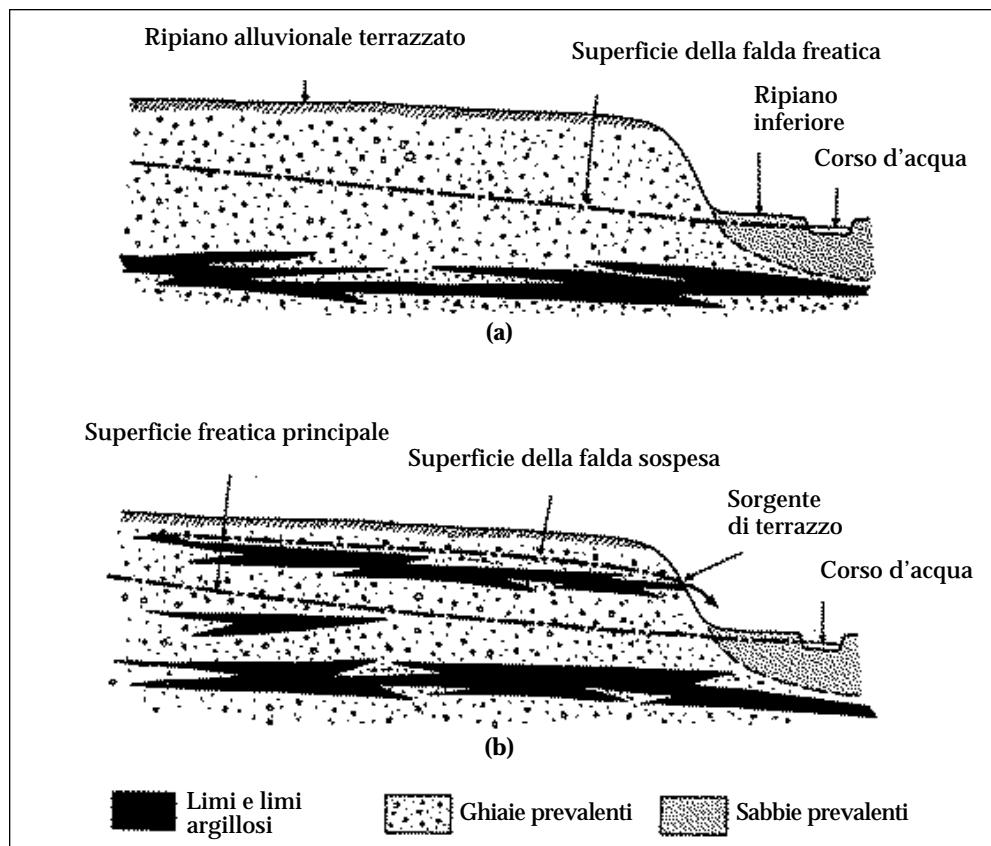


Figura 3.11 - Rappresentazione schematica di due situazioni idrogeologiche diffuse, rispettivamente, nella porzione di monte (a) e in quella mediana (b) dei grandi conoidi alluvionali di corsi d'acqua già dotati di energia relativamente elevata. In (a) è presente un'unica ricca falda idrica, sostanzialmente collegata alle acque di alveo e di subalveo del corso d'acqua. In (b), dove nei dominanti depositi permeabili (ghiaie e sabbie) si intercalano orizzonti lentiformi di limi argillosi, possono stagionalmente prendere corpo falde secondarie, "sospese" rispetto alla falda idrica principale. Si tratta, in quest'ultimo caso, di una situazione della quale si deve necessariamente tenere conto nel caso di progettazione di discariche "a fossa" in queste aree, peraltro assai diffuse.

- realizzare la discarica nelle zone pedecollinari, a ridosso della collina, in modo da sfruttare il pendio naturale per la fuoriuscita del percolato.

In questi tre tipi di discariche viene soddisfatta la necessità di garantire, ai fini della sicurezza ambientale, la fuoriuscita del percolato per vie naturali, sfruttando l'azione della gravità.

Nel primo caso (discarica in sopraelevazione), sussistono tuttavia i seguenti inconvenienti:

- notevole impatto visivo;
- necessità di procurare dall'esterno il materiale necessario per i ricoprimenti quoti-

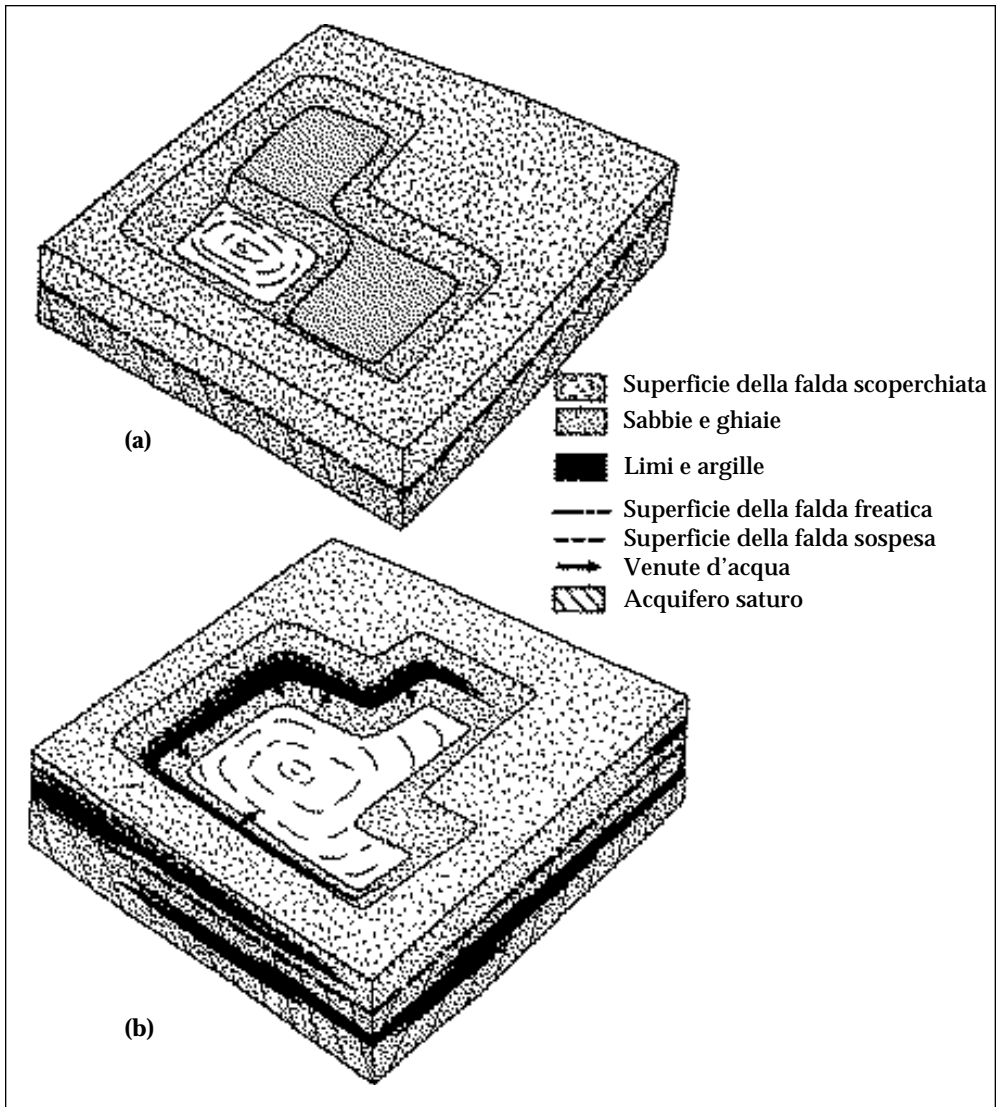
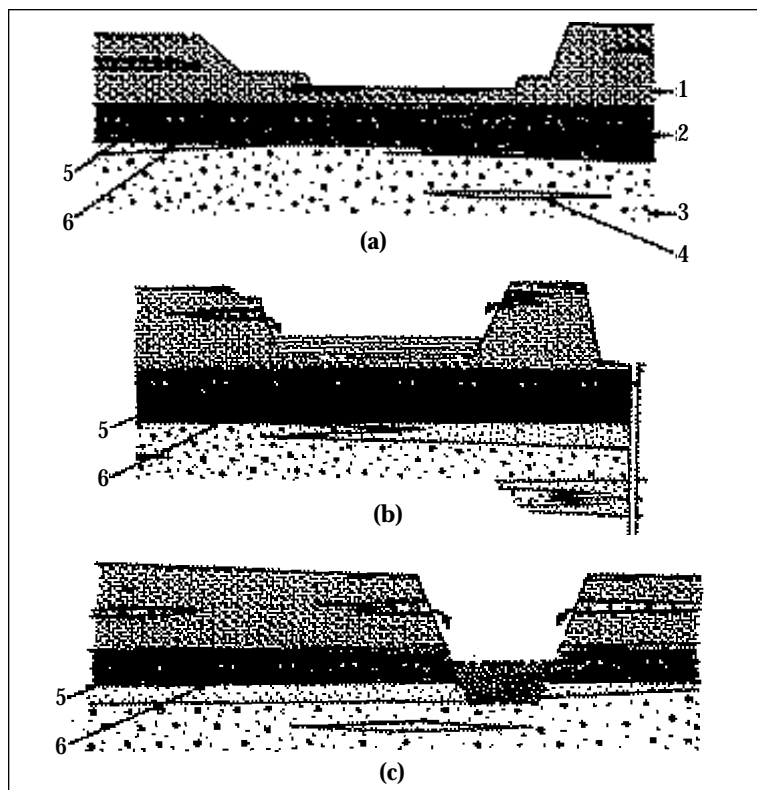


Figura 3.12 - Esempificazione diretta, sulla base di quanto illustrato nella fig. 3.10, delle possibili interferenze con le falde idriche sotterranee nel caso di aperture di fosse più o meno profonde nelle porzioni di monte (a) e mediane (b) dei grandi conoidi alluvionali. Risultano ancora più giustificate le considerazioni espresse nella didascalia della figura precedente.

diani e per quello definitivo dei rifiuti (a meno di non creare una fossa di cava nelle adiacenze dell'impianto, con il risultato di intercettare o di avvicinarsi pericolosamente a una falda idrica;

- notevoli difficoltà per le operazioni di copertura dei rifiuti.



Legenda

1. Limo argilloso, con locali lenti sabbioso ghiaiose sede di potenziali falde sospese; 2. Limi argillosi prevalenti; 3. Ghiaie prevalenti; 4. Sabbie prevalenti; 5. Limite di massima escursione potenzialmente raggiungibile dalla falda in pressione, se artificialmente intercettata; 6. Tetto dell'acquifero "confinato" dai sovrastanti limi argillosi (falda in pressione).

Figura 3.13 - Rappresentazione schematica delle situazioni idrogeologiche non favorevoli alla realizzazione di discariche "a fossa" che possono verificarsi anche nelle basse pianure ricoperte da dominanti coltri limoso-argillose. Si nota che, in funzione della disposizione spaziale e dello spessore degli orizzonti impermeabili oggetto di scavo, si possono verificare condizioni: (a) complessivamente favorevoli (fondo e pareti completamente scolpiti in depositi limoso-argillosi); (b) parzialmente negative (fossa intercettante falde idriche secondarie, sospese rispetto alla principale, ancora protetta); (c) assai negative (il fondo della fossa raggiunge la superficie della falda principale, originariamente tamponata a tetto dalla coltre argillosa). Ancora una volta, appare evidente che l'apertura di fosse nei depositi alluvionali, anche nel caso di coltri argillose, può costituire una condizione negativa ai fini della realizzazione di discariche.

Tutti gli inconvenienti citati non sussistono invece nel secondo caso (discarica collocata a ridosso di una scarpata alluvionale, realizzata secondo le modalità schematicamente illustrate nelle già richiamate figure 3.15 e 3.16).

Per una discarica appoggiata alla base di una collina, il problema maggiore è

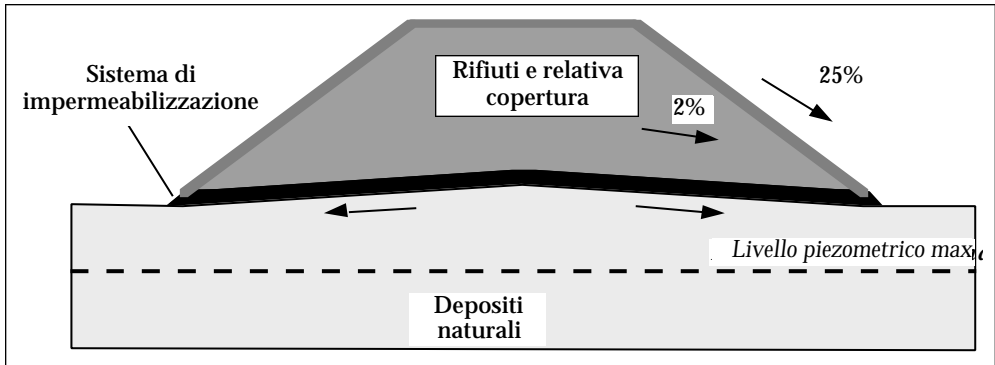


Figura 3.14 - Schema di discarica in sopraelevazione (per necessità grafiche non sono evidenziati i sistemi di drenaggio del percolato). Da notare la bombatura idrograficamente centrifuga del fondo della discarica, in grado di favorire il deflusso per gravità del percolato verso le aree esterne, topograficamente più basse del fondo della discarica.

quello di escludere con certezza la possibilità che si verifichino fenomeni di instabilità del retrostante pendio o interferenze con le acque eventualmente presenti nell'antistante pianura.

La progettazione di questo tipo di discarica dovrebbe quindi essere preceduta da accurate indagini geomorfologiche e geognostiche, allo scopo di escludere la presenza di qualsiasi fenomeno di dissesto, in atto o potenziale.

3.3 Acque superficiali

Il grado di idoneità delle aree deve essere valutato sotto l'aspetto idrografico in funzione delle naturali o intrinseche difese rispetto alle possibili interferenze della discarica con le acque superficiali.

Si deve quindi tenere conto:

- della vicinanza di fiumi, rii o canali, in grado di interferire direttamente o indirettamente con l'area di discarica;
- delle condizioni di drenaggio naturale delle acque di scorrimento superficiale;
- del pericolo di inondazioni in caso di piene ordinarie e/o straordinarie (dovranno quindi essere evitate le zone golenali);
- del pericolo di inondazione in caso di rottura di esistenti difese idrauliche.

La distanza di sicurezza da fiumi, rii o canali deve essere valutata in funzione della portata del corso d'acqua; nel caso di grandi fiumi come il Po, in relazione ai rischi di inondazione, la distanza deve essere determinata anche in funzione della presenza di elementi morfologici quali le scarpate che, poste tra l'area considerata e il fiume, possono fungere da barriera protettiva.

Devono essere inoltre considerate le condizioni di drenaggio naturale delle acque di scorrimento superficiale, nel senso che devono essere valutate in termini relati-

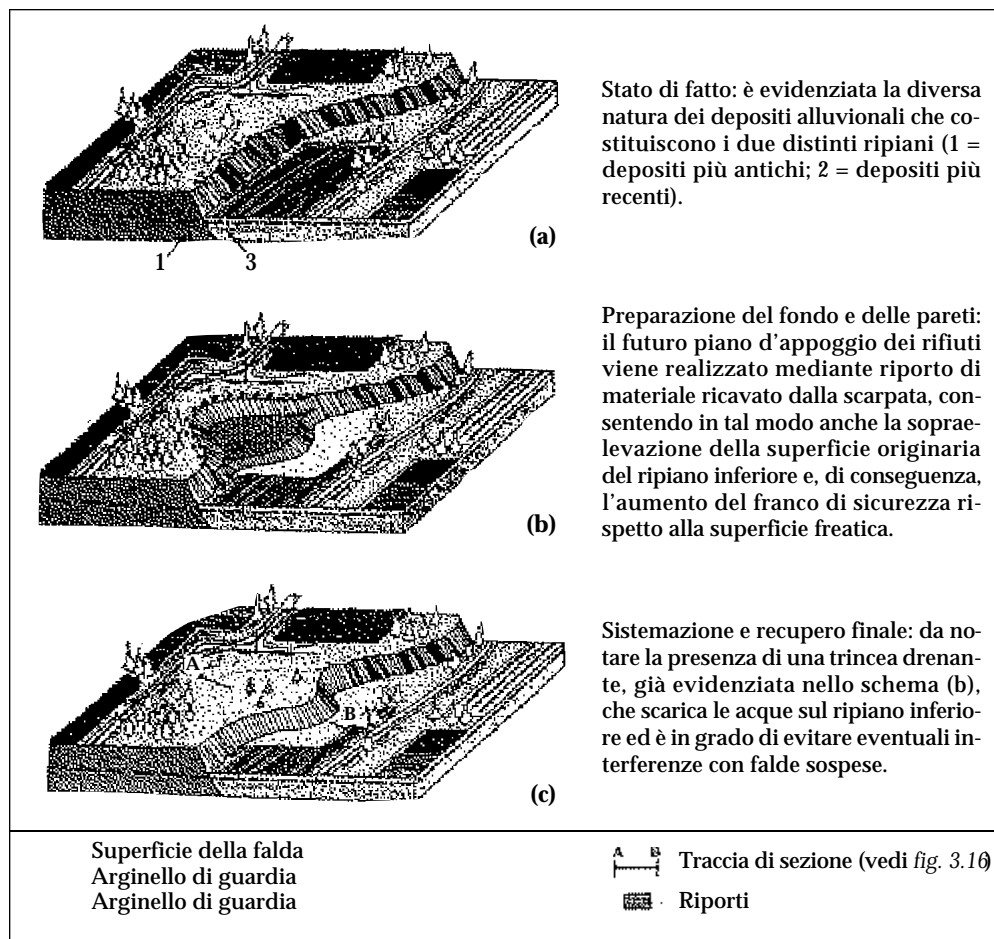


Figura 3.15 - Esempificazione delle modalità attraverso le quali è favorevolmente possibile realizzare una discarica nelle aree di pianura, sfruttando le scarpate dei terrazzi alluvionali. Le figure mostrano che una discarica di questo tipo presenta aspetti positivi, dal punto di vista della sicurezza, nei confronti della inondabilità, della protezione delle acque sotterranee e del drenaggio del percolato che, come nel caso delle figure 3.6 e 3.7, può defluire per gravità verso una superficie esterna, più bassa del fondo delle discariche.

vamente negativi le aree a deflusso difficoltoso, causato dalla ridotta pendenza topografica, e/o dalla presenza di depressioni naturali; occorre infine conoscere le aree nell'ambito delle quali avviene, o si presume avvenga, l'alimentazione sotterranea delle falde idriche.

Devono quindi essere considerate come assolutamente non idonee le aree golenali e quelle prossime ai principali corsi d'acqua (in particolare nei tratti dove questi mancano di arginatura o sono particolarmente erosivi), le aree interessate da fenomeni sorgentizi e quelle precedentemente indicate come aree soggette a inondazione.

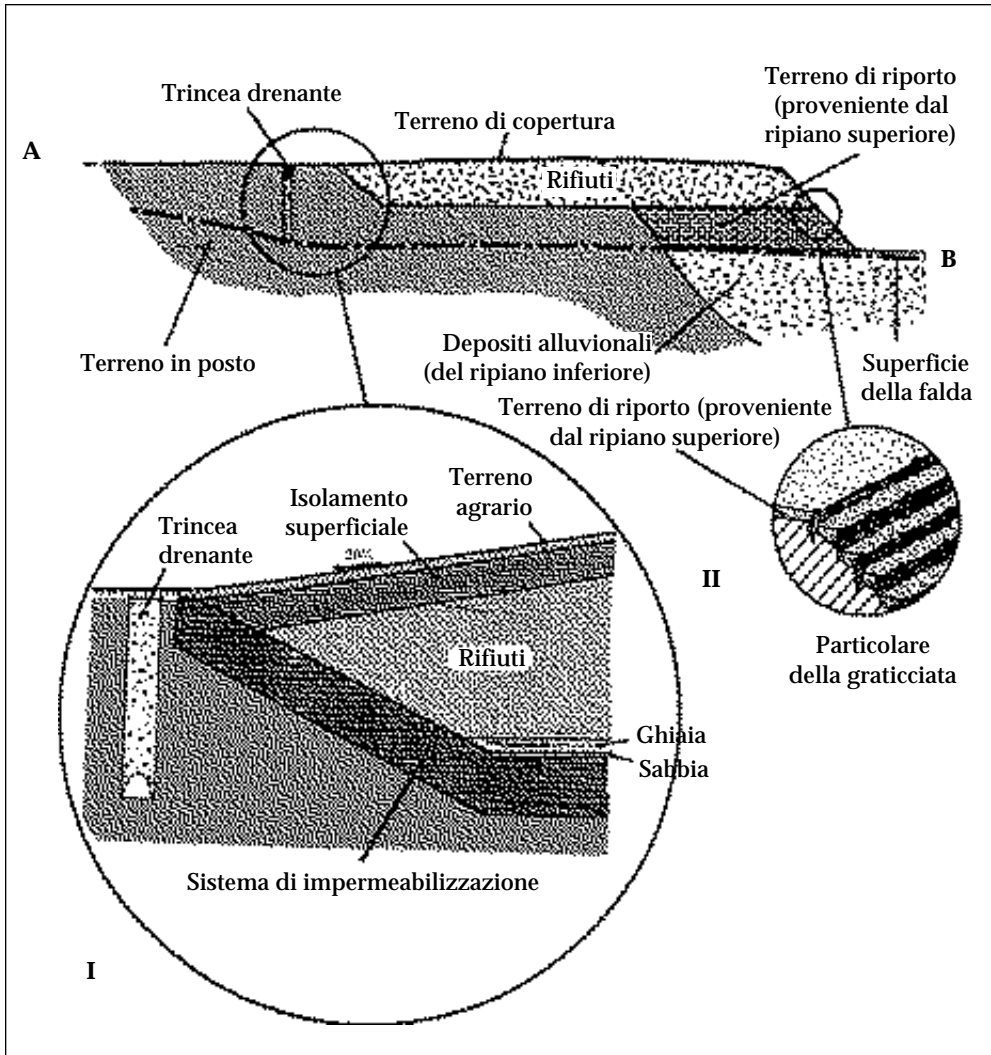


Figura 3.16 - Sezioni schematiche dimostrative relative alla figura 3.15. Da notare la presenza della trincea drenante, sviluppata al perimetro dell'intera discarica e già richiamata nella figura precedente, che può evitare interferenze con le acque sotterranee eventualmente e saltuariamente presenti ai lati e a tergo della discarica. Il particolare B evidenzia la necessità di interventi a tutela dei fenomeni erosivi che potrebbero interessare il fronte della discarica.

3.4 Aspetto idrogeologico

Sotto l'aspetto idrogeologico, il grado di idoneità delle aree deve essere rapportato alle naturali e intrinseche condizioni di difesa delle falde sotterranee rispetto alle interferenze con le acque sotterranee e superficiali.

In particolare, per la valutazione della vulnerabilità delle acque sotterranee rispetto all'inquinamento, si deve tenere conto:

- delle caratteristiche idro-litologiche (tipo e grado di permeabilità verticale e orizzontale) del corpo dei depositi entro i quali la discarica viene realizzata. Da esse dipendono la velocità di percolazione dell'inquinante e l'azione di attenuazione (capacità di depurazione del terreno, filtrazione, adsorbimento, degradazione chimica e biologica, scambio ionico con la matrice del terreno ecc.);
- dell'entità del franco di protezione esistente tra il futuro fondo della discarica e la superficie della eventuale falda idrica a esso direttamente sottostante, anche in relazione alle possibili escursioni stagionali e/o eccezionali di quest'ultima;
- della soggiacenza della superficie piezometrica media della falda (spessore della zona insatura interposta tra la falda e il piano di appoggio dei rifiuti), dalla quale dipende, a parità di altre condizioni, la maggiore o minore azione di attenuazione dei flussi inquinati operata dai terreni;
- del potenziale grado di protezione degli altri acquiferi profondi;
- dell'entità degli eventuali interventi di salvaguardia da realizzare;

In questo quadro, si sottolinea che, nella scelta dei siti:

- devono essere giudicate in termini relativamente negativi le aree per le quali, in funzione del pericolo di dirette interferenze con le acque sotterranee, risultano indispensabili e di primaria importanza, rigorose impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti;
- devono essere possibilmente escluse le aree nell'ambito delle quali avviene, o si presume avvenga, l'alimentazione sotterranea delle falde idriche profonde destinate all'uso idropotabile;
- devono essere valutate in termini sostanzialmente negativi le aree connesse con la ricarica o il miscelamento di acque termali.

3.5 Rapporti tra acque superficiali e sotterranee

Solitamente, in zone alluvionali, un acquifero a falda libera e un elemento della rete idrografica superficiale (fiume o lago) sono intercomunicanti e costituiscono un sistema globale acquifero/corpo superficiale. Di conseguenza, gli effetti di un eventuale deposito di rifiuti sull'uno o sull'altro comparto non possono, in molti casi, rimanere distinti ma devono, al contrario, essere considerati globalmente.

L'importanza della permeabilità delle zone sulle quali poggia il corpo d'acqua superficiale è evidente; infatti, se essa è nulla o molto bassa, i rapporti con la falda sono assenti o trascurabili. L'insieme acquifero/acqua di superficie è un sistema idrologico caratterizzato da comportamenti peculiari.

In regime naturale, il senso di deflusso idrico sotterraneo dipende dal rapporto tra la superficie piezometrica e il livello d'acqua del fiume. Nei corsi d'acqua di pianura, quando il livello medio giace alla stessa altezza del livello delle falde collaterali, si verifica un apporto d'acqua dal fiume nelle falde in periodo di piena e una sottrazione in periodo di magra. La *figura 3.17* mostra i rapporti teorici tra una falda e un corso d'acqua perenne.

L'influenza di un corso d'acqua sul regime delle falde freatiche laterali dipende

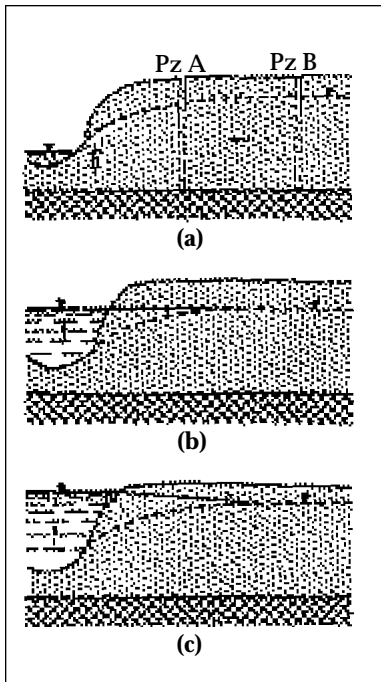


Figura 3.17 - Rapporti intercorrenti tra una falda e un corso d'acqua perenne (Celico, 1988). In periodo di magra, la portata del fiume è minima; la superficie piezometrica può trovarsi a una altezza tale da consentire alla falda, anch'essa in magra, di alimentare il corso d'acqua (a). All'aumentare della portata del fiume, l'alimentazione da parte della falda tende a diminuire perché, a parità di altre condizioni, aumenta il carico idraulico del corso d'acqua e diminuisce il gradiente della superficie piezometrica. Gli scambi d'acqua si annullano quando i livelli dei due corpi idrici si eguagliano (b), per poi invertirsi non appena il livello del fiume supera quello della falda (c). Infine, con l'esaurirsi dell'evento o del periodo di piena, si verifica un lento ritorno ai rapporti iniziali.

dal regime: l'influenza aumenta al diminuire del dislivello tra fiume e falda e all'aumentare della permeabilità del suolo e dalle variazioni di portata del corso d'acqua.

Le modifiche dei rapporti tra la falda e il corpo idrico superficiale possono modificare anche l'andamento degli spartiacque sotterranei e, in alcuni casi, l'ubicazione dei punti di recapito delle acque, con il risultato di modificare la circolazione idrica sotterranea. La valutazione di questi fattori deve essere inclusa nella ricostruzione delle possibili geometrie di inquinamento dell'acquifero.

Anche aspetti legati all'uso del suolo possono influenzare il regime delle acque sotterranee, soprattutto nelle pianure alluvionali.

Le irrigazioni infatti hanno un'influenza notevole sul regime delle falde dei territori irrigui. L'influenza aumenta all'aumentare della permeabilità del suolo e della quantità d'acqua immessa nei canali d'irrigazione. Solo un suolo decisamente impermeabile può impedire la penetrazione dell'acqua d'irrigazione nella falda freatica; questo tipo di suolo, però, dà comunemente luogo a terreni poco adatti all'agricoltura.

Il regime della falda freatica determinato dalle irrigazioni è caratterizzato da un solo periodo stagionale d'incremento, corrispondente all'epoca dell'irrigazione (che nei nostri climi temperati corrisponde, di solito, alla primavera e all'estate), e da un periodo giornaliero, in relazione con gli orari d'immissione delle acque nei canali.

Il periodo d'incremento irrigatorio viene a intercalarsi o a sovrapporsi a periodi di magra o di piena della falda, attenuando o accentuando il loro carattere e decorso.

3.6 Metodologia di studio per l'analisi di un territorio condotta allo scopo di individuare siti idonei a ospitare discariche di rifiuti pericolosi

Come già accennato, gli aspetti di natura geografica, geologica e idrogeologica sono fondamentali per decidere dell'idoneità o meno di un sito a ospitare una discarica controllata, in particolare quando questa debba contenere rifiuti pericolosi. Dopo aver escluso le aree in qualche modo vincolate (Capitolo 2), ogni sito potenziale individuato nelle rimanenti porzioni di territorio deve essere sottoposto a un accurato studio per definirne le caratteristiche naturali in relazione alla compatibilità con una attività di stoccaggio di rifiuti.

