

GIUNTA REGIONALE DEL LAZIO
.....

ESTRATTO DAL PROCESSO VERBALE DELLA SEDUTA DEL 26 GEN. 1999

ADDI' 26 GEN. 1999 NELLA SEDE DELLA REGIONE LAZIO, IN VIA CRISTOFORO COLOMBO, 212 SI E' RIUNITA LA GIUNTA REGIONALE, COSI' COSTITUITA:

BADALONE	Pietro	Presidente	GUASCO	Romolo	Assessore
COSENTINO	Lionello	Vice Presidente	BERMANIN	Giovanni	"
AMATI	Matteo	Assessore	LUCESANO	Pietro	"
SCHADONNA	Salvatore	"	MARRONI	Angelo	"
CIOFFARELLI	Francesco	"	MITA	Michele	"
FEDERICO	Maurizio	"	SIZZUTELLI	Vincenzo	"

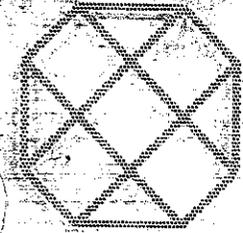
ASSISTE IL SEGRETARIO Dctt. Saverio Guccione
..... OMISSIS

ASSENTI: COSENTINO-AMATI-CIOFFARELLI-GUASCO-MARRONI

DELIBERAZIONE N° 199

OGGETTO: BONIFICA EX IMPIANTO BPS COLIEFERO





OGGETTO: Bonifica ex impianto BPD - Colleferro.

LA GIUNTA REGIONALE

SU PROPOSTA dell'Assessore all'Utilizzo, Tutela e Valorizzazione delle Risorse Ambientali;

VISTA la Legge Regionale n. 27/98;

VISTO il Decreto Legislativo n. 22/97;

VISTO il progetto esecutivo delle opere di bonifica all'interno dello stabilimento ex BPD, attuale proprietà **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** sito nel Comune di Colleferro a firma del Prof. Ing. G.M. Baruchello e dell'Ing. C. Carnieri che s'allega al presente provvedimento e del quale costituisce parte integrante;

CF Cons. d. n. 10 VISTO l'estratto del verbale del Comitato Tecnico Scientifico - Sezione Rifiuti in data 07.02.1997 dal quale s'evince che "le caratteristiche della discarica descritta nel progetto esecutivo sono tali da consentire lo stoccaggio definitivo dei materiali derivanti dalla bonifica dei siti in oggetto";

CONSIDERATO che le linee guida per i progetti di bonifica di cui alla deliberazione del Consiglio Regionale n. 96 dell'11 marzo 1996 prevedono che i progetti di cui trattasi devono essere integrati con indicazione dei fatti e delle circostanze che hanno portato al formarsi della situazione in oggetto nonché con l'indicazione del periodo e delle modalità d'uso dell'area de qua con l'elenco dei principali utilizzatori al fine del procedimento di danno ambientale;

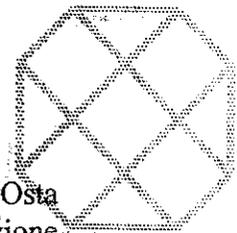
2. Secostina SRL
RITENUTO opportuno che, nell'esecuzione della Bonifica di cui al presente provvedimento, predisponga un apposito libro dei lavori (libro cantiere) nel quale annoti le diverse tipologie dei rifiuti rinvenuti con indicazione delle loro caratteristiche inquinanti ai fini della determinazione del danno ambientale;

CONSIDERATO, inoltre, che l'accertamento dei fatti di cui al capoverso precedente è stato oggetto di procedimenti penali svolti dall'Autorità Giudiziaria territorialmente competente;

10/1 VISTA la nota n. 1819 in data 16.10.1997 del Settore 70 - Ufficio 2° dell'Assessorato all'Utilizzo, Tutela e Valorizzazione delle Risorse Ambientali dell'Amministrazione Regionale nella quale si comunica alla società interessata che, qualora quest'ultima non ritenesse opportuno provvedere nel modo sopra descritto, avrebbe potuto, ai sensi della normativa vigente in materia, conferire i rifiuti pericolosi derivanti dalla bonifica di cui trattasi presso impianti autorizzati;

