



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI
PIANO DI BONIFICA SITI INQUINATI

2003

PREMESSA		8
1. RIFERIMENTI NORMATIVI		1—1
1.1	LE PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO	1—1
1.2	COMPETENZE	1—4
1.2.1	Competenze Statali.....	1—4
1.2.2	Competenze Regionali.....	1—5
1.2.3	Competenze Provinciali.....	1—5
1.2.4	Competenze Comunali	1—5
1.3	DEFINIZIONI	1—6
1.4	GLI OBIETTIVI DELLA PIANIFICAZIONE SECONDO IL DECRETO LEGISLATIVO N.22/97	1—7
1.5	EFFETTI DEL PIANO	1—8
2. LA PIANIFICAZIONE REGIONALE		2—1
2.1	INQUADRAMENTO GENERALE	2—1
2.2	IL PIANO REGIONALE DI BONIFICA DELLE AREE INQUINATE (PIANO ANSALDO)	2—1
2.2.1	Le discariche non autorizzate	2—2
2.2.2	Le attività industriali dismesse	2—5
2.2.3	Le aree minerarie dismesse	2—5
2.2.4	Interventi previsti nel Piano.....	2—5
2.2.5	Gli effetti del Piano Ansaldo e il suo stato di attuazione.....	2—6
2.3	IL PIANO PER IL DISINQUINAMENTO E LA RIABILITAZIONE AMBIENTALE DELLE AREE MINERARIE DEL SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE.	2—8
2.4	IL CENSIMENTO DELLE DISCARICHE DISMESSE (CEN.DI.)	2—9
2.5	AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI BONIFICA DELLE AREE INQUINATE, PREDISPOSTO DAL C.I.N.S.A. DELL'UNIVERSITÀ DI CAGLIARI	2—9
3. OBIETTIVI E CONTENUTI DEL PIANO DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI		3—1
3.1	OBIETTIVI	3—1
3.2	GLI STRUMENTI PER LA CONCERTAZIONE -PROTOCOLLO PER GLI INTERVENTI DI RISANAMENTO DEI SITI DI ENICHEM S.P.A. E POLIMERI EUROPA S.R.L. IN REGIONE SARDEGNA	3—5
4. SITI DA SOTTOPORRE AD ATTIVITÀ DI BONIFICA		4—1
4.1	INQUADRAMENTO GENERALE	4—1
4.2	SITI INTERESSATI DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI	4—2
4.2.1	Le aree industriali	4—4
4.2.2	L'Agglomerato industriale di Portovesme	4—5
4.2.3	Area industriale di Porto Torres	4—18
4.2.4	Area industriale di Assemini	4—25
4.2.5	Area industriale di Elmas	4—29
4.2.6	Agglomerato industriale di Sarroch.....	4—30
4.2.7	Area industriale di Ottana.....	4—33
4.2.8	Siti industriali localizzati al di fuori degli agglomerati industriali individuati	4—36

4.3	DISCARICHE DISMESSE DI RIFIUTI URBANI	4—39
4.4	SITI DI STOCCAGGIO IDROCARBURI	4—44
4.4.1	Distributori di carburanti	4—45
4.4.2	Sversamenti da stoccaggi di idrocarburi presso utenze civili o di servizio.....	4—46
4.5	SITI CONTAMINATI DA AMIANTO	4—46
4.5.1	Siti sottoposti a interventi di messa in sicurezza di emergenza	4—47
4.5.2	Siti con interventi di bonifica in corso.....	4—48
4.5.3	Bonifica e risanamento della "Scuola Media Statale P. Mossa".....	4—48
4.5.4	Attività di bonifica e smaltimento di materiali contenenti amianto.....	4—49
4.6	SITI INTERESSATI DA SVERSAMENTI ACCIDENTALI NON RICONDUCIBILI AD ATTIVITÀ INDUSTRIALE.	4—49
4.7	SITI INTERESSATI DA ATTIVITÀ MINERARIE DISMESSE	4—49
4.7.1	Premessa.....	4—49
4.7.2	Quadro sintetico del contesto ambientale delle aree minerarie.	4—50
4.7.3	Censimento delle attività minerarie.....	4—52
4.7.4	Problematiche ambientali e igienico sanitarie determinate dall'attività mineraria.....	4—64
4.7.5	Sintesi dei risultati ottenuti dalle analisi sulla qualità dell'ambiente.....	4—72
4.7.6	Siti potenzialmente inquinati di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99.....	4—74
4.7.7	Attività di bonifica in corso e di risanamento minerario	4—77
5.	MODALITÀ E TIPOLOGIE DI INTERVENTO	5—1
5.1	PREMESSA	5—1
5.2	ANALISI DELLE TECNICHE DI BONIFICA E RISANAMENTO.	5—1
5.2.1	Le tipologie di intervento contemplate nel Piano Ansaldo.....	5—3
5.2.2	L'attuale classificazione degli interventi in base al luogo di trattamento e ai termini del D.M. 471/99.....	5—5
5.2.3	I principali metodi di bonifica	5—8
5.2.4	Gli interventi di messa in sicurezza permanente	5—24
5.2.5	Analisi di rischio	5—27
5.3	INDIRIZZI PER LE TECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE, BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA SPECIFICHE DA ADOTTARE IN SARDEGNA.	5—31
5.3.1	Siti interessati da attività industriali	5—31
5.3.2	Contaminazione passiva	5—33
5.4	SITI INTERESSATI DA ATTIVITÀ DISCARICHE INDUSTRIALI	5—35
5.5	DISCARICHE RIFIUTI URBANI DISMESSE	5—35
5.6	SITI DI STOCCAGGIO IDROCARBURI	5—40
5.6.1	Tipologia di interventi finora eseguiti	5—40
5.6.2	Tipologia di indagini	5—41
5.6.3	Sostanze da indagare	5—41
5.7	AREE MINERARIE DISMESSE	5—43
5.7.1	Linee guida per gli interventi	5—43
5.7.2	I principali metodi di intervento	5—46
5.8	SITI CONTAMINATI DA AMIANTO	5—52
5.8.1	Messa in sicurezza di cumuli di rifiuti di amianto.....	5—55
5.8.2	I processi per il trattamento dei rifiuti contenenti amianto	5—55
5.8.3	Tecniche di intervento sui materiali contenenti amianto presenti nelle strutture edilizie.....	5—61
5.9	TECNICHE DI RECUPERO DEI RIFIUTI NELLA BONIFICA DI SITI INQUINATI	5—63
6.	DEFINIZIONE DELLE PRIORITÀ DI INTERVENTO	6-1

6.1	PREMESSA	6-1
6.2	MODELLO UTILIZZATO PER LA VALUTAZIONE DELLA PRIORITÀ DEGLI INTERVENTI NEI SITI INDUSTRIALI	6-1
6.3	LA METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO PER LE DISCARICHE DI RSU E ASSIMILABILI	6-8
6.3.1	Calcolo dell'indice ambientale di priorità	6-13
6.3.2	Conclusioni.....	6-16
6.4	SITI CONTAMINATI DA ATTIVITÀ MINERARIA	6-16
6.4.1	Valutazione delle vulnerabilità delle componenti ambientali e territoriali dei siti minerari del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	6-17
6.4.2	Valutazione delle vulnerabilità delle componenti ambientali e territoriali di tutti gli altri siti minerari.....	6-19
6.4.3	Conclusioni.....	6-22
6.5	SITI ESCLUSI DALL'APPLICAZIONE DEI MODELLI PER IL CALCOLO DELLE PRIORITÀ	6-28
6.5.1	Siti contaminati da rifiuti contenenti amianto	6-28
6.5.2	Siti potenzialmente inquinati da perdite di carburanti nei punti vendita di distribuzione.....	6-28
6.6	PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI PER I SOGGETTI CHE HANNO EFFETTUATO COMUNICAZIONE AI TERMINI DELL'ART. 9 DEL DM N° 471/99 E INDICAZIONE DELLA TEMPISTICA.	6-28
7.	FINANZIAMENTI PUBBLICI CONCESSI PER INTERVENTI DI BONIFICA E RISANAMENTO E VALUTAZIONE DELLE ESIGENZE FINANZIARIE.	7-1
<hr/>		
7.1	FINANZIAMENTI CONCESSI PER LA BONIFICA DI SITI INQUINATI	7-1
7.1.1	Finanziamenti per il risanamento e la bonifica delle discariche di rifiuti urbani dismesse.....	7-2
7.1.2	Finanziamenti su aree minerarie dismesse	7-4
7.1.3	Finanziamenti per aree industriali in regime di DM 471/99.....	7-7
7.1.4	Finanziamenti per aree interessate da contaminazione di Amianto in regime di DM 471/99	7-8
7.2	VALUTAZIONE DELLE ESIGENZE FINANZIARIE	7-8
7.2.1	Siti industriali	7-9
7.2.2	Discariche dismesse di rifiuti urbani	7-13
7.2.3	Siti minerari.....	7-18
8.	LINEE DI AZIONE PER L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RISANAMENTO E BONIFICA.	8-1
<hr/>		
8.1	SINTESI DEI SITI INQUINATI E POTENZIALMENTE INQUINATI CENSITI	8-1
8.2	LINEE DI AZIONE OPERATIVE PER IL CONSEGUIMENTO DEGLI OBIETTIVI	8-1
8.3	PROCEDURE SEMPLIFICATE PER GLI INTERVENTI DI BONIFICA E RIPRISTINO AMBIENTALE DI CUI ALL'ARTICOLO 13 DEL D.M. 471/1999 E INTERVENTI DI RISANAMENTO E RICOSTITUZIONE AMBIENTALE NON RICADENTI NELL'AMBITO DI APPLICAZIONE DEL DM 471/99	8-3
8.3.1	Procedura attuativa	8-5
8.3.2	Contenuti del Progetto Esecutivo	8-6
8.3.3	Contenuti della dichiarazione finale	8-7

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 4-1:	Agglomerato industriale di Portovesme - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334—13	
Tabella 4-2:	Agglomerato industriale di Portovesme - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.....	4—14
Tabella 4-3:	Agglomerato industriale di Portovesme - Siti industriali di discarica di rifiuti tossico nocivi e speciali.....	4—15
Tabella 4-4	Agglomerato industriale di Portovesme - Siti industriali di stoccaggio di rifiuti tossico nocivi e speciali.....	4—16
Tabella 4-5:	Agglomerato industriale di Portovesme - Siti industriali dismessi.....	4—17
Tabella 4-6	Agglomerato industriale di Portovesme - Siti in cui sono in corso attività di bonifica	4—18
Tabella 4-7:	Area industriale di Porto Torres - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334	4—22
Tabella 4-8:	Area industriale di Porto Torres - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.	4—22
Tabella 4-9	Area industriale di Porto Torres - Siti in cui sono in corso attività di bonifica	4—25
Tabella 4-10:	Area industriale di Assemini - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334	4—26
Tabella 4-11:	Area industriale di Assemini - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.	4—27
Tabella 4-12:	Area industriale di Assemini - Siti in cui sono in corso attività di bonifica	4—29
Tabella 4-13:	Agglomerato industriale di Sarroch - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334—31	
Tabella 4-14:	Agglomerato industriale di Sarroch - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.....	4—31
Tabella 4-15:	Area industriale di Ottana - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334	4—35
Tabella 4-16:	Area industriale di Ottana - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.....	4—36
Tabella 4-17:	Area fuori dagli agglomerati industriali- Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334—38	
Tabella 4-18:	Area fuori dagli agglomerati industriali - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.....	4—38
Tabella 4-19:	Area fuori dagli agglomerati industriali - Siti industriali dismessi.....	4—39
Tabella 4-20 :	Siti interessati da attività minerarie - Aree interessate da sfruttamento minerario e ricomprese nel Parco Geominerario	4—53
Tabella 4-21:	Siti interessati da attività minerarie - Le miniere del Parco Geominerario.....	4—53
Tabella 4-22:	Siti interessati da attività minerarie - Quadro riepilogativo della distribuzione delle forme antropiche di derivazione minearria	4—55
Tabella 4-23:	Siti interessati da attività minerarie - Aree minerarie potenzialmente non interessate da fenomeni di inquinamento	4—67
Tabella 4-24:	Aree Minerarie Dismesse - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.....	4—77
Tabella 4-25	Aree Minerarie Dismesse - Siti in cui sono in corso attività di bonifica ai sensi del D.M. 471/99 ..	4—77

Tabella 4-26:	Aree Minerarie Dismesse - Interventi L. 204/93 di cui l'EMSA è soggetto attuatore.	4—83
Tabella 5-1:	Principali tecniche di bonifica	5—9
Tabella 5-2:	Rimozione di metalli da acque sotterranee con tecniche ex-situ	5—15
Tabella 5-3:	Trattamento di composti organici per acque sotterranee con tecniche ex-situ	5—15
Tabella 5-4:	Trattamento in situ di composti organici nelle acque di falda	5—16
Tabella 5-5:	Trattamento di composti organici per suoli con tecniche ex-situ	5—23
Tabella 5-6:	Rimozione di metalli dai suoli con tecniche ex-situ	5—23
Tabella 5-7:	Trattamento di composti organici per suoli con tecniche in-situ	5—23
Tabella 5-8:	Trattamento di metalli per suoli con tecniche in-situ	5—24
Tabella 5-9:	Principali tecniche di isolamento.....	5—27
Tabella 5-10:	Applicabilità di tecnologie di trattamento a siti minerari dismessi.....	5—51
Tabella 5-11:	Caratteristiche comparate delle tecnologie di trattamento applicabili a siti minerari dismessi	5—52
Tabella 6-1:	Siti Industriali - Tabella degli indici di priorità	6-6
Tabella 6-2:	Siti Industriali – Stato di attuazione delle procedure amministrative in corso di realizzazione.	6-7
Tabella 6-3:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Schema degli indici di vulnerabilità presi in considerazione nell’analisi ambientale	6-9
Tabella 6-4:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo di permeabilità associato alle tipologie di terreno riscontrate nel censimento.....	6-10
Tabella 6-5:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alle caratteristiche della superficie di falda	6-10
Tabella 6-6:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alle presenza di corsi d’acqua.	6-10
Tabella 6-7:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alle situazione morfologica del sito.....	6-10
Tabella 6-8:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alla entità di degrado del sito.	6-11
Tabella 6-9:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla destinazione d’uso del sito.....	6-11
Tabella 6-10:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo al numero di abitanti del comune di interesse.	6-12
Tabella 6-11:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla distanza dai centri abitati prossimi al sito.....	6-12
Tabella 6-12:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla presenza o meno di pozzi nelle prospicenze del sito.	6-12
Tabella 6-13:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla esposizione al vento.....	6-13
Tabella 6-14:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla tipologia dei rifiuti abbancati.....	6-13
Tabella 6-15:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella relativa alla scelta delle classi di priorità in base al valore dell’indice $I_{p_{mod}}$	6-14
Tabella 6-16:	Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Tabella dei parametri presi in considerazione per il calcolo della Vulnerabilità generica dei siti minerari non ricompresi nello <i>Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese</i>	6-20
Tabella 6-17:	Siti minerari dismessi – Calcolo delle Priorità – Indici di pericolosità per gli scavi minerari.....	6-21
Tabella 6-18:	Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per le discariche minerarie ...	6-21

Tabella 6-19:	Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per i bacini dei fanghi.....	6-21
Tabella 6-20:	Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per abbancamenti fini.....	6-21
Tabella 6-21:	Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per la tipologia dei minerali coltivati.....	6-22
Tabella 6-22:	Siti minerari dimessi – Tabella delle priorità delle tipologie di intervento previste.....	6-23
Tabella 6-23:	Siti minerari dimessi – Tabella delle priorità di esecuzione degli interventi nei siti minerari censiti nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	6-25
Tabella 6-24:	Siti minerari dimessi – Tabella delle priorità di esecuzione degli interventi nei siti minerari non censiti nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	6-27
Tabella 6-25:	Elenco soggetti che hanno presentato la dichiarazione ex art. 9 D.M. 471/99.....	6-36
Tabella 7-1:	Finanziamenti concessi per la bonifica dei siti inquinati.....	7-1
Tabella 7-2:	Risorse attribuite a partire dal 1993 a tutt’oggi per il risanamento e la bonifica delle discariche dismesse di rifiuti urban.....	7-3
Tabella 7-3:	Risorse finanziarie destinate ad interventi nelle aree minerarie dismesse.....	7-5
Tabella 7-4:	Risorse finanziarie impiegate in progetti di opere di messa in sicurezza degli impianti e di riassetto ambientale e/o progetti di bonifica.....	7-6
Tabella 7-5:	Risorse finanziarie concesse per progetti relativi alle aree industriali di Ottana e Portotorres.....	7-8
Tabella 7-6:	Risorse finanziarie concesse per progetti ad aree interessate da contaminazione da amianto.....	7-8
Tabella 7-7:	Proposta di suddivisione delle risorse economiche necessarie per l’esecuzione delle attività nei siti industriali.....	7-10
Tabella 7-8:	Risorse finanziarie previste per gli interventi sui siti industriali, distinti per “Interventi di messa in sicurezza di emergenza” ed “Interventi di Bonifica e/o messa in sicurezza permanente”.....	7-12
Tabella 7-9:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Interventi di base per l’attuazione della “Messa in sicurezza permanente”.....	7-14
Tabella 7-10:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Interventi di base per la redazione del piano di caratterizzazione con annessa realizzazione del piano di investigazione.....	7-15
Tabella 7-12:	Discariche dismesse di rifiuti urbani - Interventi di base per l’attuazione della “Ripristino ambientale”.....	7-16
Tabella 7-14:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo del costo complessivo delle opere di “Messa in sicurezza permanente”.....	7-16
Tabella 7-16:	Risorse finanziarie presunte presunte per la realizzazione delle caratterizzazioni e degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale nelle discariche dismesse di rifiuti urbani.....	7-18
Tabella 7-17:	Siti Minerari Dismessi – Risorse economiche presunte per la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente per le aree ricomprese nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	7-20
Tabella 7-18:	Siti Minerari Dismessi – Costi di bonifica per unità di superficie e di volume dei lavori minerari ...	7-20
Tabella 7-19:	Siti Minerari Dismessi – Risorse economiche presunte per la caratterizzazione e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente per le aree non ricomprese nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	7-21
Tabella 7-20:	Siti Minerari Dismessi – Risorse economiche stimate per la caratterizzazione e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente.....	7-22
Tabella 8-1:	Quadro di sintesi sulla distribuzione quantitativa dei siti inquinati e potenzialmente inquinati presenti nel territorio regionale.....	8-1

INDICE DELLE FIGURE

Figura 4-1:	Discariche dismesse di rifiuti urbani - Distribuzione percentuale dei siti censiti nelle quattro Province.....	4—41
Figura 4-2:	Discariche dismesse di rifiuti urbani - Ripartizione per provincia delle volumetrie delle discariche.....	4—42
Figura 4-3:	Discariche dismesse di rifiuti urbani - Ripartizione per provincia delle superfici delle discariche.....	4—43
Figura 4-4:	Discariche dismesse di rifiuti urbani - Ripartizione per volumetria.....	4—44
Figura 4-5:	Siti di stoccaggio idrocarburi – Ripartizione per provincia dei distributori interessati da perdita di idrocarburi.....	4—45
Figura 4-6:	Siti di stoccaggio idrocarburi – Modalità di attivazione degli interventi di bonifica.....	4—46
Figura 4-7:	Siti interessati da attività minerarie - Distribuzione in percentuale delle miniere nelle aree del Parco Geominerario.....	4—54
Figura 4-8:	Siti interessati da attività minerarie - Scavi a cielo aperto – superficie occupata e volume dei vuoti	4—57
Figura 4-9:	Siti interessati da attività minerarie - Discariche minerarie- Superficie occupata e volume stimato	4—58
Figura 4-10:	Siti interessati da attività minerarie - Bacini di decantazione - Superficie occupata e volume stimato	4—59
Figura 4-11:	Siti interessati da attività minerarie - Abbancamenti fini - Superficie occupata e volume stimato	4—60
Figura 6-1:	Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Schema a blocchi dell’algoritmo di calcolo dell’indice di vulnerabilità intrinseco del sito.....	6-15
Figura 6-2:	Schema sulla metodologia di valutazione per il calcolo delle priorità di intervento nei siti minerari del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	6-17
Figura 7-1:	Grafico Distribuzione dei finanziamenti disponibili per la bonifica e il risanamento ambiente.....	7-1
Figura 7-2:	Distribuzione dei finanziamenti per tipologia di siti.....	7-3
Figura 7-3:	Grafico relativo al numero interventi finanziati per priorità di sito.....	7-4
Figura 7-4:	Grafico delle risorse finanziarie presunte per la realizzazione delle caratterizzazioni e degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale nelle discariche dismesse di rifiuti urbani.....	7-17
Figura 7-5:	Grafico delle risorse economiche presunte per la realizzazione degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale nelle aree ricomprese nel “Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dimesse del Sulcis Iglesiente Guspinese”.....	7-19
Figura 7-6:	Grafico delle risorse economiche presunte per la caratterizzazione e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente per le aree non ricomprese nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dimesse del Sulcis Iglesiente Guspinese.....	7-21
Figura 7-7:	Grafico delle risorse economiche presunte per la predisposizione delle caratterizzazione e/o la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente.....	7-22

PREMESSA

Con l'emanazione del Decreto Ronchi, che recepisce la direttiva comunitaria sui rifiuti, si sostituisce alla logica dello smaltimento il concetto più ampio di gestione integrata dei rifiuti.

Questa nuova impostazione ha reso necessario procedere ad una profonda rivisitazione degli strumenti di pianificazione in materia di rifiuti già adottati dalla Regione Sardegna per pervenire ad un Piano di Gestione dei rifiuti da sviluppare di concerto con gli enti locali : Comuni e Province, in stretta connessione dell'assetto territoriale derivante dalle altre pianificazioni di settore.

Il Piano Regionale dei rifiuti è stato predisposto dall'Amministrazione Regionale in tre sezioni:

- Sezione rifiuti urbani, approvato dalla giunta Regionale con Deliberazione n° 57/2 del 17/12/98;
- Sezione del Piano dei rifiuti speciali approvato con Deliberazione della Giunta Regionale in data 30/04/02 n°13/34;
- Piano Regionale di gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n°29/13 del 29/08/02.

Per l'ultima Sezione relativa alla Bonifica dei siti inquinati già dal 2000 è stato attivato il gruppo di lavoro con le amministrazioni Provinciali. Il supporto tecnico ed operativo al gruppo di lavoro è stato garantito dalla stipula da parte dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente di una convenzione con il CINSA che dietro il coordinamento dell'Ing. Giacomo Cao ha garantito il supporto di :

- Roberto Serra (Dottore di Ricerca in Ingegneria Sanitaria) per la predisposizione della sezione rivolta ai rifiuti speciali e collaborazione per la bonifica dei siti inquinati;
- Alessandro Concas (Ingegnere ambientale) che ha curato in particolar modo la predisposizione dell'analisi relativa alla bonifica dei siti inquinati.

Il CINSA ha prodotto nel 2001 un documento dal titolo "Studio propedeutico per l'aggiornamento del Piano di smaltimento e gestione dei rifiuti speciali in Sardegna e l'aggiornamento del piano di bonifica delle aree inquinate".

Sulla base di tale documento è stata approvata la Sezione di pianificazione rivolta ai rifiuti speciali.

La sezione rivolta alla bonifica dei siti inquinati, in relazione alla attivazione delle scadenze di autodenuncia previste nel D.M.Ambiente n° 471/99 e alla tematica delle aree minerarie dismesse

che veniva affrontata nel suddetto studio solamente per il Sulcis-Iglesiente Guspinese ha richiesto una profonda rivisitazione effettuata da un gruppo di lavoro interno al Servizio della Gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati costituito da :

- Dr.ssa Franca Leuzzi Direttore del Servizio
- Sig. Sebastiano Serra Responsabile Settore Bonifica siti inquinati
- Ing. Corinna Caddeo
- Ing. Nicoletta Sannio

Il gruppo di lavoro ha predisposto il presente documento di pianificazione che raccoglie ed organizza tutte le informazioni presenti sul territorio, ricavate dalle indagini effettuate negli anni passati, delinea le linee di azione da adottare per gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente, definisce le priorità di intervento e effettua una ricognizione dei finanziamenti finora concessi e definisce prima stima degli oneri necessari per la bonifica delle aree pubbliche.

Il presente documento vuole essere una guida organica per la pianificazione degli interventi di risanamento ambientale e lo sviluppo della ricerca di eventuali nuovi siti contaminati. Il presente documento dovrà essere aggiornato in progres almeno con frequenza biennale anche in funzione dell'attività dell' Agenzia Regionale per l'Ambiente in corso di costituzione e in relazione alle valutazioni che verranno effettuate dai soggetti obbligati sulla base della predisposizione dei piani di caratterizzazione.

1. RIFERIMENTI NORMATIVI

1.1 Le principali norme di riferimento

L'attuale quadro normativo di riferimento nazionale per le bonifiche, deve tener conto delle recenti novità introdotte dal decreto legislativo 5/2/97 n. 22 in recepimento delle direttive 91/156/CEE sullo smaltimento e il recupero dei rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi così come integrato dalle successive norme di modifica.

Le norme di riferimento precedenti al decreto legislativo n° 22/97, erano assai carenti nel settore specifico delle bonifiche dei terreni inquinati, e sono costituite da:

- Legge 441 del 29/10/1987 (art. 5) che affida alle Regioni il compito di predisporre e approvare i Piani per la bonifica delle aree inquinate;
- Legge 475 del 9/11/1988 recante disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali;
- D.M. del 16/5/1989 con cui il Ministero dell'Ambiente fissa i criteri e le linee guida per l'elaborazione e predisposizione dei Piani di Bonifica, individua una lista di priorità, nonché attribuisce strumenti finanziari per la predisposizione dei piani di bonifica;
- D.P.R. 915 del 10/9/1982 e successive disposizioni applicative (Deliberazione del Comitato Interministeriale del 27/7/1984) concernenti la classificazione e lo smaltimento dei rifiuti, compresi i rifiuti tossico-nocivi.

L'entrata in vigore del D. Lgs. n. 22/97 ha abrogato il D.P.R. 915/82, la legge 441/87 (ad eccezione degli articoli 1, 1-bis, 1-ter, 1-quater, 1-quinquies e 14, comma 1) e la legge 475/88 (ad eccezione degli articoli 7, 9 e 9-quinquies); tuttavia in attesa dell'emanazione delle nuove norme di attuazione previste dal d. lgs. n. 22/97, sono ancora in vigore le norme regolamentari e tecniche delle leggi attualmente abrogate.

Il D. Lgs. n. 22/97 e successive modifiche ed integrazioni, definisce:

- ❑ bonifica: ogni intervento di rimozione della fonte inquinante e di quanto dalla stessa contaminato fino al raggiungimento dei valori limite conformi all'utilizzo previsto dell'area;
- ❑ messa in sicurezza: ogni intervento per il contenimento o isolamento definitivo della fonte inquinante rispetto alle matrici ambientali circostanti.

I punti salienti del D. Lgs. n. 22/97, in materia di bonifiche, sono contenuti all'art.17 per la parte dispositiva e negli artt.50-51.51 bis per la parte sanzionatoria e riguardano:

- divieto di abbandono e deposito incontrollato di rifiuti sul suolo, nel suolo e nelle acque superficiali e sotterranee (art. 14), con obbligo di rimozione e ripristino; ordinanza sindacale ed eventuale esecuzione in danno dei soggetti obbligati e relative sanzioni (artt. 50 e 51);
- disposizioni procedurali (art. 17 comma 2) e sanzionatorie (art. 51bis), per chiunque cagioni il superamento dei limiti di accettabilità della contaminazione o determini un concreto ed attuale pericolo di superamento degli stessi;
- definizione delle competenze degli Enti in materia e dell'iter autorizzativo (art. 17);
- attestazione, mediante apposita certificazione rilasciata dalla Provincia di competenza, dell'avvenuto completamento degli interventi previsti dai progetti di bonifica, (art. 17 comma 8);
- affermazione che gli interventi di bonifica costituiscono onere reale sulle aree inquinate e che tale onere deve essere riportato nel certificato di destinazione urbanistica (art. 17, comma 10);
- affermazione che le spese sostenute per la bonifica sono assistite da privilegio speciale immobiliare sulle aree medesime (art. 17, comma 11);
- novità in materia di responsabilità e risarcibilità delle spese relative alle operazioni derivanti da abbandono e deposito incontrollato di rifiuti o loro immissione in acque superficiali e sotterranee (art. 14): è individuato come soggetto responsabile anche il proprietario dell'area e i titolari di diritti di godimento sull'area ai quali tale violazione sia imputabile a titolo di dolo o colpa. Si modifica finalmente il principio di responsabilità individuale previsto dall'art. 18 della L. 8/7/1986 n. 349;
- distinzione tra Anagrafe dei siti da bonificare (art. 17 comma 12), che le Regioni devono predisporre sulla base delle notifiche dei soggetti interessati e degli accertamenti degli organi di controllo (lista di siti contaminati per i quali è individuabile un soggetto obbligato) e Piano per la bonifica delle aree inquinate che comprende i siti inquinati sui quali, essendo più elevato il rischio, più urgente risulta essere l'intervento di bonifica, compresi i siti pubblici e quelli per i quali non è individuabile un soggetto obbligato (art. 22 comma 5).

L'art. 17 al comma 1 prevede che entro tre mesi dalla sua entrata in vigore, il Ministero dell'Ambiente, di concerto con i Ministeri dell'Industria e della Sanità, avrebbe provveduto a definire degli standard nazionali di norme e criteri relativi alla corretta gestione del risanamento delle aree inquinate, e in particolare:

- a) i limiti di accettabilità della contaminazione dei suoli, delle acque superficiali e delle acque sotterranee in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti;
- b) le procedure di riferimento per il prelievo e l'analisi dei campioni;
- c) i criteri generali per la messa in sicurezza, la bonifica, il ripristino ambientale dei siti inquinati, nonché la redazione dei progetti di bonifica;
- d) tutte le operazioni di bonifica dei suoli e falde acquifere che facciano ricorso a batteri, a ceppi batterici mutanti, a stimolanti di batteri naturalmente presenti nel suolo al fine di evitare rischi di contaminazione del suolo e delle falde acquifere.

Con D.M. Ambiente n° 471/99 recante “Criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati ai sensi dell’art.17 del D.Lgs. n° 22/97” si è data attuazione a quanto previsto al comma 1 dell’art.17.

Il regolamento sopra richiamato stabilisce:

- I limiti di concentrazione degli inquinanti nei suoli, nelle acque superficiali e nelle acque sotterranee in dipendenza della specifica destinazione d'uso dei siti;
- le procedure e le modalità di riferimento per il prelievo e l'analisi dei campioni;
- i criteri generali per la messa in sicurezza, la bonifica ed il ripristino ambientale dei siti inquinati, nonché per la redazione dei relativi progetti;
- i criteri per le operazioni di bonifica di suoli e falde acquifere che facciano ricorso a batteri, a ceppi batterici mutanti, a stimolanti di batteri naturalmente presenti nel suolo;
- le modalità con cui effettuare il censimento dei siti potenzialmente inquinati, l'anagrafe dei siti da bonificare e gli interventi di bonifica e ripristino ambientale effettuati da parte della pubblica amministrazione;
- i criteri per l'individuazione dei siti inquinati d'interesse nazionale.

Per la completezza dell'esame normativo si devono citare le seguenti norme :

- L.426/98 che elabora un primo programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale dei siti inquinati, che individua gli interventi di interesse nazionale, gli interventi prioritari, i soggetti beneficiari, i criteri di finanziamento dei singoli interventi e le modalità di trasferimento delle relative risorse.
- L.388/2000, che prevede principalmente per quanto riguarda la bonifica dei siti inquinati:
 - una sanatoria di alcuni illeciti penali pregressi, collegata ad una spontanea attivazione del responsabile per la bonifica;
 - una specificazione , per i siti “operativi”, del concetto di “costi sopportabili” in presenza dei quali è dovuta una bonifica integrale: i criteri proposti dal legislatore sono quelli del fatturato annuo e dell'assenza di un blocco prolungato delle attività produttive.
- L. 93/2001, che prevede:

- l'indicazione che la bonifica dei siti può e deve avvenire anche in presenza di sequestro penale;
- l'indicazione (apparentemente contrastante con la disciplina dei “costi sopportabili” di cui alla legge n. 388/2000) secondo la quale la bonifica deve essere realizzata in qualsiasi sito, “indipendentemente dalla tipologia, dalle dimensioni e dalle caratteristiche” del sito stesso e dell'inquinamento;
- D.M. n° 468/2001 (programma nazionale di bonifica) che contiene principalmente:
 - l'individuazione degli interventi prioritari di interesse nazionale; per la Sardegna viene previsto l'inserimento nei siti di interesse nazionale dell'area del Sulcis Iglesiente Guspinese in relazione alle aree minerarie dismesse;
 - la delimitazione dei possibili beneficiari di contributi pubblici per le bonifiche;
 - gli indirizzi per l'esecuzione degli interventi costituiti da misure di sicurezza d'emergenza e piani di caratterizzazione.
- L.179/02 che prevede all'art.14 l'inserimento dell'area industriale di Porto Torres tra i siti di interesse nazionale.

1.2 Competenze

1.2.1 Competenze Statali

In materia di bonifica dei siti inquinati allo Stato competono:

- le funzioni d'indirizzo e coordinamento utili alla messa in opera del decreto;
- la definizione dei criteri generali per la predisposizione dei piani regionali ed il coordinamento dei piani stessi;
- la determinazione d'intesa con la Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato e le Regioni dei criteri generali e degli standard di bonifica dei siti inquinati, e la determinazione delle regole atte ad individuare gli interventi di bonifica che rivestono interesse nazionale;
- l'approvazione dei progetti e degli interventi nei siti di interesse nazionale.

Relativamente all'ultimo punto, gli interventi di interesse nazionale sono quelli per cui la bonifica riguarda aree e territori, compresi i corpi idrici, di particolare pregio ambientale oppure la bonifica riguarda aree e territori tutelati oppure nel caso in cui il rischio sanitario ed ambientale che deriva dall'inquinamento risulti particolarmente elevato in ragione della densità della popolazione o dell'estensione dell'area interessata. Gli altri casi in cui si parla di interventi di interesse nazionale sono quelli per i quali: l'impatto socio economico causato dall'inquinamento dell'area sia rilevante o

l'inquinamento costituisca un rischio per i beni di interesse storico e culturale di rilevanza nazionale o la bonifica riguardi siti compresi nel territorio di più regioni.

1.2.2 Competenze Regionali

Risultano di competenza della regione ai termini dell'art.18 del D.L. n. 22/97:

- l'elaborazione, l'approvazione e l'aggiornamento dei piani per la bonifica di aree inquinate;
- le linee guida ed i criteri per la predisposizione e l'approvazione dei progetti di bonifica e di messa in sicurezza, nonché l'individuazione delle tipologie di progetti non soggetti ad autorizzazione.

In realtà l'Ente principale cui compete il rilascio dell'autorizzazione per gli interventi di bonifica, messa in sicurezza, etc., è il Comune mentre la Regione può rilasciare l'autorizzazione nel caso in cui il sito interessi il territorio di più comuni.

Il DM 471/99 stabilisce inoltre che nel caso in cui venga accertato l'inquinamento di un sito e non sia individuabile il responsabile dell'inquinamento o lo stesso non provveda o il proprietario non provveda o nessun altro ente provveda, la Regione o il Comune sono tenuti a mettere in atto gli opportuni interventi di bonifica e ripristino ambientale o di messa in sicurezza permanente. Un altro compito della Regione, è quello di definire in collaborazione con l'ANPA, e le Agenzie regionale per la protezione dell'ambiente, i contenuti e i dati essenziali che devono essere presenti nell'anagrafe.

1.2.3 Competenze Provinciali

Il ruolo delle Province è riconducibile fondamentalmente al controllo e alla verifica degli interventi di bonifica e del monitoraggio ad essi conseguenti. L'ultimazione degli interventi di bonifica e ripristino ambientale e la conformità degli stessi al progetto approvato sono accertati dalla Provincia mediante un'adeguata certificazione predisposta secondo lo schema di modello riportato nell'allegato 5 del DM 471/99. Il completamento degli interventi di messa in sicurezza permanente e la conformità degli stessi al progetto approvato non può comunque essere accertato se non decorsi cinque anni dall'effettuazione del primo controllo.

1.2.4 Competenze Comunali

Risulta di competenza dei comuni, l'approvazione dei progetti di bonifica dei siti inquinati. In particolare il comune approva il progetto ed autorizza la realizzazione degli interventi previsti entro novanta giorni dalla data di presentazione del progetto medesimo previa apposita conferenza dei servizi a cui partecipano gli enti locali interessati. L'autorizzazione indica oltretutto le garanzie finanziarie che devono essere prestate a favore della regione per la realizzazione e l'esercizio degli impianti previsti dal progetto di bonifica medesimo.

1.3 Definizioni

Il DM 471/99 definisce una terminologia volta a definire in maniera univoca le tipologie di siti e d'interventi da prendere in considerazione nel Piano di Bonifica. Tali definizioni si riferiscono a:

- ☐ **Sito:** un'area o porzione di territorio, geograficamente definita e delimitata, concepita nelle diverse matrici ambientali;
- ☐ **Sito Inquinato:** sito che presenta livelli di contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche del suolo o del sottosuolo o delle acque superficiali o delle acque sotterranee tali da costituire un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito. In definitiva è da considerarsi inquinato il sito nel quale anche uno solo dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti risulta superiore ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dallo stesso regolamento;
- ☐ **Sito potenzialmente inquinato:** sito nel quale sussiste la possibilità che, a causa di determinate attività antropiche pregresse o in atto, siano presenti sostanze contaminanti in concentrazioni tali da costituire un pericolo;
- ☐ **Messa in sicurezza d'emergenza:** ogni intervento necessario ed urgente per rimuovere le fonti inquinanti, contenere la diffusione degli inquinanti e impedire il contatto con le fonti inquinanti presenti nel sito, in attesa degli interventi di bonifica e ripristino ambientale o degli interventi di messa in sicurezza permanente;
- ☐ **Bonifica:** l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti d'inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti presenti nel sito ad un livello uguale o inferiore ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dal regolamento in questione;
- ☐ **Bonifica con misure di sicurezza:** nel caso in cui i suddetti valori di concentrazione limite accettabili non possano essere raggiunti neppure con l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, si definisce bonifica con misure di sicurezza l'insieme degli interventi volti a ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti nel sito a valori di concentrazione anche superiori ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti per la destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici. In tali casi per l'uso del sito devono essere previste opportune misure di sicurezza, piani di monitoraggio e controllo ed eventuali limitazioni rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici. I valori di concentrazione residua di sostanze inquinanti devono comunque essere tali da garantire la tutela della salute pubblica e la protezione dell'ambiente;
- ☐ **Misure di sicurezza:** gli interventi e i controlli necessari per impedire danni derivanti dai livelli di concentrazione residua o dalla presenza di rifiuti stoccati sottoposti ad interventi di

messa in sicurezza permanente. Vengono considerate misure di sicurezza anche le azioni di monitoraggio idonee a garantire, in particolare, la verifica nel tempo dell'efficacia delle limitazioni d'uso, qualora pur applicando, le migliori tecnologie disponibili a costi supportabili, la bonifica ed il ripristino ambientale non permettono di rispettare i valori di concentrazione limite accettabili o non sia possibile rimuovere la fonte inquinante costituita dai rifiuti stoccati;

- ☐ **Ripristino ambientale:** gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica a completamento degli interventi di bonifica, che consentono di recuperare il sito alla effettiva fruibilità secondo la destinazione d'uso che stabiliscono gli strumenti urbanistici in vigore;
- ☐ **Messa in sicurezza permanente:** le azioni volte ad isolare in modo definitivo le sorgenti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti qualora le fonti inquinanti siano costituite da rifiuti stoccati e non sia possibile procedere alla rimozione degli stessi pur applicando le migliori tecnologie disponibili a costi supportabili. In questi casi devono essere predisposte apposite misure di sicurezza, piani di monitoraggio e controllo, ed eventuali limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici. I valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nelle matrici ambientali influenzate dall'inquinamento derivante dai rifiuti stoccati non devono superare nel sito i valori limite;
- ☐ **Inquinamento diffuso:** contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche del sito imputabili alla collettività indifferenziata e determinate da fonti diffuse.

1.4 Gli obiettivi della pianificazione secondo il Decreto Legislativo n.22/97

L'articolo 22 del Decreto Ronchi individua le finalità principali di un piano di bonifica delle aree inquinate, il quale deve prevedere:

- L'ordine di priorità degli interventi, basato su un criterio di valutazione del rischio elaborato dall'ANPA;
- L'individuazione dei siti da bonificare e delle caratteristiche generali degli inquinamenti presenti;
- Le modalità degli interventi di bonifica e risanamento ambientale, che privilegino prioritariamente l'impiego di materiali provenienti da attività di recupero di rifiuti urbani;
- La stima degli oneri finanziari;
- Le modalità di smaltimento dei materiali da asportare.

L'importanza che rivestono questi piani è mostrata nello stesso articolo dal fatto che l'approvazione del piano regionale o il suo adeguamento rappresenta condizione necessaria per accedere ai finanziamenti nazionali e comunitari per la realizzazione degli interventi di bonifica. L'articolo 22

stabilisce inoltre che la Regione deve approvare o adeguare il piano entro due anni dall'entrata in vigore del decreto.

E' evidente che la sequenza logica secondo cui si sviluppano le fasi del piano prende origine dall'individuazione preliminare di un insieme di siti che si possono ritenere potenzialmente inquinati per poi ottenere a seguito dell'applicazione dei criteri di valutazione del rischio suddetti, l'elenco dei siti da sottoporre a bonifica. A tale proposito risulta tuttavia da segnalare che non sono ancora stati messi a disposizione dall'ANPA i criteri di valutazione del rischio in base ai quali stabilire le priorità d'intervento. Come si vedrà in seguito, nel presente piano, si è ovviato a questa mancanza sviluppando ad hoc un algoritmo di calcolo della priorità, differenziato per le varie tipologie di contaminazione (aree interessate da discariche dismesse di rifiuti urbani, aree industriali, aree minerarie dismesse) per quelle aree per cui erano disponibili dati sul sito necessari alla sua applicabilità.

Il DM 471/99 stabilisce inoltre che al fine di predisporre i Piani regionali per la bonifica delle aree inquinate, le Regioni possono procedere, nei limiti delle disponibilità finanziarie, all'aggiornamento del Censimento dei siti potenzialmente contaminati, entro un anno dall'entrata in vigore del regolamento in questione.

Dopo aver censito i siti potenzialmente contaminati è poi necessario sottoporre ciascuno di essi ad un'analisi di valutazione del rischio per ottenere l'anagrafe dei siti da bonificare. Tale anagrafe deve essere predisposta sulla base dei criteri definiti dall'ANPA e deve contenere: l'elenco dei siti da bonificare e l'elenco dei siti sottoposti ad intervento di bonifica e ripristino ambientale, di bonifica e ripristino ambientale con misure di sicurezza, di messa in sicurezza permanente nonché degli interventi realizzati nei siti medesimi.

1.5 Effetti del piano

L'art. 17 del DM 471/99 afferma che, nel momento in cui la Regione inserisce un sito nell'anagrafe dei siti da bonificare deve darne comunicazione al Comune, che diffida il responsabile dell'inquinamento ad avviare la procedura di bonifica o messa in sicurezza permanente, comunicandolo al proprietario del sito. Qualora il responsabile dell'inquinamento non sia individuabile e il proprietario del sito non avvii la procedura medesima, il Comune o la Regione devono provvedere a effettuare gli interventi di messa in sicurezza, bonifica e ripristino ambientale secondo l'ordine di priorità fissati nel Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate.

Inoltre l'inserimento di un sito nell'Anagrafe dei siti da bonificare deve risultare dal certificato di destinazione urbanistica. Ciò significa che l'inserimento di cui sopra costituisce un vincolo all'uso dell'area che vieta ogni destinazione d'uso futura fino all'avvenuta bonifica.

L'inclusione di un sito nell'ambito del Piano regionale tra le aree da bonificare determina:

- la priorità nella concessione dei finanziamenti regionali, nazionali e comunitari secondo le priorità di intervento individuate per le aree pubbliche e per la concessione di contribuzione nei termini previsti dalle leggi vigenti, per i soggetti obbligati;
- l'obbligo di eseguire l'intervento di bonifica, messa in sicurezza e/o di messa in sicurezza permanente sulla base di specifici progetti redatti a cura del soggetto cui compete l'intervento secondo le tempistiche e le modalità determinate nello strumento di pianificazione o secondo le indicazioni di legge (artt. 7 e 9 del DM 471/99);
- l'obbligo per il soggetto responsabile di un sito che viene censito come potenzialmente inquinato, alla esecuzione di operazioni di approfondimento analitico volte a stabilire se il sito risulta inquinato o no;
- a seguito del completamento dell'intervento di bonifica, l'area può essere utilizzata solo in conformità a quanto viene previsto nell'atto di avvenuta messa in sicurezza (e/o bonifica) rilasciato dalla Provincia competente del territorio.

2. LA PIANIFICAZIONE REGIONALE

2.1 Inquadramento generale

La programmazione regionale in materia di bonifica dei siti inquinati ha subito negli anni modificazioni ed elaborazioni in funzione delle normative in vigore e si è sviluppata su quattro documenti fondamentali elaborati, direttamente o indirettamente, dalla Regione Sardegna:

- il primo Piano Regionale di Bonifica delle aree inquinate predisposto dalla divisione Ambiente della Società Ansaldo Industria S.p.A. per conto della Regione Autonoma della Sardegna a valere sulle risorse di Lit. 580.520.000 attribuite alla Regione dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 16.05.1989, nell'ambito del quale sono stati stabiliti i criteri e le linee guida per la elaborazione e la predisposizione dei Piani di bonifica, nonché le modalità per la erogazione delle relative risorse finanziarie. Tale pianificazione è stata approvata con delibera della Giunta Regionale n°11/9 del 26/03/98.
- il Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, scaturito da un Intesa di Programma tra il Ministero dell'Ambiente, la Regione Autonoma della Sardegna e l'Ente Minerario Sardo (EMSA) firmata in data 25/01/97.
- il Censimento delle discariche non autorizzate in Sardegna (CEN.DI.) predisposto dall'Assessorato Regionale della Difesa dell'Ambiente a valere sulle risorse attribuite sui fondi della Delibera CIPE 1988 e sui fondi Noc del PTTA 89-91.
- lo studio propedeutico per la predisposizione del Piano di gestione dei rifiuti speciali in Sardegna e l'aggiornamento del Piano di Bonifica delle aree inquinate, predisposto dal C.I.N.S.A. dell'Università di Cagliari.

2.2 Il Piano Regionale di Bonifica delle Aree Inquisite (PIANO ANSALDO)

Lo strumento di pianificazione è stato elaborato negli anni 93-94 seguendo i criteri e le linee guida stabilite dal DM 16/05/89, con l'obiettivo principale di fornire un quadro più dettagliato possibile delle aree di degrado presenti in Sardegna, di redigere un primo elenco delle aree da bonificare con conseguente priorità, di individuare gli interventi più adatti alla bonifica di tali aree, di sviluppare un programma di identificazione e classificazione delle aree da bonificare nel medio termine e delle tecniche di bonifica da utilizzare. Il piano di bonifica è stato quindi suddiviso in cinque fasi, così definite:

- censimento e mappatura delle aree potenzialmente contaminate;
- elenco preliminare delle aree contaminate;
- valutazione del rischio sanitario ed ambientale ed indicazione delle priorità di intervento per i siti inquinati censiti;
- programma preliminare dei piani di intervento a breve termine;
- elaborazione del progetto di programma di bonifica a medio termine.

I siti individuati e censiti attraverso l'individuazione di tutti gli atti e le segnalazioni ufficiali inerenti situazioni di inquinamento sul territorio regionale sono stati classificati e catalogati hanno permesso una visione globale della situazione ed una agevole gestione delle informazioni, per affrontare le fasi successive.

I siti censiti sono stati ripartiti in quattro categorie principali, così come riassunto nel prospetto riportato nella tabella sottostante.

Tipologia Sito	Numero siti
Discariche non autorizzate	374
Attività industriali dismesse	1
Attività minerarie in corso o dismesse	30
Rilasci incidentali o dolosi	0
Totale	405

A questi si sono poi aggiunti in itinere altri 5 siti (riconducibili alla categoria delle discariche non autorizzate) per cui in definitiva i siti censiti in totale assommavano a 410.

2.2.1 Le discariche non autorizzate

Nell'ambito di questa categoria venivano in totale individuati 374 siti ulteriormente classificati in due sotto categorie: discariche contaminate da rifiuti tossico/nocivi e o speciali e discariche contaminate da rifiuti assimilabili a RSU.

DISCARICHE NON AUTORIZZATE CONTAMINATE DA RIFIUTI TOSSICO/NOCIVI E O SPECIALI

A seguito del censimento effettuato sono stati individuati 11 siti contaminati da rifiuti tossico-nocivi e/o speciali, il cui elenco è riportato nella tabella sottostante classificati tutti con priorità elevata ed interventi a breve termine:

N°	Comune	Localita'
1	ASSEMINI	GROGASTU ¹
2	ASSEMINI	TERRASILI
3	CAGLIARI	CAPITZUDU
4	CAPOTERRA	MACCHIAREDDU
5	PORTOSCUSO	SA PIRAMIDE
6	PORTOSCUSO	PORTOVESME
7	SASSARI	CALANCOI
8	SAN GAVINO	PISCINA LINU
9	PORTOTORRES	MINCIAREDDA
10	PORTOTORRES	FERRARI
11	PORTOTORRES	PORTO INDUSTRIALE

In seguito all'applicazione di opportuni criteri di valutazione del rischio, basata sull'utilizzo di una serie di componenti ambientali pesate, aveva permesso di classificare in ordine di rischio decrescente le situazioni prese in esame. Al termine di questa operazione vennero individuati 7 siti obiettivamente contaminati da rifiuti tossico nocivi e/o speciali di origine tipicamente industriale e da sottoporre a bonifica nel breve termine. Per tre di questi siti, brevemente descritti nel seguito, era già stato approvato il piano di bonifica.

Il sito n°5, localizzato nel comune di Portoscuso in località Sa Piramide. Questo sito è stato utilizzato per 15 anni dalla ex-Nuova Samim per lo scarico delle scorie di fusione: le analisi condotte nel 1986 rivelarono la presenza di acque di metalli pesanti nelle acque di falda. Al momento della redazione del piano questo sito risultava già bonificato. Tuttavia, come si vedrà in seguito, questi interventi non si sono rivelati sufficienti con la necessità di ulteriori interventi attualmente in fase di progettazione.

Il sito n°6 è un'area interna allo stabilimento dell'ex Alumina-Alumix che veniva utilizzata per lo scarico degli scarti di produzione fin dal 1988. La società aveva all'epoca già presentato il progetto di bonifica. Il sito contaminato è attualmente di pertinenza Alumix nonostante l'intera area dello stabilimento sia stata acquisita dalla società Alcoa. Allo stato attuale è stato approvato un progetto di bonifica ai termini del DM 471/99 in procinto di essere eseguito.

Il sito n°8 ubicato nel Comune di San Gavino (loc. Pixina Linu) è un'area che è stata utilizzata per lo scarico delle scorie di fusione provenienti dagli stabilimenti della ex Nuova Samim di San Gavino. La società al momento della redazione del piano aveva già presentato un progetto di bonifica approvato dalla Regione. Come si vedrà in seguito in sede di analisi dei siti già bonificati, il sistema di monitoraggio ha rivelato che tale intervento potrebbe essere insufficiente.

¹ Area esterna allo stabilimento Enichem.

A questi 3 siti contaminati da rifiuti tossico nocivi si aggiungevano i 4 siti contaminati da rifiuti speciali riportati in elenco (Terrasili, Capoterra, Cagliari, Portotorres). Si aggiunse successivamente il sito di Porto Torres (porto industriale) riconducibile alla categoria dei siti contaminati da tossico-nocivi per cui in totale i siti da bonificare a breve termine in questa categoria risultavano 8.

Nella tabella sottostante, sono riportati questi 8 siti suddivisi in base alla categoria di rifiuti che ne determina la tipologia di contaminazione.

Discariche industriali da bonificare secondo il Piano Ansaldo.

Rifiuti Tossico nocivi	Rifiuti speciali
ASSEMINI (GROGASTU)	ASSEMINI (TERRASILI)
PORTO TORRES (MINCIAREDDA)	CAGLIARI (CAPITZUDU)
SASSARI - CALANCOI	CAPOTERRA (MACCHIAREDDU)
PORTO TORRES (PORTO INDUSTRIALE)	PORTO TORRES (CAVA GESSI)

LE DISCARICHE NON AUTORIZZATE DI RSU

Per quanto riguarda le discariche incontrollate di RSU il censimento aveva portato all'individuazione di 367 siti. Ognuno di questi siti è stato caratterizzato nella geologia e idrogeologica della zona nonché nello stato dell'inquinamento, con identificazione dei potenziali recettori dell'inquinamento. Su tale base è stato sviluppato un metodo di valutazione del rischio, anch'esso basato su una serie di componenti ambientali pesate, associato a ciascuno di questi siti e che ha permesso di individuare i siti da bonificare nel breve termine e quelli nel medio termine. I risultati di questa analisi portarono ad individuare 72 siti per i quali si prevedeva una priorità di intervento a breve termine, mentre per i restanti (a parte qualcuno considerato marginale) si prescriveva un intervento a medio termine.

Un prospetto riepilogativo di questi interventi è riportato nella tabella sottostante:

Provincia	N°siti
CAGLIARI	105
SASSARI	83
ORISTANO	79
NUORO	100
Totale a "breve termine"	72
Totale a "medio termine"	295

2.2.2 Le attività industriali dismesse

Nell'ambito del Piano Ansaldo è stato individuato un solo sito industriale dismesso: l'ex stabilimento della ITALPROTEINE ubicato nel Comune in Sarroch, mai entrato in funzione, ma che dal 1975 al 1978 è stato sede di una serie di prove per la produzione di proteine sintetiche. Tale sito risultava bonificato.

2.2.3 Le aree minerarie dismesse

Per quanto riguarda le aree minerarie, erano stati individuati 30 siti inquinati da attività minerarie concentrati esclusivamente nell'area del Sulcis-Iglesiente-Guspinese. In questo contesto i siti minerari vennero classificati come siti da bonificare a "medio termine", senza tuttavia che fossero esplicitamente menzionati i criteri di valutazione che determinavano questa scelta.

2.2.4 Interventi previsti nel Piano

Nel lavoro svolto dall'Ansaldo, sono stati impostati dei piani di intervento per la bonifica o messa in sicurezza delle discariche. Per brevità si riportano le tipologie di intervento per la fase a breve termine.

Per 7 degli 8 siti contaminati da rifiuti di origine industriale venne eseguita un'indagine che portò alla stesura di uno specifico piano degli interventi di bonifica. Le tipologie di intervento vengono di seguito sintetizzate

Interventi previsti dal piano Ansaldo per le discariche contaminate da rifiuti T.N. e/o speciali.

Sito	Volume (m ³)	Modalità bonifica	Modalità smaltimento	Costo Previsto Mld
ASSEMINI (GROGASTU)	10000	Asporto	Inertizzazione	6.897
ASSEMINI (TERRASILI)	90000	Copertura	Stoccaggio Definitivo	526
CAGLIARI	30000	Macroincapsulamento	Stoccaggio Definitivo	1.301
CAPOTERRA	4000	Asporto	Termodistruzione	2.837
PORTOTORRES (MINCIAREDDA)	5000	Macroincapsulamento	Stoccaggio Definitivo	1.043
PORTOTORRES (CAVA GESSI)	200000	Copertura	Stoccaggio Definitivo	1.695
SASSARI	100000	Macroincapsulamento	Stoccaggio Definitivo	3.018
PORTO TORRES (PORTO INDUSTRIALE)	Nd	Nd	Nd	Nd
TOTALE	439000			17317

I costi totali assommavano a circa 17 Miliardi di lire, valori che risultano fortemente sottostimati. Un esempio per tutti è rappresentato dall'intervento ad Assemini recentemente valutato in circa 50 miliardi in totale (senza tener conto dell'intervento di termodistruzione delle peci clorurate).

Per i restanti 72 siti contaminati da RSU e assimilabili, è stata invece applicata una metodologia incrociata per valutare la compatibilità delle diverse tipologie di intervento con le caratteristiche del sito. Avvalendosi quindi di un criterio di natura economica, vennero individuati gli interventi più adatti. Le tipologie di intervento previste (disaggregate per Provincia) vengono riepilogate di seguito

Interventi previsti per le discariche non autorizzate contaminate da rifiuti solidi Urbani

Provincia	Rivoltamento	Copertura	Asporto
Cagliari	15	16	0
Sassari	5	15	0
Nuoro	6	6	1
Oristano	1	5	2
Totale	27	42	3
Volume medio (m³)	92.630	37.548	42.333
Superficie media (m²)	20.341	16.104	5.666

2.2.5 Gli effetti del Piano Ansaldo e il suo stato di attuazione.

Lo stato di attuazione del piano, dedotto dall'analisi degli interventi ad oggi realizzati o progettati sui siti da bonificare individuati, viene presentato nei due paragrafi seguenti, distinti per tipologia del sito.

2.2.5.1 Interventi realizzati sulle discariche non autorizzate contaminate da rifiuti tossico nocivi e/o speciali.

Degli otto siti inquinati da rifiuti di origine industriale quelli che attualmente sono in fase di bonifica o di approfondimento sono:

1. Assemini (Grogastu): Le peci clorurate stoccate nell'area esterna sono state rimosse di bonifica mediante termodistruzione. E' prevista per tutta l'area la successiva messa in sicurezza in maniera permanente mediante un diaframma

perimetrale. Di tale intervento si farà ampio riferimento in seguito nello svolgersi del Piano.

2. Assemmini (Terrasili): E' stato proposto un intervento di messa in sicurezza consistente nel rimodellamento della morfologia, nella regimazione delle acque meteoriche e rivegetazione del sito, mai peraltro attuato e ancora da esaminare.
3. Porto Torres (Cava gessi): Il sito è stato sottoposto a un intervento di messa in sicurezza con ripristino ambientale consistente anch'esso nel rimodellamento del cumulo con regimazione idraulica e ripristino ambientale.
4. Capoterra (Macchiareddu): I fanghi di depurazione sono stati asportati e confinati in discarica di tipologia 2C. Nell'area è sorta la piattaforma di trattamento dei rifiuti industriali del Consorzio per l'area industriale di Cagliari.
5. Porto Torres (Porto Industriale): E' stato programmato attraverso fondi regionali affidati all'Amministrazione Provinciale di Sassari un intervento sperimentale di captazione dei gas dall'area del pontile industriale.
6. Porto Torres (Minciaredda): E' stato portato a termine nel 1997 un intervento di copertura con sistemi impermeabilizzanti che si reputa tuttavia insufficiente e che debba essere riesaminato alla luce del DM 471/99.
7. Sassari (Calancoi): L'area è costituita da una discarica dismessa di RSU. E' stato finanziato l'intervento di bonifica con fondi regionali. Al momento è in corso la predisposizione del piano di caratterizzazione.

Nell'allegato 1 viene riportata una sintesi dei contenuti del Piano di bonifica dei siti inquinati.

2.2.5.2 Interventi realizzati sulle discariche dismesse di rifiuti urbani

Per quanto riguarda le discariche di rifiuti urbani dismesse si rimanda al capitolo 7 dove sono riportati tutti i finanziamenti pubblici concessi e alla specifica tabella riportata in allegato 7.

2.3 Il Piano per il Disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle Aree Minerarie Del Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Il piano in questione è stato predisposto dall'Ente Minerario Sardo nel 1998 e si è posto i seguenti obiettivi:

- definire un quadro conoscitivo delle interazioni tra le attività minerarie e le diverse componenti ambientali;
- individuare e caratterizzare le più gravi situazioni di degrado ambientale presenti nel territorio;
- definire le principali metodologie di mitigazione e risanamento delle situazioni di degrado individuate.

L'analisi del quadro conoscitivo ha evidenziato:

- ⇒ la presenza di inquinamento delle acque superficiali e sotterranee su aree vaste che interessano ambiti territoriali fino alla dimensione del bacino idrografico;
- ⇒ interazioni tra le attività minerarie e le varie componenti ambientali;
- ⇒ identificazione delle situazioni di degrado presenti nel territorio in questione;
- ⇒ fenomeni di polverosità diffusa che interessano anche ambiti urbani;
- ⇒ la presenza di ampi scavi a cielo aperto e vuoti sotterranei che costituiscono sia pericolo attuale per la pubblica incolumità sia minaccia di potenziale innesco di fenomeni di dissesto;
- ⇒ la presenza di strutture industriali che, in conseguenza dello stato di degrado nel quale si trovano, necessitano di interventi non solo di recupero e restauro ma anche di risanamento ambientale, volti principalmente alla rimozione di prodotti industriali e scarti di natura anche non mineraria;
- ⇒ la presenza di accumuli di rifiuti di natura non mineraria, costituiti principalmente da materiali provenienti da demolizioni e da rottami di varia natura, depositati soprattutto nelle aree minerarie incustodite.

Nell'ambito di tale piano sono state individuate 99 aree minerarie da sottoporre in generale da operazioni di bonifica o messa in sicurezza. Sono stati altresì individuati, seppur solo in linea di massima, gli interventi necessari e riconducibili fondamentalmente alla neutralizzazione delle fonti d'inquinamento e all'impedimento della loro diffusione e dispersione nell'ambiente circostante. In queste aree sono presenti notevoli centri di pericolo costituiti da scavi di grandi dimensioni, discariche di materiali fini di processo, bacini di decantazione fanghi di processo e cumuli di scarti di lavorazione.

La valutazione complessiva degli interventi aveva evidenziato costi per complessivi 941.000 milioni di cui:

- interventi di emergenza 41.000 milioni;
- interventi prioritari 260.000 milioni;
- interventi di completamento e bonifica finale 640.000 milioni.

2.4 Il Censimento delle Discariche dismesse (CEN.DI.)

Premesso che secondo la legge sono da censire come potenzialmente inquinati tutti i luoghi di produzione, raccolta e smaltimento dei rifiuti (sia dismessi sia in attività), il censimento CENDI ha fornito un quadro dettagliato di tutti i siti potenzialmente contaminati da attività di stoccaggio dei rifiuti di qualsiasi tipo sia pregresse sia in atto, come pure autorizzate e non autorizzate. Il censimento si configurava inoltre come una vera e propria anagrafe in virtù della notevole quantità di informazione che è stata reperita per ciascun sito.

Per ognuno di questi è stato fornito un quadro che comprende la caratterizzazione geologica e idrogeologica, l'individuazione dei potenziali bersagli dell'inquinamento, la destinazione d'uso del sito e la caratterizzazione dei rifiuti stoccati e dello stato d'inquinamento del sito. Nell'ambito di questo censimento è stato identificato anche un ordine di priorità utilizzando lo stesso metodo di valutazione del rischio che è stato utilizzato dall'Ansaldo.

Va' specificato che le informazioni dettagliate sono disponibili solo per le discariche non autorizzate di rifiuti urbani, mentre la caratterizzazione dei siti di stoccaggio di rifiuti industriali risultava molto meno approfondita e i dati disponibili non sono in questo caso sufficienti a condurre una valutazione oggettiva del rischio ad essi associato.

2.5 Aggiornamento del Piano di bonifica delle aree inquinate, predisposto dal C.I.N.S.A. dell'Università di Cagliari

Il piano CINSIA recupera tutte le informazioni elaborate precedentemente dalla Regione Sardegna, inquadrando il lavoro nella logica introdotta dal D.M. Ambiente 471/99, specificando gli obiettivi che possono essere così riassunti:

- Costruire l'anagrafe dei siti da sottoporre a bonifica e/o messa in sicurezza. L'analisi ha portato alla realizzazione dell'elenco dei siti da bonificare, l'elenco dei siti sottoposti a bonifica nonché l'elenco degli interventi realizzati per i siti sottoposti a bonifica;
- Stabilire, quali siano gli interventi da realizzare al fine di bonificare i siti in questione;

- Individuare la priorità con cui tali interventi devono essere realizzati.
- Individuare una lista di siti potenzialmente inquinati da sottoporre a ulteriori analisi o per i quali predisporre un programma di monitoraggio o caratterizzazione.

Al fine di rendere più modulare l'attività è stato deciso di suddividere i siti da sottoporre ad analisi, ed elaborazione in cinque macrocategorie all'interno delle quali i siti presentavano caratteristiche omogenee.

Aree già bonificate o attualmente in fase di bonifica.

In questa fase sono stati analizzati i siti più importanti e per ognuno di essi è stata predisposta una scheda di sintesi nella quale vengono riportate in breve le caratteristiche ambientali del sito, i risultati delle analisi sull'inquinamento del sito e le caratteristiche dell'intervento di bonifica.

Le azioni del piano nei confronti di questi siti sono fondamentalmente riconducibili alla richiesta di un monitoraggio post-operam, e alla richiesta di ulteriori interventi nel caso in cui sia stata verificata l'inadeguatezza dell'intervento.

All'interno di questa categoria sono stati analizzati 13 siti tra cui siti di discariche industriali contaminati da tossico nocivi e siti su cui insistono impianti produttivi. E' da precisare che ogni sito di stoccaggio è stato considerato a se stante nonostante spesso ricadesse all'interno dell'area di un impianto a sua volta considerato sito inquinato.

Aree minerarie dismesse o attualmente in fase di dismissione

In questa categoria sono state censite le aree minerarie del Sulcis-Iglesiente-Guspinese che erano potenzialmente inquinate o soggette a rischio di dissesto geologico o idrogeologico.

La principale fonte utilizzata in questa fase è rappresentata dal Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie del Sulcis-Iglesiente-Guspinese realizzato dalla società Progemisa. Sono stati censiti in tutto 99 siti potenzialmente inquinati e/o degradati dal punto di vista geologico e idrogeologico e chimico. Sono stati quindi individuati gli interventi di bonifica da realizzare e quindi l'applicazione di opportuni criteri di valutazione del rischio ha permesso di suddividere questi interventi in base alla priorità. Le priorità di intervento sono state suddivise in interventi prioritari, interventi da realizzare a breve termine, interventi di completamento e valorizzazione da realizzare a medio termine.

SITI INQUINATI DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI E/O STOCCAGGIO DI RIFIUTI INDUSTRIALI

In questa categoria sono stati inclusi gli impianti industriali per i quali l'analisi delle attività pregresse o in atto potesse far pensare a un possibile inquinamento derivante da rilasci accidentali, stoccaggio di rifiuti, ricaduta al suolo di emissioni gassose.

Discariche di RSU o assimilabili da sottoporre a bonifica

In questa categoria sono state individuate tutte le aree che sono state sede di smaltimento di rifiuti solidi urbani.

L'analisi condotta nell'ambito del Censimento Discariche della Regione Sardegna (CENDI) ha permesso di verificare che la quasi totalità dei rifiuti stoccati era di origine urbana. In questa fase sono stati censiti 403 siti.

Sono state individuate inoltre le priorità di intervento e le linee di indirizzo nonché la tipologia degli interventi da realizzare.

DISCARICHE ABUSIVE CONTAMINATE DA AMIANTO

Sono state inserite nel censimento alcune discariche abusive contaminate da amianto, in questo censimento sono stati individuati 5 siti inquinati da amianto, di cui tre già soggetti a intervento di messa in sicurezza.

3. OBIETTIVI E CONTENUTI DEL PIANO DI BONIFICA DEI SITI INQUINATI

3.1 Obiettivi

L'obiettivo principale del Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate è il risanamento ambientale, per quanto possibile, di aree del territorio regionale che sono state inquinate da una non corretta attività industriale e civile, che presentano situazioni di rischio sia sanitario che ambientale. Le informazioni e gli indirizzi presenti nel Piano hanno lo scopo di fornire una serie di indicazioni utili per l'attivazione, il coordinamento e la realizzazione degli interventi di bonifica su queste aree inquinate.

Il presente Piano in prima analisi pone le sue basi nel precedente strumento di pianificazione elaborato negli anni 93-94, a dire il vero molto parziale per quanto riguarda la compromissione derivante dall'attività industriale, e vuole fornire una organica sistemizzazione dei molteplici dati presenti presso gli uffici Regionali relativi ai siti da bonificare, alla luce delle direttive normative emanate e costituite principalmente dall'art.17 del D. lgs n° 22/97 e dal regolamento di attuazione D.M.Ambiente n° 471/99.

L'organizzazione dei dati e l'individuazione dei siti da bonificare con la determinazione della relativa priorità viene effettuata, nell'ambito del presente Piano, sulla base delle seguenti informazioni:

- Censimenti derivanti dall'archivio regionale come indicati nel capitolo 2;
- Siti derivanti da notifiche ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99;
- Siti derivanti da notifiche ai sensi dell'artt. 7 ed 8 del D.M. 471/99;
- Accertamenti eseguiti da parte delle autorità deputate al controllo e comunicazioni di soggetti pubblici;
- Informazioni relative a tutti i siti potenzialmente inquinati di cui si ha conoscenza, relativamente a studi già fatti, ma per i quali non è stata fatta nessuna notifica di inquinamento (vedi siti minerari e aree a rischio indicate nello studio di fattibilità del Parco Geominerario);
- Piano di disinquinamento e di riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese;
- Studi ed indagini effettuati sul territorio con particolare riferimento all'area a elevato rischio di crisi ambientale del Sulcis Iglesiente.

Il sistema che si vuole costruire è un sistema dinamico destinato a variare al modificarsi delle situazioni ed all'acquisizione di nuove conoscenze non solo in relazione ai siti conosciuti, ma anche alla caratterizzazione degli impianti e degli effetti prodotti sull'ambiente e sulla salute umana.

Sarà cura della Regione e degli Enti locali preposti arricchire la conoscenza sulla possibile esistenza di nuovi siti potenzialmente inquinati mediante un'azione di ricerca e approfondimento costante.

Ai termini delle competenze assegnate dall'art.22 del D. Lgs 22/97 si è ritenuto pertanto indispensabile procedere all'aggiornamento del previgente strumento di pianificazione, anche in assenza delle indicazioni dell'ANPA ai termini dell'art.14 comma 3 del Dm 471/99, per la definizione della priorità di intervento, soprattutto ai fini di una più corretta ed efficace programmazione dell'utilizzo delle risorse finanziarie. E' essenziale definire la situazione dei siti inquinati, con particolare riferimento alla individuazione della priorità degli interventi da attuare nel breve periodo per consentire la canalizzazione delle risorse finanziarie e massimizzarne l'utilizzo e la ricaduta.

Il presente Piano di bonifica contiene l'aggiornamento al Dicembre 2002 del censimento delle aree contaminate rinvenute sul territorio regionale effettuato sulla base della documentazioni ed atti sopramenzionati.

Il Piano della Bonifica dei siti inquinati quindi si pone come obiettivo:

- ⇒ la realizzazione di bonifiche o messa in sicurezza secondo le priorità di intervento individuate nel piano medesimo;
- ⇒ il risanamento delle zone contaminate sia di proprietà privata che pubblica;
- ⇒ lo sviluppo dell'attività di prevenzione;
- ⇒ la realizzazione di un sistema informativo sui siti contaminati attraverso la predisposizione dell'Anagrafe dei siti inquinati;
- ⇒ il miglioramento delle conoscenze territoriali e lo sviluppo della ricerca di eventuali nuovi siti contaminati con adeguamento in progress del piano regionale, anche in funzione dell'attività dell'Agenzia Regionale per l'Ambiente in corso di costituzione.

L'obiettivo delle opere di risanamento e' quello di bonificare i siti in modo che gli stessi possano essere utilizzati per gli scopi previsti con un rischio minimo e di ottimizzare le scarse risorse in gioco.

Non può essere ignorato infatti che soprattutto in considerazione della vastità delle aree classificabili come siti inquinati (vedasi aree minerarie dismesse) vi è l'esigenza di procedere ad un'attenta

valutazione delle situazioni di emergenza per canalizzare le risorse pubbliche verso le aree che presentano un rischio sanitario e ambientale più rilevante.

Tali obiettivi devono essere perseguiti attraverso un'azione di indirizzo dell'Amministrazione Regionale che veda come prioritari i seguenti punti:

- 1] omogeneizzazione su tutto il territorio regionale dei criteri tecnici relativi alle indagini ed alla definizione degli obiettivi progettuali;
- 2] determinare dei quadri di riferimento ambientali univoci delle diverse situazioni al fine di individuare in base alle situazioni di “rischio” le casistiche di tipologia di intervento; in considerazione della difficoltà di generalizzare le metodiche di intervento si prevede la seguente articolazione schematica:
 - aree interessate da attività industriali dismesse e attive;
 - aree interessate da attività di discarica;
 - siti interessati da rilasci accidentali di sostanze pericolose;
 - siti di stoccaggio di idrocarburi;
 - aree interessate da attività minerarie dismesse;
- 3] rendere efficace ed attuare il criterio “chi inquina paga” imponendo tempistiche e modalità per la realizzazione degli interventi di bonifica ai soggetti obbligati;
- 4] individuare le aree nelle quali, sebbene censite, sia necessario procedere ad interventi di riqualificazione e ripristino ambientale piuttosto che di bonifica ai termini del DM n° 471/99, in quanto si è determinato l'esaurimento del potenziale inquinante stante il tempo, la qualità e la tipologia dei rifiuti o vi è una mancanza di contaminazione delle matrici ambientali;
- 5] definire metodologie di intervento che privilegino ove possibile gli interventi “in situ” piuttosto che la rimozione e il confinamento in altro sito dei materiali asportati; soprattutto per le aree minerarie dismesse verranno definite azioni specifiche che determinino una sinergia operativa tra i vari interventi e consentano di addivenire ad operazioni di risanamento ambientale compatibili con l'uso del territorio;
- 6] definire un'efficace azione di monitoraggio nel tempo sia dei territori bonificati, nonché delle aree fortemente industrializzate affinché sia possibile individuare, se necessario, ulteriori interventi di risanamento;
- 7] definire i livelli vincolistici a cui sottoporre le aree soggette a interventi di messa in sicurezza permanente e bonifica con misure di sicurezza;
- 8] operare un'efficace azione di prevenzione attraverso la promozione di attività di :

- sensibilizzazione degli operatori esercenti attività industriali e di servizio;
 - rafforzamento dell'attività di controllo;
 - incentivazione dell'adozione da parte delle aziende di sistemi di qualità che consentano di far sì che l'attività produttiva non sia ineluttabilmente connessa a fenomeni di inquinamento delle matrici ambientali;
- 9] favorire l'attività di formazione per la preparazione di tecnici operatori in materia di bonifica di siti inquinati;
- 10] favorire l'utilizzo, nell'ambito degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale di materiali provenienti da attività di recupero.

Al fine del conseguimento degli obiettivi sopramenzionati l'azione dell'Amministrazione Regionale si articolerà secondo le seguenti linee di intervento:

- attivazione dell'Anagrafe dei siti inquinati secondo i criteri e il sistema informativo elaborato dall'ANPA; per la predisposizione dell'Anagrafe è in corso di espletamento la gara per l'affidamento del servizio; il sistema dell'Anagrafe verrà articolato sia come banca dati rivolta a tutti i siti già accertati come contaminati e ai siti potenzialmente contaminati, sia come Anagrafe per quanto riguarda i siti definiti come inquinati;
- azione di supporto alle Amministrazioni Comunali per le procedure tecniche ed amministrative relative alla bonifica dei siti inquinati;
- predisposizione ed adozione di apposite linee guida per l'approccio in maniera organica e secondo le specificità della tipologia di inquinamento e delle attività produttive responsabili, delle attività di bonifica; tale approccio si è già concretizzato attraverso il protocollo d'intesa Regione Sardegna-Enichem-Polimeri Europa, come meglio indicato nel paragrafo successivo, nella predisposizione delle *"Linee guida operative per la redazione, esecuzione e gestione dei Piani di Caratterizzazione D.M. 471/99"*; ed attraverso la predisposizione di *"Linee guida per la redazione dei progetti e la realizzazione degli interventi di bonifica e risanamento ambientale delle aree minerarie dismesse"* di cui si riferirà più nel dettaglio nell'apposito capitolo;
- prevedere l'estensione a tutti gli interventi contrassegnati da inquinamento di tipo organico dovuti ad attività legate alla chimica e alla lavorazione di prodotti petroliferi delle linee guida elaborate nell'ambito del protocollo d'intesa Enichem-Regione Sardegna;
- attivazione degli interventi di bonifica e messa in sicurezza dei siti di interesse nazionale costituiti dalle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese attraverso l'utilizzo delle risorse attribuite dal Ministero dell'Ambiente ai termini dell'art.1. della L.426/98 nel rispetto delle linee di intervento specifiche contenute nel presente Piano;

- estensione agli altri siti minerari degli studi ed indagini propedeutici per il risanamento delle aree contaminate;
- accelerazione dell'attivazione dell'ARPA affinché, attraverso un'azione di controllo del territorio e di studio, possano essere ottimizzati gli esiti degli interventi sia in corso che futuri;
- definizione di una tempistica di azione per l'attivazione degli interventi di cui all'art.9 con imposizione ai soggetti obbligati dei tempi e dei modi per l'effettuazione degli interventi;
- promozione o attivazione per le principali emergenze di interventi sostitutivi in caso di inadempienza da parte dei soggetti obbligati per le aree private e attivare la predisposizione dei piani di caratterizzazione propedeutici agli interventi di bonifica per le aree pubbliche;
- procedere ad interventi di monitoraggio delle principali aree industriali al fine di definire l'entità della contaminazione presente nelle aree pubbliche e programmare eventuali interventi di risanamento; l'Amministrazione Regionale ha in fase di affidamento mediante gara la predisposizione dei capitolati per poter procedere alla realizzazione delle attività di monitoraggio;
- definizione degli interventi che possono essere sottoposti a procedure semplificate ai termini dell'art.13 del D.M.Ambiente 471/99;
- previsione nell'ambito della formazione prevista nel POR 2000-2006 per l'asse 1 specifici programmi di formazione ed aggiornamento per la qualificazione dei tecnici degli enti Pubblici e delle imprese di servizi finalizzate ad un corretto approccio delle tematiche relative alla bonifica dei siti inquinati;
- favorire, anche attraverso misure di contribuzione, lo sviluppo dei sistemi di gestione ambientale delle aziende in accordo con i programmi già standardizzati (regolamento EMAS, norme ISO 14001, ed in generale i sistemi di Ecogestione e Audit) e che pongano a base del programma la riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti e una corretta gestione atta a impedire fenomeni di compromissione delle componenti ambientali.

3.2 Gli strumenti per la concertazione -Protocollo per gli interventi di risanamento dei siti di EniChem S.p.A. e POLIMERI EUROPA S.r.l. in Regione Sardegna

Nelle more della definizione del Piano e in assenza delle determinazioni dell'A.N.P.A. di cui all'art. 22, c. 5, lett. a), D.Lgs. 22/1997, è parso opportuno, in via anticipatoria, riconoscere ai siti Cagliari, Assemini, Sarroch, Ottana e Porto Torres, un carattere di priorità e precedenza nell'esecuzione degli

interventi di cui al D.M. 471/1999, in relazione al loro impatto ambientale, alla loro rilevanza industriale e occupazionale.

Le parti, costituite da EniChem S.p.A., POLIMERI EUROPA S.r.l., Regione Autonoma della Sardegna, dai Comuni di Cagliari, Assemini, Sarroch, Ottana, Porto Torres e dalle Province di Cagliari, Nuoro, Sassari, con il Protocollo, hanno costituito un Tavolo di Lavoro, coordinato dalla Regione, avente lo scopo di elaborare un orientamento condiviso nella redazione dei piani di caratterizzazione e dei progetti preliminari e definitivi, volti alla riqualificazione ambientale dei siti nei Comuni di Cagliari, Assemini, Sarroch, Ottana e Porto Torres.

Il Tavolo di Lavoro ha lo scopo di elaborare il Piano Generale degli Interventi attraverso il quale definire le linee guida:

- sulla valutazione e integrazione dei piani di caratterizzazione e dei progetti;
- sulla tipologia degli interventi da adottare nei siti predetti, nell'ambito di una strategia complessiva garante delle esigenze di tutela ambientale e sanitaria, dell'equilibrio fra costi e benefici, del mantenimento delle attività produttive nonché dello sviluppo di nuove iniziative industriali, anche durante l'esecuzione delle attività di risanamento.