I criteri di riferimento da utilizzare per lo studio possono essere i seguenti:

- litologico;
- strutturale;
- morfologico;
- idrografico e idraulico;
- idrogeologico.

Nell'analisi del sito, questi criteri vengono presi come riferimento sia in termini generali sia per una valutazione comparativa tra i vari ambiti potenziali presenti nel territorio considerato. La sequenza di analisi descritta nel seguito può essere applicata in diversi ambiti del territorio lombardo e, in particolare, nelle zone che risultano più adatte a ospitare discariche controllate (Paragrafo 3.2).

Il grado di idoneità del comparto territoriale esaminato viene definito in relazione alla vulnerabilità all'inquinamento delle acque superficiali, del suolo e delle risorse idriche sotterranee, alle caratteristiche geotecniche dei terreni, al grado di protezione del territorio nei confronti di processi geomorfologici attivi (rischio di inondazione, di instabilità dei siti per fenomeni gravitativi ecc.). Infine, si considerano anche i principali fattori antropici che condizionano le possibilità d'uso del territorio (distanza dai centri abitati, fasce di rispetto nei confronti delle captazioni idropotabili, presenza di aree soggette a vincoli ambientali ecc.).

In merito ai criteri di ordine *litologico*, sono state analizzate le diverse condizioni al fine di individuare le aree caratterizzate da una litologia superficiale a basso grado di permeabilità, con spessore tale da garantire, già di per sé, la tutela delle eventuali acque presenti nel sottosuolo. Queste condizioni litologiche sono state riscontrate sia nel settore di pianura che in quello collinare, dove raggiungono potenze che, in alcune zone, superano il centinaio di metri. Tali condizioni escludono in genere la presenza di falde idriche significative.

Nell'ambito collinare, l'analisi delle condizioni litologiche si accompagna a un esame dell'assetto *strutturale*, con particolare riferimento alla presenza di faglie che mostrino evidenze di movimenti relativamente recenti. Queste ultime possono esercitare un ruolo attivo sulle condizioni di stabilità locali ed evidenziare fasce localizzate, interessate da fratturazioni più o meno intense, nelle quali si possono riscontrare incrementi del grado di permeabilità, spesso accompagnati da scadimento delle condizioni geostatiche.

Gli aspetti *morfologici* assumono importanza fondamentale nelle aree collinari in quanto condizionano la possibilità di isolamento naturale della discarica dalle interferenze con le acque superficiali e, in parte, con quelle sotterranee. Da essi dipendono infatti la predisposizione naturale di un sito all'accoglimento dell'impianto (opera-

zioni di stoccaggio e quotidiana copertura dei rifiuti), la facilità di drenaggio e smaltimento del percolato, il grado di impatto visivo con il paesaggio circostante e la possibilità di recupero finale dell'area. Sono decisamente da escludere le aree soggette a fenomeni di dissesto attivi o potenziali (zone soggette a processi di erosione o deposizione, versanti interessati da movimenti gravitativi in atto o quiescenti).

Nelle aree di pianura, gli aspetti morfologici esaminati si riferiscono soprattutto alla presenza di elementi fisiografici in grado di influenzare le condizioni di drenaggio delle acque meteoriche (sono da evitare, per esempio, aree depresse caratterizzate da deflusso difficoltoso, dossi fluviali che individuano aree idrograficamente centrifughe).

Nei riguardi del fattore *idrografico e idraulico*, in relazione ai rischi connessi con i processi di dinamica fluviale attivi o potenziali, devono essere valutate le possibili interferenze tra la discarica e le acque superficiali (zone interessate da fenomeni erosivi o deposizionali, aree inondabili). Il pericolo di esondazioni a seguito di piene straordinarie deve essere valutato sia rispetto alle possibilità di tracimazioni dagli alvei fluviali che all'eventualità di rottura delle difese idrauliche esistenti.

Da un punto di vista *idrogeologico* devono essere considerate le condizioni di protezione naturali o intrinseche dei siti rispetto ai fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee (vedere anche il fattore litologico). Devono essere definiti i fattori che rivestono un ruolo preponderante nella determinazione della vulnerabilità intrinseca all'inquinamento, con particolare riguardo a:

- posizione della superficie piezometrica rispetto a quella topografica (soggiacenza) nelle condizioni di massima escursione della falda;
- presenza, alla sommità dell'acquifero, di una coltre di copertura a dominante argillosa, in grado di costituire una barriera fisica alla diffusione degli inquinanti.

Questi fattori definiscono l'entità del franco di protezione esistente tra il futuro fondo della discarica (qualora questo corrisponda al piano campagna) e la superficie della falda idrica a esso direttamente sottostante (anche in relazione alle possibili escursioni stagionali e/o eccezionali della falda stessa).

Lo studio può essere articolato in più momenti, che comportano le seguenti fasi operative:

a) Acquisizione degli elementi geologici di superficie riportati in "letteratura" e loro revisione con controlli areali e puntuali.

b) Distinzione delle unità idrogeologiche presenti, con specifico riferimento al grado di permeabilità dei depositi presenti.

c) Analisi geomorfologica desunta sia da fotointerpretazione che da specifici rilevamenti di campagna.

d) Esame del reticolato idrografico principale e secondario e dei fenomeni a esso connessi (deviazioni e/o digressioni, esondazioni, sovralluvionamenti ecc.) in relazione al rischio di esondazioni.

e) Acquisizione di un elevato numero di dati stratigrafici e piezometrici con elaborazione degli stessi articolata nei seguenti punti:

- ricostruzione di sezioni stratigrafiche finalizzate alla definizione della struttura idrogeologica dell'area (distribuzione degli acquiferi presenti, con particolare riferimento alla prima falda arealmente continua; rapporti tra acque superficiali e acque sotterranee; aree di presumibile ricarica degli acquiferi; andamento del substrato del sistema acquifero);

- elaborazione di carte a curve isopache relative alla copertura impermeabile o semipermeabile del primo acquifero;
- elaborazione di carte a curve isolinee relative alla soggiacenza della prima falda (sulla base dei valori di massima escursione piezometrica verificati negli ultimi 15 anni circa).

L'analisi comparata di tutti gli elementi raccolti nelle diverse fasi di studio permette di formulare un quadro coerente delle condizioni sussistenti nel territorio esaminato, consentendo in definitiva di valutare il grado di idoneità naturale del territorio ad accogliere insediamenti a rischio di inquinamento, quali le discariche di rifiuti.

L'analisi idrogeomorfologica può essere effettuata sulla base di un esame fotointerpretativo dell'area, integrato attraverso analisi della cartografia esistente e rilevamenti di campagna, nel quale si evidenziano i principali aspetti geomorfologici e idrografici dell'ambito esaminato, con particolare riguardo a quelli che maggiormente influenzano la propensione al dissesto del territorio.

Nell'ambito di pianura, si analizzano tutte le forme connesse con i processi di dinamica fluviale, evidenziando soprattutto gli aspetti idrografici che condizionano il rischio di inondazione.

Le zone interessate dai paleoalvei corrispondono in genere ad aree depresse, che possono presentare difficoltose condizioni di drenaggio delle acque meteoriche.

Un altro aspetto da tenere nel dovuto conto è l'intensità dei processi erosivi lungo le sponde dei corsi d'acqua e la sua correlabilità con il numero di giorni di piena del fiume nei tratti meandrici e con la velocità di decrescita delle altezze di piena nei tratti di alveo subrettilinei. In questi tratti, caratterizzati da una minor intensità degli sforzi di taglio dovuti alla corrente, viene presumibilmente ad assumere un ruolo rilevante la pressione interstiziale esercitata dalla falda sui terreni alluvionali che costituiscono le sponde.

Nell'ambito collinare, l'analisi dei processi geomorfologici è rivolta soprattutto allo studio delle forme originate da movimenti gravitativi attivi o quiescenti, al fine di valutare le condizioni di stabilità dei pendii; si può partire da una ricerca bibliografica degli studi pregressi, integrata da analisi fotointerpretativa e controlli di campagna. I risultati possono essere cartografati evidenziando, per il territorio in esame, le principali aree soggette a movimenti gravitativi attivi o potenziali: corpi di frana attivi o comunque facilmente rimobilizzabili, zone franose che allo stato attuale risultano relativamente stabilizzate ecc. Si tratta, in ogni caso, di ambiti nei quali risulta sconsigliabile svolgere attività che potrebbero causare una riattivazione dei processi gravitativi e, pertanto, da escludere ai fini di un'eventuale localizzazione di aree destinate ad accogliere impianti di smaltimento rifiuti.

Le condizioni di stabilità dei pendii costituiscono senza dubbio la principale limitazione esistente nelle aree di collina rispetto allo svolgimento di attività antropiche. Tra gli altri fenomeni che potrebbero influenzare parzialmente le possibilità d'uso del territorio si segnala anche la frequente presenza di scarpate morfologiche prodotte dall'azione delle acque incanalate o da fenomeni di degradazione meteorica sulle litologie più facilmente erodibili; alcune di esse, non stabilizzate dalla vegetazione, presentano un certo grado di attività. A tal fine, gli elementi morfologici più significativi (in parte corrispondenti a elementi morfotettonici) sono linee di spartiacque, principali discontinuità altimetriche dei crinali, selle ecc.

Devono inoltre essere esaminate le caratteristiche idrogeologiche della porzione

superficiale della coltre alluvionale presente nelle zone di pianura e dei complessi rocciosi che costituiscono le zone collinari, in relazione alla circolazione idrica sotterranea. I terreni vengono distinti in unità idrogeologiche diverse, raggruppando le formazioni presenti in relazione al loro comportamento idrogeologico, con particolare riferimento alle condizioni di permeabilità e alla presenza o meno di falde acquifere significative.

L'analisi delle condizioni litostratigrafiche e idrogeologiche del territorio di pianura si basa su un'accurata raccolta di dati desunti da perforazioni precedenti o appositamente effettuate (stratigrafie di pozzi idrici, sondaggi geognostici e trincee esplorative) e dall'osservazione delle scarpate di eventuali fosse di cava esistenti. Si ricostruisce così, nel modo più accurato possibile, l'andamento spaziale dei corpi sedimentari che costituiscono la coltre alluvionale. Nell'ambito di quest'ultima, si cerca in particolare di differenziare gli orizzonti corrispondenti ad acquiferi (depositi ghiaiosi o sabbiosi con scarsa matrice fine) da quelli che costituiscono setti impermeabili (argille compatte) o semipermeabili (argille limose o sabbiose, ghiaie a matrice argillosa) all'interno della successione. La definizione dell'assetto litostratigrafico consente di ricostruire nelle sue linee essenziali la struttura idrogeologica delle aree esaminate e di valutare contemporaneamente il grado di differenziazione degli acquiferi presenti e i possibili meccanismi di alimentazione delle falde idriche sotterranee. Ove possibile, nelle ricostruzioni devono essere illustrati anche i rapporti tra la coltre alluvionale che ospita i principali corpi acquiferi presenti e il substrato della stessa. Particolare attenzione deve essere dedicata naturalmente agli acquiferi superficiali, che costituiscono il principale ricettore di eventuali inquinanti. Il loro grado di vulnerabilità intrinseca condiziona pertanto fortemente l'idoneità del territorio ad accogliere nuovi impianti di smaltimento di rifiuti. Al contrario, condizioni favorevoli, da accertare comunque accuratamente, riguardano eventuali coperture superficiali impermeabili in grado di costituire una barriera fisica alla percolazione verticale di inquinanti e alle condizioni di soggiacenza della superficie piezometrica della falda.

Le condizioni piezometriche della prima falda devono essere investigate attraverso la raccolta di tutti i dati piezometrici pregressi disponibili, desunti da studi effettuati in passato per finalità diverse.

Le misure piezometriche, relative ad anni e situazioni stagionali diverse, dovrebbero coprire (con più valori nei singoli pozzi) un arco temporale corrispondente almeno agli ultimi 10-15 anni, periodo che si può ritenere significativo ai fini dell'indagine. Nella stessa fase di studio deve inoltre essere condotta appositamente una campagna di analisi piezometriche. Sulla base di questi dati, si valutano le condizioni di soggiacenza nel territorio esaminato e la loro variabilità nel tempo. I punti d'acqua censiti interessano principalmente l'acquifero più superficiale arealmente continuo o piccole falde sospese rispetto a quest'ultimo e, in misura minore, altre falde sottostanti captate per usi diversi. Particolare importanza rivestono i dati relativi alle condizioni di minima soggiacenza, desumibili dai dati disponibili. Esse consentono di evidenziare la situazione più sfavorevole rispetto alla protezione dall'inquinamento delle acque sotterranee.

È opportuno sottolineare che le condizioni di soggiacenza, a differenza di quelle litologiche, non possono essere considerate un elemento statico in quanto, come noto, subiscono oscillazioni sia stagionali che periodiche. Le prime sono legate ai fenomeni

di ricarica e drenaggio della falda (precipitazioni, pratiche irrigue, scambi idrici con i corsi d'acqua, emungimenti ecc.); le seconde, all'andamento del bilancio idrogeologico (cicli climatici, variazioni nel regime dei prelievi ecc.). L'andamento dei livelli piezometrici risente marcatamente, in particolare, del regime termopluviometrico dal quale dipendono gli apporti idrici per infiltrazione efficace e quelli derivanti da scambi con i corsi d'acqua superficiali. A queste fluttuazioni della soggiacenza (sia in senso positivo che negativo) corrispondono ovviamente analoghe variazioni delle condizioni di vulnerabilità, in funzione della maggiore o minore distanza della zona saturata dal piano campagna.

3.7 Valutazioni di sintesi circa l'idoneità del territorio

Le caratteristiche dell'ambito territoriale esaminato in relazione ai vari fattori di ordine geologico, geomorfologico, idrografico e idrogeologico considerati sono sintetizzate in un unico elaborato, che esprime in termini comparativi il grado di idoneità del territorio ai fini di un'eventuale realizzazione di impianti destinati allo stoccaggio di rifiuti. L'individuazione del grado di idoneità finale riportato nella carta di sintesi si ottiene attraverso l'incrocio dei vari fattori studiati. Per ciascuno di essi, dalle elaborazioni cartografiche effettuate, si individuano classi diverse in relazione al rischio di inquinamento ipotizzabile per il suolo, le acque superficiali e quelle sotterranee. La combinazione delle classi così individuate (effettuata tenendo conto della rispettiva incidenza dei fattori considerati) consente di definire un parametro finale che esprime il grado di compatibilità complessivo del territorio nei confronti di un'eventuale attività di smaltimento di rifiuti.

Nelle zone collinari si fa riferimento, in particolare, alla suddivisione in unità idrogeologiche, sovrapponendo fattori di ordine geomorfologico (per esempio, presenza di aree interessate da movimenti gravitativi attivi o quiescenti), idrogeologico (per esempio, zone interessate da una certa circolazione idrica sotterranea, anche limitata alla coltre superficiale, documentata dalla presenza di sorgenti), strutturale (per esempio, presenza di dislocazioni fragili in grado di indurre condizioni di fessurazione nelle successioni litologiche).

Per le zone di pianura, si considerano prioritariamente gli elementi che definiscono la vulnerabilità delle acque sotterranee all'inquinamento (condizioni di soggiacenza del primo acquifero e presenza di coperture a bassa permeabilità). Attribuendo una uguale incidenza ai due fattori, si valuta in modo empirico il grado di protezione totale della falda come somma dei valori relativi alla soggiacenza e di quelli riguardanti lo spessore dei materiali di copertura scarsamente permeabili (per esempio, valore complessivo dei fattori di protezione in una zona con soggiacenza pari a 4 m e copertura pari a 2-6 m). Sulla base del parametro così ottenuto, si può ricostruire una carta a curve isolinee (con valori espressi in metri). Si ottiene una zonizzazione del territorio che può essere modificata tenendo conto di fattori di ordine idrografico (per esempio, presenza di aree inondabili), geomorfologico (per esempio, aree depresse a deflusso difficoltoso delle acque meteoriche, dossi fluviali idrograficamente centrifughi), idrogeologico (per esempio, presenza di falde sospese rispetto all'acquifero superficiale, aree di potenziale ricarica del sistema acquifero).

3.8 Siti idonei

In questo paragrafo viene riportata, a titolo di esempio, una applicazione della metodologia descritta allo studio dell'Oltrepò Pavese, effettuato per valutarne l'idoneità a ospitare discariche controllate.

Nelle zone collinari con caratteristiche litologiche e di stabilità favorevoli sono state individuate, mediante esame di foto aeree e rilevamenti diretti, le situazioni più idonee, da un punto di vista morfologico, per la realizzazione di nuovi impianti di stoccaggio di rifiuti.

L'analisi è stata rivolta, in particolare, a siti modellati in prevalenti depositi argillosi marini non interessati da fenomeni franosi, poco o per nulla permeabili, o comunque caratterizzati dall'assenza di falde idriche significative e corrispondenti alle seguenti situazioni morfologiche:

- zone di testata di piccole valli;
- tratti di scarpate morfologiche;
- tratti di crinali o piccole cime.

In tutte e tre i casi è stato inserito, come vincolo preliminare, la necessità di garantire la fuoriuscita del percolato per vie naturali, sfruttando l'azione della gravità, e di consentire l'isolamento della zona di stoccaggio dei rifiuti dal contesto idrografico dei luoghi circostanti. Nel caso delle testate di vallecole, queste condizioni sono assicurate dalla conformazione morfologica naturale che corrisponde a zone facilmente isolabili dal punto di vista idrografico e dotate di un asse di compluvio che consente la fuoriuscita naturale del percolato, facilitando le operazioni di smaltimento. Nelle restanti situazioni, queste condizioni possono essere create artificialmente realizzando, mediante scavi, un piano di posa dei rifiuti che consenta il convogliamento del percolato per gravità.

Dall'analisi preliminare effettuata nel territorio collinare dell'Oltrepò Pavese, con l'uso integrato della cartografia geologica esistente e delle foto aeree, sono stati individuati numerosi siti con caratteristiche geologiche, idrogeologiche e morfologiche complessivamente favorevoli per la realizzazione di una discarica controllata.

L'eventuale scelta localizzativa è stata subordinata alle indagini geotecniche e idrogeologiche di dettaglio, consistenti in verifiche di stabilità del pendio nelle condizioni naturali e in quelle indotte dall'approntamento della discarica e dal suo riempimento, prove di permeabilità in sito, analisi della capacità portante dei terreni ecc. Si ricorda a tal proposito che le maggiori limitazioni alla possibilità di un effettivo utilizzo dei siti sono rappresentate dalla vicinanza a centri abitati e dalla presenza locale del vincolo idrogeologico.

I siti sono stati individuati in corrispondenza della zona di testata di vallette secondarie caratterizzate da fondo a ridotta pendenza, versanti poco inclinati e sviluppo regolare. Nell'esempio di seguito riportato, è stata studiata la possibilità di modificare artificialmente il sito per aumentarne la capienza e le condizioni di stabilità.

L'esempio è relativo alla zona iniziale di una piccola incisione valliva, entro la quale scorre un piccolo rio attivo solo a seguito di precipitazioni (*figura 3.18a*). Le quote della zona di interesse variano tra 250 e 190 m slm. Nell'eventualità di un effettivo utilizzo, il sito potrebbe agevolmente essere collegato al possibile bacino di utenza mediante la realizzazione di un raccordo con una strada percorribile dai mezzi di trasporto dei rifiuti.

Da un punto di vista geologico, la valle risulta impostata nelle Argille di Lugagnano e, in parte, sul Fluviale antico (CGI - F. 71 - Voghera); per la presenza di coperture, entrambe le unità non risultano direttamente affioranti. I depositi fluviali costituiscono una coltre superficiale di potenza limitata che potrebbe, con facilità, essere interamente asportata nel corso delle operazioni di approntamento del fondo della discarica.

Il piano di posa dei rifiuti risulterebbe impostato interamente sui depositi delle Argille di Lugagnano, costituiti da prevalenti argille marnose grigio-azzurre, passanti verso l'alto ad argille siltoso-sabbiose. Gli spessori di tale formazione nella zona considerata sono presumibilmente superiori al centinaio di metri. Date le ridotte pendenze, questi materiali non presentano allo stato attuale indizi di movimenti gravitativi o di altri fenomeni di dissesto. Da un punto di vista idrogeologico, si caratterizzano per un comportamento sostanzialmente impermeabile, che esclude la presenza di falde idriche sotterranee significative. Un limitato incremento dei valori di permeabilità potrebbe interessare la coltre di alterazione superficiale e la porzione sommitale della formazione, per il graduale passaggio a litotipi argilloso-sabbiosi. Incrementi dei valori di permeabilità potrebbero inoltre essere riscontrati all'estremità sud-orientale della zona considerata, per la presenza di una faglia (peraltro indicata solo come "probabile" in letteratura); questa zona risulterebbe comunque esclusa dall'area interessata dall'attività di stoccaggio rifiuti.

Le condizioni idrogeologiche locali dovrebbero essere definite dettagliatamente mediante prove di permeabilità in sito ed eventuali prove di laboratorio.

Analoghe verifiche dovrebbero inoltre riguardare le condizioni di stabilità del sito (naturali e modificate a seguito delle operazioni di approntamento della discarica e di riempimento con i rifiuti) e la capacità portante dei terreni, al fine di escludere la possibilità di inconvenienti in fase di conduzione dell'impianto o successivamente alla sua chiusura.

Per quanto attiene all'aspetto morfologico la valle considerata presenta una conformazione tale da consentirne l'utilizzo per lo stoccaggio dei rifiuti sia direttamente, riempiendo in tempi successivi i lotti nei quali risulta naturalmente suddivisa, sia mediante un opportuno approntamento, secondo le modalità schematicamente illustrate in *figura 3.18b*. In questo secondo caso, i piccoli crinali che suddividono attualmente la zona di testata della vallecola verrebbero spianati, per aumentare la capienza del sito; il terreno derivante da questa operazione potrebbe essere successivamente utilizzato per il ricoprimento dei rifiuti.

Il modellamento del piano di posa dei rifiuti dovrà essere realizzato mantenendo un asse di compendio centrale, tale da consentire la raccolta naturale del percolato per gravità e l'allontanamento delle acque di precipitazione (fase di conduzione dell'impianto).

A tal fine, il fondo della zona di discarica dovrà essere inclinato verso l'asse di drenaggio, al termine del quale dovrà essere ubicata la vasca di raccolta del percolato. Dovrà inoltre essere predisposto un sistema di canali perimetrali per l'allontanamento delle acque meteoriche e di ruscellamento provenienti dalle aree esterne alla zona di discarica, al fine di evitare interferenze tra le stesse e i rifiuti.

In *figura 3.18c* è visibile la forma che potrebbe assumere il sito dopo la chiusura dell'impianto e la copertura definitiva dei materiali; il colmamento della valle favorirebbe il livellamento della zona.



Figura 3.18a - Stato attuale del sito giudicato idoneo.

Al fine di ridurre la quantità di percolato prodotto, il modellamento finale del cumulo dei rifiuti dovrà avvenire in modo tale da favorire l'allontanamento veloce delle acque di precipitazione che cadono sul corpo di discarica.

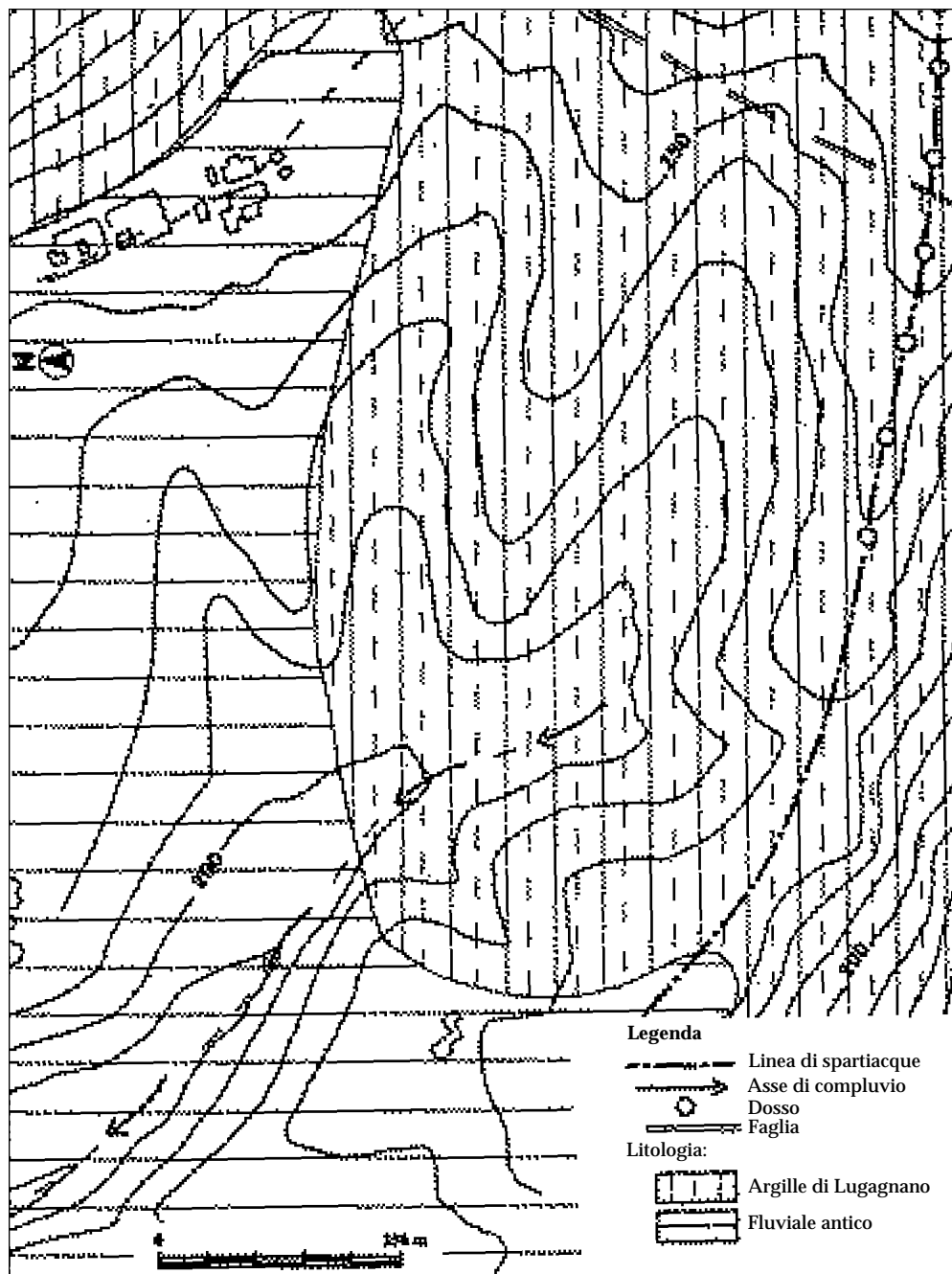


Figura 3.18b - Schema planimetrico relativo all'approntamento della eventuale discarica.

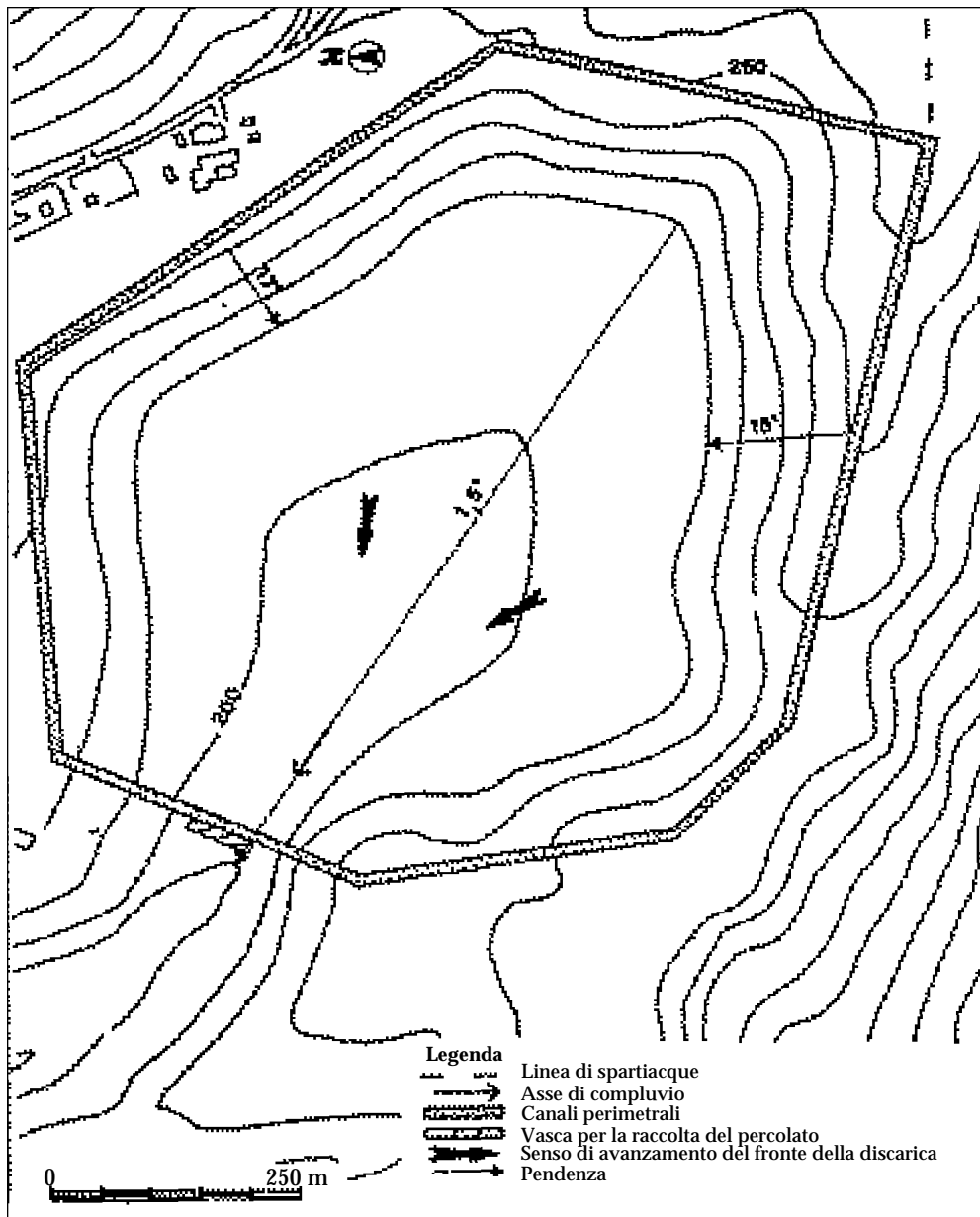


Figura 3.18c - Planimetria relativa alla sistemazione finale dell'impianto.