VISTA la nota n. 2689 in data 18 dicembre 1997 del Settore 70 - Ufficio 2° del competente Assessorato dell'Amministrazione Regionale con la quale quest'ultimo





richiedeva al Coordinamento del Corpo Forestale dello Stato ed all'Ufficio Nulla Osta ex art. 7 L. 1497/39 dell'Assessorato Urbanistica e Casa dell'Amministrazione Regionale d'esprimere i propri pareri in relazione ai vincoli idrogeologici ed ai vincoli di cui alla L. 1497/39 - art. 7;

VISTA la nota n. 156/70 in data 19.01.1998 del citato Settore 70 - Ufficio 2° dell'Amministrazione Regionale con la quale quest'ultimo precisava al menzionato Coordinamento del Corpo Forestale dello Stato che il parere richiesto mirava esclusivamente a conoscere se l'area interessata dalla citata bonifica è gravata da vincoli idrogeologici

VISTA la nota del Corpo Forestale dello Stato - Coordinamento Provinciale di Roma prot. n. 4413/98 - Pos. IV°-2-59 del 25 marzo 1998 con la quale si comunica che le aree denominate Arpa 1 e Arpa 2 ricadono in piccola parte nella XLIII^ zona degli atti di vincolo idrogeologico, mentre l'area ex cava dove è prevista la realizzazione della discarica risulta esclusa dagli atti di vincolo idrogeologico di cui al R. D. L. 3267/23 e R.D. n. 1126/26;

VISTO il parere favorevole giusta nota n. 12278/97 in data 17 marzo 1998 dell'Ufficio Autonomo Pareri Ambientali Nulla Osta ex Legge 1497/39 art. 7 dell'Amministrazione Regionale;

VISTO l'art. 17 - comma II°, del Decreto Legislativo n. 22/97 che prevede che chiunque cagiona superamento dei limiti d'accettabilità della contaminazione dei suoli è tenuto a procedere a proprie spese agli interventi di messa in sicurezza, di bonifica e di ripristino ambientale delle aree inquinate e degli impianti dai quali deriva il pericolo d'inquinamento;

VISTO, altresì, l'art. 17 - comma IV° del Decreto Legislativo n. 22/97 che prevede che il Comune approva il progetto di bonifica e ne autorizza la realizzazione;

VISTA la nota PA-sm n. 682 del 04.11.1997 della **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** con la quale la società, proprietaria dell'area di cui trattasi, manifesta l'intenzione di procedere alla bonifica di cui al presente provvedimento utilizzando la tecnica prevista nel progetto citato nelle premesse ed approvato dal Comitato Tecnico Scientifico - Sezione Rifiuti in data 07.02.1997;

VISTA la nota n. 14993/97 dell'11 novembre 1997 del Sindaco del comune di Colleferro con la quale si manifesta che l'Amministrazione Comunale non intende procedere ai sensi dell'art. 17 - comma IV° del Decreto Legislativo n. 22/97 in quanto già espletato l'esame tecnico scientifico della fattibilità del progetto **de quo** dall'Amministrazione Regionale;

VISTA l'ordinanza P.G.R.L. n. 19/98 con la quale il Presidente della Giunta Regionale approvava il progetto di bonifica dell'ex impianto BPD di Colleferro, a firma del Prof. Baruchello e dell'Ing. C. Carnieri, presentato dalla **SE.CO.SV.IM. S.r.l.**, disponendo l'esecuzione della bonifica stessa;

PRESO ATTO che il provvedimento di cui al capoverso precedente ha cessato d'avere efficacia il 6 ottobre 1998 e che la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** ha richiesto, con nota

prot. n. PA/998 del 2 ottobre 1998, una proroga di quattro mesi precisando che il tempo trascorso è stato necessario per organizzare la struttura operativa che dovrà curare l'esecuzione dei lavori di cui al presente provvedimento;

VISTA la nota del 21 ottobre 1998 della **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** con la quale si comunicava che in data 22 ottobre 1998 sarebbero state consegnate all'**EDIL DUE EMME S.r.l.** ed all'**EDILGAVI S.r.l.**, attraverso il Direttore dei Lavori incaricato Prof. G.M. Baruchello, le aree di cantiere interessate dai lavori di cui trattasi;

VISTO il parere favorevole alla reiterazione dell'ordinanza P.G.R.L. n. 19/98 espresso dal SIPA dell'Azienda USL, competente per territorio, con nota prot. n. 4382/B del 3 ottobre 1998;