In particolare, il Piano Generale degli Interventi dovrà essere elaborato secondo i seguenti principi, criteri e obiettivi:

- 1] applicazione delle migliori tecnologie disponibili, come definite al punto 12 dell'art. 2, D.Lgs. 372/1999, tenuti presente i parametri di indirizzo di cui al suo Allegato IV;
- 2] definizione degli interventi prioritari laddove vi possa essere coincidenza e/o prossimità temporale della realizzazione degli interventi in uno o in più siti;
- 3] definizione delle condizioni per l'applicazione di interventi di bonifica, di bonifica con misure di sicurezza e di messa in sicurezza permanente;
- 4] individuazione delle linee guida per la pianificazione ed esecuzione degli interventi in modo tale che gli stessi consentano il recupero ed il riuso delle aree per l'insediamento di eventuali nuove attività produttive anche durante l'esecuzione degli interventi stessi;
- 5] individuazione delle linee guida operative, anche alla luce di studi e conoscenze consolidati, per le attività di caratterizzazione dei siti e l'esecuzione dei progetti in campo, che comprendano fra gli altri:
 - I. verifica e ottimizzazione delle indagini di campo previste nel piano di caratterizzazione al fine di garantire la prosecuzione delle attività industriali;
 - II. definizione dei criteri e delle modalità di controllo, metodologia di validazione e modelli di analisi di rischio e di trasporto dei contaminanti;

- III. gestione dei risultati per le sostanze non comprese nella lista ministeriale (sia per terreni che per acque di falda);
- IV. definizione delle modalità di restituzione dei dati analitici;
- V. posizionamento dei bianchi di riferimento;
- VI. identificazione della rete di monitoraggio per le acque sotterranee e della frequenza di campionamento;
- VII. criteri e modalità operative per l'attuazione degli interventi approvati;
- VIII. individuazione dei piani di monitoraggio che dovranno essere attuati dai singoli stabilimenti per il controllo dell'efficacia degli interventi di risanamento;
- IX. modalità per l'ottenimento delle certificazioni provinciali di cui all'art. 12 del D.M. 471/99 in conseguenza della specificità dei progetti approvati.

Il Tavolo di Lavoro costituisce uno strumento permanente di consultazione tra le Parti da attivarsi per la soluzione di eventuali ulteriori questioni legate al risanamento dei siti, sino all'ottenimento delle Certificazioni provinciali di cui all'art. 12, c. 2, D.M. 471/1999.

Con Deliberazione n. 34/22 del 10.10.2001 la Giunta Regionale ha approvato il "Protocollo d'intesa per gli interventi di risanamento dei siti di EniChem S.p.A. e POLIMERI EUROPA S.r.l. in Regione Sardegna" e ha deliberato di dare mandato all'Assessore della Difesa dell'Ambiente di procedere alla concertazione del suddetto protocollo con gli altri soggetti interessati e a garantire, attraverso le competenti strutture dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente, il coordinamento del Tavolo di Lavoro.

In data 22.01.2002 tutti gli Enti/Amministrazioni interessati hanno proceduto alla firma del Protocollo d'intesa.

In applicazione dell'art. 2 del suddetto Protocollo è stato costituito il Tavolo di Lavoro di cui fanno parte i tecnici nominati dagli Enti/Amministrazioni interessate e dall'Enichem S.p.A. e Polimeri Europa.

Nell'interesse comune e collettivo si è proceduto pertanto alla definizione delle linee guida sulla redazione e valutazione dei piani di caratterizzazione e dei progetti nonché sulla tipologia degli interventi da adottare nei siti predetti, nell'ambito di una strategia complessiva ispirata all'osservanza delle esigenze di tutela ambientale e sanitaria, garante del mantenimento delle attività produttive e dello sviluppo di nuove iniziative industriali anche durante l'esecuzione dei vari piani e progetti.

Il suddetto Tavolo di Lavoro ha proceduto, nel corso della prima riunione, alla stesura del programma dei lavori e all'individuazione dei principali argomenti di studio suddivisi nelle seguenti fasi:

1] **Contenuti Del Piano Di Caratterizzazione:**

- a. Definizione dei Piani di caratterizzazione relativamente ai siti attivi e ai siti non attivi con particolare riferimento ai piani di investigazione e al modello concettuale preliminare;
- b. Gestione dei risultati per i contaminanti non compresi nell'allegato I del D.M. 471/99;
- c. Definizione delle modalità di restituzione dei dati analitici;
- d. Posizionamento dei bianchi di riferimento;
- e. Metodologia di validazione dei dati e modelli matematici utilizzati per l'elaborazione del PdC;
- f. Definizione dei criteri e delle modalità di controllo.

2] **Contenuti del progetto preliminare – Analisi di rischio:**

- a. modelli di analisi di rischio e di trasporto dei contaminanti;
- b. definizione del modello concettuale definitivo;
- c. applicazione delle migliori tecnologie disponibili, condizione per l'applicabilità delle diverse tecnologie;
- d. esame delle possibili tecnologie applicabili.

3] **Contenuti del Progetto Definitivo – Monitoraggio (problematiche dei siti attivi e di quelli dismessi):**

- a. individuazione dei piani di monitoraggio che dovranno essere attuati dai singoli stabilimenti per il controllo dell'efficacia degli interventi di risanamento;

4] **Controllo – Certificazione:**

- a. Controllo di corretta esecuzione degli interventi;
- b. Definizione delle limitazioni d'uso e del cambiamento di destinazione urbanistica.

Il tavolo di Lavoro ha portato a conclusione in data 1.08.2002 il documento "Linee guida operative per la redazione, esecuzione e gestione dei Piani di Caratterizzazione D.M. 471/99" che costituisce l'elaborato finale relativo alla prima fase di studio di cui sopra.

Il suddetto documento è stato trasmesso in data 11.09.2002 a tutti i Comuni e alle Province interessate ai fini dell'approvazione delle Amministrazioni locali.

Le Amministrazioni interessate hanno provveduto ad approvare il documento "Linee guida operative per la redazione, esecuzione e gestione dei Piani di Caratterizzazione D.M. 471/99" trasmettendo all'Amministrazione Regionale le rispettive Delibere di approvazione.

La Giunta Regionale con deliberazione n°5/18 del 07/02/2003 ha adottato l'elaborato che viene riportato nella sua versione integrale in allegato 2.

4. SITI DA SOTTOPORRE AD ATTIVITÀ DI BONIFICA

4.1 Inquadramento generale

In questo capitolo vengono riportate tutte le informazioni reperite sui siti da sottoporre ad attività di bonifica. L'attività è stata condotta prendendo come base di riferimento il Piano Ansaldo e provvedendo al suo aggiornamento sulla base delle seguenti dati:

- Censimenti derivanti dall'archivio regionale come indicati nel capitolo 2;
- Siti derivanti da notifiche ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99;
- Siti derivanti da notifiche ai sensi dell'artt. 7 e 8 del D.M. 471/99;
- Accertamenti eseguiti da parte delle autorità deputate al controllo e comunicazioni di soggetti pubblici ;
- Informazioni relative a tutti i siti potenzialmente inquinati di cui si ha conoscenza, relativamente a studi o indagini già svolte, ma per i quali non è stata inoltrata apposita notifica di inquinamento (vedi siti minerari e aree a rischio indicate nello studio di fattibilità del Parco Geominerario);
- Piano di disinquinamento e di riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese;
- Studi ed indagini effettuati sul territorio con particolare riferimento all'area a rischio del Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Le informazioni sono state organizzate secondo la seguente articolazione per comparti omogenei:

- 🗑️ siti interessati da attività industriali;
- 🗑️ siti interessati da discariche dismesse di rifiuti urbani;
- 🗑️ siti interessati da rilasci accidentali di sostanze pericolose;
- 🗑️ Siti di stoccaggio idrocarburi;
- 🗑️ Siti contaminati da amianto;
- 🗑️ Siti interessati da attività minerarie dismesse.

4.2 Siti interessati da attività industriali

Questo comparto omogeneo comprende quelle aree che sono, o sono state, sede di attività industriali che per la natura intrinseca dei cicli produttivi presenti e dei rifiuti pericolosi (solidi, liquidi e gassosi) che vengono prodotti, sono potenzialmente in grado di innescare fenomeni di inquinamento delle matrici ambientali suoli, atmosfera, acque sotterranee e superficiali.

Le fonti utilizzate per gestire la fase cognitiva di censimento sono costituite dalle comunicazioni inviate dai soggetti responsabili ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99 (interventi ad iniziativa degli interessati), dallo stralcio del CEN.DI. (Censimento discariche) relativo allo stoccaggio di rifiuti tossico-nocivi e speciali, dalla consultazione dell'archivio, relativamente alle delibere, autorizzazioni, dichiarazioni delle società, ordinanze e risultanze di analisi depositate presso l'Assessorato Difesa Ambiente della Regione Sardegna. Altre fonti sono costituite dalle segnalazioni delle Province e dagli elenchi delle attività industriali soggette a notifica o in regime di dichiarazione. Tutti questi dati sono stati integrati con le informazioni reperite mediante sopralluoghi e comunicazioni di privati cittadini.

Tutte le informazioni raccolte sono state organizzate per ciascuna area industriale nei seguenti sottogruppi a seconda della fonte:

- siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante;
- siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99;
- siti industriali di discarica di rifiuti tossico nocivi e speciali;
- siti industriali di stoccaggio di rifiuti tossico nocivi e speciali;
- siti industriali dismessi;
- aree interessate da rilasci incidentali o dolosi di sostanze pericolose;
- aree interne agli stabilimenti industriali in cui sono già in corso attività di bonifica antecedenti il D.M. 471/99.

SITI POTENZIALMENTE INQUINATI A RISCHIO DI INCIDENTE RILEVANTE

Coerentemente a quanto richiesto dal D.M. 471/99 art. 16, nel censimento dei siti potenzialmente inquinati devono essere inseriti anche gli impianti industriali a rischio di incidente rilevante.

Il D. Lgs. n. 389/97 ha modificato il D.Lgs. n. 22/97 inserendo, tra l'altro, il comma 1-bis nel quale si afferma che i censimenti dei siti inquinati devono essere estesi alle aree interne ai luoghi di produzione, raccolta, smaltimento e recupero dei rifiuti, in particolare agli impianti a rischio di incidente rilevante di cui al D.P.R. 175/88 poi abrogato dal Decreto Legislativo 17 agosto 1999, n.

334 recante "Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose".

Le informazioni, raccolte sulla base dei dati forniti dal Servizio Antinquinamento Atmosferico della Regione Autonoma della Sardegna in accordo con quelli pubblicati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (aggiornamento ottobre 2002), sono organizzate in tabelle. In particolare per ciascun sito si riporta l'attività, il Comune di appartenenza e l'art. di riferimento del D.Lgs. 334/99, a seconda che si tratti di stabilimenti soggetti a notifica (art.6) o soggetti a presentazione del rapporto di sicurezza (art. 8).

SITI DI CUI ALLE COMUNICAZIONI EX ART. 9 DEL D.M. 471/99

Attraverso il meccanismo della Comunicazione di cui all'art. 9 del D.M. 471/99, diverse società hanno manifestato la volontà di procedere alle indagini al fine di valutare lo stato di contaminazione del sito e eventualmente procedere al risanamento. Le comunicazioni sono pervenute in gran parte nel marzo 2001, considerato che il termine di legge per l'attivazione della procedura era fissato al 31.03.2001. Nel complesso i soggetti interessati si sono attivati mediante la redazione di "Piani di Caratterizzazione" di larga massima, nei quali si fa riferimento alla possibilità di contaminazione del sito per effetto di attività pregresse.

Secondo quanto previsto dal D.M. 471/99 la decorrenza delle attività di bonifica viene definita sulla base della lista di priorità che vengono a loro volta definite sulla base di criteri definiti dall'ANPA. Allo stato attuale, in assenza dei suddetti criteri, non si è ancora provveduto all'attivazione dei procedimenti se non nei casi in cui i soggetti interessati abbiano proceduto volontariamente alle attività di caratterizzazione, anche parziali dei siti di loro proprietà.

In ciascuna sezione verranno riportati gli elenchi delle società che hanno presentato le suddette comunicazioni, mentre nelle schede allegate si riportano delle informazioni generali sui suddetti siti.

SITI INDUSTRIALI DI DISCARICA DI RIFIUTI TOSSICO - NOCIVI E SPECIALI

In questa sezione verranno inseriti i siti di discarica di rifiuti di origine industriale. Sono inclusi tutti i siti di discarica di tipologia 2B e 2C indipendentemente dal fatto che fossero in possesso di autorizzazione all'esercizio, in quanto anche i siti in possesso di autorizzazione sono potenziali sorgenti puntuali di inquinamento a seguito di fenomeni di fallimento dei sistemi barriera progettati.

I siti di discarica possono essere collocati all'interno dell'area di stabilimento o all'esterno. Le informazioni generali sono fornite nella sezione dedicata o, nei casi più rilevanti, vengono organizzate nelle schede allegate.

Nella fase di rielaborazione dei dati, effettuando la comparazione degli elenchi è stato rilevato che un gran numero di siti individuati attraverso le comunicazioni di cui all' art. 9 figurano anche negli elenchi di cui ai siti di impianti a rischio di incidente rilevante.

Si è proceduto dunque alla epurazione dei dati al fine della predisposizione di un elenco complessivo di siti.

SITI INDUSTRIALI DI STOCCAGGIO DI RIFIUTI TOSSICO - NOCIVI E SPECIALI

In questa sezione sono riportati i siti di stoccaggio provvisorio di rifiuti tossico - nocivi e/o speciali, generalmente situati all'interno dell'area di stabilimento.

SITI INDUSTRIALI DISMESSI

In questa sezione sono riportati dei riferimenti generali in merito ai siti industriali dismessi, in genere si tratta di impianti o sezioni di impianto collocate internamente ai siti industriali produttivi, nei quali, a seguito della dismissione delle attività produttive, si intende procedere allo smantellamento delle strutture e alla verifica dello stato di contaminazione delle matrici ambientali suolo, acque sotterranee e superficiali.

AREE INTERESSATE DA RILASCI INCIDENTALI O DOLOSI DI SOSTANZE PERICOLOSE

Rientrano in questa categoria quei siti industriali nei quali per cause accidentali o incidentali si è verificato un rilevante sversamento di materiali (liquidi o solidi) sul terreno e/o con interessamento delle falde idriche generando contaminazione delle matrici ambientali acque sotterranee e/o suoli.

AREE INTERNE AGLI STABILIMENTI INDUSTRIALI IN CUI SONO IN CORSO ATTIVITÀ DI BONIFICA.

In questa sezione rientrano quei siti nei quali sono in corso o sono state condotte attività di bonifica, messa in sicurezza di emergenza o permanente.

4.2.1 Le aree industriali

La particolare struttura del tessuto industriale sardo, caratterizzato dalla concentrazione produttiva in un numero ristretto di poli industriali, ha determinato oltre a problematiche di natura socio-economica anche inconvenienti di natura ambientale.

Dal punto di vista dell'inquinamento diffuso e/o puntuale tutte le zone industriali risultano potenzialmente soggette. Nel presente piano come state evidenziate le aree industriali che, per natura dei processi produttivi, errate politiche ambientali, estensione, vulnerabilità delle matrici ambientali acque e suoli, presentano una maggiore probabilità di aver subito e subire fenomeni di contaminazione. Nella tabella seguente si riporta un elenco delle principali aree industriali.

Consorzio	Agglomerato
A.S.I. CAGLIARI	Aggl. Ind. di Macchiareddu
	Aggl. Ind. di Sarroch
	Aggl. Ind. di Elmas
Z.I.R. VILLACIDRO	Aggl. Ind. di Villacidro
N.I. SULCIS IGLESIENTE	Aggl. Ind. di Portovesme
N.I. ORISTANESE	Aggl. Ind. Centro-Nord-Sud
Z.I.R. MACOMER	Aggl. Ind. di Tossilo
A.S.I. SARDEGNA CENTRALE	Aggl. Ind. di Ottana
A.S.I. SASSARI	Aggl. Ind. di Porto Torres
N.I. OLBIA	Aggl.Ind. Olbia

I siti sede di grandi poli industriali, essendo il punto di convergenza di attività che per loro natura generano notevoli quantità di rifiuti (solidi, liquidi e gassosi), sono soggetti a notevoli carichi inquinanti che gravano su un'estensione areale spesso molto limitata.

In Sardegna l'inquinamento dei suoli e delle acque è fondamentalmente attribuibile all'industria chimica, petrolchimica e metallurgica. In virtù di questa considerazione è possibile restringere il campo di analisi agli agglomerati industriali che ospitano queste tipologie di industria, ossia:

-  l'agglomerato industriale di Portovesme;
-  l'agglomerato industriale di Macchiareddu;
-  l'area industriale di Elmas;
-  l'agglomerato industriale di Porto Torres;
-  l'agglomerato industriale di Sarroch;
-  l'area industriale di Ottana;

4.2.2 L'Agglomerato industriale di Portovesme

Le realtà produttive presenti nell'ambito dell'agglomerato industriale di Portovesme, per caratteristiche e tipologie hanno prodotto un rilevante e negativo impatto sul territorio e sull'ambiente. Conseguentemente l'ambito territoriale dei Comuni di Portoscuso, Carbonia, Gonnese, Sant'Antioco e San Giovanni Suergiu, è stato dichiarato "**Area ad elevato Rischio di Crisi Ambientale**", con delibera del Consiglio dei Ministri, in data 30 Novembre 1990, vista l'istanza presentata dalla Regione Sardegna con deliberazione della Giunta n. 22/64 del 16 maggio 1989.

Per rimuovere le situazioni di rischio e promuovere il ripristino ambientale della zona, con D.P.C.M. del 23 Aprile 1993, è stato approvato il "**Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis-Iglesiente**", con il concorso del Ministero per l'Ambiente, del Ministero del Bilancio e della Programmazione economica, del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, della Regione Autonoma della Sardegna, della Provincia di Cagliari e dei Comuni di Carbonia, Gonnese, Portoscuso, Sant'Antioco e San Giovanni Suergiu. Gli stessi soggetti di cui sopra hanno stipulato un'intesa di programma, approvata con Decreto del Presidente della Giunta 3 maggio 1994, n. 144, con cui è stato attivato il suddetto Piano, al fine di realizzare nei territori interessati interventi specifici atti a migliorare la qualità ambientale.

Il Comune di Portoscuso, con il proprio agglomerato industriale di Portovesme, rappresenta un intervento prioritario nel suddetto ambito territoriale, viste la quantità e il tipo delle industrie che vi sono localizzate.

Le finalità degli interventi proposti in tale Piano sono di seguito riassunte:

- A] limitazione delle emissioni puntuali in atmosfera;
- B] limitazione della polverosità diffusa;
- C] realizzazione di adeguate infrastrutture di smaltimento dei rifiuti industriali;
- D] recupero e tutela della quantità dei suoli;
- E] riqualificazione Urbana e Territoriale del Polo Industriale;
- F] recupero della qualità delle acque marine e costiere;
- G] risanamento delle acque superficiali e razionalizzazione degli scarichi;
- H] razionalizzazione degli approvvigionamenti idrici;
- I] recupero della qualità delle acque sotterranee;
- J] recupero e valorizzazione paesaggistica e naturalistica;
- K] sostegno allo sviluppo socio-economico e turistico;
- L] studi e Ricerche;
- M] interventi di supporto e controllo del Piano.

Risale all'ottobre del 2000 il "**Sistema di monitoraggio integrato Q1-1-Risultati**", sempre prodotto nell'ambito del Piano sopra citato, nel quale vengono riportati i risultati e le valutazioni statistiche

delle indagini condotte sulle matrici ambientali aria, suolo e acqua. Si è inoltre tenuto conto degli studi condotti sull' *"Analisi epidemiologica"* di recente esecuzione.

Un'ulteriore indicazione sull'opportunità di procedere alle bonifiche nel territorio in argomento, viene dall'inserimento del Comune di Portoscuso tra i siti di interesse nazionale ai sensi dell'art.1 della Legge 426/98. L'appartenenza a tali siti è stata individuata con il D.M. Ambiente 18 settembre 2001, n. 468, recante il "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale", dal quale risulta, negli allegati E ed F, l'inserimento del territorio del "Sulcis-Iglesiente-Guspinese".

Gli interventi di interesse nazionale, per i quali il suddetto programma disciplina e prevede il concorso pubblico, sono quelli di messa in sicurezza d'emergenza, di bonifica, di messa in sicurezza permanente e di ripristino ambientale, effettuati ai sensi del D.M. 471/99.

Con il successivo Decreto del Ministero dell'Ambiente 12 marzo 2003, viene individuata la *"Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese"* viene fornita una cartografia ufficiale in scala 1: 500.000 della perimetrazione provvisoria degli ambiti territoriali inseriti. Da questa si evince l'appartenenza a tale ambito di tutto il territorio del Comune di Portoscuso.

Le informazioni raccolte nel paragrafo corrente, traggono origine, per la maggior parte, dai documenti sopra richiamati, ai quali si rimanda per tutti i dettagli.

4.2.2.1 Descrizione dell'area

L'intero agglomerato industriale si sviluppa su un'area complessiva di 350 ha ed è situato ad una distanza di circa 1,5 Km ad est del centro abitato di Portoscuso. Esso dista inoltre circa 12 km dal centro abitato di Carbonia e 15 Km da quello di Sant'Antioco, dove è presente un insediamento industriale di rilievo di proprietà della Seamag (attualmente inattivo).

Come riportato nella sezione del "Piano Regionale di gestione dei rifiuti" relativa ai rifiuti speciali, in quest'area viene prodotta la stragrande maggioranza dei residui dell'industria metallurgica. Questi residui sono caratterizzati, in generale, da elevati tenori di metalli pesanti e quindi elevata tossicità. La zona risulta fortemente compromessa anche dal punto di vista dell'inquinamento atmosferico per la notevole presenza di emissioni.

QUALITÀ DELLE MATRICI AMBIENTALI

Al fine di valutare gli impatti che le attività antropiche hanno avuto sul territorio si è avviato il controllo sullo stato della qualità delle principali componenti ambientali, quali acqua, aria, suolo e vegetazione.

Pertanto, al fine di predisporre uno strumento di gestione e controllo degli interventi atti ad abbattere l'inquinamento e favorire il ripristino ambientale, si è avviato un monitoraggio costante sulle suddette matrici ambientali, predisponendo un modulo di valutazione capace di definire indici di qualità specifici per ogni componente indagata.

Quindi, attraverso l'analisi dei "parametri di controllo", è stata effettuata una valutazione dei fenomeni di inquinamento in atto e della loro evoluzione in rapporto alle componenti ambientali di seguito descritte:

- ⇒ aria;
- ⇒ acque superficiali, sotterranee e costiere;
- ⇒ suoli.

Al fine di illustrare l'interazione esistente tra tutti i centri di pericolo presenti nell'area industriale e le sopraccitate componenti si riporta di seguito una breve descrizione dei monitoraggi effettuati, per i cui dettagli si rimanda all'elaborato, aggiornato all'ottobre del 2000, relativo ai "Risultati dei Monitoraggi ambientali" predisposto nell'ambito dell'Attuazione del Piano di disinquinamento dell'area ad elevato rischio di crisi ambientale - Sistema di Monitoraggio integrato Q1-1.

QUALITÀ DELL'ARIA

Il monitoraggio della qualità dell'aria è stato condotto al fine di valutare le ricadute al suolo degli inquinanti, attraverso l'elaborazione dei dati provenienti da centraline appartenenti a 3 diverse reti di monitoraggio (rete regionale, rete ENEL, rete Portovesme s.r.l.).

Gli ultimi dati disponibili mostrano che per l'anno 1998 le emissioni totali dei principali inquinanti sono globalmente inferiori a quelle calcolate per il 1990, evidenziando nel complesso una lieve flessione nei valori totali delle emissioni.

QUALITÀ DELLE ACQUE

Attraverso una sistematica e contestuale campionatura sia all'interno dell'area industriale di Portovesme sia nell'area vasta circostante, è stato effettuato, con cadenza mensile da giugno ad ottobre del 2000, il controllo della qualità delle acque superficiali e sotterranee.

I campioni prelevati dalle due distinte reti di monitoraggio (area industriale ed area vasta) sono stati analizzati dal laboratorio chimico della Progemisa S.p.a., con riferimento ai parametri utili per l'individuazione della classe di qualità a cui l'acqua appartiene.

La caratterizzazione ambientale è stata condotta tenendo conto della presenza dei centri di pericolo (CDP) in tutta l'area, individuati come tutte le attività che generano o possono generare e/o trasmettere un impatto sulle acque.

In sintesi sono state individuate le seguenti tipologie di CDP che possono avere influenza sui corpi idrici:

- 🗑️ insediamenti industriali;
- 🗑️ discariche di rifiuti e assimilabili;
- 🗑️ attività minerarie ed estrattive;
- 🗑️ insediamenti urbani;
- 🗑️ vie di comunicazione ed infrastrutture di collegamento;
- 🗑️ attività agricole;
- 🗑️ attività zootecniche;
- 🗑️ attività antropiche diverse che possono inquinare i corpi idrici.

L'intero insediamento industriale è considerato un centro di pericolo, così come tutte le discariche ivi ubicate, vista la possibilità di influenzare significativamente i corpi idrici.

Meritano una specifica menzione le *vie di comunicazione ed infrastrutture di collegamento* sopra indicate come centri di pericolo. Nel territorio in esame, infatti, diversi fondi stradali sono stati realizzati con l'utilizzo di sterili di industria (scorie waeltz), provenienti dallo stabilimento SAMIM (ora Portovesme s.r.l.) ubicato nella zona industriale di Portovesme. Le strade interessate sono localizzate nella pineta di Crobettanedda-Baccu Ollastru presso l'abitato di Paringianu e in località S'Ega de Chiccu Sedda. Attualmente le analisi effettuate dal PMP di Portoscuso non evidenziano inquinamento delle acque legato al rilascio dei materiali utilizzati per la realizzazione di tali strade, tuttavia, visti gli ingenti volumi impiegati, si è ritenuto opportuno considerare tali siti come centri di pericolo.

Con le stesse tipologie costruttive appare realizzato il cosiddetto *Piazzale Samim*, ubicato in ambito urbano.

L'inquinamento agricolo considerato nello studio sopra citato è di tipo puntuale è riferito all'utilizzo di fertilizzanti e fitofarmaci nelle tecniche di miglioramento del raccolto.

Di tipo puntuale è anche l'inquinamento dovuto alle aziende zootecniche, che risulta legato essenzialmente alla produzione e smaltimento di letame e rifiuti. Questo, tuttavia, non appare legato ai parametri individuati dal D.M. 471/99.

I risultati ottenuti hanno portato ad individuare tre distinti fenomeni di contaminazione all'interno dell'area industriale:

- ***ingressione marina*** causata dall'eccessivo sfruttamento della falda acquifera da parte dei pozzi presenti all'interno degli stabilimenti industriali, testimoniata dall'elevato contenuto di sodio, cloruri, solfati e magnesio e dall'alto valore della conducibilità, rilevati nella maggiore parte dei pozzi esaminati;
- ***inquinamento della falda*** in alcuni pozzi (Eurallumina e Portovesme s.r.l.) causato dall'utilizzo della soda nei cicli produttivi dell'Eurallumina, testimoniata dagli elevati tenori di sodio e dagli alti valori di pH riscontrati;
- ***inquinamento da metalli pesanti (zinco, piombo e cadmio)*** delle acque di alcuni pozzi situati all'interno degli stabilimenti della Portovesme s.r.l. e della Eurallumina S.p.A.

Le indagini svolte nell'area vasta mostrano una situazione particolarmente complessa dovuta alla presenza di corpi idrici differenti e diversi centri di pericolo. Nello specifico si sono individuate le seguenti peculiarità:

- elevati valori di cloruri, sodio e magnesio;
- elevati valori di ferro e manganese dovuti sia alle mineralizzazioni di origine naturale sia alla presenza dei centri di pericolo (CDP);
- elevati valori di zinco, cadmio e manganese dovuti al dilavamento dei suoli contaminati dai CDP presenti in tutta l'area industriale;
- alti valori di COD per contaminazione di natura organica.

QUALITÀ DEI SUOLI

Lo studio sui suoli ha sviluppato l'analisi dei terreni circostanti l'agglomerato industriale ottenendo i seguenti risultati:

- nelle aree in località *Concali Arrubiu* e *Ovile Figus*, prospicienti la zona industriale, sono stati riscontrati alti valori di cadmio piombo e zinco, con tenori che superano in limiti richiesti dal D.M. 471/99 per i siti ad uso verde pubblico e privato e, per il cadmio, i valori hanno mostrato il superamento dei limiti previsti per i siti ad uso commerciale ed industriale;
- in riferimento ai valori di cadmio, piombo e zinco si rileva che gli stessi hanno ecceduto i limiti previsti per i siti ad uso verde e pubblico, di cui al D.M. 471/99, nelle località denominate *Cannoni*, *Sa Piramide*, *Strada* e *Foxi*, *Case Cacciarru* e per il solo piombo in località *Carbonaixia*.

- I valori di fluoro hanno presentato un andamento piuttosto regolare in tutte le aree indagate mostrando tenori che superano i limiti richiesti per i siti ad uso verde pubblico senza eccedere quelli previsti per i siti industriali.

Si evidenzia che le campionature eseguite sono rappresentative di un piccolo intorno nella zona del prelievo senza fornire precise e definitive indicazioni sull'area estesa da un punto all'altro dell'area di monitoraggio.

4.2.2.2 Principali industrie

I principali insediamenti dell'agglomerato industriale di Portovesme sono costituiti da attività riconducibili ai settori energetico e metallurgico, con dimensioni ragguardevoli per produzioni annue che determinano, nell'attuazione dei diversi processi, un insieme di carichi (atmosferici, idrici e di rifiuti) che vanno ad impattare negativamente sull'ambiente circostante.

I principali insediamenti sono di seguito elencati:

1. Lo stabilimento *Eurallumina*, per la produzione di allumina a partire da Bauxite;
2. La *centrale termoelettrica Sulcis* dell'*ENEL*;
3. La *centrale termoelettrica Portoscuso* dell'*ENEL*;
4. Lo stabilimento *ALCOA Trasformazioni s.r.l. (ex ALUMIX*, che ha mantenuto parte dell'area dello stabilimento), per la produzione di alluminio primario mediante elettrolisi dell'allumina;
5. Lo stabilimento *ILA (ex Nuova COMSAL)* che produce laminati in alluminio;
6. Lo stabilimento *Portovesme S.r.l. (ex Enirisorse, ex Nuova Samim)* per la produzione di zinco, piombo e cadmio.

Con riferimento all'area Alumix occorre specificare che, una volta cessata l'attività, lo sviluppo planimetrico dell'area venne suddiviso in due zone adiacenti. Una zona centrale a nord dove attualmente è ubicata la discarica dismessa Alumix, mentre la zona a sud è diventata l'attuale stabilimento Alcoa Trasformazioni s.r.l..

I suddetti insediamenti gravitano sul porto di Portovesme, che oltre alla valenza industriale svolge anche una importante funzione turistico-commerciale (collegamento continuo con Carloforte nell'antistante isola di S. Pietro mediante traghetti per trasporto persone e auto).

Gli insediamenti citati possono essere considerati i principali centri di pericolo (CDP), descritti e richiamati nel precedente paragrafo 4.2.2.1..

Le principali fonti di inquinamento che si possono trovare all'interno degli insediamenti industriali sono di seguito riassunti:

- ❑ stoccaggio inadeguato delle materie prime;
- ❑ perdite degli impianti di trattamento;
- ❑ perdite dei serbatoi fuori terra ed interrati;
- ❑ perdite di sottoservizi e servizi igienici;
- ❑ perdite da officine e parcheggi;
- ❑ scarichi incontrollati sul suolo di scarti di lavorazione, fanghi, rifiuti solidi e liquidi;
- ❑ scarichi liquidi non trattati;
- ❑ emissione nel sottosuolo (accidentale e/o organizzata) di rifiuti liquidi;
- ❑ ricaduta degli aerosol emessi in atmosfera.

Oltre agli insediamenti succitati sono presenti nell'area industriale di Portovesme attività industriali ed artigianali minori che operano nella fabbricazione e lavorazione dei prodotti metallici tra cui:

- ⇒ GENERAL METALMECCANICA IMPIANTISTICA SARDA
- ⇒ SICMI
- ⇒ CMT
- ⇒ ANTICORROSIONE SARDIGNA
- ⇒ COIMA

L'area denominata Coima è stata, nel settembre 1996, sottoposta a sequestro dalla Magistratura in quanto si denunciava l'avvenuta discarica di materiali provenienti da attività industriali. Il sito in argomento, di superficie pari a circa 5000 m², è ubicato in località Nuraxi Attori ed è interessato dal deposito provvisorio di parti meccaniche e dei residui dell'attività lavorativa che si svolge nei capannoni prospicienti il sito stesso. Tale attività, che si svolge dal 1978, interessa il settore delle manutenzioni presso le industrie dislocate nell'area di Portovesme e quello della carpenteria metallurgica. Allo stato attuale è in corso l'esecuzione di una indagine ambientale al fine di accertare lo stato di contaminazione delle matrici ambientali e l'eventuale inserimento del sito tra i siti inquinati ai sensi del D.M. 471/99. Questi piccoli insediamenti possono essere considerati dei CDP secondari ma non trascurabili.

4.2.2.3 Siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante

Dai dati disponibili, aggiornati all'ottobre 2002 e redatti dal Ministero dell'Ambiente in collaborazione con l'ANPA – Dipartimento rischio tecnologico naturale, è possibile individuare all'interno dell'agglomerato industriale 3 stabilimenti industriali suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15 comma 4 del D.Lgs. 334/1999. Due di questi sono impegnati in attività di acciaieria e processi metallurgici in genere, il terzo opera nel campo energetico, come risulta dalla Tabella 4-1.

Rif. Digs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.6	Portoscuso	I.L.A. INDUSTRIE LAMINAZIONE ALLUMINIO S.p.A	Acciaierie e impianti metallurgici
Art.6	Portoscuso	ENEL PRODUZIONE S.p.A	Centrale termoelettrica
Art.6	Portoscuso	PORTOVESME s.r.l.	Acciaierie e impianti metallurgici

Tabella 4-1: Agglomerato industriale di Portovesme - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334

4.2.2.4 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Con riferimento al meccanismo innescato dall'art.9 del D.M. 471/99, nell'ambito dell'agglomerato industriale di Portovesme sono numerose le società che per i propri siti hanno fatto ricorso a tale procedura. Tra queste alcune hanno già portato avanti le indagini per valutare il reale stato di contaminazione del sito al fine di effettuare una caratterizzazione completa delle componenti ambientali interessate per poi procedere, attraverso i meccanismi e le procedure del D.M. sopra citato alla realizzazione dei progetti di risanamento.

Le società che operano in quest'area hanno più siti di pertinenza e per ognuno di questi è stata presentata notifica ai sensi del suddetto art. 9 come risulta dalla tabella di seguito riportata.

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Attività
EURALLUMINA S.P.A.	Stabilimento <i>(Scheda I 19)</i>		Sede degli impianti industriali operanti nel ciclo di produzione di alluminio a partire dalla bauxite
	Bacino "Sa Foxi" <i>(Scheda D, 07)</i>	Esterno allo stabilimento	Discarica autorizzata di tipo 2B, nella quale vengono smaltiti i residui di lavorazione dei cicli produttivi dello stabilimento (Fanghi rossi - Sabbie e scaglie -Fanghi depurazione acque reflue - Rifiuti fonderia a sale Refrattari - Residui pulizia imp.)
PORTOVESME S.R.L.	Stabilimento <i>(Scheda I 20)</i>		Sede degli impianti industriali operanti nella sinterizzazione dei metalli e loro leghe (metallurgia delle polveri)
	Vasche fanghi <i>(Scheda D, 08)</i>	Interno allo stabilimento	Impianto di stoccaggio mediante deposito preliminare dei rifiuti speciali pericolosi provenienti dal processo idrometallurgico dello zinco.
	Carbonile Monteponi <i>(Scheda I 21)</i>	Esterno allo stabilimento	Capannone portuale di pertinenza dello stabilimento.

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Attività
SYNDIAL (ex Enirisorse s.p.A., ex Enichem)	Discarica "Sa Piramide" <i>(Scheda D, 09)</i>	Esterna allo stabilimento	Discarica di tipo 2B chiusa contenente rifiuti costituiti dagli scarti di lavorazione dell'impianto metallurgico della Portovesme s.r.l.
ALUMIX IN LIQUIDAZIONE	Discarica <i>(Scheda D, 10)</i>	Interna allo stabilimento	Discarica che raccoglie gli scarti di lavorazione di un processo di produzione di metalli non ferrosi di prima e seconda fusione: prima trasformazione dei metalli non ferrosi

Tabella 4-2: Agglomerato industriale di Portovesme - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.2.2.5 Siti industriali di discarica di rifiuti

Nell'ambito di tutta l'area industriale trovano ubicazione 4 siti industriali utilizzati nel passato per lo smaltimento dei rifiuti industriali. Tra questi solo la discarica gestita dalla società *Eurallumina S.p.A.* risulta ancora in esercizio e al proprio interno possono essere smaltiti i residui di lavorazione dei cicli produttivi dello stabilimento omonimo ovvero fanghi rossi di produzione allumina, sabbie, rifiuti classificati ai sensi del D.L.vo 22/97 come "speciali non pericolosi".

Il sito di discarica denominato "*Sa Piramide*" attualmente di proprietà della *Syndial S.p.A.* (ex *Enirisorse S.p.A.* ex *Singea S.p.A.* ex *Enichem*) è stato nei tempi pregressi a servizio dello stabilimento produttivo di piombo e zinco operante nell'area industriale. L'attività di discarica, esercita dal 1971 è terminata nel 1992, anno nel quale è stata chiusa e messa in sicurezza.

Nella ex discarica *Alumix* confluivano invece i rifiuti derivanti dai processi di lavorazione dei metalli non ferrosi di prima e seconda fusione dello stabilimento omonimo, diventato l'attuale *Alcoa Trasformazioni s.r.l.*

Il *Deposito delle ceneri dell'ENEL*, ubicato tra il porto industriale e il bacino fanghi rossi, ospita gli scarti (ceneri) del processo di produzione di energia elettrica dell'adiacente Centrale ENEL e risulta dismesso. Negli anni '90 la maggior parte delle ceneri sono state rimosse e conferite a discarica autorizzata di tipologia 2B.

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Status	Tipo di attività produttiva a cui si riferisce
EURALLUMINA S.P.A.	Bacino "Sa Foxi"	Esterno allo stabilimento	In esercizio	Produzione di prodotti chimico-estrattivi e chimico-mineralurgici
SYNDIAL (ex Enirisorse S.p.A. ex Singea S.p.A. ex ENICHEM)	Discarica "Sa Piramide"	Esterna allo stabilimento	Dismessa	Raccoglie gli scarti di lavorazione dell'impianto metallurgico della Portovesme s.r.l. quindi si riferisce ad una attività di sinterizzazione dei metalli e loro leghe (metallurgia delle polveri)
ALUMIX IN LIQUIDAZIONE	Discarica	Interna allo stabilimento	Dismessa	Raccoglie gli scarti di lavorazione di un processo di produzione di metalli non ferrosi di prima e seconda fusione: prima trasformazione dei metalli non ferrosi
ENEL CTE SULCIS	Deposito ceneri (Scheda D, 11)	Esterna allo stabilimento	Dismessa	Produzione e distribuzione di energia elettrica

Tabella 4-3: Agglomerato industriale di Portovesme - Siti industriali di discarica di rifiuti tossico nocivi e speciali

4.2.2.6 Siti industriali di stoccaggio di rifiuti

All'interno e/o all'esterno degli stabilimenti industriali presenti nell'agglomerato industriale, trovano ubicazione diversi siti di stoccaggio provvisorio (deposito preliminare), a servizio delle attività produttive. Nello specifico, con riferimento alle principali industrie individuate al paragrafo 4.2.2.2, si rileva che 5 stabilimenti su 6 hanno dei siti di stoccaggio provvisorio all'interno dell'area del proprio stabilimento, per un totale di 10 siti di stoccaggio di rifiuti.

Nei 5 siti di stoccaggio della *Centrale termoelettrica del Sulcis* trovano sistemazione rifiuti quali, accumulatori al piombo, diluenti e solventi contenenti componenti clorurati, materiali contenenti amianto, rifiuti solidi inquinati da PCB e/o PCT.

Nei 2 siti di stoccaggio ubicati all'interno dello stabilimento della *Portovesme s.r.l.* trovano sistemazione le polveri di abbattimento dei fumi di fonderia e i fanghi provenienti dal processo idrometallurgico dello zinco e destinati al riutilizzo all'interno dello stabilimento.

Nei 2 siti di stoccaggi ubicati nell'area *ex Alumix* e attuale *Alcoa Italia S.p.A.* trovano sistemazione i prodotti catramosi derivanti dal processo produttivo, le polveri di abbattimento fumi e i residui di sale esausto e scorie.

Nell'unica area di stoccaggio presente nell'area dello stabilimento della *ILA (ex nuova COMSAL)* trovano sistemazione i diluenti e i solventi utilizzati per le operazioni di pulizia.

Il quadro riassuntivo è riportato nella Tabella 4-4 di seguito proposta.

Società	Tipo di Attività Produttiva	N° siti di stoccaggio provvisorio	Ubicazione
ENEL CTE SULCIS	Produzione e distribuzione di energia elettrica	5	Interna allo stabilimento
PORTOVESME S.R.L.	Sinterizzazione dei metalli e loro leghe	2	Interna allo stabilimento
ALCOA ITALIA S.P.A. (EX ALUMIX)	Produzione di metalli non ferrosi di prima e seconda fusione: prima trasformazione dei metalli non ferrosi; laminazione, stiratura, trafilatura, estrusione e altre lavorazioni.	2	Interna allo stabilimento
ILA (ex Nuova COMSAL)	Produzione di metalli non ferrosi di prima e seconda fusione: prima trasformazione dei metalli non ferrosi; laminazione, stiratura, trafilatura, estrusione e altre lavorazioni.	1	Interna allo stabilimento

Tabella 4-4 Agglomerato industriale di Portovesme - Siti industriali di stoccaggio di rifiuti tossico nocivi e speciali

4.2.2.7 Siti industriali dismessi

Le strutture industriali ubicate all'interno dell'agglomerato industriale che hanno cessato l'attività produttiva sono di seguito descritte e riepilogate nella Tabella 4-5.

Lo stabilimento della *Metallotecnica*, situato accanto alle strutture della ILA, nei pressi del porto industriale, si occupava di lavorazioni di carpenteria metallica, attività interrotta nel 1988 circa. Le aree di pertinenza vennero scisse in due e acquisite rispettivamente dalla Felca e dalla Alusar. L'attività produttiva non risulta ad oggi essere ripresa. Inoltre parte dell'area acquisita dalla Felca venne ceduta alla vicina Alcoa Italia S.p.A..

L'ex *SIEM s.r.l.*, ubicata in vicinanza dell'area urbana, ha abbandonato i cantieri nei quali svolgeva la propria attività industriale metalmeccanica, cessata ormai da tempo. A seguito di tale abbandono e per la presenza in loco di notevoli quantità di rifiuti solidi e liquidi, il Comune di Portoscuso, con propria ordinanza, intimò al curatore fallimentare dello stabilimento di attivare le procedure di rimozione e avvio al recupero dei rifiuti allocati e la contestuale bonifica del sito dello stabilimento. Dalla conseguente indagine ambientale condotta nel sito dello stabilimento ex SIEM scaturì la presentazione all'Amministrazione comunale di Portoscuso di un piano di intervento per la rimozione dei rifiuti abbancati, il loro conferimento ad idonea discarica autorizzata, la decorticazione dell'area con smaltimento del terreno inquinato e delle coperture in cemento-amianto. Tale piano venne approvato dal Comune di Portoscuso che autorizzò gli interventi. A seguito di alcuni sopralluoghi effettuati dall'organo di controllo provinciale, emerse la non congruità alla normativa vigente in materia di bonifica siti inquinati (D.M. 471/99) degli interventi proposti e in parte realizzati sui suoli dell'ex SIEM. Dagli atti sopraccitati, si evince inoltre che le aree ex SIEM sono state acquisite dalla società Bonifiche.com.

L'area denominata "ex *Alures*", attualmente di proprietà della società Alcoa Trasformazioni s.r.l., faceva parte integrante dell'area dello stabilimento Alumix, che, cessata l'attività, cedette gli impianti all'Alcoa appunto, ad eccezione della cosiddetta discarica Alumix che rimase di proprietà dell'Alumix in liquidazione. Nell'area ex *Alures* venivano condotte attività di ricerca e sviluppo

industriale, a servizio dello stabilimento nel quale avveniva la produzione di alluminio primario mediante elettrolisi dell'allumina.

Società	Denominazione sito	Status	Tipo di attività produttiva a cui si riferisce
BONIFICHE.COM (EX SIEM S.R.L.)	Stabilimento industriale	Dismesso	Cantiere Metalmeccanico
Metallotecnica	Stabilimento industriale	Dismesso	Lavorazioni di carpenteria metallica
Alcoa Trasformazioni s.r.l. (ex Alumix)	"ex Alures" <i>(Scheda I 22)</i>	Dismesso	Attività di ricerca e sviluppo industriale

Tabella 4-5: Agglomerato industriale di Portovesme - Siti industriali dismessi

4.2.2.8 Aree industriali in cui sono in corso attività di bonifica

Nell'ambito dell'area industriale da tempo vengono portate avanti iniziative di recupero del degrado ambientale a carico delle matrici ambientali. Tra gli interventi promossi alcuni hanno seguito la procedura indicata dal recente D.M. 471/99, altri hanno realizzato interventi con procedure ante D.M. 471/99. Tra questi ultimi si individuano procedure ultimate e altre interrotte e poi riprese sempre nei termini dello stesso D.M. 471/99.

Rispetto al complesso panorama illustrato nei precedenti paragrafi è possibile ricostruire gli interventi di bonifica in atto, dei quali viene dato il quadro generale nella tabella di seguito riportata.

Il progetto di bonifica relativo ai suoli adiacenti l'ex *Carbonile di Monteponi* di attuale proprietà della Portovesme s.r.l., è stato presentato all'Amministrazione comunale dalla allora proprietaria Enirisorse S.p.A., la quale ha ottenuto, dalla stessa Amministrazione, l'approvazione del suddetto progetto e l'autorizzazione ad eseguire gli interventi di bonifica.

La scelta progettuale adottata privilegiava la totale asportazione della porzione di suoli e dei rifiuti in esso abbancati considerati inquinati. In tale progetto era prevista la bonifica dei suoli, con decorticamento superficiale mediante macchine operatrici, dell'adiacente area di proprietà comunale e ospitante l'ex istituto Minerario.

L'area ospitante l'ex *discarica Alumix*, è stata oggetto di numerose indagini ambientali, intraprese prima dell'entrata in vigore del D.M. 471/99. Da tale data, tuttavia, le indagini e gli studi già realizzati vennero riformulati ai sensi del succitato decreto e l'iter procedurale seguito portò, nell'agosto del 2001, il Comune di Portoscuso ad approvare il progetto di bonifica della suddetta area.

Come già anticipato nel paragrafo 4.2.2.5, il sito di discarica denominato "*Sa Piramide*" attualmente di proprietà Syndial S.p.A. (ex *Enirisorse S.p.A.* ex *Singea S.p.A.* ex *Enichem*) venne messo in sicurezza all'atto della sua chiusura, che risale al 1992. In sintesi l'attività progettuale e

l'effettiva realizzazione prevedeva un intervento di capping superficiale e regimentazione delle acque meteoriche e di corrivazione, al fine di impedire la formazione di percolato e il diffondersi degli inquinanti raccolti all'interno della discarica. A tali opere si affiancarono quelle di monitoraggio atte a verificare la tenuta dell'impermeabilizzazione e l'effettivo raggiungimento degli obiettivi di messa in sicurezza. Proprio la costante e continua azione di monitoraggio ha permesso di accertare l'esistenza di numerosi punti critici nel sistema di isolamento degli inquinanti adottato in prima istanza.

Pertanto, a tale intervento ha fatto seguito una nuova indagine e caratterizzazione ambientale, attivata nel luglio 2001 ai sensi del D.M. 471/99, alla quale fece seguito, un nuovo progetto preliminare e definitivo di messa in sicurezza della discarica.

Società	Denominazione sito	Status	Tipo di procedura	Importo stimato/accertato	Stato di attuazione
CARBONILE DI MONTEPONI	Suoli adiacenti	Dismesso	Art. 17 D.Lvo n. 22/97		Progetto di bonifica approvato dal Comune di Portoscuso – In attesa dell'inizio dei lavori
ALUMIX IN LIQUIDAZIONE	Discarica	Dismessa	D.M. 471/99	€ 35.284.420	Progetto definitivo approvato dal Comune di Portoscuso – In attesa dell'inizio dei lavori
SYNDIAL (ex Enirisorse S.p.A. ex Singea S.p.A. ex ENICHEM)	Discarica "Sa Piramide"	Dismessa	Ante D.M. 471/99		Progetto redatto con criteri ante 471/99 e realizzato sotto controllo e approvazione degli organi competenti. Intervento già realizzato

Tabella 4-6 Agglomerato industriale di Portovesme - Siti in cui sono in corso attività di bonifica

4.2.3 Area industriale di Porto Torres

Le aree industriali di Porto Torres sono state inserite, con l'art. 14 della Legge 31 luglio 2002, n. 179 recante "Disposizioni in materia ambientale" tra gli interventi di bonifica di interesse nazionale di cui alla Legge 426/98.

Ai sensi dell'art. 1, comma 4 della Legge 426/98 gli ambiti dei suddetti interventi devono essere perimetrati dal Ministero dell'Ambiente, sentiti i Comuni interessati.

L'iter procedurale prevede che i siti di interesse nazionale vadano inseriti in un programma di finanziamento nazionale. Allo stato attuale il sito di Porto Torres non è stato ancora inserito nel programma dei finanziamenti in quanto occorre procedere preliminarmente alla perimetrazione dei siti, attività, quest'ultima, ancora in corso.

Il Comune di Porto Torres ha provveduto all'invio di una proposta di perimetrazione al Ministero dell'Ambiente sulla base dello studio preliminare dell'area in esame basandosi sulla raccolta di dati e informazioni riguardanti:

- aree oggetto di autodenuce ai sensi del D.M. 471/99 art.9;

- aree definibili come potenzialmente inquinate a causa del contatto accidentale o continuativo con le sostanze provenienti dalle attività indicate nell'allegato A del D.M. 16.05.1989;
- aree interessate da interventi meteorici eccezionali che hanno provocato inquinamenti indotti del suolo e delle acque sotterranee;
- aree interessate da rilasci incidentali o dolosi di sostanze pericolose;
- aree industriali dismesse;
- aree interessate da discariche gestite non correttamente;
- aree, anche a destinazione agricola, interessate da spandimento non autorizzato di fanghi e residui pericolosi, nonché da ricadute di inquinanti;
- aree interessate da operazioni di adduzione e stoccaggio di idrocarburi;
- aree interessate da presenza di amianto.

Con decreto del Ministero dell'Ambiente del 7 febbraio 2003 si è proceduto alla perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale dell'area industriale di Porto Torres ricadente nell'ambito dei Comuni di Sassari e Porto Torres.

4.2.3.1 Descrizione dell'area

La Zona industriale di Porto Torres è situata nel Comprensorio Nord-Occidentale della Sardegna, racchiuso tra i Comuni di Sassari, Porto Torres e Stintino, in una superficie di 708 Km² ed una popolazione residente di circa 150.000 abitanti. Il Consorzio Industriale che sovrintende allo sviluppo industriale ricomprende anche l'area industriale di Alghero.

L'area industriale di Porto Torres è certamente la più importante dal punto di vista delle immissioni nell'ambiente di pericolosi inquinanti, in quanto vi si trovano concentrati un complesso petrolchimico ed un insieme di altre piccole industrie, nelle immediate vicinanze di una Centrale di produzione di energia dell'ENDESA.

PRINCIPALI CAUSE DI CRISI AMBIENTALE DELLA ZONA INDUSTRIALE DI PORTO TORRES

Una recente indagine eseguita dall'Amministrazione Provinciale di Sassari, basata sulla sintesi delle conoscenze già acquisite dell'inquinamento in atto nella Zona industriale ubicata in Comune di Porto Torres, ha individuato una serie di interventi operativi che, se attuati, possono incidere positivamente su una situazione che tutti ormai sentono come insostenibile.

Infatti è stato evidenziato il persistere delle negatività che incombono su questo territorio, imputabili ai limiti di funzionamento del depuratore delle acque reflue industriali e civili di proprietà dell'A.S.I., alla scarsa funzionalità del sistema fognario urbano ed industriale, alle manchevolezze nel sistema di innocuizzazione dei fanghi da depurazione, allo stoccaggio

incontrollato di rifiuti speciali pericolosi. Tutte queste cause vanno a sommarsi a fenomeni di diffusione di emissioni molto concentrate in sostanze e miscele altamente persistenti ed offensive che, soprattutto in relazione alla bassa soglia olfattiva dell'idrogeno solforato, sono immediatamente rilevabili da parte della popolazione con i conseguenti gravi problemi in ordine ai fastidi derivanti, senza considerare i problemi sanitari. La situazione di compromissione ambientale si riscontra anche con una semplice visita alle aree sottovento al depuratore consortile o alle discariche di stoccaggio dei fanghi ed al molo industriale, destinato al trasporto dei secchi. Il disagio è misurato anche dalle più recenti analisi chimiche commissionate dalla Provincia di Sassari ed altre ancora eseguite direttamente dall'Azienda Unità Sanitaria Locale n° 1 di Sassari, le quali evidenziano la presenza nell'aria di idrogeno solforato e sostanze chimiche organiche di sintesi.

Alla luce di queste considerazioni si riporta un elenco delle cause dell'inquinamento dell'intera area:

- a) emissioni di composti solforati di biodegradazione anaerobica derivanti dalla presenza nelle acque di falda di ingenti concentrazioni di idrogeno solforato;
- b) emissioni di composti industriali e/o da degradazione incontrollata provenienti dalle sacche di sostanze presenti nel terreno industriale, che solubilizzandosi in falda si immettono nell'atmosfera soprattutto nelle aree antistanti i vecchi uffici dell'ASI;
- c) diffusione di sostanze chimiche aromatiche bassobollenti attraverso gli aerosol prodotti dal funzionamento del Depuratore consortile delle acque reflue industriali ed urbane;
- d) emissioni prodotte dalle Discariche controllate di seconda categoria tipo B asservite allo stoccaggio temporaneo e definitivo dei fanghi prodotti dal depuratore consortile;
- e) emissioni di composti gassosi industriali dovuti a particolari situazioni di emergenza o di incidente;
- f) emissioni di composti gassosi industriali dovuti a produzioni sulle quali è necessario approfondire il controllo;
- g) contaminazione dei suoli e delle acque di falda dovute alle produzioni industriali ed a stoccaggi di rifiuti speciali pericolosi per le quali occorre approfondire la conoscenza degli effetti;
- h) induzione di variazioni negli ecosistemi marini a seguito dell'immissione nelle acque del Golfo dell'Asinara delle acque reflue depurate ed acque calde industriali;
- i) presenza di siti interessati da stoccaggio incontrollato di rifiuti speciali pericolosi.

4.2.3.2 Principali industrie

Le attività industriali presenti nell'area sono riconducibili prevalentemente alla produzione di prodotti chimici organici e inorganici e loro derivati e comprendono gli insediamenti produttivi elencati di seguito; ad essi si aggiungono dei siti di stoccaggio idrocarburi e GPL e la Centrale termoelettrica di Fiumesanto che di recente ha fatto emergere un problema di contaminazione a seguito del rilascio accidentale di Orimulsion ora sotto controllo.

1. *Syndial (ex Enichem)*: (stabilimento comprendente 25 impianti di produzione);
2. *EVC* (situato all'interno dello stabilimento Syndial);
3. *Sasol Italy* (situato all'interno dello stabilimento Syndial);
4. *Distoms*;
5. *Laterizi Torres della Sarda Laterizi*;
6. *Esso* (deposito costiero);
7. *Agip* (deposito costiero);
8. *Liquigas* (deposito costiero);
9. *Endesa* (Centrale termoelettrica di Fiumesanto).

4.2.3.3 Siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante

Gli impianti industriali che sono classificabili come attività a rischio di incidente rilevante sono riportati nella tabella seguente:

Rif. Digs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.6	Porto Torres	TORRES PETROLI	Deposito Oli minerali
Art.6	Sassari	ENDESA (ELETTOGEN)	Centrale Termoelettrica
Art.8	Porto Torres	LIQUIGAS SPA	Deposito Gas liquefatti
Art.8	Porto Torres	SYNDIAL SPA (EX ENICHEM)	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.8	Porto Torres	FIAMMA 2000 SPA	Deposito di Gas liquefatti
Art.8	Porto Torres	BUTANGAS SPA	Deposito di Gas liquefatti
Art.8	Porto Torres	EUROPEAN VINYL CORPORATION - ITALIA EVC SPA	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.8	Porto Torres	ENI (EX AGIP PETROLI SPA)	Deposito di oli minerali
Art.8	Porto Torres	SASOL ITALY SPA	Stabilimento chimico o petrolchimico

Tabella 4-7: Area industriale di Porto Torres - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334

4.2.3.4 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Nell'area in esame diverse società hanno manifestato la volontà di procedere alle indagini al fine di valutare lo stato di contaminazione del sito e eventualmente procedere al risanamento. Attraverso il meccanismo della Comunicazione di cui all'art. 9 del D.M. 471/99, si sono attivati mediante la redazione di Piani di Caratterizzazione di massima. Tale procedura è stata seguita dalle seguenti società:

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Attività
SYNDIAL SPA	Stabilimento <i>(Scheda I 01)</i>	Area interna stabilimento	Impianti intermedi, olefine ed aromatici, cloro); Area Elastomeri di Enichem
SASOL ITALY SPA	Stabilimento <i>(Scheda I 02)</i>	Area interna stabilimento	Impianto produzione paraffine
EUROPEAN VINYL CORPORATION-ITALIA EVC SPA	Stabilimento <i>(Scheda I 03)</i>	Area interna stabilimento	Impianti di produzione di Cloruro di Vinile; 1,2 Dicloroetano; polivinilcloruro in emulsione.
DISTOMS S.R.L.	Stabilimento <i>(Scheda I 07)</i>	Area interna stabilimento	Rigenerazione olii esausti
ESSO (DEPOSITO COSTIERO)	Stabilimento <i>(Scheda I 08)</i>	Area interna stabilimento	Stoccaggi gas liquefatti
ENI - AGIP PETROLI SPA (DEPOSITO COSTIERO)	Stabilimento <i>(Scheda I 09)</i>	Area interna stabilimento	Stoccaggi gas liquefatti
APSA DI ALGHERO	Stabilimento <i>Scheda I 30</i>	Area interna stabilimento	Produzione vernici

Tabella 4-8: Area industriale di Porto Torres - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.2.3.5 Siti industriali di discarica di rifiuti

Come riportato nel Piano di Caratterizzazione elaborato dalla società, all'interno dell'insediamento produttivo SYNDIAL (EX ENICHEM) sono presenti delle discariche attualmente attive e alcune oramai chiuse.

La società Enichem con provvedimento Assessoriale del 1987 fu autorizzata alla realizzazione di un sistema di discariche articolate in 3 sezioni:

- sezione 1 di 2^a categoria tipo C di capacità pari a 70.000 m³ costituita da n. 6 vasche, successivamente ampliata con autorizzazione del 1990 per una volumetria di 76.000 m³ nei moduli A, B, e C; allo stato attuale le 6 vasche iniziali risultano essere esaurite e in procinto di essere chiuse e sistemate come da progetto esecutivo elaborato, mentre rimangono in esercizio le vasche A, B;
- sezione 2 di 2^a categoria tipo B capacità pari a 36.000 m³ costituita da una vasca allo stato attuale esaurita e in procinto di essere chiusa e sistemata;
- sezione 3 di 2^a categoria tipo C di capacità pari a 3.000 m³ (per rifiuti provenienti dall'impianto Clorosoda) costituita da una vasca attualmente in esercizio.

Sono presenti in area interna allo stabilimento (sempre nel settore occidentale) la discarica "gessi" e la discarica "esaurita", interessate rispettivamente da un progetto di sistemazione finale, approvati dalla Regione Sardegna e che risultano ad oggi realizzati .

Sulla base delle informazioni riportate nel Piano di Caratterizzazione elaborato dalla Syndial (ex Enichem) risulta che all'interno dello stabilimento insistano diverse aree oggetto di deposito di rifiuti negli anni '70-'80. Tali aree sono state interessate, a detta della Società Syndial, da interventi di bonifica; questi ultimi dovranno essere valutati alla luce delle analisi che verranno effettuate nell'esecuzione del Piano di Investigazione iniziale.

Le discariche dismesse che furono censite dal Piano Ansaldo come discariche non autorizzate di rifiuti industriali sono:

- 1] Enichem Porto Torres, loc. Minciaredda circa 40.000 m³ di fanghi organici (*scheda D1*);
- 2] Enichem –Anic loc. Ferrari volumetria 1.500.000 m³ di solfato di Calcio (*scheda D2*).

4.2.3.6 Siti industriali di stoccaggio di rifiuti

Sulla base delle informazioni riportate nei Piani di Caratterizzazione elaborati dalle rispettive società e dei dati in possesso dell'Assessorato emerge che all'interno del perimetro dei rispettivi stabilimenti sono localizzati i seguenti siti di stoccaggio:

- 1] 2 siti di stoccaggio provvisorio della società Syndial (ex Enichem);

- 2] 5 siti di stoccaggio provvisorio presso la CTE-FIUMESANTO della società Endesa (ex Enel, ex Elettrogen);
- 3] l'area ASI è interessata dal deposito containers di rifiuti speciali pericolosi posti sotto sequestro dall'attività giudiziaria.

4.2.3.7 Siti industriali dismessi

In merito ai siti industriali dismessi va rilevato che una parte cospicua è situata all'interno dello stabilimento Syndial (ex Enichem). Ulteriori aree dismesse sono localizzate nell'area di proprietà EVC, Sasol Italy e Distoms. Nella scheda allegata si riporta un elenco dei principali impianti dismessi e delle sostanze utilizzate, secondo quanto riportato nel Piano di Caratterizzazione del sito Enichem redatto nel marzo 2001. Ulteriori aree dismesse sono localizzate nell'area di proprietà EVC, Sasol Italy e Distoms.

All'interno dell'area industriale insistono diversi stabilimenti dismessi tra cui si cita l'area della Ferromin collegata all'area mineraria di Montiferro-Canaglia.

4.2.3.8 Aree interessate da rilasci incidentali o dolosi di sostanze pericolose

Nell'area in oggetto ricade la Centrale Termoelettrica di Fiume Santo (*Scheda I 04*) nella quale a seguito della rottura di una tubazione all'interno del bacino di contenimento di un serbatoio contenente Orimulsion 400, si è verificata la fuoriuscita del prodotto all'interno del bacino e poi attraverso una trafilatura della parete del bacino di contenimento il prodotto è finito nel terreno sottostante. Il sito è stato parzialmente bonificato anche se permane un inquinamento del sottosuolo residuo stante l'impossibilità di bonificare integralmente trattandosi di un sito con attività industriale in corso.

Ulteriori rilasci accidentali si sono verificati presso i depositi costieri di proprietà della ESSO e della ENI S.p.A. (ex AGIP PETROLI). Dalle indagini eseguite emerge che possa trattarsi di inquinamento passivo a seguito di sversamenti o perdite accidentali da serbatoi, condotte ecc. riconducibili a attività pregresse.

4.2.3.9 Aree industriali in cui sono in corso o sono state attivate attività di bonifica e misure di sicurezza

Relativamente al sito di Porto Torres il Piano Ansaldo individuava come aree di intervento a breve termine le discariche indicate nella tabella di seguito riportata.

Società	Denominazione sito	Status	Tipo di procedura	Importo stimato/accertato	Stato di attuazione
ENICHEM S.P.A.	Discarica industriale "Minciaredda" <i>(Scheda D, 01)</i>	Dismessa	Ante D.M. 471/99	€ 366.684	Progetto approvato dalla RAS-Ass.to Difesa dell'Ambiente- Intervento eseguito
ENICHEM S.P.A.	Discarica industriale "Cava Gessi" <i>(Scheda D, 02)</i>	Dismessa	Ante D.M. 471/99	€ 2.814.690	Progetto approvato - Intervento eseguito
Provincia di Sassari	Porto industriale <i>(Scheda Ip 01)</i>		Sperimentale		In fase di predisposizione progetto

Tabella 4-9 Area industriale di Porto Torres - Siti in cui sono in corso attività di bonifica

Le suddette aree venivano classificate come aree contaminate da RTN e Rifiuti Speciali.

In merito alla discarica nota come "cava gessi" si è proceduto alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza di emergenza come meglio dettagliato nella scheda allegata. Anche in merito alla discarica Minciaredda sono stati messi in atto degli interventi di sistemazione finale dell'area che possono configurarsi come primi interventi di messa in sicurezza di emergenza del sito che richiedono tuttavia successivi interventi alla luce del D.M. 471/99.

In merito alla situazione del Porto industriale (più noto come fenomeno della "polla") occorre evidenziare che è stato finanziato da parte dell'Amministrazione Regionale un intervento consistente in attività di sperimentazione ai fini della captazione dei gas sotterranei inquinati presso quelle aree del molo industriale già oggetto di indagine ed il loro trasferimento all'esterno per la depurazione. Tra le attività previste vi è anche l'approfondimento della ricerca tesa a determinare le cause del fenomeno.

Vanno rilevati inoltre gli interventi di misure di sicurezza eseguiti nel sito industriale "Endesa" e nel sito ex Enichem come meglio specificate nella schede allegate relative ai siti in esame.

4.2.4 Area industriale di Assemini

4.2.4.1 Descrizione dell'area

La zona di agglomerazione industriale di Macchiareddu è sede di grandi, piccole e medie industrie e attività di servizio alla produzione. E' servita dal porto industriale di Cagliari ed è in grado di offrire una gamma completa di servizi all'industria. Si estende su una piana posta di fronte alla città di Cagliari. E' dotata di una rete viaria interna di circa 35 Km ed è collegata all'aeroporto di Cagliari-Elmas, a Cagliari e ai principali nodi stradali della Sardegna.

L'area è limitrofa allo stagno di S. Gilla oggetto negli anni '80 di un importante intervento di bonifica a carico della Regione causato dall'inquinamento industriale e minerario.

4.2.4.2 Principali industrie

Lo stabilimento industriale di proprietà dell'Enichem costituisce la più estesa area industriale. Lo stabilimento è inserito nell'area industriale del Consorzio CASIC nel quale sono presenti altri insediamenti produttivi.

Tra i siti industriali più importanti (dal punto di vista del potenziale inquinamento) sono :

1. *Bridgeston Metalpha (ex-Gencord)*;
2. *Fluorsid S.p.A.*;
3. *Mineraria Silius*;
4. *E.V.C. – European Vynil Corporation*;
5. *Heineken*.

Il polo industriale di Macchiareddu rappresenta un importante fattore di rischio per lo stagno di S.ta Gilla, area protetta di notevole importanza per gli aspetti naturalistici-ambientali e produttivi.

Di seguito verrà effettuata una classificazione dei siti industriali potenzialmente inquinati che ricadono nel territorio in esame. Per gli approfondimenti sui singoli siti si rimanda alle schede di dettaglio allegate.

4.2.4.3 Siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante

Nella tabella seguente si riporta l'elenco degli impianti industriali classificabili come attività a rischio di incidente rilevante (art. 6 e art. 8 del D.Lgs. 334/99) che ricadono nell'area in esame:

Rif. Dlgs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.8	Assemini	FLUORSID	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.8	Assemini	IS GAS S.C. A.R.L.	Deposito Gas liquefatti
Art.8	Assemini	ENEL PRODUZIONE	Centrale Termoelettrica
Art.8	Assemini	SYNDIAL SPA	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.6	Assemini	BRIDGESTONE METALPHA ITALIA SPA	Altro
Art.6	Assemini	VESUVIUS ITALIA SPA	Deposito Gas liquefatti
Art.6	Assemini	SANAC SPA	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.6	Cagliari	IS GAS S.C. A.R.L.	Deposito Gas liquefatti
Art.6	Capoterra	S.CO.C.C.A. SAS DI LUIGI FERRARI &C.	Deposito di oli minerali

Tabella 4-10: Area industriale di Assemini - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334

4.2.4.4 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Sulla base delle comunicazioni di cui all'art. 9 del D.M. 471/99 risulta che nell'area in esame diverse società hanno manifestato la volontà di procedere alle indagini al fine di valutare lo stato di contaminazione del sito e eventualmente procedere al risanamento.

Di seguito si riporta un elenco delle società che si sono attivate in tale senso.

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Attività
SYNDIAL SPA	Stabilimento <i>Scheda I 10</i>	Area interna stabilimento	Stabilimento per la produzione di sostanze organiche clorate
	Deposito costiero	Area esterna stabilimento	
	Area pontile	Area esterna stabilimento	
FLUORSID	Discarica gessi Terrasili <i>Scheda DI 04</i>	Area esterna stabilimento	Stabilimento per la produzione di acido fluoridrico

Tabella 4-11: Area industriale di Assemini - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.2.4.5 Siti industriali di discarica di rifiuti tossico nocivi e speciali

All'interno dell'insediamento produttivo SYNDIAL di Assemini sono presenti delle discariche attualmente attive e alcune oramai chiuse:

- 1] Discarica controllata con due moduli di tipologia 2B (autorizzazione RAS decreto 2229 del 4.8.1993) di cui un modulo di 22.500 m³ esaurito e chiuso a norma di legge e un secondo modulo di 22.500 m³ in esercizio ma in via di esaurimento;
- 2] Discarica fanghi di elettrolisi attualmente chiusa;
- 3] Discarica fanghi inorganici attualmente chiusa.

Ricade poi all'interno di questa categoria l'area di circa 28 ettari denominata "area esterna allo stabilimento Enichem di Assemini", suddivisa in diverse "vasche", veniva utilizzata negli anni '70 per lo smaltimento di diverse tipologie di rifiuti di processo aventi matrice organica ed inorganica. La soc. Syndial (allora Enichem) ha avviato già dal 1986 la caratterizzazione e la bonifica della suddetta area esterna. L'intervento fin qui condotto ha interessato l'asportazione e la termodistruzione di peci clorate ed è stato approvato l'intervento di risanamento dell'intera area mediante la messa in sicurezza permanente. Parimenti ha in fase di attuazione le misure di sicurezza dell'area interna dello stabilimento. Tali interventi sono stati approvati con deliberazione del Commissario straordinario del Comune di Assemini n°69 del 27/03/03.

In località Terrasili insiste una discarica ormai dismessa di 530.000 m³ nella quale sono stoccati i gessi e i fanghi di depurazione derivanti dall'attività produttiva dello stabilimento Fluorsid.

Da segnalare il sito di stoccaggio del minerale di scarto e dei fanghi di laveria della Mineraria Silius, impianto di arricchimento della fluorina, per il quale è stato elaborato un piano di caratterizzazione. (*scheda I 10*)

4.2.4.6 Siti industriali di stoccaggio di rifiuti tossico nocivi e speciali

All'interno dello stabilimento SYNDIAL sono presenti diversi impianti di stoccaggio provvisorio in serbatoi (peci clorurate) o in capannone coperto (morchie oleose, batterie, resine scambiatrici, catalizzatori, olii diatermici, scorie e polveri contenenti cianuri).

4.2.4.7 Siti industriali dismessi

Tra i siti industriali dismessi occorre menzionare gli impianti di proprietà della società Syndial s.p.a., come riportati nella scheda allegata. Una particolare menzione deve essere fatta per quegli impianti di proprietà E.V.C., attualmente inattivi, localizzati all'interno dello stabilimento industriale e su terreni di proprietà della Syndial per i quali la società E.V.C. possiede diritto di superficie.

Inoltre nell'area insiste lo stabilimento dell'ex Tessilrama acquisito dalla società Immobiliare per la reindustrializzazione che ante D.M. 471/99 ha effettuato un intervento di bonifica consistente nella rimozione di rifiuti speciali abbancati sui piazzali e conferimento a discarica autorizzata. Lo stabilimento è stato successivamente ceduto alla Società Generali Malcom.

4.2.4.8 Aree interne agli stabilimenti industriali in cui sono in corso attività di bonifica.

La Società BRIDGESTON METALPHA (EX GENCORD), a seguito di un intervento della magistratura, ha avviato un'attività di bonifica delle aree interne dello stabilimento contaminate da metalli pesanti.

La società Fluorsid ha presentato un intervento di ricostituzione ambientale della discarica dismessa di gessi fluoritici che non è stato ancora approvato. *Scheda D₁ 04*

Siti attualmente in fase di bonifica o già bonificati con necessità di ulteriori interventi:

Società	Denominazione sito	Comune	Località	Tipo di intervento
SYNDIAL SPA	Impianto industriale <i>Scheda I 10</i>	Assemini	Grogastu	Progetto di Messa in sicurezza + bonifica acque di falda
SYNDIAL SPA	Area esterna Stoccaggio peci clorurate e rifiuti pericolosi <i>Scheda D₁ 03</i>	Assemini	Grogastu	Bonifica terreni e messa in sicurezza di emergenza in fase di attuazione

Società	Denominazione sito	Comune	Località	Tipo di intervento
BRIDGESTONE METALPHA ITALIA SPA	Impianto industriale <i>Scheda I 11</i>	Assemini	Macchiareddu	Messa in sicurezza e bonifica

Tabella 4-12: Area industriale di Assemini - Siti in cui sono in corso attività di bonifica

4.2.5 Area industriale di Elmas

La zona industriale di Elmas, localizzata a circa 8 chilometri a Nord dal centro urbano di Cagliari e nei pressi del centro abitato, risulta quasi totalmente interessata dall'insediamento di piccole aziende industriali e di servizi che esplicano la loro attività prevalentemente in ambito territoriale regionale.

Le attività produttive, condotte dalle imprese insistenti nell'agglomerato industriale, interessano in prevalenza i settori agroindustriale, tessile, metallurgico, meccanico, manifatturiero, commerciale e servizi.

A titolo esemplificativo, fra gli insediamenti più significativi è possibile annoverare:

1. Soc. *Calegario Silver Sarda* produzione argenteria;
2. Soc. *Ecos Elettronica* costruzione apparecchiature elettroniche;
3. Soc. *Ferriere Acciaierie Sarde* produzione ferro tondo per c.a.;
4. Soc. *Masnata Chimici* industria prodotti chimici;
5. Soc. *Nuova Galvanotecnica* carpenteria metallica galvanica;
6. Soc. *Sardavetri* produzione pannelli termoisolanti.

Tra gli altri siti potenzialmente inquinati si menziona la F.A.S. S.p.A., localizzata lungo la S.S. 130 nei pressi dell'aeroporto di Elmas. *Scheda I 29*

La Soc. Ferriere Acciaierie Sarde, attualmente in fase di dismissione è sottoposta a procedura di liquidazione coatta amministrativa. Il Commissario liquidatore ha presentato il piano di caratterizzazione approvato nel mese di luglio 2003.

4.2.5.1 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Risulta che nell'area in esame sia stata presentata una sola comunicazione di cui all'art. 9 del D.M. 471/99 da parte del curatore fallimentare della Società FAS sopraccitata.

4.2.5.2 Siti industriali di stoccaggio di rifiuti

Presso la Società FAS (Ferriere Acciaierie Sarde) era presente un impianto di stoccaggio di rifiuti tossici e nocivi regolarmente autorizzato fino alla data della chiusura dello stabilimento.

4.2.5.3 Siti industriali dismessi

All'interno dell'area industriale di Elmas insistono due stabilimenti industriali dismessi:

- 1] FAS (Ferriere Acciaierie Sarde)
- 2] Vetrocaramica Turritana

Tuttavia ai fini della bonifica riveste interesse solo lo stabilimento della FAS che ha presentato comunicazione ai termini dell'art.9.

4.2.6 Agglomerato industriale di Sarroch

4.2.6.1 Descrizione dell'area

L'agglomerato Industriale di Sarroch si estende su una superficie di 797 ettari, occupati per il 90% dalla raffineria di oli minerali della SARAS e dalle attività petrolchimiche e di servizio a questa collegate.

La SARAS rappresenta una delle maggiori raffinerie del Mediterraneo in grado di trattare fino a 18 milioni di tonnellate annue di petrolio greggio e di produrre, sempre su base annua: benzina (3.440.000 tonn.), GPL (290.000 tonn.), jet fuel (510.000 tonn.), gasolio (5.140.000 tonn.), oli combustibili (2.280.000 tonn.), cariche petrolchimiche (1.650.000 tonn.) e zolfo (65.000 tonn.).

4.2.6.2 Principali Industrie

Nella zona di agglomerazione di Sarroch sono insediate le seguenti imprese:

1. *Air Liquide* ;
2. *Sasol Italy (Ex Condea Augusta)*;
3. *Syndial*;
4. *Polimeri Europa*;
5. *Saras*;
6. *Evc*.

Per maggiori informazioni in merito a ciascuno dei siti indicati si rimanda alle schede allegate.

4.2.6.3 Siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante

Nella tabella seguente si riporta l'elenco degli impianti industriali che sono classificabili come attività a rischio di incidente rilevante (art. 6 e art. 8 del D.Lgs. 334/99) che ricadono nell'area in esame:

Rif. Dlgs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.8	Sarroch	SARAS S.P.A. RAFFINERIE SARDE	Raffinazione oli minerali
Art.8	Sarroch	SASOL ITALY S.P.A.	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.8	Sarroch	AGIP GAS	Deposito Gas liquefatti
Art.8	Sarroch	POLIMERI EUROPA	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.8	Sarroch	LIQUIGAS	Deposito Gas liquefatti
Art.6	Sarroch	AIR LIQUIDE ITALIA PRODUZIONE	Produzione e/o deposito di gas tecnici

Tabella 4-13: Agglomerato industriale di Sarroch - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334

4.2.6.4 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Sulla base delle comunicazioni di cui all'art. 9 del D.M. 471/99 risulta che nell'area in esame diverse società hanno manifestato la volontà di procedere alle indagini al fine di valutare lo stato di contaminazione del sito e eventualmente procedere al risanamento.

Di seguito si riporta un elenco delle società che si sono attivate in tale senso:

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Attività
SYNDIAL SPA	Area Stabilimento <i>Scheda I 10</i>	Area interna stabilimento	Servizi e discarica
Polimeri Europa *	Area Stabilimento <i>Scheda I 14</i>	Area interna stabilimento	Impianto produzione xiloli e fenolo
SASOL ITALY S.P.A.(EX CONDEA AUGUSTA);	Area Stabilimento <i>Scheda I 15</i>	Area interna stabilimento	Impianto di produzione normal paraffine
SARAS S.P.A. RAFFINERIE SARDE	Area Stabilimento <i>Scheda I 13</i>	Area interna stabilimento	Raffineria di olii minerali
*la comunicazione è stata inviata dall'Enichem in quanto il sito è passato di proprietà alla Polimeri Europa successivamente alla presentazione della comunicazione ex art. 9 del D.M. 471/99);			

Tabella 4-14: Agglomerato industriale di Sarroch - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.2.6.5 Siti industriali di discarica di rifiuti tossico nocivi e speciali

All'interno dello stabilimento di proprietà della società POLIMERI EUROPA di Sarroch sono situate, in un'area denominata isola 18, che rimane di proprietà della SYNDIAL, le seguenti discariche regolarmente autorizzate:

- Discarica autorizzata con un modulo di tipologia 2B e un modulo di tipologia 2C (autorizzazione R.A.S. Decreto n. 633 del 29.07.88). Definizione attuale: non più in esercizio per raggiunta capacità. Per la discarica di tipologia 2C è stato approvato un progetto di bonifica con rimozione integrale e inertizzazione del materiale stoccato. *Scheda D104*
- Discarica n. 1 RSI (autorizzazione ai sensi dell'art. 31 del D.P.R. 10/82 n. 915 in via provvisoria per effetto del Decreto R.A.S. Assessorato Ambiente 7/1983 n. 307/83). Definizione Attuale: chiusa.

Un altro sito di discarica è localizzato in area di proprietà della società Polimeri Europa e si tratta della discarica di inerti di tipologia 2A (autorizzazione R.A.S. prot. N. 8148 del 25.10.88) che risulta chiusa dal 1989.

4.2.6.6 Siti industriali di stoccaggio di rifiuti

4.2.6.7 Siti industriali dismessi

Anche nel Piano Ansaldo veniva segnalata la presenza dello stabilimento dell'Italproteine, che risulta dismesso e sottoposto a interventi di bonifica negli anni '80.

4.2.6.8 Aree interne agli stabilimenti industriali in cui sono in corso attività di bonifica.

In questa sezione occorre ricordare gli interventi di "messa in sicurezza di emergenza" messi in atto nello stabilimento Enichem (attualmente POLIMERI EUROPA) che consistono in una barriera idraulica, posta a valle dell'isola 30 dello stabilimento, con un fronte di circa 300 m circa, avente lo scopo di intercettare la falda che è risultata inquinata da idrocarburi di vario genere (in particolare aromatici e alifatici). Per maggiori dettagli si rimanda alla scheda allegata. *Scheda I 10*

Va inoltre rilevato il progetto di bonifica della discarica 2C di proprietà Enichem approvato dal responsabile dell'Ufficio Tecnico del Comune di Sarroch con provvedimento n° 658 del 24/01/03.

4.2.7 Area industriale di Ottana

L'area industriale di Ottana ha una tradizione industriale consolidata che risale al programma di industrializzazione della Sardegna Centrale. Tale programma aveva come obiettivo quello di frenare l'abbandono delle zone interne consentendo l'instaurarsi di un sistema di sviluppo più equilibrato, che non riguardasse solo il settore industriale ma garantisse anche la sopravvivenza e l'eventuale espansione dei settori tradizionali della zona.