Capitolo 4

**La tutela della salute
pubblica**

L'individuazione delle caratteristiche dei siti idonei a ospitare impianti di trattamento e di smaltimento finale dei rifiuti non può prescindere da un'accurata analisi multidisciplinare dell'insieme dei vari sistemi che verranno interessati dai depositi. In questo ambito, appare sicuramente di primaria importanza la determinazione dei possibili effetti sulla salute pubblica, con particolare riferimento agli impianti per il trattamento e lo stoccaggio di rifiuti tossici e nocivi che, per definizione, sono potenzialmente in grado di esercitare un effetto di danno sulla salute umana. La valutazione del rischio di danno richiede un'indagine a vasto raggio finalizzata all'acquisizione di un grande numero di parametri che, se alterati, possono influire in vari modi sulle complesse variabili legate alla salute umana. Gli studi di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) possono sicuramente soddisfare questi requisiti, perché comportano la valutazione dei possibili fattori interagenti con l'ecosistema e, fra questi, di quelli che possono esercitare influenze negative sull'uomo.

Il ruolo di primo piano che gli studi di impatto ambientale possono svolgere nella tutela della salute pubblica risulta maggiormente evidente se si considera che lo stato dell'ambiente sembra rappresentare, al momento, uno dei più rilevanti fattori di rischio per la maggior parte delle patologie prevalenti. Oltre a questa azione mediata, gli studi di impatto ambientale possono intervenire anche in modo diretto sulla salvaguardia della salute pubblica: nel loro documento istitutivo, infatti, la Direttiva Comunitaria del 27 giugno 1985 (tabella 4.1) riporta nella premessa come *gli effetti che un progetto può provocare sull'ambiente devono essere valutati in via prioritaria per proteggere la salute umana e contribuire con un migliore ambiente alla qualità della vita.*

L'uomo viene quindi indicato come il primo fattore rispetto al quale deve essere considerato l'impatto derivante dalla costruzione di una nuova opera.

Per quanto riguarda la normativa nazionale, il DPR 10 settembre 1982, n. 915 afferma che, al primo posto tra i principi generali relativi all'attività di smaltimento

a) Premessa

“Gli effetti che un progetto può provocare sull'ambiente devono essere valutati al fine di:

- proteggere la salute umana;
- contribuire, con un migliore ambiente, alla qualità della vita;
- provvedere al mantenimento della varietà delle specie;
- conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema in quanto risorsa essenziale di vita.”

b) Art. 5 – Finalità della Valutazione di Impatto Ambientale

La valutazione di Impatto Ambientale individua, descrive e valuta gli effetti diretti e indiretti di un progetto sui seguenti fattori:

- l'uomo, la fauna e la flora;
- il suolo, l'acqua, l'aria, il clima e il paesaggio;
- l'interazione fra i fattori suddetti;
- i beni materiali e il patrimonio culturale.

Tabella 4.1 - Contenuti della Direttiva CEE 27 giugno 1985 in riferimento alla tutela della salute umana.

dei rifiuti, deve essere evitato ogni danno o pericolo per la salute, l'incolumità, il benessere e la sicurezza della collettività e dei singoli e deve essere garantito il rispetto delle esigenze igienico-sanitarie ed evitato ogni rischio di inquinamento dell'aria, dell'acqua, del suolo e del sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori.

Anche la normativa italiana per la realizzazione degli studi di impatto ambientale (tabella 4.2) contempla la salute pubblica come elemento da tenere in massima considerazione (al fine, ovviamente, della sua tutela), pur declassandola, rispetto alla direttiva madre della CEE, dal primo al sesto posto dell'ordine di elencazione. Questo fatto può essere interpretato come segno premonitore di ciò che è di fatto avvenuto, come riportato nel paragrafo successivo, nell'applicazione pratica della norma.

Componenti e Fattori Ambientali che lo Studio di Impatto Ambientale deve prendere in considerazione:

- atmosfera;
- ambiente idrico;
- suolo e sottosuolo;
- vegetazione, flora e fauna;
- ecosistemi;
- salute pubblica;
- rumore e vibrazioni;
- radiazioni ionizzanti e non;
- paesaggio.

Tabella 4.2 - Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale in Italia.

4.1 Il rispetto delle normative sugli studi di impatto ambientale e la tutela della salute pubblica

Gli studi di impatto ambientale fino a ora prodotti nel nostro Paese dedicano di norma un'attenzione quasi esclusiva (e forse anche esagerata) ai fattori di tipo naturalistico e paesaggistico, riservando invece un ruolo del tutto marginale, se non addirittura assente, alla componente igienico-sanitaria e, quindi, all'analisi dei possibili effetti che la realizzazione dell'opera può determinare sulle condizioni di salute della popolazione potenzialmente esposta. Questa affermazione è supportata da alcuni dati, riportati di seguito, ricavati dall'archivio della Commissione Tecnica istituita dalla Regione Lombardia per l'analisi delle pratiche di Valutazione o Studio di Impatto Ambientale presentate nel quinquennio 1990-95. Nella tabella 4.3 sono riportati i dati sul numero di studi presentati, sulla relativa tipologia di opere e lo spazio complessivo dedicato, in questi studi, all'analisi degli effetti derivabili alla salute umana, espresso come numero di pagine rispetto a quelle globali.

Tipologia degli impianti per i quali sono stati prodotti gli studi:	
Impianti di Smaltimento di Rifiuti Tossici e Nocivi	n° 8
Impianti di Smaltimento di Rifiuti Speciali	n° 2
Forno inceneritore per Rifiuti Speciali e Tossici e Nocivi	n° 1
Impianto di produzione di energia elettrica	n° 2
Reti ferroviarie per alta velocità	n° 4
Autostrada	n° 1
Discarica di seconda categoria di tipo C	n° 1
Numero Totale di Studi presentati: 19	
Ampiezza degli studi: 12.601 pagine complessive	
Spazio dedicato a effetti derivabili per la salute umana: 467 pagine	
% di spazio dedicato alla salute umana sul totale: 3,7%	

Tabella 4.3 - Numero e tipologia degli studi di impatto ambientale presentati ai competenti uffici della Regione Lombardia fino al 31/1/1995.

Come si può notare, nove opere (circa il 50%) concernono specificamente impianti di trattamento di rifiuti tossici e nocivi, a conferma della grande rilevanza del problema. I risultati sono tuttavia decisamente allarmanti: su 19 studi presentati, lo spazio dedicato agli effetti sulla salute rappresenta appena il 3,7% del totale.

A esemplificazione della situazione sopra descritta, è forse opportuno citare due casi che appaiono particolarmente significativi in quanto direttamente inerenti il problema dei rifiuti tossici e nocivi. La descrizione degli effetti sulla salute umana contenuta in uno studio, nel complesso molto corposo, concernente la costruzione di un forno inceneritore per rifiuti speciali e tossico-nocivi, opera certamente non di poco rilievo per i riflessi sull'uomo, occupa complessivamente 3 delle 335 pagine di cui è composta la relazione. Addirittura, nessun accenno alla salute umana è contenuto in un altro studio (di 130 pagine complessive) concernente la realizzazione di un impianto per il trattamento biologico di rifiuti tossici.

Questa situazione certamente anomala non è tuttavia peculiare del nostro Paese, ma è presente in molte altre Nazioni del mondo, tanto da aver suscitato il preoccupato interesse dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, che ha promosso uno specifico congresso di tecnici per l'individuazione delle soluzioni possibili. Nella risoluzione finale dei lavori, l'OMS ha indicato quattro "principi di prevenzione" ai quali gli studi di impatto ambientale si dovrebbero attenere (tabella 4.4).

L'analisi dei principi riportati nella tabella conferma quanto prima affermato, rimarcando il ruolo prioritario degli studi di impatto ambientale quali utili ed efficaci strumenti di prevenzione nell'individuazione di tutte le possibili conseguenze per la salute umana degli impianti di trattamento e stoccaggio.

L'OMS si è anche preoccupata di indicare le azioni necessarie per modificare questa situazione anomala (tabella 4.5).

Principi di prevenzione

L'attuazione prioritaria nell'approvazione dei progetti, delle politiche e dei piani di sviluppo dovrebbe essere rivolta alla salute delle comunità interessate

Nella VIA dovrebbe essere posta maggiore considerazione alle conseguenze dei progetti, delle politiche e dei piani sulla salute umana

La VIA deve essere in grado di conseguire tutte le informazioni utili sulle conseguenze per la salute dei progetti sottoposti a valutazione

Le informazioni concernenti l'impatto sulla salute devono essere rese disponibili al pubblico

Tabella 4.4 - Principi ritenuti necessari dall'OMS affinché le VIA assumano le funzioni di efficaci strumenti di prevenzione.

Azioni di prevenzione

Aumentare la consapevolezza degli organismi di controllo sui benefici derivanti da una adeguata valutazione della VIA

Favorire il trasferimento di conoscenze, esperienza e competenza dai professionisti addetti alla tutela della salute agli altri operatori partecipanti alla VIA

Migliorare, nella VIA, la metodologia di studio per la valutazione dei possibili danni derivabili alla salute

Tabella 4.5 - Azioni ritenute necessarie dall'OMS per l'affermazione dei principi di prevenzione.

Le azioni riguardano:

- *gli organismi di controllo (Regione e Ministero), che devono acquisire una migliore sensibilizzazione sui vantaggi derivanti da uno studio di impatto ambientale equilibrato e completo;*
- *tutti i tecnici che si occupano della redazione degli studi di impatto ambientale che, pur appartenendo a diverse categorie professionali, devono imparare ad affrontare e risolvere insieme, in spirito di vera collaborazione, i numerosi problemi che lo studio comporta;*
- *gli operatori deputati alla tutela della salute umana, che devono migliorare e rendere più agevolmente comprensibile la loro metodologia di ricerca.*

4.2 Metodologia di valutazione del rischio di danno alla salute pubblica

Il motivo principale che supporta la scarsa considerazione dedicata, negli studi di impatto ambientale, agli effetti sulla salute pubblica deve essere ricercato nella mancanza di una metodologia di valutazione univoca e collaudata. La definizione di questa metodologia rappresenta pertanto un filone di ricerca da sviluppare.

Con l'intento di apportare un contributo positivo alla soluzione di questo rilevante problema, è stata formulata una possibile proposta operativa, da sottoporre all'attenzione degli operatori di settore.

Il percorso da sviluppare richiede l'apporto di un qualificato gruppo multidisciplinare e si articola nelle due fasi seguenti:

- *Conoscitiva*. Comporta l'acquisizione di tutte le notizie utili per definire l'esistenza e la tipologia del rischio.
- *Valutativa*. È volta a definire, in senso quantitativo, il rischio di danno per la salute pubblica e a indicare gli interventi necessari per il suo allontanamento e/o correzione.

Gli adempimenti inerenti ciascuna di queste due fasi sono di seguito brevemente descritti.

4.2.1 Fase conoscitiva

Si basa sull'acquisizione, al massimo livello di precisione possibile, di tutti gli elementi conoscitivi utili a stabilire l'esistenza di un possibile rischio di danno alla salute pubblica derivante dalla costruzione di una nuova opera (nel caso specifico, impianti di trattamento e stoccaggio definitivo di rifiuti) e sulla contemporanea definizione della tipologia qualitativa e dell'ambito di azione, in riferimento sia alle caratteristiche dell'ambiente che a quelle delle comunità umane interessate.

La sua realizzazione richiede l'attuazione dei tre adempimenti indicati nella *tabella 4.6*, di ciascuno dei quali sono di seguito indicati gli elementi principali.

Fase conoscitiva: adempimenti

Determinazione della situazione ambientale esistente nella zona interessata alla costruzione dell'opera

Esatta conoscenza dei potenziali fattori di danno connessi alla realizzazione dell'impianto (Sorgente di rischio)

Definizione delle caratteristiche socio-demografiche e sanitarie della popolazione interessata (Organo Bersaglio)

Tabella 4.6 - Adempimenti inerenti alla fase conoscitiva della metodologia di valutazione del rischio di danno alla salute pubblica derivante dalla costruzione di una nuova opera.

4.2.1.1 Caratteristiche della situazione ambientale esistente nella zona interessata alla costruzione dell'opera

I dati relativi a queste caratteristiche sono di fondamentale importanza per la valutazione di impatto ambientale e, quindi, anche del rischio di danno alla salute pubblica "aggiuntivo", cioè connesso all'opera che si deve realizzare.

È necessario acquisire tutti gli elementi conoscitivi riportati in *tabella 4.7*, che in sintesi contemplan:

- un'accurata scheda urbanistica, contenente le notizie essenziali, quali numero di abitazioni, localizzazione e dimensioni dei principali centri abitativi, tipologia dello strumento urbanistico vigente, analisi della sua struttura ecc.;
- l'analisi del contesto viabilistico della zona, comprendente la rete viabilistica primaria (autostrade e strade statali) e quella provinciale, nonché il rilevamento del traffico esistente sulle principali arterie prossime all'area interessata. L'analisi dovrà tenere conto anche del carico di traffico aggiuntivo connesso all'attività dell'impianto da costruire rapportato, ovviamente, alle caratteristiche della rete stradale che dovrà sopportarlo;

Fase conoscitiva: principali elementi da acquisire

Accurata scheda urbanistica

Analisi del contesto viabilistico

Censimento di tutti gli insediamenti potenzialmente inquinanti

Situazione meteo-climatica

Qualità delle principali componenti ambientali (aria; acqua; suolo ecc.)

Livello di rumorosità esistente

Tabella 4.7 - Fase conoscitiva: caratteristiche della situazione ambientale esistente nella zona interessata alla costruzione dell'opera.

- il censimento di tutti gli insediamenti produttivi esistenti nella zona, con un'accurata descrizione della loro tipologia e delle caratteristiche quali-quantitative delle emissioni, delle immissioni e di qualunque altra possibile sorgente di inquinamento (deposito di rifiuti, cantieri in attività ecc.);
- l'analisi delle caratteristiche socio-economiche prevalenti della zona;
- la descrizione delle situazioni meteo-climatiche prevalenti (caratteristiche termiche, pluviometriche, stabilità atmosferica, caratteristiche anemologiche);
- la definizione dello stato nel quale si trovano le principali componenti ambientali, destinate a venire quotidianamente a contatto con l'uomo condizionandone in modo determinante lo stato di salute (assetto idrogeologico, qualità delle acque sotterranee e superficiali, livello di inquinamento atmosferico, livello di rumorosità ambientale).

4.2.1.2 *Analisi dei potenziali fattori di danno connessi alla realizzazione dell'impianto e conoscenza della sorgente del rischio*

I principali elementi inerenti questi adempimenti sono riportati nella *tabella 4.8*.

Le proprietà intrinseche dei principali inquinanti emessi caratterizzano il loro comportamento; di conseguenza, dalla loro conoscenza si possono desumere, con sufficiente accuratezza, gli effetti potenziali attribuibili a una data sostanza.

Le tipiche proprietà intrinseche sono quelle chimico-fisiche, tossicologiche e ecotossicologiche.

Le proprietà chimico-fisiche, elencate in *tabella 4.9*, esplicano un ruolo importante nel comportamento della sostanza in rapporto alla sua possibilità di indurre effetti dannosi sull'uomo. Esiste, infatti, una stretta correlazione tra le proprietà chimico-fisiche di una sostanza, la sua attività biologica e, quindi, la manifestazione di effetti tossici.

Ciascuna delle proprietà chimico-fisiche elencate ha una sua influenza nella determinazione degli effetti tossici sull'uomo. Per esempio, quanto più elevato è il peso molecolare, tanto minore è la facilità di assorbimento da parte dell'organismo; quanto più alto è il punto di fusione, tanto maggiore è la stabilità fisica della sostanza; quanto più basso è il punto di ebollizione, tanto più facilmente la sostanza viene inalata. Le sostanze liposolubili penetrano più facilmente attraverso la cute e sono più facilmente bioaccumulabili; quelle idrosolubili interessano preferenzialmente la via gastrica e quella polmonare; le sostanze capaci di abbassare la tensione superficiale sono meglio

Caratteristiche dei potenziali inquinanti emessi

a) Proprietà intrinseche:

- chimico-fisiche;
- tossicologiche;
- ecotossicologiche.

b) Possibilità di interazione con i diversi recettori umani e/o ambientali:

- persistenza
- degradazione biotica
- degradazione abiotica
- bioconcentrazione
- dispersione ambientale

c) Quantità di potenziali inquinanti emessi:

- concentrazione in emissione

d) Livello di rumorosità prodotto

Tabella 4.8 - Elementi conoscitivi relativi alla sorgente del rischio (opera da realizzare).

Principali proprietà chimico-fisiche

Peso molecolare

Punto di fusione

Punto di ebollizione

Densità relativa

Tensione di vapore

Tensione superficiale

Idrosolubilità

Liposolubilità

Infiammabilità

Proprietà esplosive

Proprietà ossidanti

Tabella 4.9 - Principali proprietà chimico-fisiche delle sostanze inquinanti che devono essere tenute in considerazione per la valutazione del rischio di danno derivabile alla salute umana.

assorbite e favoriscono anche l'assorbimento di sostanze che, di per se stesse, sono difficilmente assorbibili. Considerazioni analoghe sono applicabili anche ai vari comparti dell'ambiente per la possibilità delle sostanze di muoversi, trasferirsi, persistere,

bioaccumularsi nelle specie ambientali. Lo studio delle proprietà chimico-fisiche ha pertanto una valenza sia tossicologica che ecotossicologica.

Le proprietà tossicologiche sono di primario e diretto interesse nella valutazione del rischio delle sostanze chimiche. Tuttavia, la stessa nozione di “proprietà tossicologiche” è molto generale e comprende proprietà legate a effetti diversi, che possono essere di natura acuta, subacuta, subcronica o cronica: effetti tossici intensi, come intossicazione generale dell’organismo, o mirati verso uno o più organi bersaglio particolari, la cui intensità è generalmente proporzionale alla dose assorbita; effetti specifici, non necessariamente dose-dipendenti, quali gli effetti mutageni, cancerogeni, teratogeni. Ancora, si possono avere effetti immediati, generalmente di natura acuta, oppure effetti differiti nel tempo, legati all’assunzione di piccole e continuate dosi o a condizioni di latenza prima che gli effetti possano manifestarsi.

Con riferimento alla *tabella 4.10*, nella quale sono analiticamente elencate le principali proprietà tossicologiche, si può affermare che, in generale, esiste una proporzionalità inversa tra gli effetti acuti, subacuti, subcronici e cronici e il dosaggio di somministrazione e la durata della sperimentazione tossicologica. Più precisamente, nello studio sperimentale degli effetti acuti si fa uso di una sola somministrazione della sostanza agli animali da esperimento, a livello di dosaggio sufficientemente elevato da determinare la morte dell’animale. Nello studio degli effetti subacuti si fa uso, invece, di dosaggi inferiori, per un periodo prolungato e continuativo di 28 giorni. Per la tossicità subcronica si utilizzano dosaggi ancora inferiori, per un periodo corrispondente a circa il 10% della vita dell’animale. Infine, per la tossicità cronica, si protrae la sperimentazione per l’intera vita dell’animale, presumibilmente a dosaggi ancora inferiori. Per la definizione di mutagenicità, cancerogenicità ed embriotossicità sono necessarie metodologie più complesse; questi elementi sono peraltro di grandissimo rilievo nella valutazione del rischio derivante dallo stoccaggio di rifiuti, in particolare tossici e/o nocivi.

Proprietà tossicologiche
Tossicità acuta (DL ₅₀ e CL ₅₀)
Potere irritante o corrosivo
Potere sensibilizzante
Tossicità subacuta, subcronica e cronica
Mutagenicità
Embriotossicità
Cancerogenicità

Tabella 4.10 - Proprietà tossicologiche di potenziali inquinanti che devono essere considerate per la valutazione del rischio per la salute umana.

Le proprietà tossicologiche, studiate attraverso sperimentazioni sugli animali, sono indice degli effetti potenziali che possono essere esercitati sull’uomo; le proprietà ecotossicologiche, studiate mediante prove su specie ambientali (*tabella 4.11*), sono indice

Proprietà ecotossicologiche

Tossicità per i pesci

Tossicità per la *Daphnia*

Tossicità acuta per gli uccelli

Tossicità acuta per le piante superiori

Tossicità per il verme di *Taenia*

Tabella 4.11 - *Proprietà ecotossicologiche dei potenziali inquinanti emessi che devono essere considerate per la valutazione del rischio derivabile alla salute umana.*

degli effetti potenziali che le sostanze inquinanti possono esercitare sull'ambiente. A tal fine, alcune specie ambientali, considerate come "indicatori biologici", vengono assunte come rappresentative dei diversi comparti (acqua, suolo e aria). Non è facile, tuttavia, dividere esattamente tra loro i tre comparti, perché le matrici acqua, suolo e aria interagiscono tra loro.

La contaminazione del suolo, per esempio, può essere valutata direttamente con prove di tossicità sulle specie che vivono nel suolo, come le piante o il lombrico; contemporaneamente, però, il suolo può essere intriso di acqua o dilavato dalle acque meteoriche e superficiali, con conseguente contaminazione del comparto acqua e delle specie acquatiche, *in situ* e nei corsi e bacini idrici. La diffusione di una sostanza nell'atmosfera può dar luogo a ricadute sul suolo e a dissoluzione nell'acqua; la dispersione nel suolo e nelle acque può dar luogo a volatilizzazione e, quindi, a contaminazione del comparto aria. La contaminazione diretta delle acque dei fiumi o dei laghi può dar luogo a diffusione attraverso il suolo che, a sua volta, può produrre la contaminazione di specie terrestri (flora e fauna) che successivamente possono essere preda di uccelli. Da questi esempi, dovrebbe risultare sufficientemente chiaro perché non è semplice individuare indicatori biologici sufficientemente rappresentativi della tossicità di una sorgente rispetto ai diversi ecosistemi e perché si rende necessario il ricorso contemporaneo a tutti gli indicatori disponibili.

Come già detto, le proprietà fisico-chimiche, tossicologiche ed ecotossicologiche intrinseche di una sostanza inquinante ne costituiscono un bagaglio specifico che costituisce, in un certo senso, la sua "impronta digitale". Pur essendo di rilevante importanza, queste proprietà non sono sufficienti, da sole, per la definizione del rischio. Questo infatti, per realizzarsi, è soggetto a varie condizioni e parametri legati alle proprietà intrinseche, o a loro espressioni, ma dipendenti anche dalle condizioni esterne. Tra queste condizioni e parametri deve essere prioritariamente considerata la possibilità di interazione con i diversi recettori umani e/o ambientali, ossia il comportamento della sostanza quando entra in relazione con recettori che possono esaltarne o diminuirne la potenzialità di danno. Queste realtà esterne alla sostanza, interagendo con essa, possono prolungarne o annullarne l'azione nel tempo, determinare un accumulo, una magnificazione della quantità oppure una maggiore o minore diffusione nell'ambiente.

Di seguito, sono analizzate brevemente le più importanti possibilità di interazioni tra gli inquinanti e i diversi recettori umani e/o ambientali.

Persistenza. Una molecola può avere una vita più o meno lunga in funzione delle condizioni nelle quali viene a trovarsi. Per esempio, una sostanza allo stato secco, in ambiente oscurato, in assenza di ossigeno e in ambiente sterile potrebbe rimanere inalterata per un periodo indefinito mentre, in condizioni diverse, la medesima sostanza può subire due tipi di attacco, biotico e abiotico, che portano alla sua degradazione.

La degradazione biotica è determinata dai batteri e dai microorganismi che utilizzano una sostanza per il proprio sviluppo. Le sostanze organiche di sintesi sono essenzialmente costituite da carbonio, idrogeno, ossigeno, azoto, zolfo, fosforo e altri elementi meno frequenti; per questo motivo, possono entrare nei vari cicli di utilizzazione e trasformazione per opera di batteri e microorganismi.

La degradazione di una sostanza chimica può avvenire anche per via abiotica: per esempio, per reazione chimica con altri composti (idrolisi, se viene in contatto con acqua o umidità ecc.) e/o per effetto della luce (fotodegradazione). L'entità della trasformazione può essere determinata misurando, a vari tempi, la diminuzione della concentrazione della sostanza stessa (reagente) ovvero l'aumento di concentrazione di una sostanza che si forma a seguito della trasformazione (prodotto). Spesso, l'entità della trasformazione viene espressa come "tempo di dimezzamento" o $t/2$, ossia come tempo necessario perché la concentrazione della sostanza si riduca alla metà di quella iniziale.

Bioconcentrazione. Numerose sostanze possono accumularsi negli organismi viventi: questo processo è funzione del particolare metabolismo, della specifica struttura organica e della tipologia degli alimenti di cui gli organismi stessi si nutrono. Anche l'uomo non sfugge a questa possibilità e anzi, alimentandosi di cibi e bevande che possono essere contaminati, costituisce l'ultimo anello della catena trofica, risultando in tal modo esposto a rischi di tipo cronico. I pesci, i crostacei, gli uccelli, le piante possono bioaccumulare elementi e sostanze chimiche e il bioaccumulo può aumentare nel tempo nella stessa specie e da una specie all'altra. Conseguentemente, lo studio della capacità di una sostanza di bioaccumularsi risulta di grande interesse, pur essendo contemporaneamente molto complesso.

Il bioaccumulo è favorito quando una sostanza è più solubile nei grassi che in acqua; questa situazione è piuttosto frequente negli organismi. I pesci e altri organismi acquatici riciclano in continuazione grandi quantità di acqua: se nell'acqua è disciolta, sia pure in concentrazione molto piccola, una sostanza caratterizzata da una liposolubilità maggiore della idrosolubilità, essa verrà immagazzinata nei grassi e potrà raggiungere concentrazioni superiori anche di vari ordini di grandezza a quella presente nell'acqua. Il bioaccumulo può essere responsabile di effetti tossici a lungo termine, anche rilevanti.

Dispersione ambientale. Una sostanza può essere dispersa in misura diversa negli ambienti di lavoro e di vita in dipendenza di diversi fattori. In primo luogo, la dispersione è influenzata dalle proprietà intrinseche della sostanza (tensione di vapore, solubilità in acqua o nei grassi, densità relativa all'aria e all'acqua, peso molecolare); tuttavia, perché questa potenzialità possa concretizzarsi, è necessaria l'interazione con i recettori con i quali la sostanza entra in relazione. I recettori possono essere corsi e bacini idrici, venti dominanti, possibilità di adsorbimento e desorbimento nel suolo e di

interazione con attività antropiche. La dispersione ambientale rappresenta un elemento importante, che si caratterizza come un fattore di proporzionalità, capace cioè di moltiplicare o demoltiplicare i rischi per l'uomo e per l'ambiente.

Quantità dei potenziali inquinanti emessi dall'impianto. Poiché il livello di rischio dipende in modo proporzionale dalla tipologia delle sostanze inquinanti (grado di tossicità) e dalla loro concentrazione (valore quantitativo), la definizione dell'entità di emissione di inquinanti dall'impianto che si intende costruire acquista un'importanza determinante nella stima della probabilità di danno derivabile alla salute pubblica.

Per la stima di questo parametro risultano essenziali, in primo luogo, i dati di progetto, dai quali è possibile ricavare una stima abbastanza attendibile del livello globale di impatto sull'ambiente. Conoscendo inoltre la tipologia dei rifiuti destinati a essere trattati o stoccati nell'impianto e, di conseguenza, la loro composizione chimica e utilizzando i dati prima esaminati, si può stimare la qualità e la quantità delle sostanze emesse, le loro caratteristiche biotossicologiche e il loro presumibile destino ambientale. Da questa analisi si ricava la tipologia del rischio di danno potenzialmente derivabile alla comunità umana residente nella zona interessata.

Livello di rumorosità prodotto. Per i suoi rilevanti effetti sia diretti (sull'apparato uditivo) che indiretti (extra-uditivi), il rumore rappresenta un innegabile fattore di rischio per la salute umana. Risulta pertanto necessario determinare il livello di rumore ambientale derivante sia dalle operazioni di costruzione che da quelle di esercizio dell'impianto che si intende realizzare, ivi comprese quelle connesse al movimento degli automezzi.

Il livello delle emissioni di rumore deve essere esaminato sia dal punto di vista del rischio esistente all'interno dell'ambiente di lavoro (rischio professionale per i lavoratori addetti), sia considerando la trasmissione del rumore all'esterno dell'insediamento, con il conseguente rischio per la popolazione residente nelle zone circostanti.

Esiste anche il problema del rumore connesso all'incremento del traffico, particolarmente importante nel caso di zone che già posseggano un livello di rumorosità elevato.

Anche nella pianificazione acustica risulta opportuno l'uso di modelli previsionali per la valutazione dei livelli di rumore generati.