CONSIDERATO che, alla stregua di quanto sopra, appare opportuno procedere, a tutela dell'igiene pubblica, dei cittadini residenti nel Comune di Colferro ed al fine di tutelare e ripristinare l'ambiente *lato sensu*, a disporre l'esecuzione della bonifica dello stabilimento ex BPD sito nel Comune di Colferro come indicato nel detto progetto a firma del Prof. Ing. G.M. Baruchello e dell'Ing. C. Carnieri;

all'unanimità

DELIBERA

d'autorizzare la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** a procedere, nel termine di mesi sei dal presente provvedimento, all'esecuzione di quanto previsto al progetto esecutivo, che s'allega al presente provvedimento e del quale costituisce sua parte integrante, delle opere di bonifica all'interno dello stabilimento ex BPD sito nel Comune di Colferro a firma del Prof. Ing. G.M. Baruchello e dell'Ing. C. Carnieri;

Il progetto di cui al capoverso precedente è composto di 6 tavole ed 1 relazione di progetto -
 è data facoltà alla **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** di conferire i rifiuti pericolosi, in alternativa a quanto previsto al capoverso precedente, derivanti dalla bonifica di cui trattasi presso impianti autorizzati;

la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** dovrà dare comunicazione del piano d'esecuzione dei lavori di cui sopra, nel rispetto del Decreto Legislativo n. 626/94, al SPISSLL dell'Azienda USL territorialmente competente prima di avviare i lavori medesimi;

la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** dovrà integrare il progetto di bonifica di cui al presente provvedimento entro 30 giorni dalla sua adozione mediante relazione del progettista, con l'indicazione dei fatti e delle circostanze che hanno portato al formarsi della situazione in oggetto nonché con l'indicazione del periodo e delle modalità d'uso dell'area de qua e con l'elenco, tra l'altro, dei principali utilizzatori al fine del procedimento di danno ambientale anche in considerazione di quanto accertato nel corso dei procedimenti penali svolti dall'Autorità Giudiziaria territorialmente competente in merito alla fattispecie di cui al presente provvedimento;

il Direttore dei lavori della Bonifica di cui al presente provvedimento dovrà predisporre un apposito libro dei lavori (libro cantiere) nel quale annoti le diverse

tipologie dei rifiuti rinvenuti con indicazione delle loro caratteristiche inquinanti ai fini della determinazione del danno ambientale;

la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** dovrà presentare, entro 90 giorni dal presente provvedimento, al competente Assessorato dell'Amministrazione Regionale un dettagliato progetto di post-chiusura delle operazioni di stoccaggio definitivo dei rifiuti o d'avvenuto smaltimento degli stessi prevedendo, anche, ove necessario misure di decontaminazione dei suoli interessati;

L'Azienda USL territorialmente competente accerterà, entro 60 giorni dal presente provvedimento, l'eventuale stato di contaminazione dei suoli interessati dalla bonifica di cui trattasi;

la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** dovrà ripetere, ove necessario ed a richiesta dell'Azienda USL territorialmente competente e dell'Amministrazione Provinciale di Roma le analisi dei rifiuti provenienti dalla bonifica di cui trattasi al fine della caratterizzazione e conseguente smaltimento;

la **SE.CO.SV.IM. S.r.l.** dovrà comunicare alla Regione Lazio, alla Provincia di Roma ed all'Azienda USL territorialmente interessata l'inizio e la fine dei lavori disposti con il presente provvedimento.

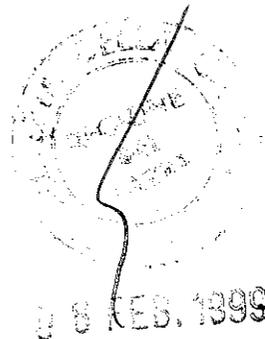
L'Azienda USL territorialmente interessata presiederà i lavori di cui al presente provvedimento e l'Amministrazione Provinciale di Roma controllerà che gli stessi avvengano nel rispetto della normativa vigente in materia;

L'Amministrazione Regionale potrà nominare, con oneri a carico della **SE.CO.SV.IM. S.r.l.**, una commissione che collaudi i lavori, disposti con il presente provvedimento, in corso d'opera ed alla fine degli stessi.

Il presente provvedimento non è soggetto a controllo ai sensi dell'art. 17 - comma 32 della Legge 15 maggio 1997 n. 127.

IL PRESIDENTE : F.to PIETRO BADALONI

IL SEGRETARIO : F.to Dott. Saverio GUCCIONE



B.P.D. Difesa e Spazio
Comune di Colleferro
(Provincia di Roma)

ALLEG. alla DEL. N. 199
DEL 26 GEN. 1999

Cur

PROGETTO ESECUTIVO
DELLE OPERE DI BONIFICA
ALL'INTERNO DELLO
STABILIMENTO B.P.D.