Nasce nel 1970 a Ottana con l'insediamento quasi contemporaneo di tre grandi imprese che hanno segnato in maniera marcata questa area: due nel settore chimico-tessile e una nel settore metalmeccanico:

- la società Eni – Fibra e Chimica del Tirso, in seguito diventata Enichem Fibre, ed è situata nella riva destra del Tirso nel territorio di Ottana;
- la società Siron, produzione di Fibra poliestere, oggi di proprietà della GTO (gruppo tessile di Ottana), è localizzata nel territorio comunale di Ottana, sulla riva sinistra del Tirso;
- la fabbrica Metalmeccanica del Tirso si trova nel territorio di Bolotana, di fronte all'insediamento Eni, oltre il fiume.

L'impianto ex Siron ha conservato la stessa tipologia di produzione iniziale, pur con alcuni interventi di ristrutturazione e cambiamenti di proprietà.

Nella parte dell'agglomerato industriale ricadente nel territorio di Bolotana, la cessazione dell'attività della Metalmeccanica del Tirso, alla fine degli anni '80, ha portato alla nascita di attività artigianali di vario tipo e fabbriche di riciclaggio di materie plastiche.

Al servizio dello stabilimento industriale esiste un impianto consortile di depurazione reflui che tratta anche i reflui domestici del comune di Ottana, nonché un forno per la termodistruzione dei rifiuti speciali provenienti dal comparto industriale e una Centrale Termoelettrica.

L'insediamento industriale Syndial di Ottana occupa una superficie totale di 196 ettari, di cui 177 ettari recintati che contengono gli impianti produttivi e 19 ettari esterni destinati a parcheggio e in parte incolti. La proprietà Syndial comprende 19 ettari esterni e 90 ettari interni. I restanti 87 ettari sono di proprietà di diverse società coinsediate che hanno acquistato da Enichem pressoché la totalità degli impianti produttivi e delle aree di stoccaggio; tra queste vanno segnalate:

1. **Lorica Sud** (tessuti plastici);
2. **Inca International** (impianto Acido Tereftalico, e polimero poliestere);
3. **AES** (Centrale termoelettrica);

4. **Landa** (nuova proprietaria dell'impianto fibre acriliche dal 1997).

Nell'intera area industriale di Ottana sono inoltre presenti le società MONTEFIBRE (Impianto Chimico), Legler Ottana (Industria tessile), Minitow (Produzione di feltri per pennarelli), Master Sarda (conceria), Cooptex 84 (impianto di produzione di fibra acrilica sintetica).

Le industrie sono state interessate nel corso degli anni da diversi cambiamenti nell'assetto societario e produttivo, con dismissione di alcuni reparti e attività e la conseguente localizzazione di nuove imprese.

Attualmente Syndial non ha produzioni attive avendo ceduto tutti gli impianti produttivi originari (produzione di fibre acriliche e poliestere e produzione utilities) alle società coinsediate fino alla recente cessione della Centrale Termoelettrica. Rimane proprietaria delle aree che non ospitano impianti produttivi, tranne per l'impianto ex confezionamento filo.

Nell'impianto *Fibre Acriliche* nel 1997 la proprietà LANDA (nuova proprietaria dell'impianto) ha collocato un Laboratorio Sperimentale Tessile.

L'impianto *Poliestere* è stato dismesso e parte dei capannoni sono stati ceduti in affitto o in proprietà ad altre società. In uno di questi la società LORICA produce pelli sintetiche.

Gli impianti di produzione *Acido tereftalico e Polimero poliestere* sono attualmente di proprietà dell'INCA INTERNATIONAL, che ha provveduto di recente all'ammodernamento degli impianti.

La Centrale Termoelettrica è stata ceduta di recente alla società AES – Ottana Energia.

L'impianto Siron (produzione di fibre in filo continuo poliestere) appartiene oggi al gruppo GTO (Gruppo tessile Ottana) e sono state impiantate attività di tinture, tessitura e finissaggio.

Sulla base delle problematiche di carattere ambientale, che si sono evidenziate soprattutto nel fiume Tirso limitrofo all'area industriale, la Regione ha già finanziato un primo intervento di caratterizzazione dell'area per un importo di 1900 milioni di lire.

In relazione all'area industriale ricadente nel Comune di Bolotana l'impianto della Metallurgica del Tirso (fonderia per la produzione di getti di titanio e leghe, produzione di polveri e sinterati, carpenteria, caldaia, officina meccanica e forgiatura), costruito tra il 1971 e il 1975 viene dismesso a partire dal 1990.

In relazione alla situazione dell'area industriale di Ottana, sicuramente interessata da fenomeni di compromissione ambientale mai studiati in maniera organica, l'Amministrazione Provinciale di Nuoro ha presentato, di concerto con il Consorzio Industriale della Sardegna e il Comune di Ottana, un programma per l'effettuazione di un'indagine di caratterizzazione territoriale rivolta alla individuazione degli interventi di risanamento ambientale e quindi all'effettuazione di un primo

intervento di risanamento o bonifica territoriale sulla base degli esiti dell'indagine territoriale effettuata ai termini delle disposizioni di legge.

Lo studio dell'area è stato condotto dalla SACESV s.c.r.l. per conto del Consorzio ASI della Sardegna centrale e ha riguardato in particolare le aree esterne all'agglomerato industriale ex ENICHEM . Da una prima analisi delle tipologie produttive e della loro permanenza temporale in attività nell'area industriale si è potuto notare che gran parte degli impatti potenziali delle attività produttive sull'ambiente potrebbe essere attribuito a una rosa più ristretta di impianti quali:

1. **Montefibre** (produzione di fibre acriliche);
2. **Syndial** (gestione discariche interne al sito);
3. **AES** (produzione di energia per combustione);
4. **Inca** (produzione di PET e acido tereftalico);
5. **Depuratore Sa.Ce.Sv** (incenerimento fanghi biologici).

Lo studio condotto ha rilevato un superamento dei limiti tabellari di cui al D.M. 471/99, per il manganese nelle acque sotterranee. Emerge inoltre che l'inquinamento rilevato è correlabile alla presenza di zone di discarica e a perdite legate al degrado delle fognature, entrambe situate all'interno dell'ex impianto Enichem.

I problemi di inquinamento delle aree interne all'impianto, legate alla discarica e alle fognature, così come indicato dal D.M. 471/99 sono oggetto di studio specifico e gli eventuali interventi saranno regolati dal Protocollo d'intesa per il risanamento dei siti Enichem.

4.2.7.1 Siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante

Nella tabella seguente si riporta l'elenco degli impianti industriali che sono classificabili come attività a rischio di incidente rilevante (art. 6 e art. 8 del D.Lgs. 334/99) che ricadono nell'area in esame:

Rif. Digs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.8	Ottana	ENICHEM	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.8	Ottana	MONTEFIBRE	Stabilimento chimico o petrolchimico
Art.6	Ottana	INCA INTERNATIONAL	Stabilimento chimico o petrolchimico

Tabella 4-15: Area industriale di Ottana - Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334

4.2.7.2 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Sulla base delle comunicazioni di cui all'art. 9 del D.M. 471/99 risulta che nell'area in esame diverse società hanno manifestato la volontà di procedere alle indagini al fine di valutare lo stato di contaminazione del sito e eventualmente procedere al risanamento.

Di seguito si riporta un elenco delle società che si sono attivate in tale senso.

Società	Denominazione sito	Ubicazione	Attività
ENICHEM SPA	Area Stabilimento <i>Scheda I 16</i> <i>Scheda Di 05</i>	Area interna stabilimento	Stoccaggio provvisorio fanghi pan-dryer e servizi
INCA INTERNATIONAL	Area Stabilimento <i>Scheda I 17</i>	Area interna stabilimento	Impianto produzione acido terftalico e polimero poliestere
LORICA	Area Stabilimento <i>Scheda I 18</i>	Area interna stabilimento	Impianto fibre sintetiche

Tabella 4-16: Area industriale di Ottana - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.2.7.3 Siti industriali di discarica di rifiuti

Nell'area esterna alla recinzione si trova una discarica di accumulo per rifiuti industriali di varia origine e per i rifiuti di stabilimento assimilabili agli urbani. La discarica è stata chiusa nel 1989 e ricoperta con accumuli di suolo vegetale. Tale area verrà indagata in fase di predisposizione del piano di caratterizzazione.

4.2.7.4 Siti industriali di stoccaggio di rifiuti

Ricade nell'area sotto la gestione dell'Enichem anche un settore ove si trovano delle vasche per lo stoccaggio provvisorio di circa 8000 tonnellate di fanghi *pandryer*. Occorre ricordare che il *pandryer* è un composto intermedio della chimica dell'acrilico costituito da polimero acrilico, dimetilecammide, acqua, solfati (lo stoccaggio è avvenuto dal 1984). Parte dei fanghi sono già stati smaltiti mentre le tre vasche svuotate sono state riempite con terreno di riporto. Alla fine dello svuotamento delle vasche si procederà allo smantellamento delle vasche (rimozione e smaltimento dei teli di copertura e di fondo vasca), dovrà essere condotta l'analisi per verificare l'assenza di eventuali inquinamenti accidentali e si provvederà alla sistemazione finale dell'area.

4.2.8 Siti industriali localizzati al di fuori degli agglomerati industriali individuati

In questa sezione vengono inseriti quei siti industriali che non ricadono nelle aree individuate e descritte nelle sezioni precedenti e che ricadono in una delle categorie di classificazione utilizzate.

Particolare importanza tra questi assume *l'area industriale di San Gavino Monreale*, posta a margine delle aree minerarie del Sulcis Iglesiente Guspinese. Gli insediamenti industriali si

sviluppano intorno agli anni '30 con attività incentrate sulla produzione di piombo dalla galena estratta prevalentemente nella miniera di Montevecchio. Con alterne vicende di vendita e cessione di attività, allo stato attuale si configura una situazione che vede solo due realtà produttive ancora in essere e le altre dismesse. Nel complesso gli stabilimenti presenti sono:

1. **Portovesme s.r.l.:** dal 2 luglio 1999 conduce attività di produzione di piombo, argento, bismuto e rame; ha acquisito gli impianti dalla ENIRISORSE S.p.a.;
2. **Enichem S.p.A.** (già ENIRISORSE in liquidazione e SINGEA S.p.A. in liquidazione) proprietaria degli impianti dismessi della discarica e dell'area verde;
3. **Sarda Ossidi:** attualmente non operativa, produceva ossidi di piombo;
4. **L.M. Montevecchio s.r.l.:** attualmente ancora operativa con produzione di pallini per la caccia.

Altra area che riveste interesse per le attività industriali presenti è quelle dell'**Oristanese** dove sono ubicate le seguenti attività industriali:

1. **SIPSA ECOLOGICA s.r.l.** ubicata nell'area industriale di Oristano. All'interno si pratica il trattamento di rifiuti urbani misti, di rifiuti speciali pericolosi di origine sanitaria e di rifiuti speciali non pericolosi di origine artigianale e industriale.

Nell'area è presente inoltre il deposito costiero di proprietà della soc. Syndial (a servizio dello stabilimento di Ottana) interessato da attività di stoccaggio idrocarburi.

4.2.8.1 Siti potenzialmente inquinati a rischio di incidente rilevante

Nella tabella seguente si riporta l'elenco degli impianti industriali che sono classificabili come attività a rischio di incidente rilevante (art. 6 e art. 8 del D.Lgs. 334/99):

Rif. Dlgs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.8	Domusnovas (CA)	S.E.I. SOCIETA' ESPLOSIVI INDUSTRIALI S.P.A.	Produzione e/o deposito esplosivi
Art.8	Furtei (CA)	SARDINIA GOLD MINIG S.P.A.	Estrattiva e Galvanotecnica
Art.8	Serramanna (CA)	FIAMMA 2000	Deposito gas liquefatti
Art.8	Siliqua (CA)	ITALESPLOSIVI	Produzione e/o deposito esplosivi
Art.8	Villaspeciosa (CA)	ITALESPLOSIVI	Produzione e/o deposito esplosivi
Art.6	Sestu (CA)	ATZENI MARIA TERESA	Deposito oli minerali
Art.6	Villacidro (CA)	F.LLI DEMONTIS	Deposito oli minerali
Art.6	Cardedu (NU)	SARDA GAS PETROLI	Deposito gas liquefatti
Art.6	Oristano	SARDINYA GAS	Deposito gas liquefatti
Art.8	Oristano	ULTRAGAS CM	Deposito gas liquefatti

Rif. Dlgs 334/99	Comune	Denominazione	Attività
Art.8	Santa Giusta (OR)	SEDEM	Deposito gas tossici
Art.8	Monti (SS)	LIQUIGAS	Deposito gas liquefatti
Art.8	Sassari	ITALESPLOSIVI	Produzione e/o deposito esplosivi
Art.6	Codrongianos (SS)	ENEL PRODUZIONE S.P.A.	Centrale termoelettrica
Art.6	Golfo Aranci (SS)	LIQUIGAS	Deposito gas liquefatti
Art.6	Sassari	TESTONI	Deposito oli minerali
Art.6	Sassari	TRANSPORT SAS DI VITTORIO TAULA & C.	Deposito oli minerali
Art.6	Tempio Pausania (SS)	DETON	Produzione e/o deposito esplosivi
Art.6	Uri (SS)	ANELLI DANIELE	Produzione e/o deposito esplosivi

Tabella 4-17: Area fuori dagli agglomerati industriali- Inventario nazionale degli stabilimenti suscettibili di causare incidenti rilevanti ai sensi dell'art. 15, comma 4 del decreto legislativo 17 agosto 1999, n. 334

4.2.8.2 Siti di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Sulla base delle comunicazioni di cui all'art. 9 del D.M. 471/99 risulta che nell'area in esame diverse società hanno manifestato la volontà di procedere alle indagini al fine di valutare lo stato di contaminazione del sito e eventualmente procedere al risanamento.

Di seguito si riporta un elenco degli Enti o Società che si sono attivate in tale senso.

Società/Ente	Denominazione sito	Comune	Attività
ENICHEM (ex Enirisorse s.p.A.)	Stabilimento (Scheda I 23)	San Gavino Monreale (CA)	Sede degli impianti di una fonderia per minerali di piombo
ENICHEM (ex Enirisorse s.p.A.)	Discarica interna (Scheda D; 12)	San Gavino Monreale (CA)	Discarica interna di stoccaggio dei residui dei processi produttivi legati al piombo
PORTOVESME S.R.L.	Stabilimento (Scheda I 24)	San Gavino Monreale (CA)	Sede degli impianti industriali operanti nella sinterizzazione dei metalli e loro leghe (metallurgia delle polveri)
SIPSA S.R.L.	Stabilimento (Scheda I 26)	Santa Giusta (OR)	Raffineria -Stoccaggio idrocarburi
SYNDIAL	Deposito costiero (Scheda I 25)	Santa Giusta (OR)	Stoccaggio sostanze chimiche e idrocarburi (acrilonitrile,acetato di vinile,acido acetico,glicole etilenico,gpl,gasolio)
ENI (EX AGIP PETROLI)	Deposito costiero (Scheda I 27)	Cagliari	Deposito idrocarburi
ENI (EX AGIP PETROLI)	Deposito costiero (Scheda I 28)	Cagliari	Deposito idrocarburi
COMUNE	Stagno di "Sa Masa" (Scheda Ip 02)	Gonnesa (CA)	Inquinamento passivo da attività mineraria

Tabella 4-18: Area fuori dagli agglomerati industriali - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.2.8.3 Siti industriali dismessi

Nelle aree non ricomprese negli agglomerati industriali sopra descritti è stato possibile censire solo in parte gli stabilimenti che hanno cessato la loro attività. Tra questi non vengono ricompresi quelli che hanno subito una riconversione dell'attività produttiva e che quindi risultano in attività.

Nell'agglomerato industriale di Villacidro dalle grandi fabbriche, come la Snia fibre e la Tessili sarde, oggi si è passati a piccole aziende. Sono in massima parte piccole falegnamerie, autocarrozzerie, vetrerie, marmerie, officine di carpenteria, alcune delle quali gestite da operai divenuti imprenditori. Ci sono anche realtà numericamente robuste, come la Keller Elettromeccanica che produce materiale rotabile; l'Hemoline, fabbrica di materiale sanitario; la Poliplastica del Vomano, che produce accessori per bagni; il gruppo Isa.

Tra queste, ai fini del presente piano, segnaliamo la società *Snia Fibre* (proprietà di Snia BPD ex Snia Viscosa) che nel 1994 annunciava la chiusura dello stabilimento della società Vilca (di cui era proprietaria) di Villacidro, a causa della crisi nel mercato delle fibre tessili artificiali. Successivamente venne individuata una nuova impresa la Hemoline che utilizzò in parte gli stessi capannoni della ditta Vilca. Nel giugno del 1996 lo stabilimento Vilca chiuse e la nuova ditta Hemoline entrò in produzione.

Società	Denominazione sito	Comune	Tipo di attività produttiva a cui si riferisce
SNIA	Stabilimento	Villacidro (CA)	Industria per la produzione di fibre sintetiche
ENICHEM (ex Enirisorse s.p.A.)	Stabilimento	San Gavino Monreale (CA)	Sede degli impianti di una fonderia per minerali di piombo

Tabella 4-19: Area fuori dagli agglomerati industriali - Siti industriali dismessi

4.2.8.4 Aree interessate da rilasci incidentali o dolosi di sostanze pericolose

Si deve segnalare il sito della Nuova Ecologica Sarda Metalli s.a.s. (*Scheda Sa 01*), titolare di uno stabilimento, nel territorio del Comune di Decimomannu, in cui, da alcuni decenni, svolge attività finalizzata al recupero di rifiuti costituiti da metalli e leghe sotto forma metallica.

A seguito dell'intervento della Magistratura il sito è stato sottoposto a bonifica mediante asportazione del terreno e conferimento a discarica autorizzata.

4.3 Discariche dismesse di rifiuti urbani

In questa macrocategoria sono stati censiti i siti potenzialmente inquinati da attività di smaltimento controllato o incontrollato di rifiuti solidi urbani o assimilabili.

La fonte principale utilizzata è costituita dai censimenti discariche realizzato dalla Regione Sardegna più volte citati. In questo lavoro il censimento e la caratterizzazione dei siti è avvenuta in maniera dettagliata e completa.

Sono state esaminate le caratteristiche geologiche e idrogeologiche del sito, le quantità di rifiuti stoccate e le caratteristiche qualitative degli stessi. Di seguito è stato verificato lo stato dell'inquinamento delle varie componenti ambientali del sito e sono stati individuati i potenziali recettori dell'inquinamento quali centri abitati, corpi idrici superficiali e sotterranei etc.

Per quanto riguarda le discariche dismesse si è notato che per alcune sono ancora evidenti i segni dell'attività di smaltimento, mentre per altre gli interventi di "bonifica" sono stati tali da rendere non più riconoscibile la destinazione d'uso originaria. In linea di massima è stata effettuata una ricopertura con terreno inerte o vegetale, realizzata una recinzione e, nel migliore dei casi, una piantumazione a verde. Conformemente a quanto richiesto dalla normativa vigente vengono riportati anche i siti per i quali è in fase di realizzazione l'intervento di bonifica.

I dati rilevati dal censimento CENDI hanno evidenziato la presenza di 404 siti (l'elenco è riportato nell'allegato 6) distribuiti in maniera abbastanza omogenea in tutto il territorio: ogni comune era infatti dotato di una propria discarica. La distribuzione dei siti per provincia è mostrata nella figura di seguito riportata da cui è rilevabile un maggior numero di siti per le province di Cagliari e Nuoro.

Nel conteggio dei siti devono essere considerati anche due siti censiti nel Piano Ansaldo e non riportati nel censimento CENDI. Il primo di questi è la discarica di "San Lorenzo" in Comune di Cagliari, e secondo è la discarica dismessa del Comune di Padru. Pertanto i siti totali di discariche dismesse di rifiuti urbani raggiungono il numero di 404.

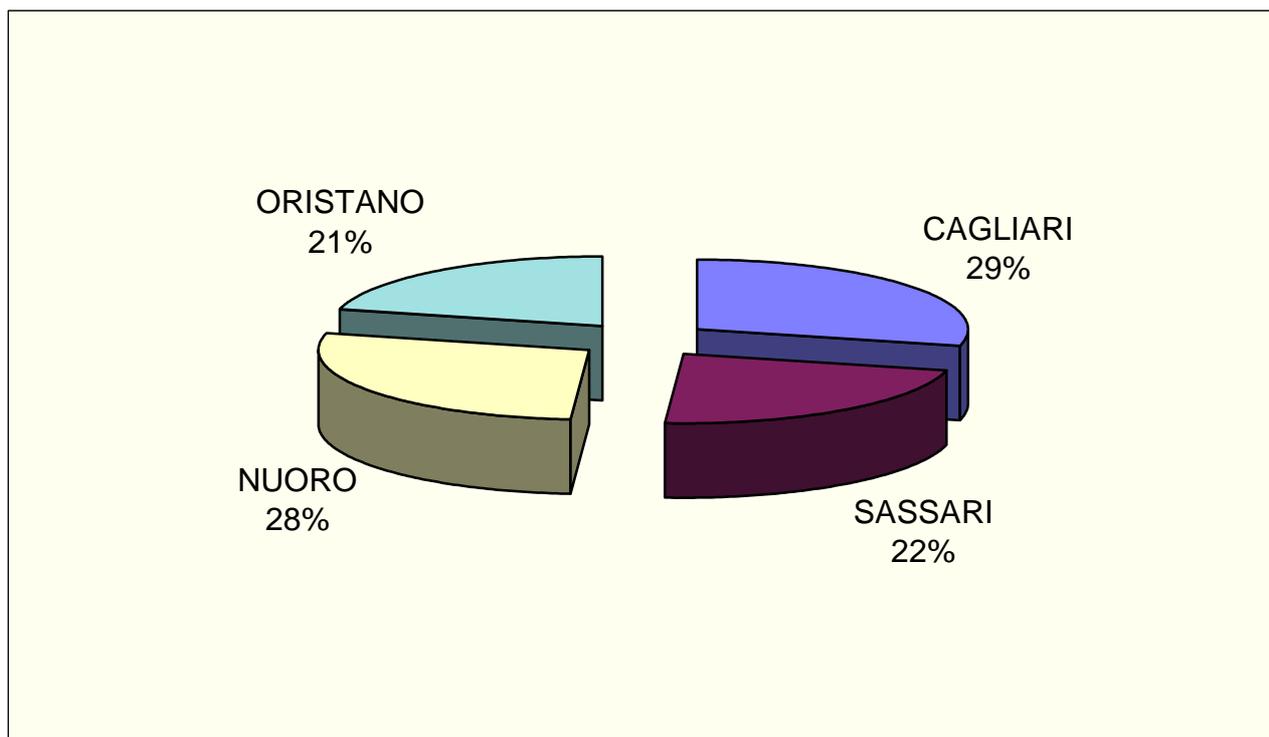


Figura 4-1: Discariche dismesse di rifiuti urbani - Distribuzione percentuale dei siti censiti nelle quattro Province

Per quanto riguarda le volumetrie e le superfici, la situazione è mostrata sempre nei grafici di seguito riportata dove si nota che le volumetrie maggiori (44%) sono occupate nella provincia di Sassari (questo dato risente però dell'anomalia costituita dalla discarica di Sassari sita in località Calancoi che occupa da sola un volume di 1.500.000 mc condizionando notevolmente la percentuale totale). Per quanto riguarda le superfici invece si nota come in provincia di Cagliari vengono localizzate le maggiori (38%) estensioni areali.

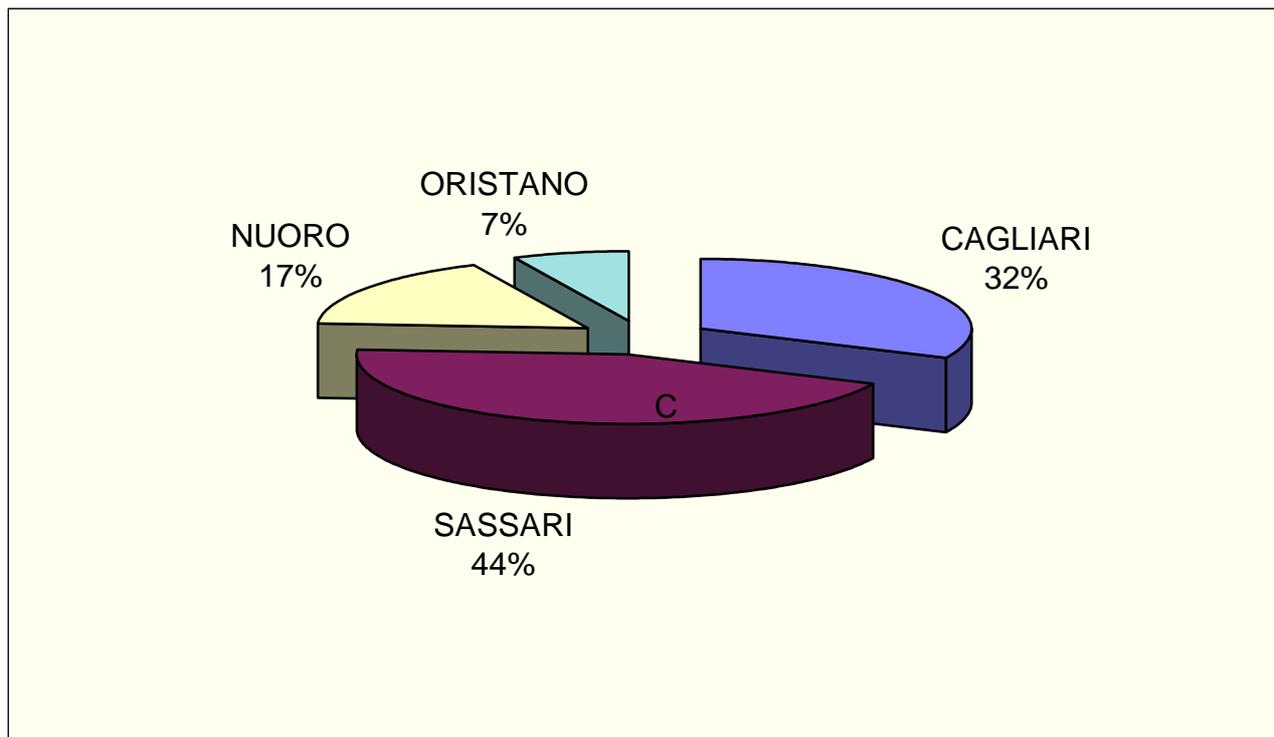


Figura 4-2. Discariche dismesse di rifiuti urbani - Ripartizione per provincia delle volumetrie delle discariche.

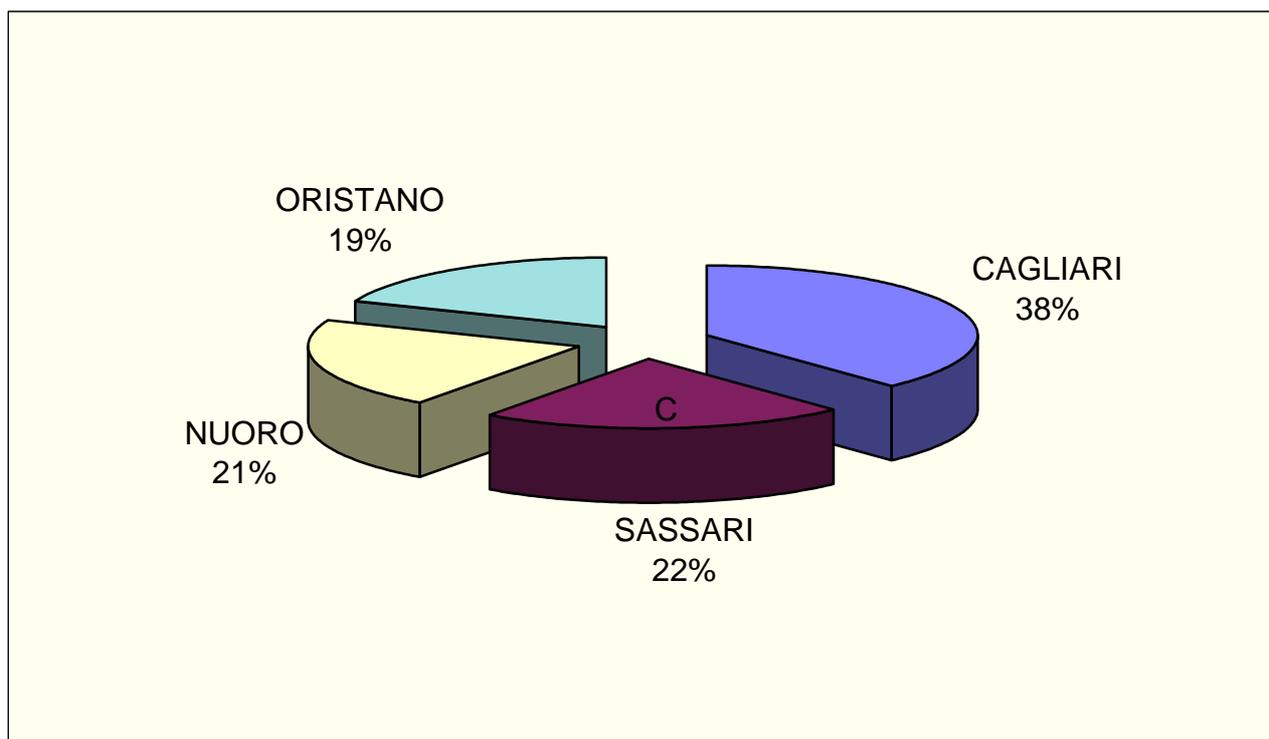


Figura 4-3: Discariche dismesse di rifiuti urbani - Ripartizione per provincia delle superfici delle discariche.

Sul totale di discariche di rifiuti urbani dismesse censite si è rilevato che :

- n° 50 con capienza $\geq 50.000 \text{ m}^3$
- n° 26 con $30.000 \text{ m}^3 \leq$ capienza $< 49.000 \text{ m}^3$
- n° 120 con $10.000 \text{ m}^3 \leq$ capienza $< 29.000 \text{ m}^3$
- n° 208 con capienza $< 10.000 \text{ m}^3$

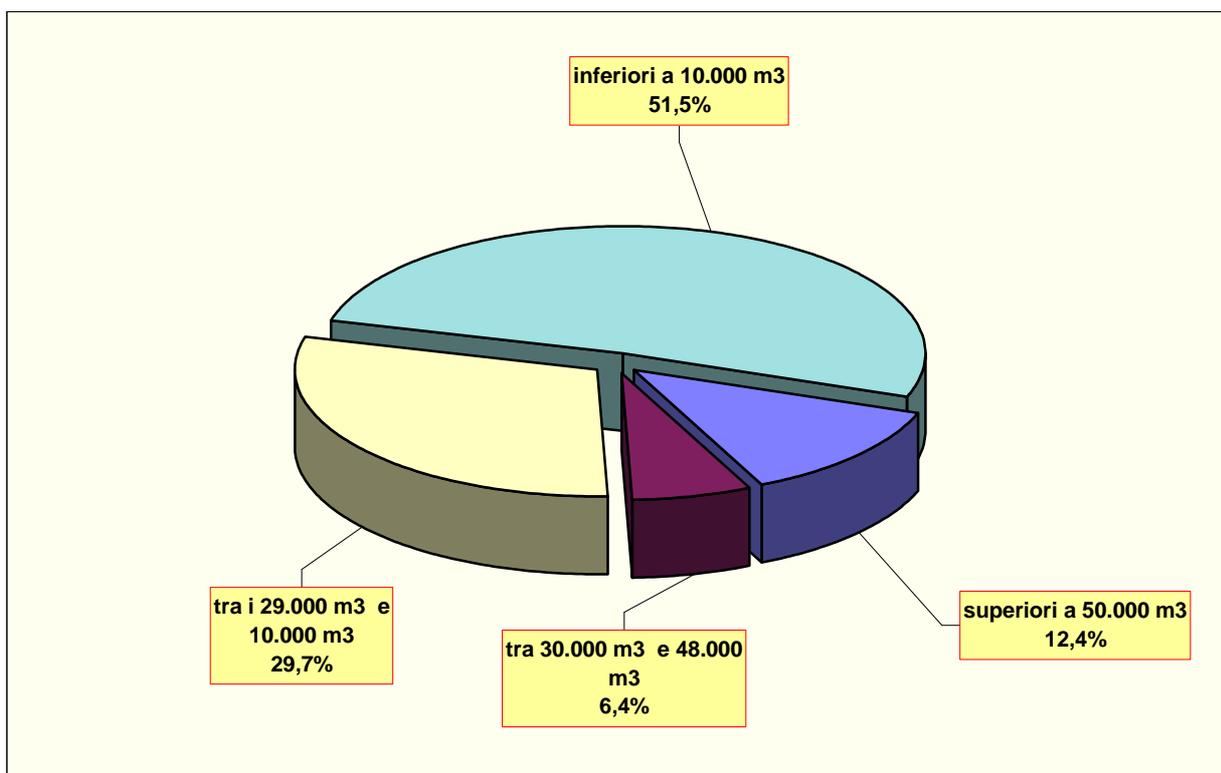


Figura 4-4: Discariche dismesse di rifiuti urbani - Ripartizione per volumetria

Occorre segnalare che nel precedente Piano Ansaldo erano state individuate due discariche collegate allo smaltimento incontrollato di rifiuti urbani costituite dalla cava di Capitzudu dove venivano smaltite le scorie dell'inceneritore di Cagliari (*Scheda DI 12*) e il sito di San Lorenzo sede dell'inceneritore di Cagliari dove sono state presumibilmente interrati notevoli quantitativi di rifiuti urbani.

4.4 Siti di stoccaggio idrocarburi

In questa macrocategoria sono stati ricompresi sia i distributori di carburanti sia le perdite accidentali da serbatoi di idrocarburi ubicati presso utenze civili e di servizio.

4.4.1 Distributori di carburanti

Si ricomprendono i siti di stoccaggio degli idrocarburi dovuti all'attività di vendita al dettaglio per i quali sono state presentate, ai sensi dell'art.7 o art. 8 del D.M. 471/99 comunicazioni in conseguenza di avvenute perdite di idrocarburi dai serbatoi di stoccaggio dei distributori di carburanti, con seguente accertamento dell'inquinamento delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee. Rientrano nella categoria anche quei siti per i quali il responsabile dell'inquinamento o altro soggetto interessato hanno presentato, ai sensi dell'art.9 del D.M. 471/99, comunicazione di rischio potenziale di inquinamento delle matrici ambientali, a seguito di accertamento di foratura dei serbatoi interrati.

Dai dati in possesso risulta che siano state notificate al 30/06/03 complessivamente 83 comunicazioni ex art. 7, 8 e 9.

In particolare risulta la seguente distribuzione territoriale :

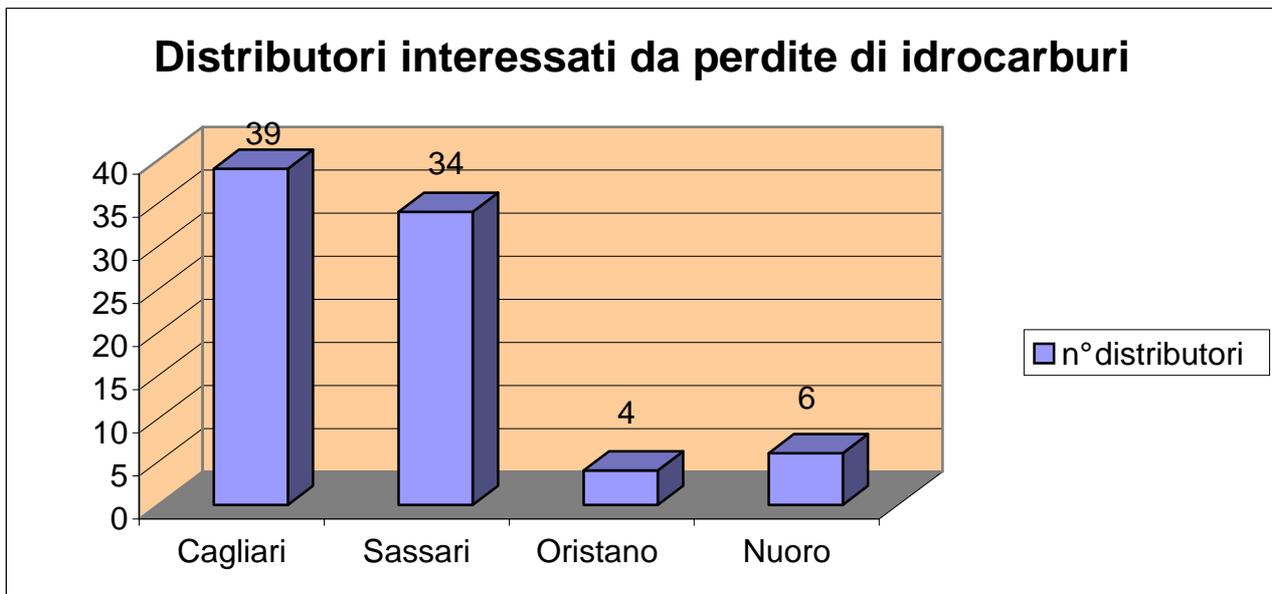


Figura 4-5: Siti di stoccaggio idrocarburi – Ripartizione per provincia dei distributori interessati da perdita di idrocarburi

Di seguito viene riportata inoltre la distribuzione delle tipologie di comunicazione dell'avvenuto sversamento di idrocarburi in funzione della normativa vigente, significando che diversi interventi sono stati attivati ante D.M. 471/99.

In merito allo stato di attuazione degli interventi va rilevato che nella maggior parte dei casi di accertato inquinamento delle matrici ambientali si è proceduto alla fase di messa in sicurezza di emergenza del sito e al contemporaneo avvio della fase di progettazione degli interventi.

Solo in alcuni siti l'iter procedurale si trova in stato avanzato con i progetti definitivi approvati e gli interventi realizzati.

Nella maggior parte dei casi l'iter autorizzatorio è ancora in corso nonostante siano trascorsi quasi due anni dall'inoltro delle comunicazioni.

Allo stato attuale esistono comunicazioni ex art. 9 per le quali non è stata ancora avviata la procedura di progettazione e autorizzazione degli interventi e per i quali non è stato ancora accertato il reale stato di inquinamento delle matrici ambientali, in attesa della definizione delle priorità di intervento.

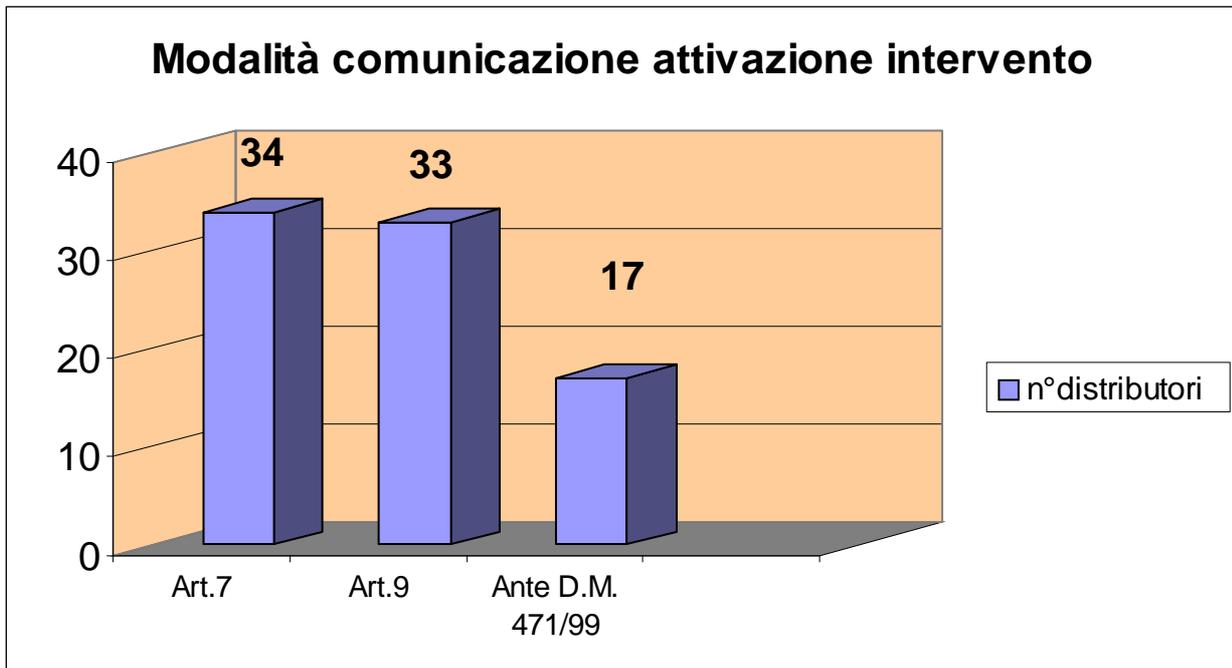


Figura 4-6: Siti di stoccaggio idrocarburi – Modalità di attivazione degli interventi di bonifica

4.4.2 Sversamenti da stoccaggi di idrocarburi presso utenze civili o di servizio

Il fenomeno dello sversamento di idrocarburi presso utenze civili o di servizio ha interessato marginalmente la Sardegna, infatti sono state presentate n. 5 segnalazioni, di cui n.3 da parte di Amministrazioni comunali, n.1 di un condominio privato e n. 1 interessante la riva di ponente del molo Sabauda del porto di Cagliari. Gli interventi di messa in sicurezza di emergenza sono stati prontamente effettuati e per quanto riguarda il porto di Cagliari è stato acquisito il certificato di avvenuta bonifica emesso dall'amministrazione provinciale.

4.5 Siti contaminati da amianto

Nelle more della predisposizione di un censimento organico dei siti contaminati da amianto di competenza dell'Assessorato della Sanità, sono stati rilevati 3 siti contaminati da stoccaggio abusivo di rifiuti contenenti amianto in fibre libere tutti ubicati in Provincia di Oristano nella quale

insistevano due stabilimenti industriali dismessi per la produzione di manufatti di cemento-amianto. Risulta che gli stabilimenti dismessi siano già stati sottoposti a bonifica. In merito ai siti di stoccaggio abusivo, dei siti censiti solo uno è stato interessato da interventi di messa in sicurezza d'emergenza, mentre, in relazione agli altri due siti, gli interventi sono in corso di progettazione e approvazione.

4.5.1 Siti sottoposti a interventi di messa in sicurezza di emergenza

Visto il limitato numero di siti censiti, si fornisce una breve sintesi relativa alle caratteristiche degli stessi con particolare riferimento all'inquinamento e agli interventi realizzati. Va sottolineato che il numero di siti di stoccaggio abusivo di rifiuti contenenti amianto, residui delle attività produttive, pare destinato ad aumentare. E' recente infatti la segnalazione, da parte dell'ANAS, del rinvenimento, nel corso dei lavori di ammodernamento della S.S. 131, di una discarica abusiva di materiali contenenti amianto, sita nel Comune di S. Giusta. In relazione è tale sito è in corso di elaborazione il Piano di Caratterizzazione.

In merito alla bonifica dei siti industriali dismessi, va rilevato che le scarse informazioni disponibili non consentono di appurare se gli interventi eseguiti abbiano interessato solo le strutture e i macchinari o se sia stata effettuata anche una caratterizzazione complessiva del sito, onde escludere la presenza di depositi o stoccaggi. Si ritiene pertanto che nei suddetti siti sia necessario procedere ad un'ulteriore verifica.

SITO DI TRAMATZA IN LOCALITÀ S.MARGHERITA.

Il sito fungeva da discarica di rifiuti industriali prodotti dallo stabilimento Sardit di Oristano e l'inquinamento è dovuto allo stoccaggio di amianto in componente cementizia in pessime condizioni che rendeva probabile il rilascio di fibre in atmosfera. Pur non essendo state effettuate delle analisi volte alla caratterizzazione dell'inquinamento, è stato realizzato un intervento che può essere considerato di messa in sicurezza d'emergenza e necessita pertanto di ulteriori approfondimenti.

L'intervento è consistito nella compattazione dei rifiuti fino al raggiungimento del livello del terreno circostante e nella successiva copertura con terra della massa degli stessi rifiuti al fine di scongiurare il rilascio di fibre.

SITO DI ORISTANO (EX- SARDIT)

Il sito dista dal centro abitato di Oristano circa 3 Km e attualmente è di proprietà della ditta CEO. Si tratta della sede dello stabilimento, ora dismesso, che produceva manufatti in cemento amianto. In questo caso è stato realizzato un intervento di bonifica dello stabilimento consistito nella rimozione del materiale sfuso, dei macchinari e dei fanghi residui. L'intervento è già stato concluso e il

monitoraggio post-operam è stato effettuato dalla ISPESL che ha garantito l'efficacia dell'intervento. Tuttavia il monitoraggio andrebbe effettuato periodicamente al fine di scongiurare il potenziali danni provenienti dalle lastre di tamponamento.

SITO DI MARRUBIU (CEM.A SARDA)

Il sito è rappresentato da un impianto produttivo dismesso di proprietà della CEM.A Sarda che produceva manufatti in cemento amianto. Anche in questo caso è stato effettuato un intervento di rimozione totale interna e nell'incapsulamento del piazzale esterno. Come nel caso precedente sono state effettuate delle analisi da parte dell'ISPESL che hanno confermato l'efficacia dell'intervento.

4.5.2 Siti con interventi di bonifica in corso

SITO DI ARBOREA (PRUNIXEDDA)

Si tratta di un sito, destinato originariamente a uso agricolo, distante circa 1 Km dal centro abitato di S'Anna di Marrubiu che veniva utilizzato come cava di inerti attualmente dismessa. Da una prima stima risulta che la superficie interessata dallo stoccaggio è di circa 5000 m² all'interno dei quali è stata stimata la presenza di 200 m³ di rifiuti contenenti amianto. Le analisi hanno accertato lo stato di contaminazione del suolo e dell'atmosfera.

SITO DI ARBOREA (MASANGIONIS)

Il sito limitrofo alla località Prunixedda sede anche in questo caso di una cava dismessa nella è stata stimata la presenza di 1000 m³ in una superficie pari a 10000 m² ed di rifiuti contenenti amianto in fibre libere. Anche in questo sito i sopralluoghi effettuati hanno accertato l'inquinamento del suolo e dell'atmosfera.

Sui due siti in questione è stato proposto il Piano della caratterizzazione approvato in conferenza di servizio tenutasi ad Arborea in data 16.01.03. In relazione alla pericolosità dei due siti l'Amministrazione Regionale ha concesso al Comune di Arborea un finanziamento di € 1.089.724,05.

4.5.3 Bonifica e risanamento della "Scuola Media Statale P. Mossa"

L'intervento riguarda il grave inquinamento ambientale legato alle caratteristiche costruttive, risalenti alla metà degli anni settanta, dell'edificio "Scuola Media Statale P. Mossa", sito nel centro abitato di Bonorva. Per il sito in questione la A.S.L. n. 1 di Sassari, in data 12.12.1999, ha accertato la presenza di amianto nella struttura, con concentrazioni elevate, richiedendo da parte dell'Amministrazione Comunale l'immediata bonifica dei locali, per la quale, con Ordinanza Sindacale del 23.03.2000, veniva disposta l'immediata chiusura della struttura.

Con ulteriori e più approfonditi esami e ispezioni da parte della stessa A.S.L. n. 1 - Dipartimento di Prevenzione - Servizio Igiene e Sanità Pubblica e dal Dipartimento di Scienze Biomediche dell'Università di Sassari, indicavano concentrazioni elevate di fibre di amianto e quindi uno stato di grave ed imminente pericolo per la salute dei cittadini residenti nell'area circostante l'edificio che richiedono, di fatto, interventi urgenti di bonifica e messa in sicurezza della struttura.

Si evidenzia che, per i lavori inerenti la bonifica delle strutture contenenti amianto e successiva ristrutturazione e ripresa funzionale del fabbricato, sulla base dei riscontri effettuati e per quanto contenuto negli elaborati tecnici forniti dal Comune di Bonorva, occorrono risorse finanziarie per un importo non inferiore a € 2.065.827,60. La Regione Sardegna ha concesso un finanziamento di € 516.000,00 quale contributo non superiore al 50% del costo di realizzazione dell'intervento.

4.5.4 Attività di bonifica e smaltimento di materiali contenenti amianto

Dall'analisi dei dati in possesso dell'Assessorato Difesa Ambiente, estrapolati dalla relazione annuale sull'attività di bonifica e smaltimento amianto di cui all'art. 9 della L. 257/92, risulta che nell'annualità 2002 siano stati asportati, trattati e avviati a smaltimento autorizzato circa 728 tonn. di materiali da costruzione contenenti amianto (lastre di cemento-amianto, condotte, tubazioni, serbatoi ecc.).

4.6 Siti interessati da sversamenti accidentali non riconducibili ad attività industriale.

Per quanto riguarda questa categoria appare necessario segnalare diversi sversamenti avvenuti nel tempo, per i quali tuttavia occorre evidenziare che per la maggior parte dei casi si è proceduto alla rimozione e alla bonifica in tempi rapidi, subito dopo l'avvenuto sversamento accidentale dovuto, per la totalità dei casi, a incidenti durante il trasporto con mezzo gommato.

Possono essere inquadrati in questa categoria anche gli sversamenti di idrocarburi da depositi di stoccaggio per i quali si rimanda all'apposito capitolo.

4.7 Siti interessati da attività minerarie dismesse

4.7.1 Premessa

All'interno di questa macrocategoria ricadono le aree inquinate e/o degradate dal punto di vista geoidrogeologico a seguito di attività minerarie pregresse o in atto.

Le informazioni raccolte ai fini della redazione del paragrafo corrente, traggono origine, per la maggior parte, da due documenti di studio redatti negli ultimi anni. Il primo è il *Piano per il*

disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, nato da un'intesa di Programma tra il Ministero dell'Ambiente, la Regione Autonoma della Sardegna e l'Ente Minerario Sardo (di seguito denominato EMSA), attraverso la consociata Progemisa; il secondo è lo *Studio di Fattibilità del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna*, realizzato, sotto la guida dell'EMSA, dalla Progemisa in collaborazione con l'Università degli Studi di Cagliari.

Tali documenti mostrano un livello di dettaglio e una completezza delle informazioni tali da risultare perfettamente aderenti alle esigenze conoscitive del presente piano, e in particolare permettono l'elaborazione dell'anagrafe dei siti da sottoporre a bonifica (limitatamente a questa categoria).

Le informazioni riportate di seguito si configurano, quindi, come una sintesi mirata dei documenti sopra citati, a cui si rimanda per tutti i dettagli.

Tra tutte le aree minerarie che di seguito trovano un'ampia descrizione, occorre segnalare quelle del Sulcis-Iglesiente-Guspinese come appartenenti ai siti di interesse nazionale ai sensi dell'art.1 della Legge 426/98. Come già descritto nel Paragrafo 4.2.2 per il Comune di Portoscuso, l'appartenenza a tali siti è stata individuata con il D.M. Ambiente 18 settembre 2001, n. 468, recante "Programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale", dal quale risulta negli allegati E ed F l'inserimento del territorio del "Sulcis-Iglesiente-Guspinese".

Con successivo Decreto 12 marzo 2003 è stato dato l'avvio amministrativo a tutte le procedure in capo al Ministero dell'Ambiente ai sensi dell'art. 15 dello stesso D.M. 471/99. Detta procedura trova dettagliata descrizione nell'allegato 3 al presente piano contenente "*Linee Guida per la redazione dei progetti e la realizzazione di interventi di bonifica e risanamento ambientale delle Aree Minerarie Dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese*".

Gli interventi di interesse nazionale, per i quali il suddetto programma disciplina e prevede il concorso pubblico, sono quelli di messa in sicurezza d'emergenza, di bonifica, di messa in sicurezza permanente e di ripristino ambientale, effettuati ai sensi del D.M. 471/99.

Con il Decreto del Ministero dell'Ambiente 12 marzo 2003, viene individuata la "*Perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese*" e viene fornita una cartografia ufficiale in scala 1: 500 000 della perimetrazione provvisoria degli ambiti territoriali inseriti.

4.7.2 Quadro sintetico del contesto ambientale delle aree minerarie.

Per caratteristiche ambientali e aspetti geominerari il territorio della Sardegna ha mostrato una forte vocazione mineraria che si è manifestata, dai tempi più remoti sino agli anni più recenti, con un intenso sfruttamento minerario. Il gran numero di miniere di diverso valore produttivo, scientifico e culturale, sparse su tutta la superficie dell'isola, ne è testimonianza.

La Sardegna rappresenta un caso pressoché unico nel panorama mondiale dell'attività mineraria, non solo in considerazione della sua durata plurisecolare, estesa in un arco di oltre duemila anni, senza considerare l'estrazione dell'ossidiana risalente all'epoca neolitica, ma anche per la varietà delle produzioni, comprendenti l'intera gamma delle sostanze minerali: metallifere (piombo, zinco, rame, argento oro, stagno, molibdeno), ferrose (ferro, manganese), industriali (sabbie quarzifere, argille bentonitiche e refrattarie, barite, fluorite, caolino, feldspati, talco, ocre), e litoidi (lapidei ornamentali, materiali per l'edilizia).

Durante il lunghissimo periodo di esercizio, l'attività mineraria, storicamente poco attenta all'impatto ambientale, oltre a modificare i lineamenti del paesaggio naturale con la realizzazione di scavi a cielo aperto e imbocchi di gallerie sotterranee, ha prodotto grandi quantità di materiali. Questi, portati in superficie, venivano accantonati come "sterili di miniera" o "minerali utili" alla produzione. A tal fine subivano, in prossimità dell'area mineraria, un trattamento di arricchimento o un processo per la produzione di metalli, dai quali originavano i cosiddetti "residui minerari".

La complessa e lunga attività produttiva ha portato nel tempo ad una profonda modificazione dello stato dei luoghi, caratterizzata dalla presenza non solo di infrastrutture (macchinari e fabbricati) ma anche e soprattutto di numerose aree nelle quali venivano stoccate provvisoriamente o definitivamente materiali, la cui natura comprende le "rocce inerti", gli "sterili di miniera", "minerali poveri" e "fini di lavorazione mineraria".

Nel complesso le aree interessate dallo sfruttamento minerario ricadono nei limiti del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna, istituito con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 16 ottobre 2001.

In questo territorio, ricco di aree di grande interesse ambientale, naturalistico e paesaggistico, lo sviluppo di attività minerarie, fin dal III millennio a.C., ha generato gravissime condizioni di inquinamento e di rischio ambientale.

Sono presenti infatti, grandi scavi a cielo aperto, enormi discariche, bacini di decantazione, complessi di gallerie, pozzi minerari e trincee di coltivazione, che costituiscono oggi un impiego improduttivo di superfici e causano situazioni di inquinamento diffuso, di degrado generale del territorio, nonché un negativo impatto paesaggistico.

Un ulteriore effetto, determinato dall'attività mineraria, è costituito dalla presenza di imponenti vuoti in sottoterraneo che spesso innescano pericolosi fenomeni di subsidenza. Gli scavi a cielo aperto e le discariche sono sede di intensi processi erosivi che causano fenomeni di instabilità accompagnati da fenomeni franosi.

Le principali sorgenti d'inquinamento sono i numerosi bacini di decantazione e le discariche di fanghi di laveria, i quali costituiscono un potenziale rischio di contaminazione da metalli pesanti e richiedono improcrastinabili interventi di bonifica, messa in sicurezza permanente o attenuazione

dell'inquinamento. E' da considerarsi fondamentale inoltre la realizzazione di una rete di monitoraggio della qualità dell'ambiente.

L'attività mineraria ha determinato mutazioni anche sull'assetto idrologico e idrogeologico del territorio. I lavori minerari infatti hanno spesso indotto modifiche del reticolo idrografico e dei profili d'equilibrio dei corsi d'acqua, fenomeni di deviazione e cattura degli stessi, intercettazione ed inquinamento di falde acquifere, creazione di bacini d'acqua artificiali. Sono state rilevate inoltre importanti alterazioni della qualità delle acque di falda a seguito di fenomeni di lisciviazione dei metalli pesanti rimossi nei lavori minerari sotterranei.

Storicamente, l'instaurarsi delle situazioni di degrado è riconducibile al periodo di dismissione delle attività minerarie. Da quel momento infatti cominciarono a manifestarsi, in corrispondenza delle discariche, processi di ruscellamento diffuso e incanalato che hanno provocato, e continuano a provocare, collassi ed erosione e con conseguente trasporto indifferenziato di materiali fini che si riversano sulle acque e sui suoli causando fenomeni di inquinamento chimico, superficiale e profondo, che rappresenta il rischio meno evidente, ma che nel lungo periodo si configura come quello più pericoloso.

4.7.3 Censimento delle attività minerarie

Per poter implementare un'analisi di rischio volta alla individuazione degli interventi prioritari è stato effettuato un censimento preliminare delle aree minerarie potenzialmente contaminate e/o degradate da fenomeni di subsidenza e dissesto. Il criterio operativo utilizzato nell'ambito degli studi sopra citati per la ricognizione preliminare delle aree è stato quello di censire tutti i lavori minerari per l'estrazione di minerali di prima categoria, mentre sono state trascurate tutte le coltivazioni di argille, caolini e minerali industriali, le quali, pur rappresentando risorse di grande interesse economico attuale causavano impatti storico-sociale meno rilevanti ai fini ambientali.

Pertanto per poter organizzare le informazioni relative ai lavori minerari presenti nel territorio in modo coerente si è proceduto alla definizione di una precisa unità territoriale di censimento degli stessi che potesse assurgere al ruolo di "sito" secondo la definizione che ne dà il D.M. 471/99.

Non essendo ancora del tutto definiti i criteri in base ai quali perimetrare e individuare un sito in maniera precisa si è deciso di considerare un "sito", l'unità territoriale denominata "area mineraria" è definita quale ambito territoriale continuo, interessato da attività minerarie di ricerca e/o coltivazione inscrivibile all'interno di una linea chiusa che contenga tutte le impronte superficiali attualmente rilevabili.

Con riferimento a quanto già schematizzato nello studio di fattibilità realizzato per il Parco Geominerario, è possibile suddividere le "aree minerarie" in 8 sub-aree, riportate nella Tabella 4-20

Area 1	Monte Arci:
Area 2	Orani:
Area 3	Funtana Raminosa:
Area 4	Gallura:
Area 5	Argentiera Nurra:
Area 6	Guzzura Sos Enatos:
Area 7	Sarrabus Gerrei:
Area 8	Sulcis Iglesiente Guspinese:

Tabella 4-20 : Siti interessati da attività minerarie - Aree interessate da sfruttamento minerario e ricomprese nel Parco Geominerario

Con riferimento a tali aree allo scopo di definire lo stato dei luoghi in cui sono inserite le miniere è stato effettuato un censimento e una catalogazione dettagliata di tutti gli elementi caratterizzanti il paesaggio minerario. Secondo i criteri sopra esposti è stato possibile individuare e censire, nel territorio oggetto del Piano **169 Aree Minerarie** di cui:

Area		Miniere
n.	Denominazione	n.
2	<i>Orani</i>	12
3	<i>Funtana Raminosa</i>	5
5	<i>Nurra</i>	5
6	<i>Sos Enattos</i>	3
7	<i>Sarrabus</i>	31
8	<i>Sulcis-Igles.-Gusp.</i>	113

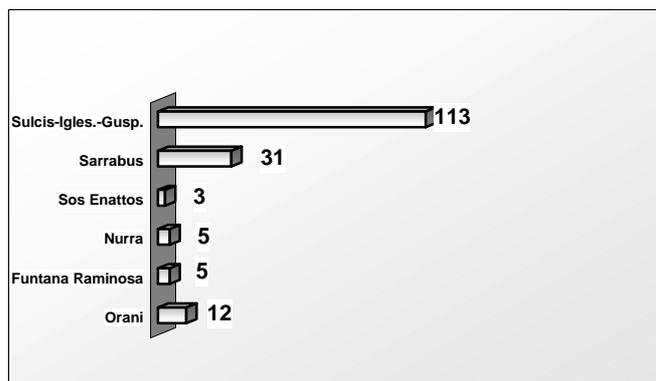


Tabella 4-21: Siti interessati da attività minerarie - Le miniere del Parco Geominerario

Non è stato preso in considerazione il sito di Monte Arci e quello della Gallura perché sedi di attività di cava e non di attività mineraria.

Con riferimento all'intero territorio regionale si riscontra, nell'area appartenente geograficamente al territorio dei Sulcis-Iglesiente-Guspinese, che si sviluppa tra i monti dell'Iglesiente ad Est ed il mare ad Ovest per un estensione areale complessiva di circa 3140 kmq, la maggiore densità (vedi Tabella 4-22) ed estensione di aree sottoposte a sfruttamento minerario.

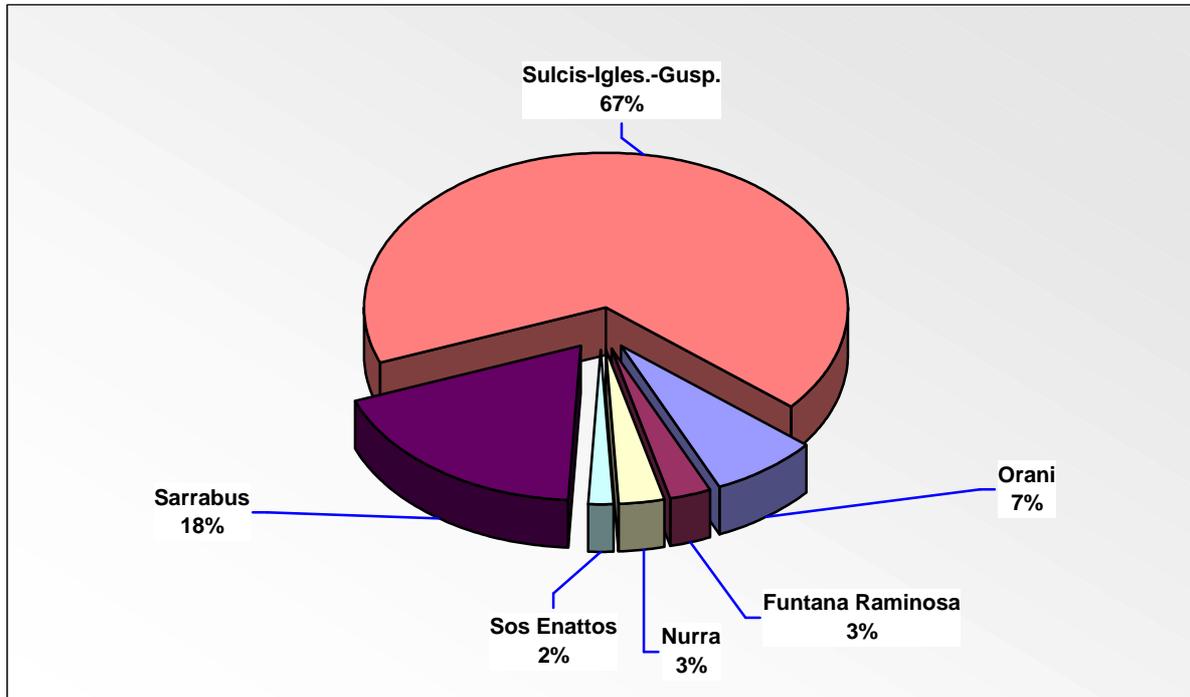


Figura 4-7: Siti interessati da attività minerarie - Distribuzione in percentuale delle miniere nelle aree del Parco Geominerario

L'elenco delle aree minerarie censite e la loro localizzazione, è riportato nella tabella allegato 4-1 dell'allegato 4 (nella quale sono riportati anche i volumi di scavi discariche, bacini e abbancamenti censiti).

L'attività di censimento ha consentito di ricostruire un quadro, quanto più fedele possibile, delle attività esercitate a cielo aperto, ma non ha permesso un'adeguata definizione della dimensione dei lavori in sotterraneo essendo risultata frammentaria la base informativa disponibile e le lunghe attività di verifica in campagna non compatibili con i ristretti tempi a disposizione.

Complessivamente i siti individuati si ripartiscono come illustrato nel quadro riepilogativo della Tabella 4-22.

Il territorio, nella sua parte superficiale, è costellato da enormi scavi a cielo aperto, da immense discariche minerarie, da imponenti bacini di decantazione e da numerose strutture minerarie e logistiche (pozzi d'estrazione, laverie, tracciati ferroviari, laghetti artificiali etc.)

Quadro riepilogativo										
Area		Miniere	Scavi a cielo aperto		Discariche minerarie		Bacini fanghi		Abbanamenti fini	
n.	Denominazione	n.	m²	m³	m²	m³	m²	m³	m²	m³
2	<i>Orani</i>	12	838.046	3.606.933	545.913	2.682.007	0	0	0	0
3	<i>Funtana Raminosa</i>	5	0	0	108.492	216.984	27.977	223.816	0	0
5	<i>Nurra</i>	5	257.004	950.955	467.704	981.638	0	0	0	0
6	<i>Sos Enattos</i>	3	12.449	37.347	91.338	182.676	29.149	174.894	0	0
7	<i>Sarrabus</i>	31	108.728	326.184	397.987	795.974	4.358	17.432	85.774	171.548
8	<i>Sulcis-Igles.-Gusp.</i>	113	2.639.823	37.838.565	5.752.580	28.606.757	1.942.845	28.291.120	5.421.620	8.802.539
TOTALE GENERALE		169	3.856.050	42.759.984	7.364.014	33.466.036	2.004.329	28.707.262	5.507.394	8.974.087

Tabella 4-22: Siti interessati da attività minerarie - Quadro riepilogativo della distribuzione delle forme antropiche di derivazione minearria

I lavori minerari interessano una superficie complessiva di **18,6 kmq** di cui **3,8 kmq** sono attualmente occupati da scavi a cielo aperto, **7,3 kmq** da discariche minerarie, **2 kmq** dai numerosi bacini di decantazione e **5,5 kmq** dai fini di laveria riversati o abbancati a ridosso dei principali impianti di trattamento.

Sono state quindi delimitate le aree minerarie più significative e più compromesse appartenenti all'area del Sulcis-Iglesiente-Guspinese; fra queste vi sono quelle sorte all'interno dei territori comunali o a ridosso dei centri abitati di **Iglesias** (Monteponi, S.Giovanni Campo Pisano, Monte Agruxiau, Seddas Moddizis) di **Guspini** (Montevecchio), di **Arbus** (Ingurtosu-Gennamari), di **Fluminimaggiore** (Su Zurfuru, Candiazzus, Gutturu Pala, S.Lucia, Arenas-Tiny), di **Domusnovas** (Barraxiutta, Sa Duchessa, Macciurru) di **Gonnosfanadiga** (Perd'e Pibera), di **Villamassargia** (Orbai), di **Santadi** (Su Benatzu), di **Narcao** (Mont'Ega, Rosas) e di **Assemmini** (S.Leone).

Le situazioni di degrado più importanti sono costituite dagli imponenti scavi di coltivazione di Cungiatus (Monteponi), della miniera di Arenas (**Fluminimaggiore**), di Malfidano (**Buggerru**), di Montevecchio (**Guspini**); dalle opere di contenimento dei fini di laveria nel bacino Montevecchio, bacino di S.Giovanni e di Campo Pisano; dagli abbanamenti dei fanghi di laveria (fanghi rossi di Monteponi e di Barraxiutta).

4.7.3.1 I lavori minerari in superficie

La ricostruzione delle attività a cielo aperto è stata effettuata attraverso un'analisi del territorio mediante l'interpretazione di fotografie aeree a colori, attraverso le quali, con tecniche di fotointerpretazione, si è proceduto ad una classificazione delle aree occupate da "scavi a cielo aperto", da "discariche minerarie", da "bacini di decantazione" e dalle principali infrastrutture minerarie e logistiche.

Successivamente si è proceduto con l'analisi interpretativa delle impronte rilevate sul territorio, effettuata sulla base delle conoscenze già acquisite e non direttamente deducibili dalle foto.

La classificazione adottata per le tipologie rilevate è di tipo empirico e presuppone una conoscenza preliminare sufficientemente approfondita del territorio.

La legenda definitiva prevede sei classi di forme antropiche di derivazione mineraria:

- scavi a cielo aperto e voragini;
- discariche minerarie ;
- bacini di decantazione;
- abbancamenti di fini di laveria;
- aree occupate da infrastrutture minerarie e logistiche (pozzi, laverie, villaggi minerari, laghetti artificiali, tracciati ferroviari).

I rilievi di campo sono stati realizzati con particolare riferimento al dimensionamento, alla descrizione e alla classificazione dei materiali abbancati in discarica, degli scavi a cielo aperto e delle strutture minerarie connesse (pozzi, impianti di trattamento, laghetti artificiali, tracciati ferroviari).

Alla fase descritta precedentemente ha fatto seguito la verifica in campagna del lavoro di fotointerpretazione.

In una prima fase di verifica sul terreno il controllo ha riguardato l'accuratezza dell'identificazione di una data forma ed è stato effettuato prevalentemente con controlli puntuali che hanno consentito di individuare i limiti di errore accettabile e di controllare la rispondenza della legenda adottata agli scopi del progetto.

Sulla base dei risultati ottenuti si è proceduto alla verifica in campagna di ciascuna area mineraria attraverso le principali vie di comunicazione percorribili in auto, e attraverso l'osservazione diretta del territorio da postazioni panoramiche strategiche individuate preliminarmente.

Le informazioni acquisite durante i sopralluoghi di campagna hanno permesso di correggere o confermare i dati emersi in fase di fotointerpretazione e di acquisire una interessante documentazione fotografica delle aree minerarie dismesse o in fase di dismissione.

SCAVI A CIELO APERTO

Dalla tabella del quadro riepilogativo (Tabella 4-20) si evince che gran parte dei vuoti di coltivazione a cielo aperto sono localizzati nel territorio del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, nell'area di Orani" e in minima parte nelle altre aree.

L'impatto sul territorio è notevole: la superficie complessiva occupata da vuoti superficiali è di oltre 386 ettari (3,8 kmq), mentre il volume dei vuoti è di 43 Milioni di mc. Gli scavi più imponenti, che rievocano l'attività mineraria, sono quelli relativi ai siti di Monteponi, di Arenas-Tiny, di S.Lucia, di Planu Sartu, di Montevecchio, di S.Leone e di Genna Luas (Area 8-Sulcis-Iglesiente Guspinese), di Canaglia (Area 5-Nurra).

Si tratta di enormi crateri di coltivazione caratterizzati da ripidissime pareti frastagliate per la presenza di spuntoni e porzioni rocciose aggettanti.

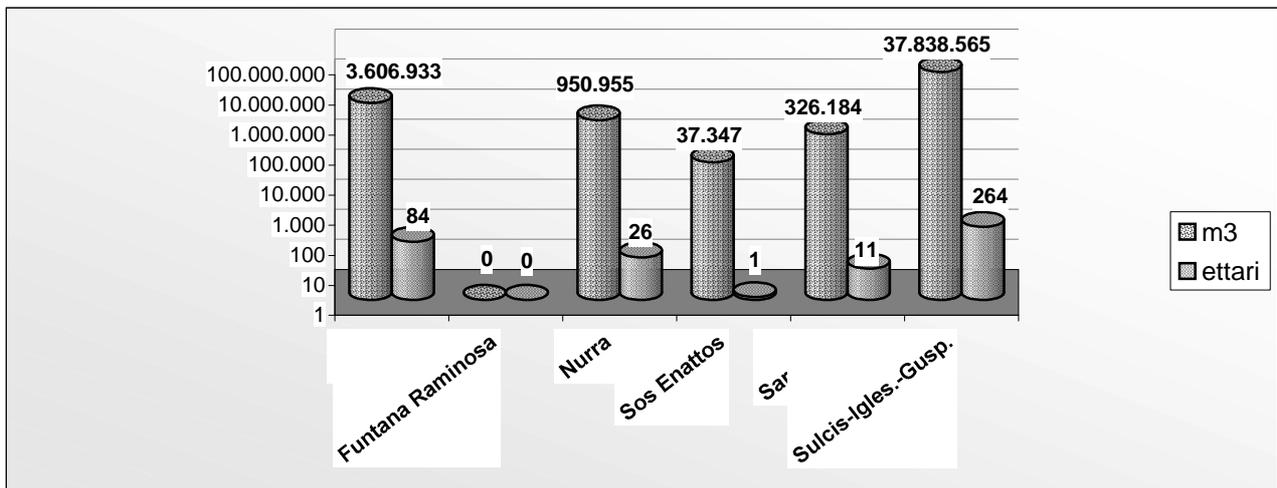


Figura 4-8: Siti interessati da attività minerarie - Scavi a cielo aperto – superficie occupata e volume dei vuoti

La tipologia e la morfologia degli scavi è assai varia ed è in stretta relazione con l'origine del giacimento e dei rapporti geo-strutturali tra la massa mineralizzata e la roccia incassante.

Sono stati complessivamente identificate le seguenti morfologie:

- scavi di forma cilindrica aventi una piccola apertura in superficie e un maggiore sviluppo in verticale (Fornelli);
- scavi a cielo aperto di limitato sviluppo con pareti sub verticali a cui si accede mediante gallerie (Fossa);

- scavi a cielo aperto con pareti inclinate verso l'interno e con minori sbocchi in superficie (Fosse a pera);
- scavi a cielo aperto con volumetrie limitate, ma molto diffusi, separati da setti rocciosi più o meno potenti e più o meno stabili;
- scavi a cielo aperto con sviluppo orizzontale stretto e con pareti alte e verticali (trincea-fossa).

DISCARICHE MINERARIE

Con lo scavo di centinaia di chilometri di gallerie e con lo scoperchiamento dei giacimenti più superficiali, insieme al minerale è stata estratta un'enorme quantità di materiali non produttivi.

Pertanto, attorno ai principali cantieri di coltivazione è stata accumulata una enorme quantità di detriti sterili che spesso concorrono, sotto l'azione dell'acqua e del vento, ad incrementare il degrado ambientale.

Complessivamente la superficie occupata dagli accumuli dei detriti sterili di miniera è di 736 ettari per un totale di oltre 32 Milioni di m³.

Le discariche più imponenti, con volumi superiori al milione di mc, sono localizzate nelle aree minerarie di Montevecchio-Ingurtosu, di Arenas-Tiny, di S.Lucia, di Malfidano, di Monteponi, di S.Giovanni, di Nebida, di M.te Agruxau, di S.Leone e di Canaglia.

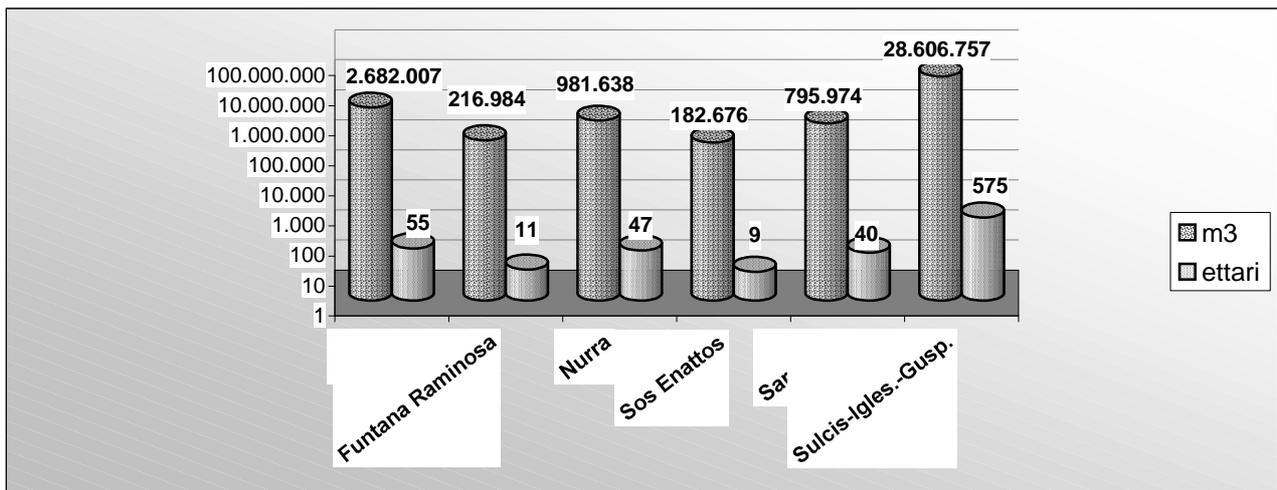


Figura 4-9: Siti interessati da attività minerarie - Discariche minerarie- Superficie occupata e volume stimato

Generalmente le discariche minerarie sono costituite da materiali con pezzatura variabile da grossolana, quando originati da lavorazioni a cielo aperto (discariche di scappellamento), a

mediamente fine, quando originati dal trattamento meccanico (breccino) o dallo svuotamento delle gallerie (discariche di tracciamento).

Anche la natura litologica dei detriti è assai varia, quantunque si tratti in prevalenza di materiali di natura quarzifica-carbonatica e scistosa.

BACINI DI DECANTAZIONE

Il problema della messa a dimora dei residui degli impianti di trattamento del minerale è stato in parte risolto attraverso la realizzazione di importanti bacini di decantazione.

I bacini di decantazione rappresentano attualmente un elevato potenziale di rischio ecologico ed idrogeologico e richiedono un attento monitoraggio sia per la verifica della stabilità nel tempo sia per il controllo degli eventuali carichi inquinanti contenuti.

Complessivamente sono stati censiti 24 bacini di decantazione di cui:

- * 21 ubicati nell'Area Parco del Sulcis-Iglesiente-Guspinese (Area 8)
- * 1 ubicato nell'Area Parco di Funtana Raminosa (Area 3)
- * 1 ubicato nell'Area Parco di Sos Enattos-Guzzurra (Area 6)
- * 1 ubicato nell'Area Parco del Sarrabus Gerrei (Area 7)

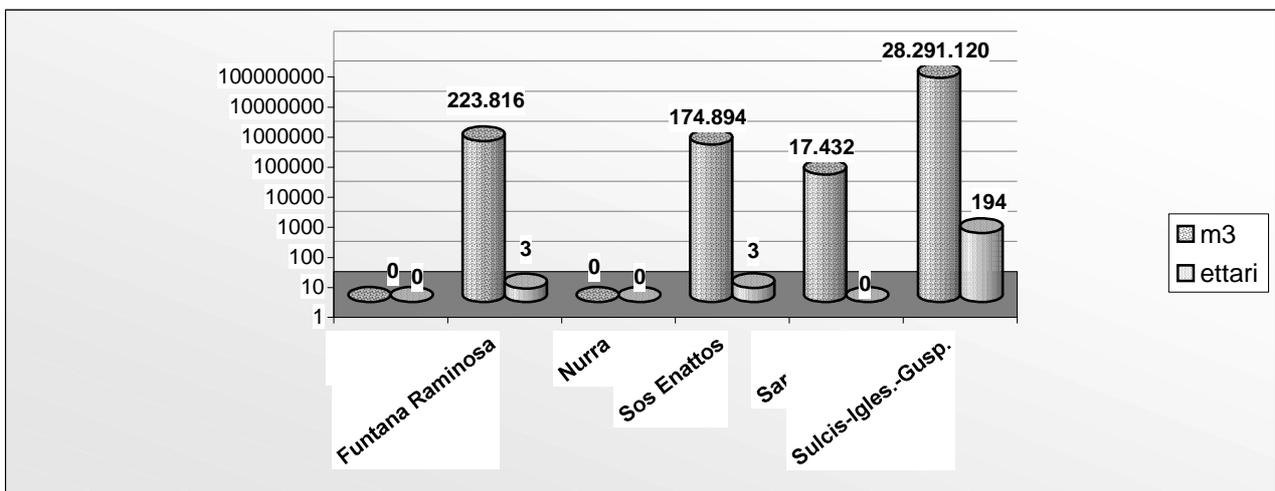


Figura 4-10. Siti interessati da attività minerarie - Bacini di decantazione - Superficie occupata e volume stimato

I suddetti bacini occupano una superficie di oltre 200 ettari per una volumetria di circa 29 Milioni di m³.

ABBANCAMENTI DI FINI DI LAVERIA

Un altro fenomeno di degrado e di rischio ambientale delle aree minerarie in argomento è legato alla presenza di notevoli quantità di materiali fini di laveria abbancati in prossimità dei principali impianti di trattamento.

Gli abbancamenti non adeguatamente delimitati da argini di contenimento, una volta aggrediti e dilavati dalle acque meteoriche, compromettono la qualità delle acque e dei suoli d'estesi territori.

Gli effetti più devastanti sono ben riscontrabili nei territori del Parco del Sulcis-Iglesiente-Guspinese in corrispondenza della valle del Rio S.Giorgio (Iglesias-Gonnesa), nelle aree a levante e a ponente del complesso minerario di Montevecchio- Ingurtosu (rio Sitzzerri- rio Piscinas) e nella vallata del Rio Cixerri nei quali confluiscono le acque torbide provenienti dai siti minerari dismessi di Barraxiutta, di Orbai e di Macciurru.