4.2.1.3 Definizione delle caratteristiche socio-demografiche e sanitarie della popolazione interessata

Se è importante conoscere con esattezza le caratteristiche quali-quantitative della sorgente di rischio (opera da realizzare), riveste altrettanta, o forse maggiore, rilevanza l'acquisizione della conoscenza puntuale dell'*organo bersaglio*, cioè della popolazione esposta al rischio di danno.

A tal fine è opportuno raccogliere, come riportato in *tabella 4.12*, gli elementi di giudizio riportati qui di seguito.

Un primo elemento è costituito dalla consistenza e le caratteristiche socio-demografiche della popolazione residente (distribuzione per età e per sesso; indice di vecchiaia; indice di lavoro; indice di dipendenza; vocazione socio-economica prevalente).

Un secondo elemento è costituito dalle caratteristiche socio-sanitarie e della comunità interessata. La valutazione di quest'ultimo parametro costituisce un problema di grande impegno e complessità tecnica: in linea teorica, sarebbe necessario realizzare una specifica rete di raccolta di dati epidemiologici, finalizzata alla puntuale valutazione dello stato di salute esistente nella popolazione in studio, soprattutto per le patologie non soggette a denuncia obbligatoria e, quindi, non note nella loro reale prevalenza.

Poiché questo non è in genere possibile a causa dei tempi necessari per uno studio epidemiologico, si ricorre usualmente all'analisi dei dati di mortalità per causa, relativi alla zona in esame, comparandoli con quelli di zone affini.

Dalla comparazione può derivare un giudizio sufficientemente attendibile dello stato sanitario complessivo della popolazione, in riferimento almeno alle patologie più preoccupanti e gravi che sostengono in larga parte la mortalità del nostro Paese. Tali malattie, con particolare riferimento ai tumori, sono poi anche quelle che, almeno in linea teorica, risultano più direttamente correlate al livello di inquinamento ambientale.

Un terzo elemento è costituito dalla descrizione delle infrastrutture sociali: presenza di attività sanitarie rilevanti e/o strutture protette, quali ospedali, ricoveri per anziani, strutture protette destinate all'infanzia o comunque altri agglomerati di soggetti che, per le loro condizioni fisiche, meritino l'adozione di particolari misure di protezione.

Parametri relativi all'organo bersaglio
Dimensione della popolazione esposta
Condizioni socio-sanitarie prevalenti
Entità e caratteristiche di gruppi di soggetti a maggior grado di sensibilità
Presenza ed entità di strutture protette

Tabella 4.12 - Parametri relativi alla popolazione esposta al rischio.

4.2.2 Fase valutativa

Utilizzando le informazioni raccolte nella "fase conoscitiva", si deve procedere a una definizione, con il maggior grado di precisione possibile, della tipologia ed entità del rischio di danno potenziale, fornendo altresì le eventuali indicazioni necessarie per ridurre o eliminarne le probabilità di accadimento. Il livello di rischio esistente deve quindi essere tradotto in un semplice indice numerico e/o grafico, esprimente il grado complessivo di pericolosità dell'opera progettata in riferimento alla salute pubblica.

La costruzione di questo indice richiede l'attuazione, in ordine sequenziale, di tre adempimenti, riportati nella *tabella 4.13*:

- individuazione della tipologia del rischio potenziale per la salute pubblica connesso alla realizzazione dell'opera;
- stima quali-quantitativa del danno che si suppone possa derivare;
- traduzione in un unico indice numerico o grafico, esprimente il "livello o grado complessivo di criticità" dei numerosi elementi di valutazione raccolti al fine di renderli facilmente e immediatamente comprensibili.

Fase valutativa: adempimenti
Definizione della tipologia del rischio potenziale
Stima del tipo e dell'entità del danno prevedibile
Definizione del "Livello o Grado complessivo di Criticità" dell'opera progettata

Tabella 4.13 - Adempimenti inerenti alla fase valutativa della metodologia di definizione del rischio di danno alla salute pubblica derivante dalla costruzione di una nuova opera.

4.2.2.1 Definizione della tipologia del rischio potenziale

La conoscenza della tipologia del rischio potenziale per la salute pubblica sinteticamente raccolta in sei categorie principali, riportate nella *tabella 4.14*, può risultare di grande utilità anche per gli eventuali interventi concernenti la protezione civile in caso di calamità improvvise e imprevedibili.

Principali categorie di rischio
Infiammabilità
Esplosività
Corrosività
Rischio radioattivo
Rischio tossico
Rischio genotossico

Tabella 4.14 - Tipologia del rischio potenziale derivante alla salute pubblica dalla costruzione di una nuova opera.

La sua definizione richiede la conoscenza puntuale delle caratteristiche bio-tossicologiche di tutti gli inquinanti che possono essere emessi dall'impianto, dei loro meccanismi di interazione e/o trasformazione e della loro dispersione nelle varie matrici ambientali.

A questo fine è indispensabile valutare, in primo luogo tramite l'uso di idonei modelli matematici previsionali, la concentrazione e la distanza di ricaduta delle sostanze inquinanti che possono essere emesse dal costruendo impianto, definendone il livello di immissione al suolo in corrispondenza della popolazione esposta.

La valutazione è utile anche al fine della definizione di indicazioni correttive del dimensionamento e della tipologia costruttiva dell'impianto, per evitare la ricaduta degli inquinanti in corrispondenza dei nuclei abitativi della zona (o, comunque, di limitarne la concentrazione).

4.2.2.2 Stima del tipo ed entità del danno prevedibile

La conoscenza del livello di immissione degli inquinanti aerodispersi (concentrazione al suolo) costituisce l'informazione fondamentale per poter definire il tipo e l'entità del danno che può derivare alla salute umana. Ad esso devono, tuttavia, essere aggiunti numerosi altri elementi conoscitivi quali:

- il tempo di esposizione, per il calcolo della dose attiva;
- le vie di probabile penetrazione nell'organismo;
- l'apporto fornito dalle altre matrici ambientali (acqua, suolo, alimenti ecc.);
- l'analisi delle conoscenze scientifiche.

In riferimento a queste ultime, è utile rilevare come la letteratura scientifica riporti pochi dati sulla tipologia dei rischi per la salute umana conseguenti alla probabile esposizione ad agenti chimici o biologici contenuti nei materiali trattati o formati negli impianti di stoccaggio definitivo dei rifiuti. Dai pochi dati noti emerge, comunque, che gli organi o apparati maggiormente colpiti sono la cute, il sistema nervoso centrale, il fegato e l'apparato riproduttivo. In particolare, le affezioni cutanee e del sistema nervoso centrale sono ritenute gli effetti più probabili di una esposizione massiva per contatto diretto; le esposizioni croniche a basse dosi sono più spesso chiamate in causa, invece, come induttori di patologie epatiche, renali, ematopoietiche o dell'apparato riproduttivo. Sostanze tossiche e/o irritanti introdotte per via inalatoria provocano danni prevalenti a livello polmonare e cardiovascolare. Particolare attenzione deve essere posta al possibile effetto cancerogeno di alcune sostanze contenute in discariche di rifiuti chimici tossici, in considerazione del fatto che i tumori sembrano essere la patologia più direttamente correlata all'inquinamento ambientale. La letteratura riporta che, per diverse forme tumorali (esofago, stomaco, colon-retto, laringe, polmone, collo uterino, endometrio, leucemie), si sospetta una correlazione significativa con la presenza di siti di stoccaggio di rifiuti tossici e/o nocivi.

Non deve altresì essere trascurato, soprattutto nello stoccaggio di rifiuti solidi urbani o assimilabili, anche il possibile rischio di tipo infettivo e parassitologico. In particolare, merita attenzione il rischio infettivo di tipo indiretto, causato dalla proliferazione di insetti e roditori che, nella fase di evoluzione aerobica, trovano nei rifiuti organici nutrimento e un habitat favorevole. Queste specie animali possono fungere da vettori di microrganismi patogeni e trasmettere all'uomo numerose malattie (per esempio, leptospirosi) sia per contatto diretto sia per il tramite di acqua o alimenti contaminati.

La valutazione di tutti questi elementi, unitamente alla previsione della persistenza delle lesioni e/o dei disturbi attesi, consente di ottenere una stima sufficientemente accettabile dell'entità del danno che ci si può attendere. La stima è espressa in termini probabilistici (e non potrebbe essere altrimenti, trattandosi di una valutazione previsionale) ed è necessariamente costruita in forma articolata e frammentaria. I possibili fattori di danno presenti in un impianto di stoccaggio di rifiuti sono, infatti, numerosi e differenziati. Numerosi sono i loro meccanismi di azione, le vie di diffusione e quelle di eventuale penetrazione nell'uomo, con conseguenti effetti differenti e multipli in diversi organi bersaglio. Devono inoltre essere considerati gli inevitabili meccanismi di interazione, che rendono ancor più complicato il quadro complessivo.

Per questi motivi, il bilancio dei probabili danni è molto articolato e risulta di difficile interpretazione, soprattutto da parte di chi deve assumere decisioni in assenza di una diretta e specifica competenza professionale.

Per rendere più agevole la comprensione, e consentire quindi una visione chiara e immediata a chi deve assumersi la responsabilità decisionale, è necessario attuare il terzo adempimento previsto in questa fase.

4.2.2.3 Definizione del “livello o grado complessivo di criticità” dell’opera progettata in riferimento alla salute pubblica

Questo è un adempimento molto delicato e complesso che, in primo luogo, prevede (tabella 4.15) l’attribuzione di un coefficiente numerico a ciascuno dei parametri inerenti sia la “sorgente del rischio” che la “popolazione bersaglio”. Questo coefficiente deve esprimere l’importanza relativa o, se si preferisce, la posizione gerarchica all’interno di ciascun gruppo e fra i diversi gruppi.

Dopo questa attribuzione, si passa all’individuazione delle *vie critiche*, ossia delle linee sequenziali attraverso le quali è possibile stabilire se un parametro, in apparenza anche poco rilevante, può influenzare altri fattori e determinare un aumento significativo della criticità complessiva.

Tipologia del danno probabile
Molestia
Disturbo
Effetto irritante
Effetto sensibilizzante
Effetto infettivo
Effetto acustico
Effetto tossico acuto, subacuto, cronico
Effetto mutageno
Effetto teratogeno
Effetto embriotossico
Effetto cancerogeno
Entità del rischio di danno
Nulla o assente
Lieve
Modesta
Discreta
Elevata
Persistenza e/o reversibilità del danno presunto
Effetti fugaci e/o rapidamente reversibili
Effetti di breve durata
Effetti di media durata e/o lentamente reversibili
Effetti di lunga durata e/o irreversibili

Tabella 4.15 - Stima del tipo e dell’entità del danno probabile.

Si procede quindi, come terza fase, alla costruzione degli *indici sintetici*, ottenuti mediante l'elaborazione ponderata dei dati relativi ai diversi parametri fra loro interconnessi.

L'elaborazione integrata dei diversi indici sintetici consente, infine, di definire il *livello o grado complessivo di criticità*, che costituisce l'espressione numerica dello stato globale di perturbazione rispetto alle condizioni ideali o, quantomeno, a quelle reali di partenza.

Per il caso in esame, si ottiene l'espressione numerica dell'entità del rischio di danno prevedibile per la salute pubblica.

In sintesi, il livello o grado di criticità complessiva dell'opera progettata rispetto agli effetti sulla salute pubblica può essere definito attraverso le seguenti fasi:

- *Ponderazione dei parametri inerenti sia la Sorgente del rischio che il suo Bersaglio, con attribuzione di uno specifico coefficiente numerico.*
- *Individuazione delle Vie Critiche esistenti fra i diversi parametri.*
- *Costruzione degli Indici Sintetici di interconnessione.*
- *Definizione del Livello o Grado di Criticità complessiva rapportato alle condizioni ideali.*
- *Costruzione dell'Indice Sintetico dell'entità del rischio di danno prevedibile per la salute umana.*

L'indice può infine essere riportato in forma grafica, con colori di gradazione diversa in funzione della sua entità, su una *carta tematica complessiva della zona interessata dall'impianto*, unitamente agli altri indici che definiscono il grado di criticità di altre componenti ambientali (morfologica, geologica, idrogeologica, paesaggistica, faunistica, botanica).

Bibliografia

AA.VV. 1988. Proposta di una normativa per l'istituzione delle fasce di rispetto delle opere di captazione delle acque sotterranee. Franconi V. e Civita M. (eds.), GeoGraph, Milano, 277.

AA.VV. 1989. Discariche, cave, miniere ed aree "difficili" o "inquinata". Pirola Editore.

AGIP 1973. Acque dolci sotterranee. Inventario dei dati raccolti dall'Agip durante la ricerca di idrocarburi in Italia. 914. Grafica Palombi, Roma.

Alexander, D.E. 1990. Calamità naturali. Pitagora Editrice, Bologna.

Ambrosetti, P., Bosi, C., Carraro, F., Ciaranfi, N., Panizza, M., Papani, G., Vezzani, L., Zanferrari, A. 1987. Neotectonic map of Italy. Quaderni della ricerca scientifica 4, n. 114, 6 tavv.

AQUATER - ENEL 1978. Interpretazione dei dati geofisici delle strutture plioceniche e quaternarie della Pianura Padana e Veneta. GEOS./A AO153, San Lorenzo in Campo.

Arca, S., Beretta, G. P. 1985. Prima sintesi geodetico-geologica sui movimenti verticali del suolo nell'Italia settentrionale (1897-1957). *Boll. Geodesia e Scienze affini*, IGM, anno XLIV, n. 2, 125-156.

Asto Archivio di Stato di Torino. Documenti inediti per il periodo 1839-1980.

Baroni, D., Cotta Ramusino, S., Peloso, G. F. 1988. La falda freatica nella pianura oltrepadana pavese e in quella alessandrina - considerazioni sulla vulnerabilità potenziale. *Atti Tic. Sc. Terra*, 31, 351-376.

Bartolini, C., Bernini, M., Carloni, G. C., Costantini, A., Federici, P. R., Gasperi, G., Lazzarotto, A., Marchetti, G., Mazzanti, R., Papani, G., Pranzini, G., Rau, A., Sandrelli, F., Vercesi, P. L., Castaldini, D., Francavilla, F. 1983. Carta neotettonica dell'Appennino Settentrionale. Note illustrative. *Boll. Soc. Geol. It.*, 101, 523-549.

Bassani, G. 1983. Gli argini del Siccomario dal 1748 al 1832. Pavia.

Bellinzona, G., Boni, A., Braga, G., Marchetti, G. 1971. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. F. 71 Voghera, 121, Roma.

Bergamo, R. 1983. Zinasco e il suo territorio, Pavia.

Boni, A. 1967. Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. F. 59 Pavia, 68, Roma.

Boni, A. 1980. Struttura geologica e sismicità del "Territorio" pavese. Seminari Università di Pavia In: "Eventi Naturali ed Antropici", 153-277, Pavia.

- Boni, A.** 1985. Struttura geologica e sismicità in Lombardia. *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, 30, 2.
- Boni, A., Boni, P., Peloso, G.F., Gervasoni, S.** 1981. Dati sulla neotettonica del Foglio Pavia (59) e di parte dei Fogli Voghera (71) ed Alessandria (70). C.N.R. Prog. Fin. Geod., sottoprogram. Neotettonica, pubbl. n. 356, 1199 - 1244, Napoli.
- Bonora Mazzoli, G.** 1982. Le persistenze della centuriazione nell'ager Placentinus. L'Universo, anno LXII, n. 3, 367-420, I.G.M. Firenze.
- Braga, G., Cerro, A.** 1988. Le strutture sepolte della pianura pavese e le relative influenze sulle risorse idriche sotterranee. *Atti Tic. Sc. Terra*, 31, 421-433.
- Braga, G., Bellinzona, G., Bernardelli, L., Casnedi, R., Castoldi, E., Cerro, A., Cotta Ramusino, S., Gianotti, R., Marchetti, G., Peloso, G.F.** 1976. Indagine preliminare sulle falde acquifere profonde della porzione di Pianura Padana compresa nelle province di Brescia, Cremona, Milano, Piacenza, Pavia e Alessandria. Quaderno IRSA, 28 (2), 45-76.
- Brambilla, G.** 1992. Prime considerazioni cronologico-ambientali sulle filliti del Miocene superiore di Portalbera (Pavia - Italia settentrionale). Atti del Convegno di Casteggio (PV), 109-113, Casteggio.
- Bruni, L., Della Vista, O., Stano, L.** 1982. Indagini per la localizzazione di aree da adibire a discariche controllate, *Geol. Tecnica*, parte I e II, vol. 29, n. 3, 43-59.
- C.N.R.** 1985. Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980. P.F.G., 239.
- C.N.R.** 1991.- Structural Model of Italy. Scale 1:1.000.000. Selca, Firenze.
- Carieri, P., Castello, R.** 1986. Rifiuti solidi urbani. *Geologia Tecnica* 1/86.
- Carta Geologica d'Italia** scala 1:100.000 - F. 59 Pavia, II edizione, 1965, Roma.
- Carta Geologica d'Italia** scala 1:100.000 - F. 71 Voghera, II edizione, 1969, Roma.
- Cassano, E., Anelli, L., Fichera, R.** 1990. Geophysical data along the northern Italian sector of the European Geotraverse. *Tectonophysics*, 176, 167-182.
- Cassano, E., Anelli, L., Fichera, R., Cappelli, V.** 1986. Pianura Padana, interpretazione integrata di dati geofisici e geologici. Agip, LXXIII Congresso Soc. Geol. It., 1-27.
- Castellarin, A., Eva, C., Giglia, G., Vai, G.B.** 1985. Analisi strutturale del Fronte Appenninico Padano. *Giornale di Geologia*, s. 3°, 47/1-2, 47 - 75.
- Cati, L.** 1981. Idrografia e idrologia del Po. Pubbl. n. 19 Uff. Idrografico, Roma.
- Cautilli, F., Polizzano, C., Tassoni, E.** 1991. L'impatto ambientale delle discariche di rifiuti sul territorio. *RS - Rifiuti Solidi*, vol. V, n. 2, 108-120.
- Clerici, F.** 1987. Analisi dei sistemi idrogeologici della Lombardia. *Geologia Tecnica* 1/87.
- Cotta Ramusino, S.** 1982. Caratteri idrogeologici della prima falda acquifera nella zona di pianura dell'Oltrepò Pavese. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia. 30, 171-181, Pavia.
- Crevaschi, M.** 1987. Paleosols and vetusols in the central Po plain (Northern Italy) a study in Quaternary. *Geology and Soil Development*. Unicopli Ed., 306, Milano.
- Dotti, D., Chiaravalli, F., Andretta, D.** 1990. Discariche di rifiuti convenzionali e strategici: metodologie per l'individuazione e la caratterizzazione dei siti. *Geologia tecnica* 1/90.
- Dutto, F., Nardin, E., CNR-IRPI** 1989. Intensità di processi erosivi lungo le sponde del fiume Po in territorio pavese. Suolo-Sottosuolo. Congr. Intern. di Geoingegneria, Torino.
- EPA** 1979. Direttive proposte per lo smaltimento dei rifiuti solidi. Traduzione di E. Fedrizzi, V. Salerno, V. Sikorski, *Italia Pulita* 3, (5) 11 - 14 e (6/7), 15 - 18.
- EPA** 1989. Requirements for hazardous waste landfill design, construction, and closure.

- Franconi, V.** 1981. Indagini geologiche relative allo smaltimento dei fanghi. *IA Ingegneria Ambientale*, vol. 10, n. 3, 309 - 311.
- Gandolfi, R.** 1949. La faglia della Staffora. Sue caratteristiche in rapporto al sistema di fratture nel Vogherese. *Rend. Acc. Naz. Lincei*, s. VIII, 5, f. 1-2, 67.
- Gelmioni, R., Marino, L., Muratori, A., Paltrinieri, N., Tagliavini, S., Zavatti, A.** 1991. La vulnerabilità degli acquiferi e la pianificazione del territorio. *Mem. Descr. Carta Geol. d'It.*, XLVI (1991), 529-535.
- Gervasoni, S.** 1991. *Discariche controllate*, Hoepli, Milano.
- Ghezzi, G., Nolledi, G.** 1982. L'indagine geologica nella selezione, progettazione e gestione delle discariche controllate (impianti di interrimento controllato). *Mem. Soc. Geol. It.*, v. 24, 615 - 622.
- Ghezzi, G.** 1982. Fattibilità geologica di interrimento controllato (per la discarica di rifiuti solidi e fanghi). *Metodologia di indagine a scala regionale e provinciale*, *Geol. Tecnica* a. 29, n. 3, 23 - 42.
- Gisotti, G.** 1986. Esempi di impatti sull'ambiente geologico e relative misure compensative. *Geol. Tecnica*, 4/86.
- Gisotti, G.** 1986. La valutazione dell'ambiente geologico negli studi di impatto. *Geol. Tecnica*, 3/86, 3 - 22.
- Gisotti, G., Bruschi** 1990. *Valutare l'ambiente*. NIS Nuova Italia Scientifica.
- Gobetti, Perotti, C.R.** 1990. Genesi e caratteristiche dell'arco strutturale di Pavia. *Atti Tic. Sc. Terra*, 33, 143-156.
- Govi, M., Turritto, O.** 1993. Processi di dinamica fluviale lungo l'asta del Po. *Acqua e Aria*, 6, 575-588.
- Hagerty, D., Pavoni, J.** 1973. Geologic aspects of landfill refuse disposal. *Engineering geology*, 219-229
- IRSA C.N.R.** 1981. Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana. *Quad. IRSA*, 51 (2) 70. Roma.
- IRSPER/Istituto regionale di studi e ricerche per la programmazione economica e territoriale del Lazio.** 1991. *Lo studio di impatto ambientale: elementi per un manuale*, a cura di M. Pazienti, Franco Angeli, Milano.
- Lamberti, A.** 1987. Considerazioni sull'abbassamento dell'alveo del Po in relazione alla navigazione. *Navigazione Interna*, 1 (1987), 13-22.
- Lamberti, A.** 1993. Le modificazioni recenti verificatesi nell'asta principale del Po e problemi connessi. *Acqua e Aria*, giugno 1993, 589-592.
- Laureti, L., Pellegrini, L.** 1993. Broni e Stradella, nell'Oltrepò Pavese. In *Proposta di legenda geomorfologica ad indirizzo applicativo*. *Geogr. Fis. e Din. Quat.*, Vol. 16/2, 141-143.
- Lucchetti, L., Albertelli, L., Mazzei, R., Thieme, R., Bongiorno, D., Dondi, L.** 1963. Contributo alle conoscenze geologiche del Pedepennino Padano. *Boll. Soc. Geol. It.*, 81, 4, 1-245.
- Malcevschi, S.** 1991. *Qualità ed impatto ambientale. Teoria e strumenti della valutazione di impatto*. Etas Libri, 1991.
- Mancini, O., Chiantore, V., Schneider, A.** 1988. Considerazioni sulla gestione dei rifiuti tossici e nocivi e sua ottimizzazione. Rapporto ISMES RAT-URM 1043.
- Marchetti, G., Mosna, S., Vercesi, P.L.** 1978. Nuovi affioramenti di terreni paleogenici al margine dell'Appennino pavese (a est di Stradella) e loro possibile significato. *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, 28, 87 - 95.
- Marchetti, G., Perotti, C., Vercesi, P.L., Baroni, C.** 1981. Note illustrative degli elaborati cartografici presentati il 31/5/1980 (F. 60 Piacenza e 61 - Cremona p.p.) e il 31/3/1979 (F. 71 Voghera, F. 72 Fiorenzuola d'Arda, F. 83 Rapallo e F. 84 Pontemoli p.p.). C.N.R. Prog. Fin. Geod., sottoprogramma Neotettonica, pubbl. n. 356, 915-964, Napoli.
- Ministero dell'ambiente, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente** 1995. Guida

Tecnica. Stesura dello studio di impatto ambientale per gli impianti di discarica controllata di rifiuti tossici e nocivi (RTN).

Panizza, M. 1988. Geomorfologia applicata: metodi di applicazione alla pianificazione territoriale e alla Valutazione di Impatto Ambientale. La Nuova Italia Scientifica.

Paparella, R., Bottazzi, S. 1984. Lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani: alcuni aspetti salienti. In: Tecniche di protezione ambientale, a cura di A. Zavatti, Pitagora Editrice, Bologna, 163 - 187.

Pellegrini, L., Vercesi, P.L. 1996. Considerazioni morfotettoniche sulla zona a sud del Po tra Casteggio (PV) e Castel San Giovanni (PC). In stampa su *Atti Tic. Sc. Terra*, 38.

Peloso, G.F., Cotta Ramusino, S. 1989. Idrogeologia della pianura bronese stradellina (Oltrepò Pavese) - caratteristiche dei corpi idrici sotterranei e considerazioni sul loro sfruttamento. *Atti Tic. Sc. Terra*, 32, 125-162.

Piano provinciale delle cave di Pavia 1985. Note illustrative e Allegato 5/B: Carta dei vincoli e delle limitazioni. Amministrazione di Pavia - Assessorato Ecologia, a cura di: Marchetti, G.

Pieri, M., Groppi, G. 1981. Subface geological structure of the Po Plain, Italy. CNR, Pubbl. n. 414, Prog. Fin. Geod.

Scagni, Vercesi, P.L. 1987. Il Messiano tra la

Valle Versa e la Valle Staffora (Appennino pavese - vogherese). Considerazioni paleogeografiche. *Atti Tic. Sc. Terra* 31, 1-20.

Spilotro, G. 1983. Studio geologico, geotecnico e idrogeologico di un'area di cava in argilla al fine della valutazione dell'idoneità all'uso come recipiente di scarichi industriali. *Geol. Applicata e Idrogeol.*, V. 18, 155 - 189.

Tropeano, D., Olive, P. 1993. Eventi geomorfologici nelle Alpi italiane e nella pianura occidentale del Po: inquadramento cronologico in base a radiodazioni ¹⁴C. Il *Quaternario* 6, 2, 189-204.

Valle, G. 1984. Appendice I alle note illustrative del Piano Provinciale cave di Pavia - schede descrittive dei ritrovamenti archeologici. Piano Cave della provincia di Pavia, 1 Tav., 178.

Valsecchi, P. 1868. Ponte tubolare sul Po presso Mezzanacorti e opere relative di difesa e di nuova inalveazione. *Giornale del Genio Civile*, 325-331.

Vercesi, P.L., Scagni, G. 1985. Osservazioni sui depositi conglomeratici dello sperone collinare di Stradella. *Rend. Soc. Geol. It.*, 7, 23-27.

Vitturi, A., Campaci, C. 1984. Zonazione geologica del territorio compreso tra Livenza e Tagliamento nella provincia di Venezia per la realizzazione di discariche controllate di rifiuti solidi urbani. SEP Pollution, 1984, Padova.

Sintesi delle attività del progetto

Di seguito sono schematicamente riportate le attività di ricerca e i risultati ottenuti da ciascuna UO.

Unità Operativa n° 1

Dipartimento di Biologia Animale, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. S. Malcevschi
<i>Componenti:</i>	Prof. F. Barbieri, Dr. C. Gianatti
<i>Collaboratore:</i>	Dr. A. Gentili
<i>Tema:</i>	"Valutazione di impatto ambientale delle discariche di rifiuti tossici e nocivi in relazione a differenti tipologie di intervento e di recupero"

Per quanto riguarda gli ammassi abusivi, sono stati delineati i criteri per una corretta definizione di "rischio" e sono stati definiti strumenti utili per evidenziare le linee di impatto potenzialmente critiche. Lo studio e la caratterizzazione dell'ecosistema hanno consentito di evidenziare l'importanza dell'analisi dell'eterogeneità degli ammassi abusivi. È stato anche realizzato uno strumento tecnico per il rilevamento aereo di immagini da bassa quota da pallone frenato e sono stati valutati i possibili impatti ambientali connessi alle operazioni di bonifica. Per quanto riguarda le discariche controllate, sono stati confrontati criteri tecnici e ambientali per il contenimento degli impatti e per l'inserimento ambientale di questi impianti; è stata proposta la costituzione di un mosaico di neo-ecosistemi polivalenti rispondenti a funzioni naturalistiche, produttive, fruttive, di mitigazione degli impatti ecc. In particolare, la variazione della qualità ambientale dovuta a un impianto è stata interpretata in relazione a determinate soglie. I principali criteri definitori dei livelli che, se superati, comportano una condizione di criticità inaccettabile sono stati esaminati e discussi criticamente ed è stato avanzato, come criterio di intervento, quello del "massimo abbattimento unitario del rischio".

Unità Operativa n° 2

Dipartimento di Chimica Generale, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile</i>	Prof. T. Soldi
<i>Componenti:</i>	Prof. V. Riganti, Prof. C. Riolo Bertoglio, Dr. G. Alberti
<i>Collaboratore:</i>	Dr. M. Crescenti
<i>Tema:</i>	"Criteri e metodologie di individuazione e caratterizzazione chimica di sostanze inquinanti in siti contaminati. Valutazione dei trattamenti in sito e negli impianti di rifiuti tossici e nocivi"

Sono stati esaminati criticamente i criteri e i metodi predisposti da vari Enti nazionali e internazionali; in alcuni casi, è stata proposta l'introduzione di altre metodiche più recenti, riportate nella letteratura internazionale. Lo studio ha riguardato, in par-

ticolare, il rilascio di inquinanti nell'ambiente mediante l'esame critico e la valutazione sperimentale dei risultati di prove di cessione.

La mobilità degli inquinanti nell'ambiente è stata studiata con analisi sperimentali applicate su alcune discariche abusive dell'Oltrepò Pavese. L'analisi ha comportato: la caratterizzazione della tipologia dei rifiuti sversati; la determinazione delle sostanze tossiche e nocive, organiche e inorganiche, presenti e delle quantità che possono essere cedute; la determinazione delle stesse nelle acque di falda (prelevate attraverso piezometri o pozzi preesistenti), in campioni di terreno prelevati vicino alla discarica e su vegetali.