PROGETTAZIONE :

Prof. Ing. G.M. BARUCHELLO

Dott. Ing. C. CARNIERI

Idrogeologia :

Dott. Geol. P. BUTI



Handwritten signature

Titolo elaborato :

RELAZIONE DI
PROGETTO

Data

Maggio 1995

1° Aggiornamento

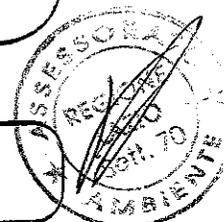
AGOSTO 1995

2° Aggiornamento

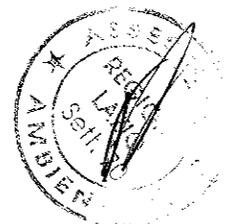
DICEMBRE 1995

N. Elaborato:

A/01

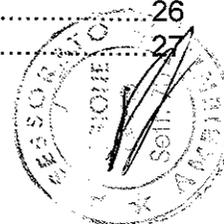


**PROGETTO ESECUTIVO DELLE
OPERE DI BONIFICA NELLO
STABILIMENTO BPD**

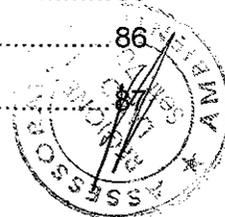


INDICE

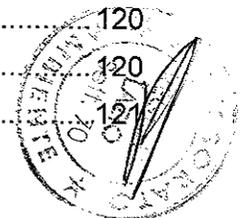
1. PREMESSA.....	1
2. IL PROGETTO ESECUTIVO DI BONIFICA.....	2
2.1. Obiettivi.....	2
3. RIFERIMENTI NORMATIVI	3
3.1. Normativa nazionale.....	3
3.2. Normativa della Regione Lazio.....	5
3.3. Norme Regionali per l'elaborazione dei progetti di bonifica	6
4. GLI INTERVENTI DI BONIFICA.....	10
5. LE BONIFICHE PER ASPORTO	13
6. LE BONIFICHE IN SITU	14
6.1. Premessa.....	14
6.2. Sistemi di isolamento superficiale	15
6.2.1. Barriere orizzontali multistrato.....	15
6.3. Sistemi di isolamento laterale.....	17
6.3.1. Barriere ad inserimento.....	17
6.3.2. Barriere ad escavazione.....	18
6.4. Sistemi di isolamento basale.....	19
7. BONIFICHE PER "RIVOLTAMENTO".....	20
8. DESCRIZIONE DELL'ATTUALE STATO DEI LUOGHI.....	21
8.1. Localizzazione delle aree di studio.....	21
8.2. Studi di carattere ambientale precedentemente eseguiti sulle tre aree e zone limitrofe.....	23
8.2.1. Premessa.....	23
8.2.2. Le indagini eseguite dalla IDROGEO e da CASTALIA per conto della Procura di Velletri nel mese di febbraio del 1990	24
8.2.3. Certificati analitici effettuati dalla FISIA s.p.a. su campioni di acqua di falda prelevati nel periodo 1990-1991 nei pozzi Sacco 1, Sacco 2, Stendaggi e Villaggio di proprietà B.P.D.	24
8.2.4. Lo studio del Prof. Romano.....	26
8.2.5. Lo studio del Prof. Liberti.....	26
8.2.6. Lo studio del dott. Cairola.....	27