Complessivamente all'interno delle otto aree del Parco Geominerario sono state censite 27 aree occupate da potenti ed estesi abbancamenti di fini laveria di cui:

- ❖ 23 nei territori del Parco Geominerario del Sulcis Iglesias-Guspinese (Area 8)
- ❖ 4 nei territori del Parco Geominerario del Sarrabus (Area 7)

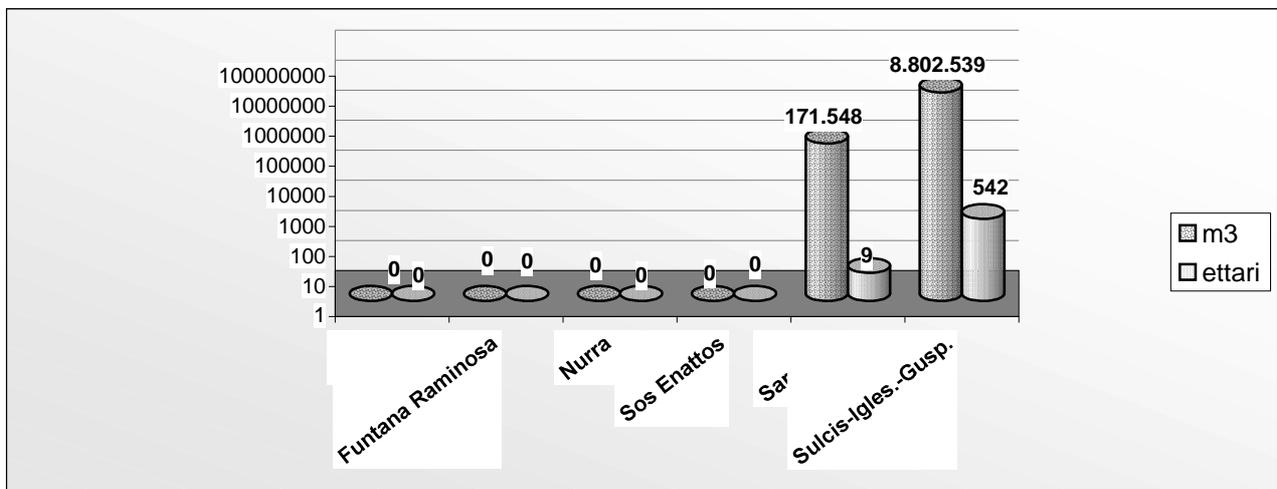


Figura 4-11: Siti interessati da attività minerarie - Abbancamenti fini - Superficie occupata e volume stimato

L'impatto ambientale è notevole: la superficie complessiva interessata dalla presenza dei fini di laveria è di oltre 550 ettari per un volume stimato di circa 9 Milioni di m³.

4.7.3.2 I lavori minerari in sottterraneo

L'attività estrattiva per la produzione di sostanze minerali può esplicarsi in forme diversificate, con riferimento sia al metodo di coltivazione sia alle tecnologie impiegate, a seconda della natura, forma, dimensione e profondità dei giacimenti, del comportamento geotecnico delle rocce

interessate dagli scavi, della topografia esterna, delle condizioni geografiche e geoambientali, degli obiettivi produttivi e del contesto socioeconomico.

In passato le miniere venivano coltivate prevalentemente in sotterraneo a causa della povertà delle tecnologie di abbattimento disponibili, basate sull'uso di utensili rudimentali, in un contesto caratterizzato dal basso costo della manodopera e dalla scarsa attenzione alle problematiche della sicurezza e salubrità dell'ambiente di lavoro.

Nel corso degli ultimi decenni, con lo sviluppo delle macchine di grandi dimensioni e eccezionali capacità di lavoro e a seguito del progresso nelle tecniche di valorizzazione mineralurgica dei grezzi si è registrata una crescente tendenza al passaggio alla coltivazione a giorno.

Infatti l'uso di mezzi di elevata potenzialità ha permesso di muovere ingenti volumi di minerale e di sterile per realizzare produzioni impensabili in passato, abbattendo i costi di produzione attraverso rilevanti economie di scala e elevati livelli di efficienza dei fattori produttivi, con particolare riferimento alla forza lavoro.

Inoltre il perfezionamento dei metodi di arricchimento, con particolare riferimento alla flottazione, ha consentito di valorizzare economicamente grezzi anche molto poveri e di composizione complessa, con alti recuperi e capacità di trattamento elevata.

Questa combinazione di circostanze ha presto finito per mettere fuori mercato le produzioni ottenute nelle miniere tradizionali di piccola taglia, coltivate in sotterraneo e spesso gravate da problemi aggiuntivi di rilevante peso economico quali quelli relativi all'eduzione delle acque, alla ventilazione e al sostegno delle gallerie e dei cantieri.

Oggi infatti gran parte della produzione mondiale di minerali (oltre l'80% dei minerali metalliferi, ferrosi e non ferrosi, la quasi totalità dei minerali industriali e circa la metà del carbone) viene ottenuta in miniere a cielo aperto spesso di taglia gigante, impostate su giacimenti di grandi dimensioni e a basso tenore, muovendo ingenti volumi di materiale con mezzi di elevata potenzialità.

Nel corso della sua storia millenaria di Regione a forte tradizione mineraria la Sardegna ha vissuto tutte le vicende che hanno contrassegnato l'evoluzione industriale del settore nel mondo, con alternanza di periodi di sviluppo ad altri di recessione in relazione all'andamento della domanda di minerali, sfociando infine nell'inevitabile chiusura sia per esaurimento delle risorse sia per la non economicità delle produzioni.

Questo percorso si è verificato soprattutto nel comparto metallifero, più sensibile alle oscillazioni determinate dagli eventi bellici che hanno sempre esercitato una grande influenza sull'andamento della domanda. Ma anche per le altre sostanze minerali il discorso è non è sostanzialmente diverso

in relazione al manifestarsi di sempre nuovi e diversi sbocchi di utilizzazione o al prevalere di succedanei, come nel caso della generalità dei minerali industriali.

Considerazioni speciali devono infine essere riservate al comparto carbonifero, sviluppatosi nel corso dell'ultimo secolo con l'avvento della rivoluzione industriale contrassegnata dallo sviluppo delle macchine a vapore per la locomozione e la meccanizzazione delle lavorazioni manifatturiere e successivamente dalla utilizzazione dei combustibili fossili per la produzione del calore industriale e dell'energia elettrica nelle centrali termiche. In questo contesto l'evoluzione è stata condizionata dalla competizione delle fonti energetiche alternative, e in particolare del petrolio, il cui prezzo di mercato è fissato da accordi di cartello e reso talora incontrollabile da eventi politici difficilmente governabili. In particolare, le difficoltà incontrate dal carbone sardo sono da ricondursi alla sua qualità (contenuto di ceneri e di zolfo) e al basso potere calorifico, mentre l'estrazione presenta costi particolarmente alti sia per le condizioni giacimentologiche (spessore, profondità e irregolarità degli strati), sia per i problemi operativi, sia per la necessità di ricorrere a un trattamento complesso per il lavaggio del grezzo.

Nella maggior parte delle miniere metallifere dell'Iglesiente, Guspinese, Sarrabus e zone circostanti, l'attività su basi "moderne" e con impostazione di tipo industriale è iniziata nella metà del secolo scorso quando la Sardegna è stata interessata da un vasto movimento per la ricerca di nuovi giacimenti e il loro intenso sfruttamento ad opera di imprenditori privati locali e successivamente di società straniere. Si sono così sviluppate le miniere di Monteponi, San Giovanni, Montevecchio, Ingurtosu, Buggerru, Nebida e Masua, Argentiera, Monte Narba, per citare solo alcune delle più importanti unità produttive, e, accanto ad esse, numerose altre di dimensioni minori o di durata più limitata ma non per questo trascurabili nella storia mineraria sarda.

La varietà delle situazioni giacimentologiche incontrate ha promosso un considerevole sforzo di inventiva per il perfezionamento e l'adattamento dei metodi e delle tecnologie di estrazione, consentendo di raggiungere risultati ragguardevoli spesso esportati anche al di fuori dei confini regionali e nazionali.

Conseguentemente è facile ritrovare nelle miniere sarde esempi significativi di soluzioni tecniche originali e di estremo interesse, tanto da giustificare pienamente i riconoscimenti da parte di istituzioni culturali internazionali e la creazione del Parco Geominerario della Sardegna.

I giacimenti affioranti o poco profondi sono stati coltivati in tutto o in parte a cielo aperto; a testimonianza dell'imponenza dei lavori rapportati al periodo di esecuzione (oggi le dimensioni delle operazioni a giorno sono ben diverse!) restano gli scavi di Cungiaus, S. Giovanni, Sedda Is Moddizzis, Malfidano, Planu Sartu, Arenas, Canaglia e altri minori, alcuni dei quali meritano interventi di conservazione, sistemazione e protezione.

Più complesso ed articolato è il panorama dei lavori in sotterraneo per la grande varietà della casistica e l'interesse delle soluzioni tecniche adottate, anche se purtroppo molti cantieri sono da considerarsi definitivamente perduti perché franati, insicuri, poco ventilati o allagati a seguito dell'interruzione dell'eduazione delle acque, come recentemente avvenuto per le parti profonde delle miniere dell'Iglesiente.

Le coltivazioni per strozzi si ritrovano nelle mineralizzazioni sotto forma di vene irregolari e di piccola potenza e sono state sviluppate in numerosi cantieri dell'Anello Metallifero dell'Iglesiente per la coltivazione dei minerali piombo-zinciferi e in alcuni corpi baritici dell'area di Barega.

Altri esempi si ritrovano in molte miniere di piccola taglia sparse nell'intero territorio isolano e in numerosi cantieri di ricerca mai sfociati in attività estrattive vere e proprie.

I metodi per magazzino sono stati applicati in alcuni casi di giacimenti filoniani incassati in rocce franose come, ad esempio, quello della miniera di Sos Enattos a Lula, nella parte alta della miniera di Mont'Ega, nei cantieri marginali di Montevecchio e Ingurtosu e probabilmente in alcune miniere argentifere del Sarrabus e nelle masse antimonifere del Gerrei.

Questi metodi venivano condotti in condizioni difficili e spesso precarie dal punto di vista della sicurezza a causa del pericolo di frana delle sponde che costringeva ad operare in spazi ristretti.

Ben rappresentati con numerosi casi di applicazione e diverse varianti sono i metodi per sottolivelli che hanno consentito di incrementare considerevolmente la produttività e realizzare un'organizzazione dei lavori più efficiente e sicura con un certo grado di meccanizzazione.

Particolarmente diffuse sono state le varianti per gradino montante con ripiena, applicate in tutte le miniere aperte in giacimenti filoniani con rocce incassanti deboli. A seconda dei casi e delle esperienze locali la ripiena veniva realizzata con muri a secco utilizzando il materiale di scarto della cernita in cantiere o con breccino approvvigionato dall'esterno e messo in posto per scarica o a lancio; nei tempi più recenti si è fatto ricorso in taluni casi a ripiena idraulica utilizzando sterili di flottazione. Esempi emblematici sono quelli delle miniere di Montevecchio - Ingurtosu, Monte Narba - Giovanni Bonu, Argentiera, Sos Enattos e del cantiere Contatto di S. Giovanni.

Interessanti esempi di applicazione si ritrovano anche per quanto riguarda i metodi per gradino discendente con ripiena cementata in corona, sperimentato con successo nei cantieri di Levante di Montevecchio.

Nei giacimenti massivi con sponde franose buone esperienze sono state maturate adottando metodi di abbattimento discendente con frana controllata (sub-level caving) frequentemente sviluppati a San Giovanni e Monteponi per quanto riguarda le miniere metallifere e a Barega per la coltivazione della barite.

Nei più rari casi di materiali resistenti (giacimento e rocce incassanti) la coltivazione è stata realizzata con metodi a vuoti aperti (sub-level stoping), dei quali sussistono interessanti esempi presso la miniera di San Giovanni (masse del cantiere Blendosi) a Nebida per la coltivazione delle masse calaminari (Alice), a Masua-Acquaresi (cantiere Marx), San Leone, Barega (filone Gianni) e Mont'Ega.

Inoltre in Sardegna hanno trovato applicazione anche altri metodi, specifici di situazioni giacimentologiche particolari.

Nei giacimenti stratiformi le coltivazioni sono state talora condotte per camere e pilastri come nel caso della bauxite di Olmedo o delle masse lenticolari presenti a Funtana Raminosa prima della nuova impostazione della miniera per abbattimento massivo con sottolivelli, peraltro mai passata alla fase esecutiva.

Per completezza espositiva occorre infine citare le coltivazioni per lunga fronte delle miniere del bacino carbonifero del Sulcis, tuttora in attività, e con la struttura di base (pozzi, traversobanchi, gallerie di base) ancora in buono stato di manutenzione.

Il campo è quindi molto vasto e diversificato.

Tuttavia, solo i cantieri impostati in rocce resistenti si presentano oggi in buone condizioni di stabilità mentre quelli impostati in rocce franose sono difficilmente recuperabili per renderli frequentabili in condizioni di sicurezza, anche in relazione all'elevato costo di manutenzione.

Conseguentemente occorre fare un attento esame, sulla base di criteri ragionati, ai fini della selezione dei casi sui quali concentrare gli interventi di salvaguardia e di recupero, tenendo conto da un lato dell'interesse del sito (importanza storica, rilevanza tecnologica, collocazione geografica etc.) dall'altro del costo della conservazione e della manutenzione a lungo termine ai fini della frequentazione pubblica.

4.7.4 Problematiche ambientali e igienico sanitarie determinate dall'attività mineraria

Dalle informazioni raccolte è stato possibile formulare un quadro conoscitivo delle principali problematiche ambientali e delle relazioni di causa effetto che concatenano le sorgenti di inquinamento al degrado delle risorse e del territorio.

Come già detto precedentemente, gli esiti più importanti di degrado ambientale prodotti dall'attività mineraria, sono dovuti agli enormi volumi di materiale estratto, sia a cielo aperto sia in sottosuolo, che hanno prodotto numerosissime discariche di residui, sparse sul territorio senza uno specifico criterio.

Altri effetti dell'attività mineraria sono rappresentati dai vuoti minerari derivanti da attività di coltivazione, i quali hanno prodotto pericolose mutazioni delle condizioni di stabilità dei terreni sovrastanti nonché alterazioni idrogeologiche dell'area. Le aree sovrastanti i vuoti minerari sono aree ad elevato grado di rischio a causa di fenomeni di subsidenza, instabilità e crolli peraltro già verificatisi in alcune zone.

Dal punto di vista dell'inquinamento chimico gli effetti più importanti sono causati dai fenomeni di mobilitazione dei metalli pesanti ad opera dell'interazione degli scavi, delle discariche e dei bacini con le acque meteoriche sotterranee. Di notevole importanza sono anche i fenomeni di sospensione di polveri contenenti metalli pesanti in atmosfera e il successivo inquinamento dei suoli circostanti.

Le ripercussioni prodotte sull'idrosfera consistono primariamente nell'immissione nei corsi d'acqua di liquidi, derivanti dal dilavamento di discariche circostanti, caratterizzati dalla presenza di solidi fini in sospensione e da elevata acidità e dalla elevata concentrazione di metalli pesanti. Questo fenomeno è esaltato dalla presenza di elevate concentrazioni di solfuri, che, ossidandosi, producono acido solforico, che accelera fortemente il processo di dissoluzione dei metalli permettendone il trasporto con le acque di ruscellamento e di infiltrazione.

Per quanto riguarda le altre componenti ambientali è stato rilevato che l'attività di eduazione delle acque di falda, ha comportato importanti problemi di carattere ambientale in conseguenza dei fenomeni di ingressione di acqua marina successivi alla depressione del livello di falda.

L'inquinamento atmosferico è determinato nella zona, oltre che dalla risospensione di polveri anche dal trasporto di inquinanti di origine non mineraria provenienti dalla zona industriale di Portovesme adiacente alle aree minerarie dell'Iglesiente.

Per questo motivo le popolazione sono soggette a rischio sanitario, infatti le frazioni di polveri fini, che presentano concentrazione di metalli particolarmente tossici (in primo luogo Hg, Cd, Se, As, Cs, Br), vengono deposte nelle aree agricole e attivano processi di bioaccumulazione nei vegetali e conseguentemente negli animali.

4.7.4.1 Classificazione in base al rischio geochimico

Nell'ambito degli studi svolti in materia e dei lavori di ricerca mineraria eseguiti sull'intero territorio della Sardegna dalla Progemisa, volti ad evidenziare i problemi ambientali causati dall'attività mineraria, sono state esaminate, più o meno estesamente, porzioni di territorio attraverso campioni di tipo "stream sediment" entro il reticolo idrografico.

Dall'analisi dei campioni provenienti anche dall'erosione dei materiali delle discariche ad opera delle acque superficiali, si segnala che è in atto la dispersione dei metalli pesanti dalle sorgenti di inquinamento. Talora, come nel caso della miniera di Montevecchio (Discarica di Levante e sedimenti lungo il Rio Sitzzerri), ingenti quantitativi di materiali ricchi di sostanze tossiche, sono

stati trasportati a valle e riaccumulati anche a molti chilometri di distanza ad opera delle acque dei fiumi.

Le acque, oltre alla rimozione meccanica di tali sedimenti, operano un'importante mobilitazione chimica di elementi tossico-nocivi, sia dalle discariche sia dalle gallerie e dai lavori minerari in genere.

Alla luce dei risultati conseguiti nella fase conoscitiva iniziale si è provveduto ad eseguire una campionatura mirata di acque nelle aree minerarie indiziate e ritenute più significative per fenomeni di dispersione di metalli pesanti.

Le campionature di acque sono state estese anche ad alcune aree, per esempio quella di Baccu Locci, sita nella parte Nord dell'area 7 Sarrabus Gerrei, ritenute "a rischio" per via dei minerali estratti ma sulle quali non si disponeva di dati analitici.

In seguito si è provveduto alla caratterizzazione mediante campionamento delle acque in alcuni dei siti, selezionati in base alla importanza e tipologia di lavori minerari, ai minerali estratti, ai dati geochimici già esistenti.

I dati permettono di tracciare un quadro che in questa fase dei lavori non può essere esaustivo, ma individua le principali situazioni di precarietà ambientale dovute al carico di elementi tossico-nocivi quali piombo, cadmio, zinco, mercurio, rame, arsenico e antimonio.

Uno screening su tutti i dati messi a disposizione negli studi precedenti ha permesso la realizzazione di una mappatura del rischio geochimico delle aree minerarie, al fine di definirne l'inserimento o meno nel presente piano come siti inquinati ai sensi del D.M. 471/99, con riferimento alle aree più critiche per contenuto totale in metalli pesanti.

Per quanto appena esposto, le situazioni relative agli inquinamenti chimici, dovuti all'attività mineraria sono classificabili nel seguente modo:

- ❖ Aree **potenzialmente non interessate** da fenomeni di inquinamento
- ❖ Aree **interessate** da fenomeni di inquinamento documentati
- ❖ Aree **potenzialmente interessate** da fenomeni di inquinamento

AREE POTENZIALMENTE NON INTERESSATE DA FENOMENI DI INQUINAMENTO

Rientrano in questa categoria sia le aree per le quali si è in possesso di informazioni che escludono la presenza di contaminazione da metalli pesanti, sia le aree dove, per tipologia di materiali estratti e per localizzazione geografica, si presume non vi siano fenomeni di inquinamento.

Tuttavia va considerato che per quanto attiene il sito di Orani, i campioni esaminati sono stati confrontati con i limiti tabellari previsti per i metalli pesanti esclusivamente per la destinazione d'uso industriale.

Sono comprese in tale classe le seguenti aree:

Area 1	Monte Arci:
Area 4	Gallura:
Area 3	Funtana Raminosa (siti con coltivazione di antracite)

Tabella 4-23: Siti interessati da attività minerarie - Aree minerarie potenzialmente non interessate da fenomeni di inquinamento

AREE INTERESSATE DA FENOMENI DI INQUINAMENTO DOCUMENTATI

Rientrano in questa categoria i siti minerari che presentano impianti di trattamento con presenza di fanghi di lavorazione dove i metalli pesanti vengono facilmente rilasciati e dispersi nell'ambiente ad opera delle acque.

Di seguito si riassumono le situazioni più critiche studiate attraverso dati su sedimenti e acque.

AREA 3 - FUNTANA RAMINOSA

I lavori minerari sulle lenti a solfuri misti hanno diffuso nell'ambiente sedimenti con alto contenuto totale in metalli quali Pb, Zn, Cu.

Attraverso il campionamento delle acque sono stati rilevati tenori elevati di solfati, cadmio e zinco nell'acqua di drenaggio del bacino più recente dei fanghi sterili, mentre l'acqua del Rio Saraxinu, a valle di tutti i lavori minerari non presenta inquinamento da metalli.

AREA 6 - GUZZURRA-SOS ENATTOS

I dati studiati hanno permesso di evidenziare alcune situazioni critiche:

- ⇒ nella miniera di **Arghentaria** sui sedimenti si registrano elevati tenori di Pb mentre non si hanno dati relativi a Zn e Cd e non sono stati effettuati campionamenti di acque;
- ⇒ nella miniera di **Sos Enattos** nei sedimenti, presso il bacino sterili, sono stati rilevati tenori elevati di Zn, fino a qualche punto percentuale, dovuti alle attività minerarie; nelle sono stati rilevati elevati tenori di As. Concentrazioni relativamente elevate di zinco e cadmio sono state registrate in tutte le acque campionate. In particolare il confronto tra i dati relativi al corso d'acqua campionato prima e dopo lo scarico delle acque di eduazione della miniera e del bacino dei fanghi sterili, mostra che l'apporto di metalli interessa il sistema idrografico già a monte di queste due fonti che non sembrano pertanto concorrere in maniera evidente al carico di metalli di queste acque. Per questa area sarà necessario prevedere un'ulteriore indagine conoscitiva.

AREA 7 SARRABUS-GERREI

Attraverso l'elaborazione dei risultati delle analisi dei campioni di sedimento che investigano buona parte del territorio, interessato da numerosi lavori minerari, sono state individuate le aree minerarie più critiche per alto contenuto totale in metalli inquinanti quali Pb, Zn, Cd, As, Sb:

- ⇒ nella miniera di **M.te Narba** sono stati registrati elevati tenori di Zn tra 0.5 e 1 % e in alcuni campioni, a valle dei lavori minerari, con valori di U tra 9 e 15 ppm. Le analisi delle acque superficiali, che attraversano l'area interessata dai più importanti lavori minerari, hanno confermato elevate concentrazioni di zinco e cadmio. Poiché le campionature sono state effettuate in un periodo secco non si dispone di dati relativi al drenaggio dell'intero bacino. Pertanto sarà necessaria un'approfondimento dei lavori;
- ⇒ nella miniera di **Su Suergiu** nel **Villasalto**, viene segnalato inquinamento da Sb presente, nei sedimenti esaminati, con elevati tenori dovuto all'estrazione della stibina e al trattamento di minerali di antimonio provenienti dall'estero; si registra, inoltre, un'anomalia nei valori dell'arsenico. E' stato individuato un importante rilascio nelle acque di arsenico, antimonio e solfati proveniente dalla discarica di scorie di fonderia e subordinatamente dal drenaggio delle gallerie. L'area merita ulteriori approfondimenti degli studi al fine di pianificare interventi di bonifica;
- ⇒ nella miniera di **Baccu Locci** nel Comune di **Villaputzu**, importante distretto minerario a solfuri misti, per la quale non si disponeva in archivio di alcuna informazione, sono state campionate le acque superficiali e di miniera sulle quali sono state individuate concentrazioni elevate di solfati, rame, piombo, cadmio, zinco, manganese ed arsenico. Tali valori sono spiegabili sia con la ricca paragenesi del giacimento esposto in scavi e gallerie, sia con la presenza di discariche e di sedimenti dovuti all'erosione delle stesse, e di fanghi di trattamento dispersi lungo l'asta fluviale. L'area, considerata di estrema importanza, merita ulteriori approfondimenti degli studi al fine di pianificare gli interventi di bonifica.
- ⇒ nelle miniere di **Muscadroxu** e Genna **Tres Montes** per le quali non si disponeva in archivio di alcuna informazione, sono state utilizzate per lo studio le analisi effettuate presso il P.M.P. della Azienda U.S.L. n. 8 di Cagliari. Per le miniere in oggetto attualmente attive per l'estrazione della fluorite, è stata messa in luce la presenza di elevati contenuti di zinco, piombo e cadmio nelle acque;
- ⇒ nella miniera di **Baccu Arrodas** sono stati segnalati sedimenti con tenori decisamente rilevanti di Zn, Pb e As; il corso d'acqua che drena l'intero sito minerario sulla cui asta fluviale insistono instabili discariche, presenta tenori elevati di piombo e cadmio e relativamente elevati valori di zinco. L'area merita ulteriori approfondimenti degli studi al fine di pianificare gli interventi di bonifica;

- ⇒ nelle miniere ad E di **M.te Lora** di **M.te de Forru** e di **Bacu su Leonaxi** si registra un diffuso inquinamento di Zn e Pb. Il prolungato periodo secco non ha reso possibile il campionamento di acque di drenaggio di tali miniere. Nonostante la limitata estensione di tali siti di miniera, i tenori segnalati nei sedimenti fluviali presso la confluenza con il Flumendosa, nonché le scarse conoscenze sull'area, rendono necessario uno studio specifico.

AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE

I campioni di sedimenti sono stati prelevati solo da una parte del territorio minerario dell'area di parco. In particolare i dati in oggetto sono relativi al Fluminese, Guspinese, alla fascia costiera tra Buggerru e Capo Pecora, all'area del Linas, all'area tra Carbonia, Perdaxius, S. Giovanni Suergiu, Giba, all'area alle spalle di Pula, Sarroch e Domus de Maria.

Si riportano qui di seguito i principali risultati conseguiti in questa prima fase conoscitiva:

⇒ **Miniera di Montevecchio:**

- la Discarica di Levante dei fini di laveria costituisce la principale emergenza ambientale; il contenuto totale in metalli pesanti, la loro "biodisponibilità" accertata attraverso test di laboratorio e i bassi pH registrati per le acque circolanti fanno sì che tale sito sia considerato un importante centro di pericolo.
Anche i campioni di suolo nei terreni esondati a valle della diga dei fanghi di laveria, fanno registrare negli orizzonti più superficiali, arricchimenti in metalli tossici dovuti verosimilmente ad adsorbimento su argille e alla cattura da parte delle sostanze organiche. Al piede della discarica di Levante e ancora sul rio Sitzzerri sono stati evidenziati fino ad oltre 4 chilometri di distanza dal bacino sterili fenomeni di drenaggio acido con valori di pH tra 2 e 4,5; anche le acque di drenaggio della galleria Mercantili, nei pressi della discarica di Levante si presentano decisamente acide (pH 3.7), e vi sono state registrate concentrazioni elevate di solfati, manganese, ferro, rame, zinco, cadmio, piombo, nichel e mercurio;
- per quanto riguarda poi l'area di Ponente anch'essa interessata da abbancamenti di materiali fini ad alto contenuto in metalli pesanti dispersi dalle acque fino alla foce del Rio Piscinas, ancora si rilevano, specie presso le laverie, tenori molto elevati in Pb, Zn e Cd. Le acque superficiali circolanti presso gli impianti di laveria ed in particolare le acque che fuoriescono da Casargiu nei cantieri di Ponente per via della risalita della falda, a causa dell'interruzione dell'eduzione, rappresentano una grossa emergenza ambientale per la concentrazione di solfati, manganese, ferro, rame, zinco, cadmio e piombo che riversano nel sistema idrografico del rio Piscinas;

- ⇒ nel **bacino del Rio Naracauli** interessato dalla presenza della miniera di Ingurtosu e della laveria di Naracauli, e di numerose discariche, si registrano tenori elevati di Zn e Cd e relativamente più bassi di Pb;
- ⇒ nell'areale della **miniera di Arenas** nelle numerose discariche sono stati registrati tenori di Pb molto elevati, accompagnati da elevati tenori di Zn, Cd, As e Hg nei campioni tipo "stream sediment" a valle dei lavori. Per le acque dei diversi bacini di decantazione presenti, si mette in evidenza una costante ma contenuta presenza di Zn, Pb, Cd e in qualche caso di Hg. Le acque del Rio Is Arrus a N della miniera non si presentano inquinate;
- ⇒ nei materiali abbancati in discarica delle **miniere di Buggerru e Malfidano** si evidenziano gli elevati tenori di Zn e Cd accompagnati da Hg. Le acque di drenaggio della galleria Lucien che sbocca nel porto di Buggerru, rivelano un basso contenuto di metalli.
- ⇒ nelle discariche della **miniera di S. Lucia** presso **Fluminimaggiore**, si evidenziano i tenori di Pb e qualche decina di ppm di Hg. Le acque di drenaggio delle gallerie minerarie presentano concentrazioni di Fe e Mn relativamente elevate mentre per quanto riguarda Zn e Cd le concentrazioni sono sempre molto contenute.
- ⇒ Nei sedimenti di fiume prelevati entro il **Gutturu Cardaxiu** che drena le **miniere di Monte Segarino, S. Luigi, Sedda de Grechi**, etc. e sfocia a mare a Cala Domestica, sono stati rilevati elevati tenori per Pb, Zn, Cd, As, Hg. Le acque superficiali campionate non mostrano traccia di inquinamento.
- ⇒ Nelle miniere di **S'Acqua Bona e Medau Ganoppi** presso **Fluminimaggiore**, i campioni di stream mostrano tenori elevati in Pb, Zn, Cd, As. I campioni d'acqua prelevati presso i lavori minerari, mostrano valori particolarmente elevati in Zn e Cd.
- ⇒ Presso le miniere che insistono nel **bacino del Rio Antas (Candiazus, Bau Mannu, Su Zurfuru)**, i campioni tipo "stream sediment" fanno registrare tenori elevati di Pb e di Hg. Le acque superficiali campionate non mostrano traccia di inquinamento.
- ⇒ Presso l'abitato di **Fluminimaggiore**, il **Rio Mannu**, dopo aver drenato con i suoi affluenti un gran numero di miniere, presenta nei sedimenti contenuti in Pb, Zn e As piuttosto elevati. Le acque all'uscita dell'abitato e presso la foce del fiume non rivelano presenza di inquinamento da metalli pesanti. Le acque delle sorgenti utilizzate per l'approvvigionamento idrico dell'abitato nonostante siano localizzate entro un importante distretto minerario, non presentano tracce di inquinamento.

⇒ **Bacino Minerario dell'Iglesiente** Il patrimonio delle conoscenze relative alle numerose ed importanti miniere di questo polo estrattivo è disponibile presso le Società minerarie concessionarie.

Per un riepilogo della situazione si rimanda comunque ai rapporti del progetto "*Piano per il disinquinamento e riabilitazione delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese*" realizzato nel 1997-98 dall'EMSA-Progemisa S.p.A., a seguito dell'intesa di programma tra il Ministero dell'Industria e la RAS.

I risultati delle analisi relative ai materiali di discarica e ai suoli campionati a valle della discarica dei fanghi rossi di Monteponi testimoniano che le miniere di quest'area costituiscono dei notevoli centri di pericolo.

Vengono riportate delle considerazioni su alcuni risultati di campioni d'acqua nell'area mineraria in oggetto:

- le acque di eduazione che vengono emunte dalla miniera di Monteponi verso il mare presentano una elevata salinità e costante presenza di Fe, Mn, Zn, Cd, Hg e Pb;
- ugualmente le acque interne alle miniere di Acquaresi mostrano alte concentrazioni di Fe, Mn e Zn.
- le acque del Rio S.Giorgio, che scorre nella valle di Iglesias e drena l'intera area mineraria ricevendo inoltre le acque reflue del centro abitato di Iglesias, costituiscono una forte evidenza del rischio ambientale generato in quest'area dall'attività mineraria, presentando pericolose concentrazioni di metalli pesanti quali Zn, Cd, Pb, Fe, Mn e Hg, al livello di ppm.

AREE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA FENOMENI DI INQUINAMENTO

Rientrano in questa categoria le miniere che per tipologia di materiali estratti, per la presenza di residui di lavorazione, per la loro ubicazione e il loro stato di conservazione possono essere considerate a rischio inquinamento rivestendo una certa importanza come potenziali centri di rilascio di metalli pesanti nell'ambiente.

AREA 1 ORANI

⇒ miniere di talco e feldspato

AREA 7 SARRABUS-GERREI

Per le miniere di seguito elencate sarà necessario in una seconda fase dei lavori pianificare degli interventi conoscitivi.

- ⇒ Miniera di Corti Rosas a Ballao;
- ⇒ miniera di Parredis a nord del Flumendosa;

- ⇒ miniere di Brecca e Gutturu is Cannas presso il Flumendosa nell'area di S. Vito;
- ⇒ miniere di Br.cu Molentinu e di Peddiattu a W di S. Vito;
- ⇒ miniera di Nicola Secci presso il rio Ollastu.

AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE

Le conoscenze relative a questo importante compendio minerario si ritrovano negli archivi delle società concessionarie mentre altri lavori possono trovarsi in bibliografia.

4.7.5 Sintesi dei risultati ottenuti dalle analisi sulla qualità dell'ambiente.

Sulla base dei dati e delle informazioni disponibili è possibile trarre alcune conclusioni in merito ai fondamentali aspetti di inquinamento delle matrici ambientali.

4.7.5.1 Inquinamento atmosferico

Nella zona mineraria l'inquinamento atmosferico è legato a fenomeni di trasporto (che data la ventosità di questo territorio possono essere intensi e anche frequenti) interessanti particolati contenenti Piombo, Zinco, Cadmio e Arsenico. Peraltro la presenza di rivestimenti e di coperture in cemento amianto in pessime condizioni fa temere il rilascio, in caso di forte vento, di fibre libere di amianto.

4.7.5.2 Inquinamento delle acque

Nello studio in questione è stata caratterizzata la qualità delle acque nelle seguenti aree minerarie:

Anello metallifero- Iglesias Sulcis Rio San Giorgio (Iglesias) Montevecchio Levante Montevecchio Ponente Ingurtosu-Naracauli Fluminese
--

In sintesi si può affermare che la presenza di metalli pesanti quali Pb, Zn, Cd, As, Fe e Cu interessa tutte le acque superficiali e sotterranee che circolano in prossimità delle aree minerarie summenzionate.

Tra i casi più eclatanti di inquinamento da metalli pesanti vi è quello del Rio Montevecchio-Sitzerri, dove sono state superate le concentrazioni, rispetto ai limiti di legge, per Zn tra 250 e 500 mg/l, per Pb tra 2 e 3,8 mg/l e per Cd valori generalmente superiori a 1 mg/l.

Situazioni molto gravi anche nel Rio Piscinas dove si è notato il considerevole aumento delle concentrazioni dei metalli tra i campioni delle acque prelevati a monte dei lavori minerari e quelli prelevati a valle; in particolare sul rio Roia Cani (un affluente del Rio Piscinas), che attraversa le discariche della Laveria Sanna, sono stati determinati i valori di concentrazione più alti per lo Zn (133280 ppb), il Pb (1013 ppb) ed il Cd (1050 ppb).

Inoltre sempre in questo sito si è verificata la fuoriuscita delle acque di falda, risalite in superficie dopo la chiusura dell'attività mineraria; queste acque, con una portata variabile tra i 30 e i 50 l/s, riversano nel il Rio Piscinas elevate concentrazioni di metalli pesanti (Zn 1100 ppm, Pb 0,7 ppm Cd 0,2 ppm e Fe 130 ppm etc.) e una sospensione solida costituita per circa il 50% da sali di Fe.

Per quanto riguarda la miniera di Monteponi, la più importante dell'anello metallifero del Sulcis-Iglesiente, sono state sottoposte a monitoraggio le acque prelevate dai più significativi pozzi minerari della zona. Anche in questo caso dalle analisi delle acque si evidenzia la costante presenza di: Fe, Mn, Zn, Cd, Hg e Pb; tra questi, lo Zn ed il Hg sono più frequentemente riscontrati oltre i limiti di legge.

In particolare, nelle acque del Pozzo S.Giovanni, lo Zn raggiunge i valori massimi (circa 6500 ppb di media, con la punta di 8994 ppb), mentre, nelle acque di eduazione che vengono scaricate a mare, il Hg raggiunge i valori massimi (circa 22 ppb di media, con la punta di 27 ppb).

Sul Pozzo S. Luigi ubicato tra Acquaresi e Buggerru si manifestano alte concentrazioni di Fe (5000 ppb in media), di Mn (630 ppb in media) e di Zn (16960 ppb in media), che rappresenteranno un sicuro problema quando la risalita della falda sarà completata.

4.7.5.3 Inquinamento del suolo

L'esame dei dati ha rivelato le caratteristiche salienti di ciascuna miniera. In generale i suoli presentano elevate concentrazioni di metalli pesanti, in particolare Pb, Cd, Zn, As e Hg. Per brevità non si riportano i risultati ottenuti dall'analisi di ciascuna miniera ma si riportano solo alcuni casi esemplificativi.

Nella miniera di Arenas e nei bacini fluviali circostanti a valle di essa, il Pb, sulle frazioni granulometriche minori di 1 mm, mostra tenori intorno a 1-3 % con livelli pari al 3,9 % per campione prelevato in discarica; si rilevano tenori tra 300 e 1000 ppm di As nei sedimenti fluviali (valore massimo 4500 ppm); il Hg mostra valori tra 13 e 16 ppm.

Nelle miniere di Buggerru e Malfidato, nel materiale abbancato in discarica, lo Zn ha tenori da 1 a 4 %; il Cd, sempre in discarica, raggiunge valori di 100-200 ppm mentre Hg ha valori massimi di 12-20 ppm.

Nella miniera di Ingurtosu si registrano tenori di Pb intorno a 0,5 % e generalmente inferiori a 1 % (massimo registrato su fini di laveria 3 %); lo Zn ha valori generalmente compresi tra 1 e 3 % sia tra i sedimenti fluviali sia nei campioni di discarica; il Cd ha valori di 100-300 ppm: il Hg mostra per i sedimenti fluviali valori di 2-6 ppm mentre tra i campioni di discarica raggiunge i 30 ppm.

Presso l'abitato di Fluminimaggiore, il Rio Mannu, dopo avere drenato con i suoi affluenti un gran numero di miniere, presenta sedimenti con contenuti di elementi tossico nocivi piuttosto elevati: vi si registrano tenori dell'ordine di 3000 ppm e fino a oltre 1 % di Pb, tenori di 4000 ppm in Zn con punte intorno a 1 %, Cd tra 20 e 50 ppm, As tra 500 e 1500 ppm.

La campionatura dei suoli lungo la valle del Rio San Giorgio (Iglesias) ha messo in evidenza valori di concentrazione di metalli nei suoli estremamente elevati che raggiungono tenori di Piombo tra 5200 e 19500 ppm e di Zinco tra 50400 e 140300 ppm, nella zona cosiddetta dei "Fanghi rossi" (residui di laveria), che occupa una superficie di circa 16 ha,

4.7.6 Siti potenzialmente inquinati di cui alle comunicazioni ex art. 9 del D.M. 471/99

Nell'ambito dei siti minerari, solo due soggetti hanno provveduto alla richiesta per l'attivazione degli interventi di bonifica e risanamento ambientale ai termini dell'art.9 del D.M. 471/99, ovvero le Società IGEA S.p.A. ed Eni Ambiente.

Quest'ultima costituisce un'eccezione nel panorama delle aree minerarie, infatti, le aree oggetto della comunicazione, sono diventate di proprietà di "Eni Ambiente" solo in occasione della realizzazione della cosiddetta discarica di cat. 2b di "Genna Luas" ubicata tra il Comune di Iglesias e quello di Carbonia.

Le aree prospicienti la discarica, come il sito di discarica stessa erano adibite ad attività mineraria; in seguito alle procedure di valutazione di impatto ambientale, condotte a livello Ministeriale, previste per la realizzazione della suddetta discarica, venne imposta la bonifica delle aree circostanti. Da qui l'avvio di tutte le procedure previste dal D.M. 471/99 per realizzare la bonifica e/o, come in questo caso, la messa in sicurezza permanente di tali siti minerari.

Al fine di meglio comprendere le competenze dei soggetti che operano negli ambiti minerari appare opportuno ricordare l'iter amministrativo che ha portato alla costituzione dell'IGEA S.p.A..

Con la L.R. n. 33/98 l'Amministrazione Regionale stabilì di perseguire la realizzazione degli *"interventi per la riconversione delle aree minerarie e soppressione dell'Ente Minerario Sardo (EMSA)"*, istituito con L.R. n. 24/68. Punto principale per tale riconversione era la costituzione, anche mediante fusione o incorporazione di società controllate dall'EMSA, di una società avente ad oggetto la realizzazione delle opere di messa in sicurezza degli impianti e di riassetto ambientale,

nelle aree interessate dalle attività minerarie. Detta società doveva avvalersi esclusivamente di lavoratori già dipendenti a tempo indeterminato delle società controllate dall'EMSA.

Su queste indicazioni, venne costituita l'IGEA S.p.A. *Interventi Geo Ambientali* mediante fusione per incorporazione delle altre due società operative dell'EMSA, la Miniera Iglesiente S.p.A. e la Bariosarda S.p.A..

Nel proseguo delle operazioni di dismissione dell'EMSA, l'IGEA ha di recente acquisito la RIMISA S.p.A. e la FELSARDA S.p.A..

Allo stato attuale l'IGEA è una società a completo capitale pubblico ed ha in gestione 84 titoli minerari, che si estendono su una superficie di circa 31.000 ha. Inoltre, come verrà meglio illustrato nel successivo paragrafo l'IGEA per conto dell'EMSA sta portando avanti i progetti di bonifica mineraria ai termini della L.204/93.

Nel marzo del 2001 ha presentato comunicazione ai sensi dell'art. 9 del succitato D.M. per i siti di cui è proprietaria e titolare delle relative concessioni, come indicati nella successiva Tabella 4-24.

N°	Società	Denominazione Concessione o Permesso	Ubicazione	Attività
1	Eni Ambiente	Area Prospiciente Discarica Genna Luas	Iglesias	area mineraria
2	IGEA S.p.A.	Crabulatzu	Arbus	area mineraria
3	IGEA S.p.A.	Gennamari	Arbus	area mineraria
4	IGEA S.p.A.	Ingurtosu	Arbus	area mineraria
5	IGEA S.p.A.	Genna Sciria	Arbus-Guspini	area mineraria
6	IGEA S.p.A.	Montevecchio	Arbus-Guspini	area mineraria
7	IGEA S.p.A.	Corti Rosas	Ballao	area mineraria
8	IGEA S.p.A.	Corona Arrubia	Buggerru	area mineraria
9	IGEA S.p.A.	Malfidano	Buggerru	area mineraria
10	IGEA S.p.A.	Monte Segarino	Buggerru	area mineraria
11	IGEA S.p.A.	Planu Dentis	Buggerru	area mineraria
12	IGEA S.p.A.	Planu Sartu	Buggerru	area mineraria
13	IGEA S.p.A.	Punte Su Liberau	Buggerru	area mineraria
14	IGEA S.p.A.	San Nicolo Nanni Frau	Buggerru	area mineraria
15	IGEA S.p.A.	Su Sollu	Buggerru	area mineraria
16	IGEA S.p.A.	Candiazus	Buggerru-Fluminimaggiore	area mineraria
17	IGEA S.p.A.	Pira Roma	Buggerru-Iglesias	area mineraria
18	IGEA S.p.A.	Corona Sa Craba	Carbonia	area mineraria
19	IGEA S.p.A.	Santa Maria	Carbonia	area mineraria
20	IGEA S.p.A.	Barega	Carbonia-Iglesias	area mineraria
21	IGEA S.p.A.	Monte Oi O Seddas De Ghilleri	Carbonia-Iglesias	area mineraria
22	IGEA S.p.A.	Monte Onixeddu	Carbonia-Iglesias	area mineraria

N°	Società	Denominazione Concessione o Permesso	Ubicazione	Attività
23	IGEA S.p.A.	Punta Peppixedda	Carbonia-Narcao-Perdaxius	area mineraria
24	IGEA S.p.A.	Barraxiutta	Domusnovas	area mineraria
25	IGEA S.p.A.	Nebidedda	Domusnovas	area mineraria
26	IGEA S.p.A.	Sa Duchessa	Domusnovas	area mineraria
27	IGEA S.p.A.	Macciarru	Domusnovas-Iglesias	area mineraria
28	IGEA S.p.A.	San Michele	Domusnovas-Iglesias	area mineraria
29	IGEA S.p.A.	Arenas	Fluminimaggiore	area mineraria
30	IGEA S.p.A.	Gutturu Pala	Fluminimaggiore	area mineraria
31	IGEA S.p.A.	Perda S'oliu	Fluminimaggiore	area mineraria
32	IGEA S.p.A.	Punta Pilloca	Fluminimaggiore	area mineraria
33	IGEA S.p.A.	Punta Pitzianti	Fluminimaggiore	area mineraria
34	IGEA S.p.A.	Serra De Baueddu	Fluminimaggiore	area mineraria
35	IGEA S.p.A.	Serra Is Menas	Fluminimaggiore	area mineraria
36	IGEA S.p.A.	Su Zurfuru	Fluminimaggiore	area mineraria
37	IGEA S.p.A.	Terras Nieddas	Fluminimaggiore	area mineraria
38	IGEA S.p.A.	S'acqua Bona	Fluminimaggiore-Arbus	area mineraria
39	IGEA S.p.A.	Genna Carru	Fluminimaggiore-Domusnovas	area mineraria
40	IGEA S.p.A.	Tinny	Fluminimaggiore-Domusnovas	area mineraria
41	IGEA S.p.A.	Cuccuru Faa	Fluminimaggiore-Iglesias	area mineraria
42	IGEA S.p.A.	Punta Campu Spina	Fluminimaggiore-Iglesias	area mineraria
43	IGEA S.p.A.	Funtana Raminosa	Gadoni	area mineraria
44	IGEA S.p.A.	Domus Nieddas	Gonnesa	area mineraria
45	IGEA S.p.A.	Monte Scorra	Gonnesa-Iglesias	area mineraria
46	IGEA S.p.A.	Monte Uda	Gonnesa-Iglesias	area mineraria
47	IGEA S.p.A.	San Giovanni	Gonnesa-Iglesias	area mineraria
48	IGEA S.p.A.	Piccalina	Guspini	area mineraria
49	IGEA S.p.A.	Genna Majori	Iglesias	area mineraria
50	IGEA S.p.A.	Genna Ricosta	Iglesias	area mineraria
51	IGEA S.p.A.	Masua	Iglesias	area mineraria
52	IGEA S.p.A.	Monte Agruxau	Iglesias	area mineraria
53	IGEA S.p.A.	Monte Cani	Iglesias	area mineraria
54	IGEA S.p.A.	Monte Pubuxeddu	Iglesias	area mineraria
55	IGEA S.p.A.	Nebida	Iglesias	area mineraria
56	IGEA S.p.A.	Pala De Is Carrogas	Iglesias	area mineraria
57	IGEA S.p.A.	Pala Is Luas O Coremò	Iglesias	area mineraria
58	IGEA S.p.A.	Pubuxeddu	Iglesias	area mineraria
59	IGEA S.p.A.	Punta Candiazzus	Iglesias	area mineraria
60	IGEA S.p.A.	San Benedetto	Iglesias	area mineraria
61	IGEA S.p.A.	San Givanneddu	Iglesias	area mineraria

N°	Società	Denominazione Concessione o Permesso	Ubicazione	Attività
62	IGEA S.p.A.	Santo Stefano	Iglesias	area mineraria
63	IGEA S.p.A.	Serra De Cuccuru Contu	Iglesias	area mineraria
64	IGEA S.p.A.	Canal Grande	Iglesias-Buggerru	area mineraria
65	IGEA S.p.A.	Enna Murtas	Iglesias-Buggerru	area mineraria
66	IGEA S.p.A.	Monteponi	Iglesias-Carbonia-Gonnesa	area mineraria
67	IGEA S.p.A.	Marganai	Iglesias-Domusnovas	area mineraria
68	IGEA S.p.A.	Malacalzetta	Iglesias-Domusnovas- Fluminimaggiore	area mineraria
69	IGEA S.p.A.	Monte Fenugu	Iglesias-Gonnesa	area mineraria
70	IGEA S.p.A.	Punta Mezzodi	Iglesias-Gonnesa	area mineraria
71	IGEA S.p.A.	Serra Manna	Masainas-Piscinas-Giba	area mineraria
72	IGEA S.p.A.	Montega	Narcao	area mineraria
73	IGEA S.p.A.	Punta Fundu Coronas	Narcao	area mineraria
74	IGEA S.p.A.	Rio Bacchera	Nuxis	area mineraria
75	IGEA S.p.A.	Sa Conchitta	Piscinas-Santadi-Teulada	area mineraria
76	IGEA S.p.A.	Su Benatzu	Santadi	area mineraria
77	IGEA S.p.A.	Murru De Sinibiris	Siliqua-Nuxis	area mineraria
78	IGEA S.p.A.	Punta Filippeddu	Villamassargia	area mineraria
79	IGEA S.p.A.	Sedda Antiogu Sabiu	Villamassargia-Narcao	area mineraria
80	IGEA S.p.A.	Su Suergiu	Villasalto	area mineraria

Tabella 4-24: Aree Minerarie Dismesse - Siti per i quali è stata inoltrata notifica ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99.

4.7.7 Attività di bonifica in corso e di risanamento minerario

Nell'ambito delle aree minerarie dismesse si rileva che è in corso di realizzazione ai sensi del D.M. 471/99 un solo intervento relativo alla "Bonifica e ripristino ambientale delle aree prospicienti la discarica di Genna Luas" ubicate tra il Comune di Iglesias ed il Comune di Carbonia.

Tale intervento avviato con la procedura di cui all'art. 9 del D.M. 471/99 è stato gestito dal punto di vista amministrativo e autorizzativo dalla Regione Sardegna in virtù de3l affto che si tratta di un sito ricadente nel territorio di più Comuni. Allo stato attuale i lavori sono in corso di svolgimento.

Società	Denominazione sito	Status	Tipo di procedura	Importo stimato/accertato	Stato di attuazione
Portovesme s.r.l. (ceduto da ENI AMBIENTE)	Aree prospicienti la discarica di Genna Luas	Dismesso	D.M. 471/99	€ 4.811.250	Progetto di <i>Bonifica e ripristino ambientale</i> redatto con i criteri D.M.471/99 e realizzato sotto controllo e approvazione degli organi competenti. Intervento in corso di realizzazione

Tabella 4-25 Aree Minerarie Dismesse - Siti in cui sono in corso attività di bonifica ai sensi del D.M. 471/99

Tuttavia tra gli interventi in corso vanno annoverati quelli predisposti ai sensi della L. 204/93 recante “*Interventi urgenti a sostegno del settore minerario della Sardegna*”. Gli interventi (vedi Tabella 4-26) finanziati dalla succitata legge sono volti a favorire la ripresa economica ed occupazionale delle aree interessate dalla cessazione dell’attività mineraria. E’ evidente che tali opere offrono una opportunità di integrazione con tutti gli interventi previsti nel Parco Geominerario, sia relativi a opere di valorizzazione e recupero ambientale sia alle opere di Bonifica e ripristino ambientale e/o Messa in sicurezza permanente, come regolamentate dal D.M. 471/99.

A tal proposito appare opportuno introdurre la figura di un altro soggetto impegnato nella realizzazione di tali interventi, l’Associazione Temporanea di Impresa A.T.I. (Ifras-Intini-Servizi Globali).

Detta Associazione è stata individuata, dall’intesa Stato Regione, come preposta all’avvio dei lavori di bonifica, risanamento ambientale, valorizzazione archeologica e museale, risanamento minerario nelle aree del Parco Geominerario, restringendo il campo, per i lavori di bonifica, alla sola area del Sulcis Iglesiente Guspinese.

Infatti il 23 ottobre 2001 e con un addendum il 4 dicembre dello stesso anno è stata stipulata una Convenzione tra Ministero del Lavoro, Ministero dell’Ambiente, Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Ministero delle Attività Produttive e la Regione Autonoma della Sardegna, al fine di stabilizzare i 468 lavoratori socialmente utili, già operanti nel Parco Geominerario Storico Ambientale della Sardegna, attraverso la realizzazione del complessivo recupero ambientale e paesaggistico di tutte le aree minerarie dismesse.

PROV	COMUNE	TITOLO DEL PROGETTO	PROGETTAZIONE		DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	QUADRO ECONOMICO		ESECUTORE DEI LAVORI	STATO DI ATTUAZIONE
			LAVORI	SICUREZZA		LAVORI	SOMME A DISPOSIZIONE (SPESE TECNICHE+IVA)		
CA	Iglesias	Bacino sterili n.1, San Giovanni² (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale dell'area interessata dal deposito, con lavori di rimodellamento morfologico, opere di regimazione idraulica, ricoprimento con terreno argilloso, stesa di terreno vegetale, piantumazione essenze arboree autoctone.	511.927,40 ³	125.729,37	➤ IGEA	➤ completati nell'esercizio 2002
CA	Iglesias	Bonifiche aree esterne Monteponi San Giovanni³ (Decreto n. 7918 del 1/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	I lavori di bonifica sono suddivisi in tre distinte fasi: a) Raccolta e smaltimento rifiuti; b) Piano di caratterizzazione aree potenzialmente inquinate; c) Bonifica vera e propria mediante asportazione e smaltimento dei terreni risultati inquinati.	911.546,43	223.875,80	➤ IGEA S.p.A. (raccolta) ➤ Imprese esterne abilitate ai sensi del D.Lgs 22/87 (trasporto e smaltimento)	➤ Eseguito un primo lotto di raccolta e smaltimento rifiuti per complessivi € 261.614,16 ➤ In corso progettazione 2° e ultimo lotto raccolta e smaltimento rifiuti ➤ data prevista per chiusura lavori: 31/12/2003.
CA	Iglesias	Discarica n. 3 - San Giovanni³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale area della discarica con rimodellamento morfologico della stessa, opere di regimazione idraulica, riempimento con materiale argilloso, stesa di terreno vegetale, piantumazione specie arboree autoctone	440.021,28	108.069,23	➤ IGEA	➤ Lavori da avviare ➤ data prevista per chiusura lavori: 31/12/2003.

² Lotto funzionale del Piano stralcio di cui al "Progetto di riabilitazione ambientale delle aree di Monteponi Waltz e di San Giovanni", Comune di Iglesias.

³ L'importo lavori può essere soggetto a modeste variazioni connesse alla componente "costo lavoro" determinabile in forma definitiva solo a fine esercizio

PROV	COMUNE	TITOLO DEL PROGETTO	PROGETTAZIONE		DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	QUADRO ECONOMICO		ESECUTORE DEI LAVORI	STATO DI ATTUAZIONE
			LAVORI	SICUREZZA		LAVORI	SOMME A DISPOSIZIONE (SPESE TECNICHE+IVA)		
CA	Iglesias	Discarica n. 4 San Giovanni³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale area della discarica con rimodellamento morfologico della stessa, opere di regimazione idraulica, riempimento con materiale argilloso, stesa terreno vegetale, piantumazione specie arboree autoctone.	84.475,37	20.747,15	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2001.
CA	Iglesias	Discarica n.10, San Giovanni³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98). *	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale area della discarica con rimodellamento morfologico della stessa, opere di regimazione idraulica, ricoprimento con materiale argilloso, stesa di terreno vegetale, piantumazione di specie arboree autoctone.	69.148,89 ⁴	16.982,97	➤ IGEA	➤ Lavori conclusi nell'esercizio 2002
CA	Iglesias	Fanghi Rossi, Monteponi³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale delle aree interessate dai depositi di rifiuti derivati da processi metallurgici dello zinco e del piombo, con opere di regimazione idraulica, rimodellamento morfologico, ricoprimento di inerti, stesa di terreno vegetale e rinverdimento; realizzazione impianto per il disinquinamento delle acque.	522.575,52	.522.575,52	➤ IGEA	➤ In fase di avanzata attuazione, al 31/10/02 sono stati consuntivati lavori per complessivi € 1.243.367,79 (circa 50% dei costi previsti per il totale degli interventi) ➤ data prevista per chiusura lavori: 31/12/2003.
CA	Iglesias	Discarica n. 1 Monteponi³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e rimodellamento morfologico della discarica, ricoprimento con terreno argilloso e vegetale, piantumazione di essenze arboree autoctone.	449.526,70	110.403,76	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2002.

PIANO BONIFICA SITI INQUINATI DELLA REGIONE SARDEGNA

SITI DA SOTTOPORRE AD ATTIVITÀ DI BONIFICA

PROV	COMUNE	TITOLO DEL PROGETTO	PROGETTAZIONE		DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	QUADRO ECONOMICO		ESECUTORE DEI LAVORI	STATO DI ATTUAZIONE
			LAVORI	SICUREZZA		LAVORI	SOMME A DISPOSIZIONE (SPESE TECNICHE+IVA)		
CA	Iglesias	Discarica n. 2 di Monteponi³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e rimodellamento morfologico della discarica, ricoprimento con terreno vegetale, piantumazione di essenze arboree autoctone.	370.509,32	90.997,09	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2001
CA	Iglesias	Scavo 30 C Albasini di Monteponi³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale dell'area interessata dallo scavo mediante riempimento dello stesso con materiali inerti, rimodellamento morfologico dell'area, ricoprimento con materiali argillosi, terreno vegetale e rinverdimento con piantumazione specie arboree autoctone.	95.540,83	23.464,83	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2001
CA	Arbus	Interventi di riabilitazione ambientale del compendio minerario di Ingurtosu⁴ (Decreto n. 7917 del 31/12/1996, € 2.065.827,60)	Progemisa	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale di discariche e scavi minerari mediante rimodellamento morfologico dei versanti, opere di contenimento e di regimazione delle acque, ricoprimento con materiali inerti e materiali argillosi, stesa di terreno vegetale, rinverdimento con idrosemina e piantumazione di essenze arboree autoctone, lavori di rinaturazione forestale su vasta scala mediante decespugliamento e integrazione piantumazione.	926.007,22	211.165,79	➤ IGEA	➤ In fase di completamento quasi tutte le opere di riabilitazione ambientale di scavi e discariche; di prossimo avvio i lavori di rinaturazione forestale su vasta scala. ➤ Al 31/10/2002 sono stati consumati lavori per complessivi € 653.205,17 pari a circa il 70 % del lavoro programmato. ➤ data prevista per chiusura lavori:

⁴ Lotto funzionale del Piano stralcio di cui al "Progetto di riabilitazione ambientale del compendio minerario di Ingurtosu", Comune di Arbus

PROV	COMUNE	TITOLO DEL PROGETTO	PROGETTAZIONE		DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	QUADRO ECONOMICO		ESECUTORE DEI LAVORI	STATO DI ATTUAZIONE
			LAVORI	SICUREZZA		LAVORI	SOMME A DISPOSIZIONE (SPESE TECNICHE+IVA)		
									31/12/2003.
CA	Fluminimaggiore	Rimodellamento morfologico nell'area estrattiva a cielo aperto di Arenas⁵ (Decreto n. 7916 del 31/12/1996, € 2.065.827,60).	Progemisa	Progemisa	I lavori riguardano la sistemazione dell'area interessata dai lavori minerari a cielo aperto mediante rimodellamento delle scarpate e delle discariche, riempimento di vuoti, opere di regimazione idraulica, ricoprimento di discariche con materiali argillosi, stesa di terreno vegetale rinverdimento e piantumazioni con essenze vegetali autoctone.	2.065.827,60	462.205,64	➤ IGEA	➤ In fase di attuazione (al 31/10/2002 sono stati consuntivati lavori per € 476.243,16 pari a circa il 20% dei costi totali previsti). ➤ data prevista per chiusura lavori: 31/12/2003.
CA	Iglesias	Scavo 6 d (colonna 8) San Giovanni³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98)	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale area dello scavo con riempimento dello stesso, rimodellamento morfologico dell'area, opere di regimazione idraulica, riempimento con terreno argilloso, stesa terreno vegetale, piantumazione specie arboree autoctone.	51.330,47	12.606,76	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2001.
CA	Iglesias	Scavo 37 h (Massa Pozzo 4) San Giovanni³ (Decreto n. 7918 del 31/12/1996, € 10.329.137,98) *	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza e riabilitazione ambientale area dello scavo, con riempimento dello stesso, rimodellamento morfologico, stesa terreno vegetale, regimazione idraulica, piantumazione specie arboree autoctone.	109.401,89 ⁴	26.869,10	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2002.

⁵ Gli interventi programmati non esauriscono la riabilitazione ambientale dell'area dello scavo. E' previsto che parte della miniera a cielo aperto venga, con lavori successivi ancora da finanziare, valorizzata a fini di realizzare percorsi turistici a carattere minerario.

PROV	COMUNE	TITOLO DEL PROGETTO	PROGETTAZIONE		DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	QUADRO ECONOMICO		ESECUTORE DEI LAVORI	STATO DI ATTUAZIONE
			LAVORI	SICUREZZA		LAVORI	SOMME A DISPOSIZIONE (SPESE TECNICHE+IVA)		
CA	Iglesias	Scavo 188 Cungiaus di Monteponi³ (Decreto n. 7918 del 31/12/11996, € 10.329.137,98).	IGEA	IGEA	Messa in sicurezza dello scavo con realizzazione di un rilevato in terra lungo l'argine dello stesso, recinzione con rete metallica, piantumazione di essenze arboree spinose con funzioni di interdizione e rinverdimento del bordo dello scavo.	314.354,17 ⁴	77.205,38	➤ IGEA	➤ Lavori completati nell'esercizio 2002

Tabella 4-26: Aree Minerarie Dismesse - Interventi L. 204/93 di cui l'EMSA è soggetto attuatore.

5. MODALITÀ E TIPOLOGIE DI INTERVENTO

5.1 Premessa

Il problema della bonifica dei siti contaminati è una questione interdisciplinare complessa, poiché il terreno è un ecosistema in cui l'inquinante può diffondere, subire trasformazioni chimiche, fisiche o biologiche, trasmigrare nelle acque o in atmosfera e venire a contatto con l'uomo e le sue attività.

La scelta della soluzione d'intervento risulta subordinata ad un'analisi di dettaglio del sito volta a determinare in maniera minuziosa le caratteristiche geologiche, idrogeologiche, l'estensione dell'area da bonificare, i volumi di suolo contaminato, le caratteristiche dell'ambiente naturale e costruito, il grado di inquinamento delle diverse matrici ambientali e la distribuzione spaziale delle sostanze tossiche nel sito nonché le vie di esposizione e le caratteristiche della popolazione su cui possono manifestarsi gli effetti dell'inquinamento.

Un elemento fondamentale di cui tener conto fin dalla fase di caratterizzazione del sito risulta essere la presenza dell'uomo nell'area oggetto di indagine e nell'area circostante. Appare necessario individuare l'interazione con l'ambiente e le attività svolte sul sito. In taluni casi sarà necessario raccogliere dati in merito alla densità abitativa della zona, alla popolazione residente e circostante con particolare riferimento alle strutture destinate alla fruizione da parte di categorie particolarmente sensibili (bambini, anziani, ammalati). Infine vanno valutate le condizioni di accessibilità della zona oggetto di indagine, le condizioni delle eventuali recinzioni e degli altri presidi finalizzati all'isolamento dell'area oggetto di indagine: l'accesso incontrollato da parte della popolazione circostante o di animali può costituire un veicolo per la diffusione delle sostanze pericolose.

La natura dell'intervento varia inoltre in base alla matrice ambientale contaminata (ad es. l'intervento sarà differente a seconda che le matrici ambientali interessate siano i terreni, le acque superficiali o le acque di falda, superficiale o profonda).

5.2 Analisi delle tecniche di bonifica e risanamento.

Come previsto dall'allegato 3 del D.M. 471/99 gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza, bonifica e ripristino ambientale, le misure di sicurezza e gli interventi di messa in sicurezza permanente devono essere condotti secondo i seguenti criteri generali:

a) privilegiare le tecniche di bonifica che riducono permanentemente e significativamente la concentrazione nelle diverse matrici ambientali, gli effetti tossici e la mobilità delle sostanze inquinanti

- b) privilegiare le tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in situ ed on-site del suolo contaminato, con conseguente, riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato
- c) privilegiare le tecniche di bonifica che permettono il trattamento e il riutilizzo nel sito anche dei materiali eterogenei o di risulta utilizzati nel sito come materiali di riempimento
- d) prevedere il riutilizzo del suolo e dei materiali eterogenei sottoposti a trattamenti off-site sia nel sito medesimo che in altri siti che presentino le caratteristiche ambientali e sanitarie adeguate
- e) presentare una dettagliata analisi comparativa delle diverse tecnologie di bonifica applicabili al sito in esame, in considerazione delle specifiche caratteristiche dell'area, in termini di efficacia nel raggiungere gli obiettivi finali, concentrazioni residue, tempi di esecuzione, impatto sull'ambiente circostante degli interventi; questa analisi deve essere corredata da un'analisi dei costi delle diverse tecnologie
- f) le alternative presentate dovranno, permettere di comparare l'efficacia delle tecnologie anche in considerazione della riduzione della gestione a lungo termine delle misure di sicurezza, dei relativi controlli e monitoraggi
- g) definire i valori delle concentrazioni residue accettabili per il sito in esame in modo da garantire la protezione della salute pubblica e dell'ambiente circostante, sia per le condizioni presenti che per scenari di possibile modificazione delle principali caratteristiche ambientali e territoriali
- h) per la messa in sicurezza permanente privilegiare gli interventi che permettono il trattamento dei rifiuti, per ridurre sia il volume che gli effetti di tossicità
- i) adeguare le misure di sicurezza alle caratteristiche specifiche del sito e dell'ambiente da questo influenzato
- j) provvedere all'immediata classificazione ed eliminazione dei rifiuti o sostanze pericolose presenti o accumulate sul sito che possono aggravare lo stato di contaminazione
- k) provvedere alla completa registrazione dei dati relativi a rifiuti e fonti di inquinamento rimossi, definendo ai fini della progettazione degli interventi di bonifica il volume, la tipologia e le caratteristiche chimico-fisiche, le sostanze contenute, la precisa localizzazione nel sito, le caratteristiche dello stoccaggio
- l) privilegiare negli interventi di bonifica e ripristino ambientale l'impiego di materiali organici di adeguata qualità provenienti da attività di recupero di rifiuti urbani
- m) sottoporre le tecnologie proposte a test di laboratorio o a verifiche con impianti pilota che permettano di valutarne l'efficacia nelle condizioni geologiche e ambientali specifiche del sito

n) evitare ogni rischio aggiuntivo a quello esistente di inquinamento dell'aria, delle acque sotterranee e superficiali, dei suolo e sottosuolo, nonché ogni inconveniente derivante da rumori e odori

o) evitare rischi igienico-sanitari per la popolazione durante lo svolgimento degli interventi

p) salvaguardare le matrici ambientali presenti nel sito e nell'area interessata dagli effetti dell'inquinamento ed evitare ogni aggiuntivo degrado dell'ambiente e del paesaggio

q) adeguare gli interventi di ripristino ambientale alla destinazione d'uso e alle caratteristiche morfologiche, vegetazionali e paesistiche dell'area.

La tipologia di interventi da adottare non può prescindere dalle caratteristiche chimico-fisiche dei contaminanti presenti nelle diverse matrici ambientali. In linea generale i contaminanti si possono classificare in tre grandi gruppi:

1. elementi nutritivi (in particolare fosforo e composti azotati ammoniacali);
2. metalli (Cd, Pb, Zn, Cr, Ni, Hg, As, ecc);
3. sostanze organiche.

Inoltre per la scelta del tipo di risanamento che si vuole impiegare, oltre alla caratterizzazione del sito, si rendono talvolta necessarie una serie di prove su scale differenti (studio di trattabilità in laboratorio, prove su scala pilota, prove pilota su scala reale) per identificare la tecnica di risanamento più adatta tra quelle disponibili e per stimare il costo di trattamento, ed occorre valutare le eventuali restrizioni imposte dalla popolazione o dalla normativa vigente nella zona interessata.

L'obiettivo del Piano Regionale di bonifica è quello di fornire uno strumento generale di supporto al processo decisionale di scelta del metodo d'intervento, definendo una sequenza logica di operazioni da svolgere al fine di pervenire all'individuazione della tecnica ottimale di trattamento.

A tal fine si ritiene utile fornire una panoramica delle tecniche di trattamento utilizzabili, cercando di evidenziare le possibili correlazioni tra tipologie di siti e di inquinamento e tipologie di azioni praticabili e quindi di associare alle caratteristiche salienti del sito e del relativo inquinamento la tipologia dell'intervento.

5.2.1 Le tipologie di intervento contemplate nel Piano Ansaldo.

Nel precedente piano di bonifica le tecniche di trattamento prese in considerazione sono riconducibili fondamentalmente a:

⇒ ASPORTO CON SUCCESSIVA INERTIZZAZIONE PER VIA CHIMICA O TERMICA;

⇒ COPERTURA E TRASFORMAZIONE IN STOCCAGGIO DEFINITIVO;

⇒ MACROINCAPSULAMENTO;

⇒ RIVOLTAMENTO.

Per quanto riguarda l'asportazione del terreno e successiva inertizzazione va rilevato che la tendenza attuale, confortata anche dalla normativa vigente, è quella di raggiungere gli obiettivi di bonifica adottando preferenzialmente tecnologie che permettano di trattare il suolo, il sottosuolo, il materiale di riporto e le acque sotterranee in-situ o on-site. E' infatti determinante che le operazioni di bonifica si svolgano in accordo con la gestione di rifiuti urbani, non pericolosi e pericolosi. Deve perciò essere ridotto il ricorso al conferimento in discarica per suoli contaminati non sottoposti a trattamento. Questo tipo di intervento si configura infatti come l'ultima risorsa a cui ricorrere qualora nessuna tecnologia permetta la riduzione delle concentrazioni delle sostanze inquinanti nelle matrici ambientali e sia dimostrata l'inefficacia dell'adozione di misure di sicurezza nella protezione dell'ambiente e della salute pubblica. Va poi sottolineato che la movimentazione del materiali, soprattutto se tossici, può determinare un aumento dei fattori di rischio, oltre ai costi elevati in particolare nel caso di volumetrie significative. Inoltre le successive fasi di trattamento per via termica o chimica (lisciviazione), determinano ulteriori flussi inquinanti sia in fase gassosa sia in fase liquida (gas dagli inceneritori o liquido esausto dai processi di lisciviazione) che necessitano di ulteriori trattamenti.

Le altre tre tecniche individuate si configurano piuttosto come interventi di messa in sicurezza permanente piuttosto che di bonifica e ripristino ambientale.

Gli interventi di messa in sicurezza permanente vengono adottati nel caso in cui non sia possibile procedere alla rimozione degli stessi pur applicando le migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili. Essi hanno lo scopo di isolare in modo definitivo le fonti inquinanti impedendo la loro diffusione nell'ambiente circostante. Nello specifico si parla di interventi di messa in sicurezza solo nel caso in cui la fonte inquinante sia costituita da rifiuti stoccati.

L'intervento di macroincapsulamento è appunto una tecnica di messa in sicurezza che consiste nell'isolare il sito dall'ambiente circostante mediante dei diaframmi perimetrali in materiale di vario tipo (si va dalle miscele di argilla bentonite a miscele di terra-cemento) caratterizzati da scarsissima permeabilità e che impediscono alle acque di falda di venire a contatto con la zona contaminata. Questa tecnica risulta allo stato attuale molto efficace e versatile e sufficientemente economica.

Le tecniche di ricoprimento e rivoltamento, sembrano invece poco attendibili dal punto di vista dei risultati di bonifica ottenibili. Col ricoprimento, infatti, s'impedisce che i contaminanti possano essere trasportati per via eolica e che gli stessi vengano a contatto con le acque di percolazione, ma non s'impedisce che le acque sotterranee interagiscano col sito stesso. Il rivoltamento comporta

invece la movimentazione del materiale, con gli inconvenienti determinati dal sollevamento di polveri.

5.2.2 L'attuale classificazione degli interventi in base al luogo di trattamento e ai termini del D.M. 471/99.

Il rilievo assunto negli ultimi anni dalla problematica dei siti inquinati ha portato al proliferare della ricerca scientifica e tecnologica, con l'emergere di una molteplicità di soluzioni tecniche per il trattamento dei terreni e delle acque. Le differenti tecnologie presentano ciascuna un campo di applicazione ottimale in funzione della natura dell'inquinante, della tipologia del suolo, dei parametri chimico-fisici vincolanti. La rassegna delle varie tecnologie può essere effettuata sulla base della tipologia del trattamento (chimico, fisico, meccanico, biologico, termico, ecc.), della natura del contaminante, del luogo in cui viene effettuato il trattamento, ecc.

Una prima classificazione delle tecniche di risanamento può avvenire in base al luogo in cui viene effettuato il trattamento, ed in particolare si distingue tra trattamenti che richiedono lo scavo del terreno contaminato e tecniche che operano direttamente sul suolo senza ricorrere alla sua movimentazione. Tale classificazione identifica principalmente tre gruppi di trattamenti.

- Trattamenti on-site,
 - Trattamenti off-site,
 - Trattamenti in situ,
- } EX-SITU

5.2.2.1 Trattamenti Ex-situ (on-site/off-site)

Nei trattamenti on-site il volume contaminato viene rimosso ed il trattamento viene effettuato in installazioni realizzate all'interno del sito, spesso mobili. Rispetto ai processi in situ permettono un migliore controllo dei parametri di processo, con conseguente diminuzione dei tempi di trattamento e delle eventuali emissioni, ma richiedono lo scavo del terreno.

I trattamenti off-site, si differenziano dai precedenti in quanto il terreno scavato viene trattato in installazioni fisse, lontano dal sito contaminato. In genere si tratta di impianti di grande potenzialità, ma associano al costo dello scavo il rischio del trasporto.

In questi trattamenti il terreno trattato viene generalmente ridepositato nel sito originario. In entrambi i casi il materiale contaminato subisce, in funzione della sua natura e composizione, una preselezione.

Sono stati proposti numerosi procedimenti per la decontaminazione dei terreni riconducibili a questa categoria, alcuni dei quali sono stati già sperimentati in impianti pilota, altri sono già

collaudati in interventi di bonifica. In linea di principio si possono distinguere le seguenti tipologie di trattamento on-site/off-site:

- Trattamenti termici;
- Trattamenti chimico-fisici;
- Trattamenti di immobilizzazione;
- Trattamenti microbiologici.

Gli SVANTAGGI di tutti i trattamenti ex-situ (eccetto quelli microbiologici e alcuni processi di immobilizzazione) sono riconducibili alla produzione, come risultato del processo depurativo, di un flusso liquido o gassoso contaminato, che richiede un ulteriore processo di trattamento. Fatta eccezione per i trattamenti microbiologici, gli altri metodi determinano la sterilizzazione del terreno che alla fine del processo risulta biologicamente inattivo. A questi si aggiungono, come detto precedentemente, gli svantaggi derivanti dalla movimentazione dei materiali e dalla necessità, in alcuni casi, di stocarli in opportune discariche. Infine un ulteriore svantaggio è rappresentato in genere dagli elevati costi associati a queste tecniche.

I VANTAGGI di questi trattamenti sono costituiti dal fatto che è possibile controllare meglio i parametri di processo, ottenendo in tal modo una rimozione più efficace degli inquinanti e minori tempi di abbattimento degli inquinanti.

In linea di principio la normativa vigente mira a scoraggiare l'uso delle tecniche ex-situ che devono essere utilizzate solo nei casi in cui non esistano alternative e in particolare quando le volumetrie da trattare non sono troppo elevate: in tal caso, infatti, il rischio associato alla movimentazione e trasporto del materiale risulta troppo elevato. Tra le linee guida che vengono definite nel presente piano, quella di evitare, dove possibile, i trattamenti ex-situ, risulta tra le più significative.

5.2.2.2 Trattamenti in situ

La decontaminazione avviene nel terreno in superficie e nel sottosuolo, senza interventi di rimozione dello stesso, sono in questi casi necessarie installazioni come pozzi, trincee, barriere. Sono in genere vantaggiosi da un punto di vista economico, in quanto lo scavo rappresenta una frazione importante del costo globale di un trattamento, ma sconsigliati qualora il rischio legato alla contaminazione ed alla sua probabile diffusione sia molto elevato. La resistenza ai fenomeni di trasporto connessa al terreno rende le cinetiche di abbattimento di questi processi relativamente lente, e sono quindi da prevedere tempi di trattamento molto lunghi.

Questi trattamenti sono applicabili al risanamento di terreni contaminati sia da sostanze organiche sia inorganiche e trovano ormai applicazione sia su scala di laboratorio sia su scala reale. Le metodologie di risanamento in situ possono essere di vari tipi:

TRATTAMENTI DI STRIPPAGGIO CON ARIA O VAPORE

- ☞ **Trattamenti microbiologici**, basati sulla degradazione dei composti organici ed inorganici che contaminano il terreno, grazie all'impiego di microrganismi in grado di metabolizzarli, questi metodi sono generalmente rivolti al risanamento delle acque di falda;
- ☞ **Trattamenti di estrazione**, ossia detossificazione, attraverso l'impiego di agenti di estrazione dei contaminanti dal terreno;
- ☞ **Trattamenti di inertizzazione e/o immobilizzazione** che possono avvenire per vetrificazione del terreno o per aggiunta di sostanze adsorbenti in grado di immobilizzare alcune tipologie di inquinanti e impedire il loro trasporto nell'acquifero sottostante;
- ☞ **Fito-remediation** che comporta l'utilizzo di piante il cui apparato radicale consente l'estrazione dei metalli pesanti dal terreno. Questi metalli possono anche essere recuperati tagliando gli alberi, utilizzandoli come materiale da combustione, e successivamente recuperando i metalli dalle ceneri di combustione;

Le maggiori differenze con le tecniche ex-situ consistono nelle modalità di contatto tra agente decontaminante e materiale da trattare, nella necessità di utilizzare nei trattamenti in situ reagenti che, persistendo nel terreno, possono costituire un ulteriore fonte di inquinamento, nei tempi di processo.

I diversi tipi di trattamento in situ (in parte già citate) sono invece caratterizzati da:

- ⇒ applicabilità in tutti i casi in cui l'escavazione comporta difficoltà tecniche ed economiche;
- ⇒ necessità di un terreno relativamente omogeneo e permeabile da permettere un'efficace diffusione degli agenti impiegati per il trattamento;
- ⇒ necessità di un'indagine sulle caratteristiche meccaniche del terreno in esame.

Tra i principali VANTAGGI di queste tecniche si segnalano: buoni risultati nell'applicazione ad aree estese ma con bassi livelli di contaminazione, bassi investimenti, possibilità di impiego anche in zone già edificate, nessuna necessità di nuovi siti in cui collocare i rifiuti trattati, minori pericoli per la popolazione residente e gli addetti (la non rimozione dei materiali infatti limita i rischi derivanti dal contatto diretto con i contaminanti); la maggiore economicità rispetto ai trattamenti ex-situ.

Gli SVANTAGGI sono invece rappresentati da: difficoltà nel garantire un contatto intimo tra l'agente decontaminante e i contaminanti di diversa natura presenti nel terreno, rischio di produzione e diffusione di sostanze residuali, possibili reazioni, non previste a priori, tra l'agente del trattamento e i contaminanti, lentezza delle operazioni, difficoltà di assicurare che il trattamento sia stato pienamente efficace, difficoltà di applicazione in mezzi non omogenei che possono causare la canalizzazione degli agenti di trattamento e quindi una depurazione incompleta del terreno.

Una delle linee guida che scaturisce dall'analisi del D.M 471/99 e che viene completamente recepita dal presente piano è quella di privilegiare le tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito (trattamento in-situ ed on-site del suolo contaminato), con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato.

Occorre sottolineare infatti quante difficoltà trovi sul territorio la realizzazione di discariche ex novo in considerazione che in ogni caso il conferimento di rifiuti in un unico sito viene visto, anche se si adottano le tecniche di realizzazione più sofisticate, come una fonte di impatto ambientale ma più ancora sociale notevole.

5.2.3 I principali metodi di bonifica

L'enfasi con cui la problematica dei siti contaminati si è sviluppata nell'ultimo decennio, ha determinato la crescita esponenziale delle tecniche di risanamento (l'EPA Environmental Protection Agency ne ha individuato circa 800 attualmente disponibili), al punto che sono stati sviluppati dei software per fornire un supporto alla scelta della tecnica ottimale di trattamento. I programmi sono già presenti sul mercato e sono basati su procedure di esclusione che partendo da un insieme iniziale di tecniche molto ampio, consentono di restringere via via il campo di ricerca in base all'analisi di alcuni parametri caratteristici del sito, del tipo di contaminante, dei risultati che si vuole raggiungere e dei costi del trattamento.

Nel presente piano si illustra una procedura da seguire per la valutazione della tecnica di trattamento ottimale.

Preliminarmente è necessario fornire un quadro cognitivo delle principali tecnologie di trattamento. Ovviamente in questa sede si ritiene utile illustrare solo le principali e concentrare poi l'attenzione su quei metodi che meglio si adattano alla tipologia di siti e di contaminanti riscontrati in Sardegna.

In linea di principio le tecnologie a disposizione sono suddivisibili in tre principali categorie:

- Trattamenti Chimico-Fisici;
- Trattamenti Termici;
- Trattamenti Biologici;

Le principali tecniche di bonifica sono riportate nella tabella seguente.