Unità Operativa n° 3

Dipartimento di Chimica Generale, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. V. Riganti
<i>Componenti:</i>	Prof. T. Soldi, Prof. M. Specchiarello
<i>Collaboratori:</i>	Dr. M. Crescenti, Dr. A. Timidei
<i>Tema:</i>	“Rifiuti tossici e nocivi: valutazione critica dei trattamenti di bonifica in sito e negli impianti”

Il problema della caratterizzazione dei rifiuti potenzialmente tossici presenti in discariche abusive è stato affrontato mediante una classificazione formale e l'individuazione delle caratteristiche di pericolosità sostanziale e di rischio.

È stata messa a punto una nuova procedura, e implementato il relativo software, per ricavare la numerosità campionaria. La procedura è basata sull'individuazione preliminare, all'interno di un sito di discarica abusiva, di subaree sufficientemente omogenee; è stata valutata la convenienza dell'utilizzo di una maglia triangolare anziché quadrata.

Sono state infine delineate le principali problematiche che si incontrano nell'analisi dei rischi rilevanti di origine chimica, sia durante il trasporto che negli impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti tossici e nocivi.

Unità Operativa n° 4

Dipartimento di Ricerche Aziendali, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. V. Vaccari
<i>Componenti:</i>	Prof. E. Gerelli, Prof. A. Robecchi Majnardi, Dr. C. Cordoni, Dr. V. Maggiani
<i>Collaboratori:</i>	Dr. S. Ascari, Dr. E. Biasi
<i>Tema:</i>	“Strumenti economico-giuridici per il controllo e la gestione dei rifiuti tossici e nocivi”

Sono state studiate le cause che hanno generato il fenomeno dell'abbandono abusivo di rifiuti nell'area dell'Oltrepò Pavese, individuando sia gli elementi che hanno favorito la formazione delle discariche abusive sia il ruolo dell'apporto dall'esterno dei

materiali di rifiuto. Dato il ruolo essenziale delle vecchie cave, è stata approfondita l'evoluzione economica e tecnologica del connesso settore laterizio.

Il complesso dei dati raccolti ed elaborati ha mostrato che buona parte dei rifiuti provengono da industrie esterne all'area. Sono state identificate le linee preferenziali di apporto esterno ed è stato dimostrato che il periodo di massimo riempimento delle discariche coincide con il consolidamento della struttura viaria e non con quello di massima produzione di laterizi.

L'esame delle strutture di trattamento e smaltimento presenti nell'area ha evidenziato la presenza di numerosi impianti di stoccaggio non definitivo, distribuiti su tutto il territorio, e dimostrato che il "collo di bottiglia" del sistema è costituito dagli impianti di smaltimento finale; pertanto, come risposta a una consolidata domanda di conferimento, è necessaria una adeguata offerta per lo smaltimento legale.

Il tema della minimizzazione della produzione di rifiuti è stato affrontato dal punto di vista della riprogettazione del prodotto e della implementazione di adeguate politiche ambientali, con particolare riferimento all'emanazione di norme giuridiche a fini di prevenzione. È stata evidenziata l'importanza dell'individuazione del punto di equilibrio tra regolamentazione e deregolamentazione per conciliare la tutela dell'ambiente con lo sviluppo economico.

Sono stati infine discussi criticamente gli strumenti economici (tasse ambientali, IVA, cauzione, addizionale ecologica ecc.) e tecnici (utilizzo dei rifiuti) di intervento.

Per quanto riguarda gli aspetti macroeconomici e di impatto ambientale, è stato sviluppato, a livello dimostrativo, un modello di valutazione contingente relativo alla bonifica di uno o più siti contaminati.

Unità Operativa n° 5

Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. P.L. Vercesi
<i>Componenti:</i>	Prof. A. Cerro, Prof. G. Marchetti, Prof. P. Mascheretti, Dr. A. Lazzarini, Dr. C. Pasquini
<i>Collaboratori:</i>	Dr. F. Cavanna, Dr. P. Guado, Dr. A. Pagano
<u>Linea 1:</u>	"Aspetti geologici, idrogeologici, geomorfologici e geofisici connessi alle problematiche dell'individuazione e della bonifica delle discariche abusive occultate"
<u>Linea 2:</u>	"Aspetti geologici, idrogeologici, geomorfologici, geofisici e geotecnici inerenti all'individuazione e alla caratterizzazione di siti idonei alla realizzazione di discariche controllate e alle metodologie da seguire per la loro progettazione"

I temi di ricerca hanno riguardato gli aspetti geologici del problema dello smaltimento dei rifiuti, che sono stati articolati su due linee di ricerca.

Nell'ambito della Linea 1, sono state messe a punto e sperimentate tecniche di foitinterpretazione multitemporale e metodi per l'individuazione dall'alto di discariche

abusive. Per l'individuazione da satellite di discariche abusive, è stato effettuato, in collaborazione con il CNR-IRRS di Milano, uno studio da immagini Landsat Thematic Mapper (TM) che ha messo in luce vantaggi e svantaggi del metodo. Mediante metodi da aereo è stato effettuato uno *screening* completo dell'area di pianura dell'Oltrepò Pavese che ha portato all'individuazione di numerose vecchie fosse di cava "ritombate"; su otto di queste sono state eseguite indagini elettromagnetiche VLF, che hanno rivelato risposte anomale in cinque siti.

Su siti noti, oggetto di discarica abusiva, sono state effettuate campagne di fotografia sia all'infrarosso fotografico falso colore, da aereo ultraleggero e da pallone frenato, che all'ultravioletto, da terra, per verificare la risposta dei due metodi. Per i metodi multispettrali, è stata sperimentata, in collaborazione con il CNR-IRRS di Milano, una metodologia che utilizza immagini LARA MIVIS (a 102 bande) per l'identificazione diretta di discariche abusive attraverso algoritmi di classificazione basati sull'indice di vegetazione normalizzato.

Sono stati inoltre affrontati il problema della caratterizzazione e del monitoraggio dello stato di discariche abusive, mediante campagne di misura di parametri geofisici collegabili allo stato di inquinamento, e il problema della valutazione del grado di efficienza e affidabilità dei metodi geoelettrici, elettromagnetici e georadar.

Per la valutazione *a priori* del pericolo di contaminazione della falda da parte di inquinanti rilasciati dalle discariche abusive è stata valutata la vulnerabilità complessiva, ossia la suscettività di un acquifero a ricevere e diffondere un inquinante, che è risultata direttamente proporzionale alla velocità di flusso e inversamente proporzionale al tempo di arrivo di un eventuale inquinante.

Infine, per verificare la rappresentatività delle metodologie di campionamento adottate per le acque sotterranee, sono state eseguite diverse campagne di prelievo e di analisi delle acque di falda sottostanti il sito di discarica abusiva di Redavalle: i risultati hanno messo in luce un inquinamento, attribuibile alla presenza della discarica, mai evidenziato in precedenza.

Nell'ambito della Linea 2, sono state valutate le caratteristiche che i siti devono possedere per essere ambientalmente idonei a ospitare discariche di rifiuti potenzialmente pericolosi, con particolare attenzione alle caratteristiche geomorfologiche (morfologia, condizioni di stabilità dei versanti e aspetti idraulici), idrologiche e idrogeologiche (parametri idrogeologici fondamentali e loro significato, caratteristiche geometriche delle falde idriche sotterranee e loro vulnerabilità) e geologiche-strutturali (rischio sismico, marcata subsidenza ecc.).

Sulla base delle analisi effettuate, si è giunti al riconoscimento di classi di idoneità per la zona collinare e per la zona di pianura. Per la zona collinare, le classi sono state ottenute sovrapponendo, alle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, fattori di ordine geomorfologico e strutturale; per le zone di pianura, sono stati prioritariamente considerati gli elementi che definiscono la vulnerabilità delle acque sotterranee. In ogni caso, la conclusione è che il sito ideale di ubicazione dovrebbe garantire sempre e comunque la fuoriuscita del percolato per gravità, ossia per vie naturali.

In funzione della protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento, sono stati analizzati i sistemi impermeabilizzanti naturali, artificiali e compositi utilizzabili in funzione del tipo di discarica (in rilevato o a fossa) e del tipo di rifiuti da stoccare, ri-

cavando una serie di indicazioni sul tipo di materiali e sulla disposizione degli elementi che costituiscono la barriera.

Sono state infine indicate le operazioni da compiere per consentire il recupero di una discarica in condizioni di sicurezza ambientale.

Unità Operativa n° 6

Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. G. Urbini
<i>Componenti:</i>	Dr. G. Bertanza, Dr. F. Conti
<i>Collaboratori:</i>	Prof. C. Collivignarelli, Dr. M. Baldi, Dr. P. Pacetti
<i>Tema:</i>	“Criteri per la progettazione delle discariche controllate”

Sono stati presi in esame i criteri di progettazione, gli aspetti gestionali e le linee di sviluppo delle ricerche.

Per quanto riguarda i criteri di progettazione, sono state esaminate le tipologie di rifiuti, le tipologie di discariche previste dalla normativa italiana e le loro interconnessioni, anche attraverso una rassegna degli studi e delle documentazioni già esistenti. Sono state poi trattate le tecniche alternative di allestimento delle discariche (sistemi a trincea, sistemi a deposito progressivo). Particolare attenzione è stata posta ai sistemi di impermeabilizzazione ed è stato dimostrato che il percolato interagisce con la barriera impermeabilizzante, ponendo quindi problemi di compatibilità chimica. Sono stati infine analizzati e illustrati i criteri fondamentali di progettazione dei sistemi di copertura e di recupero della superficie delle discariche al termine della loro vita operativa.

Per gli aspetti gestionali, è stato messo in evidenza come il monitoraggio ambientale costituisca sia un obiettivo di previsione dei potenziali inquinamenti sia un obiettivo “culturale” nei confronti dell’opinione pubblica. Sono stati descritti e discussi i sistemi di monitoraggio dell’inquinamento ambientale.

Una parte della ricerca è stata dedicata ai macchinari utilizzabili per l’allestimento e la gestione delle discariche e al personale addetto alla conduzione; un’altra, ai problemi di compatibilità reciproca dei rifiuti e ai possibili incidenti, tra i quali gli incendi.

Tenuto presente che, almeno in linea di principio, la discarica è un “sistema chiuso”, difficilmente esplorabile e poco noto, le ricerche sono state orientate verso la valutazione degli effetti a lungo termine sulle barriere impermeabilizzanti, sulla trasformazione delle singole componenti dei rifiuti e sugli aspetti biochimici, termodinamici e cinetici della trasformazione stessa, con l’intento di pervenire a una modellizzazione dei processi di formazione di biogas e percolato, dei fenomeni di assestamento ecc.

È stato messo in evidenza che, per minimizzare gli effetti di impatto ambientale, la tendenza a livello internazionale è di smaltire in discarica solo residui di pretrattamento dei rifiuti.

Sono state infine valutate le procedure di collaudo delle opere e dei materiali da inserire tra la fase di costruzione e quella di gestione attiva di una discarica ed è stata effettuata un'analisi delle opere e dei materiali che devono essere sottoposti a rigorosi controlli, anche da parte degli enti preposti al controllo.

Unità Operativa n° 7

Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale, Università degli Studi di Pavia

Responsabile:	Prof. C. Collivignarelli
Componenti:	Dr. M. Baldi, Dr. G. Bertanza
Collaboratore:	Dr. F. Conti.
Tema:	"I trattamenti chimico-fisici e biologici dei rifiuti tossici e nocivi"

In una rassegna di carattere bibliografico, sono stati esaminati i processi di trattamento e/o recupero dei rifiuti potenzialmente tossici attualmente disponibili. Sono stati descritti i diversi processi, con particolare attenzione ai principi di processo, all'applicabilità e alle soluzioni impiantistiche.

Sono state condotte ricerche sperimentali, con l'obiettivo di valutare l'applicabilità di alcuni trattamenti ai rifiuti liquidi, solidi o fangosi che possono derivare dalle operazioni di bonifica di siti contaminati. I problemi studiati includono: (i) la rimozione dell'ammoniaca da percolati mediante *stripping*. È stato messo a punto e validato un modello matematico del processo di strippaggio in un reattore a bolle e sono state determinate sperimentalmente, su impianto pilota a riempimento, le rese del processo al variare delle condizioni operative; (ii) la degradazione di composti aromatici nelle acque reflue con processi biologici a fanghi attivi in condizioni non convenzionali. In un impianto pilota, è stata verificata la possibilità di rimozione di benzene e toluene da acque reflue; (iii) la rimozione, mediante flottazione, di composti tossici e/o non biodegradabili da reflui speciali. Con prove a scala di laboratorio e semi-industriale, sono stati valutati i limiti di applicabilità per il pretrattamento di reflui liquidi contenenti olii e sostanze sospese; (iv) la caratterizzazione fisico-meccanica di materiali sottoposti a un trattamento di inertizzazione a base di cemento. Sono state determinate le principali caratteristiche di due tipologie di rifiuti al variare del tempo di maturazione e valutate le implicazioni rispetto allo smaltimento in discarica e all'eventuale riutilizzo nel settore edilizio; (v) il trattamento anaerobico in campo mesofilo di rifiuti liquidi pericolosi. In impianto pilota, è stata valutata la trattabilità di un refluo contenente glicole etilenico al quale sono stati aggiunti, in fasi successive, tensioattivi e fenoli.

Sono stati presi in esame gli obiettivi, i criteri di realizzazione e i criteri di gestione delle piattaforme polifunzionali di trattamento e sono state descritte alcune significative realtà italiane e straniere.

Infine, è riportata la descrizione di tre impianti di trattamento del percolato di discarica, recentemente realizzati in Germania.

Unità Operativa n° 8

Dipartimento di Medicina Preventiva Occupazionale e di Comunità, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. C. Meloni
<i>Tema:</i>	“Valutazione del rischio e definizione di metodologie di prevenzione e controllo a tutela della salute pubblica”
<i>Componenti:</i>	Dr. R. Marchetti, Dr. M. Garavani, Dr. I. Rondini
<i>Collaboratori:</i>	Prof. S. Monarca, Dr. S. Boni, Dr. S. Azzaretti, Dr. C. Marena, Dr. D. Ferretti, Dr. A. Zanardini, Dr. C. Sorlini, Dr. G. Ranalli, Dr. M. Colangelo, Dr. E. Balestrazzi, Dr. C. Capetta

Le variabili e i fattori correlati con la salute umana che devono essere presi in esame nella valutazione degli impatti derivanti da impianti di trattamento e smaltimento di rifiuti potenzialmente pericolosi sono stati individuati e sottoposti ad analisi critica, con lo scopo di definire una metodologia per la stima del rischio di danno alla salute umana negli studi di impatto ambientale. Come “indicatori” di possibile presenza di ammassi occultati di rifiuti, è stata verificata sul campo l’affidabilità di tre nuovi indicatori biologici di presenza di attività tossica in campioni di terreno prelevati in corrispondenza di due depositi di rifiuti. Gli indicatori scelti sono: il *Tradescantia* micronuclei test; lo studio dei caratteri qualitativi degli artropodi appartenenti alla meso e macro-fauna edafica; la valutazione dell’entità di presenza e dell’attività metabolica della flora batterica tellurica. È stato dimostrato che questi indicatori possono essere considerati “testimoni indiretti”, perché sono in grado di rilevare l’esistenza di un possibile danno in organismi animali inferiori e in organismi vegetali ma non sull’uomo; i test sono semplici e poco costosi e hanno fornito buoni risultati.

Unità Operativa n° 9

Istituto di Botanica, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabile:</i>	Prof. A. Pirola
<i>Linea 1:</i>	“Individuazione di fitocenosi correlate a substrati eterogenei di origine antropica”
<i>Linea 2:</i>	Tema a), “Criteri geobotanici per la collocazione di discariche”; Tema b), “Reinsediamento della copertura vegetale su discariche”; Tema c), “Programma di monitoraggio sull’evoluzione dei ripristini della vegetazione”
<i>Componenti:</i>	Prof. G. Caretta, Prof. A.M. Picco, Dr. M. Brusoni, Dr. P. Lassini
<i>Collaboratore:</i>	Prof. F. Sartori

La Linea 1 si muove all’interno delle metodiche di individuazione, di bonifica e di recupero delle discariche. Uno dei due principali argomenti di studio è stato l’individuazione qualitativa di fitocenosi correlate a substrati eterogenei di origine antropica. Per la localiz-

zazione di siti interessati da ammassi abusivi di sostanze potenzialmente tossiche è stata utilizzata l'analisi floristica. Nell'analisi, si è tenuto conto dell'eterogeneità floristica e strutturale della vegetazione e sono state evidenziate specie guida correlate a particolari fattori edafici; le fitocenosi antropogene presenti nelle discariche scelte per lo studio sono state riconosciute in base ai rilievi fitosociologici; per evidenziare discariche abusive attraverso il riconoscimento di variazioni dei caratteri della vegetazione, è stata utilizzata l'analisi fotogrammetrica integrata da osservazioni dirette

Successivamente, sono stati presi in esame gli effetti delle discariche di sostanze potenzialmente tossiche sulla flora e sulla vegetazione del sito. Sono state utilizzate: l'analisi corologica della flora, al fine di evidenziare la componente antropocora e/o esotica; lo studio autoecologico delle specie, al fine di verificarne il valore di indicatore ecologico; lo studio sinecologico delle comunità vegetali presenti, focalizzando in particolare l'attenzione sull'analisi della componente fungina tellurica correlata alla vegetazione di copertura; la ricerca di specie indicatrici morfologiche; la deduzione di caratteri floristici e vegetazionali discriminanti rispetto a siti non interessati da discariche; la valutazione quantitativa dell'impatto sulla vegetazione.

Per lo studio del recupero territoriale, sono stati analizzati i processi spontanei di occupazione del suolo e il controllo del reinsediamento della copertura vegetale e sono state esaminate le modalità di realizzazione dei monitoraggi.

Nell'ambito della Linea 2, relativa a nuovi criteri di individuazione di siti ambientalmente idonei alla realizzazione di discariche di rifiuti potenzialmente tossici, sono stati esaminati: i criteri geobotanici, per l'individuazione degli ambiti territoriali da escludere per la localizzazione di stoccaggi provvisori o definitivi in relazione alle norme di tutela degli elementi di valore naturalistico; la definizione di una scala di valutazione del pregio naturalistico, adatta per il territorio in esame. Sono state precisate anche le modalità di reinsediamento e il controllo nel tempo della copertura vegetale su discariche, analizzando in particolare la dinamica della vegetazione, e sono state individuate le specie di maggior successo e i loro rapporti con specie floristiche autoctone; alcuni casi sono stati confrontati con esperienze effettuate su altre discariche.

Unità Operativa n° 10

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale e del Rilevamento, Politecnico di Milano

<i>Responsabile:</i>	Prof. L. Bonomo
<i>Tema:</i>	“Tecniche di bonifica di terreni contaminati: valutazione dei campi di applicazione ottimali e delle procedure di svolgimento degli studi di fattibilità”
<i>Componenti:</i>	Dr. G. Andreottola, Dr. P. Comolli
<i>Collaboratori:</i>	Dr. A. Pollice, Dr. C. Porta, Dr. F. Tatano

In una prima fase di tipo conoscitivo, sono state individuate le diverse tecniche di bonifica disponibili: trattamenti *in situ* (senza rimozione del terreno), *on site* (con rimozione e trattamento in loco) e *off site* (che comportano il trasporto del materiale al-

l'impianto di trattamento). Dal punto di vista dei processi, sono stati analizzati trattamenti biologici, chimico-fisici e termici.

Nella seconda fase, di tipo propositivo, è stato sviluppato e messo a punto un protocollo operativo per la conduzione di prove sperimentali di trattabilità dei suoli in bioreattori. Sono state esaminate le fasi preliminari essenziali per la soluzione del problema: caratterizzazione quali-quantitativa dei contaminanti e dei suoli e definizione dei criteri di scelta del tipo di intervento in funzione della specifica situazione. La sperimentazione ha avuto inizio con l'identificazione delle modalità di campionamento; dopo aver condotto le necessarie indagini preliminari di laboratorio, sono stati preparati gli inoculi ed effettuati i controlli microbiologici; sono state infine definite le modalità operative per la sperimentazione su scala pilota.

Per verificare operativamente le procedure descritte nel protocollo (linee guida), sono state condotte prove sperimentali su uno specifico contaminante organico, il fenolo, che è stato utilizzato per la validazione dei processi. Il comportamento di questo composto nei sistemi acqua-suolo è stato seguito in condizioni controllate, in presenza e in assenza di microrganismi.

È stato infine affrontato lo studio del funzionamento di un bioreattore in fase semi-solida *EIMCO Biolift Reactor*, della capacità di circa 65 litri. È stata verificata l'efficacia del trasferimento di ossigeno in presenza di elevate concentrazioni di solidi, al variare del rapporto solido/liquido e in diverse condizioni di agitazione, temperatura e portata d'aria. Questa sperimentazione ha consentito di verificare anche le potenzialità del bioreattore in termini di uniformità di miscelazione, inerzia termica e capacità di mantenere condizioni operative costanti nel tempo.

Unità Operativa n° 11

Dipartimento di Scienze Ambientali, Università degli Studi di Milano

<i>Responsabili:</i>	Prof. R. Marchetti e Prof. A. Occhipinti
<i>Tema:</i>	“Impatto di discariche sulle componenti biotiche e abiotiche dei corpi idrici superficiali e sotterranei”
<i>Componente:</i>	Dr. P. Galli
<i>Collaboratori:</i>	Dr. F. Losi, Dr. A. Buffagni

Lo studio dei possibili effetti negativi di discariche abusive sull'ambiente idrico è stato condotto mediante l'analisi delle comunità macrobentoniche. A tal fine, sono state analizzate discariche che interferiscono, direttamente o indirettamente, su ambienti a tipologia differente: fiume, torrente, lanca e laghetti artificiali.

Alle liste faunistiche, redatte per ciascun ambiente considerato, sono stati applicati gli indici strutturali (dominanza di Simpson e diversità di Shannon); negli ambienti coerenti con il protocollo (ambienti lotici), è stato applicato l'*Extended Biotic Index*.

Queste metodologie si sono rivelate molto efficaci nel riconoscimento delle alterazioni della comunità macrobentonica; è stato quindi suggerito il loro impiego in

studi volti a verificare i possibili effetti negativi delle discariche abusive sulle biocenosi acquatiche.

È stato inoltre evidenziato che queste metodologie possono essere utilizzate per definire le priorità di recupero e per verificare l'efficacia degli interventi di risanamento.

Unità Operativa n° 12

Istituto per l'Ambiente, Milano

<i>Responsabile:</i>	Ing. G. Bressi
<i>Linea 1:</i>	“Gli interventi sul percolato”
<i>Linea 2:</i>	“Formazione, trattamento e smaltimento del percolato prodotto da discariche per rifiuti speciali”
<i>Componenti:</i>	Dr. L. Dugnani, Dr. M Gandolla, Dr. F. Signoroni
<i>Collaboratore:</i>	Dr. C. Pagani

Nell'ambito della Linea 1, sono state valutate le possibili tecniche di intervento per arginare gli effetti della fuoriuscita di percolato da depositi abusivi di rifiuti. Sono state esaminate le tecniche di confinamento degli inquinanti e le tecniche di decontaminazione del sito inquinato. A conclusione, sono stati sinteticamente esposti alcuni casi di studio.

La Linea 2 è stata articolata in due fasi: raccolta ed elaborazione dei dati della più recente letteratura tecnica e scientifica; fase sperimentale di verifica, su scala pilota, dei risultati ottenibili dalla combinazione di diversi trattamenti.

In particolare, la composizione del percolato di discarica è stata seguita nelle sue variazioni in funzione del tempo di vita e delle caratteristiche della discarica. Tra i possibili trattamenti del percolato, sono stati discussi quelli biologici (aerobi e anaerobi) e quelli chimico-fisici (chiariflocculazione, adsorbimento su carbone attivo, trattamenti mediante membrane, trattamenti termici, ozonazione combinata con raggi ultravioletti).

Tra le alternative di smaltimento, sono state esaminate sia quelle consentite dalla normativa italiana, sia quelle tecnicamente possibili e consentite in altri Paesi. Sono stati trattati lo smaltimento del percolato presso impianti di depurazione dei reflui urbani, che è la soluzione più comune; il ricircolo del percolato nel corpo della discarica, sostanzialmente non consentito in Italia; lo smaltimento del percolato sul terreno, consentito in Italia solo se utile a fini agronomici.

Poiché l'esame della letteratura ha mostrato che non esiste un unico processo in grado di trattare adeguatamente il percolato, rendendone possibile l'immissione in acque di superficie, è stata condotta una ricerca sperimentale volta a identificare una soluzione modulare, con l'impiego di quattro tecnologie di base: bioreattore a membrana, raggi UV-ozono, evaporazione, osmosi inversa.

I risultati migliori, tuttora da approfondire ma già promettenti, sono stati ottenuti dalla combinazione dei processi con bioreattore a membrana e di osmosi inversa.

Gruppo di lavoro 13

Dipartimento di Genetica e Microbiologia, Università degli Studi di Pavia

<i>Responsabili:</i>	Prof. O. Tiboni e Prof. A. Sanangelantoni
<i>Tema:</i>	“Studi microbiologici di suoli contaminati da composti xenobiotici”
<i>Componente:</i>	Dr. A. Seves

Allo scopo di isolare microrganismi specializzati nei suoli contaminati, sono stati eseguiti campionamenti in alcune discariche abusive; su questi campioni sono stati effettuati trattamenti in scala di laboratorio.

I microrganismi sono stati successivamente sottoposti a differenti condizioni ambientali per individuare le condizioni ottimali per il loro sviluppo in presenza, come unica fonte di carbonio, delle sostanze inquinanti presenti nel campione.

Risultati promettenti di innocuizzazione microbiologica di rifiuti tossici sono stati ottenuti in sperimentazioni su suoli contaminati da pesticidi nella discarica di Lungavilla.

Appendice

Appendice A1

Criteri tecnici di compatibilità ambientale

Relativi a impianti di smaltimento per rifiuti speciali tossici
e nocivi, contenuti in atti normativi e in documenti tecnici

Per la realizzazione del seguente lavoro sono stati progressivamente analizzati i riferimenti normativi comunitari, nazionali e regionali per la Lombardia (vedi legenda) di settore, numerose prescrizioni ministeriali relative a procedure di valutazione di impatto ambientale riferite a impianti di smaltimento per rifiuti tossici e nocivi (PMA - vedi legenda), e documenti tecnici di vario tipo riferiti alla realizzazione di discariche controllate per rifiuti tossici e nocivi.

Sono stati individuati i seguenti gruppi di criteri:

- produzione dei rifiuti;
- trasporto dei rifiuti;
- stoccaggio provvisorio dei rifiuti;
- conferimento dei rifiuti;
- tipi di rifiuti;
- collocazione dei rifiuti in discarica;
- gestione della discarica;
- ubicazione della discarica;
- impermeabilizzazioni e gestione del percolato;
- drenaggio delle acque superficiali;
- chiusura della discarica e gestione del percolato e dei gas prodotti;
- inserimento ecosistemico e paesaggistico;
- contenimento delle perturbazioni sull'ambiente esterno;
- prevenzione degli incidenti; monitoraggio, analisi e controllo degli impatti;
- giacimento controllato.

Per ciascun gruppo di criteri è stata realizzata una tabella sintetica a tre colonne nella quale sono indicate le finalità, i criteri e gli obiettivi tecnici.

Legenda: DPR = Decreto del Presidente della Repubblica, DM = Decreto Ministeriale, L. = Legge, DL = Decreto Legge, DPCM = Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, DCI = Delibera Comitato Interministeriale, LRL = Legge Regionale Lombardia, RRL = Regolamento Regionale Lombardia, PMA=Prescrizione del Ministero dell'ambiente, ANPA-MA = ANPA Ministero dell'ambiente. Guida tecnica per la stesura di studi di impatto ambientale per impianti di discariche controllate per rifiuti tossici e nocivi (II categoria di tipo B e C), AF = altre fonti contenute in altre normative o in documenti tecnici, PMDirCEE = Proposta Modificata di Direttiva CEE.