	In-situ	Ex-situ
TRATT. BIOLOGICI	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Bioventilazione ◇ Processo a ricircolazione d'acqua in zona vadosa ◇ Processo a ricircolazione d'acqua in terreno saturo. ◇ Processo a doppia zona di trattamento ◇ Processo UVB ◇ Filtri microbiologici ◇ Bioinsufflazione + bioventilazione ◇ Processo a ricircolazione d'acqua in zona vadosa + terreno saturo ◇ Fitoremediation 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Landfarming ↳ Compostaggio ↳ Bioreattori in fase semisolida o in fase solida.
TRATT. TERMICI	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Trattamenti di desorbimento termico: ◇ Estrazione con vapore, ◇ Riscaldamento a radio-frequenze, ◇ Iniezioni di vapore tramite trivellazione ◇ Riscaldamento mediante resistenza elettrica ◇ Riscaldamento a corrente alternata 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Trattamenti di desorbimento termico <ul style="list-style-type: none"> □ sistemi a riscaldamento diretto □ sistemi a riscaldamento indiretto.
	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Trattamenti di termodistruzione 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Trattamenti di termodistruzione mediante: <ul style="list-style-type: none"> □ Inceneritore a tamburo rotante □ Inceneritore a letto fluido □ Inceneritore ad infrarosso ↳ Sistema al plasma ↳ Vetrificazione in ciclo pirolizzatore elettrico ↳ Reattore a parete fluida
TRATT. CHIMICO FISICI	<ul style="list-style-type: none"> ◇ Ventilazione ◇ Lavaggio (Soil flushing) ◇ Inertizzazione ◇ Decontaminazione elettrocinetica ◇ Decontaminazione elettroacustica ◇ Adsorbimento passivo su polimero ◇ Adsorbimento su zeoliti ◇ Fratturazione idraulica 	<ul style="list-style-type: none"> ↳ Lavaggio (soil washing) ↳ Estrazione chimica con solventi ↳ Dealogenazione ↳ Inertizzazione ↳ Ossidazione chimica/riduzione ↳ Osmosi inversa (per acque di falda)

Tabella 5-1: Principali tecniche di bonifica

Come emerge dalla tabella esiste un ampio ventaglio di tecniche di intervento che offrono valide opzioni e alternative alle tecniche grossolane quali l'asportazione e la copertura più volte citata

nella pianificazione precedente. Queste ultime sono infatti tecniche economiche ma raramente efficaci nella bonifica del sito stesso e vanno quindi utilizzate solo nel caso di interventi marginali, nel caso di ridotta compromissione delle matrici ambientali e assenza di rischi per la salute e per l'ambiente. La normativa vigente prevede d'altronde che debbano essere preferite le migliori tecniche a disposizione purché a costi sopportabili. Quindi deve essere effettuata un'analisi volta all'individuazione delle tecniche che forniscano le migliori prestazioni nell'abbattimento degli inquinanti e parallelamente dovrà essere condotta un'analisi dei costi che indicherà la fattibilità economica di tali tecniche.

I principali elementi che caratterizzano l'applicabilità di una tecnica rispetto all'altra sono: lo scavo del terreno (in situ o ex-situ), la matrice ambientale contaminata (suolo, acquifero etc.), la tipologia della contaminazione (natura degli inquinanti).

Nel paragrafo seguente vengono mostrate le principali tecniche suddivise in base alla matrice ambientale che si vuole risanare.

5.2.3.1 Risanamento di acque sotterranee.

RIMOZIONE DI METALLI E NITRATI

L'analisi di queste tecniche risulta particolarmente rilevante se si tiene conto della peculiarità del territorio della Sardegna; infatti la maggior parte dei siti inquinati da aree minerarie dismesse presentano acque di falda contaminate da metalli pesanti così come i siti in cui sono stoccati i rifiuti provenienti dall'industria metallurgica (vedi San Gavino e Portovesme).

I principali processi utilizzati per l'estrazione dei metalli dalle acque di falda sono: la precipitazione chimica, l'osmosi inversa, lo scambio ionico e l'evaporazione. Gli ultimi tre sono utili anche alla rimozione dei nitrati. Questi processi sono tutti riferibili agli interventi ex-Situ, dal momento che il trattamento avviene sulle acque, che possono essere emunte senza necessità di rimuovere il terreno e trattate in apposito impianto; in questo caso non sussistono i rischi associati alla movimentazione del materiale inquinato.

PRECIPITAZIONE CHIMICA (EX-SITU)

Questa tecnica viene applicata per la rimozione dei cationi e viene realizzata solitamente con l'aggiunta di basi (ad esempio soda) per la formazione di idrossidi insolubili. In sostituzione di una base possono essere utilizzati solfuri in condizioni poco acide con la formazione di solfuri metallici separabili per via della bassa solubilità. I residui di processo sono costituiti da un fango che deve essere separato, disidratato, stabilizzato e stocato in discarica. La precipitazione può potenzialmente garantire un effluente molto pulito. Tutto comunque dipende da due fattori principali: la solubilità del catione in equilibrio col suo idrossido o solfuro e l'efficienza di

separazione della fase solida dalla fase liquida, quest'ultima particolarmente importante per evitare il ritrascinamento dei solidi sospesi con l'effluente.

OSMOSI INVERSA (EX-SITU)

Utilizza una membrana con pori particolarmente fini per rimuovere i cationi e gli anioni disciolti. L'acqua prefiltrata viene costretta a permeare attraverso la membrana sotto pressioni che vanno da 400 psig a 1,00 psig. I residui sono costituiti da una brina concentrata, che deve essere disidratata e stabilizzata prima di essere smaltita. L'efficacia di rimozione per metalli e nitrati è dell'ordine dell'85% mentre con l'osmosi inversa a due stadi si possono raggiungere rimozioni dell'ordine del 99%.

SCAMBIO IONICO (EX-SITU)

Questo metodo utilizza mezzi solidi porosi per rimuovere anioni o cationi o entrambi. Vengono utilizzate zeoliti sintetiche o naturali oppure resine sintetiche. Il mezzo, generalmente costituito da particelle solide o da letti disposti in colonne impaccate, adsorbe determinati ioni e rilascia ioni non contaminanti come: Na^+ , H^+ , Cl^- , or OH^-). I residui del processo sono costituiti dall'adsorbente esausto che può essere rigenerato con soluzioni concentrate di ioni non contaminanti oppure stoccato in discarica come rifiuto solido. Il volume della soluzione rigenerante è molto piccolo rispetto alla quantità d'acqua trattata e può essere ulteriormente ridotto per evaporazione. Questo metodo garantisce la massima efficienza di depurazione possibile.

EVAPORAZIONE FORZATA (EX-SITU)

Produce vapor d'acqua pulito che può essere condensato se si vuole recuperare l'acqua. Il residuo è costituito da una salamoia concentrata che viene estratta dal fondo dell'evaporatore e può essere essiccata prima di essere inviata a discarica. L'acqua ottenuta è completamente libera di composti inorganici e l'efficienza può essere molto elevata, inferiore solo allo scambio ionico.

RIMOZIONE DI COMPOSTI ORGANICI PER VIA FISICA

Questa sezione comprende trattamenti ex-situ che utilizzano l'adsorbimento su carboni attivi e lo stripping e trattamenti in-situ riconducibili all'air sparging.

ADSORBIMENTO (EX-SITU)

La rimozione di composti organici in fase acquosa via adsorbimento, viene realizzata pompando l'acqua prefiltrata attraverso letti impaccati di solido adsorbente. Gli adsorbenti presentano dei pori con elevata area superficiale per unità di massa che adsorbono preferenzialmente molecole organiche. Vengono utilizzati dei sistemi multistadio normalmente a carbone attivo. I residui sono costituiti dal carbone esausto che può essere direttamente stoccato oppure rigenerato. La riattivazione del carbone avviene per riscaldamento ad elevate temperature all'interno di opportuni forni. Con tempi di residenza dell'ordine di 15 minuti si riesce a rimuovere la maggior parte dei

composti non ossigenati fino a concentrazioni che spesso non sono rilevabili con i normali strumenti di analisi.

STRIPPAGGIO (EX-SITU)

Questo viene generalmente realizzato facendo passare l'acqua di falda attraverso un letto impaccato o una torre a riempimento nella quale passa in controcorrente un flusso d'aria o vapore. A meno che non venga effettuato anche il riscaldamento, con lo strippaggio si è in grado di rimuovere solo composti organici volatili (VOC) o gas inorganici. I residui sono costituiti dal vapore in uscita dalla colonna, all'interno del quale si sono trasferiti i contaminanti. Se è richiesto un sistema di abbattimento delle emissioni in aria, i composti organici possono esser rimossi dal vapore mediante carboni attivi in fase vapore oppure bruciati in un combustore.

Quando si effettua invece lo strippaggio con vapore, i vapori possono essere condensati o adsorbiti mediante carboni attivi in fase vapore. Il livello di depurazione ottenibile col metodo dipende da diversi parametri, e in particolare cresce col rapporto aria/acqua, con la profondità della colonna, col numero di stadi, con la volatilità di ogni singolo componente e con l'area superficiale del contatto acqua/vapore. Comunque valori medi della rimozione dei VOC sono attorno al 97.5% mentre valori superiori al 99% possono essere ottenuti mediante due strippaggi in serie.

STRIPPAGGIO (IN-SITU)

Questo metodo è noto col nome di air sparging. I processi principali consentono lo strippaggio al di sotto del pelo libero della falda e includono lo strippaggio mediante pozzi scavati in-situ o l'estrazione multifase.

Lo strippaggio in situ prevede l'utilizzo d'aria compressa, immessa a circa 9 metri al di sotto della superficie della falda mediante pozzi o sonde. Le bolle d'aria immesse risalgono a partire dal punto di immissione e divergono realizzando a un pennacchio di forma conica. Il raggio di influenza dipende dalla pressione di immissione, dal tipo di suolo e dalla sua omogeneità, e si estende a circa 7,5 m al di sopra della superficie della falda.

Di solito i composti volatili vengono rimossi in maniera talmente efficace che è possibile periodicamente interrompere l'immissione d'aria finché i composti organici non ricompaiono nella zona da trattare. I composti organici riappaiono quando migrano dalle zone dell'acquifero in cui i gradienti di concentrazione sono massimi. Qui, questi composti si deadsorbono dal suolo e diffondono verso le zone di estrazione. L'aria contaminata dai vapori organici viene estratta, dal terreno insaturo al di sopra della superficie di falda. La tecnica è efficace solo nella parte superiore dell'acquifero e può essere applicata solo quando la superficie della falda si trova a profondità superiori a 18 - 20 m dal piano di campagna.

Le tecniche in situ, quali air sparging, strippaggio in pozzi o estrazione multifase, utilizzano soffianti a vuoto disposte ex-situ per l'estrazione del vapore. Col metodo "sparging" i pozzi di

estrazione orizzontali o verticali all'interno della zona vadosa conducono i vapori per mezzo di una batteria di soffianti a vuoto. Col metodo "in well" vengono utilizzati dei pozzi speciali che sono in grado di realizzare particolari percorsi di circolazione dell'acqua nell'acquifero. L'aria viene forzata nella acqua di falda la quale sta nel pozzo per un tempo predefinito. L'aria estrae i contaminanti finché l'acqua si trova all'interno dei tubi e elimina la necessità di portare l'acqua in superficie tramite i pozzi.

Nel metodo multifase l'acqua e l'aria vengono invece estratti insieme sia dai pozzi disposti al di sotto della superficie della falda sia dai pozzi disposti nella zona insatura. I contaminanti organici vengono "strippati" dall'aria, nel momento in cui questa risale in superficie.

I residui ottenuti con questi metodi sono costituiti dai vapori contaminati scaricati dalle soffianti a vuoto. Questi gas vengono generalmente inviati ad una fase di adsorbimento oppure bruciati in un combustore. L'efficacia di depurazione è comparabile con quella ottenibile coi metodi di strippaggio ex-situ. Il vantaggio rispetto al metodo ex-situ consiste nel fatto che l'efficacia del metodo è garantita per lunghi periodi perché con questo metodo vengono depurati anche i pori del suolo, perciò una volta che l'acquifero è stato depurato non si ha il nuovo aumento della concentrazione come accade invece nel caso dei metodi ex-situ.

RIMOZIONE CHIMICA DEI COMPOSTI ORGANICI

Per l'ossidazione dei sistemi in fase acquosa si utilizzano perossido di idrogeno o ozono in presenza di raggi ultravioletti per distruggere i contaminanti organici. Il perossido e l'ozono assorbono i raggi UV e formano radicali idrossilici. Il carbonio e l'idrogeno presenti nelle molecole organiche disciolte vengono rapidamente ossidati dai radicali sviluppando ad anidride carbonica e acqua. L'ossidazione dei composti clorurati forma invece ioni cloruro per altro del tutto innocui.

Un vantaggio di questi metodi è costituito dal fatto che vengono prodotte bassissime quantità di residui. Nel caso in cui si utilizzi ozono i residui sono costituiti dal gas esausto, di solito convertito a ossigeno con un agente riducente o un catalizzatore. L'efficienza di rimozione è del 96% per composti saturi e supera il 98% per composti insaturi.

TRATTAMENTO BIOLOGICO DELLE ACQUE DI FALDA

Le tecniche di biorisanamento consistono nell'applicazione di biotecnologie che creano le condizioni ottimali per lo sviluppo e l'attività della flora batterica, già presente nel sito contaminato. Sono infatti proprio i microorganismi gli operatori ecologici capaci di "consumare" le sostanze inquinanti.

Queste tecnologie biologiche presentano diversi vantaggi rispetto a quelle tradizionali, basate su processi chimico-fisici e termici, ed hanno impatti ambientali inferiori: permettono infatti l'utilizzo di soluzioni "naturali" nella massima compatibilità ambientale, una gestione puntuale delle diverse

fasi della bonifica ed una drastica riduzione dei costi. In definitiva il biorisanamento rappresenta il superamento delle tecniche tradizionali utilizzate nella bonifica delle acque di falda.

La maggior parte delle tecniche di biorisanamento utilizza batteri aerobi i quali in eccesso di ossigeno sono in grado di metabolizzare i contaminanti organici. L'eccesso di ossigeno viene garantito dall'insufflazione d'aria o di perossido di idrogeno. In alcuni casi vengono aggiunti dei macronutrienti per la flora batterica. Le tecniche ex-situ sono fondamentalmente riconducibili ai metodi di trattamento delle acque di rifiuto e sono fondamentalmente di tre tipi: reattori completamente miscelati, reattori con flusso a pistone e film fisso, lagunaggi aerobici. Proprio perché si tratta di tecniche note nel campo delle acque di rifiuto, queste verranno analizzate molto velocemente mentre si presterà più attenzione alle tecniche innovative in-situ.

BIOREATTORI COMPLETAMENTE MISCELATI

Sono concettualmente analoghi a quelli presenti negli impianti di depurazione a fanghi attivi e utilizzano un fango di batteri che viene ricircolato e che realizza, grazie all'insufflazione d'aria e l'aggiunta di nutrienti, la decomposizione dei composti organici. Questa fase è seguita generalmente da una fase di chiarificazione che separa il fango dall'acqua depurata. I bioreattori utilizzati in combinazione con carbone attivo, sono in grado di rimuovere anche composti non biodegradabili, non portano alla formazione di composti organici volatili e possono produrre un effluente nel quale la concentrazione di composti organici è al di sotto dei suoi limiti di rilevabilità.

BIOREATTORI CON FLUSSO A PISTONE A BIOMASSA ADESA.

Questi sono costituiti dalla presenza di un materiale di riempimento (può essere utilizzata ghiaia o pozzolana) in grado di garantire un'elevata superficie specifica, sulla quale si sviluppa un film di biomassa batterica. Questa biomassa è in grado di garantire la biodegradazione dei composti organici.

LAGUNAGGI AEROBICI.

In questi casi l'ossigenazione del sistema avviene mediante miscelatori meccanici installati a una certa profondità sul pelo libero al fine di garantire la formazione di bolle che consentono una maggiore diffusione dell'ossigeno nella massa liquida permettendo quindi lo sviluppo del metabolismo aerobico.

Tutti e tre i processi producono come residuo un fango che deve essere stoccato o incenerito. La concentrazione di composti biodegradabili può essere abbattuta con efficienze del 99% coi sistemi a fanghi attivi. Con i lagunaggi si possono ottenere rendimenti di rimozione del 90% quando si garantiscano tempi di residenza idraulica molto elevati.

BIORISANAMENTO IN-SITU

Questo metodo utilizza l'acquifero come un bioreattore e viene generalmente limitato ad acquiferi con suoli omogenei e sabbiosi. Nei metodi diretti, i nutrienti vengono aggiunti direttamente

attraverso dei pozzi di iniezione e l'inserimento di ossigeno avviene tramite l'iniezione di perossido di idrogeno o mediante air sparging. Nei sistemi indiretti l'acqua viene estratta e quindi ossigenata e miscelata con nutrienti prima di essere reimpressa nell'acquifero.

Gli unici svantaggi sono costituiti dal fatto che l'ossigeno in eccesso può reagire con la pirite eventualmente presente per dar vita ad acido solforico. In alcuni casi inoltre è possibile che la biomassa possa intasare l'acquifero se l'immissione di nutrienti non è ben controllata.

I vantaggi del biorisanamento in situ sono costituiti dal fatto che questi processi non producono residui che devono essere stoccati in discarica o subire trattamenti secondari.

L'efficienza di rimozione è maggiore o uguale a quella ottenibile mediante i sistemi a biomassa adesa poiché i tempi di residenza sono molto lunghi. Comunque le condizioni in situ sono molto difficili da monitorare. Nelle successive tre tabelle viene mostrato un prospetto riassuntivo dei metodi di trattamento delle acque di falda.

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ'
Precipitazione chimica	Buona	Bassi	*
Osmosi inversa	Moderata	Medi	*
Scambio ionico	Massima efficienza	Elevati	*
Evaporazione forzata	Molto buona	Elevati	*

* La velocità del processo dipende dalla velocità di estrazione dell'acqua, dalle caratteristiche idrauliche dell'acquifero e dalla mobilità del contaminante

Tabella 5-2: Rimozione di metalli da acque sotterranee con tecniche ex-situ

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ'
Adsorbimento su carboni attivi	Molto buona	Elevati	*
Strippaggio (con aria)	Buona per i VOC	Medi	*
Strippaggio (con vapore)	Molto Buona per VOC e SVOC	Molto elevati	*
Ossidazione	Media	Medi	*
Bioreattori	Media	Medi	Anni (ore per quanto riguarda il tempo di contatto)
Lagunaggi biologici	Bassa	Bassi	Anni (giorni per quanto riguarda il tempo di contatto)

* La velocità di tutto il processo dipende dalla velocità di estrazione dai pozzi e solitamente è dell'ordine di alcuni anni. I tempi di contatto per gli adsorbitori per lo strippaggio e l'ossidazione con raggi UV è dell'ordine di pochi minuti

Tabella 5-3: Trattamento di composti organici per acque sotterranee con tecniche ex-situ

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ
Strippaggio (air sparging)	Molto buona per VOC	Medi	Mesi
Bioremediation	Buona*	Bassi	Mesi

* Le molecole più grandi vengono degradate più lentamente rispetto a molecole più piccole come alcuni idrocarburi. Alcuni composti clorurati non vengono degradati.

Tabella 5-4: Trattamento in situ di composti organici nelle acque di falda

5.2.3.2 Risanamento dei suoli

VENTILAZIONE (SOIL VENTING)

Con questo metodo l'aria viene fatta circolare attraverso le porosità del suolo al fine di volatilizzare e rimuovere i composti organici.

SOIL VENTING (EX-SITU)

Con questo metodo, i cumuli di terreno prescavati vengono inviati verso delle soffianti. In genere viene applicato per composti organici volatili a temperatura ambiente. L'applicazione di calore accelera la rimozione dei composti organici e permette la rimozione di composti semi volatili. Questo processo produce come residuo una corrente d'aria contaminata dai composti organici rimossi che talvolta possono essere direttamente scaricati in atmosfera se le concentrazioni sono basse, o richiedere un ulteriore trattamento di adsorbimento su carboni attivi o una combustione prima di essere scaricati in atmosfera. Con questo metodo si può ottenere un'efficienza di rimozione del 90% in tempi di alcune settimane a temperatura ambiente. Se il trattamento viene prolungato per più settimane è possibile ottenere rendimenti del 99%.

SOIL VENTING (IN-SITU)

Il metodo più comune prevede l'estrazione in situ con vapore a temperatura ambiente. Il vuoto viene applicato mediante dei pozzi scavati nel terreno insaturo. Il flusso d'aria così ottenuto è in grado di volatilizzare i composti organici. L'estrazione condotta a temperature maggiori può essere realizzata in vari modi quali: immissione di vapore, ricircolazione d'aria riscaldata. Questa tecnica può essere realizzata anche in combinazione con un trattamento di desorbimento termico.

Il riscaldamento garantisce una maggiore efficacia di rimozione dei composti organici in tutti i tipi di suolo (specialmente dove esistono formazioni argillose), permette la rimozione di composti semivolatili e velocizza la rimozione dei composti volatili.

I residui del processo sono costituiti dalla corrente d'aria inquinata che deve essere trattata mediante carboni attivi o combustione. L'efficienza di rimozione può arrivare a valori del 90% per tempi di

trattamento dell'ordine di alcune settimane se si opera a temperatura ambiente mentre può raggiungere valori del 99% se condotta a temperature superiori.

TRATTAMENTO TERMICO EX-SITU

Questo metodo consiste fundamentalmente nell'incenerimento del terreno scavato sia per riscaldamento indiretto sia per combustione diretta dei composti organici.

I prodotti incombusti vengono bruciati in un post-combustore con l'ausilio di combustibile ausiliario. Le altre emissioni comprendono particolato (eliminabile a valle con varie tecniche) e gas acidi specialmente se nei contaminanti iniziali erano presenti composti clorurati (questi possono essere rimossi mediante scrubber). Se vengono utilizzati degli scrubber l'effluente liquido generato necessita di un ulteriore trattamento.

A seconda del tempo di residenza e della temperatura che viene mantenuta nel combustore, le efficienze di rimozione possono superare il 99,99%.

DESORBIMENTO TERMICO EX-SITU

Con questo metodo il suolo viene riscaldato fino a temperature tali da determinare l'evaporazione dei composti volatili o semivolatili. Possono essere utilizzati due tipi principali di desorbimento termico: quello diretto, nel quale il suolo è a contatto con la fiamma e quello indiretto nel quale il riscaldamento avviene mediante elettrodi o per scambio termico in modo tale che i fumi esausti possano esser scaricati separatamente.

Con i metodi indiretti si utilizzano combustibili puliti quali gas naturale o propano al fine di evitare le successive fasi di trattamento dei fumi. Inoltre i vantaggi dei metodi indiretti consistono nel fatto che evitando il contatto del suolo coi fumi, devono essere trattati piccoli volumi di gas costituiti da gas inerti, miscele di vapori e i composti organici evaporati.

I metodi diretti determinano l'emissione di elevati volumi di gas effluenti che solitamente vengono trattati per combustione previa rimozione del particolato. Questi processi presentano un'efficienza di rimozione che dipende dalla temperatura e dal tempo di residenza. Con i metodi diretti si possono raggiungere efficienze di rimozione del 99% mentre coi metodi indiretti vengono raggiunte efficienze che variano dal 91 al 98%.

DESORBIMENTO TERMICO IN-SITU

Il metodo è concettualmente analogo al precedente e consiste nel trasferimento di calore alla zona vadosa combinata con l'estrazione di vapore dal suolo. Le sorgenti di calore utilizzabili possono essere onde a radiofrequenza o resistenze elettriche.

I residui di questo processo sono costituiti dalla corrente d'aria contaminata che viene trattata in situ con i metodi finora illustrati. L'efficienza di rimozione dipende fortemente dalla volatilità dei

composti che si vuole rimuovere. Con il metodo a radiofrequenze si possono rimuovere oltre il 99% delle sostanze organiche volatili. Con il metodo che fa uso di resistenze elettriche può essere rimosso oltre il 99% del tricloroetilene e percloroetilene da suoli argillosi.

BIORISANAMENTO DEI SUOLI

In questo caso il risanamento dei suoli avviene spontaneamente per biodegradazione. Un inconveniente è costituito dal fatto che il processo spontaneo porta al completo risanamento del sito solo dopo periodi molto lunghi. Il processo può essere ottimizzato e velocizzato artificialmente con l'ausilio di tecniche ingegneristiche che garantiscono l'apporto dei nutrienti e dell'ossigeno necessari allo sviluppo di una flora batterica opportuna.

BIORISANAMENTO EX-SITU

Quando l'estensione areale a disposizione per il trattamento è elevata, il metodo più semplice consiste nel disporre il terreno scavato in forma di un sottile strato che permette la penetrazione naturale dell'aria per garantire l'ossigeno necessario (questo metodo è noto anche col nome di land-farming).

Altre tecniche, in genere più efficaci della precedente sono quelle che realizzano l'aerazione di cumuli di terreno scavato con aerazione meccanica realizzata mediante tubi forati connessi a una soffiante. Un'altra tecnica simile a quest'ultima consiste nel compostaggio nel quale vengono aggiunti al terreno alcuni materiali come materiale cellulosico, paglia o legno, in questo caso l'aerazione avviene grazie al periodico rivoltamento dei cumuli.

Con questi metodi i composti organici vengono eliminati nel giro di alcune settimane per volatilizzazione e biodegradazione. I composti semivolatili (come carburante diesel) vengono degradati invece in alcuni mesi. La tecnica più veloce è quella che prevede la miscelazione del suolo con acqua e la successiva aerazione in un bioreattore.

BIORISANAMENTO DI SUOLI IN SITU

Può essere realizzata mediante bioventing (insufflando aria in-situ) o estraendo l'aria attraverso pozzi. In questi casi la velocità dell'aria deve essere molto più bassa rispetto al metodo di estrazione con vapore e la durata del periodo di depurazione può essere anche cinque volte superiore. Altra tecnica che può essere realizzata in situ con suoli omogenei e sabbiosi è quella che prevede l'infiltrazione di soluzioni di perossido di idrogeno e macronutrienti nel suolo.

I residui consistono in una biomassa batterica la cui velocità di accrescimento è sufficientemente da potere essere lasciata nel suolo.

L'efficacia di rimozione può essere del 99% per composti organici a corta catena molecolare anche alcuni contaminanti possono essere emessi in atmosfera.

I composti organici a lunga catena molecolare possono richiedere tempi più lunghi per essere biodegradati. Con il land-farming la concentrazione di idrocarburi poliaromatici può essere ridotta all'interno del campo 50-200 mg/Kg.

LAVAGGIO DEL SUOLO

SOIL WASHING (EX-SITU)

Questo trattamento rimuove alcuni composti inorganici e alcuni composti organici dalle porzioni di suolo più grossolane semplicemente con acqua. L'impianto per il soil washing prevede una fase preliminare di separazione della frazione granulometrica grossolana da quella più fine. La frazione più fine sulla quale risulta concentrata la maggior parte della contaminazione richiede un'ulteriore fase di trattamento quale fissazione o incenerimento.

L'acqua utilizzata da sola o le soluzioni acide, consentono la rimozione dei cationi metallici. L'utilizzo di detergenti o di agenti alcalini consente la rimozione di composti organici.

ESTRAZIONE CON SOLVENTI (EX-SITU)

L'utilizzo di solventi consente di rimuovere i composti organici sia dalle particelle grossolane sia dalle particelle fini. Una nuova tecnologia utilizza anidride carbonica liquefatta per la rimozione di composti organici polari e propano liquefatto per la rimozione di molecole non polari. I solventi utilizzati vengono recuperati per distillazione e condensazione o depressurizzazione per gas liquefatti.

Il lavaggio con acqua produce un residuo costituito da acqua contaminata con la frazione fine di suolo che necessita di un'ulteriore trattamento. L'estrazione con solventi produce invece una frazione organica che può essere riutilizzata o stoccata in discarica. Il lavaggio con acqua riduce il volume di suolo contaminato dal 60% al 90%. Il lavaggio con solventi può rimuovere oltre il 90% dei composti organici.

SOIL FLUSHING (LAVAGGIO IN-SITU)

Utilizza acqua per l'estrazione dei contaminanti dal suolo insaturo. Questo viene applicato a suoli sabbiosi omogenei al di sotto del quale esistono formazioni geologiche che impediscono il trasferimento dell'acqua contaminata nella falda sottostante.

L'acqua di lavaggio viene pompata in superficie per il trattamento e il riciclo. Il trattamento dell'acqua può produrre dei fanghi.

L'efficienza di rimozione dei contaminanti dipende dalla porosità del suolo, dagli additivi usati dalle proprietà idrauliche del suolo e dalle caratteristiche dell'adsorbimento. Il tipico campo di efficienza va' dal 70% al 95%.

IMMOBILIZZAZIONE

Può avvenire per solidificazione, o per immobilizzazione.

SOLIDIFICAZIONE/STABILIZZAZIONE

I contaminanti presenti nel suolo possono essere immobilizzati miscelando il terreno con calce e pozzolana oppure con cemento portland. In questo modo i metalli e alcuni composti organici possono essere immobilizzati. Questo metodo di microincapsulamento viene in genere applicato al trattamento di molti rifiuti tossico-nocivi e viene definito come solidificazione. Nel caso dei processi ex-situ il risultato del processo è rappresentato da un conglomerato fragile e granulare.

I metalli possono essere immobilizzati anche per miscelazione del terreno con calce spenta o idrossido di sodio per formare idrossidi insolubili. Questo processo è noto invece col nome di stabilizzazione.

La maggior parte dei metodi di immobilizzazione realizzano contemporaneamente la solidificazione e la stabilizzazione. L'immobilizzazione Ex-situ avviene con un miscelatore. L'immobilizzazione può essere realizzata anche facendo passare un miscelatore nel terreno e aggiungendo direttamente gli agenti immobilizzanti.

Per la fissazione dei composti organici può essere utilizzata argilla o miscele di argilla e allumino-silicati. In alcuni casi possono essere utilizzati anche composti termoplastici quali asfalto, polietilene, poliestere da miscelare a caldo col terreno. In tal caso l'immobilizzazione degli organici avviene nella fase di raffreddamento.

Questi metodi determinano in generale un aumento del volume di materiale che è necessario stoccare o sottoporre a ulteriore trattamento. L'efficacia del metodo è garantita dal fatto che il terreno trattato nella maggior parte dei casi è in grado di superare i test di cessione.

IMMOBILIZZAZIONE IN SITU

Per piccole profondità può essere realizzato utilizzando un retroescavatore o uno scavatore per miscelare gli agenti immobilizzanti con suolo e acqua.

Per suoli in cui la contaminazione ha raggiunto profondità superiori a 30 m il trattamento in-situ può avvenire utilizzando trivelle forate e applicate a colonne adiacenti di terreno. Gli agenti immobilizzanti vengono spruzzati dopo essere stati miscelati con acqua e iniettati nelle colonne di suolo attraverso bracci rotanti disposti sulla trivella.

In generale con questo metodo si ha un aumento del volume e parte del terreno immobilizzato si accumula sul piano di campagna. Questo solido espanso deve essere sparso sul terreno circostante oppure stoccato in di scarica.

VETRIFICAZIONE

Nei processi di vetrificazione vengono utilizzate delle resistenze collegate ad elettrodi ad elevato voltaggio. Le resistenze riscaldano il terreno o il fango fino a determinare la liquefazione, successivamente nella fase di raffreddamento si formano delle fasi vetrose in grado di inglobare i composti. Il riscaldamento iniziale rimuove o distrugge i contaminanti organici mentre la fase vetrosa che si forma in seguito è in grado di inglobare i composti inorganici.

VETRIFICAZIONE EX-SITU

Questo metodo viene spesso applicato a fanghi contaminati con radionuclidi. In dipendenza dalla composizione iniziale del fango, possono essere aggiunti additivi per ottimizzare la fusione del materiale e la sua successiva vetrificazione.

I residui di questo processo sono costituiti da un gas che contiene alcuni composti organici volatili e contaminanti metallici. Questo gas richiede una serie di trattamenti molto simili a quelli visti per l'incenerimento con la differenza che le dimensioni delle apparecchiature necessarie è molto più piccola essendo le quantità di gas prodotte molto più modeste rispetto a quelle prodotte con l'incenerimento. L'efficacia di rimozione dei composti organici supera il 99,9999%. Per quanto riguarda gli inorganici i test di cessione vengono in genere superati.

VETRIFICAZIONE IN-SITU

Con questo metodo si distruggono termicamente i composti combustibili e alcuni composti tossici e si immobilizzano i metalli non volatili e i composti inorganici in una matrice vetrosa.

Il volume e la massa del prodotto finale è minore rispetto a quella iniziale. Attualmente questo metodo viene applicato solo quando l'inquinamento ha raggiunto profondità non superiori a 5 m. I residui del processo sono costituiti da gas esausti che vengono captati e condotti ad un sistema di trattamento. L'efficienza di rimozione dei composti organici supera il 99,9999%. I test di cessione mostrano una velocità di lisciviazione inferiore a quella ottenibile con la vetrificazione ex-situ.

La matrice vetrosa garantisce un'efficacia di immobilizzazione per tempi più lunghi rispetto a quelli ottenibili coi metodi di stabilizzazione/solidificazione.

METODI ELETTROCHIMICI

Nei sistemi elettrochimici degli elettrodi impiantati nel suolo umido inducono un flusso elettroosmotico d'acqua verso il catodo. Gli ioni contaminanti si muovono con l'acqua per elettromigrazione, mentre le particelle colloidali si muovono insieme all'acqua per elettroforesi. In alcuni sistemi si aggiunge acqua con elettroliti in corrispondenze degli elettrodi. Quindi il suolo viene risanato perché il contaminante si trasferisce nella fase liquida che a sua volta viene condotta verso il catodo. L'acqua contaminata viene quindi estratta in corrispondenza dei catodi e trattata ex-situ.

I trattamenti elettrochimici sono efficaci per suoli argillosi e sabbiosi, mentre i metodi di soil flushing in situ visti precedentemente sono efficaci per suoli sabbiosi. I metodi elettrochimici sono applicabili a suoli sabbiosi solo se la spaziatura tra gli elettrodi è sufficientemente bassa (meno di 2m) in modo che l'acqua e i contaminanti si muovano abbastanza velocemente in direzione orizzontale.

Il processo si applica principalmente alla rimozione dei metalli, comunque anche gli acidi organici e i composti che presentano caratteristiche acide (es. fenolo) possono essere estratti con l'acqua in corrispondenza del catodo. Alcuni composti organici vengono rimossi per volatilizzazione causata dal riscaldamento indotto dalla corrente elettrica.

I residui sono costituiti dall'acqua estratta che deve essere trattata per la rimozione del contaminante. Uno svantaggio del metodo è costituito dal fatto che la velocità di migrazione è dell'ordine di pochi centimetri al giorno. Altri fattori che influenzano l'efficacia del metodo sono: la natura chimica del suolo, l'umidità, la tortuosità e la conducibilità, il potenziale applicato etc. Un tipico periodo di depurazione per una spaziatura degli elettrodi di 2 m è dell'ordine di 90 giorni. I rendimenti di rimozione dei metalli del 90% sono ottenibili in alcuni mesi di trattamento.

DEALOGENAZIONE

La dealogenazione, si riferisce ad un gruppo di reazioni che consentono di trattare rifiuti contenenti composti aromatici alogenati per rottura del legame carbonio-alogeno nella molecola. Nei reattori di dealogenazione, il suolo contaminato è miscelato con i reagenti (idrossido di potassio e glicole polietilenico) e riscaldato fino a temperature di 80-100 °C temperatura alla quale interviene una reazione di sostituzione nucleofila nella quale gli atomi di cloro presenti nel composto alogenato vengono sostituiti. La sostituzione permette la formazione di composti meno tossici che generalmente consistono in un composto aromatico non alogenato e in un sale (cloruri alcalini o metallici).

Il materiale trattato quindi viene inviato dal reattore ad un separatore nel quale il reagente viene rimosso e riciclato. Nella fase successiva, il solido viene lavato con acqua per rimuovere il prodotto di reazione e neutralizzato per aggiunta di acidi.

La dealogenazione è efficace per un ampio campo di concentrazione dei composti aromatici alogenati, mentre, gli altri processi come la biodegradazione sono più sensibili alle variazioni di concentrazione. Questi metodi richiedono inoltre minore energia e producono minori quantitativi di gas esausto. L'acqua utilizzata per rimuovere i prodotti di reazione presenta solo tracce di contaminazione e può essere tranquillamente scaricata. Le emissioni gassose di contaminanti rilasciate durante la fase di riscaldamento, sono trattabili per condensazione o con carboni attivi.

Con questo metodo la concentrazione dei composti aromatici alogenati può essere ridotta con efficienza del 99% e si possono ottenere concentrazioni residue minori di 1 ppm.

Le tabelle successive forniscono un quadro riassuntivo delle tecniche di trattamento dei suoli analizzate.

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ
Ventilazione a Temp. Ambiente	Buona per volatili	Bassi	Alcune settimane
Trattamento termico (incenerimento)	Massima efficacia	Massimi	Immediata
Trattamento termico (desorbimento)	Molto buona	Medi	Immediata
Biorisanamento	Buona	Bassi	Mesi
Soil washing (acqua+detergenti)	Uso limitato*	Media	Immediata
Soil washing (solventi)	Buona	Elevata	Immediata
Immobilizzazione (Cemento o pozzolana)	Uso limitato per alcuni organici	Bassa	Giorni.
Immobilizzazione (con termoplastici)	Molto buona	Media	Immediata

* Il lavaggio con acqua e detergenti è efficace solo per la frazione granulometrica più grossolana.

Tabella 5-5: Trattamento di composti organici per suoli con tecniche ex-situ

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ
Lavaggio con acqua o acidi	Uso limitato*	Bassi	Immediata
Immobilizzazione con cemento o pozzolana.	Immobilizzazione molto buona	Bassi	Immediata
Vetrificazione	Migliore vetrificazione	Alti	Immediata

* Il lavaggio dei metalli con acqua e detergenti è efficace solo per la frazione granulometrica più grossolana.

Tabella 5-6: Rimozione di metalli dai suoli con tecniche ex-situ

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ
Ventilazione a Temp. Ambiente	Buona per volatili	Bassi	Alcuni mesi
Riscaldamento o desorbimento termico	Buona per volatili e semivolatili	Alti	Alta
Biorisanamento per infiltrazione di perossido e nutrienti	* ^l	Medi	Alcuni mesi ^l
Biorisanamento Bioventing	* ^l	Bassi	Alcuni mesi ^l
Soil flushing	*	Media	Media-veloce
Elettrocinetica	Bassa	Medi	Alcuni mesi

* la biodegradazione in-situ e il flushing sono generalmente limitati a suoli omogenei e sabbiosi
^l Le molecole più grandi vengono biodegradate più lentamente delle piccole (quali idrocarburi), mentre alcuni organoclorurati non vengono biodegradati.

Tabella 5-7: Trattamento di composti organici per suoli con tecniche in-situ

METODO	EFFICIENZA	COSTI	VELOCITÀ
Soil Flushing	Uso limitato.	Bassi	Elevata
Immobilizzazione Per terreni poco profondi con escavatori	Bassa	Bassi	Elevata

Immobilizzazione con trivelle	Molto buona	Elevati	Media-Elevata
Elettrocinetica	Buona	Media	Alcuni mesi
* Il flushing è generalmente limitato a suoli omogenei e sabbiosi nei quali il contaminante non viene drenato in basso verso l'acquifero.			

Tabella 5-8: Trattamento di metalli per suoli con tecniche in-situ

5.2.4 Gli interventi di messa in sicurezza permanente

Esistono delle situazioni in cui l'analisi tecnico-economica porta a concludere che le tecniche di bonifica disponibili non risultano applicabili sul piano tecnico ovvero sebbene tecnicamente fattibili comportano costi "non sopportabili". Queste situazioni possono verificarsi, ad esempio, quando un sito, per le particolari caratteristiche geo-idrogeologiche e per la tipologia dell'inquinamento, ammetta come unica tecnica di bonifica possibile una tecnica ex-situ che può risultare non applicabile nel caso in cui le volumetrie da trattare sono troppo elevate. Altre situazioni sono quelle in cui l'unica tecnica efficace implica costi non sostenibili.

Inoltre il sistema di isolamento rappresenta un mezzo necessario affinché una data tecnica di risanamento in situ del terreno possa essere applicata con efficacia senza che si verifichi un'incontrollata diffusione del pennacchio di falda al di fuori della zona attiva di processo.

La situazione più frequente in cui risulta preferibile l'applicazione di una misura di messa in sicurezza è quella in cui la fonte inquinante sia costituita da rifiuti di natura eterogenea. In questo caso infatti non è possibile individuare un contaminante principale, per cui l'applicazione di una tecnica di bonifica mirata alla rimozione di un particolare contaminante sarebbe inefficace nei confronti degli altri. La bonifica richiederebbe pertanto l'applicazione di una serie di interventi successivi comportando costi non sopportabili.

Il D.M 471/99 (art.6) prevede che, qualora la fonte inquinante sia costituita da rifiuti stoccati ed il progetto preliminare dimostri che, nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, non sia possibile la rimozione dei rifiuti stessi, il Comune o la Regione, può autorizzare interventi di messa in sicurezza permanente e ripristino ambientale, eventualmente prevedendo interventi di ingegneria naturalistica.

L'intervento di messa in sicurezza consiste fondamentalmente nell'isolamento del sito al fine di evitare la migrazione dei contaminanti al di fuori di esso e il conseguente inquinamento dell'ambiente circostante. Va precisato che in tali casi devono essere previste apposite misure di sicurezza, piani di monitoraggio e controllo, ed eventualmente delle limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici.

5.2.4.1 Le tecniche di messa in sicurezza

I sistemi di isolamento non rimuovono la contaminazione ma provvedono soltanto a contenerla perciò non è accettabile alcun tipo di fallimento. Tali tecniche si dividono fondamentalmente in:

- Sistemi di copertura superficiale;
- Sistemi di circuitazione perimetrale;
- Sistemi di isolamento del fondo;

Il **sistema di copertura** ha un ruolo fondamentale importanza in quanto la sua funzione è quella di barriera superficiale sia nei confronti di agenti intrusivi (acque meteoriche, aria, vegetazione) sia per evitare emissioni (gas). I materiali e le caratteristiche del sistema di copertura dipendono dalla natura dei rifiuti stoccati, dalla tipologia dei contaminanti, dagli effluenti gassosi presenti, dalla destinazione d'uso finale, dall'erosione superficiale, nonché dalle caratteristiche del sito (condizioni meteorologiche, penetrazioni di radici e animali, stabilità delle scarpate).

Essi presentano però degli svantaggi in quanto determinano un carico statico addizionale sul sito, quindi non sono applicabili in presenza di terreni contaminati o rifiuti pesantemente imbevuti di oli o idrocarburi. In tal caso infatti i carichi addizionali possono provocare la migrazione laterale o verticale degli idrocarburi, con conseguente aggravio della situazione originaria di contaminazione. Inoltre questi metodi non proteggono da eventuali infiltrazioni sotterranee di acque di falda.

I **sistemi di cinturazione perimetrale** sono propri dei siti contaminati e vengono realizzati mediante diaframmi verticali realizzati mediante escavazione e disposizione di miscele di terreno- bentonite, cemento-bentonite, calcestruzzo plastico, compositi. Questi diaframmi sono caratterizzati da elevata impermeabilità (ca 10^{-9} ÷ 10^{-10} m/s) e da proprietà statiche tali da evitare cedimenti del terreno. I diaframmi vengono scavati fino a profondità tali da potersi innestare all'interno di uno strato impermeabile di fondo o un fondo impermeabile costruito artificialmente. I sistemi di cinturazione si possono suddividere fondamentalmente in:

- ⇒ Cinturazione perimetrale completa,
- ⇒ Cinturazione parziale a monte,
- ⇒ Cinturazione parziale a valle

Nonostante gli elevati costi realizzativi, la cinturazione perimetrale completa è la più efficace. Mentre la cinturazione parziale a monte, più economica, è proponibile in presenza di un elevato gradiente idraulico di falda. La cinturazione a valle è invece la meno utilizzata.

I **sistemi di isolamento del fondo** dei suoli contaminati si basano fondamentalmente sull'iniezione di materiali (sospensioni a base di cemento e argilla, soluzioni chimiche a base di silicati in gel,

bitumi e sostanze plastiche), o sullo scavo di tunnel sotto il fondo del sito da bonificare. Schematicamente si dividono in:

- ⇒ Trattamenti jet-grouting;
- ⇒ Trattamenti di iniezione, più costosi dei jet grouting, consistono nell'iniezione di sospensioni instabili, stabili o colloidali nel terreno,
- ⇒ Tecniche di asportazione e sostituzione del terreno.

Un elenco dei principali sistemi di isolamento utilizzati è riportato in Tabella 5-9. La tecnologia dell'incapsulamento costituisce un provvedimento di sicurezza che comprende tutte e tre le tecniche sopra citate (copertura superficiale, cinturazione perimetrale, isolamento del fondo) che possono attualmente essere utilizzate. L'incapsulamento è oggi considerato il metodo più efficace per rendere più sicuri dei siti relativamente ad alto rischio nei quali sono stati depositi rifiuti pericolosi. L'impermeabilizzazione laterale consiste in diaframmi impermeabili verticali innestati all'interno di uno strato impermeabile naturale o di un fondo impermeabile costruito artificialmente.

Le impermeabilizzazioni sotterranee sono progettate in modo tale da impedire che l'acqua di filtrazione contaminata e gli inquinanti fuoriescano dal sito inquinato. Come materiali si utilizzano in genere strati minerali impermeabilizzanti. Questi strati vengono in genere combinati con manti plastici (nella forma di impermeabilizzazioni combinate), che quindi funzionano simultaneamente come barriera per il gas.

L'incapsulamento sotterraneo può essere integrato con misure idrauliche che generalmente implicano l'abbassamento permanente della quota piezometrica all'interno della barriera, in rapporto al livello esterno della falda. L'inversione del flusso, diretto verso l'interno, impedisce che l'acqua contaminata filtri nell'acquifero in conseguenza di processi di trasporto diffusivi o convettivi.

SISTEMI DI ISOLAMENTO	TECNICHE
SISTEMA DI COPERTURA SUPERFICIALE	<ul style="list-style-type: none">◆ Copertura semplice di separazione◆ Strato di mottura capillare (sistema monostrato-multistrato)◆ Copertura di controllo dell'infiltrazione delle acque meteoriche,◆ Copertura di contenimento delle emissioni gassose◆ Coperta multifunzionale

SISTEMI DI ISOLAMENTO	TECNICHE
SISTEMI DI CINTURAZIONE PERIMETRALE	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Barriere ad infissione (palizzata in pannelli d'acciaio, diaframma a trave infissa, diaframma a modulo in acciaio infisso) ◆ Barriere realizzate per gettiniezione (sistema monofluido, bifluido, rifluido, sistema a colonne secanti, sistema a pannelli) ◆ Barriere ad iniezione in sottosuolo roccioso ◆ Barriera a miscelazione in sito ◆ Barriera realizzata per congelamento, ◆ Barriera ad escavazione
SISTEMI DI ISOLAMENTO DEL FONDO	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Trattamenti di gettiniezione (sistema monofluido) ◆ Trattamenti di iniezione, ◆ Trattamenti di asportazione e sostituzione del terreno

Tabella 5-9: Principali tecniche di isolamento

5.2.5 Analisi di rischio

Il D.M. 471/99 prevede che qualora il progetto preliminare dimostri che nonostante l'applicazione delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili non sia possibile raggiungere i valori di concentrazione limite accettabile possono essere autorizzati sul sito interventi di bonifica con misure di sicurezza, con valori di concentrazione residui superiori ai limiti tabellari di cui al D.M. 471/99. Tali valori di concentrazione residui sono determinati sulla base di una metodologia di analisi di rischio.

L'analisi di rischio, o Risk Assessment, è lo strumento di valutazione alla base del Risk-Based Land Management, strategia per il risanamento sostenibile del territorio, promossa negli ultimi anni a livello europeo ed internazionale.

L'analisi specifica (o assoluta) di rischio rappresenta uno strumento in grado di stimare, sotto ipotesi conservative, il rischio per la salute umana e per l'ambiente conseguente ad un fenomeno di inquinamento del suolo e/o della falda. La costruzione del modello concettuale rappresenta una fase operativa di fondamentale importanza per l'esecuzione di una analisi di rischio e si esplica con la identificazione delle sorgenti di contaminazione, delle vie di migrazione dei contaminanti nei vari comparti ambientali, dei bersagli e delle possibili vie e modalità di esposizione dei questi alla contaminazione. Per la costruzione del modello concettuale e per il conseguente calcolo del rischio è necessaria la conoscenza di determinati parametri che possono essere suddivisi in quattro gruppi principali:

- 1] proprietà chimico-fisiche e tossicologiche degli inquinanti;
- 2] geometria del sito e della sorgente di contaminazione;

- 3] parametri caratteristici dei comparti ambientali coinvolti nell'analisi in termini di migrazione (suolo, acqua, aria);
- 4] fattori di esposizione, funzione dei bersagli della contaminazione.

Occorre sottolineare che l'analisi assoluta per la stima del rischio alla salute umana ha senza dubbio raggiunto un grado di maturazione maggiore rispetto alla valutazione dei rischi per la salute degli ecosistemi.

Si ritiene ottimale un approccio di analisi di rischio basato sull'integrazione di più livelli successivi di approfondimento dell'analisi (di solito tre), che si differenziano per i tempi e le risorse economiche richieste, per la quantità di dati necessari e per il grado di incertezza e di cautela che li caratterizzano.

Appare necessario formulare soluzioni che portino ad obiettivi di qualità ambientale idonei alla destinazione d'uso del sito e non più a criteri multifunzionali applicabili oggi solo a titolo di prevenzione. In particolare per le contaminazioni pregresse vanno perseguiti obiettivi "fit-for-use" che richiedono obbligatoriamente l'analisi di rischio.

L'analisi di rischio è uno strumento tecnico di supporto alle decisioni tanto più affidabile ed utile quanto più scientifico e rigoroso è il suo utilizzo e la sua applicazione.

Esistono alcuni elementi critici sui quali occorre puntare l'attenzione e che possono essere dovute:

- 1) agli algoritmi utilizzati;
- 2) alle attività di indagine di campo ed alle attività analitiche susseguenti;
- 3) all'elaborazione e valutazione dei dati da cui vengono derivate le concentrazioni di input da utilizzare nel procedimento di analisi di rischio;
- 4) ai parametri chimico-tossicologici e di esposizione utilizzati per le sostanze chimiche di interesse e per gli scenari di esposizione cui sono sottoposti i bersagli dell'inquinamento.

La metodologia di analisi può essere applicata nel modo diretto (forward) per la stima del rischio sanitario associato alle concentrazioni rilevate dei contaminanti nel sito e nel modo inverso (backward) per la stima dei valori guida generici o standard di bonifica o concentrazioni limite per le matrici ambientali, partendo dal criterio di accettabilità del rischio. La valutazione inversa consiste fondamentalmente nell'invertire le equazioni per il rischio e per l'esposizione.

La valutazione nel suo complesso è guidata dal principio RME (Reasonable Maximum Exposure) che prevede ipotesi di base ragionevolmente conservative al fine di pervenire a risultati cautelativi per la tutela della salute.

Nella maggior parte dei casi l'analisi di rischio assoluta è rivolta alla valutazione dei rischi cronici o a lungo termine associati ai siti contaminati, piuttosto che all'esame dei rischi in condizioni di esposizione acuta.

Secondo la descrizione classica il processo di analisi di rischio prevede una procedura distinta in quattro fasi:

- A. raccolta dati e Identificazione dell'Hazard;
- B. valutazione tossicologica;
- C. valutazione dell'esposizione;
- D. caratterizzazione e stima del rischio.

Le diverse fasi dell'analisi si riferiscono alla stima degli elementi che concorrono alla definizione quantitativa della grandezza "rischio". Questa grandezza si esprime come:

$$R = E \times T$$

Dove:

E: esposizione ad un certo contaminante;

T: tossicità del contaminante stesso.

Per pervenire alla stima quantitativa del rischio occorre valutare in termini quantitativi l'esposizione e la tossicità del contaminante stesso. Il risultato R viene poi confrontato con i criteri di accettabilità del rischio sanitario per decidere se esistono o meno condizioni in grado di causare effetti sanitari nocivi.

La valutazione dell'esposizione si traduce nella stima della dose giornaliera che può essere assunta dai recettori umani identificati nel modello concettuale.

La stima quantitativa del rischio consiste nell'integrazione del valore dell'esposizione con l'informazione tossicologica quantitativa che si differenzia a seconda che le sostanze siano cancerogene o non lo siano.

Va sottolineato che in Italia il campo di applicazione dell'analisi di rischio risulta un pò riduttivo, in quanto assume i caratteri di uno strumento di deroga ai limiti di legge piuttosto che di un potente ed indispensabile strumento di analisi e conoscenza del territorio e dell'impatto delle sostanze inquinanti sulla salute umana e sull'ambiente. La metodologia ed i modelli in uso in Italia sono ispirati o presi direttamente dalla esperienza USEPA e ASTM. Di seguito vengono descritti i principali codici di calcolo al momento utilizzati in Italia.

PROCEDURA RBCA DELL'ASTM

La procedura RBCA rappresenta il criterio decisionale basato sull'analisi di rischio più nota a livello internazionale. Gli elementi fondamentali della procedura sono sintetizzabili in:

- è un approccio graduale basato su 3 livelli di valutazione;
- l'analisi di rischio è applicata in modo inverso: si parte dal criterio di accettabilità del rischio e si arriva ad obiettivi di qualità prima generici e poi sito-specifici;
- il passaggio a livelli successivi prevede una caratterizzazione più accurata del sito e l'abbandono di ipotesi generiche conservative;
- il grado di protezione della salute e dell'ambiente non varia nei diversi livelli di analisi.

Il RBCA Tool Kit è stato sviluppato espressamente per le valutazioni di Livello 1 e 2.

Sulla base di dati sito specifici forniti dall'utente è possibile valutare: le concentrazioni al punto di esposizione, la dose media giornaliera, il rischio associato alla presenza dei contaminanti e gli obiettivi di bonifica.

GIUDITTA (VER. 1)

GIUDITTA costituisce la trasposizione in software del percorso concettuale contenuto nella normativa (D.Lgs. 22/97 e D.M. 471/99), consentendo di percorrere due livelli consecutivi di analisi e quindi individuare gli obiettivi di bonifica. I due livelli si differenziano per l'approccio di tipo tabellare il primo, mediante confronto con le concentrazioni limite stabilite dalla normativa in funzione dell'uso, mentre il secondo costituisce una vera e propria analisi di rischio estesa a tutte quelle sostanze che risultano eccedere le concentrazioni limite e per le quali le concentrazioni residue presentano un rischio accettabile per i recettori umani e per la falda idrica sotterranea.

ROME

Il codice ROME deriva da un progetto avviato dall'ANPA. La metodologia si ispira alle norme ASTM considerate in RBCA di cui costituisce una edizione semplificata. Le principali caratteristiche sono:

- ❑ esegue il calcolo di rischio sia in modo diretto sia in modo inverso;
- ❑ l'analisi di rischio e gli obiettivi di bonifica sono valutati per le destinazioni d'uso commerciale/industriale e residenziale/ricreativo;
- ❑ in presenza di più sostanze si può calcolare sia il rischio cumulativo che gli obiettivi di bonifica;

- il rischio di contaminazione delle acque sotterranee è valutato confrontando i valori misurati o attesi in falda con i criteri di potabilità delle acque.

5.3 Indirizzi per le tecniche di caratterizzazione, bonifica e messa in sicurezza specifiche da adottare in Sardegna.

5.3.1 Siti interessati da attività industriali

Nell'approccio alla bonifica dei siti contaminati da attività industriali si ritiene debbano essere prese in considerazione tutte le tecniche di trattamento e decontaminazione disponibili secondo il criterio delle Best Available Techniques BAT, tale criterio deve inevitabilmente essere conciliato con i costi sopportabili. Tuttavia nella progettazione di un intervento di bonifica all'interno di uno stabilimento industriale occorre distinguere tra sito dismesso e sito in attività.

5.3.1.1 Siti in attività e siti dismessi

Nelle aree interessate da attività produttive (operative e di servizio) si pone il problema dell'interferenza delle attività di indagine e di interventi di bonifica con la presenza degli impianti produttivi e delle attività lavorative.

Esiste infatti una problematica non trascurabile legata in una prima fase all'ubicazione dei punti di indagine, e successivamente alla scelta di interventi tecnicamente ed economicamente fattibili. Nel caso infatti di inquinamento delle matrici ambientali acque sotterranee e suoli situati in aree in cui ricadono impianti in attività, serbatoi di stoccaggio, bacini di contenimento ecc, la scelta dell'intervento da effettuare deve conciliarsi con il regolare svolgimento dell'attività nel sito, o in alternativa sarebbe necessario prevedere la fermata degli impianti per dar corso alle operazioni di bonifica. Nel primo caso si pongono problemi di organizzazione delle operazioni e di sicurezza dei lavoratori, nel secondo caso invece occorre valutare gli inconvenienti legati all'interruzione delle attività e inserire nella voce di costo degli interventi anche i costi di fermata degli impianti, di smantellamento e ricostruzione.

Per questa ragione nei siti attivi si ritiene che, in relazione all'accessibilità delle aree e al fine di non recare pregiudizio agli impianti produttivi, si procederà agli interventi di bonifica con misure di sicurezza compatibilmente con l'attività nel caso in cui la contaminazione interessi le falde idriche sotterranee. Gli interventi di bonifica e le misure di sicurezza dell'intera area verranno riconsiderate e integrate all'atto della cessazione e riconversione delle lavorazioni. Nelle aree caratterizzate dalla presenza di rifiuti stoccati si potranno definire interventi di messa in sicurezza permanente qualora la bonifica integrale richieda costi e tempi non sostenibili.

Per le aree libere da impianti produttivi (operativi e di servizio) si procederà ad interventi di bonifica integrale o con misure di sicurezza compatibili con l'attività produttiva; nel caso di interessamento delle falde idriche sotterranee devono essere adottate comunque misure di sicurezza.

Il piano di indagine potrà essere diversificato anche in funzione del diverso utilizzo delle aree del sito.

Per permettere la migliore definizione dello stato di qualità dei comparti ambientali di interesse, i punti di indagine di nuova realizzazione potranno essere ubicati adottando un approccio misto tra "*ubicazione sistematica*" e "*ubicazione sistematica casuale*". In base all'utilizzo delle aree da investigare si potrà prevedere una diversa ubicazione e densità dei sondaggi, non rigidamente associata ad una griglia predefinita di punti.

In particolare si seguirà un'ubicazione sistematica mediante griglia nelle aree dismesse, mentre si seguirà un'ubicazione oggettiva nei siti attivi, collocando i punti di campionamento in corrispondenza dei punti di criticità, valutando nel contempo la configurazione impiantistica e lo schema dei relativi sottoservizi. In ambedue i casi, la densità dei punti di campionamento dovrà essere conforme a quanto previsto dal D.M. 471/99.

Il piano operativo delle indagini dovrà comunque tenere conto della presenza di manufatti (fabbricati/impianti, pavimentazioni e fondazioni) e sottoservizi (reti fognarie, elettriche, etc.) che potranno condizionare l'operatività di campo e l'ubicazione esatta dei punti di indagine.

La definizione dell'esatto punto da investigare verrà pertanto stabilita in seguito all'ubicazione di campo (picchettamento) previa verifica dei sottoservizi e dell'ingombro degli impianti.

Gli obiettivi di risanamento potranno essere raggiunti attraverso l'applicazione delle migliori tecnologie di bonifica.

Nei casi in cui le migliori tecnologie economicamente fattibili non garantiscano il raggiungimento degli obiettivi di bonifica o non si possano conseguire con le tecnologie disponibili, la valutazione del tipo e grado di contaminazione potrà essere condotta attraverso l'elaborazione di un'analisi di rischio sanitaria ambientale sito specifica che definisca il valore di concentrazione limite accettabile nel sito. La previsione dell'effetto della contaminazione rilevata, condotta attraverso lo sviluppo dell'analisi di rischio sanitaria e ambientale sito specifica, sarà formulata con il supporto del modello concettuale definitivo del sito che definisce i recettori potenzialmente raggiungibili, i percorsi di migrazione delle sostanze e le vie di esposizione attive.

5.3.2 Contaminazione passiva

Per inquinamento passivo si intende lo stato di contaminazione delle matrici ambientali acque sotterranee, superficiali e suoli determinati da attività industriali, sversamenti, o contaminazione in genere presente nei territori limitrofi e non direttamente esercitate nell'area in esame.

Nelle immediate vicinanze di aree industriali complesse, nonché di aree interessate dalla presenza di miniere o di residui delle attività minerarie, è frequente la diffusione della contaminazione all'*esterno dei limiti fiscali di stabilimento*, in funzione dell'entità del rilascio dalla sorgente primaria, della mobilità degli inquinanti nelle matrici ambientali interessate, delle caratteristiche idrogeologiche e meteorologiche del territorio.

In queste aree si pone il problema di identificare il soggetto responsabile dell'inquinamento al quale attribuire l'onere della bonifica e in primo luogo valutare lo stato di contaminazione, posto che spesso le suddette aree, contermini ad agglomerati industriali, sono di proprietà pubblica.

In quest'ottica appare necessario procedere preliminarmente a interventi di caratterizzazione delle aree, procedendo alle operazioni di investigazione iniziale.

L'Amministrazione Regionale si è già adoperata intraprendendo diverse iniziative in relazione a quanto su esposto.

A titolo informativo si fa presente che è stato di recente pubblicato un bando relativo alla consulenza tecnica di esperti per la definizione puntuale degli interventi di indagine preliminare e monitoraggio in relazione a:

- 1] indagine sui suoli e monitoraggio dei corpi idrici superficiali e sotterranei relativo alle aree industriali della Sardegna già compromesse dalle attività operative;
- 2] indagine sui suoli e sulle acque superficiali e sotterranee delle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente-Guspinese;
- 3] indagine sui suoli e sulle acque superficiali e sotterranee delle aree minerarie dismesse ricomprese nel parco geominerario;
- 4] indagine sulle acque sotterranee e superficiali in relazione agli interventi più consistenti di risanamento di discariche dismesse di rifiuti urbani aventi volumetrie superiori ai 100.000 m³.

Punto di arrivo di questa fase risulta essere la formulazione di un Capitolato d'onori per l'assegnazione dell'appalto per la realizzazione di una rete di monitoraggio nelle aree indicate ai punti 1, 2, 3 e 4, al fine di caratterizzare le matrici ambientali suoli e acque, sia sotterranee sia superficiali.

In tal senso l'Amministrazione Regionale ha già provveduto a finanziare nell'area industriale di Ottana l'esame propedeutico al fine di caratterizzare la qualità dei suoli e monitorare la qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Nell'**area industriale di Ottana** sono state portate avanti una serie di attività analitico-speculative volte alla pre-caratterizzazione del sito ex Enichem e aree limitrofe per valutare qualitativamente le tipologie ed estensioni della contaminazione del suolo e delle acque sotterranee e superficiali (fiume Tirso e Lago Omodeo) legati alle attività antropiche, intraprese nel tempo sul sito in esame, stimarne gli impatti sull'ambiente (rischio ecologico) e la salute umana (rischio igienico sanitario) e quindi stimare il danno economico associato, ed infine individuare preliminarmente le tecniche e tecnologie più idonee per il ripristino del sito e l'abbattimento del rischio.

Nell'**area di Porto Torres** l'Amministrazione Provinciale di Sassari ha predisposto un programma per uno studio tendente all'individuazione, analisi ed intervento di bonifica su problematiche di inquinamento puntuale in una area geografica caratterizzata da situazioni di crisi ambientale nel Comprensorio della Sardegna Nord Occidentale. Una recente indagine, eseguita dagli Enti istituzionali preposti, basata sulla sintesi delle conoscenze già acquisite dell'inquinamento in atto nella Zona industriale ubicata in Comune di Porto Torres, ha individuato una serie di interventi operativi.

Nell'**area industriale di Elmas** ha insistito per circa un ventennio l'attività della FAS (Ferriere Accaierie della Sardegna) la cui attività condotta talvolta con insufficiente oculatezza ed attenzione sotto il profilo della tutela ambientale, ha determinato una serie rilevante di dispersioni di contaminanti con effetto cumulativo nel medio-lungo periodo.

Nelle **aree industriali di Assemini e Sarroch** le attività delle industrie petrolchimiche si ritiene abbiano compromesso sia la falda acquifera che i suoli limitrofi agli stabilimenti industriali, pertanto anche in questo caso è necessaria un'opera di investigazione e approfondimento anche rivolta all'area di transizione rappresentata dallo stagno di S. Gilla, che riveste un enorme importanza sia sotto l'aspetto ambientale (Convenzione di Ramsar e SiC) che produttivo.

Sulla base di tale motivazione si ritiene opportuno un intervento significativo di investigazione e caratterizzazione delle aree interessate sopra riportate idoneo ad accertare, localizzare e definire in termini dimensionali la contaminazione esistente nonché individuare e descrivere le caratteristiche delle matrici ambientali eventualmente influenzate, sia all'interno del sito stesso che nelle aree al medesimo adiacenti.

5.4 Siti interessati da attività discariche industriali

Nell'approccio alle tematiche relative alla bonifica delle discariche di rifiuti industriali presenti in Sardegna si deve tener conto della natura e della quantità dei rifiuti stoccati. Lo sviluppo industriale della Sardegna ha visto l'insediamento di grandi unità produttive del comparto primario chimico, metallurgico e della raffinazione del petrolio e ha determinato la produzione di grandi quantitativi di rifiuti, che sono stati stoccati negli anni passati in ambiti limitrofi agli stabilimenti produttivi.

Stante tale situazione il risanamento delle aree interessate dallo scarico incontrollato dei rifiuti non può che essere affrontato con interventi di messa in riserva permanente che devono garantire l'isolamento nel tempo dei rifiuti stoccati e prevedere idonei sistemi di contenimento in funzione della tutela delle falde idriche. Pertanto potranno essere adottati tutti i sistemi di messa in sicurezza permanente accompagnati, qualora necessario, da interventi sulla falda acquifera che privilegino sistemi reattivi di facile gestione continuata nel tempo. Per evitare l'estrazione permanente e il conseguente trattamento di falde contaminate, intensi studi di ricerca condotti negli ultimi anni hanno concentrato l'attenzione sullo sviluppo di tecnologie in situ innovative più vantaggiose con attenzione alla movimentazione e alla degradazione delle sostanze contaminanti nelle falde. Diversamente rispetto alle tecnologie "attive", la cui principale attenzione va alla fonte della contaminazione, quelle passive sono caratterizzate da un basso o addirittura virtuale impiego di energia durante le misure di bonifica.

Questo è realizzabile con la tecnica delle barriere permeabili reattive in situ che sono generalmente perpendicolari rispetto alla direzione di flusso della falda. In questo caso non si richiede un pompaggio attivo per rimuovere l'acqua di falda nella zona di trattamento. All'interno della zona reattiva le sostanze inquinanti vengono degradate, assorbite o precipitate attraverso processi biotici o abiotici. Le barriere permeabili reattive in situ offrono perciò il potenziale per una maggiore convenienza rispetto ai sistemi "pump-and-treat".

L'adsorbimento, per esempio nel carbone attivo, può essere usato per rimuovere composti fortemente idrofobi (p.e. IPAs e PCBs; Grathwohl and Peschik, 1997). Per composti che non vengono assorbiti dal carbone fortemente attivo, come il benzene e altri costituenti della benzina, si può impiegare una combinazione di sostanze reattive del tipo adsorbimento e biodegradazione (p.e. "bioscreens"; Rjinaarts et al., 1993). Le due tecnologie più comuni per il trattamento in situ sono la dealogenazione di composti clorurati e l'adsorbimento su carbone attivo.

5.5 Discariche rifiuti urbani dismesse

Nell'approccio al risanamento delle discariche di rifiuti urbani emerge che nella maggior parte dei casi finora esaminati e indagati le analisi condotte sulle matrici ambientali e sui rifiuti non hanno evidenziato superamento dei limiti del D.M. 471/99.

Dall'analisi puntuale delle discariche pubbliche non autorizzate di rifiuti urbani o assimilabili, utilizzate in Sardegna come riportato nel Cap.4 emerge che:

- n° 50 con capienza $\geq 50.000 \text{ m}^3$
- n° 26 con $30.000 \text{ m}^3 \leq$ capienza $< 49.000 \text{ m}^3$
- n° 120 con $10.000 \text{ m}^3 \leq$ capienza $< 29.000 \text{ m}^3$
- n° 208 con capienza $< 10.000 \text{ m}^3$

Come evidenziato la maggior parte di esse circa 208 hanno una volumetria che non supera i 10.000 m^3 e si ritiene che, in considerazione della esigua volumetria, negli anni siano state oggetto di mineralizzazione progressiva ed in parte a trasformazione dovuta alla combustione incontrollata alla quale sono state sottoposte.

In funzione di queste valutazioni verranno sottoposte ad intervento di risanamento ambientale contemplante azioni di recupero paesaggistico e seguiranno le procedure del D.M. 471/99 solo qualora si accerti un superamento parametrico dei valori dei contaminanti.

Nel caso di discariche di RSU o assimilabili, in cui la natura eterogenea dei contaminati non consente di utilizzare un particolare tipo di tecnica di bonifica, se non la rimozione, risultano particolarmente rilevanti gli interventi di messa in sicurezza. Per questa tipologia di interventi sarebbe opportuno utilizzare tecniche che permettono il trattamento dei rifiuti, per ridurre sia il volume sia gli effetti di tossicità, e che privilegino comunque il riutilizzo di materiale organico proveniente dai processi di trattamento dei rifiuti solidi (compost di scarsa qualità) per la ricostituzione ambientale.

In Sardegna, la maggior parte degli interventi attuati sono riconducibili ad operazioni di mitigazione ambientale con recupero paesaggistico (ricopertura con terreno vegetale) condotte nella maggioranza dei casi su discariche dismesse con volumetria al di sotto dei 10.000 m^3 . Solo in alcuni casi sono stati condotti interventi di bonifica di discariche di rifiuti urbani che hanno contemplato come modalità di intervento o la rimozione con conferimento in discarica o il loro isolamento con barriere impermeabili. Nell'allegato 7 viene riportato nel dettaglio per ciascuna discarica dismessa la tipologia di intervento attuata o in corso di attuazione.

Per quanto riguarda le discariche che non sono state oggetto di bonifica e per le quali devono essere programmati gli interventi di bonifica o messa in sicurezza permanente si dovrà procedere in primo luogo alla valutazione della reale e potenziale situazione di rischio ambientale attraverso le indagini preliminari; appurato il rischio esistente seguiranno le seguenti modalità di intervento:

- superiori a 50.000 m^3
 - ◇ drenaggio del percolato e captazione del biogas;

- ◇ messa in sicurezza con isolamento, con eventuale rivoltamento e riduzione volumetrica;
 - ◇ trattamento di stabilizzazione in situ attraverso la predisposizione di pozzi di aerazione;
 - ◇ interventi sulla falda qualora si rilevino valori di contaminazione di sostanze biodegradabili tipiche della degradazione in condizione di aerobiosi o di anaerobiosi della frazione putrescibile;
 - ◇ interventi di risanamento ambientale;
- inferiori a 50.000 m³
- ◇ messa in sicurezza con isolamento, con eventuale rivoltamento e riduzione volumetrica nel caso si sia verificata una compromissione ambientale con interessamento della falda acquifera (landfill mining);
 - ◇ ricopertura con interventi di risanamento ambientale per discariche già mineralizzate;
- inferiori a 10.000 m³
- ◇ asportazione con conferimento in discarica controllata nel caso si sia verificata una compromissione ambientale con interessamento della falda acquifera (landfill mining)
 - ◇ ricopertura con isolamento con interventi di risanamento ambientale per discariche già mineralizzate.

Per quanto riguarda le indagini preliminari queste devono essere mirate alla individuazione della situazione ambientale nelle adiacenze della discarica e devono contemplare:

- 1] **indagine storica:** finalizzata ad individuare il tempo di utilizzo della discarica, i quantitativi di rifiuti stoccati, lo stato e la morfologia dei luoghi antecedente l'utilizzo. Operazione di ricostruzione della storia dei conferimenti nella discarica, con ricerca dei certificati di analisi, dei documenti derivanti da studi e progetti utili per ricostruire le caratteristiche ambientali della discarica, con riferimento alla produzione di percolato, gas, e dell'ambiente circostante. I dati raccolti devono essere interpretati ed elaborati al fine di ricavare il quadro conoscitivo storico utile per una visione globale sia del sistema ambiente ante discarica che della mappatura cronologia del deposito dei rifiuti.
- 2] **indagine geologica e idrogeologica** sul sito di sedime della discarica;
- 3] **indagine geofisica sul corpo della discarica:** l'esecuzione di questo esame persegue i seguenti obiettivi:
 - ricostruzione dell'andamento morfologico del piano di posa dell'abbancamento dei rifiuti;

- individuazione di eventuali sacche di biogas e di percolato accumulate nel corpo dei rifiuti;
- eventuali vie preferenziali di fuga del percolato in rapporto all'andamento delle falde acquifere circostanti il sito di discarica;
- caratteristiche fisico meccaniche del sito;
- individuazione di eventuali corpi anomali nell'ammasso dei rifiuti;
- nozioni di inquadramento generale sullo stato di fatto del sito, utili per le successive fasi di progettazione.

Appare opportuno che i rilevamenti di tipo geofisico seguano due fasi, la prima di caratterizzazione generale dell'area e la seconda più specifica in rapporto agli obiettivi sopra indicati, utilizzando anche le informazioni raccolte nella prima fase. I metodi geofisici (metodi elettrici – metodi elettromagnetici seditivi – metodi sismici) raggiungono nella loro individuale applicazione approfondimenti specifici e settoriali, pertanto al fine di ottenere un quadro conoscitivo completo è proficuo utilizzare una serie di diverse metodologie, capaci nel complesso di fornire informazioni esaustive.

4] **indagini geognostiche:** indagini successive a quelle geofisiche vengono realizzate in funzione dello stato di fatto dei luoghi con sondaggi ad elica o a carotaggio, con dimensioni tali da consentire il successivo adattamento per ulteriori indagini. I principali scopi sono:

- completare le informazioni raccolte con le indagini geofisiche sulla morfologia del piano di posa dell'abbandonamento dei rifiuti;
- verificare le informazioni raccolte sulla natura dell'eventuale presenza di forme anomale all'interno dell'ammasso dei rifiuti, completando quanto ricavato dalle indagini geofisiche;
- accedere attraverso i sondaggi a prelievi e campionamenti per le indagini chimico analitiche sulla qualità dei rifiuti e per la ricostruzione delle caratteristiche geotecniche (indagini geotecniche);
- adattare i sondaggi stessi a piezometri per il monitoraggio dei livelli dell'acqua di falda (indagini idrogeologiche), il prelievo di campioni di percolato e le prove necessarie per le indagini sul biogas;

5] **indagini geotecniche:** di particolare interesse per gli orizzonti a stretto contatto con l'accumulo dei rifiuti e con il percolato in modo da evidenziare eventuali cambiamenti della natura fisica e chimica del terreno. I risultati analitici concorrono alla verifica della stabilità della discarica al fine di definire gli accorgimenti da adottare in fase progettuale. Queste indagini, che seguono quelle geofisiche e idrogeologiche dalle quali prendono spunto per la loro esecuzione, sono finalizzate a:

- verificare le caratteristiche geotecniche dei rifiuti e del substrato degli stessi;

- analisi della stabilità della discarica in genere.

6] **test idraulici:** indagini tese ad acquisire informazioni sulle caratteristiche di permeabilità dell'ammasso dei rifiuti, sui livelli di percolato presenti nella discarica, nonché sulla presenza di falde sospese. Realizzati attraverso esecuzione di prove di assorbimento/svuotamento dei piezometri con misura dei tempi di risalita per la determinazione delle caratteristiche delle falde. Monitoraggio dei livelli dei piezometri. Le informazioni raccolte sul percolato, unitamente a quelle derivanti da altre indagini dovranno fornire indicazioni precise sulle quantità di percolato da smaltire per le future scelte progettuali in rapporto al dimensionamento di eventuali opere di drenaggio, tempi e modalità di allontanamento del percolato stesso ed eventuale trattamento in situ.

7] **indagini sui rifiuti:** finalizzate a verificare lo stato di degradazione del rifiuto con particolare riferimento a:

- presenza di componenti ancora lisciviabili per valutare il residuo di emissioni liquide e gassose;
- valutazione della composizione merceologica del rifiuto abbancato nella discarica;
- ricostruzione del grado di umidità e della temperatura lungo la profondità della discarica;

Tali analisi, condotte su campioni di materiale estratti mediante scavo aperto o carotaggio, sono riconducibili alla determinazione dei seguenti test: 1)-*umidità*; 2)-*solidi volatili*; 3)-*test di rilascio con acido acetico*; 4)-*test respirometrici*; 5)-*test anaerobici di produzione di biogas*; 6)- *test di putrescibilità*.

8] **indagini sul percolato:** individuazione delle caratteristiche chimico-fisiche dell'eventuale percolato presente nelle varie zone della discarica, al fine di determinarne il più idoneo trattamento. Queste indagini specifiche integrano quelle già prodotte con le indagini idrogeologiche e idrauliche e contribuiscono a definire il reale potenziale inquinante del percolato, di valutarne la quantità reale e quella producibile in riferimento alle condizioni al contorno (copertura finale, idrologia, ecc.). Nella fase progettuale di bonifica sarà necessario ricorrere a queste informazioni per dimensionare eventuali impianti di trattamento del percolato (in situ, “on site o off site”).

9] **indagini sul biogas:** definirne le caratteristiche chimico fisiche e la distribuzione areale all'interno della discarica stessa, per potere il derivante rischio ambientale in senso ampio e il rischio specifico nel caso di eventuali attività di scavo dei rifiuti. Le indagini dovranno consentire di definire:

- i modelli di valutazione della migrazione del gas;
- effetti del gas sulla stabilità dei rifiuti;
- gli interventi per la captazione ed il corretto smaltimento del gas;

Le principali metodologie utili alla definizione di quanto su esposto sono: 1)- campionamento di emissioni di gas dalla superficie della discarica tramite *metodi di rilevamento all'infrarosso*; 2)-Campionamento da *pozzetti di estrazione del biogas* e nel suolo circostante la discarica realizzati durante le indagini geognostiche; 3)-*Test di aspirazione forzata*.

5.6 Siti di stoccaggio idrocarburi

Lo sversamento accidentale di carburanti nel suolo da serbatoi interrati appare di difficile rilevazione e viene evidenziato in genere allorché il gestore del punto vendita rileva situazioni di ammanco di prodotto, ovvero in sede di interventi sugli impianti attraverso la verifica di tenuta dei serbatoi con accertamento della foratura degli stessi. In altri casi, la segnalazione giunge da privati cittadini nel caso in cui il prodotto sversato finisca direttamente nella falda acquifera e lo si ritrovi come prodotto surnatante o in fase emulsionata nei pozzi per approvvigionamento idrico situati nelle adiacenze del punto di sversamento.

Lo sversamento determina alterazioni chimico-fisiche della qualità dei suoli e delle acque sotterranee rispetto alla loro naturale costituzione. La matrice acqua sotterranea rappresenta il veicolo di trasporto e diffusione preferenziale di elementi chimici inquinanti nei confronti dell'ambiente e dell'uomo. L'emungimento di acque sotterranee inquinate tramite pozzi e l'interconnessione di queste con le acque superficiali rappresentano la più diretta fonte di rischio.

5.6.1 Tipologia di interventi finora eseguiti

A seguito dell'accertamento della perdita il responsabile dell'inquinamento deve provvedere a inviare agli enti competenti le dovute comunicazioni ai sensi del D.M. 471/99 e procedere nell'immediato agli interventi di messa in sicurezza di emergenza, che prevedono in genere operazioni di drenaggio delle acque contaminate tramite emungimento della falda (con conseguente trattamento di depurazione delle acque prima dello scarico).

Gli interventi successivi consistono in trattamenti in situ, in genere si tratta di operazioni tendenti alla prosecuzione delle attività di emungimento e sbarramento idraulico con intercettazione del plume di contaminazione, monitoraggio periodico della qualità delle acque sotterranee fino al raggiungimento di valori di contaminazione inferiori ai limiti di concentrazione previsti dal D.M. 471/99 in relazione alla destinazione d'uso dell'area interessata.

Va rilevato che nella maggioranza dei casi non vengono effettuati interventi sui terreni contaminati.

5.6.2 Tipologia di indagini

In merito alla tipologia di indagini da eseguire sul sito si fa presente che nel caso di distributori la presenza di sostanze volatili diventa piuttosto rilevante. Nell'allegato 2 al D.M. 471/99 viene preso in considerazione anche il prelievo di gas interstiziali ai fini della localizzazione delle sostanze. Tale tipo di analisi viene inserito come ausilio alla definizione preliminare delle aree ad elevata concentrazione di sostanze volatili, da sottoporre ad indagini dirette di suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

5.6.3 Sostanze da indagare

In riferimento alla tipologia di sostanze da indagare si rileva che esistono sostanze non indicate nella tabella di cui all'allegato I del D.M. 471/99 e per le quali diventa problematico definire un valore limite di riferimento.