Produzione dei rifiuti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Riduzione all'origine dei rifiuti prodotti - ANPA/MA	Incentivi per la ricerca. Crescita tecnologica. Sviluppo di nuovi processi di produzione - AF	BAT - DMA 87/559, LRL 93/21 Eliminazione di sostanze indesiderate dal ciclo di produzione - AF
Ottenere un quadro preciso sulla produzione dei rifiuti - AF	Raccolta dati - Dir CEE 75/442, 76/403, 78/319, 91/156, PMDirCEE 10/6/93, DPR 82/915, L 87/441, LRL 93/21 - Diffusione di informazioni - LR 93/21	
Riciclaggio dei rifiuti o dei residui di produzione - Dir CEE 91/156, L 87/441, 88/475, DMA 87/559, LRL 93/21	Materie seconde. DCI 27/7/84, DMA 26/1/90. Favorire lo scambio di materie seconde - AF	
Valutare la domanda di smaltimento - AF	Censimento dei rifiuti - Dir CEE 91/156, DMA 26/1/90 L 88/475, LRL 93/21	
Smaltimento nei luoghi di produzione - DPCM 3/8/90	Concentrare i luoghi di produzione - AF	
Sensibilizzare i produttori di rifiuti - Dir Cee 78/319, 91/156, 75/442, DPR 82/915, LRL 80/94, RRL 82/3	Smaltimento dei rifiuti da parte dei produttori - Dir CEE 91/156 Chi inquina paga - Dir CEE 75/442, 76/403, 78/319, 91/156, DPR 82/915	
Evitare lo smaltimento incontrollato dei rifiuti - DPR 82/915, Dir CEE 76/403	Controlli e vigilanza da parte delle autorità competenti - CEE 75/442, LRL 93/21 Creare le discariche in prossimità dei luoghi di produzione - PCM 3/8/90. Importanza dello stoccaggio temporaneo nei luoghi di produzione - AF Favorire lo smaltimento controllato dei rifiuti - AF	Tipi e modalità di stoccaggio temporaneo - LRL 93/21

Trasporto dei rifiuti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Ridurre il trasporto dei rifiuti - LRL 80/94	Creare discariche vicino o nei poli di produzione - AF	Realizzazione di monodiscariche - AF
Ridurre la lunghezza dei percorsi - AF	Studiare i tracciati più idonei - DPCM 3/8/90 Indicazioni precise riferite all'ubicazione della discarica - AF	
Evitare traffico stradale - AF	Stabilire i tracciati meno trafficati. Scegliere orari con traffico minore - DPCM 3/8/90	
Evitare il trasporto di sostanze pericolose su strade - AF	Considerare i trasporti ferroviari - AF	Realizzazione di stazioni di trasferimento - AF
Prevenire incidenti durante il trasporto - DPCM 3/8/90	Rischi associati alle caratteristiche dei rifiuti. Indicazioni precise sui rifiuti trasportati - 78/319, 91/689 CEE, DPR 82/915, DCI 27/7/84, DMA 26/1/90, RRL 82/3 Adeguamento dei tracciati - DMA 87/559 Evitare il trasporto contemporaneo di rifiuti incompatibili in grado di reagire tra loro. Prestare attenzione al traffico indotto. Preparazione degli autisti. Evitare l'attraversamento di centri abitati - AF	Tipi di contenitori - PMA Barriere stradali di rallentamento dei mezzi di trasporto. Stabilità e tenuta dei contenitori - AF

Stoccaggio provvisorio dei rifiuti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Evitare lo smaltimento incontrollato dei rifiuti - 76/403 CEE, DPR 82/915	Stoccaggio temporaneo nei luoghi di produzione. Predisporre spazi appositi per lo stoccaggio temporaneo. Stimare la produzione annua di rifiuti tossici e nocivi - AF	Tipi e modalità di stoccaggio temporaneo - AF
Raccogliere ogni quantitativo, anche minimo, di rifiuto tossico e nocivo in attesa di trasferimento e smaltimento - DPCM 3/8/90, DCI 27/7/84, RRL 82/3	Lo stoccaggio provvisorio permette di accumulare i rifiuti da smaltire, in attesa del trasporto e dello smaltimento senza creare rischi - AF	
Evitare ogni rischio connesso allo stoccaggio provvisorio - AF	Rispetto delle norme di sicurezza - DCI 27/7/84	Contenitori a tenuta. Impermeabilizzazione del fondo. Ambiente confinato - AF

Conferimento dei rifiuti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Evitare interferenze con il traffico locale - PMA	Facile accesso stradale - PMDirCEE 10/6/93, RRL 82/2, PMA Coordinare gli orari di conferimento - PMA Valutare il traffico indotto. Studiare itinerari e percorsi stradali idonei. Considerare il numero di mezzi in arrivo, ma anche la loro lentezza e pericolosità - AF	Adeguamento del fondo stradale. Piazzuola esterna - AF
Contenere i disturbi provocati dai mezzi di trasporto - AF	Controllo delle polveri sollevate. Valutare rumore e vibrazioni prodotti. Ridurre la velocità dei mezzi di trasporto nell'area di discarica. Viabilità di accesso all'area - AF	Barriere sul fondo stradale per rallentare i mezzi - AF
Registrare quantitativi e caratteristiche dei rifiuti conferiti - DirCEE 78/319, PMDirCEE 10/6/93, PMA	Controllo dei documenti - PMDirCEE 10/6/93, RLR 93/21, PMA. Registro di carico e scarico - DirCEE 91/156, PMDirCEE 10/6/93, DPR 82/915, DCI 27/7/84, DMA 26/1/90, LRL 93/21, RRL 82/3 Definizione dei rapporti con chi invia i rifiuti - ANPA/MA Rifiuti conformi in quantità e qualità alla gestione della discarica PMDirCEE 10/6/93, PMA	Pesa. Identificazione del processo che genera il rifiuto - ANPA/MA
Classificare i rifiuti per diversificarne lo smaltimento in discarica - AF	Prelevare e conservare campioni di rifiuti. Valutazione della quantità e qualità dei rifiuti conferiti - PMDirCEE 10/6/93 Rifiuti adatti allo smaltimento in discarica. Caratteristiche di pericolosità. Identificazione della tipologia degli utenti - ANPA/MA Caratteristiche organolettiche dei rifiuti. Stato fisico dei rifiuti e caratteristiche meccaniche - AF	Laboratori di analisi - PMDirCEE 10/6/93, PMA Attrezzature e modalità di funzionamento dei laboratori di analisi. Procedure per il prelevamento dei campioni - ANPA/MA. Trattamenti chimici, fisici e biologici. Realizzazione di discariche con caratteristiche di sicurezza proporzionali alla pericolosità dei rifiuti presenti. Definire differenze tecnologiche fra discariche di II categoria di tipo B e di II categoria di tipo C - AF

(segue)

Conferimento dei rifiuti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Evitare incidenti durante ogni fase del conferimento dei rifiuti - AF	Preparazione del personale - PMA Indicazione precisa dei responsabili durante il conferimento. Percorsi agevoli e ben segnalati. Prevedere un'area adibita allo stoccaggio temporaneo - AF	Compatibilità dei mezzi di trasporto con le infrastrutture e le attrezzature per il ricevimento e il controllo - ANPA/MA Piazzuola interna coperta. Tipi e modalità di stoccaggio temporaneo - AF
Evitare la diffusione di polveri e di acque inquinate - AF	Coprire le aree di movimentazione e conferimento rifiuti. Raccogliere tutte le acque dilavanti e dalle superfici di movimentazione. Raccogliere le acque dei lavaggi, mezzi e contenitori. Evitare rifiuti pulverolenti. Mantenere i rifiuti pulverolenti in contenitori a tenuta. Utilizzare automezzi a cassone chiuso - PMA Lavaggio degli automezzi ed eventuale decontaminazione degli automezzi - ANPA/MA	Impermeabilizzare superfici e strade interne. Sistemi di captazione delle acque dilavanti. Impianti depurazione. Barriere arboree come protezione dalle polveri e dalla diffusione di materiali.
Evitare l'abbandono dei rifiuti in prossimità della discarica - PMDirCEE 10/6/93, DPR 82/915	Recintare l'area di discarica. Mantenere un unico accesso all'impianto. Risanare le aree di cantiere dismesse, vicine all'impianto.	Tipi di recinzione

Tipi di rifiuti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Classificare i rifiuti - 91/156, 91/689 CEE, PMDir CEE 10/6/93, DPR 82/915	Analisi dei rifiuti. Divisione dei rifiuti in classi omogenee. Rifiuti accettabili in discarica per qualità e quantità. Caratteristiche organolettiche e stato fisico dei rifiuti. Diverse categorie di rifiuti per un diverso tipo di smaltimento - AF	Diverse tecnologie per discariche di II categoria B e C - DCI 27/7/84 Laboratori di analisi attrezzati - AF
Separare le diverse tipologie di rifiuti per eventuali interventi futuri di recupero - AF	Collocazione separata di rifiuti non omogenei. Localizzazione precisa dei rifiuti in discarica - AF	Divisione in lotti della discarica. Creazione di monodiscariche - AF
Stoccaggio temporaneo di rifiuti speciali tossici e nocivi - DPCM 3/8/90, DCI 27/7/84, RRL 82/3	Soluzione senza rischi, in attesa dello smaltimento finale - AF	Modalità e tipi di stoccaggio - AF
Stoccaggio a tempo indeterminato - AF	Rifiuti non adatti all'interramento - PMDir CEE 10/6/93	Discariche di III categoria - DCI 27/7/84

Collocazione dei rifiuti in discarica		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Rifiuti in qualità e quantità corrispondenti alle caratteristiche dell'impianto - AF	Potenzialità dell'impianto. Durata prevista di attività dell'impianto. Stato fisico dei rifiuti da collocare in discarica - AF	Pretrattamento dei rifiuti- AF
Metodiche di collocazione dei rifiuti in discarica - DCI 27/7/84	Operatori e loro preparazione. Infrastrutture di servizio. Rampe di accesso al corpo della discarica - AF	Mezzi a disposizione - RRL 82/2 Minimizzare l'esposizione delle geomembrane ai raggi solari per non comprometterne l'integrità. Chiusura progressiva della discarica - ANPA/MA. Stabilità e continuità dell'impermeabilizzazione - AF
Evitare la diffusione di ogni tipo di inquinante durante le diverse fasi di trattamento e collocazione dei rifiuti in discarica - AF	Stoccaggio temporaneo all'interno dell'impianto. Trattamento dei rifiuti - PMA. Metodiche di collocazione dei rifiuti in discarica - RRL 82/2 Evitare rifiuti polverulenti - DCI 27/7/84, PMA Minimizzare l'emissione di particolati e odori - ANPA/MA Raccolta dati su intensità e direzione dei venti - PMDirCEE 10/6/93 Copertura dei rifiuti con materiali inerti - AF	Trattamenti chimici, fisici e biologici dei rifiuti. Inertizzazione - AF
Separare i rifiuti per tipologia e pericolosità - PMDirCEE 10/6/93, PMA	Separare rifiuti incompatibili. Diverse qualità di percolato da diverse qualità di rifiuti - AF Divisione in lotti della discarica - DCI 27/7/84, PMA. Reti di monitoraggio e raccolta percolato più efficienti e mirate - PMA Incidenti nel corpo della discarica facilmente individuabili. Interventi di bonifica mirati - PMA Permettere futuri interventi di recupero materiali interrati. Gestione della discarica facilitata - AF	Diverse tecnologie, diversi criteri costruttivi per diverse classi di rischio. Diverse categorie di discariche (IIB - IIC) per diverse categorie di pericolosità dei rifiuti. Creazione di monodiscariche - AF

(segue)

Collocazione dei rifiuti in discarica		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Ridurre la produzione di percolato - AF	Proteggere i rifiuti da agenti atmosferici - DCI 27/7/84, RRL 82/2. Ridurre i tempi di apertura della discarica. Mantenere i rifiuti in contenitori a tenuta - PMA	Impermeabilizzare la copertura della discarica - Coperture provvisorie - ANPA/MA Ricoprire i rifiuti con teloni - PMA
Prevedere l'assestamento del corpo della discarica - PMA	Adeguamento volumetrico dei rifiuti - RRL 82/2 Stabilità statica dei rifiuti - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, RRL 82/2, PMA. Prevenire frane o cedimenti - DCI 27/7/84 Stabilità degli argini - PMA	Compattazione dei rifiuti - RRL 82/2
Catalogare la collocazione dei diversi tipi di rifiuti per eventuali interventi di recupero futuri - AF	Catalogazione dei rifiuti smaltiti in discarica - Dir CEE 91/689 e 78/319	Divisione in lotti della discarica - PMA Mappatura della discarica ANPA-MA

Gestione della discarica		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Autorizzazione - CEE 75/442, 76/403, 78/319, 91/156, PMDirCEE 10/6/93, DPR 82/915, DMA 26/1/990, LRL 80/94, LRL 93/21, RRL 82/2, 82/3	Documenti richiesti, progetti, valutazione di impatto ambientale PMDirCEE 10/6/93, DMA 87/559, DPCM 88/377, LRL 93/21, RRL 82/2, 82/3	
Identificare il gestore dell'impianto di smaltimento - PMDirCEE 10/6/93, LRL 93/21	Gestore e sue responsabilità - PMDir CEE 10/6/93 Definizione di un preciso sistema di gestione - ANPA/MA Garanzie finanziarie - PMDirCEE 10/6/93, LRL 93/21 Adesione al sistema comunitario di ecogestione e audit - Reg CEE 1836/93, ANPA/MA	Manuale di operazione - ANPA/MA
Durata di attività dell'impianto di smaltimento - AF	Inizio previsto dell'attività di discarica. Durata massima di vita della discarica - DPR 82/915 Smaltimento in discarica come fase finale di un più complesso sistema di gestione dei rifiuti - ANPA/MA Raccolta di esperienze operative come banca dati utilizzabile in altre circostanze - ANPA/MA	Garanzie tecniche di sicurezza. Tecnologie utilizzate - AF
Attività giornaliera - PMDirCEE 10/6/93	Orari di apertura. Accesso custodito. Quantitativi di rifiuti accettabili in discarica - AF	Pesa - AF
Rifiuti adatti alla discarica - PMDirCEE 10/6/93	Registro di carico e scarico - PMDirCEE 10/6/93, DMA 26/1/90, LRL 93/21, RRL 82/2, 82/3 Analisi sui rifiuti. Regolarità dei documenti - AF	Laboratorio di analisi. Schede di rilevamento dei RTN - L 475/88. Formulario di identificazione per il trasporto - AF

(segue)

Gestione della discarica		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Corretta attività di gestione - AF	Responsabilità e procedure per individuare eventuali carenze e per adattare i relativi processi di correzione e prevenzione - ANPA/MA Procedimenti per esaminare e valutare gli effetti ambientali - ANPA/MA Aggiornamento del personale specializzato. Equipaggiamento e mezzi a disposizione. Strutture adibite a servizi - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, DPR 82/915, RRL 82/2, 82/3. Prevenzione degli incidenti. Piani di emergenza in caso di incidente - AF	Rimesse, officine, automezzi. Impianti antincendio - AF
Corretta collocazione dei rifiuti in discarica - AF	Mezzi a disposizione - RRL 82/2 Evitare il più possibile lo stoccaggio temporaneo. Evitare la diffusione di inquinanti. Localizzazione precisa dei rifiuti - AF	Trattamento dei rifiuti - AF
Corretta gestione del percolato e dei gas di discarica - AF	Garanzie finanziarie per il loro smaltimento. Spese previste per la gestione del percolato. Quantitativi previsti di percolato prodotto. Possibili utilizzazioni del biogas - AF	Sistemi drenanti e di controllo. Impianti di depurazione. Sistemi di raccolta di gas di discarica - AF
Gestione dell'impianto dopo l'esaurimento della discarica - DPR 82/915, PMDirCEE 10/6/93	Garanzie finanziarie su gestione post chiusura - PMDirCEE 10/6/93 Garanzie finanziarie in caso di incidenti o bonifiche. Monitoraggio frequenza dei controlli. Ripristino ambientale considerato e suo monitoraggio - AF	Durata della discarica in anni - AF

Ubicazione della discarica		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Scelta dell'area idonea - AF	<p>Caratteristiche geologiche e geotecniche del sito - DCI 27/7/84</p> <p>Definizione del contesto idrogeologico regionale e locale.</p> <p>Presenza di falde acquifere.</p> <p>Circolazione idrica sotterranea.</p> <p>Andamento della superficie piezometrica.</p> <p>Rischio di inquinamento della rete idrografica superficiale e sotterranea - DCI 27/7/84</p> <p>Identificazione delle aree soggette a periodico allagamento.</p> <p>Vulnerabilità della falda superficiale.</p> <p>Rete idrografica superficiale.</p> <p>Zone a rischio idrogeologico.</p> <p>Presenza di vincoli.</p> <p>Corrispondenza ai piani.</p> <p>Presenza di sorgenti o pozzi.</p>	<p>Indagini geomorfologiche di dettaglio sul sito - ANPA/MA</p> <p>Presenza di una barriera geologica naturale - ANPA/MA</p> <p>Distanza dal fondo della discarica dal massimo livello di escursione della falda con franco di almeno 2 m - DCI 27/7/84</p> <p>Lo strato impermeabilizzante artificiale deve appoggiare su strato di terreno con permeabilità uguale o superiore a 10^7 cm/s.</p> <p>Distanza di sicurezza dai centri abitati (2000 m) e dai sistemi viari di grande comunicazione - DCI 27/7/84</p>
Ridurre il trasporto dei rifiuti - AF	<p>Vicinanza dell'impianto a poli produttivi. Vicinanza dell'impianto a vie di comunicazione stradali, porti o stazioni ferroviarie - AF</p>	
Non consumare risorse ambientali - AF	<p>Compatibilità ambientale e socioeconomica. Superficie occupata dall'impianto.</p> <p>Destinazioni d'uso attuali e future - AF</p>	
Considerare l'inquinamento esistente - AF	<p>Presenza di altre discariche - PMDir CEE 10/6/93</p> <p>Alternative di localizzazione - DMA 87/559, PMA</p> <p>Valutare il rischio ambientale complessivo. Criticità ambientale.</p> <p>Presenza di altre fonti di inquinamento AF</p>	
Considerare l'uso sociale dell'area - AF	<p>Effetti economici della realizzazione dell'opera.</p> <p>Valore sociale nel controllo dello smaltimento dei rifiuti.</p> <p>Impatti negativi con le attività turistiche - AF</p>	

Impermeabilizzazione e gestione del percolato		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
La discarica come giacimento controllato - AF	Impermeabilizzazione e monitoraggio - AF	Tenuta HDPE e altri sistemi di isolamento - AF
Evitare l'inquinamento del suolo, del sottosuolo e delle acque sotterranee - DPR 82/915, PMDir 10/6/93, LRL 80/94, RRL 82/2, 82/3	Isolare il corpo della discarica dall'ambiente esterno. Continuità dell'impermeabilizzazione del corpo della discarica - AF	Impermeabilizzazioni della copertura - DCI 27/7/84, PMA Isolamento idraulico del fondo e della copertura - AF
Evitare la fuoriuscita di sostanze inquinanti - DCI 27/7/84, RRL 82/2, 82/3	Impermeabilizzazioni del fondo e delle pareti della discarica - DCI 27/7/84, RRL 82/2, 82/3, PMA Impermeabilità naturale del terreno - PMDir CEE 10/6/93 Funzione degli strati di argilla - DCI 27/7/84, PMA Utilizzo di membrane sintetiche - DCI 27/7/84 Punto critico: contatto fra strati di diversa natura - AF	Impermeabilizzazioni naturali e artificiali - RRL 82/2; 82/3 Tecniche di collocazione degli strati naturali. Doppio strato di impermeabilizzazione e di drenaggio - PMA Collocazione, saldatura, caratteristiche tecniche delle membrane sintetiche - DCI 27/7/84, PMA
Raccolta e gestione del percolato - DCI 27/7/84, PMDir CEE 10/6/93, RRL 82/2, 82/3	Ridurre la percolazione - DCI 27/7/84 Allontanare le acque meteoriche - DCI 27/7/84 Sistemi drenanti, captazione del percolato - PMA Prevenire l'accumulo di percolato sul fondo - ANPA/MA Favorire l'evapotraspirazione - AF Pozzo di raccolta del percolato - G 145. Prevenire possibili occlusioni dei sistemi drenanti - ANPA/MA. Vasca di raccolta del percolato - GC 145. Favorire la fuoriuscita di percolato per gravità.	Linee di drenaggio: ghiaia, sabbia. Trattamenti del percolato. Messa a dimora di essenze vegetali atte a favorire l'evapotraspirazione. Irrigazione - AF Eventuale sistema di trattamento del percolato - ANPA/MA
Gestione del percolato anche a impianto di smaltimento chiuso - AF	Ispezione e manutenzione dei sistemi drenanti - PMA Valutare il periodo di vita dei sistemi di impermeabilizzazione - DCI 27/7/84, RRL 82/2, 82/3 Possibili sconessioni o rotture delle reti di drenaggio - DCI 27/7/84	
Monitoraggio delle impermeabilizzazioni -	Raccolta del percolato come monitoraggio - PMA	Sistema drenante di controllo, pozzi spia - PMA

Drenaggio delle acque superficiali		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Ridurre la formazione di percolato - DCI 27/7/84, PMA	Allontanare le acque superficiali - DCI 27/7/84, RRL 82/2, 82/3 Impedire la penetrazione di acque meteoriche - DCI 27/7/84 Spese per la copertura riducono spese per la gestione del percolato - AF Valutare il regime pluviometrico - PMDir CEE 10/6/93	Sistemi drenanti esterni alla copertura - PMA. Sistemi drenanti interni alla copertura. Tecniche di collocazione degli strati di copertura. Compattazione degli strati di copertura - AF Impermeabilizzazione della copertura - DCI 27/7/84, RRL 82/2, 82/3, PMA
Evitare la contaminazione di corpi idrici superficiali - LRL 80/94, DCI 27/7/84	Raccogliere tutte le acque dilavanti. Depurazione di ogni acqua raccolta - LR 93/21, PMA. Controllare ogni effluente liquido. Rete idrografica superficiale - AF	Sagomare la copertura della discarica per favorire il deflusso delle acque meteoriche - PMA Canali perimetrali - DCI 27/7/84, RRL 82/2, 82/3, PMA Vasche di raccolta - PMA Ecosistemi filtro per la depurazione di acque superficiali - AF

Chiusura della discarica e gestione del percolato e dei gas prodotti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Prevenire l'eccessiva formazione di percolato - RRL 82/3, PMA	Evitare tempi lunghi con la discarica scoperta. Minimizzare le infiltrazioni di acqua entro la discarica - ANPA/MA Valutare il periodo di vita attiva della discarica. Tempi previsti per realizzare la chiusura della discarica - AF Assicurare l'isolamento definitivo dei rifiuti - ANPA/MA Spese chiusura riducono spese gestione del percolato e riducono la manutenzione - AF	Linee di drenaggio nella copertura. Impermeabilizzazione della copertura - DCI 27/7/84, RRL 83/3, PMA. Reti di drenaggio esterne Compattazione degli strati di copertura. Smaltimento o irrigazione del percolato - AF
Prevenire l'assestamento del corpo della discarica - DCI 27/7/84. Mantenere l'integrità e l'efficacia della copertura - ANPA/MA	Compattare adeguatamente i rifiuti e i materiali di copertura. Evitare la formazione di depressioni o avvallamenti. Considerare il pericolo di frane o cedimenti - AF	Controllo inclinometrico - AF
Raccolta e gestione dei gas di discarica - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, CG145, RRL 82/2	Eventuali utilizzi del biogas - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, RRL 82/2 Valutare il rischio di esplosioni e incendi. Allontanare i gas di discarica. Evitare l'accumulo sotterraneo di gas. Odori e fitotossicità dei gas - AF	Reti di raccolta ed estrazione dei gas - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, RRL 82/2 Sfiati per la rimozione dei gas. Torce di combustione - DCI 27/7/84
Evitare la penetrazione di animali nel corpo della discarica - AF	Possibili perforazioni degli strati impermeabili sintetici - AF	Barriere biotiche - AF
Continuare la gestione della discarica anche dopo la chiusura - AF	Durata prevista dei controlli. Destino della discarica e dei rifiuti interrati. Possibilità di intervenire nel recupero mirato di materiali. Gestione del percolato a discarica chiusa. Possibili interventi mirati di bonifica - AF	Divisione in lotti e mappatura della discarica - ANPA/MA Valutare la vita media e delle diverse tecnologie impiegate - AF

Inserimento ecosistemico e paesaggistico		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Caratteristiche dell'ecosistema interessato dalla realizzazione dell'impianto di smaltimento - DPCM 27/12/88	Descrizione generale delle componenti ambientali. Presenza di habitat significativi, di aree di riproduzione, alimentazione, rifugio, svernamento. Presenza di particolari reti trofiche. Presenza di cicli biogeochimici. Descrizione dell'ecomosaico - AF	
Quadro complessivo della flora e della fauna - DPCM 27/12/88	Presenza di specie animali o vegetali particolarmente pregiate. Presenza di specie animali o vegetali rare o minacciate. Presenza di specie animali e vegetali vulnerabili. Vegetazione e fauna attuali e potenziali - AF	Uscite di campo. Ricerche bibliografiche - AF
Presenza di aree di particolare interesse - AF	Esistenza di parchi o aree protette. Esistenza di aree di interesse scientifico. Presenza di monumenti naturali. Esistenza di ecosistemi pregiati. Presenza ecosistemi acquatici - AF	
Caratteristiche climatiche della regione o specifiche del sito - AF	Caratteristiche anemologiche, intensità del vento, caratteristiche termiche, nebbie. Regime pluviometrico - AF	Stazione meteorologica - AF
Valutare i diversi impatti previsti e potenziali - AF	Analisi previsionali dei possibili impatti - ANPA/MA Modifiche nel breve e lungo termine dei preesistenti livelli di qualità delle componenti - ANAPA/MA Definizione dell'ambito di influenza potenziale dell'opera - ANPA/MA	
Contenere eventuali impatti visivi. Inserire l'opera nel contesto paesaggistico e territoriale - AF	Fasce di vegetazione come valore ambientale, come barriera visiva, come barriera al suono e alle polveri - PMA	Utilizzo di essenze autoctone - PMA Studiare le diverse tipologie di discariche: a fossa, a cumulo e su versante. Filari e gruppi di cespugli e alberi - AF

(segue)

Inserimento ecosistemico e paesaggistico		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Rinaturalizzazione del sito - LRL 93/2, G11,109. Mirare a un'integrazione del sito interessato nel contesto ambientale circostante - AF	Garanzie sui progetti di rinaturalizzazione - PMA Le sistemazioni andranno previste nell'area di proprietà, che in alcuni casi può implicare interventi in aree esterne in funzione del raccordo con l'ambiente circostante - ANAP/MA Realizzazione di ecosistemi in grado di autosostenersi. Ricostruzione di ecosistemi esistenti - PMA. Arricchimento dell'ecomosaico - AF	Realizzazione di nuovi habitat - PMA Realizzazione di siti per la riproduzione, alimentazione, rifugio e svernamento. Realizzazione di siti di nidificazione. Piantumazioni e inerbimento. Interventi di ingegneria naturalistica - AF
Considerare le destinazioni d'uso attuali e future - AF	Garantire successive utilizzazioni del sito compatibili con la presenza della discarica. Impatto ambientale a livello agricolo - AF	
Destinazione successiva delle aree interessate - PMDirCEE 10/6/93, DPR 82/915, RRL 82/2, 82/3	Intervallo di tempo fra chiusura e riutilizzo delle aree - DPR 82/915 Inquadramento delle destinazioni d'uso future. Usi compatibili del suolo - PMA	
Garanzie su bonifiche - DPR 82/915 Garanzie sul recupero ambientale progettato - AF	Creazione di un fondo - PMDirCEE 10/6/93, PMA. Illustrazione di un programma di manutenzione - ANPA/MA	

Contenimento delle perturbazioni dell'ambiente esterno		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Perturbazioni, disturbi, inquinamento - LRL 80/94	Tutela igienico-sanitaria - DirCEE 76/403, DPR 82/915, LRL 80/94, RRL 82/3 Traffico indotto - PMDirCEE 10/6/93 Rifiuti prodotti. Rischi cronici e acuti per l'uomo. Prevenzione dei disturbi in ogni fase di gestione - AF	
Considerare la criticità ambientale presente - AF discariche	Presenza di altre fonti di inquinamento. Presenza di altre controllate o abusive. Valutare la qualità ambientale presente e potenziale - AF	
Considerare ogni emissione, scarico e diffusione di materiali e animali indesiderati - AF	Diffusione di odori sgradevoli - PMDirCEE 10/6/93, Dir CEE 75/442, 91/156 Materiali trasportati dal vento - PMDirCEE 10/6/93, RRL 82/2. Polveri trasportate dal vento. Scarichi idrici e gassosi. Diffusione di biogas - AF Rumore e vibrazioni - PMDirCEE 10/6/93, DirCEE 75/442, 91/156, DCI 27/7/84, DMA 87/559, PMA. Sviluppo di animali nocivi ed erbe infestanti - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, RRL 82/2	Torces di combustione dei gas di discarica. Centralina di rilevamento gas. Reti di contenimento di materiali trasportati dal vento. Superfici bagnate regolarmente Disinfestazioni da animali e infestanti. Barriere antirumore. Depurazione di ogni scarico. Barriere arboree - AF
Possibili impatti sull'ambiente - PMDirCEE 10/6/93, DirCEE 75/442, 78/319, 91/156, DPR 82/915, DMA 87/559, DCI 27/7/84, LRL 93/21	Descrizione di ogni componente ambientale interessata. Degradazione di ogni ecosistema. Distruzione di habitat. Scomparsa di specie animali e vegetali. Danni alla fauna invertebrata. Diffusione di microinquinanti nell'ambiente. Diffusione di microinquinanti nelle reti trofiche - AF	Indagini di campo. Ricostruzione successiva di ogni ecosistema distrutto - AF

(segue)

Contenimento delle perturbazioni dell'ambiente esterno		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Consumo di risorse - AF	Consumo della risorsa suolo. Danni ad attività agricole. Perdita di terreno coltivabile. Perdita di terreno usufruibile per caccia, pesca, raccolta frutti selvatici Perdita di spazi per attività ricreative. Inquinamento delle falde e perdita di usi idropotabili. Consumi di risorse ambientali non rinnovabili - AF	Impermeabilizzazioni - AF

Prevenzione degli incidenti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Incidenti durante le fasi di conferimento dei rifiuti - AF	Incidenti ai mezzi di trasporto. Studiare strade e vie idonee. Sversamenti accidentali di rifiuti nell'area dell'impianto - AF	Impermeabilizzazione delle superfici di movimentazione - AF
Incidenti nel corpo della discarica - AF	Rischi di esplosioni e incendi. Frane o cedimenti. Assestamenti differenziali. Sconnessione dei sistemi drenanti e perdita della loro funzionalità. Fuoriuscita di percolato dagli strati impermeabili. Affioramento dei rifiuti a seguito di eventi naturali. Frane, erosione laterale da parte di corsi d'acqua, erosione da parte di acque superficiali o per attività di animali scavatori - ANPA/MA	Reti spia, pozzi spia. Pozzi. Sistemi antincendio. Possibilità di estrazione di acque di falda contaminate. Possibilità di rimozione dei rifiuti. L'efficacia delle barriere artificiali dopo la chiusura della discarica in genere diminuisce - ANPA/MA
Tempestività degli interventi in caso di incidenti - DMA 87/559, LRL 93/21, PMA	Rilevamento in tempo reale degli incidenti. Piani di intervento in caso di incidenti. Preparazione del personale. Frequenza dei controlli. Definizione delle quantità, tassi di fuga, possibili cause di perturbazione nei confronti delle componenti ambientali - ANPA/MA	Sistemi di allarme - AF
Realizzazione di infrastrutture secondarie di prevenzione - AF	Segnalazioni ben visibili di pericolo. Realizzazione di servizi accessori. Accessi custoditi - AF	Recinzioni a interrimento e cancelli - ANPA/MA Recinzioni perimetrali con sentiero pedonabile - PMDirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, PMA
Garanzie sul monitoraggio dopo la chiusura della discarica - CirRL 25/2/94 n. 10.	Monitoraggio e controlli anche a discarica chiusa. Durata della gestione post-chiusura - AF	
Interventi di bonifica futuri - AF	Creazione di specifici fondi - AF	

Monitoraggio, analisi e controllo degli impatti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Definizione del programma di monitoraggio - ANPA/MA	Monitoraggio preoperazionale, in fase di esercizio e nel periodo di postchiusura - ANPA/MA. Prevedere una zona di rispetto per il monitoraggio e le eventuali azioni mitigative - ANPA/MA	Messa a punto di metodologie di campionamento; scelta dei punti di campionamento; periodicità dei prelievi; parametri da monitorare. Taratura della strumentazione - ANPA/MA
Definire lo stato di qualità ambientale preesistente - ANPA/MA	Avvio tempestivo delle attività di monitoraggio - ANPA/MA	
Verificare gli impatti sull'ambiente - DMA 87/559 - CirRL 25/2/94 n. 10 Verificare l'entità delle modifiche - ANPA/MA	Collegamento fra sistemi di monitoraggio diversi - PMA. Monitoraggio prima, durante e dopo le attività dell'impianto - PMDirCEE 10/6/93, CirRL 25/2/94 n. 10 Presenza di indicatori ambientali - PMA	
Tutela igienico sanitaria	Controllo della salubrità degli ambienti interni - PMA Studio dei dati epidemiologici prima e dopo la realizzazione dell'impianto	Raccolta aria e depurazione - PMA
Tutela delle acque sotterranee - PMA	Collocazione dei piezometri in punti significativi. Rilevamento e localizzazione in tempo reale delle perdite - PMA. Analisi del percolato - PMDirCEE 10/6/93 Analizzare trasporto di contaminanti in superficie e nel sottosuolo - ANPA/MA Stimare l'entità delle risorse idriche che potrebbero essere contaminate da eventuali rilasci dal sistema di impermeabilizzazione - ANPA/MA	Piezometri. Tenuta HDPE Reti drenanti e pozzi spia - AF

(segue)

Monitoraggio, analisi e controllo degli impatti		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Tutela delle acque superficiali - PMDirCEE 10/6/93, PMA	Monitoraggio degli scarichi - PMA Stimare l'entità delle risorse idriche potenzialmente interessate da rilasci di sostanze pericolose - ANPA/MA Sito non soggetto ad allagamenti, con velocità di deflusso tali da non compromettere l'integrità della copertura - ANPA/MA	Impianti di depurazione. Ecosistemi filtro. Test di tossicità - PMA
Controllo delle emissioni in atmosfera - PMDirCEE 10/6/93	Odori sgradevoli - PMA Controllo produzione dei gas di discarica. Analizzare il trasporto di inquinanti in atmosfera - ANPA/MA Stimare la frequenza, le probabilità e le potenziali conseguenze di eventi meteorologici severi - ANPA/MA	Centraline di rilevamento gas. Reti di raccolta ed estrazione dei gas di discarica - PMirCEE 10/6/93, DCI 27/7/84, RRL 82/2
Polveri sollevate. Diffusione di inquinanti - PMA	Dati sulla direzione e intensità dei venti - PMDirCEE 10/6/93 Polveri sollevate dai mezzi di trasporto. Controllo deposizioni al suolo - PMA Analisi su prodotti agricoli: latte, miele. Bioaccumulo, reti trofiche. Test di mutagenesi - PMA Indicatori biologici - AF	Barriere arboree protettive - AF
Mantenere in esercizio i sistemi di monitoraggio - ANPA/MA	Durata prevista dei controlli. Modalità di campionamento, frequenza, metodologie, strumentazione - PMA	Proteggere e conservare i capisaldi utilizzati per le segnalazioni - ANPA/MA

Giacimento controllato		
Finalità	Criteri	Obiettivi tecnici
Separare le diverse tipologie di rifiuti - AF	Analisi dei rifiuti conferiti e loro divisione in classi e categorie di pericolosità. Diverse classi di rifiuti, diverso smaltimento. Collocazione dei rifiuti in lotti diversi di discarica. Realizzazione di monodiscariche - AF	Laboratorio di analisi attrezzato. Divisione in lotti della discarica - PMA
Evidenziare la collocazione dei rifiuti in discarica - AF	Individuare in ogni momento la localizzazione precisa dei rifiuti - AF	Mappatura della discarica - ANPA-MA
Interventi futuri di recupero dei materiali - AF	Permettere il recupero futuro di materiali attualmente non trattabili o riciclabili - AF	
Interventi mirati di bonifica - AF	Saper individuare con precisione la localizzazione dell'incidente e risalire alla tipologia di rifiuto ivi presente - AF	
Escludere il concetto di smaltimento e giacimento definitivo - AF	Garanzie di sicurezza e conoscenza dei materiali presenti - AF	

Appendice A2

**Esempi di prescrizioni
del Ministero dell'Ambiente**

**Relative a valutazioni di impatto ambientale di impianti
di smaltimento di rifiuti speciali tossici e nocivi**

Il Ministero dell'Ambiente gestisce le procedure di valutazione dell'impatto ambientale, denominate VIA, per determinate opere.

Fra i progetti da sottoporre a procedura di valutazione, secondo il DPCM 10/8/88, n. 377, rientrano gli "impianti di eliminazione dei rifiuti tossici e nocivi mediante incenerimento, trattamento chimico o stoccaggio a terra".

I documenti di seguito richiamati si riferiscono a studi di impatto ambientale per impianti di smaltimento o trattamento di rifiuti tossici e nocivi, appartenenti alle categorie di opere "Impianti tecnologici", secondo l'allegato III del DPCM 27/12/88. I pareri positivi sono condizionati all'osservanza di numerose prescrizioni, riferite a mitigazione degli impatti, tecnologie pulite, monitoraggi o ad altre raccomandazioni gestionali.

Sono stati studiati i pareri della Commissione VIA e i giudizi del Ministero dell'Ambiente per 28 progetti sottoposti alla valutazione di impatto ambientale. Nel corso di questo lavoro, sono state esaminate numerose raccomandazioni e, fra queste, sono state estratte 77 raccomandazioni particolarmente significative, ordinate per argomenti specifici.

(dalla Relazione principale del Progetto)

La valutazione della compatibilità ambientale delle opere in oggetto non è in realtà completamente trattata in sede normativa. La prassi amministrativa si incarica infatti di trovare forme di applicazione di finalità generali di governo del territorio che non sempre sono esplicitate attraverso norme o direttive tecniche.

È parso perciò importante procedere all'analisi di un complesso di sistemi prescrittivi utilizzati in sede di Ministero dell'Ambiente per condizionare la compatibilità ambientale di progetti, al fine di derivarne esempi di interesse generale.

Fra i progetti sottoposti a procedura di valutazione, in base al DPCM 10/8/88, n. 377/88 rientrano infatti gli "impianti di eliminazione dei rifiuti tossici e nocivi mediante incenerimento, trattamento chimico o stoccaggio a terra".

Il Ministro dell'Ambiente, di concerto con il Ministro dei Beni culturali e Ambientali emana il provvedimento riferito all'opera in esame. Tale provvedimento è pubblico.

Giudizi di compatibilità ambientale positivi sono di regola condizionati a prescrizioni che prevedono affinamenti tecnici, monitoraggi o ad altre raccomandazioni gestionali.

Per la presente ricerca sono state esaminate 77 prescrizioni di questo tipo, che sono state ordinate secondo contenuti comuni. L'Appendice 1.4.1.C (Esempi di prescrizioni del Ministero dell'Ambiente) riporta tali elementi.

I documenti indicati possono costituire uno strumento utilizzabile nella trattazione dei problemi relativi alle discariche di rifiuti tossici e nocivi.

In particolare, l'esame di tale materiale ha consentito di evidenziare un complesso di finalità, criteri, obiettivi tecnici presenti nei riferimenti normativi e amministrativi considerati, che rendono conto del modo in cui è stato a oggi inteso il tema della compatibilità ambientale degli interventi in oggetto.

Esempi di prescrizioni ministeriali

Le seguenti prescrizioni si intendono precedute da una frase del tipo: "L'intervento in oggetto è da considerarsi ambientalmente compatibile a condizione che: ..."

Localizzazione dell'impianto

L'autorità competente all'approvazione del progetto abbia preventivamente verificato l'esistenza sul territorio di eventuali siti alternativi in grado, a parità di sicurezza tecnologica, di offrire una vulnerabilità significativamente minore a contaminazione delle risorse idriche sotterranee.

Strade di accesso/percorso degli autotreni/fasce orarie di traffico

Per quanto prevista dal Proponente, ogni cura dovrà essere riservata al piccolo centro abitato. A tale scopo, prima che venga autorizzato l'esercizio della discarica, per ridurre l'interferenza con il traffico locale si dovrà provvedere a creare la pista di decelerazione e quella di accelerazione e tutte le altre opere previste al punto di innesto fra la viabilità pubblica e quella di accesso al sito.

Sarà opportunamente definito il percorso degli autotreni e saranno concordati, con le Autorità locali, le fasce orarie in cui sarà consentito il traffico.

Lavaggio automezzi

I mezzi di conferimento delle scorie alla discarica debbono essere del tipo a cassone chiuso e sottoposti a lavaggio degli assi, dei cassoni e degli eventuali teli mediante impianto automatico a passaggio obbligato in uscita dalla discarica. Analoghi trattamenti dovranno subire tutti i veicoli che escano dalla cinta interna della discarica. Le acque di lavaggio dovranno confluire nella vasca di raccolta del percolato.

I vettori, all'uscita dalla discarica in una parte del piazzale appositamente allestita, dovranno comunque essere sottoposti, in un impianto automatico a passaggio obbligato, al lavaggio dei cassoni, degli assi e delle ruote. Le acque di lavaggio dovranno infine confluire, attraverso una opportuna condotta a valle, alla vasca di sedimentazione e raccolta del percolato.

Trasporto/spostamento dei rifiuti

La promozione, nell'ambito del polo di smaltimento e dell'area industriale, di sistemi automatici per il trasferimento dei rifiuti che garantiscano maggiori condizioni di sicurezza rispetto al trasporto su gomma.

Protezione dei rifiuti da acque meteoriche e da correnti eoliche

Successivamente alla messa in dimora dei rifiuti nei settori di discarica di appartenenza (sia per quelli containerizzati che per quelli conferiti in forma sfusa), si dovrà procedere all'immediata copertura con materiale argilloso al fine di creare giornalmente delle "celle" impermeabili, che realizzino la segregazione del rifiuto e che siano sistematicamente identificate sia come posizionamento che come tipologia di rifiuto.

Ai fini di ridurre comunque la formazione del percolato e rilasci diffusi in atmosfera deve inoltre essere prevista una copertura giornaliera della massa dei rifiuti con materiale argilloso o con sistema equivalente.

Al fine di ridurre la formazione del percolato nelle vasche della discarica ed even-

tuali rilasci diffusi in atmosfera deve essere prevista una copertura provvisoria, almeno giornaliera, della massa dei rifiuti con teli plastici impermeabili mobili o con un sistema equivalente.

La coltivazione della discarica dovrà avvenire spruzzando le scorie con acque, in modo da garantire una umidità del 18% (ritenuta ottimale sia per l'imbankamento, sia per impedire la dispersione eolica delle ceneri). Tale operazione dovrà essere integrata con una ulteriore stabilizzazione, realizzata mediante spruzzatura superficiale di latte di calce. La frequenza di quest'ultima irrorazione sarà giornaliera, limitatamente alla messa a dimora dei rifiuti.

Ove tali procedure non dovessero dare risultati positivi e soddisfacenti, sulla base dei controlli effettuati dalle Autorità competenti, il Proponente dovrà impegnarsi fin d'ora a studiare l'impiego di altri stabilizzanti, sia in laboratorio che in sito, per esempio impiegando soluzioni di silicati o altri prodotti che garantiscano la coesione assoluta dell'allettamento realizzato sotto venti di 120 km/ora nonché, alle stesse condizioni, l'elevata resistenza all'abrasione. Naturalmente i prodotti impiegati per realizzare questi film protettivi non dovranno peggiorare le caratteristiche "di inerzia" delle scorie e, conseguentemente, non dovranno modificare i precedenti dati dei test di cessione.

La coltivazione della discarica dovrà avvenire ricoprendo progressivamente e continuamente la superficie delle scorie allettate con un manto impermeabile che ne impedisca il sollevamento o la dispersione eolica, mantenendo comunque continuamente bagnata tutta la superficie esposta del banco seppure coperta.

In alternativa alla copertura con telo, la superficie del banco potrà essere stabilizzata con film siliconici o di composti silicati subordinatamente a prove in laboratorio e in sito che garantiscano la coesione assoluta dell'allettamento così realizzato sotto venti di 120 km/ora e, alle stesse condizioni, elevata resistenza all'abrasione. Gli stessi test dovranno documentare che tali stabilizzanti, la loro emulsione, nonché gli eventuali composti di reazione con le scorie non costituiscano elementi molesti potenzialmente inquinanti e che non peggiorino le caratteristiche "inerti" delle scorie e i risultati dei relativi test di cessione; in caso contrario, tali tecniche di stabilizzazione dovranno essere scartate.

Fusti e loro caratteristiche

Si dovranno uniformare tipologie, materiali e dimensioni dei fusti di cui al punto (o), al fine di garantire: la loro durata nel tempo; una adeguata sicurezza nelle fasi di trasporto e movimentazione; una resistenza meccanica sufficiente ad assicurare, anche nelle condizioni più gravose ipotizzabili, la stabilità del corpo discarica in relazione ai sovraccarichi conseguenti all'esercizio e alla sistemazione finale del corpo discarica stesso.

Stabilità statica dei rifiuti in discarica

Sotto il profilo della "stabilità statica" del cumulo dei rifiuti vanno attentamente osservate le misure previste per evitare fenomeni di subsidenza conseguenti a cedimenti di gallerie sul fondo non opportunamente riempite con materiali inerti, nonché le misure per evitare lo scivolamento in avanti del cumulo dal momento che la massa dei rifiuti, ada-

giata su un pendio, poggia su un telo di polietilene. Il controllo del comportamento meccanico della massa, nel tempo e nello spazio, dovrà essere garantito anche facendo ricorso a opportuni strumenti che misurino, in particolare, il movimento delle masse.

Argini della discarica

I banchi laterali d'argine preventivi alla coltivazione dei vari moduli orizzontali della discarica potranno essere realizzati con materiale con caratteristiche di costipamento che garantiscano una permeabilità dell'ordine di 1×10^{-5} cm/s; in tal caso, gli stessi dovranno essere impermeabilizzati sul fronte esterno ovvero alla base e sul fronte interno con un telo in HDPE (2 mm) ovvero in composti bentonici sui quali riportare (nel caso di protezione sul fronte esterno) lo strato di terreno vegetale da inerbare.

Divisione in lotti della discarica

Le vasche della discarica dovranno essere parzializzate con l'interposizione di un diaframma di separazione in argilla compattata di spessore non inferiore a 0,5 m, per creare celle di volume non superiore a 30.000 mc l'una.

La dislocazione dei rifiuti nella discarica dovrà realizzare la massima segregazione degli stessi (e in particolare dei diversi parametri inquinanti in relazione al loro stato fisico e alla loro composizione chimica).

I fusti, di cui al punto (n), dovranno essere stoccati all'interno della vasca in maniera preordinata secondo il programma di coltivazione della discarica, in appositi settori suddivisi secondo le tipologie dei rifiuti, e quindi immediatamente ricoperti con fogli di polietilene leggero e, successivamente, con lo strato di argilla di copertura. In ogni caso, dovrà essere assicurata nel tempo (anche dopo l'esaurimento della discarica) la possibilità di rintracciare le singole partite di rifiuti e, ove necessario, di effettuare la rimozione in condizioni di sicurezza.

Il corpo della discarica dovrà essere funzionalmente suddiviso in settori dell'ordine di 10000 - 25000 mc di volume, ciascuno dei quali con il suo sistema di drenaggio e di rete spia posta al di sotto dell'impermeabilizzazione.

Ciascuno dei due lotti (lotto "D" e lotto "F") dovrà essere suddiviso in sub-lotti singolarmente dotati di propri sistemi di drenaggio e di controllo. Dovrà essere realizzato e utilizzato per primo il sub-lotto "D", già previsto in progetto dallo schema "A.112" della documentazione integrativa. La realizzazione e l'esercizio degli altri sub-lotti dovrà essere subordinata, ed eventualmente adeguata, al buon esito dei controlli e delle verifiche sulla tenuta dei sub-lotti già realizzati e del diaframma esterno di contenimento.

Raccolta acqua piovana

Le vasche di intercettazione delle acque meteoriche sui piazzali esterni dovranno avere capacità sufficiente per lo stoccaggio dell'acqua del primo quarto d'ora di una precipitazione di intensità massima prevedibile con tempi di ritorno di 20 anni. In ogni caso, dovrà prevedersi come riferimento una precipitazione non inferiore a 50 mm di

acqua; l'eventuale scarico all'esterno delle suddette vasche potrà avvenire solo previ controlli analitici dell'acqua, che comprendano almeno una determinazione quantitativa del contenuto di Sostanze Organiche Totali (TOC).

Raccolta acque dilavanti

La sagoma della copertura della discarica dovrà essere di forma convessa, con pendenza non inferiore al 5%, per garantire l'allontanamento delle acque meteoriche ed evitare ristagni anche in caso di compattazione e assestamento del materiale smaltito, garantendo in ogni caso la stabilità della copertura stessa.

Dovranno essere realizzate contropendenze e canalette di raccolta acqua perimetrali al corpo della discarica, esterne ai rilevati e in sommità ai rilevati perimetrali.

Sistemi di impermeabilizzazione

Per quanto riguarda il sistema di impermeabilizzazione del fondo della discarica, al fine di assicurare un ulteriore margine di sicurezza dovrà essere aggiunto, immediatamente al di sotto del primo telo impermeabile in HDPE, uno strato di argilla dello spessore di un metro avente le stesse caratteristiche di quella prevista per la posa dei 2 metri dello strato di base.

Il materiale impermeabilizzante dovrà essere costituito da strati sovrapposti (di circa 20 cm ciascuno) di argille miscelate e compattate con contenuto di umidità ottimale fino a ottenere una permeabilità (in simulazione di laboratorio) non superiore a 1×10^{-8} cm/s, eventualmente anche miscelando con bentonite; dovrà essere comunque effettuata una impermeabilizzazione delle pareti in continuo con quella del fondo delle celle della discarica, posta in opera con le stesse modalità dello strato di base.

Data l'alta vulnerabilità idrogeologica del sito, la struttura del fondo e della copertura della discarica garantiscano eccezionali livelli di sicurezza nei confronti di possibili contaminazioni.

A tal fine la composizione degli strati sul fondo della discarica dovrà prevedere, scendendo verso il basso, un primo strato drenante, un primo telo impermeabile in HDPE, un primo strato di argilla di spessore di almeno 1 metro, un secondo strato drenante in cui è immerso la rete di allarme, un secondo telo impermeabile in HDPE, un secondo strato di argilla di spessore di almeno 2 m.

Il sistema di impermeabilizzazione, costituito da uno strato di argille bentonitiche dello spessore minimo di m 1 e da un telo di HDPE con interposto letto di sabbia, sia esteso anche sui fronti laterali di appoggio della discarica alle pareti trachitiche esistenti.

Il sistema di impermeabilizzazione, che principalmente fa affidamento sulle condizioni geologiche naturali della discarica (sovrapposizione diretta di due formazioni rocciose, praticamente impermeabili) dovrà essere particolarmente curato sui fronti laterali, sia dalla parte dove verranno scavati gradoni in roccia per garantire una maggiore stabilità del materiale accatastato sia dalla parte apposta dove la porzione di cumulo fungerà da "piede" stabilizzante.

Il manto di impermeabilizzazione in HDPE (polietilene ad alta densità) da 2 mm, adagiato su uno strato di sabbia da 20 cm, dovrà essere del tipo vergine non rigenerato, in grado di resistere alle perforazioni da radici e, con particolari additivi, tale da non essere attaccato dai roditori. I teli di HDPE dovranno essere saldati per pressofusione. Particolare cura dovrà essere dedicata alla sistemazione dei teli sui pendii, specialmente quelli che superano i 25°, per i quali obbligatoriamente si dovrà ricorrere all'impiego contemporaneo (sandwich) di tessuto geotessile ad alta grammatura.

Sistemi drenanti di controllo della tenuta (HDPE)

Il sistema drenante di controllo della tenuta del telo HDPE dovrà essere intensificato rispetto a quanto presentato con la nota integrativa del 05/10/90 sicché sia possibile localizzare con certezza una eventuale perdita in un'area di fondo per scoprire, ispezionare e riparare la quale non sia necessario sbancare più di 20.000 m³ di materiale; la coltivazione della cava sino alla ultimazione dovrà essere dunque tale da consentire, in qualunque momento, il deposito provvisorio di 20.000 m³ di materiale asportato per riparazioni del telo.

Dovrà essere realizzato un sistema drenante di controllo compartimentalizzato, in grado di localizzare con elevata precisione le eventuali rotture del manto di impermeabilizzazione della discarica.

Dovrà essere realizzato un sistema di spurgo ad aria compressa del sistema drenante della discarica.

Dovrà essere aumentata adeguatamente la capacità dei pozzetti di raccolta e della vasca di accumulo dei reflui provenienti dalla discarica.

La rete spia dovrà essere tale da avere una tubazione indipendente in arrivo al pozzetto di controllo per ogni settore di controllo della discarica.

La rete spia dovrà avere uno specifico collaudo, prima dell'inizio del conferimento dei rifiuti; la funzionalità della rete dovrà essere verificabile anche nel settore del riempimento della discarica.

Per quanto riguarda il sistema di monitoraggio della impermeabilizzazione, esso dovrà essere parzializzato per consentire la rapida identificazione della zona di perdita.

Il proponente dovrà garantire la costante possibilità di verificare la funzionalità del sistema di monitoraggio durante l'esercizio.

Tattamento dei gas

Dovrà essere realizzato un sistema di trattamento dei gas, ivi compresi quelli potenzialmente scaturibili dalla vasca di accumulo del percolato.

Depurazione delle acque intercettate

Tutte le acque intercettate dovranno essere inviate al trattamento dell'impianto di depurazione.

Collegamento fra sistemi di monitoraggio diversi

Sia realizzato il collegamento, in tempo reale, del sistema di monitoraggio dell'impianto con il sistema di monitoraggio di aria, acque e suolo che dovrà essere realizzato nell'area e nelle zone limitrofe. L'insieme dei due sistemi di controllo delle emissioni e della qualità dell'aria dovrà consentire di orientare l'azione di sorveglianza dell'autorità di controllo e, se necessario, l'interruzione (o l'esercizio a regime ridotto) del funzionamento dell'impianto.

La realizzazione di sistemi permanenti di monitoraggio (possibilmente integrati) della qualità dell'aria, delle acque (sia superficiali che sotterranee) e del suolo, nell'intera area interessata.

Controllo acque sotterranee: pozzi piezometrici

La rete di sorveglianza dovrà anche includere il controllo periodico della qualità dell'acqua in pozzi piezometrici posti a monte e a valle della discarica, così come è indicato nella documentazione del proponente.

Posa di piezometri posti in punti idrogeologicamente a monte e a valle rispetto all'impianto, in posizioni tali da permettere con sicurezza di attribuire o di escludere che sia l'impianto in oggetto la sorgente di eventuali contaminazioni del sottosuolo.

Controllo di alcuni parametri indicatori (in particolare conducibilità, pH, temperatura) con una periodicità almeno settimanale nel corso del riempimento della discarica; controllo di altri parametri (tra cui colifecali, nitrati) con periodicità almeno trimestrale.

Controlli su base almeno annuale dei parametri indicati, a discarica completata per un periodo di almeno 15 anni.

Siano effettuate verifiche periodiche sulla tenuta reale del diaframma plastico esterno di contenimento; a tal fine, dovrà essere realizzato un sistema di monitoraggio fondato su coppie di piezometri, ubicati simmetricamente uno all'interno e uno all'esterno rispetto al diaframma plastico. Le coppie di piezometri dovranno avere distanze reciproche relativamente ravvicinate, a titolo indicativo dell'ordine di 100 m, da precisarsi sulla base di un'accurata indagine idrogeologica; il livello dell'acqua dovrà essere controllato in maniera continuativa o comunque sistematica, e alcuni parametri indicatori (in particolare conducibilità, pH, temperatura) dovranno essere controllati con una periodicità almeno trimestrale; per verificare il potenziale passaggio di acqua, potranno occasionalmente essere utilizzati anche traccianti (per esempio blu di metilene, fluorescina).

Altri parametri di qualità chimica e microbiologica delle acque saranno controllati sulla base di specifici programmi di campionamenti.

Dovrà essere realizzato un sistema di controllo dell'acquifero, relativamente alla qualità delle acque sul pozzo e sui corsi d'acqua, con i criteri e per i parametri così come indicato sullo studio di impatto ambientale del proponente.

Controllo qualità dell'aria: polveri

Il gestore dovrà istituire un controllo del carico delle polveri in aria in almeno tre postazioni esterne fisse in corrispondenza delle direzioni prevalenti dei venti e/o dei centri abitati più prossimi o delle produzioni agricole più prossime.

In tali postazioni dovrà essere verificato, con frequenza almeno trimestrale, il carico totale di polveri in aria (mg/m^3) e, almeno semestralmente, dovrà essere anche determinata la presenza quali-quantitativa dei principali metalli (Pb, As, Zn, Cd) che possono ritrovarsi nella discarica.

Controllo qualità dell'aria: deposizioni al suolo

Dovrà essere controllato il livello di qualità dell'aria, in un numero sufficiente e rappresentativo di postazioni, in relazione ai possibili inquinanti emessi dalla discarica e dovranno essere determinati i livelli di deposizione annua al suolo in qualcuno dei punti maggiormente significativi.

Con periodicità almeno semestrale dovranno essere effettuati controlli sulla tossicità globale delle ricadute secche, volte a verificare eventuali specificità del sito in oggetto rispetto alle zone circostanti.

Almeno tre punti di monitoraggio chimico-meteorologico per il controllo della qualità dell'aria all'esterno del perimetro dello stabilimento.

La verifica, con frequenza almeno annuale, dei livelli di deposizione di metalli pesanti, di diossine e di furani sui suoli agricoli in 4 punti posti lungo la direzione prevalente dei venti e alla distanza rispettivamente di 500, 750, 1500 e 3000 metri dallo stabilimento.

L'entrata in funzione dell'impianto dovrà essere condizionata al funzionamento di una rete di monitoraggio che abbia i seguenti requisiti:

a) In tutta l'area dello stabilimento dovrà essere installata una rete di monitoraggio per il controllo, in automatico ove possibile, delle concentrazioni di inquinanti atmosferici al suolo.

b) Analoga attenzione dovrà essere posta alla sorveglianza ambientale, attraverso una rete che dovrà essere costituita almeno sulla base delle seguenti indicazioni:

- dovranno essere realizzate ed esercite almeno 3 stazioni di monitoraggio chimico-meteorologico per la qualità dell'aria, in località da concordare con l'ente di controllo;
- con frequenza semestrale nei primi 2 anni, dovrà essere verificato il livello di deposizione sui suoli agricoli circostanti l'inceneritore, a distanze variabili (500, 750, 1000 metri e comunque nel luogo di massima ricaduta) nelle direzioni prevalenti dei venti (NORD/SUD e NORD/OVEST) delle sostanze inquinanti persistenti, organiche e inorganiche, indicate dagli organi di controllo competenti.

All'uopo si precisa che la direzione maggiormente critica è quella NORD/OVEST poiché investe, come più volte indicato, il Comune (situato a circa 1000 m dal forno inceneritore).

In relazione alla possibilità di rilascio di sostanze tossiche e elementi in traccia, do-

vrà essere condotta anche una campagna di prelievi di campioni di terreno in almeno tre stazioni a distanza progressivamente crescente dalla discarica, nella direzione dei venti prevalenti e, possibilmente, in corrispondenza di produzioni agricole. Su tali campioni dovranno essere eseguite determinazioni analitiche del contenuto di elementi in traccia di elementi presenti nelle scorie ematitiche.

Controllo qualità dell'aria: odori sgradevoli

Nelle zone circostanti la discarica è opportuno che vengano installate centraline che permettano la misurazione selettiva di classi di composti di particolare volatilità e capaci di sviluppare odori sgradevoli, dispersi attraverso l'atmosfera, o che possano essere di potenziale tossicità. Le sonde che dovrebbero essere poste in funzione dovrebbero permettere la determinazione in continuo dei seguenti composti:

- mercaptani e idrogeno solforato;
- ammine;
- idrocarburi alifatici e aromatici;
- composti cloroorganici;
- solventi organici vari (acetati di alchile ecc.).