E' il caso ad es. dell'MTBE (metil-ter-butyl-etero), antidetonante presente nella benzina, composto ad alta criticità, persistente nelle acque e individuato come sospetto cancerogeno, per il quale non esiste un valore limite di riferimento.

Secondo alcune interpretazioni dovrebbe rientrare nella serie degli idrocarburi, per il quale il limite di riferimento per le concentrazioni nelle acque sotterranee è quello individuato nella normativa di riferimento delle acque, ovvero determinato dalla tabella 3 del D.Lgs. 152/99, pari a 5mg/l nel caso di scarico su corpo idrico superficiale, e pari a 10 mg/l nel caso di scarico in pubblica fognatura. Secondo diverse interpretazioni i limiti di riferimento sono più restrittivi, e legati ai limiti dei solventi organici.

Alcuni suggeriscono di utilizzare, in via cautelativa, come valori di riferimento quelli indicati dall'EPA (HA = 20 µg e DWEL = 100 µg), ove Ha è il Drinking water Health Advisories e DWEL è il Drinking water equivalent level.

Un'altra strada percorribile, peraltro suggerita dal D.M. 471/99 nel caso di sostanze non presenti in elenco, è quella di considerare come valore limite di riferimento quello della sostanza tossicologicamente più affine.

La gestione di una contaminazione da MTBE nella porzione non satura del sottosuolo appare facilmente gestibile; per merito della sua buona volatilità, il composto può essere rimosso con facilità utilizzando tecniche di aspirazione in-situ (Soil Vapor Extraction). Il composto appare dotato di una non eccezionale biodegradabilità (metabolizzazione del prodotto ad opera batteri naturalmente presenti nel terreno); tuttavia sono segnalate esperienze produttive di biorisanamento in-situ, quali il Bioventing.

Certamente più problematica è la gestione di contaminazioni da MTBE a carico della falda, in considerazione della sua persistenza nelle acque sotterranee.

Sono segnalate esperienze positive di trattamenti in-situ mediante Air Sparging in falda.

Di norma la contaminazione in falda viene controllata mediante misure di sicurezza quali le barriere idrogeologiche tipo Pump & Treat, che devono comunque tenere conto della difficoltà di depurazione delle acque emunte.

A questo proposito, le esperienze provenienti dagli Stati Uniti sembrano dimostrare che, pur con notevoli difficoltà ed alti costi dovuti alle sue caratteristiche evidenziate in precedenza, il MTBE è estraibile dalle acque potabili con la percolazione in filtri a carboni attivi, e con il loro trattamento in colonne di strippaggio.

Sono certamente evidenti le problematiche connesse alla gestione di una contaminazione da MTBE delle acque di falda; altrettanto evidente è il fatto che tali problematiche possono essere fortemente ridotte con una accurata opera di monitoraggio, che segnali tempestivamente le dispersioni di MTBE nel sottosuolo.

La rilevazione di MTBE nel terreno (decisamente facile utilizzando metodologie tipo Soil Gas Survey) consentirebbe gli interventi risolutivi nell'insaturo, intercettando il prodotto prima che esso possa raggiungere la falda.

Infine, è certamente opportuno che, nel futuro, la determinazione analitica del MTBE entri a far parte stabilmente del pacchetto analitico dei parametri che di consueto vengono controllati nelle acque sotterranee, nei casi di possibile contaminazione da benzine.

TECNICHE D'INTERVENTO DA ADOTTARE

Le tecniche di bonifica per le perdite dei serbatoi sono ricomprese tra quelle già esaminate e sono fondamentalmente riconducibili a:

- **Tecniche di aspirazione gas**
 - ⇒ "Soil Vapor Extraction"

- **Tecniche di bonifica dei suoli**
 - ⇒ Asportazione
 - ⇒ "Soil Venting"
 - ⇒ "Bioventing"
 - ⇒ "Landfarming"
 - ⇒ "Soil Flushing"
 - ⇒ "Soil Washing"

➤ **Tecniche di bonifica della falda**

⇒ “Pump End Treat”

⇒ “Air Sparging”

5.7 Aree minerarie dismesse

In linea con quanto indicato nello “*Studio di fattibilità del Parco Geominerario Storico e Ambientale della Sardegna*” e “*Linee Guida per la Redazione dei Progetti e la Realizzazione di Interventi di Bonifica e risanamento ambientale delle Aree Minerarie Dismesse*”, è possibile individuare per le aree minerarie dismesse le tipologie di interventi necessari al fine di bonificare e riqualificare dal punto di vista naturalistico e paesaggistico le aree in questione.

5.7.1 Linee guida per gli interventi

Alla base di queste valutazioni si pongono alcuni concetti generali che influenzano notevolmente le tecniche applicabili a questi siti. Si tratta, infatti, di considerare in primo luogo la grande estensione areale dei siti minerari e le grandi volumetrie dei cosiddetti “centri di pericolo” (discariche minerarie, abbancamenti di fini, sterili di miniera, ecc.) dai quali si diparte l’inquinamento verso le matrici ambientali.

L’esame dei minerali oggetto di attività estrattiva da questi siti, evidenzia che per la maggior parte si tratta di solfuri misti di Fe-Pb-Zn, Cu e Sb, e questi sono presenti in concentrazioni variabili nei residui, accumulati nei centri di pericolo sopra citati, a causa della imperfetta efficienza delle tecniche di trattamento e della scarsa volontà di minimizzare gli impatti sull’ambiente durante gli ultimi 150 anni di attività estrattiva. Questi elementi principali sono sempre accompagnati da quantità inferiori di Cd, As, W, e spesso da Cr, Hg, Co, Al e Mn. Si registrano inoltre un numero discreto di coltivazioni minerarie di Fe e Ba, spesso associate ai solfuri misti di Pb-Zn.

La pericolosità geochimica di questi elementi inorganici viene spesso amplificata a causa del contenuto in solfuri dei minerali, che, a seguito dell’ossidazione indotta dalla esposizione all’aria, innesca fenomeni di acidificazione delle acque (AMD Acid Mine Drainage), aumentando quindi la mobilità e disponibilità dei potenziali contaminanti nelle matrici ambientali e influenzando il pH di suoli ed acque anche su aree molto estese. Inoltre per quanto riguarda i residui del trattamento di arricchimento dei minerali, possono essere presenti additivi utilizzati nel processo di trattamento.

Inoltre una delle peculiarità principali delle aree minerarie è costituita dal fatto che queste sono state oggetto di un’attività industriale di valorizzazione economica, a causa della concentrazione di elementi utili molte volte superiore a quello che è considerato il “clark” (fondo) geochimico delle rocce e/o sedimenti circostanti.

Il fenomeno della genesi giacimentologica è costituito essenzialmente da un incremento di diversi ordini di grandezza di un certo elemento rispetto all'ambiente circostante, che può quindi diventare un obiettivo di rilevanza economica. I valori "anomali" presentano una zonazione con aumento progressivo verso l'area propriamente mineralizzata, e solo una parte di questa mineralizzazione può presentare le caratteristiche tecnico-economiche necessarie per la sua valorizzazione.

Nelle aree minerarie dismesse i lavori si sono concentrati sugli adunamenti di minerali con valore economico, tralasciando tutte le altre zone in cui i valori di concentrazione, pur elevati in rapporto al fondo geochimico naturale, non superavano tale soglia di economicità. Nell'esemplificazione citata, la parte economica che è stata oggetto di coltivazione, e quindi asportata, riguarda le porzioni del corpo minerario, nelle tre dimensioni, i cui valori di concentrazione superavano i 40.000 mg/kg (4% Pb+Zn), mentre le zone meno ricche sono rimaste in posto.

In questo caso le zone meno ricche consistono in porzioni con valori di concentrazione che variano tra i 1.000÷40.000 mg/kg di Pb+Zn e che possono avere uno sviluppo areale superiore a quello dell'area coltivata. Questo significa che porzioni anche vaste di territorio nelle aree minerarie, oppure in aree in cui sono presenti solo "indizi minerari", contengono concentrazioni in elementi, considerati potenzialmente nocivi, molto superiori a quelle previste dalle tabelle di "valori limite accettabili" nella normativa vigente, D.M. 471/99 Tab. 1 allegato 1.

Per questo motivo la progettazione d'interventi di bonifica su aree di questo tipo, con l'obiettivo di far rientrare le matrici ambientali nei limiti tabellari, è da considerare di difficile realizzazione.

La normativa di riferimento, D.M. 471/99, prevede la possibilità di deroga dai limiti tabellari fissati come obiettivi di risanamento, se è dimostrabile che tali limiti non possono essere raggiunti con l'applicazione delle migliori tecnologie a costi sostenibili.

Nelle Aree Minerarie a seguito di quanto sopra enunciato, è fondamentale l'accertamento dei valori di fondo, e la verifica puntuale delle interazioni tra un ambiente con valori geochimici anomali naturali, ed i potenziali bersagli, utilizzando lo strumento dell'Analisi di Rischio che evidenzia e valuta la reale consistenza di elementi di rischio per la salute e l'ecosistema, e quindi orienta la progettazione delle opere di risanamento e tutela.

E' necessario considerare quindi che, per la peculiare situazione oggettiva precedentemente descritta, nelle aree minerarie il concetto di "limite tabellare", soprattutto per i suoli, deve essere superato dal confronto con il valore di fondo geochimico.

Sulla base delle metodologie di geochimica mineraria ed ambientale, la matrice ambientale che meglio rappresenta il fondo geochimico, riferito al singolo bacino idrografico, è costituita dai sedimenti fluviali (stream sediments) a monte dei lavori minerari. Per loro natura essi evidenziano, infatti, un sostanziale legame con la realtà geo-giacimentologica dei suoli e delle rocce adiacenti,

fornendo un quadro chiaro della distribuzione degli elementi metallici, che costituiscono il maggior componente di potenziale contaminazione nelle aree minerarie dismesse.

Sarà quindi necessario utilizzare questo strumento conoscitivo, che inoltre contribuirà a ridurre i costi d'indagine su aree così estese. Si può, infatti, considerare che in certe aree, a seconda del reticolo di drenaggio superficiale, per una rappresentazione accettabile della situazione geochimica ambientale, può essere considerata sufficiente una densità di campionatura di 2 campioni al km².

In ultima analisi, evidenziando quanto detto, si ritiene che i concetti posti alla base delle tecniche di risanamento dei siti minerari dismessi, debbano essere principalmente i seguenti:

- ⇒ necessità di indagare su aree di grande estensione (*area vasta*) che comprende tutte le sorgenti della possibile contaminazione, all'interno del bacino idrogeologico sotteso e quindi su quest'area è necessario procedere con campionature a maglia larga che evidenzino le aree a maggior rischio;
- ⇒ necessità di indagare su analisi di grandi volumetrie di materiali inquinanti (*centri di pericolo-CdP*) individuati, sulla base delle indagini sull'area vasta, dalle sorgenti principali della contaminazione e dai corpi recettori più sensibili a valle della contaminazione, per esempio dove si trovano nuclei abitati, aziende agricole e unità produttive bersagli principali della contaminazione potenziale;
- ⇒ necessità di superare il concetto di "limite tabellare" e raffrontarsi ad un *valore di fondo* rappresentativo dello stato naturale dei terreni.

Sulla base delle caratteristiche peculiari della maggior parte dei siti contaminati nelle aree minerarie dismesse, i piani di bonifica, una volta accertati i problemi sito-specifici, dovranno orientarsi verso la realizzazione di *Bonifiche con Misure di Sicurezza Permanente ed Interventi di Messa in Sicurezza*, che imporranno quindi sempre la realizzazione di monitoraggi post-operam.

Gli obiettivi di qualità da perseguire nel piano di bonifica sono i seguenti

1. Eliminare in modo progressivo i principali fenomeni di inquinamento in atto;
2. Bonificare il territorio riconferendogli parametri di qualità entro i limiti di norma;
3. Valorizzare il territorio e promuovere nuove attività di sviluppo.

Gli obiettivi da perseguire per ogni componente ambientali sono i seguenti:

Componente	Obiettivo
ATMOSFERA	Ridurre la polverosità diffusa, contenere e eliminare le situazioni di puntuali di inquinamento.

Componente	Obiettivo
ACQUE	Contenere e eliminare le situazioni puntuali di inquinamento rilevate. Garantire per le acque sotterranee di maggior pregio un livello qualitativo idoneo alla destinazione d'uso idropotabile. Garantire per le acque superficiali di maggior pregio un livello qualitativo idoneo alla destinazione d'uso idropotabile e irrigua. Garantire il ripristino dei valori di norma per le acque superficiali e profonde.
SUOLO	Contenere ed eliminare le sorgenti puntuali di contaminazione. Garantire il ripristino dei valori di norma in funzione dell'originaria destinazione d'uso del suolo. Rendere fruibili aree attualmente occupate da rifiuti anche non minerari.
STABILITÀ E MESSA IN SICUREZZA	Delimitare le aree soggette a subsidenza. Rendere fruibili le aree soggette a subsidenza. Salvaguardare le infrastrutture minerarie meritevoli di tutela
PATRIMONIO PAESAGGISTICO ED ECOSISTEMI NATURALI.	Promuovere interventi di riqualificazione territoriale, risanare gli ecosistemi degradati, promuovere gli interventi di sostegno socio-economico dell'area, nell'ottica di una progressiva riconversione dell'area verso uno sviluppo economico.

5.7.2 I principali metodi di intervento

Stabilito che gli interventi più opportuni nelle aree minerarie dismesse, caratterizzate quindi da grandi estensioni e volumi di materiali, si articolano in *Bonifiche con Misure di Sicurezza Permanente ed Interventi di Messa in Sicurezza*, si riportano di seguito le tecniche più utilizzate per le due sezioni di interesse.

MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE

METODI DI CONTENIMENTO STATICO

Sono sistemi applicati a suoli inquinati circoscritti entro aree ben definite. Tendono all'isolamento dall'ambiente esterno.

- 1] **Sistemi di isolamento superficiale:** rivolti all'isolamento superficiale del sito mediante barriere impermeabili multistrato o altri materiali, che impediscono la percolazione delle acque superficiali. Presentano una semplicità di applicazione e costi limitati. Tecnica utilizzabile solo in siti ben confinati (bacini impermeabili, ecc.), con un continuo controllo dell'efficienza e delle condizioni d'uso.

- 2] **Sbarramenti:** tendono ad incapsulare il sito mediante paratie impermeabili che raggiungono il substrato impermeabile ed una copertura, anch'essa impermeabile, che impedisce l'infiltrazione d'acque meteoriche o di dilavamento. I materiali utilizzati per le paratie possono essere una miscela di terreno e bentonite, cemento e bentonite, materiali plastici, geomembrane, oppure è possibile realizzare barriere con tecnologie tipo il jet-grouting o mescolare con additivi (bentonite in genere) il terreno in corrispondenza della barriera progettata, oppure ancora con l'infissione di palancole

metalliche. In caso non sia presente o raggiungibile il substrato impermeabile, è possibile costruirlo dalla superficie. Presentano una semplicità di applicazione. Possono essere applicati per spessori non troppo elevati. La ricostruzione del fondo impermeabile può essere notevolmente costosa.

METODI DI CONTENIMENTO DINAMICO

Si tratta di sistemi generalmente applicati al contenimento ed al controllo d'acque sotterranee inquinate.

- 1] **Dreni orizzontali e trincee:** trincee scavate nel terreno, riempite di materiale filtrante ed associate ad un sistema di tubi per convogliare le acque inquinate al trattamento. Presentano una semplicità di applicazione e costi limitati. Possono essere utilizzati solo per falde molto superficiali. Richiede un impianto di trattamento delle acque.
- 2] **Barriere idrauliche con pozzi d'estrazione (pump and treat):** serie di pozzi disposti secondo un allineamento che permettono l'estrazione delle acque inquinate ed il loro trasferimento all'impianto di trattamento. Sistema ben conosciuto e relativamente economico. Richiede un'ottima conoscenza dell'acquifero ed una progettazione accurata per assicurare l'estrazione di tutta l'acqua inquinata. Richiede un impianto di trattamento delle acque.
- 3] **Pozzi d'estrazione e ricarica:** l'acqua inquinata estratta dai pozzi a valle, dopo il trattamento, viene reintrodotta nel terreno a monte, ottenendo un "lavaggio" combinato delle acque e dei suoli. Efficacia maggiore del *Pump And Treat*. Richiede un'ottima conoscenza dell'acquifero ed una progettazione accurata per assicurare l'estrazione di tutta l'acqua inquinata. Richiede un impianto di trattamento delle acque.
- 4] **Barriere permeabili:** consiste nella realizzazione di barriere permanenti, semi-permanenti o mobili, trasversalmente al flusso degli inquinanti nel suolo. Le caratteristiche specifiche delle barriere consentono l'immobilizzazione o la rimozione degli inquinanti. Non è necessario estrarre e trattare off-site l'acqua. È possibile operare esclusivamente nelle zone sature. Richiede un'ottima conoscenza dell'acquifero ed una progettazione accurata.
- 5] **Stabilizzazione/inertizzazione:** prevede l'iniezione nel terreno (in-situ) o il miscelamento (on-site) di sostanze in grado di immobilizzare gli inquinanti e formare un materiale con bassissimo grado di lisciviabilità. Le miscele o i materiali da iniettare dipendono dal contaminante presente e possono agire sia chimicamente sia fisicamente. Può essere un sistema poco costoso nel caso utilizzo di materiali industriali di scarto (fly ash, fanghi rossi bauxitici ecc.). Può essere particolarmente semplice da

applicare. Il sistema incrementa, talora notevolmente, il volume complessivo del materiale.

BONIFICA

Gli interventi di bonifica di un sito contaminato possono essere suddivisi in funzione della movimentazione e destinazione finale del materiale trattato:

- ⇒ interventi in-situ (senza movimentazione o rimozione di materiali dal sito);
- ⇒ interventi on-site (con movimentazione e rimozione dei materiali ma nell'ambito del sito stesso);
- ⇒ interventi off-site o ex-situ (con movimentazione e rimozione dei materiali fuori dal sito stesso).

Questa classificazione assume particolare importanza nel caso di un sito minerario dismesso dove, in genere, i volumi di materiale in gioco sono molto grandi e quindi il costo di movimentazione del materiale stesso limita l'applicabilità dei metodi off-site ed anche on-site.

La descrizione dei principali metodi di bonifica per inquinanti inorganici quali quelli normalmente presenti in un sito minerario dismesso, seguirà questa classificazione.

METODI DI BONIFICA IN-SITU

- 1] Bonifica biologica (Bioremediation):** prevede la stimolazione di particolari popolazioni microbiche presenti nel sito per la modifica delle caratteristiche dei contaminanti. E' un processo effettuabile in-situ. Nonostante la bioremediation non possa degradare i contaminanti inorganici, può essere utilizzata per modificare la valenza di stato di alcuni inorganici e determinare adsorbimento, immobilizzazione, precipitazione, accumulo e concentrazione degli inorganici in micro o macro organismi. L'utilizzo di microrganismi non indigeni deve essere attentamente valutato.
- 2] Attenuazione naturale:** Descrizione: è basata su processi naturali ed è finalizzata a contenere l'espansione della contaminazione, a ridurre la concentrazione dei contaminanti attraverso semplice diluizione o dispersione, e la mobilità degli stessi attraverso il processo d'adsorbimento. È un processo effettuabile in-situ ed in situazioni ambientali dove i sistemi "ingegnerizzati" sono di difficile applicazione (zone impervie ecc.).
- 3] Soil flushing:** consiste nell'iniezione di un fluido di lavaggio (generalmente acqua arricchita con opportuni reagenti chimici) nel terreno inquinato e nella successiva estrazione e trattamento del fluido saturo. Generalmente si associano dei sistemi di contenimento, allo scopo di evitare la dispersione dei contaminanti. L'acqua di lavaggio

può essere opportunamente modificata per aumentare le capacità estraenti, ma ciò può comportare un notevole aggravio dei costi. Consente la rimozione contemporanea di più contaminanti. Il lavaggio o la lisciviazione dei terreni richiedono una buona permeabilità e producono un refluco che deve essere trattato o smaltito. Nel caso si usino degli additivi potrebbe essere necessario un trattamento successivo del suolo. E' possibile la formazione di canali sub-superficiali che ne riducono l'efficacia.

- 4] **Elettrocinesi:** Descrizione: il sistema consiste nell'impiantare nel suolo inquinato degli elettrodi che, sotto differenza di potenziale, inducono un flusso elettromotico dell'acqua verso i catodi. Gli ioni dei contaminanti si muovono insieme all'acqua che è estratta in corrispondenza dei catodi e trattata in impianto esterno. Sistema efficace con alte concentrazioni di metalli e su terreni a bassa e bassissima permeabilità. Più elementi contaminanti sono rimossi contemporaneamente. In terreni sabbiosi l'efficacia è in relazione alla minore spaziatura degli elettrodi, con aggravio dei costi. La tecnologia non è ancora stata completamente sperimentata e la sua efficacia può essere notevolmente influenzata dalle eterogeneità del suolo. Richiede un'approfondita conoscenza del sistema chimico-fisico e potrebbe richiedere di sperimentazioni pilota.
- 5] **Fitodepurazione:** Descrizione: consiste nell'utilizzo di specie vegetali capaci di contenere e stabilizzare i metalli nei loro tessuti e nell'apparato radicale. Le tecniche specifiche generalmente usate sono, la fitoestrazione (i metalli sono concentrati nella parte aerea della pianta che può essere bruciata con recupero dei metalli stessi), la fitostabilizzazione (la pianta cattura e stabilizza i metalli contenuti nel suolo inquinato) e la rizofiltrazione (le radici delle piante assorbono i metalli dalle acque inquinate). Metodo passivo a bassa tecnologia e relativamente economico. Può essere utilizzato con efficacia solo negli strati più superficiali del terreno, per concentrazioni d'inquinanti non eccessive (non devono essere tossiche per le stesse piante). Particolari condizioni atmosferiche (siccità, alluvioni ecc.) possono ridurre l'efficacia. Esiste il rischio di favorire l'ingresso dei contaminanti nella catena alimentare. In generale richiede tempi lunghi. La fitodepurazione è stata sperimentata con successo in terreni contaminati da piombo: l'efficacia su altri metalli richiede ulteriori ricerche e sperimentazioni.
- 6] **Vetrificazione:** utilizza elettrodi ad alto voltaggio per il riscaldamento di resistenze infisse nel terreno. Si provoca quindi la fusione del terreno inquinato e la fissazione in una massa vetrificata delle sostanze inorganiche. Può essere applicata in-situ per basse profondità (dell'ordine di qualche metro), ma anche on-site ed off-site. Elevata efficienza. richiede accurato controllo e, se necessario, trattamento dei residui gassosi che possono liberarsi durante il trattamento. Costo elevato.

METODI DI BONIFICA ON-SITE E OFF-SITE

- 1] **Landfarming:** metodo di bonifica biologica on/off-site che prevede la stesa del terreno contaminato su un letto sabbioso provvisto di un fondo impermeabile per la protezione del sottosuolo. Il terreno è periodicamente dissodato per migliorare la miscelazione tra i microrganismi, l'ossigeno, i nutrienti ed i contaminanti. Il sistema è stato inizialmente utilizzato nell'industria petrolifera ed è ben conosciuto sui alcuni contaminanti organici. L'applicazione a contaminanti inorganici è oggetto di studio e potrebbe essere associata alla bioremediation.
- 2] **Soil washing:** i contaminanti presenti nel suolo possono essere separati dal suolo mediante lavaggio con acqua ad alta pressione. Il lavaggio on/off-site del terreno contaminato è effettuato con impianti mobili o semi-mobili. L'acqua di lavaggio può essere opportunamente modificata per aumentare le capacità estraenti, ma ciò può comportare un notevole aggravio dei costi. Sistema collaudato e versatile. Consente la rimozione contemporanea di più contaminanti. Come il soil flushing, che si adopera in-situ, il lavaggio o la lisciviazione dei terreni richiedono una buona permeabilità e producono un refluo con elevata percentuale di finissimi ed alta concentrazione di contaminanti che deve essere trattato o smaltito.
- 3] **Trattamenti mineralurgici:** derivano direttamente dall'ingegneria mineraria, e determinano la separazione di una ridotta quantità di materiale ad alta concentrazione di contaminanti (concentrato) e di un prevalente materiale a basso o bassissimo contenuto degli stessi (sterile). Grande esperienza sulle metodologie su tutti i tipi di inorganici. Possibilità che il concentrato possa avere un valore commerciale e quindi contribuire alla riduzione dei costi di bonifica. Possibilità di riutilizzo degli sterili nel campo ingegneristico. Richiedono d'impianti di trattamento e della movimentazione dei materiali.
- 4] **Vetrificazione:** Analogamente al sistema da utilizzare in-situ gli elettrodi ad alto voltaggio sono immessi nel terreno scavato ed il processo produce, dopo il raffreddamento, una massa vetrosa amorfa che immobilizza i metalli. Oltre agli elettrodi possono essere utilizzati anche sistemi più tradizionali quali i forni fusori. Elevata efficienza, possibilità di un'efficace controllo dei residui. Richiede accurato controllo e, se necessario, trattamento dei residui gassosi che possono liberarsi durante il trattamento. Costo elevato.
- 5] **Riduzione/Ossidazione chimica:** il processo converte contaminanti tossici in composti non pericolosi o, in ogni caso, a minore tossicità. Gli agenti riducenti/ossidanti sono comunemente ozono, perossido d'idrogeno, ipocloriti e cloro. Spesso si utilizza una combinazione di più reagenti o un'associazione con radiazioni ultraviolette. Tecnologia ben sperimentata. La decontaminazione può essere incompleta o determinare la

formazione di composti ancora pericolosi in determinate condizioni di processo. In caso di alte concentrazioni di contaminanti l'elevato consumo di reagenti determina alti costi.

Riassumendo si illustrano di seguito le possibilità di applicazione delle tecnologie sopra illustrate in funzione del tipo di terreni che si possono avere nei siti minerari dismessi () e Caratteristiche comparate delle tecnologie di trattamento applicabili a siti minerari dismessi.

TECNOLOGIA	TERRENI PROFONDI	TERRENI INSATURI	TERRENI SATURI	ACQUE
MESSA IN SICUREZZA				
Contenimento statico				
Isolamento superficiale		X		
Sbarramenti	X	X	X	
Contenimento dinamico				
Dreni orizzontali e trincee			X	X
Pump and treat	X		X	X
Estrazione e ricarica	X		X	X
Barriere permeabili	X		X	X
Stabilizzazione/inertizzazione	X	X	X	
BONIFICA				
Soil flushing/washing	X	X		
Elettrocinesi	X		X	
Fitodepurazione		X	X	X
Vetrificazione		X		
Trattamenti mineralurgici		X	X	
Riduzione/Ossidazione chimica		X	X	X

Tabella 5-10: Applicabilità di tecnologie di trattamento a siti minerari dismessi

TECNOLOGIA	RESIDUI PRODOTTI	AFFIDABILITÀ E MANUTENZIONE	TEMPI DI INTERVENTO	ACCETTABILITÀ SOCIALE	COSTI
MESSA IN SICUREZZA					
Contenimento statico					
Isolamento superficiale	N	-	+	±	+
Sbarramenti	N	±	+	±	±
Contenimento dinamico					
Dreni orizzontali e trincee	L	-	non appl.	±	+
Pump and treat	L	±	non appl.	±	+
Estrazione e ricarica	L	±	non appl.	±	±
Barriere permeabili	N	+	non appl.	+	-
Stabilizzazione/inertizzazione	S	±	±	±	±
BONIFICA					
Soil flushing/washing	L/S	±	±	±	±
Elettrocinesi	L	-	±	±	-
Fitodepurazione	N	±	-	+	+

TECNOLOGIA	RESIDUI PRODOTTI	AFFIDABILITÀ E MANUTENZIONE	TEMPI DI INTERVENTO	ACCETTABILITÀ SOCIALE	COSTI
Vetrificazione	S/G	+	-	-	-
Trattamenti mineralurgici	S/L	+	±	±	±
Riduzione/ossidaz. chimica	L	+	+	±	±

Legenda: N = no; S = si; L = liquido; S = solido; G = gas; + = migliore; ± = medio; - = peggiore

Tabella 5-11: Caratteristiche comparate delle tecnologie di trattamento applicabili a siti minerari dismessi

5.8 Siti contaminati da amianto

L'amianto è sicuramente un grave problema ambientale e sanitario, e non solo per l'Italia, è stato infatti utilizzato massicciamente in tutti i Paesi del mondo. Sono conosciute sia le caratteristiche dell'amianto sia la sua pericolosità dovuta alla capacità dei materiali che lo contengono di rilasciare fibre che, se inalate, sono responsabili di patologie gravi e irreversibili dell'apparato respiratorio quali:

- l'asbestosi, per esposizioni ad alte dosi;
- il carcinoma polmonare e il mesotelioma della pleura.

Riconosciuta la pericolosità di questo minerale e in attuazione di specifiche direttive CEE, lo Stato Italiano, con la legge 27 marzo 1992, n. 257, ha dettato le norme per la cessazione dell'impiego e per il suo smaltimento controllato.

Successivamente sono stati emanati una serie di decreti attuativi della stessa che dettano le tipologie di intervento per la bonifica sia di amianto in matrice compatta (coperture in lastre di cemento-amianto, pavimenti in vinil-amianto ecc.) sia di amianto in matrice friabile (decoibentazione di ambienti con intonaci contenenti amianto, scoibentazione di tubazioni, ecc.). Ai fini della bonifica da amianto, la legislazione vigente distingue, nettamente, i luoghi dove sono presenti manufatti che lo contengono da quelli dove l'amianto veniva lavorato per la produzione di innumerevoli prodotti.

Infatti:

- per le strutture edilizie a uso civile, commerciale o industriale aperte al pubblico o, comunque, di utilizzazione collettiva in cui sono in opera manufatti e/o materiali contenenti amianto dai quali può derivare una esposizione a fibre aerodisperse, gli interventi di bonifica sono definiti e regolamentati dal D.M. 6 settembre 1994;
- per i siti industriali dismessi, invece occorre fare riferimento al D.M. 14 maggio 1996. Le norme e le metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo e la bonifica dei siti industriali dismessi si applicano:

- alle aree industriali in cui la contaminazione proviene dalla lavorazione dell'amianto o di prodotti che lo contengono (quindi, siti industriali dismessi);
- alle situazioni in cui l'eventuale inquinamento da amianto è determinato dalla presenza di locali adibiti a stoccaggio di materie prime o manufatti o dalla presenza di depositi di rifiuti.

Relativamente all'aspetto operativo, è necessario, prioritariamente, organizzare un programma di lavoro con finalità cognitive, articolato in tre fasi:

- sopralluogo ricognitivo;
- carotaggio terreni;
- analisi dei materiali.

Il sopralluogo ricognitivo ha lo scopo di evidenziare le situazioni di presenza residuale di amianto e di manufatti che lo contengono. Dovranno, poi, essere effettuati sondaggi dei terreni circostanti, con carotaggi alla ricerca di eventuali materiali interrati. I materiali prelevati durante il sopralluogo ricognitivo e il carotaggio dei terreni dovranno essere analizzati secondo le indicazioni del D.M. 6 settembre 1994.

Le operazioni di bonifica andranno articolate attraverso quattro stadi:

- rimozione delle coperture in cemento-amianto eventualmente presenti;
- interventi di bonifica degli edifici;
- bonifica delle reti fognarie e delle fosse di decantazione;
- bonifica dei terreni.

Ai fini del presente Piano l'aspetto più interessante riguarda la bonifica dei terreni, alla quale si dovrà procedere, alla luce dei sondaggi eseguiti, in caso di riutilizzo del sito industriale che renda necessaria un'escavazione del suolo stesso, per fondazione o altro.

Nel caso poi di riutilizzo del sito senza la previsione di escavazione futura e in assenza di particolari situazioni di rischio derivanti dall'assetto idrogeologico del territorio, si potrà non procedere alla rimozione degli eventuali rifiuti interrati d'amianto risultanti dal carotaggio eseguito.

Per la bonifica del suolo appare necessario installare due sale tecniche spostabili realizzate con strutture in carpenteria metallica e rivestite con fogli di polietilene di adeguato spessore; le sale devono essere mantenute in depressione attraverso gruppi di aspirazione a filtrazione assoluta.

Appare necessario eseguire accurati controlli e monitoraggi, ai fini della valutazione dell'esposizione degli operatori preposti alle operazioni di bonifica, ai fini del monitoraggio ambientale delle fibre aerodisperse nelle aree circostanti il cantiere di bonifica durante le operazioni di bonifica, secondo quanto prescritto dal D.M. 6 settembre 1994; e infine alla certificazione della restituibilità del sito industriale bonificato, come previsto dal D.M. 6 settembre 1994, tenendo eventualmente conto della particolarità della situazione.

Allo stato attuale delle conoscenze, sulla base delle segnalazioni pervenute, risulta che nel territorio della Regione Sardegna vi sia una notevole presenza di strutture edilizie a uso civile, commerciale o industriale aperte al pubblico o, comunque, di utilizzazione collettiva in cui sono in opera manufatti e/o materiali contenenti amianto dai quali può derivare una esposizione a fibre aerodisperse.

In relazione ai siti industriali dismessi, va rilevato che risulta che i siti nei quali avveniva la lavorazione del cemento amianto (sito Sardit di Oristano e CEM.A di Marrubiu) siano stati sottoposti a interventi di bonifica e non si hanno conoscenze di ulteriori siti di lavorazione dell'amianto o di prodotti che lo contengono. Va rilevata invece la presenza di aree industriali in cui la contaminazione proviene dalla presenza di strutture con coperture in cemento amianto e la presenza di depositi incontrollati di rifiuti classificabili come residui e sfridi della lavorazione dell'amianto sparsi nel territorio circostante i suddetti stabilimenti.

Per risolvere il problema amianto talvolta non è sufficiente mettere in sicurezza, confinare i materiali contenenti amianto o bonificare gli edifici, occorre anche smaltire correttamente i rifiuti prodotti.

Va rilevato infatti che allo stato attuale esiste anche una problematica relativa alla classificazione e smaltimento dei rifiuti contenenti amianto in Italia in funzione del grado di friabilità. A tal proposito sulla base di quanto stabilito dal Decreto del Ministero dell'Ambiente del 13.03.2003 i rifiuti di amianto o di materiali contenenti amianto possono essere conferiti in nelle seguenti tipologie di discariche:

1. discarica per rifiuti pericolosi, dedicata o dotata di cella dedicata;
2. discarica per rifiuti non pericolosi, dedicata o data di cella monodedicata per i rifiuti individuati dal codice CER 170605 (materiali da costruzione contenenti amianto); per le altre tipologie di rifiuti contenenti amianto, purché sottoposti a processi di trattamento di cui alla tabella 1.1 (Stabilizzazione – solidificazione con matrici stabili e non reattive, incapsulamento, trattamento con modificazione della struttura cristallina), e con valori conformi alla tabella 1.2.

Occorre approfondire il comportamento in discarica dei rifiuti di amianto a breve e a lungo termine considerando che l'amianto non si degrada. E' quindi necessario considerare l'impatto ambientale a lunghissimo termine dello smaltimento in discarica.

In particolare è compito delle Regioni elaborare un proprio Piano Regionale Amianto che, tra l'altro, valuti il quantitativo di rifiuti di amianto presenti sul territorio, individua le tipologie, il numero e localizzazione degli impianti di smaltimento.

5.8.1 Messa in sicurezza di cumuli di rifiuti di amianto

Qualora non sia possibile intervenire alla rimozione o inertizzazione dei rifiuti e dei terreni contaminati da amianto in particolare per i costi elevati, l'unica soluzione percorribile in tempi rapidi e a costi sostenibili, consiste nel realizzare la messa in sicurezza con il sistema del confinamento, la cui tecnica consiste nella realizzazione di una barriera isolante che separi fisicamente i rifiuti inquinati dall'ambiente esterno.

Esistono diverse soluzioni tecniche realizzabili, a titolo esemplificativo si cita l'esperienza di un sito del comune di Maniago (PN) in cui il sistema di confinamento è stato realizzato mediante la posa sopra i cumuli di rifiuti di un pacchetto isolante costituito da un prodotto incapsulante, da un geotessile di protezione e da una geomembrana impermeabile che una volta in opera ha il duplice scopo di evitare la dispersione nell'area delle fibre di amianto e di eliminare i potenziali rischi di percolamento delle acque piovane. La prima fase dell'incapsulamento è stata effettuata trattando tutte le superfici esposte dei rifiuti mediante bagnatura con adeguata sostanza chimica; il prodotto inglobante (componente vinilico o resinoide) viene cosparso con l'ausilio di pompe a bassa pressione fino al totale "imbibimento" dei rifiuti. Una volta applicato a spruzzo sui materiali inquinati, la componente acquosa evapora, lasciando sulle superficie degli stessi un film vinilico che ha lo scopo di trattenere e inglobare le fibre d'amianto degradate, eliminando così il rischio di dispersione in atmosfera.

Successivamente i cumuli di rifiuti così incapsulati sono stati ulteriormente confinati mediante la sovrapposizione di due diversi strati geosintetici: un geotessile non tessuto in polipropilene ed una geomembrana impermeabile in polietilene armato. Il geotessile non tessuto viene steso, una volta eliminata la vegetazione spontanea, a diretto contatto con i rifiuti, ed ha la duplice funzione di rendere pulite ed omogenee le superfici precedentemente trattate e di proteggere la sovrastante geomembrana isolante da possibili punzonamenti. Il telo di copertura utilizzato presenta elevati valori di resistenza meccanica essendo costituito internamente da un tessuto in polietilene ad alta densità (HDPE), che costituisce l'armatura di rinforzo del prodotto, sopra il quale, su entrambi i lati, viene laminato a caldo uno strato di polietilene a bassa densità (LDPE), che assicura l'impermeabilità del telo.

5.8.2 I processi per il trattamento dei rifiuti contenenti amianto

I processi per il trattamento dei rifiuti contenenti amianto (RCA) possono essere ricondotti a due tipologie principali :

1. processi di condizionamento;
2. processi chimico-fisici.

I primi abbassano la pericolosità delle fibre di amianto mediante un'azione di "contenimento" all'interno di una determinata matrice (generalmente a base di cemento), in cui l'amianto mantiene inalterata la propria struttura, anche se il rilascio di fibre viene notevolmente ridotto.

Il processo comporta la realizzazione di manufatti caratterizzati da un maggior peso e un maggior volume rispetto al rifiuto di partenza. Per contro, i costi di gestione e di produzione risultano alquanto contenuti. La destinazione finali dei rifiuti trattati resta la discarica controllata, di categoria 2B o 2A in zone destinate (per amianto compatto), anziché 2C (per amianto friabile). Il processo è indicato soprattutto per rifiuti di amianto friabile nei quali la componente non asbestosa, specie se di natura inorganica (solfati, carbonati, ecc.) è presente in quantità preponderante.

I trattamenti chimico-fisici, dal canto loro, pur richiedendo costi generalmente più elevati, permettono di risolvere il problema dei RCA "una volta per tutte", grazie alla trasformazione cristallografica dell'amianto, con ottenimento di un materiale inerte, destinato alla discarica 2A, eventualmente riutilizzabile. Tali processi risultano particolarmente adatti a quei RCA (sia in forma friabile che compatta), con elevata presenza di componente asbestosa e di materiali plastici di rifiuto, che risultano facilmente distrutti dai trattamenti termici.

A titolo puramente descrittivo tra i processi chimico-fisici più noti si evidenziano:

1. Attacco chimico con modificazione della struttura del rifiuto e precipitazione di sali non tossici; l'inconveniente è costituito dal fatto che si verifica un aumento del volume del prodotto a seguito della formazione di fanghi di trattamento.
2. trasformazioni mecano-chimiche mediante distruzione della struttura cristallina mediante stress meccanico;
3. litificazione consistente nella fusione a temperature elevate (1300-1450 °C);
4. vetrificazione mediante fusione con additivi a temperature elevate (1000- 1300°C);
5. vetroceramizzazione con fusione a 1300 °C e cristallizzazione a 900°C;
6. litizzazione pirolitica tramite fusione in forni ad argilla espansa
7. produzione di clinker attraverso la cottura con calcare e argille (900-1000 °C);
8. ceramizzazione mediante cottura a 800-1000 °C.

5.8.2.1 I trattamenti termici dei rifiuti di amianto

I metodi per trasformare l'amianto di crisotilo o di anfibolo in fasi innocue sono ben noti da anni, ma in generale i prodotti che si ottengono sono poveri e non hanno applicazioni industriali di rilievo. Le tecnologie di trattamento dei rifiuti di amianto stanno subendo una rapida evoluzione. In particolare, si sottolinea che:

- I processi termici si basano su tecnologie ampiamente provate, con costi non più proibitivi, e permettono di trasformare i rifiuti di amianto in materiali inerti.
- La qualificazione dei processi e dei prodotti di trattamento deve tener conto dei seguenti aspetti:
 - Qualificazione processo
 - Limitazione alla produzione di rifiuti di processo
 - Controllo delle emissioni
 - Salvaguardia della salute degli operatori
 - Qualificazione prodotti
 - Controllo dell'assenza di amianto
 - Verifica del contenuto di altri inquinanti
 - Verifica del possibile riutilizzo del materiale

L'eliminazione delle scorie e dei rifiuti contenenti amianto viene attualmente svolta mediante due tecnologie principali:

- inglobamento (o diluizione) in matrice stabile ed inerte
- trattamento di fusione o arrostimento.

Mentre le tecniche di inglobamento sono orientate alla messa a dimora di rifiuti declassati, quindi meno pericolosi, le tecnologie di trattamento termico tendono ad eliminare completamente il rifiuto, trasformandolo in un vetro o in qualche fase cristallina non fibrosa e non tossica.

Le tecnologie proposte in questo settore sono molte e vanno dall'uso delle torce al plasma alle tecniche di ceramizzazione.

Gli impianti mobili dimostrativi ICAM e TRITAM per il trattamento integrato dei rifiuti da amianto (Esperienza ENEA)

Nell'ambito del quadro sopra delineato, a partire dagli inizi degli anni '90 l'Enea e il CSM hanno attuato azioni dimostrative attraverso campagne sperimentali su impianti prototipi realizzati allo scopo. In particolare, data l'enorme diffusione e dispersione sul territorio nazionale degli RCA da smaltire, si ritiene che la realizzazione di impianti mobili per il trattamento integrato dei rifiuti di amianto con le migliori tecnologie disponibili costituisca un valido intervento (fatti salvi i grossi bacini di utenza per i quali sono più adatto gli impianti fissi).

In questo contesto l'Enea ha realizzato, per la prima tipologia di processi, l'impianto mobile dimostrativo ICAM, per la stabilizzazione/solidificazione di RCA in matrice cementizia, mentre il CSM, in collaborazione con l'Enea, ha finalizzato la sua azione dimostrativa verso un impianto del secondo tipo, basato sulla distruzione termica dell'amianto in un forno che utilizza la tecnologia al plasma (TRITAM).

Tali iniziative, che ben si inseriscono, peraltro, nel contesto delle attività di ricerca e di salvaguardia degli aspetti ambientali portati avanti dall'Enea e dal CSM, presentano caratteri di organicità, in quanto coniugano la tecnologia di stabilizzazione/solidificazione (ICAM), idonea al trattamento di rifiuti in cui la componente non asbestosa è predominante, con quella chimico-fisica a caldo (TRITAM), meglio indicata nel caso di RCA costituiti in elevate percentuali di amianto, realizzando una sinergia per affrontare in maniera ottimizzata un problema di rilevanza nazionale.

L'impianto ICAM, adotta un processo di stabilizzazione/solidificazione in matrice cementizia e si basa sulla miscelazione dei RCA con quantità dosate di cemento, acqua e additivi all'interno di un adatto omogenizzatore-miscelatore. L'impianto è in grado di trattare 1 m³/ora di RCA, per un integrale giornaliero di circa 10 m³.

Il processo non prevede emissioni liquide, in quanto eventuali acque di lavaggio vengono completamente riutilizzate nel ciclo di trattamento. Non sono previste neppure emissioni solide, ad eccezione di eventuali materiali metallici derivanti da una preselezione a monte dei trituratori. L'impianto è inoltre dotato di un sistema di filtrazione per il trattamento dell'aria in uscita.

L'impianto mobile TRITAM è di tipo dimostrativo con torcia al plasma.

Nella fase propedeutica sono stati studiati processi a temperature relativamente basse, per verificare la possibilità di riutilizzo in edilizia dei materiali derivanti dal trattamento di RCA. In questi casi ci si è basati sulla proprietà dei diversi tipi di amianto (crocidolite, crisotilo) di perdere i gruppi ossidrilici e di subire trasformazioni di fase già intorno ai 900-1000° C, senza la necessità di arrivare alla temperatura di fusione con trasformazione della fibre di amianto. Il materiale ottenuto può già trovare un reimpiego, se macinato e impastato con acqua e calce e trasformato in legante cementizio.

Inoltre è stato messo a punto un processo di litificazione, basato sulla fusione e sulla risolidificazione con raffreddamento controllato. Mediante tale procedura si ottiene una riduzione

dei volumi del 60-90%, con conseguente abbattimento dei costi per una eventuale messa in discarica come rifiuto inerte, nonché a seguito di riutilizzo del materiale ottenuto come sottofondo stradale o in edilizia.

Il processo, brevettato dal CSM, consiste nella miscelazione del rifiuto contenente amianto, dopo frantumazione con additivi di recupero, del tipo scorie di altoforno e refrattari silico-alluminosi. L'esperienza è stata condotta a temperature comprese tra 600 e 1000 °C, e ha mostrato la possibilità di ottenere un materiale inerte senza fibre (piatto fisso).

Su questa base è stato elaborato un progetto, per la realizzazione di un impianto mobile dimostrativo di trattamento di RCA, operante sul principio della torcia a plasma (1300-1400 °C), avente una potenzialità pari a circa 5 tonn/giorno, capace di trasformare completamente la struttura cristallografica dell'amianto, con ottenimento di materiali inerti per usi civili o industriali.

Una possibile soluzione, in relazione al problema della localizzazione degli impianti, è senz'altro rappresentata dalla realizzazione di impianti mobili di trattamento, da utilizzare nel sito da bonificare per il tempo necessario all'esecuzione dell'intervento di bonifica.

La tecnologia di ceramizzazione Cordiam (CNR)

La tecnologia di ceramizzazione ha, rispetto alle altre alternative, il vantaggio di utilizzare impianti di trattamento tradizionali, a temperature molto più basse di quelle utilizzate normalmente nella fusione e di ottenere, al termine del ciclo, dei prodotti facilmente collocabili sul mercato.

Nel 1994 è stato presentato dall'Istituto per il Trattamento dei Minerali del CNR il primo brevetto Cordiam, un processo di trasformazione a stato solido dei rifiuti contenenti amianto in presenza di argilla a temperatura compresa tra 850 e 950 °C.

Il processo, brevettato in Italia e all'estero, è stato acquisito dalla società ECOTEC S. r. l. che sta già progettando alcuni impianti industriali da diverse tonnellate/ora di capacità.

Il principio del processo è estremamente semplice e ricalca ciò che avviene in natura durante la formazione di minerali metamorfici.

Mescolando l'amianto di serpentino e di anfibolo con argilla di tipo caolinico e portando il tutto a temperature tra 850 e 950 °C si assiste ad una modificazione rapida dell'amianto, ad una cessione di elementi tra le varie fasi allo stato solido e alla cristallizzazione di una terza fase, la cordierite.

La reazione è estremamente veloce ed è stata testata su oltre 100 tipologie di materiali contenenti amianto, oltre che, naturalmente, su amianti puri.

I materiali che si formano sono assolutamente privi di amianto. La struttura fibrosa cede il posto a strutture di tipo colonnare, tozze, non più adatte ad essere ispirate e non più tossiche.

I minerali che formano tali strutture sono componenti definiti non tossici dall'International Association of Research on Cancer (IARC), e sono utilizzate normalmente nell'industria ceramica.

I materiali che si ottengono dal processo Cordiam sono essenzialmente di tre tipi, a seconda del tipo di rifiuto in ingresso e delle proporzioni nelle miscele con argilla e in particolare materiali ceramici ad elevata refrattarietà, materiali ceramici per fritte, e materiali ceramici per laterizi.

La tecnologia messa a punto permette anche di fare un pretrattamento del rifiuto, al solo scopo di eliminare le fibre: il materiale che se ne ottiene, esente da amianto, può essere reimpiegato in un secondo ciclo, questa volta produttivo, per ottenere il manufatto finale.

Una nota dolente per tutti i trattamenti termici è ovviamente il costo, che quasi mai risulta competitivo con quelli di smaltimento convenzionali. Il processo Cordiam, risulta essere il più economico tra tutti i trattamenti di tipo termico dell'amianto, considerando l'economia di esercizio data dal valore del materiale prodotto.

Un aspetto risulta particolarmente interessante e riguarda l'utilizzo della tecnologia Cordiam: il processo permette di riciclare qualsiasi materiale che abbia strutture e comportamento chimico simili a quelle dell'amianto.

Pertanto, l'impianto può funzionare altrettanto bene con scarti di miniera o di cava, ed in particolare di cave di serpentino al fine di produrre materiali ceramici di alto pregio.

Esistono diverse aziende che hanno elaborato dei brevetti e/o impianti. Di seguito viene riportato un elenco delle principali aziende con una descrizione del processo.

- ASPIRECO srl: impianto pilota; trattamento termico a "bassa" temperatura, principalmente per cemento amianto, ma anche friabile.
- ASSING spa: laboratorio - impianto pilota; trattamento meccano-chimico per tutti i tipi di rifiuto.
- CNR - Consiglio Nazionale delle Ricerche: impianto pilota; trattamento termico a temperatura "medio-alta" principalmente per friabile, ma anche cemento amianto.
- INERTAM (Francia): impianto "industriale"; trattamento termico ad alta temperatura (fusione), principalmente per friabile.
- PILEMA srl (progetto KVT-Merascon, Germania): impianto "industriale"; trattamento termico a temperatura medio-alta per tutti i tipi di rifiuto. Il prodotto finale è una polvere con ottime caratteristiche idrauliche, che può essere riutilizzato per applicazioni nel settore edile come legante chimico.

- RECUPYL sa (Francia): (impianto "industriale"; trattamento termico ad alta temperatura (fusione) principalmente per materiale friabile.
- REGENCY International Group Ltd : impianto "industriale"; trattamento termico ad alta temperatura (fusione) principalmente per materiale friabile.

5.8.3 Tecniche di intervento sui materiali contenenti amianto presenti nelle strutture edilizie

Nel presente sezione verranno descritte brevemente alcune tecniche di intervento sui materiali contenenti amianto presenti nelle strutture edilizie secondo quanto previsto nel decreto 6 settembre 1994. Il citato decreto individua 3 precise tecniche di intervento obbligatorie nel caso in cui il materiale contenente amianto sia valutato come particolarmente pericoloso in ordine alla sua conservazione e facilità di frantumazione o polverulenza.

Le 3 tecniche sono:

- 1] incapsulamento**
- 2] confinamento**
- 3] rimozione**

INCAPSULAMENTO

La tecnica dell'incapsulamento consiste nel rivestimento del materiale per tramite di un sottile strato di trattamento chimico penetrante e inglobante destinato a fissare la polverulenza superficiale e a restituire solidità allo strato superficiale mediante l'introduzione di un legante capace di particolare adesione.

Il trattamento per incapsulamento è di solito preferito quando leggerezza, velocità di trattamento, basso costo sono determinanti nella scelta della tecnica adeguata all'intervento.

L'incapsulamento possiede i suoi contro più rilevanti nella difficoltà di garantire una durata certa (soprattutto nell'esposizione alle intemperie di una copertura), nella impossibilità di determinare con certezza un sistema di collaudo efficace dell'intervento, nella necessità di pulire le lastre prima dell'imprimatura oppure di utilizzare un prodotto capace di costituire da preparatore di adesione sufficientemente penetrante e consolidante.

CONFINAMENTO

La tecnica del confinamento consiste nella sovrapposizione di uno strato rigido al materiale contenente amianto destinato a proteggere e inertizzare lo stesso materiale impedendone l'avanzamento del degrado e la polverulenza.

Questo tipo di intervento, piuttosto diffuso, richiede un preliminare incapsulamento con acetato di vinile disciolto in acqua e nel caso di un intervento posto su una struttura di copertura priva di un solido solaio continuo all'intradosso richiede la frapposizione di una rete anticaduta.

Una via di mezzo tra l'incapsulamento e il confinamento è costituito dallo spruzzaggio di schiumati poliuretanicici sul materiale contenente amianto (soprattutto coperture) allo scopo di migliorare l'impermeabilizzazione e la coibentazione nel contempo. Questa tecnica necessita comunque di uno strato superficiale di incapsulamento protettivo dello strato coibente.

Il confinamento (o sopra copertura) si fa preferire laddove l'utilità di ottenere nel contempo isolamento e impermeabilizzazione è la componente principale di scelta. Per contro l'intervento richiede l'impiego di materiali leggeri e non elimina definitivamente il problema rendendo necessario, come nel caso dell'incapsulamento, il posizionamento in vista di targhette che avvisano gli occupanti ed i manutentori della presenza occulta di materiali contenenti amianto.

RIMOZIONE

La rimozione è la tecnica di bonifica definitiva che consiste nella sostituzione per tramite di una procedura di sicurezza che salvaguarda la salute dei lavoratori esposti alla possibilità di respirare la fibra aerodispersa.

La procedura di bonifica per rimozione di seguito esposta riguarda il caso più frequente nel settore delle costruzioni, ovvero la rimozione di lastre di copertura.

Per quanto riguarda gli interventi di rimozione di materiale di altra natura o per materiale a matrice friabile si rimanda alla dettagliata esposizione presente nel Decreto 6 settembre 1994 raccomandando di non sottovalutare nessuna delle importanti ed impegnative modalità imposte dallo stesso decreto in quanto questi tipi di lavorazione espongono i lavoratori ad un sensibile ed elevato livello di rischio dovuto alla possibile inalazione di particelle contenenti amianto.

In ogni caso l'impresa operatrice deve redigere un piano di lavoro contenente tutti i requisiti previsti dal decreto e consegnarlo all'organo di controllo che deve dare risposta entro 90 gg. suggerendo eventualmente integrazioni al documento stesso.

In assenza di risposta è necessario provvedere all'avvio del lavoro previa notifica di inizio lavori con un preavviso di 5 giorni.

Per quanto riguarda le coperture esistono alcuni adempimenti connessi alla procedura in sicurezza.

I principali adempimenti pratici sono:

- ☐ delimitare e segnalare l'area di lavoro facendo chiudere le finestre se gli occupanti risiedono nell'edificio;
- ☐ predisposizione dell'area spogliatoio-docce;
- ☐ indossare i DPI adeguati;
- ☐ provvedere alla dotazione ed all'uso dei DPI e dei DPC destinati alla prevenzione delle cadute dall'alto degli operatori;
- ☐ provvedere alla bagnatura delle lastre con incapsulante temporaneo;
- ☐ smontaggio senza frantumazione delle lastre con movimentazione ad una ad una delle stesse;
- ☐ predisposizione dei bancali o dei contenitori per la raccolta del rifiuto;
- ☐ confezionamento del rifiuto con rotoli di polivinile;
- ☐ pulire quotidianamente a umido le zone operative;
- ☐ smaltimento definitivo del rifiuto secondo la classificazione assegnata.

Per quanto riguarda lo smaltimento in discarica dovranno essere adottate le modalità e indicazioni previste nel Dm Ambiente del 13 marzo 2003 relativa ai criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica.

5.9 Tecniche di recupero dei rifiuti nella bonifica di siti inquinati

Nell'ambito di interventi di bonifica e/o risanamento ambientale e paesaggistico di siti compromessi è possibile ed auspicabile vengano introdotte tecniche atte ad incentivare il "recupero" secondo i due seguenti aspetti:

- 1] Recupero di materia dei rifiuti stoccati (selezione, vagliatura e qualificazione)
- 2] Recupero ambientale-paesaggistico con materiali derivanti da trattamento di rifiuti di natura inerte o da rifiuti urbani (compost-grigio)

Le tecniche e le modalità che incentivano questi tipologie di recupero devono tenere conto dei seguenti criteri:

- ⇒ non devono costituire un pericolo per la salute dell'uomo, né creare rischi per le componenti ambientali (acqua, aria, suolo), per la fauna e per la flora;
- ⇒ non devono causare inconvenienti da rumori e odori;
- ⇒ la loro esecuzione deve tenere conto della normativa vigente, che ne regola le procedure di autorizzazione.

RECUPERO DI MATERIA DEI RIFIUTI STOCCATI

Il recupero di materia, al fine del reinserimento in altro ciclo produttivo è fattibile e auspicabile per quanto attiene allo stoccaggio dei rifiuti di natura industriale (metallurgica, chimica e mineraria).

Nell'ambito delle bonifiche delle discariche di tipo industriale è infatti possibile ipotizzare la riduzione della concentrazione di taluni componenti ambientalmente pericolosi separandoli dall'insieme eterogeneo di solidi costituenti il corpo della discarica. Tale attività ottiene il triplice scopo di ridurre il volume dei rifiuti abbancati, di ridurre il potere inquinante degli stessi e di rendere disponibile sul mercato "materia" utilizzabile direttamente o previo ulteriore trattamento in altro ciclo produttivo.

La produzione di materia prima equivalente per l'industria in genere passa attraverso le seguenti fasi:

- 🏭 selezione
- 🏭 trattamento a secco o a umido per l'eliminazione di materiale e/o sostanze estranee (separazione fisico-chimica)
- 🏭 ulteriore separazione con metodi gravimetrici ed esecuzione di analisi densimetriche
- 🏭 produzione di materiale atto al recupero diretto in impianti metallurgici o nell'industria chimica

Nell'industria metallurgica e chimica è infatti possibile mediante "*coltivazione selettiva*" del materiale di discarica, asportare volumi caratterizzati da un alto contenuto di materiali quali, per esempio, zinco, piombo, IPA, fluoro, ecc.. Prevedere per questi volumi una fase di "*separazione fisico-meccanica*" atta a vagliare ed isolare frazioni granulometriche più fini, alla fine della quale ottenere dei materiali destinati al riciclo per essere utilizzati dopo opportuno ricondizionamento, in industria siderurgica (materiali carboniosi e fluorutici) e cementiera (materiali fluoritici).

Tra le attività di recupero possibili nelle quali inserire come materia prima i prodotti delle lavorazioni appena illustrate si menzionano:

- a) impianti di seconda fusione per il recupero dei metalli;
- b) industria metallurgica come correttivo;
- c) produzione conglomerati bituminosi; cementifici;
- d) industria vetraria;
- e) produzione di conglomerati cementiti;
- f) produzione di conglomerati idraulici catalizzati;
- g) realizzazione di rilevati e sottofondi stradali (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo i dettami di legge).

Con specifico riferimento all'attività mineraria si rileva, inoltre, che i residui di decenni d'attività mineraria e di trattamento mineralurgico possono essere considerati, oltre che come centri di

pericolo per l'ambiente, a causa della tossicità potenziale dei metalli contenuti, anche come una potenziale risorsa industriale per la possibilità d'estrazione dei metalli residui.

L'utilizzo dei materiali di discarica mineraria quali nuove materie prime, costituisce nella gran parte dei casi, anche un intervento sulle caratteristiche ambientali dell'area. La caratterizzazione condotta nell'ambito del progetto di bonifica dovrà quindi considerare sia le normative direttamente legate al materiale di discarica e considerato come potenzialmente contaminante sia, quando ritenuta utile, eseguire un'analisi di carattere economico-minerario per verificare la fattibilità del riutilizzo dei minerali residui.

L'analisi sulla possibilità di riutilizzo di parte dei residui minerari, è raccomandata perché questa potrebbe fornire un contributo sia tecnico sia economico, alla necessità di bonifica e/o messa in sicurezza del sito contaminato. In quest'ottica, ai fini del possibile riutilizzo, le discariche minerarie devono essere classificate come mineralizzate, debolmente mineralizzate e sterili.

Discariche mineralizzate: in questa classe sono raggruppate le discariche che sono composte da materiali che possono essere definiti risorse minerarie. E' evidente che la valutazione tecnico economica dello sfruttamento di tale risorsa, deve essere inserita in un contesto di valutazioni più ampio che consideri appieno i vantaggi legati alla riabilitazione e riqualificazione del sito e alla globalità dei benefici ambientali del territorio. Le discariche appartenenti a questa categoria, dovranno quindi essere soggette ad una fase di caratterizzazione tipica dei giacimenti minerari che si sovrappone a quella richiesta per i siti inquinati.

Discariche debolmente mineralizzate: si possono comprendere in questa classe le discariche minerarie che presentano una concentrazione di metalli utili che, pur non presentando, per i bassi tenori o per la difficoltà di separazione di tali metalli, caratteristiche di risorsa mineraria, rappresentano un potenziale centro di pericolo per l'ambiente circostante.

Discariche sterili: in questa tipologia possono rientrare tutte quelle discariche che, senza processi di separazione che non siano quelli di una coltivazione selettiva, per la loro composizione possono essere considerate sterili nell'accezione mineraria del termine e che, comunque, rispettino i valori di concentrazione in elementi inquinanti come indicati nella tabella 1/B del D.M. 471/99.

RECUPERO AMBIENTALE-PAESAGGISTICO

Nell'ambito degli interventi di bonifica approvati ai sensi dell'art. 17 del D.lgs n. 22/97 e quindi dell'art. 10 del D.M. n. 471/99 sono ricompresi sia gli interventi di semplice ripristino ambientale che quelli di ripristino ambientale come parte terminale di più ampi interventi di bonifica. Entrambe queste fasi lavorative si appoggiano a tecniche di recupero ambientale così come previste tra quelle definite all'art. 5 del D.M. del 05/02/98.

Tale articolo fa specifico riferimento ad attività che consistono nella restituzione di aree degradate ad usi produttivi o sociali attraverso rimodellamenti morfologici. Tali lavorazioni sono contemplate in tutti i ripristini ambientali così come sopra definiti. Si pensi a titolo esemplificativo alle operazioni di messa in sicurezza permanente delle discariche di urbani per le quali è previsto un rimodellamento morfologico per l'addolcimento delle pendenze e/o ricongiungimento alle linee morfologiche dell'ambiente circostante. In tali casi è necessario effettuare operazioni di riporto con materiali, che possono provenire da procedure recupero come definite nell'allegato 1 del D.M. del 05/02/1998, per i rifiuti non pericolosi.

L'allegato 3 al D.M. 471/99 indica tra i criteri generali degli interventi di bonifica e ripristino ambientale quelli che tendono a privilegiare l'impiego di materiali organici di adeguata qualità provenienti da attività di recupero di rifiuti urbani.

Sempre a titolo esemplificativo si ricorda che tra i materiali utilizzabili per la ricopertura e il rimodellamento morfologico delle discariche di rifiuti urbani, per la realizzazione di argini nelle bonifiche ambientali, o per altri utilizzi per i quali è prevista una sostanza vegetale da riempimento, è possibile utilizzare il cosiddetto FOS (frazione organica stabilizzata) o "*compost grigio grezzo*" derivante da impianti di recupero atti a trattare sia i fanghi di depurazione provenienti da impianti civili ed industriali che la frazione organica proveniente dalla vagliatura del rifiuto indifferenziato.

Si ricorda che l'utilizzo dei rifiuti nelle attività di recupero di cui al comma 1 è sottoposto alle procedure semplificate previste dall'art. 33, del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, a condizione che:

- a) i rifiuti non siano pericolosi;
- b) sia previsto e disciplinato da apposito progetto approvato dall'autorità competente, che nel caso specifico risulta essere un progetto di bonifica approvato ai sensi dell'art. 10 del D.M. 471/99;
- c) sia effettuato nel rispetto delle norme tecniche e delle condizioni specifiche indicate nel D.M. del 05/02/1998 e nel rispetto del progetto di cui al punto precedente;
- d) sia compatibile con le caratteristiche chimico-fisiche, idrogeologiche e geomorfologiche dell'area da recuperare.

Con riferimento a quanto indicato nel punto b) e c) si ricorda che l'utilizzo di materiali provenienti da attività di recupero, come appena descritti, deve essere espressamente richiamato nel progetto di bonifica con specifica indicazione della lavorazione nella quale viene inserito. Si ricorda altresì che dette lavorazioni devono essere principalmente mirate a:

- ☐ rimodellamenti morfologici per addolcimento delle scarpate e/o ricongiungimento al profilo naturale del terreno;
- ☐ strati impermeabilizzanti e/o drenanti;
- ☐ ricoprimento superficiale di supporto alla rivegetazione dell'area degradata.

Al fine di garantire un'efficace utilizzo dei materiali provenienti da attività di recupero nelle operazioni di bonifica appare opportuno prevedere nel capitolato tecnico del relativo progetto tutte le caratteristiche fisico chimiche e le modalità di posa in opera. Tra queste si ricordano:

- ⇒ la valutazione delle caratteristiche geomeccaniche e di permeabilità (a breve e lungo termine) in rapporto all'impiego previsto nel progetto;
- ⇒ la capacità agronomica di ricostruire e sostenere una vegetazione stabile.

È chiaro che per potere raggiungere adeguati risultati è necessario che i materiali siano:

- stabilizzati ed inerti dal punto di vista chimico-fisico secondo quanto previsto dalle specifiche norme e tali da non imporre vincoli di utilizzo dell'area superiori a quelli che si sarebbero potuti ottenere con altri tipi di materiali;
- con caratteristiche meccaniche tali da non creare problemi di erosione superficiale o dilavamento;
- compatibili in qualità con le caratteristiche ambientali dell'ambiente circostante.

Il raggiungimento delle caratteristiche appena elencate deve essere esplicitamente dichiarato nelle relazioni del progetto di bonifica.

6. DEFINIZIONE DELLE PRIORITÀ DI INTERVENTO

6.1 Premessa

Ai sensi dell'art. 19 del D.L. 22/97 e s.m.i. è di competenza delle Regioni, la predisposizione, l'adozione e l'aggiornamento, sentiti le Province ed i Comuni, dei piani regionali di gestione dei rifiuti di cui all'articolo 22 dello stesso decreto.

Costituiscono parte integrante del piano regionale i piani per la bonifica delle aree inquinate che devono prevedere (comma 5 lettera a dell'art. 22) l'ordine di priorità degli interventi, basato su un criterio di valutazione del rischio elaborato dall'ANPA.

In attesa della formulazione dei suddetti criteri di valutazione dell'ANPA, la Regione, sulla base della prassi adottata e delle esperienze maturate ha provveduto ad individuare e adottare propri criteri di valutazione del rischio al fine di stilare una prima lista di priorità.

Nella definizione dei criteri di valutazione si è provveduto ad adottare criteri differenti a seconda della tipologia dei siti inquinati.

In particolare sono stati adottati due criteri: uno per la valutazione del rischio nei siti industriali (stabilimenti industriali, discariche di rifiuti industriali, stoccaggi ecc.) e un altro per le discariche di RSU e assimilabili che verranno descritti nel seguito.

Per quanto riguarda le aree minerarie dismesse si è adottata la priorità già determinata nell'ambito dello studio per la riabilitazione ambientale del Sulcis Iglesiente Guspinese che viene estesa, sulla base di valutazioni puntuali e degli elementi disponibili, anche alle altre aree minerarie già ricomprese nell'Ambito del Parco Geominerario.

6.2 Modello utilizzato per la valutazione della priorità degli interventi nei siti industriali

Il modello che verrà descritto nel seguito è stato applicato ai siti inquinati industriali presenti sul territorio regionale (impianti industriali, aree di stoccaggio, discariche industriali).

Il modello trae spunto da quello piemontese che è stato semplificato in considerazione del numero ridotto di fattori di analisi.

Di seguito si riportano pertanto i fattori di analisi presi in considerazione e per i quali sono stati attribuiti i punteggi.

1] CARATTERISTICHE ANAGRAFICHE

1A] Condizioni del sito: **peso 1**

Fattori di analisi	Valori
Messa in sicurezza: No	8
Bonifica effettuata parzialmente	4
Messa in sicurezza: In corso	3
Messa in sicurezza: Sì	2

2] CARATTERISTICHE DEL SITO

2A] Litologia prevalente: **peso 2**

Fattori di analisi	Valori
Depositi ghiaiosi, ciottoli	8
Ghiaia-sabbia, sabbia	7
Sabbia-limo, limo	5
Limo-argilla, argilla	2

2B] Presenza di strati impermeabili: **peso 2**

Fattori di analisi	Valori
SI	2
NO	8

2C] Uso prevalente del terreno circostante: **peso 1**

Fattori di analisi	Valori
Agricolo e assimilabile	8
Residenziale e assimilabile	6
Industriale e assimilabile	4

3] CARATTERISTICHE DEI RIFIUTI PRESENTI NEL SITO

3A] Tipo di abbandono dei rifiuti: **peso 1**

Fattori di analisi	Valori
Sversamento incidentale o doloso	8
Pozzi perdenti	8
Vasca interrata	8
Cumuli	7
Discarica abusiva o ante DPR 915/82	7
Serbatoio interrato	6
Discarica controllata	5
Fusti	5
Sacchi	5
Vasca fuori terra	5
Serbatoio fuori terra	5
Cisterna	4
Container asportabile	3

3B] Caratteristiche di tossicità degli inquinanti: **peso 2**

Fattori di analisi	Valori
Sostanze organiche cancerogene	10
Sostanze organiche non cancerogene	8
Sostanze inorganiche	4

Nel caso di contemporanea presenza di sostanze appartenenti alle tre categorie individuate, viene attribuito il punteggio relativamente alle sostanze aventi pericolosità maggiore.

4] PERICOLOSITÀ AMBIENTALE E SANITARIA DEL SITO

4A] Distanza dal centro abitato più vicino: peso 1

Fattori di analisi	Valori
fino a 500 m	5
da 501 a 1000 m	3
da 1001 a 2500 m	2
oltre 2500 m	1

4B] Distanza dalla via di comunicazione più vicina: peso 1

Fattori di analisi	Valori
fino a 100 m	5
da 101 a 500 m	3
da 501 a 1000 m	2
oltre 1000 m	1

5] SITUAZIONE IGIENICO-SANITARIA DEL SITO

5A] Contaminazione del suolo prossimo al sito: peso 2

Fattori di analisi	Valori
Accertata	8
Presunta	3
No	0

5B] Contaminazione delle acque sotterranee prossime al sito: peso 2

Fattori di analisi	Valori
Accertata	10
Presunta	4
No	0

5C] Contaminazione delle acque superficiali prossime al sito: peso 2

Fattori di analisi	Valori
Accertata	10
Presunta	3
No	0

5D] Presenza di percolato nel sito: peso 2

Fattori di analisi	Valori
Si	7
No	0

5E] Presenza di emissioni gassose nel sito: peso 2

Fattori di analisi	Valori
Si	8
No	0

5F] Presenza di odori nel sito: **peso 2**

Fattori di analisi	Valori
Si	4
No	0

Sulla base del metodo descritto sono stati assegnati i punteggi ottenendo il risultato di seguito riportato in tabella. La valutazione delle priorità è stata effettuata per i siti inseriti nella macrocategoria “siti industriali” per i quali non si dispone ancora di un progetto definitivo di bonifica e/o messa in sicurezza approvato. E’ stato stabilito che i siti a cui è stato attribuito un punteggio maggiore di 90 possano essere ricompresi nella classe di priorità denominata “1” mentre i restanti siti rientrano in quella denominata “2”.

Tuttavia va evidenziato che gli interventi nei suddetti siti sono a carico dei soggetti responsabili e dovranno essere attivati nei tempi più ravvicinati possibili al di là della priorità determinata. Il livello di priorità potrà, se del caso, determinare l’adozione di misure di sicurezza d’emergenza qualora non siano state già adottate. Di seguito si riporta anche una tabella nella quale viene riassunto lo stato di attuazione degli interventi relativamente all’approvazione dei progetti definitivi, preliminari e del piano di caratterizzazione, nonché la descrizione degli interventi già realizzati.

INDICI DI PRIORITÀ DETERMINATE SECONDO LA VALUTAZIONE DI RISCHIO ADOTTATA

PROVINCIA	COMUNE	CODICE	DENOMINAZIONE SITO	RESPONSABILE SITO	PUNTEGGIO DI PRIORITÀ	PRIORITÀ
Cagliari	Portoscuso	I 20	Sito industriale	Portovesme S.R.L.	133	1
Cagliari	Assemini	I 10	Stabilimento industriale	Syndial	127	1
Sassari	Porto Torres	I 01	Stabilimento industriale	Syndial	124	1
Sassari	Porto Torres	I 08	Deposito Costiero	Esso	124	1
Cagliari	Cagliari	I 28	Deposito costiero Su Siccu	Eni (ex AGIP PETROLI Spa)	112	1
Sassari	Porto Torres	I 09	Deposito Costiero	Eni (ex AGIP PETROLI Spa)	112	1
Cagliari	Cagliari	I 27	Deposito costiero Santa Gilla	Eni (ex AGIP PETROLI Spa)	110	1
Sassari	Porto Torres	I 02	Stabilimento industriale	Sasol Italy	109	1
Cagliari	Portoscuso	D ₁ 09	Discarica industriale Sa Piramide	Syndial (Ex Enirisorse S.P.A.)	109	1
Nuoro	Ottana	I 16	Stabilimento industriale	Syndial	108	1
Cagliari	Sarroch	I 14	Stabilimento industriale	Polimeri Europa	108	1
Oristano	Oristano	I 26	Stabilimento industriale	Sipsa S.R.L.	105	1
Cagliari	San Gavino Monreale	I 24	Sito industriale	Portovesme S.R.L.	105	1
Cagliari	Portoscuso	I 19	Sito industriale	Eurallumina S.P.A.	103	1
Cagliari	San Gavino Monreale	I 23	Sito industriale	Syndial (Ex Enirisorse S.P.A.)	100	1
Cagliari	Portoscuso	D ₁ 07	Bacino Sa Foxi	Eurallumina S.P.A.	99	1
Cagliari	Portoscuso	D ₁ 10	Discarica industriale	Alumix In Liquidazione	98	1
Cagliari	Elmas	I 29	Stabilimento industriale	Ferrerie Acciaierie Sarde	95	1
Cagliari	Assemini	I 11	Stabilimento industriale	Bridgestone Metalpha	94	1
Oristano	S. Giusta	I 25	Deposito Costiero	Syndial	92	1
Sassari	Alghero	I 30	Stabilimento industriale	Apsa	91	1
Cagliari	Sarroch	I 13	Stabilimento industriale	Saras Raffinerie	91	1
Sassari	Porto Torres	D ₁ 01	Discarica industriale	Syndial	87	2
Sassari	Porto Torres	I 07	Stabilimento industriale	Distoms	85	2
Sassari	Porto Torres	I 03	Stabilimento industriale	Evc	84	2
Cagliari	Assemini	I 12	Stabilimento industriale	Mineraria Silius	82	2
Cagliari	Portoscuso	I 22	Sito industriale	Alcoa (Ex Alures)	82	2
Cagliari	Sarroch	I 15	Stabilimento industriale	Sasol Italy	82	2

PROVINCIA	COMUNE	CODICE	DENOMINAZIONE SITO	RESPONSABILE SITO	PUNTEGGIO DI PRIORITÀ	PRIORITÀ
Cagliari	Portoscuso	D₁ 08	Deposito preliminare (vasche fanghi)	Portovesme S.R.L.	80	2
Nuoro	Ottana	I 17	Stabilimento industriale	Inca International	77	2
Cagliari	Portoscuso	D₁ 11	Parco ceneri	Enel Cte Sulcis	77	2
Cagliari	Portoscuso	I 21	Sito industriale Carbonile Monteponi	Portovesme S.R.L.	74	2
Cagliari	Assemini	D₁ 04	Discarica	Fluorsid	73	2
Cagliari	San Gavino Monreale	D₁ 12	Discarica industriale (interna allo stabilimento)	Syndial (Ex Enirisorse S.P.A.)	68	2
Nuoro	Ottana	I 18	Stabilimento industriale	Lorica Sud	32	2

Tabella 6-1: Siti Industriali - Tabella degli indici di priorità

STATO DI ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI SUI SITI INDUSTRIALI

SITI PER I QUALI E' STATO APPROVATO IL PROGETTO DEFINITIVO

PROVINCIA	COMUNE	CODICE	DENOMINAZIONE SITO	RESPONSABILE SITO	TIPO DI PROGETTO
SS	Porto Torres	I 04	Sito industriale	Endesa	Progetto Definitivo di bonifica con misure di sicurezza
CA	Assemini	I 10	Sito industriale	Syndial	Progetto Definitivo misure di sicurezza d'emergenza
CA	Assemini	D ₁ 03	Discarica Industriale	Syndial	Progetto definitivo di messa in sicurezza permanente
CA	Assemini	I 11	Sito industriale	Bridgeston Metalpha	Progetto definitivo approvato
CA	Sarroch	D ₁ 5	Discarica 2C	Syndial	Progetto definitivo di bonifica della discarica 2C
CA	Portoscuso	D ₁ 10	Discarica industriale	Alumix In Liquidazione	Progetto definitivo di bonifica

SITI PER I QUALI E' STATO APPROVATO IL PROGETTO PRELIMINARE

PROVINCIA	COMUNE	CODICE	DENOMINAZIONE SITO	RESPONSABILE SITO	TIPO DI PROGETTO
CA	Portoscuso	D ₁ 09	Discarica industriale Sa Piramide	Syndial (Ex Enirisorse Ex Singea)	Progetto preliminare di messa in sicurezza

SITI PER I QUALI E' STATO APPROVATO IL PIANO DI CARATTERIZZAZIONE

PROVINCIA	COMUNE	CODICE	DENOMINAZIONE SITO	RESPONSABILE SITO	TIPO DI PROGETTO
CA	Gonnesa	Ip 02	Palude Sa Masa	Comune Di Gonnesa	Piano di Caratterizzazione
CA	S.Gavino Monreale	I 23	Sito industriale	Syndial Ex Enirisorse	Piano di Caratterizzazione
CA	Portoscuso	D ₁ 07	Bacino Sa Foxi	Eurallumina	Piano di Caratterizzazione

Tabella 6-2: Siti Industriali – Stato di attuazione delle procedure amministrative in corso di realizzazione.

6.3 La metodologia di valutazione del rischio per le discariche di RSU e assimilabili

La presenza di dati quantitativamente e qualitativamente sufficienti ha consentito di implementare un algoritmo per il calcolo del rischio associabile a ciascun sito e per individuare quindi le priorità di intervento. Questa fase si rende necessaria al fine di individuare in modo univoco le situazioni di maggior rischio.

La metodologia è stata mutuata dal Piano Ansaldo per quanto riguarda la valutazione della vulnerabilità intrinseca del sito mentre per la valutazione delle priorità di intervento si è predisposto un metodo “ad hoc” nell’ambito del presente piano.

L’approccio proposto è fondamentalmente simile a quello adottato nelle metodologie di Valutazione di Impatto Ambientale. Nell’analisi entrano come dati di input i parametri relativi alle componenti ambientali più direttamente coinvolte dalla presenza di discariche non controllate, quali, ad esempio, la qualità delle acque e la salute pubblica. Una volta individuate le componenti ambientali viene compilata la lista dei fattori caratterizzanti il sito. Un esempio di lista dei fattori di interesse ai fini della caratterizzazione del sito è il seguente:

Fattori legati ai potenziali recettori dell'inquinamento e all'impatto socio- economico ed estetico.	Fattori caratterizzanti il sito dal punto di vista chimico fisico.	Elementi legati alle caratteristiche dei rifiuti ed alla loro esposizione nella discarica.
➤ Valore paesaggistico del sito	➤ Permeabilità del terreno	➤ Volume di rifiuti presenti e la superficie impegnata
➤ Risorse potenziali del sito	➤ Piovosità della zona	➤ Tipologie dei rifiuti
➤ Potenziale utilizzo al termine dell'uso come discarica	➤ Ventosità e polverosità	➤ Grado di compattazione del rifiuto scaricato
➤ Destinazione d'uso prevista dalla pianificazione locale	➤ Stabilità geomorfologica	➤ Spessori degli eventuali strati di ricoprimento
➤ Presenza di vincoli di particolare natura	➤ Livello di falda sottostante l'area impegnata	➤ Materiale leggero presente
➤ Tipologia della discarica da un punto di vista topografico	➤ Potenzialità idraulica della falda	➤ Densità delle discariche nel territorio
➤ Visibilità dell'impianto dall'esterno	➤ Eventuali utilizzi della falda e la tipologia degli stessi	➤ Emissioni gassose dovute alle trasformazioni biochimiche della frazione organica del rifiuto
➤ Distanza dai centri abitati	➤ Idrografia superficiale	➤ Percolato raccolto sul fondo della discarica
➤ Sistema viario	➤ Livello di contaminazione del sito	➤ Vettori di malattie infettive (mosche, zanzare, roditori)

Sulla base dei dati raccolti in merito ai siti oggetto di valutazione è emerso che, nella maggior parte dei casi, le informazioni relative ai fattori suindicati non sono disponibili o comunque facilmente reperibili. Si è quindi reso necessario un approccio semplificato, basato su un numero limitato di parametri.

Sulla base dei dati raccolti nel censimento è stato stilato un elenco delle categorie e delle componenti ambientali per le quali fosse possibile ottenere le necessarie informazioni. Ad ogni componente è stato attribuito un indice di vulnerabilità i cui valori sono parametrizzati e riportati nelle tabelle seguenti. I valori di questi indici hanno un significato puramente ordinale essendo basati su valori delle componenti ambientali di tipo empirico. Successivamente si procede al calcolo dei fattori ambientali associati a ciascuna categoria e infine dell'indice ambientale di priorità.

Nel prospetto riportato di seguito vengono mostrate le categorie e gli indici di vulnerabilità.

CATEGORIE AMBIENTALI	FATTORI AMBIENTALI	INDICI DI VULNERABILITA'
Categoria idrogeomorfologia	$F_g = (V_k + V_f) 0,1 V_m + V_w / V_m$	Contesto ambientale-territoriale (V_k) <ul style="list-style-type: none"> • Profondità della falda (V_f) • Corpi idrici superficiali (V_w) • Morfologia e pendenza (V_m)
Categoria estetico-culturale	$F_e = V_e$	Entità del degrado (V_e)
Categoria socio-economica (aspetti economici)	$F_{su} = V_{su}$	Destinazione d'uso dell'area (V_{su}) presenza di vincoli
Categoria socio-economica (aspetti salute pubblica)	$F_{ss} = (V_c + 1) V_a + V_p$	Abitanti residenti (V_a) Distanza dai centri abitati (V_c) Pozzi / sorgenti (V_p)
Categoria inquinamento	$F_i = V_r + 0.2 V_v$	Esposizione al vento (V_v) Tipologia dei rifiuti (V_r)

Tabella 6-3: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Schema degli indici di vulnerabilità presi in considerazione nell'analisi ambientale

Per quanto riguarda la “**Categoria idrogeomorfologia**” essa comprende le componenti “ambiente idrico” e “suolo e sottosuolo”; le informazioni disponibili permettono la definizione degli indici di vulnerabilità indicati con V nella Tabella 6-3. Per la definizione del parametro legato al contesto ambientale territoriale (legato alla permeabilità del terreno nel sito) si sono utilizzate, laddove possibile, le informazioni dedotte da analisi puntuali condotte in situ, o, in alternativa, quelle riportate nelle cartografie geologiche. La scala di valori utilizzata è riportata in Tabella 6-4.

CONTESTO AMBIENTALE - TERRITORIALE	V _k
Pianura alluvionale e / o alveo lagunare o palustre- eolico-dunare	10
Deposito detritico	8
Pianoro o altopiano calcareo / Tabulato basaltico	5
Rilievo granitico / Rilievo sedimentario terrigeno e/o carbonatico / Pianoro vulcanico	3
Rilievo metamorfico / Rilievo calcareo e/o dolomitico / Rilievo vulcanico	1

Tabella 6-4: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo di permeabilità associato alle tipologie di terreno riscontrate nel censimento

LIVELLO DELLA FALDA	V _f
Profondità <1 m	10
1 m ≤ profondità <10 m	8
Profondità ≥ 10 m	3

Tabella 6-5: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alle caratteristiche della superficie di falda

Il rischio connesso alla prossimità a corsi d'acqua è stato considerato assumendo un raggio di influenza della discarica pari a 300 m. I valori sono riportati nella Tabella 6-6.

CORPI IDRICI SUPERFICIALI	V _w
Presenti	10
Assenti	0

Tabella 6-6: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alla presenza di corsi d'acqua.

Le voci della scheda relative alla morfologia del sito di discarica ed alla pendenza hanno contribuito alla determinazione di V_m mediante al scala di valori riportata in Tabella 6-7.

MORFOLOGIA E PENDENZA	V _m
Depressa	10
Pianeggiante	9
Pendenza ≤ 25%	6
Pendenza > 25%	3

Tabella 6-7: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alle situazione morfologica del sito.

Il valore degli indici finora definiti concorrono a determinare il valore del fattore relativo alla categoria *idrogeomorfologia* mediante la formula illustrata:

$$F_G = (V_k + V_f) \cdot 0,1 \cdot V_m + \frac{V_w}{V_m}$$

in cui il fattore 0,1 è il peso associato per il riequilibrio dei rapporti tra vulnerabilità delle acque sotterranee e vulnerabilità delle acque superficiali.

Per quanto riguarda la “**categoria estetico-culturale**” ed il conseguente indice di vulnerabilità legato all’entità del degrado, è stata presa in considerazione solo la voce relativa alla presenza fenomeni di erosione valutati secondo quanto riportato in Tabella 6-8. Pertanto il valore del fattore F_e coincide con il valore dell’indice di vulnerabilità denominato V_e .

FENOMENI DI EROSIONE	V_e
Intensi	10
Moderati	4
Assenti	1

Tabella 6-8: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo associato alla entità di degrado del sito.

Per quanto riguarda la “**categoria socio-economica**”, essa comprende due componenti di cui una relativa agli aspetti economici e un’altra inerente il potenziale coinvolgimento della salute pubblica. Per quanto riguarda gli aspetti economici è stata presa in considerazione la destinazione d’uso dell’area parametrizzata secondo quanto riportato in Tabella 6-9.

DESTINAZIONE D' USO DELL'AREA	F_{su}
Vincolato	20
Ricreativo naturalistico, turistico	10
Urbano, zona di rispetto	8
Servizi	6
Commerciale	5
Agricolo	4
Pascolo	3
Artigianale	2
Industriale	1

Tabella 6-9: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla destinazione d’uso del sito.

Sono stati considerati oggetto di vincolo i Comuni ricompresi in aree naturali protette istituite ai termini della L.n.394/91, della L.R n.31/89 e nelle aree marine protette ai termini della L.n. 979/82.

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla salute pubblica contribuiscono alla definizione del fattore, gli indici di vulnerabilità relativi alla densità abitativa del sito, alla vicinanza dei centri abitati ed alla presenza nelle vicinanze di pozzi e sorgenti entro un raggio di influenza di 2000 m dalla discarica, secondo le scale riportate in Tabella 6-10, Tabella 6-11 e Tabella 6-12.

NUMERO DI ABITANTI	Va
> 50000	10
10000-50000	8
5000-10000	6
3000-5000	4
<3000	2

Tabella 6-10: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo al numero di abitanti del comune di interesse.

DISTANZA IN m	Vc
<500	10
500-1000	8
1000-2000	6
2000-5000	4
>5000	2

Tabella 6-11: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla distanza dai centri abitati prossimi al sito.

SORGENTI / POZZI	Vp
Presenza	6
Assenza	0

Tabella 6-12: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla presenza o meno di pozzi nelle prospicenze del sito.

I tre indici concorrono alla determinazione del valore del contributo ultimo della categoria socio-economica legato alla salute pubblica secondo la seguente relazione :

$$F_{ss} = (Vc + 1) \cdot Va + Vp$$

La “**categoria inquinamento**” comprende invece gli elementi propri del rifiuto stoccato (tipologia e volumetria) e della relativa area di influenza (la superficie impegnata dallo stoccaggio e la diffusione del biogas in atmosfera).

Gli indici di vulnerabilità presi in considerazione risultano pertanto: esposizione al vento, tipologia di rifiuto e volume stoccato. Il volume, che rappresenta il fattore dimensionale, influenzerà la priorità di intervento ma non direttamente l'indice di vulnerabilità.

L'esposizione al vento è definita come segue:

ESPOSIZIONE	Vv
Pluridirezionale	10
Monodirezionale	5
Nessuna esposizione	0

Tabella 6-13: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla esposizione al vento.

La tipologia dei rifiuti influisce invece mediante i seguenti valori.

DEI RIFIUTI	Vr
Speciali	7
Solido - urbani	5

Tabella 6-14: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella del valore relativo alla tipologia dei rifiuti abbancati.

Il fattore inquinamento è quindi definito a mezzo della formula:

$$Fi = Vr + 0.2 \cdot Vv$$

Tutti questi fattori consentono il calcolo dell'indice di vulnerabilità intrinseca del sito calcolata mediante la formula sottostante.

$$Iv = (Fg \cdot Fsu + Fss) \cdot Fi + \frac{Fe}{0.1}$$

Una sintesi della metodologia è meglio illustrata nello schema a blocchi mostrato in Figura 6-1

6.3.1 Calcolo dell'indice ambientale di priorità

Il calcolo dell'indice di priorità è stato effettuato in maniera differente rispetto al criterio seguito nel piano Ansaldo. In quest'ultimo infatti le caratteristiche dimensionali di ciascun sito sono state tenute in conto moltiplicando l'indice di vulnerabilità per il rapporto tra il volume e la superficie interessata. Ciò portava ad una gerarchia dell'ordine di priorità che attribuiva al fattore dimensionale un peso troppo basso.

Si è ritenuto più opportuno attribuire al volume una maggiore influenza sulla priorità di intervento, ed è stato pertanto predisposto un nuovo metodo di calcolo dell'indice di priorità, articolato nelle seguenti fasi.

- Sono stati standardizzati i valori dell'indice di vulnerabilità e del volume di ciascun sito rapportandoli ai rispettivi valori massimi di ognuna delle due serie. Nella standardizzazione del volume non si è tenuto conto del volume della discarica di Sassari (Calancoi) che rappresentava un dato anomalo dal punto di vista statistico a causa della volumetria troppo elevata rispetto alla media.
- Dall'analisi statistica delle due serie di dati emergeva la necessità di rendere confrontabili i valori ottenuti per cui il volume standardizzato è stato moltiplicato per un fattore di compensazione dedotto da un'analisi statistica. Tale fattore è stato ottenuto come rapporto tra la media dei valori del volume standardizzato e dell'indice di vulnerabilità standardizzato.
- Successivamente il calcolo dell'indice di priorità è avvenuto come somma pesata dei due fattori standardizzati attribuendo un peso pari al 60% al volume (precedentemente moltiplicato per il fattore di compensazione) e pari al 40% alla vulnerabilità del sito. In definitiva il calcolo è avvenuto secondo la formula seguente.

$$Iap = p_{Iv} \cdot Iv_{st} + 4,3249 \cdot p_v \cdot V_{st}$$

Dove p_{Iv} e p_v sono i pesi da attribuire all'indice e al volume pari rispettivamente al 40 e 60%. Il valore finale dell'indice di priorità è stato infine modificato (Iap_{mod}) aumentandolo del 10% qualora nelle vicinanze del sito fosse localizzata un'area industriale per tenere conto della maggiore probabilità di smaltimento di rifiuti industriali.

Le priorità sono state identificate in funzione delle classi dei valori dell'indice secondo quanto indicato dal seguente prospetto.

VALORE DELL'INDICE Iap_{MOD}	PRIORITÀ'
>50	Prioritari alta
20 ÷ 50	Media priorità
< 20	Lungo periodo-Interventi di ricostituzione ambientale

Tabella 6-15: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Tabella relativa alla scelta delle classi di priorità in base al valore dell'indice Iap_{mod}

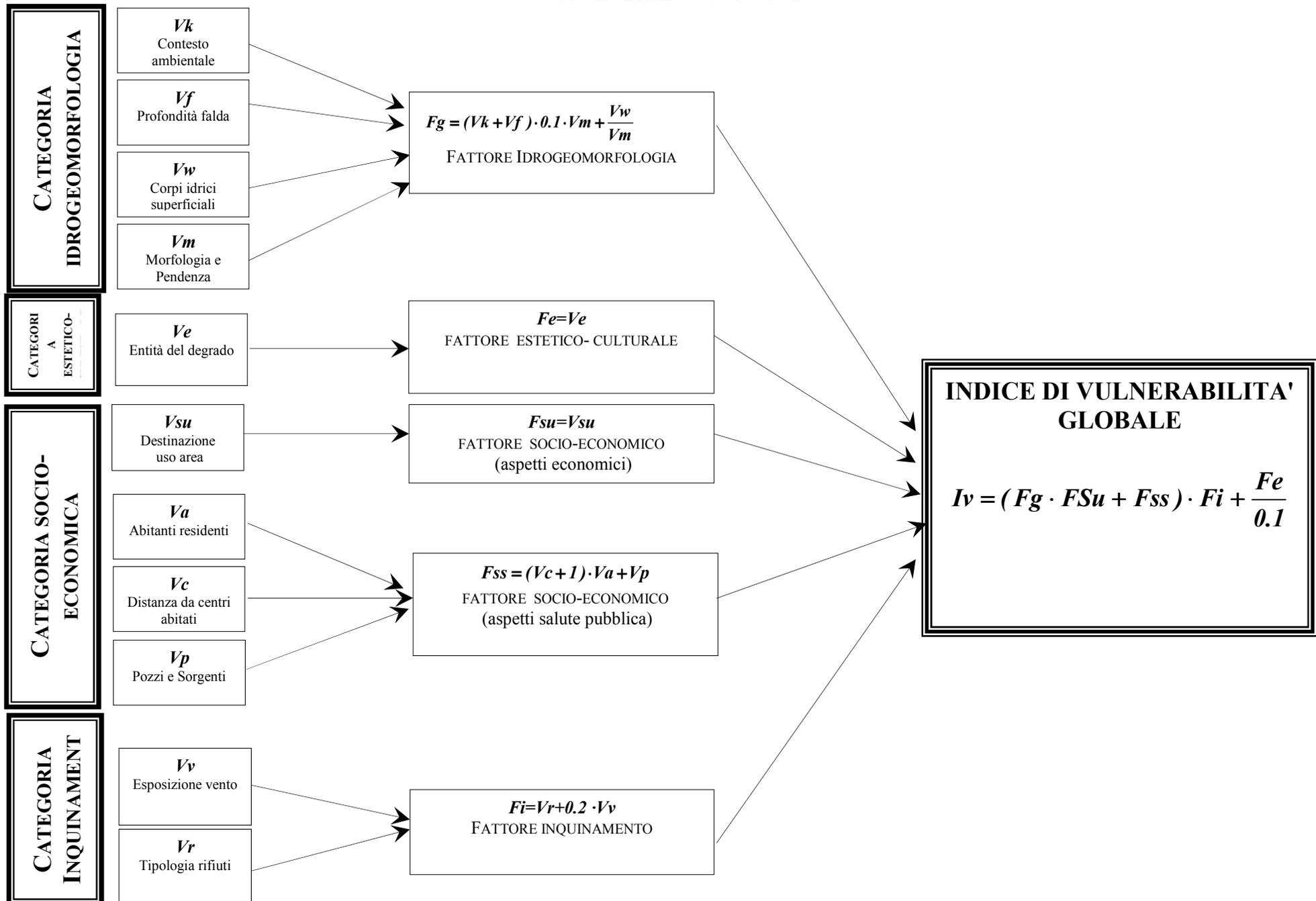


Figura 6-1: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo delle priorità - Schema a blocchi dell’algoritmo di calcolo dell’indice di vulnerabilità intrinseco del sito

6.3.2 Conclusioni

I risultati della classificazione sono riportati in allegato 6 nella Tabella Allegato 6-1 dove sono specificate anche le priorità.

L'analisi ha portato quindi all'individuazione di:

- Numero 59 discariche da bonificare con interventi prioritari, caratterizzate in generale da un'elevata volumetria e dalla vicinanza di attività industriali,
- Numero 134 nella fase a media priorità,
- le restanti 211 sono state considerate da risanare soprattutto per quanto attiene l'aspetto paesaggistico nella fase a lungo termine visto il minor grado di rischio ad esse associato.

Naturalmente in relazione a particolari situazioni di inquinamento in atto verificato ed attestato verranno intraprese, anche per le discariche dismesse ricomprese nelle classi di priorità più basse, interventi di risanamento e bonifica ai termini del D.M. 471/99.

In relazione ai finanziamenti già erogati e più specificati nel dettaglio nel capitolo successivo sono stati attribuiti complessivamente € 21.345.510,72 distribuiti su un totale di 230 siti di discarica. Dall'analisi dei dati risulta che dei 59 siti di discarica con priorità elevata hanno ricevuto finanziamenti complessivamente n. 47 discariche per un importo complessivo pari a € 10.641.804,49 per l'esecuzione di interventi di risanamento con copertura della discarica (negli anni novanta) e di recente per la caratterizzazione e l'esecuzione di interventi di rimozione o messa in sicurezza permanente.

6.4 Siti contaminati da attività mineraria

Con riferimento a quanto ampiamente illustrato nel paragrafo 4.7 del presente documento, si illustrano di seguito le metodologie utilizzate per l'individuazione delle priorità di intervento sui siti minerari dismessi.

Si individuano due metodologie di calcolo per la seguente classificazione dei siti:

- Siti ricompresi nel *“Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese”*;
- tutti gli altri siti minerari.

Alla luce di quanto ampiamente illustrato in precedenza, i siti del Sulcis Iglesiente Guspinese, analizzati nel “Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese” condotto dalla Progemisa per conto dell’EMSA nel 1998, sono stati oggetto di una approfondita valutazione delle vulnerabilità delle componenti ambientali e territoriali. Quindi per essi è possibile recepire integralmente tali valutazioni e riproporre il metodo utilizzato nel successivo paragrafo 6.4.1

Per gli altri siti minerari, non ricompresi in tale approfondimento, poiché si dispone di scarsa documentazione, è stato necessario individuare una metodologia di calcolo delle priorità differente, che tenesse conto solo dei dati a disposizione.

6.4.1 Valutazione delle vulnerabilità delle componenti ambientali e territoriali dei siti minerari del Sulcis Iglesiente Guspinese.

L’individuazione delle tipologie e delle priorità degli interventi, da attuare nelle aree minerarie ha tenuto conto delle innumerevoli componenti ambientali potenzialmente soggette all’impatto provocato dall’attività mineraria, nonché della grande densità delle aree minerarie ubicate negli ambiti territoriali suddetti.

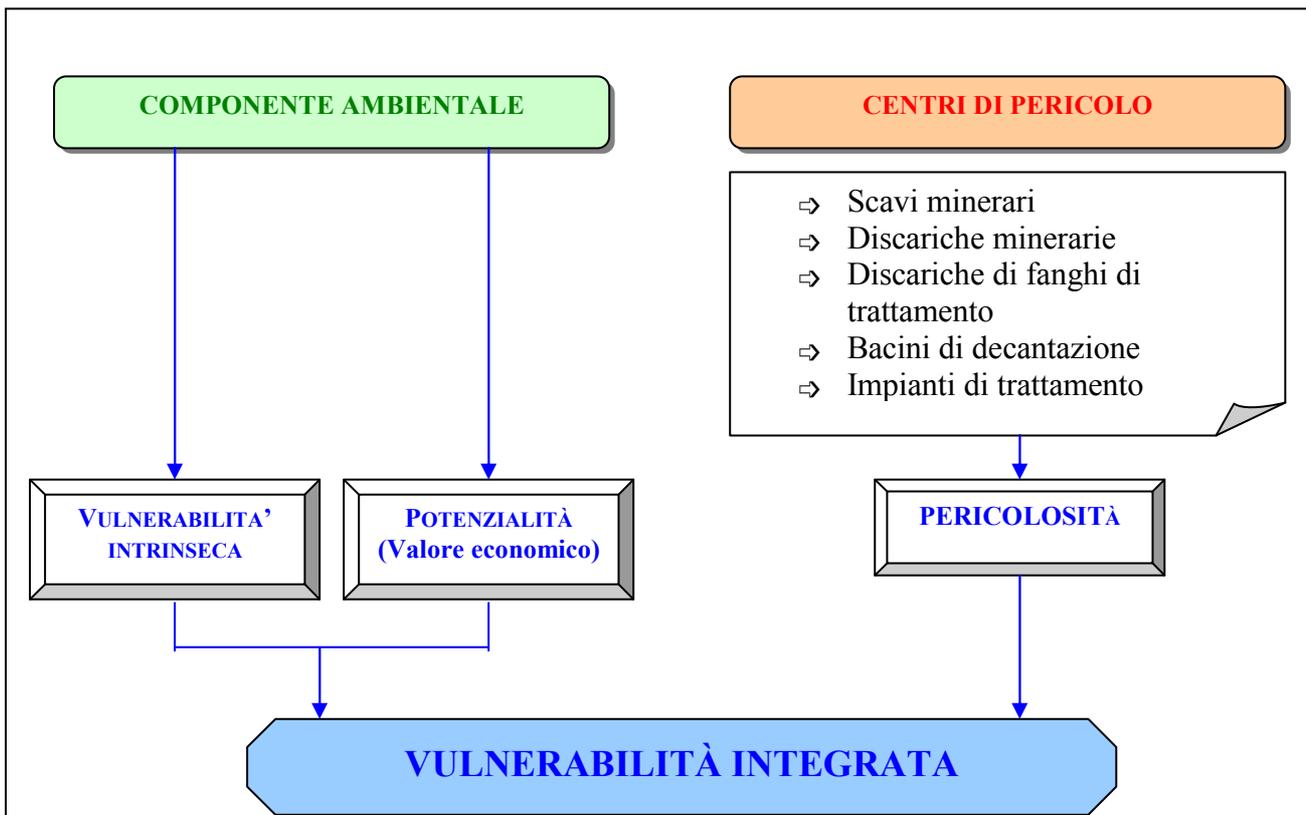


Figura 6-2: Schema sulla metodologia di valutazione per il calcolo delle priorità di intervento nei siti minerari del Sulcis Iglesiente Guspinese.

Pertanto si è predisposto uno strumento capace di valutare sia la compromissione ambientale in rapporto alle sorgenti inquinanti, sia i rischi legati alla persistenza delle sorgenti di inquinamento. In considerazione delle grandi estensioni di territorio interessato dalle aree minerarie si è scelto di valutare la vulnerabilità ambientale all'inquinamento attraverso una procedura che tenga conto di tre indici:

- **vulnerabilità intrinseca** delle componenti ambientali – definita mediante l'utilizzo di *indici di qualità ambientale*, nati da combinazioni di indicatori parziali, capaci di rappresentare la qualità ambientale o qualche sua componente;
- il **valore della risorsa** – valore da associare alla componente ambientale al fine di potere poi eventualmente attribuire un valore al danno connesso alla compromissione della risorsa ambientale stessa;
- potenziale inquinante dei **centri di pericolo (CDP)** – sono individuati sia in base agli effetti che possono indurre sul sistema complesso dal quale sono circondati (azione *continua* o *accidentale*) sia in base al loro sviluppo geometrico e tenendo conto degli effetti che possono indurre sui corpi idrici. I CDP nelle aree in esame possono essere così raggruppati:
 - ⇒ bacini di decantazione;
 - ⇒ discariche di fanghi di trattamento;
 - ⇒ discariche minerarie;
 - ⇒ scavi minerari;
 - ⇒ impianti di trattamento abbandonati.

L'obiettivo di questo metodo è quello di rappresentare in modo schematico situazioni a rischio in un ambito territoriale vasto, al fine di definire, su contesti omogenei, gli interventi di risanamento e protezione di tali aree.

La valutazione della vulnerabilità di un'area deve essere associata alla presenza, alla posizione geografica e alla tipologia dei centri di pericolo potenziali (CDP). In tal modo si introduce il concetto di **Vulnerabilità integrata**, che sottintende l'interazione tra la Vulnerabilità intrinseca di un sistema ed i Centri di pericolo effettivamente connessi al sistema stesso. E' questo il primo strumento disponibile per la valutazione del rischio potenziale, in fase di pianificazione degli interventi.

In ultima analisi, per giungere alla valutazione del rischio di inquinamento su ambiti territoriali omogenei occorre integrare la vulnerabilità intrinseca sia con le attività impattanti (centri di pericolo), sia con i soggetti di impatto e con i mitigatori. Il metodo di valutazione sin qui esposto risulta schematizzato nella Figura 6-2.

Nel complesso si può dire che il metodo utilizzato è quello parametrico, con l'individuazione di pochi parametri di caratterizzazione, sia dei centri di pericolo sia delle componenti ambientali. A

ciascun parametro viene attribuito un indice crescente in funzione dell'importanza che esso assume nella valutazione complessiva.

Le aree omogenee individuate e sottoposte al criterio su esposto sono:

- 1] **Montevecchio – Ingurtosu**
- 2] **Fluminimaggiore**
- 3] **Sa Duchessa – Lago Corsi**
- 4] **Arenas - Malacalzetta**
- 5] **San Nicolò – Scalittas**
- 6] **Monteponi**
- 7] **Is Pilius**
- 8] **Rosas – Sa Marchesa**
- 9] **San leone**
- 10] **Canale Serci**

Per ognuna di queste aree è stato calcolato un grado di pericolosità dei centri di pericolo (CDP), la vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei e superficiali. Attraverso i parametri ottenuti è stato definito il grado di vulnerabilità all'inquinamento.

Con la metodologia sopra descritta sono state valutate le seguenti vulnerabilità:

- ⇒ dei corpi idrici all'inquinamento;
- ⇒ dei suoli all'inquinamento;
- ⇒ del territorio urbano al rischio di inquinanti aerodispersi di origine mineraria;
- ⇒ del territorio a rischio di subsidenza.

I valori così ottenuti sono stati suddivisi in classi, a ciascuna delle quali è stato attribuito un grado di vulnerabilità (**ALTO – MEDIO – BASSO**).

Quanto illustrato nel presente paragrafo è il sunto di un lavoro di calcolo ed analisi svolto nel "*Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese*", al quale si rimanda per tutti i dettagli operativi.

6.4.2 Valutazione delle vulnerabilità delle componenti ambientali e territoriali di tutti gli altri siti minerari

Sono oggetto della presente trattazione i siti non censiti nel "*Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese*", ma inseriti tra i siti minerari potenzialmente inquinati ai sensi del D.M. 471/99.

Per questi siti, la scarsa disponibilità di dati ha imposto la predisposizione di un modello di calcolo semplificato rispetto a quello descritto nel recedente paragrafo 6.4.1. Si sviluppa di

seguito il criterio adottato per il calcolo della **vulnerabilità generica** dei siti minerari dismessi, valutata sulla pericolosità dei centri di pericolo presenti per ciascun sito minerario e sulle pericolosità delle mineralizzazioni endemiche, oggetto di coltivazione mineraria.

Sono stati considerati cinque parametri di calcolo, dei quali quattro sono relativi alle tipologie dei centri di pericolo, ed uno relativo alle caratteristiche dei minerali coltivati nella zona oggetto di attività mineraria. Ad ognuno di questi parametri è stato attribuito un indice variabile. La sintesi è riportata nella Tabella 6-16.

TIPO	PARAMETRI	INDICI
SCAVI A CIELO APERTO	<input checked="" type="checkbox"/> [A]- Superfici	0 - 0.5
DISCARICHE MINERARIE	<input checked="" type="checkbox"/> [B1]- Superfici	0 - 0.5
	<input checked="" type="checkbox"/> [B2]- Volumi	0 - 1
BACINI FANGHI	<input checked="" type="checkbox"/> [C1]- Superfici	0 - 0.5
	<input checked="" type="checkbox"/> [C2]- Volumi	0 - 1
ABBANCAMENTI FINI	<input checked="" type="checkbox"/> [D1]- Superfici	0 - 0.5
	<input checked="" type="checkbox"/> [D2]- Volumi	0 - 1
MINERALI COLTIVATI	<input checked="" type="checkbox"/> [E]- Tipo di minerale trattato	0 - 1.5

Tabella 6-16: Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Tabella dei parametri presi in considerazione per il calcolo della Vulnerabilità generica dei siti minerari non ricompresi nello Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese

Di seguito, nella Tabella 6-17, Tabella 6-18, Tabella 6-19 e Tabella 6-20 sono riportati gli intervalli utilizzate per la variabilità dei parametri dei CDP e per la tipologia dei minerali coltivati. Il calcolo della vulnerabilità generica, dei siti trattati in questo paragrafo, si basa su un criterio parametrico incentrato sia sulla valutazione della pericolosità dei centri di pericolo presenti in ciascun sito minerario, sia sulla tipologia dei minerali coltivati. Quindi la **vulnerabilità generica** di ciascun sito minerario si calcola come:

$$V_e = P_{CDP} + P_{Min. Colt.}$$

Dove V_e vulnerabilità generica
 P_{CDP} pericolosità dei centri di pericolo
 $P_{Min. Colt.}$ pericolosità dei minerali coltivati

Applicando ai parametri i valori degli intervalli, sulla base dei dati conosciuti, se ne è determinato il valore e di conseguenza si sono individuati i due indici di pericolosità presi in considerazione per il calcolo, che sono corrispondenti a:

$$P_{CDP} = [A] + [B1] + [B2] + [C1] + [C2] + [D1] + [D2]$$

$$P_{Min. Colt.} = [E]$$

SCAVI MINERARI	
PARAMETRO [A] SUPERFICI (m ²)	INDICI
>500.000	0.5
tra 500.000 e 300.000	0.4
tra 300.000 e 200.000	0.3
tra 200.000 e 100.000	0.2
<100.000	0.1

Tabella 6-17: Siti minerari dismessi – Calcolo delle Priorità – Indici di pericolosità per gli scavi minerari

DISCARICHE MINERARIE			
PARAMETRO [B1] SUPERFICI (m ²)	INDICI	PARAMETRO [B2] SUPERFICI (m ³)	INDICI
>500.000	0.5	>4.000.000	1
tra 500.000 e 300.000	0.4	tra 4.000.000 e 2.000.000	0.8
tra 300.000 e 150.000	0.3	tra 2.000.000 e 1.000.000	0.6
tra 150.000 e 50.000	0.2	tra 1.000.000 e 200.000	0.4
<50.000	0.1	Tra 200.000 e 20.000	0.3
		<20.000	0.1

Tabella 6-18: Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per le discariche minerarie

BACINI FANGHI			
PARAMETRO [C1] SUPERFICI (m ²)	INDICI	PARAMETRO [C2] SUPERFICI (m ³)	INDICI
>200.000	0.5	>5.000.000	1
tra 200.000 e 100.000	0.4	tra 5.000.000 e 2.000.000	0.8
tra 100.000 e 50.000	0.3	tra 2.000.000 e 1.000.000	0.6
tra 50.000 e 20.000	0.2	tra 1.000.000 e 100.000	0.4
tra 20.000 e 10.000	0.1	tra 100.000 e 10.000	0.2

Tabella 6-19: Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per i bacini dei fanghi

ABBANCAMENTI FINI			
PARAMETRO [D1] SUPERFICI (m ²)	INDICI	PARAMETRO [D2] SUPERFICI (m ³)	INDICI
>500.000	0.5	>1.000.000	1.0
tra 500.000 e 200.000	0.4	tra 1.000.000 e 500.000	0.8
tra 200.000 e 100.000	0.3	tra 500.000 e 300.000	0.6
tra 100.000 e 20.000	0.2	tra 300.000 e 100.000	0.4
tra 20.000 e 10.000	0.1	tra 100.000 e 20.000	0.2

Tabella 6-20: Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per abbancamenti fini

MINERALIZZAZIONI	
PARAMETRO [E] TIPOLOGIA	INDICI
Antimonio - Cadmio	1.5
Piombo – Zinco - Fluorite	1
Ferro	0.5

Tabella 6-21: Siti minerari dismessi – Calcolo delle priorità – Indici di pericolosità per la tipologia dei minerali coltivati

6.4.3 Conclusioni

Nel calcolo delle priorità di intervento per i siti minerari dismessi si è proceduto alla preliminare suddivisione degli stessi in due classi:

- A. siti minerari dismessi del Sulcis Iglesiente Guspinese già ricompresi nel *Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese*;
- B. tutti gli altri Siti minerari dismessi.

La divisione si è resa necessaria per il differente grado di conoscenza posseduto sulle due classi di siti. Infatti, per la prima classe i numerosi studi e approfondimenti, condotti negli anni passati, hanno consentito sia di redigere un bene delineata classificazione della vulnerabilità dei territori sia di organizzare una conseguente pianificazione negli interventi di bonifica e ripristino ambientale di tali territori.

Pertanto, per questi territori si ritiene di recepire integralmente sia la classificazione del grado di vulnerabilità delle macro aree individuate, sia la priorità stabilita per gli interventi di recupero. I risultati ottenuti sono sintetizzati nella Tabella 6-23. Le indicazioni ivi contenute contengono un riferimento ad un numero di scheda (scheda n°), che trova riscontro nel “*Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese*”

Con riferimento a quanto illustrato nel precedente paragrafo 6.4.1, agli interventi di risanamento è stato attribuito un livello di priorità 1 per che ricadono in territori a più elevato grado di vulnerabilità.

Pertanto, gli interventi sono stati organizzati sulla base del grado di priorità nel seguente modo:

Classificazione delle tipologie di intervento	Descrizione	Grado di priorità
 EMERGENZA (E)	Interventi rivolti al risanamento di situazioni di elevato livello di contaminazione in atto o di grave rischio ambientale o di pericolo per la pubblica incolumità presenti nel territorio e che hanno le caratteristiche di prossima cantierabilità	1
 PRIORITÀ ALTA (P)	Interventi necessari per l'ottenimento di livelli di qualità minimi per l'avvio di un programma finalizzato ad un nuovo modello di sviluppo del territorio	1

Classificazione delle tipologie di intervento	Descrizione	Grado di priorità
 BONIFICA FINALE E VALORIZZAZIONE (C)	Interventi atti a consentire una piena fruibilità delle più ampie porzioni possibili di territorio e compatibili con i programmi aventi origine dagli indirizzi di sviluppo del territorio.	2

Tabella 6-22: Siti minerari dismessi – Tabella delle priorità delle tipologie di intervento previste.

Per tutti gli altri siti minerari dismessi, censiti al paragrafo 4.7 e non ricompresi tra quelli ricompresi nella suddetta classe A, si è sviluppata, in base alle poche conoscenze possedute, un metodo di valutazione della vulnerabilità generica dei territori, rapportata alla pericolosità dei centri di pericolo presenti. Il metodo ha condotto all'individuazione della priorità di intervento sui siti della classe B. I risultati ottenuti sono sintetizzati nella Tabella 6-24.

I valori individuati per la V_e variano da 0 a 4; quest'ultimo rappresenta il massimo grado di pericolosità di un sito. Il grado di Vulnerabilità generica, trova un sviluppo graduale come descritto nella successiva tabella.

VULNERABILITÀ GENERICA	GRADO DI PRIORITÀ
4 –1,1	1
0.9-0	2

Per i siti della classe B si ritiene di dover procedere, preliminarmente all'effettuazione del piano di caratterizzazione all'applicazione del modello preliminare di rischio predisposto nelle "Linee guida per la Bonifica delle aree minerarie dismesse" (Allegato 3), al fine di definire in modo puntuale le aree da indagare.

N°	AREA MINERARIA	COMUNE/AMBITO TERRITORIALE	scheda N°	TITOLO DELL'INTERVENTO	Priorità
1	MASUA	Iglesias	E1	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA COSTIERA DELL'IGLESIENTE	1
2	Barraxiutta	Domusnovas	E2	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E BONIFICA DELLE AREE CONTAMINATE NELLA VALLE DEL RIO S. GIOVANNI ALL'INTERNO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL CIXERRI	1
3	Montevecchio e Ingurtosu	Guspini e Arbus	E3.1	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA DI MONTEVECCHIO PONENTE E DI INGURTOSU	1
4	Montevecchio e Ingurtosu	Guspini e Arbus	E3.2	CAPTAZIONE E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DELLA MINIERA DI MONTEVECCHIO EMERGENTI IN LOCALITÀ "CASARGIU"	1
5	Monteponi	Iglesias	E4.1	INTERVENTI DI NEUTRALIZZAZIONE DELLE SCORIE INDUSTRIALE DEL BACINO DELLA LAVERIA MAMELI	1
6	Monteponi	Iglesias	E4.2	INTERVENTI DI MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO DERIVANTI DAL DEPOSITO DEI FANGHI ROSSI E AREE CIRCOSTANTI NELLA VALLE DI IGLESIAS	1
7	Monteponi	Iglesias	E4.3	INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DEI BACINI DI MONTE AGRUXIAU E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA VALLE DI IGLESIAS	1
8	Campo pisano, Monteponi, San Giovanni	Iglesias	E4.4	INTERVENTI DI DISINQUINAMENTO DEL RIO SAN GIORGIO NELLA VALLE DI IGLESIAS	1
9	Montevecchio Levante	Guspini	E5	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO ED INTERVENTI DI STABILIZZAZIONE DEL BACINO STERILID I MONTEVECCHIO LEVANTE	1
10	Acqueresi	Iglesias	P1	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI ACQUARESI (SALTO DI GESSA)	1
11	Arenas	Fluminimaggiore	P2	STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI ARENAS	1
12	Barraxiutta	Domusnovas	P3	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E BONIFICA DELLE AREE CONTAMINATE NELLA AREA MINERARIA DI BARAXIUTA (VALLE DEL RIO S. GIOVANNI ALL'INTERNO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL CIXERRI)	1
13	Campo Pisano	Iglesias	P4	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELLA AREA MINERARIA DI CAMPO PISANO (VALLE DI SAN GIORGIO)	1
14	Ingurtosu	Arbus	P5	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA DI INGURTOSU	1
15	Macciurru	Domusnovas	P6	STABILIZZAZIONE STATICA E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA MINERARIA DI MACCIURRU (CIXERRI)	1
16	Malfidano	Buggerru	P7	STABILIZZAZIONE STATICA E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA MINERARIA DI MALFIDANO (SALTO DI GESSA)	1
17	Masua	Iglesias	P8	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELLA AREA MINERARIA DI MASUA (IGLESIENTE COSTIERO)	1
18	Mont'Ega	Narcao	P9	STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI MONT'EGA (SULCIS-METALLIFERO)	1
19	Monte Agruxiau	Iglesias	P10	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELLA AREA MINERARIA DI MONTE AGRUXIAU (VALLE DI SAN GIORGIO)	1
20	Monte Scorra	Iglesias	P11	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELLA AREA MINERARIA DI MONTE SCORRA (IGLESIENTE COSTIERO)	1
21	Monteponi	Iglesias	P12	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELLA AREA MINERARIA DI MONTEPONI (VALLE DI SAN GIORGIO)	1
22	Montevecchio Levante	Guspini	P13A	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA VALLE DEL RIO SITZERRI NELLA AREA MINERARIA DI MONTEVECCHIO (LEVANTE)	1
23	Montevecchio Levante	Guspini	P13B	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA VALLE DEL RIO SITZERRI NELLA AREA MINERARIA DI MONTEVECCHIO (LEVANTE)	1
24	Montevecchio Levante	Guspini	P13C	OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA DEL RIO SITZERRI NELL'AREA MINERARIA DI MONTEVECCHIO (LEVANTE)	1
25	Montevecchio Levante	Guspini	P13D	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA DI MONTEVECCHIO (LEVANTE)	1
26	Montevecchio Ponente	Guspini	P14	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA DI MONTEVECCHIO (PONENTE)	1
27	nebida	Iglesias	P15	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELLA AREA MINERARIA DI NEBIDA (IGLESIENTE COSTIERO)	1
28	Orbai	Villamassargia	P16	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI ORBAI (CIXERRI)	1
29	Reigraxius	Domusnovas	P17	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI REIGRAXIUS (CIXERRI)	1
30	Rosas	Narcao	P18	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI ROSAS (SULCIS METALLIFERO)	1
31	S'Acqua Bona	Fluminimaggiore	P19	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI S'ACQUA BONA (FLUMINESE)	1
32	San Benedetto	Iglesias	P20	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI SAN BENEDETTO (CIXERRI)	1
33	San Giovanni	Iglesias	P21	STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI SAN GIOVANNI NELLA VALLE DI SAN GIORGIO	1
34	San Leone	Capoterra	P22	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI SAN LEONE (BASSO SULCIS)	1
35	Santa Lucia	Fluminimaggiore	P23	STABILIZZAZIONE STATICA E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELL'AREA MINERARIA DI SANTA LUCIA (FLUMINESE)	1
36	Su Benatzu	Santadi	P24	STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI SU BENATZU (SULCIS METALLIFERO)	1
37	Su Zurfuru	Fluminimaggiore	P25	MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO E STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI SU SURFURU (FLUMINESE)	1
38	Tasua	Iglesias	P26	STABILIZZAZIONE STATICA NELL'AREA MINERARIA DI TASUA (CIXERRI)	1

N°	AREA MINERARIA	COMUNE/AMBITO TERRITORIALE	scheda N°	TITOLO DELL'INTERVENTO	Priorità
39	Barraxiutta, campi Elisi, Genna Luas, is Casiddus, Macciurru, Nebidedda, orbai, Perda Niedda, Punta Filipeddu, reigraxius, sa Dichessa, San Benedetto, San Michele, Sarmentus, Serra Abis, su Corovau, Tasua	Bacino idrografico del Rio Cixerri	C1	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "CIXERRI - DOMUSNOVAS - VILLAMASSARGIA"	2
40	San Leone, Su Meriagu, Monte Lapanu	Bacino idrografico del Rio Santa Lucia e del Rio Mante di Teulada	C2	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "BASSO SULCIS"	2
41	S'Acqua Bona, Genna movexi, Perda S'Oliu, Su Zurfuru, guturu Pala, Terras Nieddas, S. Lucia, Monte Argentu, Candiazzus, Malacalzetta, Su Mannau, Antas, Arenas-Tinny, p.ta Campu Spina, Baueddu	Bacino idrografico del Rio Mannu di Fluminimaggiore	C3	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "FLUMINESE"	2
42	Acquaresi, Bau Mannu, Canal Grande, Malfidano, Monte Cani, Nanni Frau, Pira Roma-Monte Segarino, Planu Dentis, Planu Sartu, S. Nicolò, S. Luigi/Palade Is Corrogas, scalittas, Su Sollu	Fluminese costiero (Salto di Gessa)	C4	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "SALTO DI GESSA"	2
43	Masua, Nebida, Monte Scorra	Iglesiente costiero	C5	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "IGLESIENTE"	2
44	Montevecchio Levante, Menixedda, pira inferida, perd'e Pibera, Fenugu Sibiri, Genna S'Oloni, Salaponi	Montevecchio Levante - Bacino idrografico del Flumini mannu di pabillonis e minori del Rio Sitzeri	C6	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "MONTEVECCHIO LEVANTE"	2
45	Montevecchio Ponente, Ingurtosu, Gennamari, Genna Artizola	Montevecchio Ponente - Bacino idrografico del Rio Piscinas e del Rio Narcauli	C7	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "MONTEVECCHIO PONENTE"	2
46	Campera, Genna Maiori, Monteponi, Campo Pisano, Cabitza, san Giorgio, Sedda moddizzis, San Giovanni, Genna Arrutta, Monte Agruxiau	Bacino del Rio San Giorgio	C8	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "IGLESIENTE SA MASA"	2
47	Barega	Sulcis - Bacino idrografico del Rio Flumentepido	C9	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "SULCIS CARBONIFERO"	2
48	Bachera e Tatinu, Is Canis, Is Pilius, Is Pilus, Mont'Ega, Monte cerbus, murre De Sinibiris, Rocca Sa Pibera, Rosas, S'Arcu Mannu, Sa Marchesa, Sa Rocca, San Pantaleo, San Pietro, Santa Bra, SWerra Sirbonis, Semplicio, Su benatzu, su Sinibadroxu, Truba Niedda	Bacino idrografico del Rio Palmas	C10	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "SULCIS METALLIFERO"	2
49	Capo Rosso, Capo Becco, Canale Bacciu, Punta Martin, le Bocchette	Bacino idrografico Isola di San Pietro	C11	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "SULCIS ISOLA DI SAN PIETRO"	2
50	Canale Serci, Trempu Concalis	Bacino idrografico del Flumini Mannu	C12	ELIMINAZIONE E MINIMIZZAZIONE DEI RISCHI DI INQUINAMENTO NELLA MACRO AREA "VILLACIDRESE"	2

Tabella 6-23: Siti minerari dimessi – Tabella delle priorità di esecuzione degli interventi nei siti minerari censiti nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese

N°	CODICE	AREA	COMUNE	PROV	MINERALI COLTIVATI	DENOMINAZIONE MINIERA	Scavi a cielo aperto		Discariche minerarie		Bacini fanghi		Abbancamenti fini		CALCOLO DELLA VULNERABILITA' GENERICA									PRIORITA'
							m ²		m ²	m ³	m ²	m ³	m ²	m ³	Par. [A]	Par. [B1]	Par. [B2]	Par. [C1]	Par. [C2]	Par. [D1]	Par. [D2]	Par. [E]	Ve	
1	SM-168	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLASALTO	CA	Sb2S3	Su Suergiu	0		4.145	8.290	0	0	28.803	57.606	0,1	0,1	0,1	0	0	0,2	0,2	1,5	2,2	1
2	SM-125	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Fe	Gutturu IS Follas-Cannas	5.572		54.960	219.840	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	1,5	2,2	1
3	SM-55C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Ba,Pb,Zn,Fe	Monte Arbu/Domus Nieddas	7.122		12.498	24.996	28.523	142.615	0	0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0	0	1	2,1	1
4	SM-53	AREA 3 FUNTANA RAMINOSA	GADONI/ARITZO	NU	Fe	Perdabila-Giacuru	0		44.539	89.078	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1,5	2	1
5	SM-144	AREA 5 ARGENTIERA - NURRA	SASSARI	SS	Fe	P.Ta Ferru	25.323		40.147	80.294	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1,5	2	1
6	SM-145	AREA 5 ARGENTIERA - NURRA	SASSARI	SS	Fe	Trudda	17.410		41.469	124.407	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1,5	2	1
7	SM-163	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLAPUTZU	CA	Pb-FeAsS	Baccu Locci	0		47.701	95.402	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1,5	2	1
8	SM-167	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLASALTO	CA	Pb-Fe	Sa Lilla	0		11.286	22.572	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1,5	2	1
9	SM-133	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Ag	Monte Narba	0		41.410	82.820	0	0	46.657	93.314	0,1	0,1	0,3	0	0	0,2	0,2	1	1,9	1
10	SM-6	AREA 7 SARRABUS GERREI	BALLAO	CA	Sb2S3	Corti Rosas	11.279		6.668	13.336	0	0	4.252	8.504	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,5	1,8	1
11	SM-21C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	CARBONIA	CA	Ba,Pb,Zn,Fe	Corona Sa Craba	35.034		2.329	4.658	17.904	89.520	5.517	49.653	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,2	1	1,8	1
12	SM-99	AREA 7 SARRABUS GERREI	MURAVERA	CA	Pb-Fe	S'Arrexini	0		7.389	14.778	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,5	1,8	1
13	SM-134	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	PbS-Fe	Parredis	0		6.781	13.562	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,5	1,8	1
14	SM-137	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO/MURAVERA	CA	Pb-Fe,Ba,F	Perd'Arba S'Omini Mortu	0		1.573	3.146	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,5	1,8	1
15	SM-165	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLAPUTZU	CA	Pb-Ag-Fe	S'Acqua Arrubia	0		4.847	9.694	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,5	1,8	1
16	SM-166	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLAPUTZU	CA	Pb-Fe	Su Serbuzzu	0		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1,5	1,8	1
17	SM-152	AREA 7 SARRABUS GERREI	SILIUS/SAN BASILIO	CA	F-Pb	Genna Tres Montis	93.916		24.621	49.242	4.358	17.432	6.062	12.124	0,1	0,1	0,3	0	0,2	0	0	1	1,7	1
18	SM-56C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Pb,Ba,Zn,Fe	Monte Onixeddu	0		7.122	9.971	0	0	15.136	45.408	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,2	1	1,6	1
19	SM-97	AREA 7 SARRABUS GERREI	MURAVERA	CA	Pb-Ag	Baccu Arrodas	0		50.130	100.260	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0	0	0	0	1	1,6	1
20	SM-127	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Ag	Giovanni Bonu	0		55.150	110.300	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0	0	0	0	1	1,6	1
21	SM-142	AREA 5 ARGENTIERA - NURRA	SASSARI	SS	Pb-Zn	Argentiera	6.103		57.884	115.768	0	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0	0	0	0	1	1,6	1
22	SM-17	AREA 7 SARRABUS GERREI	BURCEI/SAN VITO	CA	Pb-Ag	Tacconis	3.533		17.611	35.222	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
23	SM-95	AREA 6 GUZZURRA - SOS ENATOS	LULA	NU	Pb-Zn-Ag	Guzzurra	0		18.491	36.982	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
24	SM-123	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Ag-SbS3	Baccu Su Leonaxi	0		11.917	23.834	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
25	SM-124	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Ba,F,Pb	Brunco Molentinu	0		14.269	28.538	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
26	SM-128	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	F	Is Crabus	0		17.520	35.040	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
27	SM-131	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Ag-SbS3	Monte De Forru	0		11.501	23.002	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
28	SM-136	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO/BURCEI	CA	Pb-Ag	S'Arcilloni	0		18.334	36.668	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
29	SM-153	AREA 7 SARRABUS GERREI	SINNAI	CA	Pb-Ag	Tuviois	0		11.916	23.832	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	1	1,5	1
30	SM-61C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Lignite	Seruci	0		131.080	183.512	167.088	835.440	0	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0	0	0	1,4	1
31	SM-98	AREA 7 SARRABUS GERREI	MURAVERA	CA	Pb-Ag	S.Lucia	71.000		140.000	741.000	40.000	920.000	0	0	0,1	0,2	0,4	0,2	0,4	0	0	1	1,3	1
32	SM-142-bis	AREA 5 ARGENTIERA - NURRA	ALGHERO	SS	Cu-Pb-Zn-Fe	Calabona	3.605		1.587	7.935	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
33	SM-16	AREA 7 SARRABUS GERREI	BURCEI	CA	Pb-Ag	Nicola Secci	0		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
34	SM-19C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	CARBONIA	CA	Ba,Pb,Zn,Fe	Arcu Sa Cruxi	5.683		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
35	SM-57C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Ba,Pb,Zn,Fe	Monte Uda	0		2.547	5.094	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
36	SM-60C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Pb,Ba,Zn,Fe	S. Giovaneddu	5.386		6.726	9.416	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1

N°	CODICE	AREA	COMUNE	PROV	MINERALI COLTIVATI	DENOMINAZIONE MINIERA	Scavi a cielo aperto		Discariche minerarie		Bacini fanghi		Abbancamenti fini		CALCOLO DELLA VULNERABILITA' GENERICA									PRIORITA'
							m ²		m ²	m ³	m ²	m ³	m ²	m ³	Par. [A]	Par. [B1]	Par. [B2]	Par. [C1]	Par. [C2]	Par. [D1]	Par. [D2]	Par. [E]	Ve	
37	SM-94	AREA 6 GUZZURRA - SOS ENATOS	LULA	NU	Pb-Zn-Ag	Arghentaria	0		4.929	9.858	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
38	SM-126	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Ag-SbS3	Genna Flumini Brecca	0		9.734	19.468	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
39	SM-129	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb-Ag	Masaloni	0		5.319	10.638	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
40	SM-130	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Ba,F,Pb	Mindarri	0		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
41	SM-132	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Pb	Monte Lora	0		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
42	SM-135	AREA 7 SARRABUS GERREI	SAN VITO	CA	Ba-F	Peddiattu	0		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
43	SM-154	AREA 7 SARRABUS GERREI	SINNAI/BURCEI	CA	Pb-Ag	Serra Silixi	0		7.613	15.226	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
44	SM-164	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLAPUTZU	CA	F	Brunco Sa Sperruma	0		7.050	14.100	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	1	1,3	1
45	SM-58C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Lignite	Nuraxi Figus	0		130.043	182.060	48.891	244.455	0	0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0	0	0	1,2	1
46	SM-96	AREA 6 GUZZURRA - SOS ENATOS	LULA	NU	Pb-Zn-Ag	Sos Enatos	12.449		67.918	135.836	29.149	174.894	0	0	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0	0	1	1,2	1
47	SM-22C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	CARBONIA	CA	Lignite	Cortoghiana	0		22.600	45.200	39.409	197.045	0	0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0	0	0	1,1	1
48	SM-52	AREA 3 FUNTANA RAMINOSA	GADONI	NU	Cu	Funtana Raminosa	0		30.095	60.190	27.977	223.816	0	0	0,1	0,1	0,3	0,2	0,4	0	0	0	1,1	1
49	SM-143	AREA 5 ARGENTIERA - NURRA	SASSARI	SS	Fe	Canaglia	204.563		326.617	653.234	0	0	0	0	0,3	0,4	0,4	0	0	0	0	1,5	1,1	1
50	SM-111	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	e l d s p a t o	Is Paduleddas	206.828		214.500	643.500	0	0	0	0	0,3	0,3	0,4	0	0	0	0	0	1	2
51	SM-116	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	Sa Matta	319.360		75.077	525.539	0	0	0	0	0,4	0,2	0,4	0	0	0	0	0	1	2
52	SM-20C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	CARBONIA	CA	Lignite	Bacu Abis	0		405.365	810.730	0	0	0	0	0,1	0,4	0,4	0	0	0	0	0	0,9	2
53	SM-24C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	CARBONIA	CA	Lignite	Serbariu	0		277.570	555.140	0	0	0	0	0,1	0,3	0,4	0	0	0	0	0	0,8	2
54	SM-112	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	Istellai	77.655		67.350	404.100	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0,7	2
55	SM-113	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	Lasasai	61.406		80.234	481.404	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0	0	0	0	0	0,7	2
56	SM-115	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	e l d s p a t o	Preda Bianca	97.104		34.592	207.552	0	0	0	0	0,1	0,1	0,4	0	0	0	0	0	0,6	2
57	SM-23C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	CARBONIA	CA	Lignite	Piolas	9.226		13.430	26.860	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
58	SM-62C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Lignite	Terras Collu	0		37.810	52.934	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
59	SM-114	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	Monte Nule	3.383		22.459	112.295	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
60	SM-118	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	San Francesco	9.326		28.105	168.630	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
61	SM-119	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	S'Arenargiu	3.144		4.130	24.780	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
62	SM-120	AREA 2 ORANI	ORANI-OROTELLI	NU	Talco	Su Venosu	49.625		18.603	111.618	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
63	SM-146	AREA 3 FUNTANA RAMINOSA	SEUI	NU	Antracite	Corongiu	0		19.684	39.368	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
64	SM-148	AREA 3 FUNTANA RAMINOSA	SEULO	NU	Antracite	Ingurtipani	0		11.067	22.134	0	0	0	0	0,1	0,1	0,3	0	0	0	0	0	0,5	2
65	SM-59C16	AREA 8 SULCIS IGLESIENTE GUSPINESE	GONNESA	CA	Lignite	Porto Paglia	0		4.009	5.613	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2
66	SM-109	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	e l d s p a t o	Costarvine	5.912		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2
67	SM-110	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	Fonte Sa Crapa	852		863	2.589	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2
68	SM-117	AREA 2 ORANI	ORANI	NU	Talco	Sa Menta	3.451		0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2
69	SM-147	AREA 3 FUNTANA RAMINOSA	SEUI	NU	Antracite	Sa Canna	0		3.107	6.214	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2
70	SM-162	AREA 7 SARRABUS GERREI	VILLAPUTZU	CA	MoS2	Arcu Is Pangas	0		3.502	7.004	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0,3	2

Tabella 6-24: Siti minerari dimessi – Tabella delle priorità di esecuzione degli interventi nei siti minerari non censiti nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese

6.5 Siti esclusi dall'applicazione dei modelli per il calcolo delle priorità

Rimangono esclusi dall'applicazione delle due metodologie i siti interessati da attività minerarie, i siti di discarica di rifiuti contenenti amianto e i punti vendita di distribuzione carburanti che hanno presentato comunicazione ai sensi dell'art. 9 del D.M. 471/99 la cui problematica viene trattata separatamente.

6.5.1 Siti contaminati da rifiuti contenenti amianto

In particolare per quanto concerne i siti inquinati da rifiuti contenenti amianto si ritiene che debbano essere considerati nel contesto più generale della gestione di questa tipologia di rifiuti, normata dalla legge 27.3.1992 n° 257 "Norme per la cessazione dell'uso dell'amianto" e dai successivi decreti attuativi, sulla base dei quali deve essere definito uno specifico Piano regionale a cura dell'Assessorato alla Sanità. Inoltre, considerando le particolarità di questa tipologia di rifiuto e dei rischi sanitari ad essa connessi, si è preferito non applicare la metodologia di analisi di rischio relativa a questi siti, anche perché la priorità di intervento in questi casi andrà valutata secondo criteri diversi, che fanno riferimento alla legislazione specifica.

6.5.2 Siti potenzialmente inquinati da perdite di carburanti nei punti vendita di distribuzione

In relazione ai punti vendita di distribuzione, considerata le caratteristiche di tossicità dell'inquinante, l'ubicazione dei siti in genere all'interno dei centri urbani in prossimità di civili abitazioni e dunque con presenza di forti rischi sanitari, considerato che nella maggior parte dei casi siamo in presenza di contaminazione da idrocarburi delle falde idriche sotterranee, si ritiene che, fatti salvi i casi in cui si possano applicare le procedure semplificate di cui all'art. 13 del D.M. 471/99, meglio descritte al capitolo 8, nei restanti casi si debba procedere con decorrenza immediata alle operazioni di messa in sicurezza di emergenza e di caratterizzazione ambientale.

6.6 Programma degli interventi per i soggetti che hanno effettuato comunicazione ai termini dell'art. 9 del Dm n° 471/99 e indicazione della tempistica.

L'art. 9, comma 3 del D.M. 25 ottobre 1999 n. 471 stabilisce che qualora il proprietario, o altro soggetto interessato, di un sito inquinato in epoca anteriore alla data di entrata in vigore del decreto medesimo (16 giugno 2000) proceda, ai sensi dei commi 1 e 2, a segnalare la situazione di inquinamento rilevata e a comunicare l'intenzione di attivare di propria iniziativa le procedure per gli interventi "entro sei mesi dalla data di entrata in vigore" del decreto stesso "la decorrenza

dell'obbligo di bonifica verrà definita dalla regione territorialmente competente in base alla pericolosità del sito determinata con i criteri di cui all'articolo 14, comma 3, nell'ambito del Piano regionale o di suoi eventuali stralci, salva in ogni caso la facoltà dell'interessato di procedere agli interventi di bonifica e ripristino ambientale prima del suddetto termine.”

Il termine per la presentazione della comunicazione e di cui sopra è stato da ultimo prorogato alla data del 31 marzo 2001 con la legge 28 luglio 2000, n. 224.

L'art. 114, comma 7 della legge 388/2000 ha stabilito poi la non punibilità dei reati connessi all'inquinamento del sito posti in essere anteriormente alla data di entrata in vigore del D.Lgs. 5 febbraio 1997 n. 22 accertati a seguito dell'attività svolta, su notifica dell'interessato, ai sensi dell'art. 17 del D.Lgs. 22/1997 medesimo, qualora la realizzazione e il completamento degli interventi ambientali si realizzino in conformità alle procedure e alle normative vigenti in materia.

L'art. 9, comma 3 del D.M. 471/1999 demanda poi alla Regione di definire, nell'ambito del piano regionale o di suoi eventuali stralci, la decorrenza dell'obbligo di bonifica in base alla pericolosità del sito determinata con i criteri di cui al successivo art. 14, comma 3 del medesimo decreto ministeriale.

Considerato che alla data odierna l'Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente non ha ancora provveduto a definire i sopra citati criteri di priorità, e ritenuto tuttavia di non dover procrastinare oltre l'avvio degli interventi di bonifica si ritiene di poter procedere a stabilire, per ciascun soggetto autore della segnalazione di siti inquinati, i termini di decorrenza dell'obbligo di avviare le azioni di bonifica.

Nella definizione del programma di intervento ai termini dell'art.9 si ritiene opportuno riportare di seguito i soggetti che hanno presentato alla data del 31/03/2001 apposita richiesta già elencati nel capitolo 4.

N°	PR.	COMUNE	VIA / LOCALITÀ	RAGIONE SOCIALE	TIPOLOGIA SITO
1	CA	Iglesias	Area prospiciente discarica Genna	Eni Ambiente	area mineraria
2	CA	Arbus	Crabulatzu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
3	CA	Arbus	Gennamari	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
4	CA	Arbus	Ingurtosu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
5	CA	Arbus-Guspini	Genna Sciria	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
6	CA	Arbus-Guspini	Montevecchio	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
7	CA	Ballao	Corti Rosas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
8	CA	Buggerru	Corona Arrubia	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
9	CA	Buggerru	Malfidano	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
10	CA	Buggerru	Monte Segarino	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
11	CA	Buggerru	Planu Dentis	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
12	CA	Buggerru	Planu Sartu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
13	CA	Buggerru	Punte Su Liberau	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
14	CA	Buggerru	San Nicolo Nanni Frau	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
15	CA	Buggerru	Su Sollu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
16	CA	Buggerru-Fluminimaggiore	Candiazus	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
17	CA	Buggerru-Iglesias	Pira Roma	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
18	CA	Carbonia	Corona Sa Craba	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
19	CA	Carbonia	Santa Maria	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
20	CA	Carbonia-Iglesias	Barega	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
21	CA	Carbonia-Iglesias	Monte Oi O Seddas De Ghilleri	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
22	CA	Carbonia-Iglesias	Monte Onixeddu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
23	CA	Carbonia-Narcao-Perdaxius	Punta Peppixedda	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
24	CA	Domusnovas	Barraxiutta	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
25	CA	Domusnovas	Nebidedda	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
26	CA	Domusnovas	Sa Duchessa	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
27	CA	Domusnovas-Iglesias	Macciarru	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
28	CA	Domusnovas-Iglesias	San Michele	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
29	CA	Fluminimaggiore	Arenas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)

N°	PR.	COMUNE	VIA / LOCALITÀ	RAGIONE SOCIALE	TIPOLOGIA SITO
30	CA	Fluminimaggiore	Gutturu Pala	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
31	CA	Fluminimaggiore	Perda S'oliu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
32	CA	Fluminimaggiore	Punta Pilloca	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
33	CA	Fluminimaggiore	Punta Pitzianti	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
34	CA	Fluminimaggiore	Serra De Baueddu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
35	CA	Fluminimaggiore	Serra Is Menas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
36	CA	Fluminimaggiore	Su Zurfuru	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
37	CA	Fluminimaggiore	Terras Nieddas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
38	CA	Fluminimaggiore-Arbus	S'acqua Bona	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
39	CA	Fluminimaggiore-Domusnovas	Genna Carru	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
40	CA	Fluminimaggiore-Domusnovas	Tinny	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
41	CA	Fluminimaggiore-Iglesias	Cuccuru Faa	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
42	CA	Fluminimaggiore-Iglesias	Punta Campu Spina	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
43	NU	Gadoni	Funtana Raminosa	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
44	CA	Gonnesa	Domus Nieddas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
45	CA	Gonnesa-Iglesias	Monte Scorra	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
46	CA	Gonnesa-Iglesias	Monte Uda	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
47	CA	Gonnesa-Iglesias	San Giovanni	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
48	CA	Guspini	Piccalina	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
49	CA	Iglesias	Genna Majori	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
50	CA	Iglesias	Genna Ricosta	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
51	CA	Iglesias	Masua	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
52	CA	Iglesias	Monte Agruxau	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
53	CA	Iglesias	Monte Cani	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
54	CA	Iglesias	Monte Pubuxeddu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
55	CA	Iglesias	Nebida	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
56	CA	Iglesias	Pala De Is Carrogas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
57	CA	Iglesias	Pala Is Luas O Coremò	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
58	CA	Iglesias	Pubuxeddu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)

N°	PR.	COMUNE	VIA / LOCALITÀ	RAGIONE SOCIALE	TIPOLOGIA SITO
59	CA	Iglesias	Punta Candiazzus	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
60	CA	Iglesias	San Benedetto	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
61	CA	Iglesias	San Givanneddu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
62	CA	Iglesias	Santo Stefano	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
63	CA	Iglesias	Serra De Cuccuru Contu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
64	CA	Iglesias-Buggerru	Canal Grande	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
65	CA	Iglesias-Buggerru	Enna Murtas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
66	CA	Iglesias-Carbonia-Gonnesa	Monteponi	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
67	CA	Iglesias-Domusnovas	Marganai	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
68	CA	Iglesias-Domusnovas-	Malacalzetta	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
69	CA	Iglesias-Gonnesa	Monte Fenugu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
70	CA	Iglesias-Gonnesa	Punta Mezzodi	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
71	CA	Masainas-Piscinas-Giba	Serra Manna	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
72	CA	Narcao	Montega	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
73	CA	Narcao	Punta Fundu Coronas	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
74	CA	Nuxis	Rio Bacchera	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
75	CA	Piscinas-Santadi-Teulada	Sa Conchitta	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
76	CA	Santadi	Su Benatzu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
77	CA	Siliqua-Nuxis	Murru De Sinibiris	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
78	CA	Villamassargia	Punta Filippeddu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
79	CA	Villamassargia-Narcao	Sedda Antiogu Sabiu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
80	CA	Villasalto	Su Suergiu	IGEA S.p.A.	area mineraria (Concessione o Permesso)
81	CA	Cagliari	via Santa Gilla	Agip Petroli ex Deposito costiero	Dep. prodotti petrolchimici
82	CA	Portoscuso	Zona Industriale	Enirisorse spa in liquidazione	discarica
83	CA	Pabillonis	via Is Piscinas	Agip Petroli "Ex Centro Agricolo"	distributore carburanti
84	CA	Cagliari	circonvallazione Pirri	Agip Petroli a marchio "IP" n° 4512	distributore carburanti
85	CA	Sanluri	s.s. 131 Km 41,500	Agip Petroli a marchio "IP" n° 6337	distributore carburanti
86	CA	Cagliari	via Marconi	Agip Petroli n° 17553	distributore carburanti
87	CA	Villacidro	via Nazionale, 84	Agip Petroli n° 7562	distributore carburanti

PIANO BONIFICA SITI INQUINATI DELLA REGIONE SARDEGNA
DEFINIZIONE DELLE PRIORITÀ DI INTERVENTO

N°	PR.	COMUNE	VIA / LOCALITÀ	RAGIONE SOCIALE	TIPOLOGIA SITO
88	CA	Sanluri	via Carlo Felice, 45	Agip Petroli n° 7592	distributore carburanti
89	CA	Dolianova	via Cagliari	Agip Petroli n° 7618	distributore carburanti
90	CA	Vallermosa	s.s. 293 Km 22,275	Agip Petroli n° 7697 gest. Lai Carmine	distributore carburanti
91	CA	San Nicolò Gerrei	via Umberto	Esso Italiana s.r.l. n° 6120 gest. Camboni Battistina	distributore carburanti
92	CA	Carbonia	piazza Repubblica	Esso Italiana s.r.l. n° 6125 gest. Cani Josè Benito	distributore carburanti
93	CA	Carbonia	s.s. 126 Km 13	Esso Italiana s.r.l. n° 6126 gest. Melis Alessandro	distributore carburanti
94	CA	Villasor	via Cagliari s.s. 196 Km 7	Esso Italiana s.r.l. n° 6149 gest. Pistis Antonio	distributore carburanti
95	CA	Selargius	via I° Maggio borgo S. Lucia	Esso Italiana s.r.l. n° 6159 gest. CO.PE. di Corona A. e	distributore carburanti
96	CA	Serrenti	s.s. 131 Km 40,085	Esso Italiana s.r.l. n° 6161 gest. Floris Antonello	distributore carburanti
97	CA	Santadi	Is Pireddas	Esso Italiana s.r.l. n° 6162 gest. Secci Ignazino	distributore carburanti
98	CA	Cagliari	s.s. 195 direzione Pula Giorgino	ex Agip Petroli n° 7651	distributore carburanti
99	CA	Cagliari	via Giudicessa Benedetta	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a.	distributore carburanti
100	CA	Teulada	piazza Repubblica via Cagliari	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a.	distributore carburanti
101	CA	Assemini	via Coghe	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a.	distributore carburanti
102	CA	Giba	s.s. 126 Km 83,9	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6471	distributore carburanti
103	CA	Burcei	via Roma	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6481 gest.	distributore carburanti
104	CA	Carloforte	via Lungomare	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6481 gest. Secomar	distributore carburanti
105	CA	Elmas	s.s. 130 Sulcitana Km 5	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6525	distributore carburanti
106	CA	Portoscuso		Alumix s.p.a.	stabilimento industriale+ discarica
107	CA	Sarroch	s.s. Sulcitana Km 18,8	Condea Augustas.p.a.	stabilimento industriale
108	CA	Sarroch		Enichem s.p.a.	stabilimento industriale
109	CA	Assemini	Zona Industriale Macchiareddu	Enichem s.p.a. Area Impianti	stabilimento industriale
110	CA	Cagliari		Enichem s.p.a. Area Pontile	stabilimento industriale
111	CA	Assemini	Zona Industriale Macchiareddu	Enichem s.p.a. Deposito Costiero	stabilimento industriale
112	CA	Portoscuso	Area Portuale Portovesme Ex	Enirisorse s.p.a.	stabilimento industriale
113	CA	San Gavino		Enirisorse s.p.a. area stoccaggio scorie industriali	stabilimento industriale
114	CA	Portoscuso	Zona Industriale	Enirisorse s.p.a. in liquidazione area di proprietà	stabilimento industriale
115	CA	Portoscuso	Bacino "sa Foxi"	Eurallumina s.p.a	discarica
116	CA	San Gavino Monreale	Zona Industriale	ex Enirisorse spa in liquidazione	stabilimento industriale +discarica

PIANO BONIFICA SITI INQUINATI DELLA REGIONE SARDEGNA
DEFINIZIONE DELLE PRIORITÀ DI INTERVENTO

N°	PR.	COMUNE	VIA / LOCALITÀ	RAGIONE SOCIALE	TIPOLOGIA SITO
117	CA	Elmas	viale Elmas, 216	FAS Uff. Fallimentare	stabilimento industriale
118	CA	Assemini	Zona Industriale Macchiareddu	Fluorsid s.p.a. Deposito di gesso	stabilimento industriale
119	CA	Decimomannu	strada prov.le 196 Km 0,200 via San	N.E.S.M. s.a.s.	stabilimento industriale
120	CA	San Gavino Monreale	Zona Industriale	Portovesme s.r.l.	stabilimento industriale
121	NU	Gadoni	Funtana Raminosa	Igea s.p.a.	area mineraria
122	NU	Silanus	piazza Principale	Esso Italiana s.r.l. n° 6020 gest. Giau Salvatorangelo	distributore carburanti
123	NU	San Teodoro	s.s. 125 Km 289	Esso Italiana s.r.l. n° 6028 gest. Ruiu Graziano Sebastiano	distributore carburanti
124	NU	Budoni	via Nazionale, 59	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6617	distributore carburanti
125	NU	Ottana	strada prov.le 17 Km 18	Enichem s.p.a.	stabilimento industriale
126	NU	Ottana	strada prov.le 17 Km 18 Zona ind,	Inca International s.p.a.	stabilimento industriale
127	NU	Ottana	strada prov.le 17 Km 18	Lorica sud s.r.l.	stabilimento industriale
128	NU	Ottana	strada prov.le 17 Km 18 Zona	Stabilimento Lorica Sud s.r.l.	stabilimento industriale
129	OR	Escovedu	Usellus	Esso Italiana s.r.l. gest. Carrucciu Enrico	distributore carburanti
130	OR	Marrubiu	via Napoli, 161	Esso Italiana s.r.l. n° 6116 gest. Scano Francesco	distributore carburanti
131	OR	Santa Giusta		Enichem s.p.a. Deposito costiero	stabilimento industriale
132	OR	Torregrande	Loc. Brabau	SIPSA s.r.l.	stabilimento industriale
133	SS	Porto Torres	via Marco Polo, 13 Zona Industriale	Agip Petroli Deposito costiero	dep. prodotti petrolchimici
134	SS	Alghero	Fertilia aeroporto	Esso Italiana s.r.l.	dep. prodotti petrolchimici
135	SS	Porto Torres	Area Industriale	Esso Italiana s.r.l.	dep. prodotti petrolchimici
136	SS	Arzachena	Baia Sardinia	Agip Petroli a marchio "IP" n° 9038	distributore carburanti
137	SS	Arzachena	viale Costa Smeralda	Agip Petroli n° 7938	distributore carburanti
138	SS	Porto Torres	s.s. 131 Km 233	Esso Italiana s.r.l. n° 5905 gest. Masia Ottavio	distributore carburanti
139	SS	Sassari	via Coppino	Esso Italiana s.r.l. n° 5913 gest. Secchi Giovanni	distributore carburanti
140	SS	La Maddalena	piazza 28 Febbraio	Esso Italiana s.r.l. n° 5919 gest. Sabatini Igino	distributore carburanti
141	SS	Usini	via Nazionale	Esso Italiana s.r.l. n° 5923 gest. Mudadu Filippo	distributore carburanti
142	SS	Ittiri	via Sassari	Esso Italiana s.r.l. n° 5925 gest. Pagliaro Raffaele	distributore carburanti
143	SS	Sorso	via Cottoni	Esso Italiana s.r.l. n° 5932 gest. Carta G. Battista	distributore carburanti
144	SS	Uri	via Nazionale	Esso Italiana s.r.l. n° 5933 gest. Riu Giovanni Maria	distributore carburanti

PIANO BONIFICA SITI INQUINATI DELLA REGIONE SARDEGNA
DEFINIZIONE DELLE PRIORITÀ DI INTERVENTO

N°	PR.	COMUNE	VIA / LOCALITÀ	RAGIONE SOCIALE	TIPOLOGIA SITO
145	SS	Pattada	via Sae Mazzoccu s.s. 128 bis Km 50	Esso Italiana s.r.l. n° 5936 gest. Palma Giovanni	distributore carburanti
146	SS	Viddalba	via Gramsci, 80	Esso Italiana s.r.l. n° 5956 gest. Cossu Claudio	distributore carburanti
147	SS	Sassari	via Milano	Esso Italiana s.r.l. n° 5961 gest. Chessa Pierina	distributore carburanti
148	SS	Arzachena	Porto Cervo	nautico Agip Petroli n° 17825	distributore carburanti
149	SS	Castelsardo	s.s. 200 Km 28,370 Su Bagnu	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a.	distributore carburanti
150	SS	Villanova Monteleone	via Su Lacheddu	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a.	distributore carburanti
151	SS	Codrongianus		Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6308 gest. Serra O.	distributore carburanti
152	SS	Sassari	via Carlo Felice	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6313	distributore carburanti
153	SS	Olbia	via Vitt. Veneto, 106	Q8 Kuwait Petroleum Italia s.p.a. n° 6634	distributore carburanti
154	SS	Alghero	Zona Industriale San Marco	Apsa s.p.a.	stabilimento industriale
155	SS	Porto Torres		Condea Augusta s.p.a.	stabilimento industriale
156	SS	Porto Torres	via Marco Polo Zona Industriale	Distoms s.r.l.	stabilimento industriale
157	SS	Porto Torres	Zona Industriale	Enichem s.p.a.	stabilimento industriale
158	SS	Alghero	via Marconi, 41/43/43a ex cotonificio	Soc. I.S.O.L.A.	stabilimento industriale

Tabella 6-25: Elenco soggetti che hanno presentato la dichiarazione ex art. 9 D.M. 471/99

Dall'esame della tabella si può verificare che le dichiarazioni sono 125 di cui sono riconducibili:

- n° 46 ad attività di vendita di carburanti;
- n° 48 ad attività minerarie riconducibili ad un unico soggetto Igea (con la sola esclusione di Eni Ambiente per GennaLuas);
- n° 4 a depositi di prodotti petroliferi;
- n° 23 ad attività industriali;
- n° 2 ad attività di discarica
- n° 2 ad attività industriali con annessa discarica.

Posto che si ritengono ammissibili alla programmazione regionale della decorrenza dell'obbligo di bonifica prevista dall'art. 9, comma 3 del D.M. n. 471/1999 tutti i soggetti che hanno inviato la relativa comunicazione entro il termine del 31 marzo 2001, con esclusione di quelli che risultassero a qualsiasi titolo responsabili di atti e fatti costituenti illecito penale o amministrativo posti in essere in violazione di norme di tutela ambientale che avessero cagionato danno ambientale, ai sensi dell'art. 18 della legge 8 luglio 1986, n. 349, in relazione al sito inquinato, si ritiene di dover determinare la seguente tempistica per l'attivazione delle procedure di bonifica :

- ✓ i soggetti non inclusi nelle aree di interesse nazionale che non hanno ancora provveduto all'elaborazione dei piani di caratterizzazione delle aree inquinate o potenzialmente inquinate devono provvedere alla redazione e invio dei suddetti piani di caratterizzazione entro 120 gg dalla data di approvazione del presente Piano.
- ✓ dovranno altresì porre in essere entro la stessa data tutti gli interventi di messa in sicurezza d'emergenza che dovessero rendersi indispensabili al fine di minimizzare i rischi per l'ambiente e la salute umana.
- ✓ dovranno inoltre trasmettere entro 60 giorni dalla data di approvazione del presente Piano, il modello per la dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà da rendersi ai fini della determinazione delle condizioni soggettive di ammissibilità alla calendarizzazione della decorrenza dell'obbligo di bonifica ai sensi dell'art. 9, comma 3 del D.M. 471/1999.
- ✓ i Comuni interessati dovranno altresì provvedere alla convocazione delle Conferenze di Servizi secondo la tempistica indicata nel D.M. 471/99 ovvero entro 90 gg dalla presentazione del suddetto Piano di Caratterizzazione.

Per i siti ricadenti nelle aree di interesse nazionale (Sulcis Iglesiente Guspinese e area industriale di Portotorres) la tempistica verrà definita di concerto con il Ministero dell'ambiente.

Per i siti minerari non ricompresi nei siti di interesse nazionale si procederà alla stipula di un accordo di programma con il soggetto responsabile delle aree dismesse.

7. FINANZIAMENTI PUBBLICI CONCESSI PER INTERVENTI DI BONIFICA E RISANAMENTO E VALUTAZIONE DELLE ESIGENZE FINANZIARIE.

7.1 Finanziamenti concessi per la bonifica di siti inquinati

In sintesi viene riportato il quadro dei finanziamenti complessivamente attribuiti nella Regione Sardegna per la bonifica dei siti inquinati a partire dall'anno 1993, nel quale sono ricomprese anche le risorse recentemente attribuite dal Ministero dell'Ambiente ai termini dell'art.1 della L.426/ 98

FINAZIAMENTI ATTRIBUITI	REGIONALI €	NAZIONALI L.204/93 €	NAZIONALI L.426/98 €	COMUNITARI €	FINANZIAMENTI TOTALI €
Discariche Urbani Dismesse	20.829.510,72			516.000,00	21.345.510,72
Aree Minerarie	2.112.536,22	8.118.186,00	32.846.658,78	3.341.820,28	46.419.201,28
Aree Industriali	3.360.948,84			1.394.433,63	4.755.382,47
Bonifica Amianto	516.000,00			1.089.724,05	1.605.724,05
Totale	27.334.995,78	40.964.844,78		5.825.977,96	74.125.818,52

Tabella 7-1: Finanziamenti concessi per la bonifica dei siti inquinati

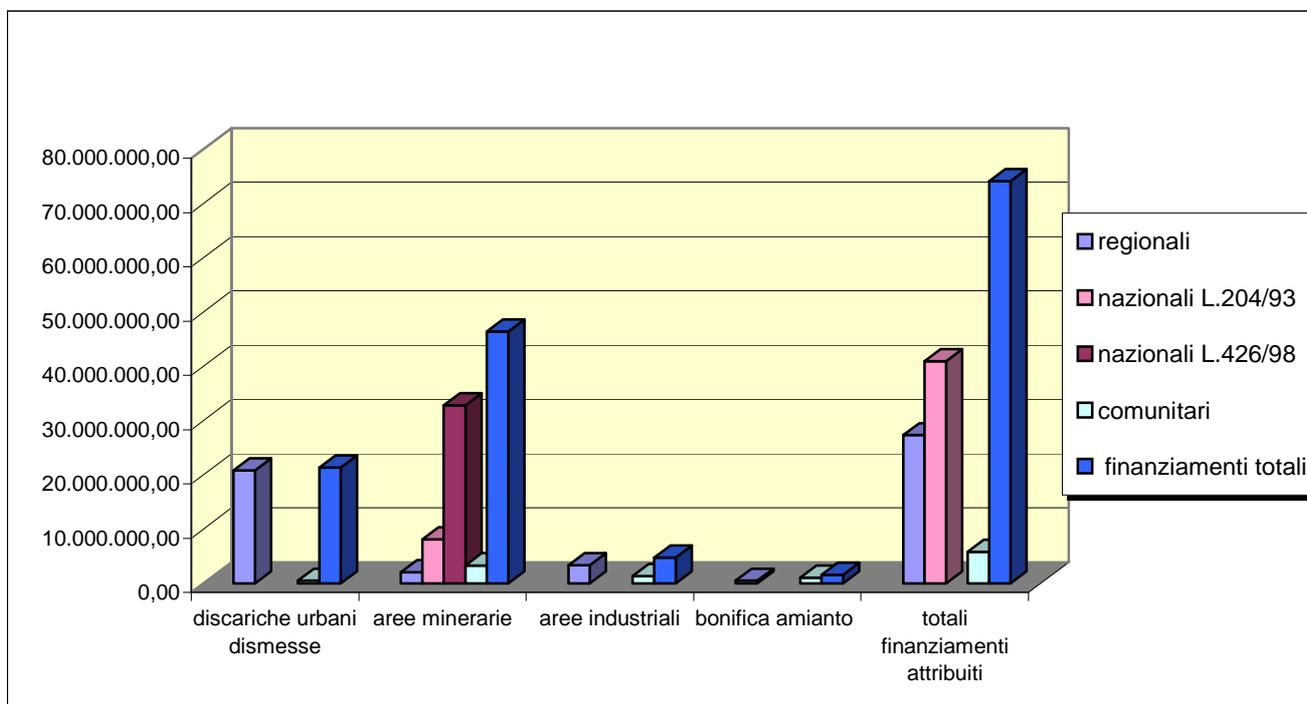


Figura 7-1: Grafico Distribuzione dei finanziamenti disponibili per la bonifica e il risanamento ambiente

Di seguito per ogni tipologia di intervento vengono esaminati i finanziamenti concessi o in corso di concessione.