Qualora gli abitanti dei centri abitati circostanti esprimano lamentele per eventuali odori sgradevoli, nelle zone circostanti i lotti in progetto dovranno essere previste apparecchiature che permettano la misurazione selettiva di classi di composti di particolare volatilità, capaci di sviluppare odori sgradevoli, dispersi attraverso l'atmosfera, o che possano essere di potenziale tossicità. Le apparecchiature che dovrebbero essere poste in funzione dovrebbero permettere la determinazione di:

- mercaptani e idrogeno solforato;
- ammine;
- idrocarburi aromatici;
- composti cloroorganici.

Nelle zone circostanti la discarica, dovranno essere installate centraline che permettano la misurazione selettiva di classi di composti di particolare volatilità e capaci di sviluppare odori sgradevoli, dispersi attraverso l'atmosfera, o che possano essere di potenziale tossicità; le sonde che devono essere poste in funzione dovranno permettere la determinazione in continuo dei seguenti composti: mercaptani e idrogeno solforato, ammine, idrocarburi alifatici e aromatici, composti cloroorganici, solventi organici vari (acetati di alchile ecc.).

Controllo qualità dell'aria all'interno degli impianti

In corrispondenza degli impianti di trattamento e stoccaggio dovranno essere monitorate le emissioni e, periodicamente, la qualità dell'aria all'interno degli ambienti, con particolare riferimento alle polveri e ai metalli.

Indicatori biologici: bioaccumulo e catene trofiche

Dovrà essere previsto, nella zona circostante la discarica, un sistema di indicatori biologici di inquinamento, al fine di definire il livello di criticità ecologica e l'eventuale contributo delle opere in progetto.

Si potrà a tal fine adottare il sistema proposto dallo studio di impatto, che prevede il controllo di specie vegetali sensibili all'inquinamento, di specie animali richiamate attraverso opportuni dispositivi, di indicatori dei rapporti trofici all'interno dell'ecosistema, di indicatori biotici applicati ai corsi d'acqua laterali alla discarica, di alveari dai quali prelevare periodicamente il miele su cui verificare la presenza di contaminanti.

Il programma di monitoraggio, da realizzarsi a cura del proponente, ove non provvedano le pubbliche autorità, sia finalizzato anche:

- alla tempestiva rilevazione di impatti indesiderati dovuti all'emissione nell'atmosfera di sostanze persistenti in grado di percorrere le catene alimentari e di bioaccumularsi;
- ai controlli sul Rio attraverso indicatori biologici;
- alla verifica dei rapporti trofici.

L'individuazione, nei punti di cui alla precedente lettera (c), di un sistema di indicatori biologici di inquinamento, al fine di definire il livello di criticità ecologica della zona interessata e l'eventuale contributo dell'impianto.

Controlli periodici (almeno 3 volte l'anno in stagioni differenti) dovranno essere effettuati a cura dell'Azienda, d'intesa e con il controllo delle autorità competenti, sulle concentrazioni di microinquinanti organici clorurati in organismi acquatici presenti nelle vicine lagune e potenzialmente destinati all'alimentazione umana (per esempio, anguille, mitili ecc.).

Sarebbe inoltre auspicabile, dal momento che non si possono escludere bioaccumuli di composti clororganici, noti o non ancora identificati, che sia promosso un programma di ricerca, specificatamente rivolto alla verifica di tale eventualità, negli organismi più rappresentativi dell'ecosistema lagunare (per esempio, indagini potrebbero essere effettuate nei cormorani, specie abbondante e in posizione relativamente elevata rispetto alla catena trofica).

Detto programma dovrebbe essere avviato in tempi brevi, anche per accertare il grado di inquinamento attuale, e comunque prima dell'entrata in funzione dell'impianto di incenerimento oggetto della presente valutazione di impatto ambientale.

Test di mutagenesi

In corrispondenza delle quattro stazioni sopra indicate dovranno essere effettuati test di mutagenesi e di tossicità a breve termine, volti a rilevare eventuali specificità dell'area interessata rispetto alle zone circostanti; i test dovranno essere effettuati una prima volta, in un periodo immediatamente antecedente l'entrata in funzione dell'impianto, e con cadenza biennale, durante l'esercizio.

Con criteri analoghi (distanze progressive dall'impianto) si dovranno mettere a punto programmi, con l'ausilio di specialisti, rivolti alla determinazione, su indicatori biologici, di test di metagenicità, di tossicità e controlli sullo stato di salute della vegetazione circostante.

Test di mutagenesi e di tossicità a breve termine, nei punti di cui alla precedente lettera (c), volti a rilevare eventuali specificità dell'area interessata rispetto alle zone circostanti. I test dovranno essere effettuati una prima volta, in un periodo immediatamente antecedente l'entrata in funzione dell'impianto, e con cadenza biennale, durante l'esercizio.

Con periodicità almeno biennale, dovranno essere realizzati test di mutagenesi, con l'assistenza di Istituti universitari o Centri di ricerca qualificati, volti a verificare anche eventuali specificità del sito in oggetto, rispetto alle zone circostanti.

Analisi su campioni di latte e miele

Dovrà essere controllata la presenza di metalli pesanti (almeno cromo, nichel, cadmio e mercurio) e di composti organoclorurati in campioni di latte provenienti dall'allevamento zootecnico più vicino all'impianto e in campioni di miele provenienti da alveari posti nelle aree circostanti la discarica; per poter integrare in modo corretto i risultati, sarà opportuno effettuare anche rilevamenti in matrici analoghe presenti sul territorio, ma in aree non direttamente interessate dall'impianto.

Analisi su prodotti agricoli

Dovrà essere certificata, nel periodo del raccolto, la concentrazione di sostanze contaminanti nei prodotti agricoli provenienti dalle aree immediatamente prospicienti la discarica.

Il gestore dell'impianto dovrà farsi carico dell'organizzazione dei suddetti programmi di analisi; inoltre, dovranno essere predisposte misure per accertare la presenza di microinquinanti che potrebbero essere stati rilasciati dall'inceneritore, in campioni di terreno prelevati in almeno 4 stazioni localizzate a distanza progressivamente crescente, nella direzione dei venti prevalenti e possibilmente in corrispondenza di produzioni agricole; sui campioni dovranno essere eseguite determinazioni analitiche del contenuto di elementi in traccia che potrebbero essere rilasciati dall'inceneritore; se nelle stesse posizioni sono presenti prodotti agricoli, su di essi dovranno essere eseguite analoghe determinazioni.

Nelle stesse postazioni di cui al punto precedente, dovrà essere eseguito sui prodotti agricoli coltivati un controllo per le medesime sostanze prima dei raccolti e i relativi dati dovranno essere trasmessi, prima dell'utilizzo degli stessi prodotti, alle autorità sanitarie competenti;

Analoghe determinazioni dovranno essere eseguite sui prodotti agricoli (per esempio uva o vino) al momento del raccolto.

Monitoraggio impianto di depurazione delle acque di scarico

L'effluente liquido dell'impianto di depurazione dovrà rispettare i limiti previsti dalla Tabella A della legge Merli. Si ritiene tuttavia inutile, anzi dannoso, che tale effluente sia immesso nel collettore fognario principale per essere ulteriormente trattato nell'impianto centralizzato. Infatti, ciò provocherebbe una diminuzione di para-

metri idraulici a livello inaccettabile per un impianto già obsoleto. Pertanto l'effluente dovrà essere sversato nello stesso punto in cui è sversato l'effluente dell'impianto centralizzato, tramite una tubazione messa in opera della stessa Società. Ciò consentirà un controllo suppletivo dell'effluente dell'impianto.

Sulla tubazione di scarico dovrà essere inserita una stazione di monitoraggio in grado di misurare in continuo almeno i seguenti parametri: pH, conducibilità, potenziale redox, cianuri.

Sulla stessa tubazione dovrà essere installato un TOC per la verifica del Carbonio organico in uscita e quindi del BOD₅, dopo aver trovato la correlazione tra i due parametri succitati.

Dovrà infine essere prevista una vasca per effettuare test di ittiotossicità.

Test di cessione

Per l'analisi della qualità dell'acqua dovrà effettuarsi:

- ogni tre mesi, l'analisi completa delle acque di pozzo;
- almeno una volta al mese, il test di cessione alla CO₂ e/o all'acido acetico sul materiale inertizzato per conoscere la concentrazione dell'eluato rispetto ai parametri della tabella A della legge 319/76. Inoltre, si dovrà conservare per almeno un anno un campione di almeno un chilogrammo (in sacchetto) di ogni lotto di polvere inertizzata in uscita.

Controllo eluato delle partite

Il prodotto inertizzato deve essere conferito in discarica solamente dopo aver accertato, sulla base di prove preliminari, che siano stati raggiunti relativamente all'eluato i limiti di legge previsti per la discarica in cui sarà smaltito.

Prevenzione degli incidenti

Per far fronte alle conseguenze di eventi eccezionali esterni e ad anomalie di impianto, dovrà essere predisposto un *interlock* sull'impianto che inibisca l'immissione di liquidi da incenerire se la temperatura in camera di combustione scende sotto i 1000°C.

Da parte del proponente dovrà essere predisposto uno schema di piano di emergenza per le operazioni di propria competenza in caso di incidenti o malfunzionamenti all'impianto, che dovrà essere trasmesso alla Regione Piemonte prima dell'attivazione dell'impianto in progetto.

Il proponente dovrà presentare, all'atto della autorizzazione all'esercizio, un piano di intervento che preveda tempi, mezzi e modalità per la bonifica del settore di discarica eventualmente interessato da una perdita del sistema di impermeabilizzazione nonché delle aree e dei locali dello stabilimento eventualmente interessate da perdite e/o sversamenti di rifiuti, prevedendo il destino del materiale asportato. Il piano predetto dovrà anche comprendere gli interventi necessari per la protezione della falda.

In sede di autorizzazione all'esercizio dell'impianto, il Proponente dovrà presentare alla Regione:

- un piano di emergenza, con l'indicazione dei mezzi tecnici, del personale e delle

operazioni che saranno impiegati in caso di incidenti o malfunzionamenti dell'impianto (ivi comprese le aree di stoccaggio) o dei mezzi di trasporto e di movimentazione dei rifiuti);

- un manuale tecnico-operativo riguardante *omissis* c) la qualificazione e la formazione del personale, nonché le esercitazioni di sicurezza e di emergenza.

Siano effettivamente realizzabili gli interventi di bonifica temporanea e di riparazione del sistema di impermeabilizzazione, nel caso in cui si siano verificate perdite che raggiungano la rete spia.

Un sub-lotto della discarica, di volume almeno pari ad almeno 20.000 mc, dovrà essere attrezzato per l'accoglimento temporaneo dei rifiuti in caso di bonifica.

Prima dell'autorizzazione all'inizio dei lavori, dovrà essere definito un programma operativo di pronto intervento nel caso in cui la rete spia dimostri che siano verificate perdite nel sistema di impermeabilizzazione.

In ogni caso non potranno essere utilizzate per la messa a dimora dei rifiuti, ancorché temporanea, le cave dismesse presenti nella zona.

Dovrà essere realizzata una recinzione intorno alla vasca di stabilizzazione ai fini della sicurezza del personale.

Controllo emissioni sonore

Deve essere garantito il rispetto di quanto stabilito dal DPCM 1 marzo 1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".

Si prescrive altresì, a impianto funzionante, una campagna specifica per la verifica di tali livelli, oltre che nell'ambiente di lavoro, alla recinzione dello stabilimento e in aderenza alle abitazioni circostanti.

Qualora il livello acustico presso tali abitazioni dovesse superare i 45 dB per effetto dell'impianto di inertizzazione, si procederà alle necessarie insonorizzazioni interne dei locali della linea di inertizzazione.

Rumore dei mezzi di trasporto

Obbligatoria e preliminare alle opere riguardanti la discarica dovrà inoltre risultare la creazione, allo svincolo, di una "barriera verde" che funzioni da protezione contro il rumore dei camion in rallentamento e in partenza, sempre a maggiore salvaguardia del suddetto centro abitato di La Pesta.

Copertura finale della discarica

Tale manto di impermeabilizzazione, da stendere anche sopra il piano di copertura finale assieme al letto argilloso, costituendo una copertura continua, dovrà garantire la tenuta assoluta della discarica, una volta esaurita, all'infiltrazione di acque esterne meteoriche o dilavamenti e dunque evitare l'utilizzo perenne della vasca di raccolta del percolato.

Si potrà prescindere dalla posa in opera di tale telo solo ove i suddetti argini, testati in opera, garantiscano una permeabilità inferiore a 1×10^{-7} cm/s e abbiano in ogni punto uno spessore minimo di 2 m.

Dovrà essere realizzata la copertura completa con terreno vegetale di tutti i rilevati della discarica, avente uno spessore non inferiore a 0,5 metri anche sulle pareti laterali.

Destinazioni del terreno dopo la chiusura della discarica

Ad assicurare la limitazione d'uso nell'area dopo il completamento delle attività di discarica, al fine di evitare usi incompatibili con le caratteristiche finali del terreno.

Indice analitico

Accettabilità, margini di, 30

Acque, 27-28, 32, 42, 47-48, 51, 53-54, 70, 76-79,
81-82, 86-87, 90, 94-95, 99,
127, 134-136, 141, 147-152, 155-158

di drenaggio, 53, 58, 64, 70-71, 76-77, 79,
81, 122, 134-136, 149

qualità delle, 47

sotterranee, 53-54, 56, 58, 60, 63-64, 71-72,
73-74, 75-76, 81, 91,
133-134, 142, 147, 152

superficiali, 53, 56, 58, 60, **70-71**, 72, **73-74**,
75-76, 91, 94,
122, 133, 135, 141-143, 152

Ambientale

bilancio, **35-36**, 40-41

caratteristiche della situazione, 31, **90-91**

componente, 87, 91, 101, 137, 141

dispersione, 92, 95-96, 98

fattore, 24, 26, 35, 42, 56, 74-76,
79, 86-87,
90, **91-96**, 99-100

incompatibilità, 24, 50, 52

qualità, 24-38, 41-42

Analisi

costi-benefici, 33

dei potenziali fattori di danno, 90, **91-96**

di un territorio, **75-79**

geomorfologica, 76-77

idrogeomorfologica, 77

Analisi multi-criteri, tecniche di , 33, 35

Aree di interesse ambientale, 48

di interesse archeologico, **52-53**

di rilevante interesse naturalistico, 49, **52**

militari, 52

protette, 137

regionali protette, 50

sottoposte a tutela parziale, **52**

Aria, 27, 32, 42, 86-87, 91, 94-95, 142, 151-154

Attività estrattiva, 54

Azione di attenuazione, 57, 73

Beni materiali, 42, 86

Bersagli, 35, 90, 93, 96-97, 99-101

Bioconcentrazione, 92, 95

Biotopi, 50

“Bolle di ricettività”, 36, 39

Caccia, disciplina della , 49

Capacità di scambio ionico, 57

Caratteristiche

dei potenziali inquinanti, 92, 94, 96

idrogeologiche, 62-63, 67, 69, 72-73,
76-77, 80-81

idrografiche, 70

- sanitarie, 90, **96-97**
- socio-demografiche, 90, **96-97**
- socio-sanitarie, 97
- Carbonati, 57
- Carsici, fenomeni, 57
- Carta
 - a curve isolinee, 77, 79
 - a curve isopache, 77
 - di sintesi, 79
 - tematica, 101
- Clima, 42, 86
- Coerenza, 39
- Compatibilità ambientale, **23-44**, 53, **122-144**, 146
 - domanda di pronuncia sulla, 43
 - fase istruttoria, 43
 - pronuncia sulla, 43-44
 - studio di, 31, 39-40, 42-43, 87, 89, 152
- Condizioni
 - di qualità discreta, 26
 - medie di riferimento, 33
 - normali di riferimento, 24-25
- Conoide di deiezione, 63, 65
- Criteri di compatibilità ambientale, 39
 - bilancio ambientale eterogeneo, **33-34**
 - bilancio ambientale omogeneo, **34-36**
 - controllo integrato, **38-40**
 - controllo tecnico sociale, 41
 - inaccettabilità di un peggioramento significativo, **31-33**
 - massimo abbattimento unitario del rischio, **41**
 - rischio zero, **25-26**
 - rispetto di standard di ricettività ambientale, **30-31**
 - subordinazione esclusiva all'accettazione sociale, **36-38**
 - tecnici di compatibilità ambientale, 36, **121-144**
- uso delle migliori tecnologie disponibili, BAT, **28-30**
- uso delle migliori tecnologie praticamente disponibili, BAPT, **28-30**
- Criterio
 - del "caso peggiore", 33
 - geologico, **56-57**
 - geomorfologico, **58-70**
 - idraulico, 75
 - idrogeologico, 75
 - idrografico, 75
 - litologico, 75
 - litostratigrafico, **56-57**
 - morfologico, 75
 - strutturale, 75
- Danno
 - presunto, 100
 - persistenza del, 99
 - reversibilità del, 100
 - prevedibile
 - entità del rischio, **98-99**, 100
 - stima dell'entità, **98-99**
 - stima del tipo, **98-99**
 - tipologia, 96-97, 98, 100
- Dati di riferimento, 32
- Diagramma di riferimento, 25-26
- Diritti di inquinamento, 36
- Discarica
 - a fossa, 46, 64, 66-67, 69, 137
 - a ridosso di scarpate
 - di terrazzo alluvionale, 56, 66-67, 69
 - captazione del percolato di, 53, 134
 - caratteristiche della, 53-54, 56, 58, 75, 126
 - chiusura della, 62, 81, 122, 129, 132, 136, 138, 141-142, 159
 - collocazione dei rifiuti in, 122, 129-130, 132
 - contenimento delle perturbazioni sull'ambiente, 122, 139-140
 - destinazione d'uso dell'area, 56, 58
 - di seconda categoria, 47, 88, 126, 128-129

- di terza categoria, 47, 128
 - di Tipo C, 47, 88, 126, 128-129
 - distanza dalle abitazioni, 54
 - divieto di realizzare/realizzazione, 53-54
 - drenaggio delle acque superficiali, 53, 75-77, 122, 135
 - drenaggio del percolato di, 58, 70-71, 76
 - gestione della, 122, 126, 129, 131-132, 136
 - impermeabilizzazione della, 28, 53, 64, 70, 72, 125, 129-130, 134-135, 150-151, 157, 158
 - impianti di, 57-58, 60, 122
 - inserimento ecosistemico e paesaggistico, 122, 137-138
 - in sopraelevazione, 66-67, 70
 - nelle zone pedicollinari, 67, 69-70
 - recupero dell'area, 53
 - recupero finale, 58, 71, 76
 - sistemazione finale, 53, 61, 64, 84, 148
 - siti idonei, 51, 58, 62, **75-79, 80-84**, 86
 - smaltimento del biogas, 53
 - ubicazione della, 58, 122, 124, 128, 133
- Erosione, fenomeni di, 38, 56, 76
- Fase
- conoscitiva, **90-97**
 - adempimenti, 90-91
 - principali elementi da acquisire, 91
 - valutativa, **90, 97-101**
 - adempimenti, 90, 97-98
 - tipologia del rischio potenziale, 97, **98**
- Fattori, *vedi anche Ambientale*
- di disagio, 26
 - di rischio, 35, 41, 86, 90, 96-98, 129
- Fauna, 42, 49-50, 86-87, 94, 136, 139
- Fisiografici, elementi, 76
- Flora, 42, 86-87, 94, 137
- Fosse di cava, 68, 78
- Fossilifere, località, 52
- Frane, 53, 56, 77, 130, 136, 141
- Geotopi, 50
- Giacimento controllato, 122, 134, 144
- Giudizio di compatibilità ambientale, 40, 42-43
- Idoneità
- del territorio, 78, **79**
 - criterio di idoneità dei siti, **55-84**
 - grado di idoneità, 70, 72, 75, 77, 79
 - di idoneità finale, 79
 - valutazione di sintesi di, **79**
- Impatto
- monitoraggio, analisi e controllo dell', 122, 142-143
 - sulla salute, 33, 89
 - visivo, 58, 67, 76
 - zero, 25
- Importanza economica, 35
- Impronta digitale, 94
- Indagini geologiche, **53-54**, 56
- Indicatori, 35, 40, 94, 142-143, 152, 154-155
- Indici sintetici, 25, 35, 41, 101
- Limiti di interferenza, 28
- Livello
- complessivo di criticità, 97-98, 100-101
 - di crisi, 30
 - di interferenza, 30
 - di rumorosità, 91-92, 96
- Logica
- dirt on clean*, 39
 - dirt on dirt*, 39
- Monumenti naturali, 50-51, 137

Normative

Circolare 11 agosto 1998, 43
 Deliberazione Comitato Interministeriale
 del 27 luglio 1984, 123-126, 128-130,
 132-136, 139, 141, 143

Deliberazione della Giunta Regionale
 Lombarda n. 6/15137
 del 27 giugno 1996, 48

Direttiva CEE n. 75/442, 46

Direttiva CEE n. 78/319, 46, 123-124, 126,
 130-131, 131

Direttiva CEE n. 80/778, 47

Direttiva CEE n. 85/337
 del 27 giugno 1985, 42

DL 27 giugno 1985, n. 312, 48

DPCM 10 agosto 1988, n. 377, 42, 126

DPCM 27 dicembre 1988, n. 378, 42

DPR 24 maggio 1988, n. 236, 47

DPR 10 settembre 1982, n. 915, 46, 53, 86

Legge 08 luglio 1986, n. 349, 42

Legge 06 dicembre 1991, n. 394, 50

Legge 08 agosto 1985, n. 431, 48

Legge 27 luglio 1977, n. 968, 49

Legge 29 giugno 1939, n. 1497, 48

LR 01 luglio 1993, n. 21, 47

LR 27 luglio 1977, n. 33, 50-51

LR 30 novembre 1983, n. 86, 50-51

RD 16 maggio 1926, n. 1126, 48

RD 03 giugno 1940, n. 1357, 48

RD 30 dicembre 1923, n. 3267, 48

Paesaggio, 42, 49, 58, 76, 86-87

Parchi naturali, 50-51, 137

Patrimonio culturale, 42, 86

Percolato, 53, 56-58, 60, 62-63, 66-67, 70-71,
 76, 80-82, 84

gestione del, 122, 132, 134, 136

impermeabilizzazione, 134

Permeabilità, 57, 59, 66, 73-76, 78-81, 133, 149-150, 158
 coefficiente di, 57

primaria, 57

secondaria, 57

Perturbazioni, 25-26, 101, 122, 139-141
 di tipo fisico, 26

Piani

di area, 39

provinciali, 46, 52

Pianura alluvionale, 58, **60-70**

Piezometrica,

superficie, 73, 74, 76, 78, 133

misura, 78

Plasticità, 57

Popolazione bersaglio, 100

Porosità, 57

Prescrizioni, 43-44, 49, 56

Ministero dell'Ambiente, esempi di, **145-160**

Proprietà

chimico-fisiche, 91-93

ecotossicologiche, 91-94

tossicologiche, 91-94, 96, 98

Protezione

della fauna, 49

delle bellezze naturali, 48-49

franco di, 71, 73, 76, 133

grado

di protezione, 73, 75-76

di protezione totale, 79

oasi di, 49-50

Quadro di riferimento

ambientale, 43

progettuale, 43

programmatico, 43

Qualità

culturale, 35

ecosistemica, 35

- preesistente, 31-33, 142
 sociale, 35
 variazione di, 32
- Recettori, 95
 ambientali, 92, 94
 umani, 92, 94
- Reticolato idrografico
 principale, 76
 secondario, 76
- Ricettività ambientale, 30-31, 32-33, 36
- Riequilibrio, operazione di, 35-36
- Rifiuti, 26-27, 34, 36-37, 41, 43, 46-54, 56-58, 62, 66, 68, 73, **75-79**, 80-82, 86-88, 91, 96, 99, 121-122, 129-130, 132, 136, 139, 141, 144-149, 151, 157-158
 conferimento dei, 122, 126-127
 produzione dei, 122-123
 smaltimento dei, 26, 27, 34, 36, 37, 41, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 57, 77, 78, 79, 86, 88
 rifiuti assimilabili, 47, 99
 rifiuti tossici e nocivi, 62, 88, 121, 159
 rifiuti urbani, 47
 stoccaggio provvisorio dei, 47, 50, 75, 79-81
 tipi di, 122, 128, 130, 144, 14, 149
 trasporto dei, 80, 122, 124, 133, 147
- Ripercorribilità, 39
- Rischio
 di danno, 86
 alla salute pubblica, **89-101**
 potenziale, 97, **98**
 sismico, 56, **91-96**, 100-101
 sorgente del, 56
 vulcanico, 56
 zero, **25-26**
- Riserve naturali, 50
- Salute
 della popolazione, 33, 35, 87
 pubblica, 86, **87-101**
 azioni di prevenzione, 89
 effetti sulla, 86, 88-89, 101
 principi di prevenzione, 88-89
 tutela della, **85-106**
- Significatività del peggioramento, 33
- Sindrome NIMBY, 37
- Sintesi non tecnica, 43, 44
- Sistema di garanzie, 40
- Smaltimento dei
 policlorobifenili, 46
 policlorotrifenili, 46
- Soggiacenza, 73, 76, 77, 78, 79
- Soglia
 di accettabilità ambientale, 28, 30, 35, 36, 39
 di allarme, 24, 25, 39
 di crisi, 24, 25, 34, 36
 di eccellenza, 24, 25, 39
 di ricettività, 30, 33
 di riferimento, 24, 25
 di sopportazione, 31
- Sorgenti minerali, 52
- Standard di emissione, **26-28**, 29, 30, 38
- Stratigrafiche, sezioni, 76
- Subsidenza, 56, 148
- Suolo, 24, 42, 46, 62, 64, 74-75, 79, 86-87, 91, 94-95, 98-99, 134, 138, 140, 143, 152-153
 limitazioni d'uso del, 24, 46
 vincoli, 46
 vulnerabilità del, 75
- Terreni montani, 48
- Tutela
 di zone di particolare interesse ambientale, 48
- Unità idrogeologiche, 76, 78, 79

Uomo, 42, 86, 88, 91, 93, 95-96, 99, 139

Urbanistica, 52, 56, 90-91

 pianificazione, 32, **52-53**, 96

 strumenti di, 40, 47, 52, **88-89**, 149

Uso del territorio, 45, 75, 77

 norme, **45-54**

 vincoli, **45-54**

Valori

 di allarme, 25

 guida, 25, 39

 limite, **24-25**, 33

Valutazione d'Impatto Ambientale, VIA

effetti

 diretti, 42, 86, 96

 indiretti, 42, 86, 96

opere sottoposte a, 43

Vie critiche, 100, 101

Zone

 a regime di protezione, **50-51**

 di cattura, 49

 di particolare rilevanza ambientale, **50-51**

 di particolare rilevanza naturale, **49-50**

 di ripopolamento, 49

 pedemontane, 58

Zonizzazione del territorio, 79

**COPIA NON COMMERCIABILE
E IN DISTRIBUZIONE GRATUITA**

*Finito di stampare
presso "Arti Grafiche by Juri Iodice"
di Sannazzaro, Pavia
nel mese di marzo 1998.*

La Fondazione Lombardia per l'Ambiente è stata istituita dalla Regione Lombardia nel 1986 come ente di carattere morale e scientifico per valorizzare l'esperienza e le competenze tecniche acquisite in seguito al noto incidente di Seveso del 1976. La Fondazione ha come compito statutario lo svolgimento di attività di studi e ricerche volte a tutelare l'ambiente e la salute dell'uomo con particolare attenzione agli aspetti relativi all'impatto ambientale di sostanze inquinanti. A tal fine collabora, nei propri programmi di ricerca e formazione, con le università lombarde – rappresentate nel consiglio di amministrazione – il CNR, il Centro Comune di Ricerca di Ispra e gli organismi tecnici dei principali enti di ricerca nazionali e regionali.

Il recente documento dell'Unione Europea che definisce la strategia in materia di gestione dei rifiuti colloca lo smaltimento dei rifiuti in discarica tra le ultime opzioni da perseguire, dopo che nei vari Stati membri, in compatibilità con i rispettivi ordinamenti, si sarà adempiuto ogni possibile sforzo per la prevenzione nella produzione dei rifiuti o per il loro recupero. Il documento comunitario, infatti, considera la messa in discarica come la meno valida soluzione tra le tecnologie di smaltimento, ma indica anche che, in talune situazioni territoriali e per taluni rifiuti di carattere residuale, quella forma di smaltimento costituisce l'unica soluzione possibile nello stato attuale dell'evoluzione scientifica e tecnologica.

Questa impostazione è stata recepita dalla recente normativa nazionale in materia di rifiuti (DL 22/97).

In questo quadro si colloca il presente volume, che intende offrire un contributo di studi e di criteri per la localizzazione e l'esercizio di discariche in modo che sia ridotto al minimo il loro impatto sul territorio. A questo scopo, nel volume sono analizzati gli stadi principali del processo di scelta delle localizzazioni. Il primo capitolo è dedicato alla definizione di criteri generali per la valutazione della compatibilità ambientale di un impianto in discarica. Nei capitoli successivi sono esaminate le operazioni necessarie per la conduzione degli studi di localizzazione di discariche destinate a rifiuti pericolosi. L'ultimo capitolo, infine, studia i potenziali effetti che questi impianti possono produrre sulla salute dell'uomo.

L'insieme delle analisi e delle valutazioni condotte nell'opera costituisce un quadro rilevante dei criteri da adottare per l'individuazione di aree potenzialmente idonee a ospitare impianti di stoccaggio definitivo di rifiuti pericolosi all'interno di determinati ambiti territoriali.