7.1.1 Finanziamenti per il risanamento e la bonifica delle discariche di rifiuti urbani dismesse.

Con la progressiva dismissione delle discariche monocomunali l'Amministrazione Regionale, ha provveduto già dal 1993, sulla base della L.R. n°46/93, all'attribuzione di risorse alle amministrazioni comunali per la realizzazione di interventi di bonifica, messa in sicurezza e risanamento ambientale.

Tali interventi, non sempre in linea con le priorità previste nel Piano Ansaldo, si sono configurati per la maggior parte dei casi come interventi di copertura e pertanto di mitigazione e sono dettagliati nell'allegato 7. Vi è da rilevare che la gran parte delle discariche dismesse di rifiuti urbani, come già evidenziato nel corso del presente piano, sono costituite da piccole discariche con volumetria inferiore ai 50.000 mc, dove peraltro nel tempo venivano condotte operazioni sistematiche di combustione dei rifiuti. All'atto dell'emanazione del D.M.Ambiente n° 471/99 si è provveduto inoltre a destinare quota parte delle risorse stanziato sul fondo ambientale, istituito ai termini della L.R n° 37, per la predisposizione di piani di caratterizzazione.

Tali risorse attribuite sulla base di bandi e pertanto non sulla base di criteri di priorità, hanno consentito di appurare, che per quanto riguarda le piccole discariche, non vi sono fenomeni di inquinamento in atto, in quanto i parametri dell'allegato 1 del D.M.Ambiente 471/99 non vengono superati sia per quanto riguarda le falde sottese che per la tipologia di rifiuti. Infatti presumibilmente la pratica della combustione a cielo aperto, condotta sistematicamente prima dell'emanazione del DPR 915/82, che la quasi totale assenza delle sostanze biodegradabili che nella cultura agro-pastorale venivano riciclate all'interno del sistema (alimentazione dei suini), hanno fatto sì che la gran parte delle discariche sia da considerare mineralizzata e pertanto suscettibile di interventi di riqualificazione ambientale piuttosto che di veri interventi di bonifica.

Sono confluite inoltre su tali tematiche di risanamento tutta un'altra serie di risorse regionali facenti capo a vari canali finanziari (PIA, Parco Gennargentu, area a rischio del Sulcis- Iglesiente, Consorzio industriale dell'Oristanese) che hanno consentito di effettuare interventi di bonifica e risanamento. Inoltre negli anni 97-2001 la Provincia di Sassari ha stanziato e speso notevoli risorse pari a Lire 1.806.928,54 per il risanamento di discariche dismesse nell'area del Sassarese.

Inoltre la Provincia di Cagliari ha stanziato 140.000 € per l'effettuazione di una serie di indagini e approfondimenti nelle seguenti discariche dismesse :

- 1] Assemini In Loc. Santa Maria (SaMatta);
- 2] Capoterra in Loc. Guardia Longa;
- 3] Iglesias in Loc. Is Cadiatzus;
- 4] Iglesias in Loc. Santa Barbara;

5] Carbonia Loc. Rio S'acqua Stanziarla;

6] Pula in Loc. Bau Stella;

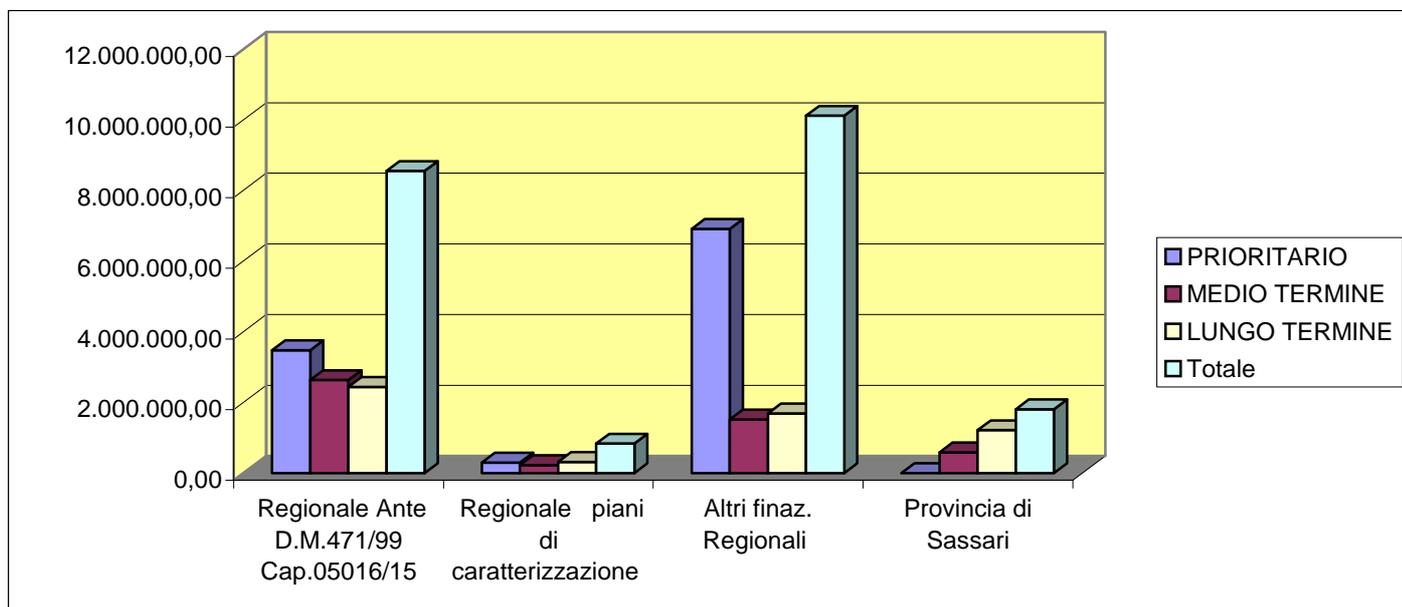


Figura 7-2: Distribuzione dei finanziamenti per tipologia di siti

Di seguito viene riportato uno schema riassuntivo delle risorse attribuite a partire dal 1993 a tutt'oggi per il risanamento e la bonifica delle discariche dismesse di rifiuti urbani, ripartite per interventi di risanamento, (copertura finale), di bonifica, asportazione nonché per l'effettuazione dei piani di caratterizzazione secondo la priorità individuata nel capitolo precedente.

TIPOLOGIA FINANZIAMENTO	REGIONALE ANTE D.M.471/99 CAP.05016/15 €	REGIONALE PIANI DI CARATTERIZZAZIONE €	ALTRI FINAZ. REGIONALI €	PROVINCIA DI SASSARI €	TOTALI
LUNGO TERMINE	2.490.613,39	340.700,59	1.691.128,21	1.306.965,09	5.829.407,28
MEDIO TERMINE	2.582.542,72	236.846,11	1.516.212,39	538.697,72	4.874.298,94
PRIORITARIO	3.474.205,56	258.661,16	6.908.937,77	0	10.641.804,49
Totale	8.547.361,68	836.207,86	10.116.278,37	1.845.662,81	21.345.510,72

Tabella 7-2: Risorse attribuite a partire dal 1993 a tutt'oggi per il risanamento e la bonifica delle discariche dismesse di rifiuti urban

Nel grafico di seguito riportato si evince che su 404 discariche da risanare e bonificare sono stati attribuiti finanziamenti a 230 siti, di cui a 47 siti sui 59 considerati prioritari.

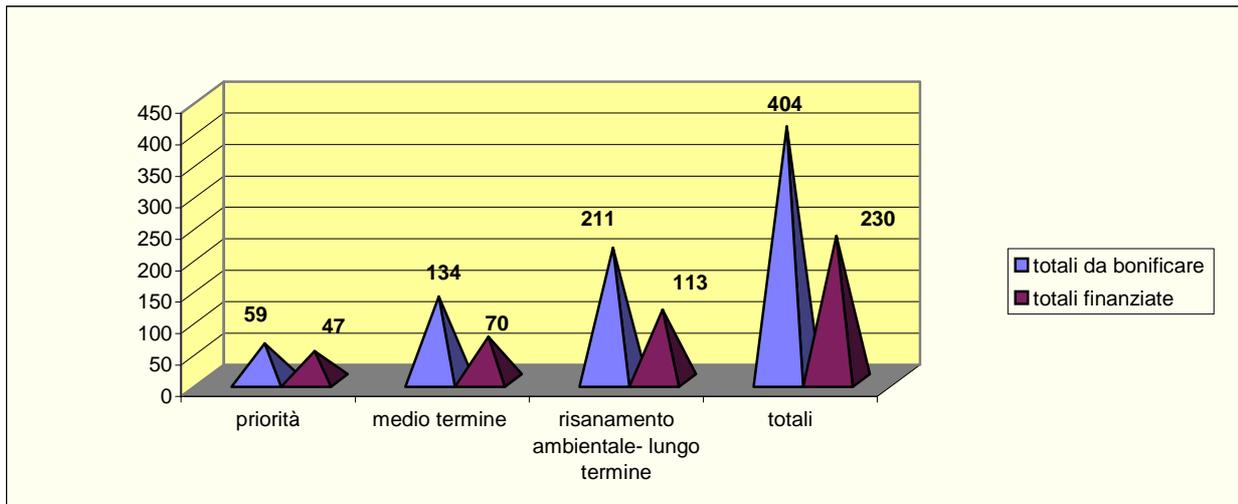


Figura 7-3: Grafico relativo al numero interventi finanziati per priorità di sito

Vi è da rilevare che soprattutto per gli interventi prioritari i finanziamenti regionali sono stati spesso del tutto insufficienti a portare a termine un intervento compiuto di bonifica e risanamento, ma hanno consentito una prima copertura dei rifiuti per scongiurare pericoli di natura sanitaria.

7.1.2 Finanziamenti su aree minerarie dismesse

A partire 1996 sia su leggi regionali ambientali (art.17 della L.R n°4/2000) che a valere sulla L.204/93 per il risanamento minerario sono state attribuite le risorse indicate nella tabella di seguito riportata, quasi tutte concentrate nell'area del Sulcis- Iglesiente-Guspinese.

Molti di questi interventi sono stati avviati ante Dm 471/99, senza che venissero coinvolti il Comune e l'Amministrazione Regionale e Provinciale, come interventi di bonifica mineraria. Dovranno essere attentamente rivalutati alla luce degli interventi che devono essere condotti nel sito di interesse nazionale del Sulcis-Iglesiente Guspinese ai termini dell'art.1 della L.426/98.

Infatti le aree del Sulcis-Iglesiente-Guspinese con decreto del Ministro dell'Ambiente n° 468/02, in attuazione della Legge 426/98, sono individuate tali aree tra quelle di interesse nazionale, destinando alla Sardegna per gli interventi di bonifica, la somma di € 32.846.658,78, di cui € 12.394.965,57 di finanziamento nel biennio 2002-2003 ed € 1.704.307,77 annuali quale limite d'impegno ventennale per l'accensione di un mutuo corrispondente orientativamente a € 20.451.693,00.

Per la realizzazione degli interventi nelle aree minerarie dismesse del Sulcis-Iglesiente Guspinese con l'apposita intesa Stato Regione (tra i Ministeri dell'Ambiente, dell'Industria, dei Beni Culturali e del Lavoro e la Regione Sardegna) è stata individuato nell'ATI (IFRAS - Intini- Servizi Globali) il soggetto che, attraverso la stabilizzazione dei lavoratori socialmente utili, dovrà garantire

l'avvio dei lavori di bonifica, risanamento ambientale, valorizzazione archeologica e museale, risanamento minerario nelle aree del Geoparco, secondo le seguenti poste di finanziamento:

art.1 L.426/98	19.625.362,17
L.204/93	4.131.655,19
fondo occupazione 236/93	4.131.655,19
Ass.Lavoro	3.615.198,29
Ass.Pubblica Istruzione	7.746.853,49
Ministero Pubblica Istruzione	7.746.853,49
TOTALE	46.997.577,82

Tabella 7-3: Risorse finanziarie destinate ad interventi nelle aree minerarie dismesse

L'Assessorato del Lavoro in data 21/12/02 ha acceso l'apposita convenzione con l'ATI (IFRAS - Intini- Servizi Globali) nella quale vengono previste le attività sopra evidenziate che ha consentito la stabilizzazione di 486 lavoratori.

Per gli interventi di bonifica non è stato ancora delineato un quadro economico di riferimento anche in relazione ai problemi di conflittualità tra l'ATI firmataria della convenzione e destinataria delle risorse sopraevidenziate e il soggetto titolare delle aree minerarie costituito dalla società IGEA S.p.A. Si ricorda che la Società IGEA S.p.A (ex SIM spa) è il soggetto deputato ai termini dell'art.7 della L.R. 33/98 alla realizzazione delle opere di messa in sicurezza degli impianti e di riassetto ambientale. Allo stato attuale l'IGEA, società a completo capitale pubblico, ha ancora in gestione 84 titoli minerari per circa 31.000 ha.

Di seguito viene riportato uno schema riassuntivo delle risorse già in gioco nelle suddette aree, distribuite per aree minerarie.

TITOLO INTERVENTO	COMUNE	AREA MINERARIA	FINANZIAMENTO ATTRIBUITO EURO	IN REGIME DI DM 471/99	LEGGE DI FINANZIAMENTO	SOGGETTO ESECUTORE	STATO DELL'INIZIATIVA
Captazione e trattamento delle acque della miniera di Montevecchio emergenti in località "Casargiu"	Arbus	Montevecchio	981.268,11	si	L.R. 4/2000	Provincia di Cagliari	E' stato predisposto il piano di caratterizzazione
Minimizzazione dei rischi di inquinamento ed interventi di stabilizzazione del bacino sterili di Montevecchio Levante	GUSPINI	Montevecchio	981.268,11	si	L.R. 4/2000	Provincia di Cagliari	E' stata predisposta la progettazione delle misure di sicurezza d'emergenza
Interventi di neutralizzazione delle scorie industriali del bacino della laveria Mameli e minimizzazione dei rischi di inquinamento derivanti dal deposito di fanghi rossi nella valle di Iglesias	IGLESIAS	Monteponi	2.407.722,06	si	L.204/93	Igea	In corso di esecuzione
Area mineraria di Monteponi- San Giovanni Miniera(messa in sicurezza e riabilitazione ambientale scavi e discariche minerarie)	IGLESIAS	Monteponi	3.848.120,36	no	L.204/93	Igea	In corso di esecuzione
Area mineraria di San Giovanni Miniera (Raccolta e smaltimento rifiuti e bonifica siti)	IGLESIAS	Monteponi	936.336,36	no	L.204/93	Igea	In corso di esecuzione
Area mineraria di Ingurtosu (messa in sicurezza e riabilitazione ambientale scavi e discariche minerarie)	ARBUS	Ingurtosu	926.007,22	no	L.204/93	Igea	In corso di esecuzione
Realizzazione del Piano di caratterizzazione dell'area Baccu Locci – Quirra.	VILLAPUTZU SAN VITO	Baccu Locci	150.000	si	L.R. 24 .12 1998, n.°37	Comune di Villaputzu	In corso di predisposizione il piano di caratterizzazione
Sistema idraulico forestale del bacino montano del Rio Irvì	ARBUS	Montevecchio -Ingurtosu	1.520.068,21	si	POR Misura 1.3	Comune di Arbus	Sono state individuate le misure d'emergenza
Difesa del suolo e ripristino ambientale delle aree minerarie di Su Zuffuru e Pubusinu	FLUMINIMAGGIORE	Su Zuffuru e Pubusinu	512.797,23	si	POR Misura 1.3	Comune di Fluminimaggiore	Sono state individuate le misure d'emergenza
Bonifica di un'area mineraria nel compendio minerario di Monteponi	IGLESIAS	Monteponi	1.308.954,84	si	POR Misura 1.4	Comune di Iglesias	In corso di predisposizione progetto

Tabella 7-4: Risorse finanziarie impiegate in progetti di opere di messa in sicurezza degli impianti e di riassetto ambientale e/o progetti di bonifica

7.1.3 Finanziamenti per aree industriali in regime di DM 471/99.

Gli unici finanziamenti concessi per il risanamento di aree industriali fanno capo alla Legge Regionale 20 aprile 2000, n°4 che ha previsto lo stanziamento di Lire. 11.000 milioni per fronteggiare fenomeni di inquinamento del sottosuolo, del suolo, dell'aria, dell'acqua anche attraverso interventi specifici di recupero e valorizzazione ambientale, destinati prioritariamente ad interventi straordinari:

- A. per il risanamento i fenomeni di inquinamento in atto nell'area industriale di Porto Torres e nel Golfo dell'Asinara;
- B. per fronteggiare le gravi emergenze ambientali presenti nelle aree del Parco geominerario storico ambientale della Sardegna riconosciuto dall'UNESCO;
- C. per fronteggiare le gravi emergenze ambientali presenti nelle aree ex minerarie di Montevecchio e Ingurtosu;
- D. per il recupero dei siti degradati nella Sardegna centrale con particolare riferimento all'area industriale di Ottana.

Quanto agli interventi di cui ai punti b) e c) sono stati riportati nella tabella precedente essendo inquadrati come interventi in aree minerarie dismesse, mentre di seguito si riportano quelli interessanti le aree industriali di Ottana e Portotorres.

TITOLO INTERVENTO	COMUNE	FINANZIAMENTO ATTRIBUITO €	LEGGE DI FINANZIAMENTO	SOGGETTO ESECUTORE	STATO DELL'INIZIATIVA
Miglioramento della funzionalità del depuratore consortile finalizzata alla eliminazione delle fonti di aerosol inquinanti	PortoTorres	1.394.433,63	L.R. 20/4/2000,n°4 art.17	Provincia di Sassari	In corso di progettazione
Esecuzione di una sperimentazione finalizzata alla captazione sotterranea dei gas presenti presso il molo industriale	PortoTorres	468.811,21	L.R. 20/4/2000,n°4 art.17	Provincia di Sassari	In corso di progettazione
Attuazione della captazione e depurazione delle emissioni derivanti dalla fase di disidratazione dei fanghi del depuratore consortile	PortoTorres	516.435,90	L.R. 20/4/2000,n°4 art.17	Provincia di Sassari	In corso di progettazione
Bonifica di un'area industriale al fine della riconversione produttiva	PortoTorres	1.394.433,63	POR regionale Misura 1.4	Comune di Portotorres	In corso di progettazione
Caratterizzazione del sito e sviluppo del Modello Concettuale preliminare dell'area industriale di Ottana	Ottana	335.696,98	L.R. 20/4/2000,n°4 art.17	Provincia di Nuoro	Studio eseguito
Valutazione delle tecnologie, progettazione piattaforma tecnologica e definizione progettuali relative agli interventi	Ottana	77.468,53	L.R. 20/4/2000,n°4 art.17	Provincia di Nuoro	In corso di esecuzione

TITOLO INTERVENTO	COMUNE	FINANZIAMENTO ATTRIBUITO €	LEGGE DI FINANZIAMENTO	SOGGETTO ESECUTORE	STATO DELL'INIZIATIVA
prioritari nell'area industriale di Ottana					
Realizzazione della piattaforma e attivazione di uno o più interventi di riqualificazione ambientale e/o bonifica o messa in sicurezza di aree significative.	Ottana	568.102,59	L.R. 20/4/2000,n°4 art.17	Provincia di Nuoro	Da progettare

Tabella 7-5: Risorse finanziarie concesse per progetti relativi alle aree industriali di Ottana e Portotorres

7.1.4 Finanziamenti per aree interessate da contaminazione di Amianto in regime di DM 471/99

Gli unici interventi finanziati per aree interessate da contaminazione di amianto in fibre libere sono stati attivati per rispondere a situazioni di grave emergenza ambientale e di protezione civile. Dal Bilancio regionale sono state reperite le risorse, pari a 516.000 € per il risanamento e la bonifica dell'edificio "Scuola Media Statale P. Mossa in comune di Bonorva, mentre circa 1.089.724 € sono stati reperiti dai fondi del POR Sardegna 2001 per la bonifica della discarica abusiva di amianto in fibre libere situata nei territori del comune di Arborea

TITOLO INTERVENTO	COMUNE	FINANZIAMENTO ATTRIBUITO €	LEGGE DI FINANZIAMENTO	SOGGETTO ESECUTORE	STATO DELL'INIZIATIVA
Risanamento e bonifica dell'edificio "Scuola Media Statale P. Mossa	Bonorva	516.000,00	L.23/3/2001, n. 93, art. 20	Comune di Bonorva	Progetto Preliminare
Bonifica discarica abusiva amianto in fibre libere di Arborea	Arborea	1.089.724,05	POR Sardegna 2001	Comune di Arborea	Approvato Piano della Caratterizzazione

Tabella 7-6: Risorse finanziarie concesse per progetti ad aree interessate da contaminazione da amianto.

7.2 Valutazione delle esigenze finanziarie

La valutazione delle esigenze finanziarie risulta particolarmente difficoltosa alla luce delle possibili tecnologie utilizzabili in relazione alle caratteristiche dei vari siti così come enunciato nel capitolo 5.

Di seguito viene proposta una valutazione preliminare dei costi da sopportare valutati per le grosse macrocategorie di siti così come individuati nel presente strumento di pianificazione, con l'avvertenza che tale valutazione è stata condotta esclusivamente per quanto attiene le aree pubbliche o riconducibili ad un interesse pubblico, mentre non si è ritenuto opportuno procedere alla stima dei costi degli interventi che devono condurre i soggetti privati, sia per la mancanza al momento di parametri significativi che solo il piano di caratterizzazione può consentire di acquisire, sia perché il rischio di sottostimare l'intervento potrebbe determinare un minore

impegno del soggetto responsabile nell'effettuazione delle operazioni di bonifica e risanamento ambientale di competenza.

7.2.1 Siti industriali

In tutti i siti industriali trattati nel capitolo 4 sono in corso di predisposizione da parte dei soggetti responsabili i piani di caratterizzazione all'interno dei perimetri di stabilimento. Al momento sono stati già effettuati interventi quasi tutti catalogabili come messe in sicurezza d'emergenza. Nella tabella di seguito riportata vengono definiti i costi degli interventi già attuati o in corso di esecuzione, mentre per quelli per i quali è in corso di predisposizione il piano di caratterizzazione il costo rimane indeterminato.

Per quanto riguarda le aree pubbliche è in programma da parte della Regione l'effettuazione di una campagna di indagini e di monitoraggio nelle principali aree industriali per un importo complessivo stimato di circa 4.500.000 € a valere sulle risorse POR Sardegna misura 1.7.

In relazione al sito di Portotorres che è stato inserito nei siti di interesse nazionale e la cui perimetrazione è stata definita con Dm Ambiente del 7 febbraio 2003 l'Amministrazione provinciale di Sassari ha effettuato una prima valutazione dei costi da sopportare per interventi da eseguirsi nelle aree pubbliche o in aree private con il contributo massimo del 50% come di seguito riportato.

Secondo quanto previsto dall'Amministrazione Provinciale il numero, la qualità e la complessità degli interventi proposti impongono l'individuazione di una quantità di risorse importante.

Peraltro difficilmente in questi casi si riesce a definire in maniera compiuta le somme necessarie all'esecuzione di tutte le complesse fasi che compongono gli interventi, le quali possono essere inizialmente solo ipotizzate, rimandando la quantificazione precisa alla presentazione della progettazione definitiva delle bonifiche autorizzate.

Comunque è necessario fornire almeno una prima stima delle risorse finanziarie che è necessario mettere in campo basando le valutazioni di costo su precedenti esperienze già portate a termine in altre realtà.

L'Amministrazione Regionale propone di suddividere le diverse voci di spesa per l'esecuzione delle attività previste, così come di seguito riportato:

Aj	Spese necessarie per portare a termine lo studio per l'individuazione e quantificazione delle situazioni a rischio di crisi ambientale	2,5 milioni di euro
Bj	spese necessarie per l'indagine, la progettazione e l'esecuzione della bonifica dei terreni retrostanti il porto industriale	17,5 milioni di euro
Cj	spese necessarie per la progettazione e realizzazione un intervento di bonifica di aree industriali dismesse	12,5 milioni di euro

Dj	spese necessarie per la progettazione e la realizzazione e gestione di una Rete di controllo dei parametri ambientali	3,5 milioni di euro
Ej	spese necesssarie per la progettazione e la realizzazione di un intervento di bonifica delle aree interessate dallo stoccaggio definitivo incontrollato di rifiuti speciali pericolosi, in un sito non impermeabilizzato.	7,5 milioni di euro
Totale di spesa previsto		43,5 milioni di euro

Tabella 7-7: Proposta di suddivisione delle risorse economiche necessarie per l'esecuzione delle attività nei siti industriali

Per quanto riguarda gli interventi in corso di esecuzione da parte dei soggetti obbligati si riporta di seguito una tabella riassuntiva dove vengono indicate le risorse previste per gli interventi di messa in sicurezza di emergenza ed interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente. Allorquando tali interventi non sono stati ancora definiti si è indicato la sigla N.D.

N°	CODICE	ENTE RESPONSABILE	DENOMINAZIONE	COMUNE	PROV	COSTI DEGLI INTERVENTI (€)		
						Messa in sicurezza di emergenza	Bonifica e/o monitoraggio	Gia realizzati Ante D.M. 471/99
1]	I 01	ENICHEM	Sito industriale	Porto Torres	SS	€ 3.500.000	€ n.d.	
2]	I 02	SASOL ITALY	Sito industriale	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	
3]	I 03	EVC	Sito industriale	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	
4]	I 04	ENDESA	Sito industriale	Porto Torres	SS	€ 154.937	€ 2.721.728	
5]	Ip 01	COMUNE	Porto industriale	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	
6]	D ₁ 01	ENICHEM	Discarica industriale Minciaredda	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	€ 366.684
7]	D ₁ 02	ENICHEM	Discarica industriale Cava Gessi	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	€ 2.814.690
8]	I 07	Distoms S.r.l.	Sito industriale	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	
9]	I 08	ESSO	Deposito costiero	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	
10]	I 09	AGIP PETROLI spa	Deposito costiero	Porto Torres	SS	€ n.d.	€ n.d.	
11]	D ₁ 03	ENICHEM	Discarica industriale (area esterna)	Assemini	CA	€ n.d.	€ 25.284.180	€ 13.000.000
12]	I 10	ENICHEM	Area industriale	Assemini	CA	€ 16.898.967	€ n.d.	
13]	D ₁ 04	FLUORSID	Discarica industriale	Assemini	CA	€ n.d.	€ n.d.	
14]	I 11	Bridgeston Metalpha (ex-Gencord)	Sito industriale	Assemini	CA	€ n.d.	€ 690.411	
15]	I 12	Mineraria Silius	Sito industriale	Assemini	CA	€ n.d.	€ n.d.	
16]	I 13	SARAS RAFFINERIE	Area industriale	Sarroch	CA	€ n.d.	€ n.d.	
17]	I 14	ENICHEM/POLIMERI EUROPA	Area industriale	Sarroch	CA	€ 1.350.000.	€ n.d.	
18]	I 15	SASOL ITALY	Sito industriale	Sarroch	CA	€ n.d.	€ n.d.	
19]	D ₁ 05	ENICHEM	Discarica industriale (tipologia 2C)	Sarroch	CA	€ n.d.	€ 788.000	
20]	D ₁ 06	ENICHEM	Discarica industriale	Ottana	NU	€ n.d.	€ n.d.	
21]	I 16	ENICHEM	Sito industriale	Ottana	NU	€ n.d.	€ n.d.	
22]	I 17	INCA INTERNATIONAL	Sito industriale	Ottana	NU	€ n.d.	€ n.d.	
23]	I 18	LORICA SUD	Sito industriale	Ottana	NU	€ n.d.	€ n.d.	
24]	I 19	EURALLUMINA S.P.A.	Sito industriale	Portoscuso	CA	€ n.d.	€ n.d.	
25]	D ₁ 07	EURALLUMINA S.P.A.	Bacino Sa Foxi	Portoscuso	CA	€ n.d.	€ n.d.	
26]	I 20	PORTOVESME S.R.L.	Sito industriale	Portoscuso	CA	€ n.d.	€ n.d.	
27]	D ₁ 08	PORTOVESME S.R.L.	Deposito preliminare (vasche fanghi)	Portoscuso	CA	€ n.d.	€ n.d.	
28]	I 21	PORTOVESME S.R.L.	Sito industriale Carbonile Monteponi	Portoscuso	CA	€ n.d.	€ n.d.	
29]	D ₁ 09	ENICHEM (EX ENIRISORSE S.P.A.)	Discarica industriale Sa Piramide	Portoscuso	CA	€ n.d.	€ 10.670.000	€ 7.500.000

PIANO BONIFICA SITI INQUINATI DELLA REGIONE SARDEGNA

FINANZIAMENTI PUBBLICI CONCESSI PER INTERVENTI DI BONIFICA E RISANAMENTO E VALUTAZIONE DELLE ESIGENZE FINANZIARIE.

30]	D ₁ 10	ALUMIX IN LIQUIDAZIONE	Discarica industriale	Portoscuso	CA	€	n.d.	€ 35.287.420	€ 600.000
31]	D ₁ 11	ENEL CTE SULCIS	Parco ceneri	Portoscuso	CA	€	n.d.	€ n.d.	
32]	I 22	ALCOA (EX ALURES)	Sito industriale	Portoscuso	CA	€	n.d.	€ n.d.	
33]	D ₁ 12	ENICHEM (EX ENIRISORSE S.P.A.)	Discarica industriale (interna allo stabilimento)	San Gavino Monreale	CA	€	n.d.	€ n.d.	€ 1.750.000
34]	I 23	ENICHEM (EX ENIRISORSE S.P.A.)	Sito industriale	San Gavino Monreale	CA	€	n.d.	€ n.d.	
35]	I 24	PORTOVESME S.R.L.	Sito industriale	San Gavino Monreale	CA	€	n.d.	€ n.d.	
36]	I 25	ENICHEM	Deposito costiero	Santa Giusta	OR	€	n.d.	€ n.d.	
37]	D ₁ 13	COMUNE DI CAGLIARI	Discarica scorie Capitzudu	Cagliari	CA	€	n.d.	€ 671.394	
38]	I 26	SIPSA ECOLOGICA	Sito industriale	Oristano	OR	€	n.d.	€ n.d.	
39]	Sa 01	ASL 6	Poliambulatorio ASL 6	Guspini	CA	€	n.d.	€ n.d.	
40]	I 27	AGIP PETROLI spa	Deposito costiero Santa Gilla	Cagliari	CA	€	n.d.	€ n.d.	
41]	I 28	AGIP PETROLI spa	Deposito costiero Su Siccu	Cagliari	CA	€	n.d.	€ n.d.	
42]	I 29	FERRERIE ACCIAIERIE SARDE	Sito industriale	Elmas	CA	€	n.d.	€ n.d.	
43]	I 30	APSA	Sito industriale	Alghero	SS	€	n.d.	€ n.d.	

Tabella 7-8: Risorse finanziarie previste per gli interventi sui siti industriali, distinti per “Interventi di messa in sicurezza di emergenza” ed “Interventi di Bonifica e/o messa in sicurezza permanente”

7.2.2 Discariche dismesse di rifiuti urbani

Come si evince dal quadro riassuntivo sopra riportato il maggiore impegno finanziario è stato sostenuto proprio dalla Regione nel risanamento delle discariche dismesse di rifiuti urbani con un importo di circa 18.600.000 €. Negli ultimi anni inoltre sono stati destinati all'effettuazione dei piani di caratterizzazione di queste tipologie di discariche notevoli risorse del fondo per interventi ambientali istituito ai termini della L.R. n° 37 per un importo pari a 836.207,86 €. Sulla base degli approfondimenti fin qui compiuti si è proceduto a valutare le risorse ancora necessarie applicando la metodologia di seguito indicata.

Per la definizione dei costi di intervento sulle discariche dismesse di rifiuti urbani si è operata una distinzione tra due classi:

- A. Discariche classificate in prima "priorità" ed in priorità di "medio termine" aventi volumetria superiore a 50.000 m³
- B. Discariche classificate in priorità di "medio termine" e di "lungo termine" aventi volumetria inferiore ai 50.000 m³.

Nella determinazione dei costi necessari per il ripristino e il risanamento ambientale di dette discariche si sono previsti interventi di messa in sicurezza permanente, così come riportati nella Tabella 7-9 e nella Tabella 7-10.

DESCRIZIONE INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE			
A)	Studio geotecnico atto ad accertare lo stato dell'arte delle condizioni di sicurezza volte a garantire una tenuta delle eventuali scarpate del cumulo dei rifiuti, con il rispetto dell'angolo di scarpa in conformità alla normativa vigente in materia		
B)	Rimodellamento morfologico tramite sbancamenti all'interno del corpo della discarica con movimentazione di terreno costituito da vecchi rifiuti e terreno di ricopertura in materiali di qualsiasi natura, per spianare, livellare, formare e regolarizzare scarpate e realizzare piste e/o gradonature intermedie al fine di perseguire nel contempo due obiettivi: <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> rimodellare il fronte scarpate in modo tale da garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza; <input checked="" type="checkbox"/> realizzare il piano idoneo per una corretta stesura dell'argilla (strato impermeabile) 		
C)	Interventi di impermeabilizzazione nella sommità e nelle scarpate: Fornitura e posa in opera di strato di argilla di spessore non inferiore a m 0.5 avente permeabilità non superiore a 10 ⁻⁶ , compresa la stesa di strati orizzontali successivi, il modellamento e la compattazione meccanica anche nei tratti in pendio ed ogni altro onere. La scelta dell'argilla, come materiale impermeabile in luogo di altri materiali artificiali scaturisce dalle evidenze sperimentali che mostrano una maggiore garanzia offerta dai materiali naturali, previa messa in opera di sufficiente spessore e ottima posa.		
D)	Ripristino ambientale con rinaturazione del sito: particolare attenzione deve essere posta nella scelta delle essenze e nello studio agronomico in genere al fine di garantire un corretto inserimento paesaggistico dell'opera nell'ambiente circostante. Come indicazione sono comprese le seguenti lavorazioni: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">D₁)</td> <td>Fornitura e posa in opera nella parte sommitale e nelle scarpate di terra, per uno spessore minimo di 0.50 m da coltivo di caratteristiche medio/buone, proveniente da strato colturale agrario, priva di radici e di erbe infestanti, priva di ciottoli. Lavorazione comprendente lo stendimento meccanico sulla parte pianeggiante e su quelle più elevate dei pendii</td> </tr> </table>	D₁)	Fornitura e posa in opera nella parte sommitale e nelle scarpate di terra, per uno spessore minimo di 0.50 m da coltivo di caratteristiche medio/buone, proveniente da strato colturale agrario, priva di radici e di erbe infestanti, priva di ciottoli. Lavorazione comprendente lo stendimento meccanico sulla parte pianeggiante e su quelle più elevate dei pendii
D₁)	Fornitura e posa in opera nella parte sommitale e nelle scarpate di terra, per uno spessore minimo di 0.50 m da coltivo di caratteristiche medio/buone, proveniente da strato colturale agrario, priva di radici e di erbe infestanti, priva di ciottoli. Lavorazione comprendente lo stendimento meccanico sulla parte pianeggiante e su quelle più elevate dei pendii		

DESCRIZIONE INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE	
D₂)	Concimazione straordinaria con letame maturo, tale da garantire il corretto sviluppo delle specie arboree e arbustive impiantate, in ragione di quanto indicato nello studio agronomico di dettaglio obbligatoriamente allegato alla progettazione. Lavorazione comprensiva della fornitura del letame, del suo spandimento, dell'interramento con aratura superficiale. Lavorazione da eseguirsi prima dell'impianto delle essenze e relativa a tutte le superfici di cui al precedente punto D ₁
D₃)	Formazione di prato da miscuglio misto, di natura estensiva sui tratti in pendio, comprensivo della fornitura, della distribuzione del seme e colante con la tecnica dell'idrosemina e della precedente distribuzione di concime minerale. Il tutto distribuito in più soluzioni con speciale macchina irroratrice a forte pressione, compresa anche l'eventuale ripetizione dell'operazione ai fini del massimo inerbimento della superficie. Lavorazione comprensiva degli oneri agronomici e di tutti gli altri oneri necessari al fine di ottenere la perfetta levata dei prati ed il raggiungimento dello stato idoneo dei sistemi di consolidamento entro quaranta giorni dalla semina e fino all'innaffiamento necessario dell'ultima essenza arborea ed arbustiva messa a dimora
D₄)	Fornitura e posa in opera di postime forestale. Arbusti ed alberi, di origine autoctona e secondo le indicazioni dello studio agronomico allegato alla progettazione. Compresa la formazione della buca idonea e la gestione agronomica e quanto altro occorra per il corretto attecchimento delle piante.
D₅)	Gestione agronomica semestrale degli alberi, arbusti e prati messi a dimora.
E)	Intercettamento delle acque meteoriche: realizzazione di una rete idonea di canali da guardia per dell'intercettamento delle acque meteoriche ricadenti sul sito di discarica al fine di limitare il rischio di ristagno idrico nella parte sommitale e aumentare, quindi, l'efficacia delle opere di capping. Compreso la realizzazione dei tratti di condotta per congiungere il sistema di raccolta con il recapito finale più idoneo.
F)	Ripristino e/o realizzazione della recinzione e dell'accesso al sito: è necessario verificare lo stato della recinzione e dell'apertura di accesso al sito e qualora necessario ripristinare e/o realizzare ex novo una recinzione e/o un cancello di ingresso idonei a garantire la non accessibilità del sito, se non che per le persone autorizzate.
IMPORTO LAVORI	
A+B+C+D+E+F	

Tabella 7-9: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Interventi di base per l'attuazione della "Messa in sicurezza permanente"

L'importo lavori è stato determinato applicando per ciascuna lavorazione della Tabella 7-9 il costo unitario medio, così come ricavato dall'analisi dei lavori già realizzati nel settore specifico delle bonifiche delle discariche di urbani, alle quantità individuate in funzione degli unici riferimenti disponibili per tutte le discariche: volume, superficie e spessore dei rifiuti.

Per quanto riguarda i piani di caratterizzazione in relazione alle caratteristiche delle discariche si è assunto di procedere alla predisposizione solo per le discariche ricadenti nella classe A. Per la definizione dei costi si è tenuto conto delle indicazioni e parametri riportati nella tabella 7.2

DESCRIZIONE LAVORI DI CARATTERIZZAZIONE	
A)	Realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo nel corpo dei rifiuti , estesi per tutto lo spessore dei rifiuti ed oltre (circa 3 m), al fine di accertare la qualità del materiale abbancato e la qualità del substrato sul quale poggia la discarica. Si è ipotizzato di effettuare almeno n°5 sondaggi ogni ettaro di terreno in teressato dall'abbancamento dei rifiuti.
B)	Realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo al fine di individuare l'eventuale falda sottostante il sito di discarica. La profondità di tali sondaggi dipende dalla distanza della falda dal piano di campagna, fattore non valutabile in questa sede per ogni singolo sito. Si è pertanto ipotizzata una distanza media di 10 m, che potesse compensare distanze superiori o minori, nel calcolo dei costi necessari.
C)	Analisi chimiche – Si è ipotizzato di indagare mediamente n° 15 parametri su campioni prelevati ogni 1.5 m per tutti i sondaggi eseguiti ai punti A) e B)

DESCRIZIONE LAVORI DI CARATTERIZZAZIONE	
D)	Installazione piezometri – da installare scegliendo in modo idoneo (in funzione del monte e valle della direzione di falda) tra i sondaggi realizzati ai punti A) e B) - Si è ipotizzato di installare n° 2 piezometri per ettaro di terreno interessato dall'abbancamento dei rifiuti
E)	Costi per la redazione – calcolati <i>uno a tantum</i> per ogni piano di caratterizzazione
TOTALE	
A+B+C+D+E	

Tabella 7-10: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Interventi di base per la redazione del piano di caratterizzazione con annessa realizzazione del piano di investigazione.

Il costo della caratterizzazione è stato determinato applicando per ciascuna voce della Tabella 7-10 il costo unitario medio ricavato dall'analisi dei lavori già realizzati nel settore specifico delle bonifiche delle discariche di urbani, alle quantità individuate con i criteri espressi sempre nella Tabella 7-10 in funzione degli unici riferimenti disponibili per tutte le discariche: volume, superficie e spessore dei rifiuti. Si intende che nel complesso il piano di caratterizzazione deve essere redatto così come indicato nel precedente paragrafo 5.5., e riportato in sintesi nella Tabella 7-10.

Come già indicato per i siti della classe B si è ipotizzato di non realizzare una caratterizzazione come indicata nel D.M.Ambiente 471/99, ma di prevedere come di seguito indicato, unicamente interventi di ripristino ambientale tesi a rimuovere eventuali pericoli di frana e a garantire il recupero paesaggistico, secondo le indicazioni fornite nella Tabella 7-11 e di procedere ad una verifica della qualità delle acque superficiali e sotterranee soprattutto presenti nell'ambito della discarica. Tale indagine deve essere considerata propedeutica dell'attività progettuale .

DESCRIZIONE INTERVENTO DI RIPRISTINO AMBIENTALE	
A)	Studio geotecnico atto ad accertare lo stato dell'arte delle condizioni di sicurezza volte a garantire una tenuta delle eventuali scarpate del cumulo dei rifiuti, con il rispetto dell'angolo di scarpa in conformità alla normativa vigente in materia
B)	Rimodellamento morfologico tramite sbancamenti all'interno del corpo della discarica con movimentazione di terreno costituito da vecchi rifiuti e terreno di ricopertura e materiali di qualsiasi natura, per spianare, livellare, formare e regolarizzare scarpate e realizzare piste e/o gradonature intermedie al fine di perseguire nel contempo due obiettivi: <input checked="" type="checkbox"/> rimodellare il fronte scarpate in modo tale da garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza; <input checked="" type="checkbox"/> realizzare il piano idoneo per una corretta stesura dell'argilla (strato impermeabile)
C)	Interventi di impermeabilizzazione nella sommità e nelle scarpate: Fornitura e posa in opera di strato di argilla di spessore non inferiore a m 0.3 avente permeabilità non superiore a 10^{-6} , compresa la stesa di strati orizzontali successivi, il modellamento e la compattazione meccanica anche nei tratti in pendio ed ogni altro onere. La scelta dell'argilla, come materiale impermeabile in luogo di altri materiali artificiali scaturisce dalle evidenze sperimentali che mostrano una maggiore garanzia offerta dai materiali naturali, previa messa in opera di sufficiente spessore e ottima posa.
D)	Ripristino ambientale con rinaturazione del sito: particolare attenzione deve essere posta nella scelta delle essenze e nello studio agronomico in genere al fine di garantire un corretto inserimento paesaggistico dell'opera nell'ambiente circostante. Come indicazione sono comprese le seguenti lavorazioni.

DESCRIZIONE INTERVENTO DI RIPRISTINO AMBIENTALE	
D₁)	Fornitura e posa in opera nella parte sommitale e nelle scarpate di terra, per uno spessore minimo di 0.50 m da coltivo di caratteristiche medio/buone, proveniente da strato colturale agrario, priva di radici e di erbe infestanti, priva di ciottoli. Lavorazione comprendente lo stendimento meccanico sulla parte pianeggiante e su quelle più elevate dei pendii, stesa manuale sul resto dei pendii.
D₂)	Concimazione straordinaria con letame maturo, tale da garantire il corretto sviluppo delle specie arboree e arbustive impiantate, in ragione di quanto indicato nello studio agronomico di dettaglio obbligatoriamente allegato alla progettazione. Lavorazione comprensiva della fornitura del letame, del suo spandimento, dell'interramento con aratura superficiale. Lavorazione da eseguirsi prima dell'impianto delle essenze e relativa a tutte le superfici di cui al precedente punto D ₁ .
D₃)	Formazione di prato da miscuglio misto, di natura estensiva sui tratti in pendio, comprensivo della fornitura, della distribuzione del seme e colante con la tecnica dell'idrosemina e della precedente distribuzione di concime minerale. Il tutto distribuito in più soluzioni con speciale macchina irroratrice a forte pressione, compresa anche l'eventuale ripetizione dell'operazione ai fini del massimo inerbimento della superficie. Lavorazione comprensiva degli oneri agronomici e di tutti gli altri oneri necessari al fine di ottenere la perfetta levata dei prati ed il raggiungimento dello stato idoneo dei sistemi di consolidamento entro quaranta giorni dalla semina e fino all'innaffiamento necessario dell'ultima essenza arborea ed arbustiva messa a dimora.
D₄)	Fornitura e posa in opera di postime forestale. Arbusti ed alberi, di origine autoctona e secondo le indicazioni dello studio agronomico allegato alla progettazione. Compresa la formazione della buca idonea e la gestione agronomica e quanto altro occorra per il corretto attecchimento delle piante.
D₅)	Gestione agronomica semestrale degli alberi, arbusti e prati messi a dimora.
E)	Intercettamento delle acque meteoriche: realizzazione di una rete idonea di canali da guardia per dell'intercettamento delle acque meteoriche ricadenti sul sito di scarica al fine di limitare il rischio di ristagno idrico nella parte sommitale e aumentare, quindi, l'efficacia delle opere di capping. Compreso la realizzazione dei tratti di condotta per congiungere il sistema di raccolta con il recapito finale più idoneo.
F)	Ripristino e/o realizzazione della recinzione e dell'accesso al sito: è necessario verificare lo stato della recinzione e dell'apertura di accesso al sito e qualora necessario ripristinare e/o realizzare ex novo una recinzione e/o un cancello di ingresso idonei a garantire la non accessibilità del sito, se non che per le persone autorizzate.
IMPORTO LAVORI	
A+B+C+D+E+F	

Tabella 7-11: Discariche dismesse di rifiuti urbani - Interventi di base per l'attuazione della "Ripristino ambientale"

Nel complesso i costi individuati nella tabella dell'allegato 7 derivano dall'importo delle lavorazioni sopra riportate con l'aggiunta delle voci indicate nella successiva Tabella 7-12.

COSTO COMPLESSIVO DELL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE	
1)	IMPORTO LAVORI: di cui alla Tabella 7-9 o Tabella 7-11
2)	COSTI DELLA SICUREZZA: calcolato in ragione del 1,5% di 1)
3)	IVA: calcolato in ragione del 20% di [1)+2])
TOTALE OPERE DI "MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE" o "RIPRISTINO AMBIENTALE" 1+2+3	

Tabella 7-12: Discariche dismesse di rifiuti urbani – Calcolo del costo complessivo delle opere di "Messa in sicurezza permanente"

Si tenga presente che le lavorazioni previste nel primo e nel secondo caso non hanno tenuto conto dell'eventuale presenza di biogas e/o di percolato all'interno della discarica, stante la prima valutazione fatta sulle tipologie delle discariche presenti nel territorio regionale. Infatti da quanto

fino ad ora affrontato nelle esperienze di bonifica realizzate, confrontato con quanto censito negli elenchi del presente piano, emerge che la maggiore parte delle discariche in argomento non presentano i suddetti fenomeni (biogas, percolato).

È noto, infatti, che i frequenti fenomeni di autocombustione e combustione volontaria che nei tempi pregressi hanno caratterizzato la gestione delle vecchie discariche, unitamente alla ridotta volumetria dovuta all'eseguita dei bacini di utenza delle discariche "monocomunali", non creano le condizioni per la formazione né di biogas, né di percolato.

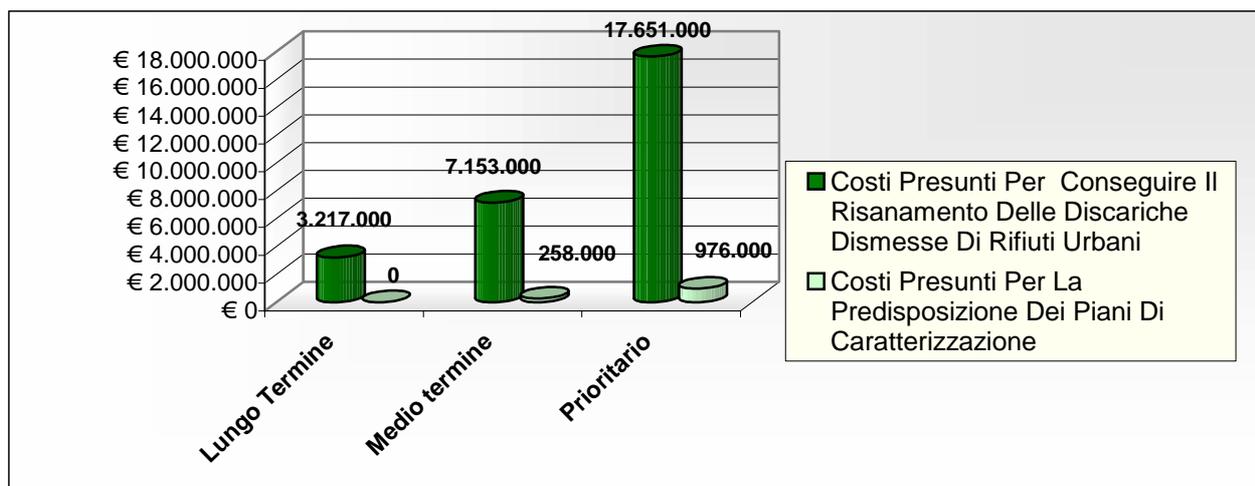


Figura 7-4: Grafico delle risorse finanziarie presunte per la realizzazione delle caratterizzazioni e degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale nelle discariche dismesse di rifiuti urbani

Pertanto l'esistenza dei suddetti fenomeni può essere ricondotta alle condizioni proprie solo delle discariche aventi grandi volumetrie, a servizio di bacini di utenza molto ampi. In questi casi specifici sarà condotta una caratterizzazione più di dettaglio, che fornirà le precise indicazioni sulle opere da realizzare per fare fronte a tali problematiche.

Di seguito viene riportata la tabella di sintesi delle risorse ancora necessarie per conseguire il risanamento e la bonifica delle discariche di rifiuti urbani dismesse, fermo restando che il dettaglio dei costi per ogni singolo comune viene riportato nell'allegato 7.

	COSTI PRESUNTI PER CONSEGUIRE IL RISANAMENTO DELLE DISCARICHE DISMESSE DI RIFIUTI URBANI EURO	COSTI PRESUNTI PER LA PREDISPOSIZIONE DEI PIANI DI CARATTERIZZAZIONE EURO
Lungo Termine	3.217.000	0
Medio termine	7.153.000	258.000
Prioritario	17.651.000	976.000
TOTALI	28.021.000	1.234.000

Tabella 7-13: Risorse finanziarie presunte presunte per la realizzazione delle caratterizzazioni e degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale nelle discariche dismesse di rifiuti urbani

7.2.3 Siti minerari

Nel calcolo dei costi necessari per intraprendere azioni di bonifica e ripristino ambientale nelle aree minerarie dismesse, così come censite nel presente Piano di Bonifica non si può fare a meno che riprendere la distinzione già fatta nel precedente paragrafo.

Si distinguono, infatti, i siti che hanno trovato ampia analisi e descrizione nel più volte citato “Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dimesse del Sulcis Iglesiente Guspinese”, da quelli che, se pur censiti nel precedente paragrafo 4.7, rimangono esclusi dal suddetto Piano per il disinquinamento.

7.2.3.1 Interventi sui siti del Sulcis Iglesiente Guspinese

Con specifico riferimento ai siti indicati nella Tabella 6-23 si riporta nell’allegato 8 l’indicazione in forma tabellare ([Tabella Allegato 8-1](#)) delle risorse necessarie per attuare gli interventi finalizzati al recupero ambientale delle macro aree individuate in detto ambito territoriale. I costi ivi contenuti derivano dal “Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dimesse del Sulcis Iglesiente Guspinese”, ma sono stati rivalutati del 35% per tenere conto dell’adeguamento dei piani al D.M. 471/99.

Viste le problematiche ambientali che gravano sui siti minerari, evidenziate nel paragrafo 4.7, sono stati stabiliti obiettivi di risanamento per tali territori come di seguito elencati:

- eliminare in modo progressivo i principali fenomeni di inquinamento in atto;

- bonificare e/o mettere in sicurezza permanente il territorio, riconferendogli parametri di qualità entro i limiti di norma;

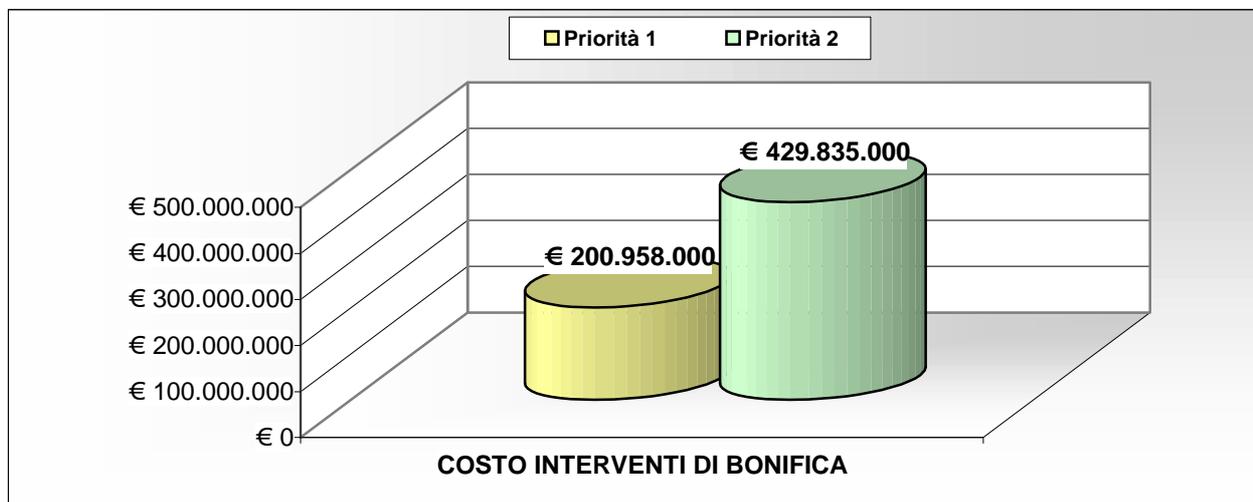


Figura 7-5: Grafico delle risorse economiche presunte per la realizzazione degli interventi di bonifica e/o risanamento ambientale nelle aree ricomprese nel *“Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese”*

- valorizzare il territorio e promuovere nuove attività di sviluppo.

L'intento è quello di arrivare ad un progressivo miglioramento della qualità dell'ambiente sia attraverso il graduale recupero degli standards di qualità delle sue componenti che attraverso la realizzazione di interventi di stabilizzazione rivolti alla tutela della pubblica incolumità e a rendere pienamente fruibili le aree interessate da tutto il complesso delle attività minerarie.

Sulla base delle problematiche evidenziate ed in funzione degli obiettivi di risanamento su indicati si sono definiti gli interventi di risanamento e valorizzazione delle aree minerarie.

Questi sono rivolti prevalentemente alla neutralizzazione delle fonti di inquinamento (Centri di pericolo CDP) con il fine di interrompere nell'immediato i fenomeni di diffusione e dispersione degli inquinanti attraverso sia interventi di messa in sicurezza d'emergenza che trattamento delle acque di drenaggio e la bonifica e/o messa in sicurezza permanente dei terreni contaminati.

Grado di priorità	COSTO INTERVENTI DI BONIFICA
1	€ 200.958.000
2	€ 429.835.000
TOTALE	€ 630.793.000

Tabella 7-14: Siti Minerari Dismessi – Risorse economiche presunte per la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente per le aree ricomprese nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dimesse del Sulcis Iglesiente Guspinese

7.2.3.2 Interventi su tutti gli altri siti minerari

Fanno parte di questo paragrafo i siti delle “Aree minerarie ricadenti nell’ambito dei Comuni ricompresi nell’area ad elevato rischio di crisi ambientale” e tutti quelli esterni al Sulcis Iglesiente Guspinese

Per questi siti si è valutato il fabbisogno delle risorse economiche necessarie per fare la caratterizzazione e realizzare gli interventi di bonifica, partendo da studi precedentemente fatti.

Per quanto attiene ai costi di caratterizzazione si è preso spunto da un precedente studio realizzato qualche anno fa, nel quale venivano indicati i costi necessari per una caratterizzazione geoambientale. Questi costi sono stati rivalutati del 35% per tenere conto dell’adeguamento dei piani al D.M. 471/99.

Per l’individuazione delle risorse economiche presunte per gli interventi di bonifica si è tenuto conto di quanto indicato nel *Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dimesse del Sulcis Iglesiente Guspinese* in merito ai costi di bonifica per unità di superficie e per unità di volume dei soli lavori minerari. Anche questi costi unitari sono stati rivalutati del 35 % per lo stesso motivo di cui sopra.

DESCRIZIONE	U.M.	COSTI PER UNITA' DI MISURA
Costo Per Unità Di Superficie Direttamente Interessata Da Lavori Minerari	€/m ²	42,82
Costo Per Unita' Di Volume Di Lavori Minerari	€/m ³	6,20

Tabella 7-15: Siti Minerari Dismessi – Costi di bonifica per unità di superficie e di volume dei lavori minerari

I costi per unità di misura sopra riportati sono stati applicati alle quantità, rispettivamente superficie e volume, per ciascun sito minerario. I risultati si trovano in sintesi nella successiva tabella, mentre trovano ampio dettagli nell’allegato 8 in Tabella Allegato 8-2.

Grado di priorità	COSTO CARATTERIZZAZIONE	COSTO INTERVENTI DI BONIFICA
1	€ 5.370.600	€ 83.219.400
2	€ 1.1934.200	€ 4.381.700
TOTALE	€ 6.564.800	€ 87.601.100
SOMMANO	€ 94.165.900	

Tabella 7-16: Siti Minerari Dismessi – Risorse economiche presunte per la caratterizzazione e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente per le aree non ricomprese nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese

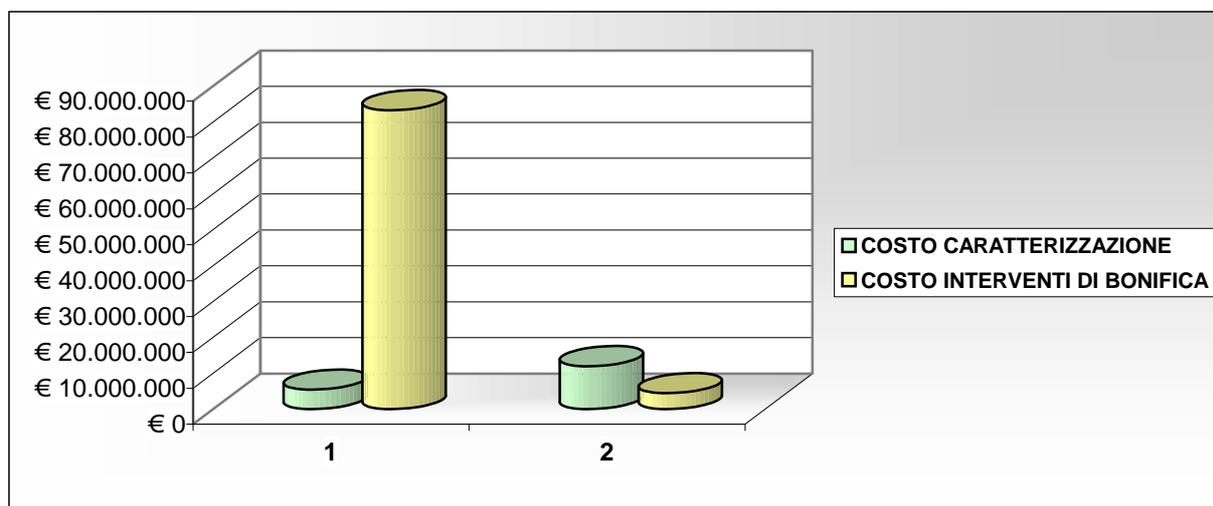


Figura 7-6: Grafico delle risorse economiche presunte per la caratterizzazione e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente per le aree non ricomprese nel Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese

I costi così presunti tengono conto degli interventi sui centri di pericolo con il solo riferimento alla presenza di discariche minerarie. Non è stato possibile con le conoscenze a disposizione valutare i costi relativi alla completa bonifica dei compendi minerari. Questi verranno dedotti dopo la realizzazione delle indagini geoambientali sui singoli siti.

7.2.3.3 Conclusioni

Riassumendo quanto detto nei precedenti paragrafi in merito alle risorse finanziarie presunte per gli interventi di bonifica nelle aree minerarie dismesse, come censite nel paragrafo 4.7, si propone il grafico e la tabella che segue come sintesi dei costi, divisi tra priorità 1 e 2.

Per le priorità 1 si prevede occorrano il 40 % delle risorse complessivamente necessarie. Il 60 % invece, si prevede di impiegarlo per gli interventi ricadenti in priorità 2. Per interpretare il fatto si consideri che per le aree analizzate nel *Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese* si sono considerati in priorità 2 tutti gli interventi cosiddetti di completamento, riguardanti il ripristino globale di macro aree. Tali interventi, interessando aree molto vaste, sono stati quotati in maniera proporzionale all'ampiezza dei territori interessati. Questa considerazione emerge dall'analisi sia della Tabella Allegato 8-1 che dalla sintesi della Tabella 7-14

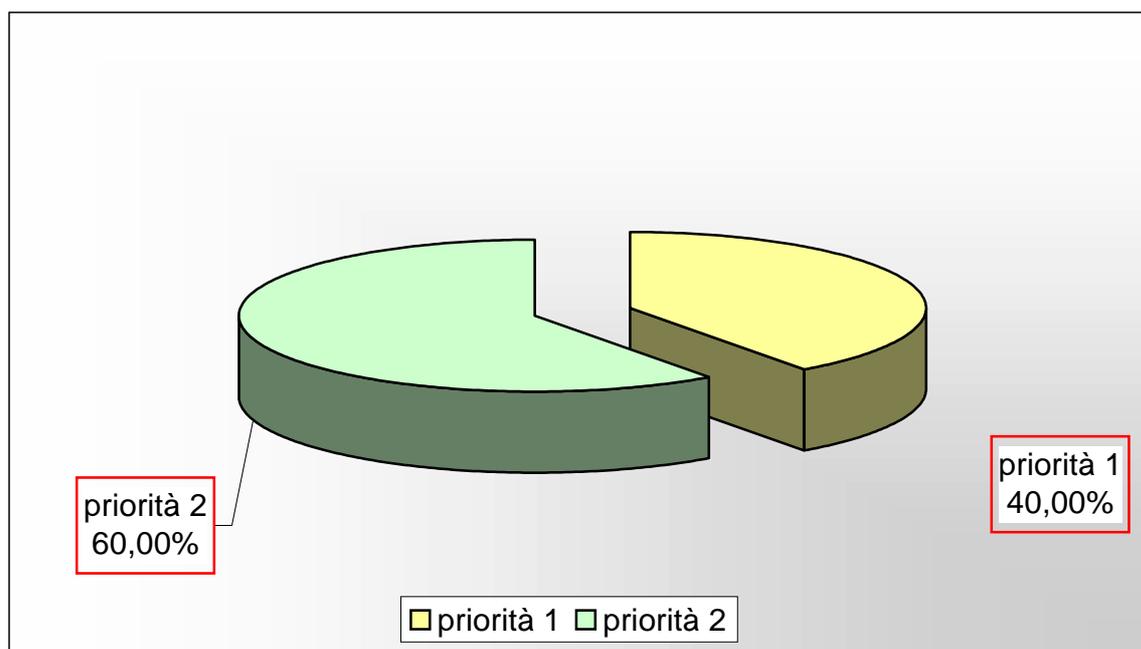


Figura 7-7: Grafico delle risorse economiche presunte per la predisposizione delle caratterizzazioni e/o la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente.

Pertanto si evince che il contributo ai costi necessari per il ripristino dei compendi minerari inseriti in priorità 2 viene maggiormente dalle aree censite nel *Piano per il disinquinamento e la riabilitazione ambientale delle aree minerarie dismesse del Sulcis Iglesiente Guspinese*. Per le altre aree infatti non è stato possibile valutare tutti gli interventi di ripristino globale delle aree, per la cui definizione si rimandata all'esecuzione delle caratterizzazioni.

Grado di priorità	COSTO CARATTERIZZAZIONE E/O INTERVENTI DI BONIFICA
1	€ 290.245.000
2	€ 435.410.900
TOTALE	€ 725.655.900

Tabella 7-17: Siti Minerari Dismessi – Risorse economiche stimate per la caratterizzazione e la realizzazione degli interventi di bonifica e/o messa in sicurezza permanente.

8. LINEE DI AZIONE PER L'ATTUAZIONE DEGLI INTERVENTI DI RISANAMENTO E BONIFICA.

8.1 Sintesi dei siti inquinati e potenzialmente inquinati censiti

Sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti emerge il seguente quadro di sintesi dei siti classificabili come inquinati o potenzialmente inquinati distinti per Provincia e per classi omogenee. Per quanto riguarda le attività industriali sono stati considerati come inquinati tutti i siti per i quali vi è un procedimento in corso, mentre i restanti come potenzialmente inquinati. Per le discariche dismesse di rifiuti urbani e per i siti minerari dismessi si è convenzionalmente assunto di attestare come inquinati i siti in priorità 1 e i restanti come potenzialmente inquinati.

CLASSE DI SITO	PROVINCIA DI CAGLIARI		PROVINCIA DI SASSARI		PROVINCIA DI ORISTANO		PROVINCIA DI NUORO		TOTALI	
	INQUINATI	POTENZIALMENTE INQUINATI	INQUINATI	POTENZIALMENTE INQUINATI	INQUINATI	POTENZIALMENTE INQUINATI	INQUINATI	POTENZIALMENTE INQUINATI	INQUINATI	POTENZIALMENTE INQUINATI
Attività industriali	26	20	11	17	4	2	2	3	43	42
Discariche dismesse di rifiuti urbani	30	81	13	81	4	82	12	101	59	345
Stoccaggio idrocarburi	39		34		4		6		83	0
Contaminati da amianto			1		2	3			3	3
Attività minerarie dismesse	63	81	5				5	15	73	96
Totali	158	182	64	98	14	87	25	119	261	486

Tabella 8-1: Quadro di sintesi sulla distribuzione quantitativa dei siti inquinati e potenzialmente inquinati presenti nel territorio regionale

8.2 Linee di azione operative per il conseguimento degli obiettivi

In questo capitolo si vogliono indicare nel dettaglio le modalità di attuazione degli obiettivi già individuati al capitolo 3. Nello specifico per il raggiungimento degli obiettivi la Regione si impegna ad attuare le seguenti linee di azione:

- 1] Conseguimento dell'omogeneizzazione dei criteri tecnici relativi alle indagini, alla definizione degli obiettivi progettuali e alle modalità d'intervento attraverso l'adozione, per l'approccio alla bonifica delle aree minerarie dismesse, delle *“Linee Guida Per la redazione dei progetti e la realizzazione di interventi di bonifica e risanamento ambientale delle aree minerarie dismesse”* e l'adozione per il risanamento delle aree compromesse da attività produttive legate alle produzioni chimiche e petrolchimiche delle *“Linee guida operative per la redazione, esecuzione e gestione dei Piani di Caratterizzazione D.M. 471/99”* redatte nell'ambito del Protocollo per gli interventi di risanamento dei siti di EniChem S.p.A. e POLIMERI EUROPA S.r.l. in Regione Sardegna; tali linee guida sono riportate integralmente negli allegati 2 e 3;
- 2] procedere in tempi ristretti, attraverso l'utilizzo delle risorse del POR Sardegna 2000-2006 della misura 1.7 ad attivare nelle principali aree industriali, per le principali discariche di RSU dismesse, nonché nelle aree minerarie più significative, un'indagine preliminare volta ad attività di monitoraggio nelle aree pubbliche per la definizione dello stato delle componenti ambientali acqua e suolo, al fine di conseguire un'efficace azione di controllo nel tempo dei territori bonificati e, individuare, se necessario, ulteriori interventi di risanamento;
- 3] procedere a far realizzare gli interventi di bonifica da parte dei soggetti obbligati ai termini dell'art.9 del DM 471/99 secondo la tempistica individuata al capitolo 6;
- 4] attivare in via prioritaria di concerto con il Ministero dell'Ambiente gli interventi di bonifica da attuarsi nei siti di interesse nazionale (Sulcis-Iglesiente-Guspinese) e area industriale di Portotorres;
- 5] attivare tutte le iniziative necessarie perché gli interventi di bonifica da condursi da parte dei soggetti obbligati vengano portati a termine entro un termine massimo di cinque anni dalla data di approvazione del presente piano nel rispetto del principio *“chi inquina paga”*;
- 6] procedere all'istituzione, attraverso l'emanazione di apposita norma, di un fondo di rotazione ai sensi dell'art 17 comma 9 del D.Lgs n. 22/1997 per gli interventi di bonifica e di messa in sicurezza di siti inquinati per i quali i Comuni, competenti per territorio, o la Regione debbano intervenire in via sostitutiva, ferma e impregiudicata ogni iniziativa tesa all'individuazione e comunque al recupero delle spese sostenute secondo le procedure previste dalle leggi vigenti;
- 7] adottare le procedure semplificate per gli interventi di bonifica come previsto dall'art.13 del D. Lgs n° 22/97 secondo gli indirizzi di seguito riportati;
- 8] attivare e rendere operativa entro sei mesi l'Anagrafe dei siti inquinati secondo le specifiche CTN ARPA suolo e siti contaminati;

- 9] procedere in linea generale per il risanamento delle discariche di rifiuti urbani dismesse di volumetria inferiore a 50.000 mc e ricadenti nell'ambito della priorità a medio e lungo termine secondo le linee di indirizzo previste nel capitolo 6, salvo superamento dei valori previsti dalla tabella 2 dell'Allegato 1 del Dm n° 471/99;
- 10] privilegiare, così come previsto dal Dm n° 471/99, tecniche di bonifica tendenti a trattare e riutilizzare il suolo nel sito, trattamento in-situ ed on-site del suolo contaminato, con conseguente riduzione dei rischi derivanti dal trasporto e messa a discarica di terreno inquinato;
- 11] impegnarsi a individuare poste di spesa anche a valere su finanziamenti settoriali destinati alla tutela del suolo e alla valorizzazione di aree naturali protette in considerazione delle modeste risorse disponibili sui capitoli regionali specifici da destinare alla bonifica e al risanamento dei siti inquinati e sulle disponibilità nazionali;
- 12] utilizzare le risorse del fondo ambientale di cui alla L.R n° 37/98 per la predisposizione dei piani di caratterizzazione e degli interventi di bonifica dei siti dismessi di rifiuti urbani secondo le priorità del presente piano;
- 13] segnalare all'Assessorato del Lavoro nell'ambito della Misura 1.8 del Por Sardegna l'esigenza di corsi di formazione finalizzati alla formazione ed aggiornamento per la qualificazione dei tecnici degli enti Pubblici e delle imprese di servizi per un corretto approccio delle tematiche relative alla bonifica dei siti inquinati;
- 14] promuovere l'utilizzo per le operazioni di risanamento ambientale e recupero paesaggistico la frazione organica stabilizzata e il compost di qualità derivante dagli impianti di trattamento dei rifiuti.

8.3 Procedure semplificate per gli interventi di bonifica e ripristino ambientale di cui all'articolo 13 del D.M. 471/1999 e interventi di risanamento e ricostituzione ambientale non ricadenti nell'ambito di applicazione del Dm 471/99

Le procedure di cui all'art.13 del D.M. 471/1999 possono essere attivate, in prima analisi in linea generale per gli interventi di bonifica riguardanti:

- terreni contaminati a seguito di perdite da serbatoi interrati per lo stoccaggio di oli minerali e idrocarburi;
- sversamenti accidentali di sostanze inquinanti dovuti a incidenti automobilistici o a rotture di tubazioni e serbatoi di contenimento.

Ai fini dell'individuazione dei progetti che possono usufruire delle procedure semplificate devono essere soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- A] interventi che interessano quantitativi di terreno complessivamente contaminato, inferiori 200 t. e 100 m³, e comunque nel sito non devono essere in corso o necessari altri interventi di bonifica;
- B] il progetto non deve riguardare interventi di bonifica e ripristino ambientale con misure di sicurezza di cui all'art. 5 del D.M.A. 471/99, né interventi di messa in sicurezza permanente di cui all'art. 6 del D.M. stesso;
- C] il progetto non deve rientrare fra quelli, per i quali in base alla normativa vigente necessita la procedura di VIA;
- D] il progetto non deve riguardare interventi sulle acque sotterranee e, per quanto concerne le acque superficiali, deve consistere esclusivamente in:
- posa di panne e/o materiale assorbente in grado di contenere il diffondersi della contaminazione e nella loro successiva rimozione;
 - aspirazione di liquidi sversati.
- E] l'intervento deve concludersi entro 30 giorni dalla comunicazione al Comune, fermo restando che il Comune stesso può chiedere integrazioni, prescrizioni e modalità di esecuzione dei lavori medesimi o anche impedire l'esecuzione dell'intervento;
- F] l'intervento deve riportare il suolo del sito entro i limiti previsti dal D.M.A. 471/99 per la destinazione d'uso prevista dal P.R.G.; per le zone agricole devono essere ripristinate le caratteristiche possedute dai terreni naturali non interessati dall'inquinamento.

I valori di concentrazione limite accettabile cui deve essere fatto riferimento ai fini della bonifica con procedure semplificate, fatto salvo quanto indicato al comma 2 dell'art.4 del D.M.471/99, sono precisamente:

- Suolo e sottosuolo
- Il riferimento per i siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale e per i siti a destinazione d'uso commerciale ed industriale è la tabella 1 dell'Allegato 1 al D.M.471/99.
- Acque sotterranee e superficiali

Per quanto riguarda le acque sotterranee deve essere fatto riferimento alla tabella "Acque sotterranee" nell'Allegato 1 al D.M.471/99. Per quanto riguarda le acque superficiali si deve tenere conto dei criteri di cui al paragrafo 2 dell'All.1 del D.M.471/99.

Nel caso in cui si intenda intervenire su più serbatoi interrati e/o sulle linee di collegamento presenti sul medesimo sito, o su più parti di terreno contaminato da uno sversamento accidentale, la soglia dei 100 m³ è da intendersi calcolata sulla somma delle volumetrie di terreno contaminato presente nell'area.

8.3.1 Procedura attuativa

Il soggetto che abbia verificato l'esistenza di contaminazione o che ritiene possa esservi rischio di inquinamento del suolo e sottosuolo causato dalla presenza di uno o più serbatoi interrati o dalle linee di collegamento ai dispositivi utilizzatori/erogatori, nonché da uno sversamento accidentale, può seguire la procedura semplificata in oggetto in luogo della procedura ex art.10 del D.M.471/99, trasmettendo comunicazione dell'avvio della procedura amministrativa di cui all'art.13 a Comune, Provincia e Regione che deve contenere le seguenti informazioni minime:

- ⇒ n° dei serbatoi interrati sui quali si intende intervenire;
- ⇒ n° delle linee di collegamento ai dispositivi utilizzatori/erogatori sui quali si intende di intervenire;
- ⇒ capacità dei serbatoi interrati oggetto degli interventi;
- ⇒ elenco delle sostanze contenute o che sono state contenute nei serbatoi interrati o/e che sono state sversate;
- ⇒ stato attuale di utilizzo dei serbatoi interrati: in utilizzo, temporaneamente inutilizzati, dismessi;
- ⇒ mc e mq di terreno interessato dallo sversamento e misure cautelative adottate nell'immediato.

Successivamente il soggetto proponente provvede all'invio del progetto esecutivo di intervento al Comune, alla Provincia ed alla Regione contestualmente alla comunicazione di cui sopra e comunque almeno 60 gg prima dell'avvio dei lavori.

Il progetto esecutivo deve contenere la descrizione delle operazioni che si intendono eseguire, le modalità di bonifica per l'eventuale terreno inquinato presente ed il cronoprogramma dei lavori.

Entro 45 gg dalla presentazione del progetto esecutivo, Comune, Provincia e Regione possono richiedere motivate integrazioni allo stesso. In tal caso il Comune, sulla base delle indicazioni

fornite dagli Enti, stabilisce i tempi per la presentazione della documentazione contenente le integrazioni ed il nuovo cronoprogramma dei lavori.

Entro 30 gg dall'esecuzione dei lavori deve essere inviata al Comune, alla Provincia, alla Regione una relazione di fine lavori.

Ad intervento attuato, la Provincia, sulla base delle risultanze delle indagini di fine lavori e rilascia la certificazione di avvenuta bonifica prevista dal comma 2 dell'art.12 del D.M. 471/99.

Se durante o a seguito delle operazioni di bonifica non risultano essere soddisfatte le condizioni per l'applicazione della procedura semplificata, deve essere seguito l'iter previsto dall'art.10 del D.M.471/99.

Lo smantellamento delle reti di monitoraggio installate per la verifica della qualità delle acque sotterranee può essere effettuato solo previo nullaosta della Provincia.

Le opere di bonifica e ripristino ambientale in oggetto, non soggette all'autorizzazione di cui all'art. 10 del D.M. 471/99, restano tuttavia subordinate al rilascio di eventuali altre autorizzazioni, concessioni, concerti, intese, nullaosta, pareri e assensi previsti dalla legislazione vigente nelle competenze degli Enti preposti.

Limitatamente alle procedure semplificate, il soggetto proponente non è tenuto a prestare le garanzie finanziarie di cui al comma 4 dell'art. 17 del D.Lgs. 22/97 e s.m.i..

8.3.2 Contenuti del Progetto Esecutivo

Nel progetto esecutivo deve essere dimostrata l'esistenza delle condizioni di applicazione delle procedure semplificate.

Il progetto esecutivo deve comprendere le informazioni in possesso in merito a: descrizione e caratteristiche del sito, cause della eventuale contaminazione, diffusione e dispersione della contaminazione, qualità delle acque sotterranee e superficiali, dettaglio di modalità, costi e tempi previsti dell'intervento.

Il progetto esecutivo si articola nelle seguenti sezioni:

- 1] Descrizione del sito corredata da documentazione cartografica in scala 1:5000 ed in scala 1:500 e/o 1:100. Deve essere indicata la destinazione d'uso del sito.
- 2] Descrizione dell'evento e/o delle cause che hanno o possono aver determinato la contaminazione, comprensiva delle azioni di messa in sicurezza attuate e/o ancora in atto. Deve essere riportato l'esito delle eventuali prove di tenuta effettuate sui serbatoi interrati.

- 3] Descrizione dei dati riferiti alla geologia ed all'idrogeologia locali: la descrizione deve contenere le informazioni relative alle caratteristiche del suolo e del sottosuolo del sito, soggiacenza e direzione di deflusso delle acque sotterranee e ad essa devono essere allegati almeno una carta piezometrica ed una carta dei possibili bersagli della contaminazione (pozzi ad uso irriguo/potabile, corsi d'acqua, etc.).
- 4] Elaborazione delle eventuali indagini analitiche effettuate: in questa sezione devono essere elaborati i dati provenienti dalle eventuali indagini già attuate, al fine di stimare grado ed estensione della contaminazione del sito, volume di terreno risultato contaminato, qualità delle acque sotterranee e superficiali. Devono essere allegati carte, redatte sulla base delle eventuali indagini effettuate, consistenti in sezioni e planimetrie, riportanti l'estensione stimata della contaminazione delle matrici ambientali investigate. In allegato devono essere presentati i certificati analitici delle analisi effettuate.
- 5] Definizione dell'intervento in caso di inquinamento del terreno: comprende una previsione dettagliata dei lavori da realizzare per la bonifica, gli schemi delle sezioni di scavo, la tempistica prevista.
- 6] Definizione delle indagini previste per la verifica della contaminazione del sito: comprende una descrizione, corredata di documentazione cartografica, delle indagini e delle analisi da realizzarsi a fine intervento secondo le indicazioni sopra richiamate.
- 7] Cronoprogramma dei lavori previsti.

8.3.3 Contenuti della dichiarazione finale

La relazione finale dovrà contenere almeno i seguenti elementi:

- A] dichiarazione del proponente di aver rispettato quanto previsto dal progetto trasmesso e successive integrazioni eventualmente richieste dal Comune;
- B] dichiarazione di non aver rinvenuto contaminazione delle acque di falda e/o superficiali;
- C] relazione sull'intervento attuato e sui risultati ottenuti, con allegata documentazione fotografica delle varie fasi di intervento.

Tale relazione dovrà contenere la documentazione che dimostri come, applicando le procedure di cui all'allegato 2 del D.M. 471/99, nel suolo, nel sottosuolo nelle acque superficiali e sotterranee non vi siano, al termine degli interventi attuati, superamento dei valori di concentrazione limite accettabili previste dal D.M. 471/99 o dei valori del fondo naturale (art. 4 comma 2);

D] indicazione sui quantitativi di rifiuti effettivamente smaltiti o trattati, riportando l'impianto di conferimento e le analisi relative.