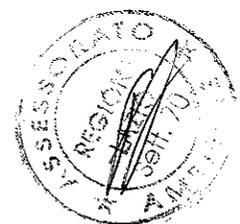
8.2.7. La perizia tecnica del Tribunale.....	28
8.2.8. Lo studio ambientale per le opere di bonifica del Prof. Baruchello.....	28
8.3. Le caratteristiche geologiche delle tre aree	32
8.4. 35	
8.4. Idrogeologia superficiale e profonda dell'area di Colleferro e delle tre aree di studio	35
8.5. Analisi chimiche effettuate fino ad oggi sulle tre aree	36
8.5.1. Premessa.....	36
8.5.2. Riferimenti normativi sui rifiuti	36
8.5.2.1. Classificazione dei rifiuti.....	36
8.5.2.2. Modalità per lo stoccaggio definitivo dei rifiuti	40
8.5.3. Commento alle analisi precedentemente eseguite	42
8.5.4. Analisi eseguite per conto della perizia tecnica del maggio 1991	51
8.5.4.1. Campioni di terreno misto a materiale vario	51
8.5.4.2. Acque analizzate per la perizia tecnica del maggio 1991	52
8.5.4.2.1. Acque superficiali	52
8.5.4.2.2. Acque di falda superficiale	53
8.5.4.2.3. Acque di falda profonda	53
8.5.5. Analisi eseguite dalla Soc. Eco Chimica Romana	54
8.5.5.1. Campioni solidi	54
8.5.5.2. Campioni di acque	58
8.5.6. Analisi eseguite nel corso dello studio ambientale per le opere di bonifica	59
8.5.6.1. Terreni	59
8.5.6.2. Acque	63
8.5.6.3. Abbancamento.....	68
8.5.7. Analisi integrative eseguite nella cava di pozzolana nel giugno 1995.....	72
8.6. Lo stato di contaminazione ambientale delle tre aree.....	73
8.7. Le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dell'abbancamento	75
9. IL CONTESTO AMBIENTALE DI INTERVENTO	78
10. GLI INTERVENTI DA EFFETTUARE	81
11. LA BONIFICA.....	84
11.1. Prelievo dei materiali e modalità operative	85
11.2. Recupero finale dell'area.....	86
12. LA VASCA DI STOCCAGGIO DEFINITIVO	



12.1. Opere di progetto	90
12.2. Condizionamenti progettuali	91
12.2.1. Morfologia e topografia	91
12.2.2. Caratteristiche geologiche ed idrogeologiche della cava di pozzolana	91
12.3. Modalità di realizzazione della bonifica	93
12.4. Lavori e opere di predisposizione della vasca	95
12.4.1. Principali dati di progetto	95
12.4.2. Sistema di impermeabilizzazione	95
12.5. Captazione del percolato	104
12.5.1. Il sistema di drenaggio	104
12.5.2. Il pozzo di raccolta del percolato	104
12.5.3. Prelievo del percolato	105
12.6. Sistema di drenaggio e controllo delle acque meteoriche	106
12.6.1. Generalità	106
12.6.2. Drenaggi di copertura	106
12.6.3.	107
12.6.3. Drenaggi esterni alla vasca	107
12.7. Copertura finale	108
12.7.1. Criteri progettuali	108
12.7.2. Modalità costruttive	108
12.7.3. Strato composito finale	109
12.8. Procedure gestionali dopo la copertura finale	110
12.8.1. Generalità	110
12.8.2. Il percolato	110
12.8.3. Drenaggio acque meteoriche di copertura	111
13. ELEMENTI DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE	112
13.1. L'area di stoccaggio	112
13.2. Emissioni	114
13.3. Effluenti liquidi	115
13.3.1. Percolato	115
13.4. Controlli ambientali	117
13.4.1. Sistema di monitoraggio geoelettrico	117
13.4.2. Ambiente idrico	118
13.4.3. Stabilità, coperture e pendii	118
14. NORME DI SICUREZZA PER LE ATTIVITÀ DI BONIFICA	120
14.1. Equipaggiamento veicoli	120
14.2. Mezzi di protezione per gli addetti ai lavori	121



14.3. Procedure di esecuzione della bonifica	122
15. TEMPI DI ESECUZIONE DELL'INTERVENTO	123



1. PREMESSA

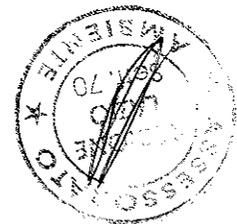
La BPD S.p.A. ha dato incarico al Prof. Ing. G.M. Baruchello - Associato di Ingegneria Sanitaria-Ambientale della Facoltà di Ingegneria della III^a Università di Roma - di realizzare il progetto esecutivo delle opere di bonifica relative a tre zone situate all'interno del proprio complesso industriale di Colferro (Roma) denominate convenzionalmente *Arpa 1, Arpa 2 e cava di pozzolana*.

Lo stesso Prof. Baruchello era stato precedentemente incaricato dalla BPD di redigere lo "*studio ambientale per le opere di bonifica di tre aree ubicate all'interno dello stabilimento industriale di Colferro (Roma)*" - consegnato nell'ottobre '94 - che conteneva una serie di indagini su tali aree nonché una prima indicazione delle operazioni di bonifica necessarie e i relativi costi.

In data 1/12/1995 B.P.D. Difesa e Spazio S.p.A. ha conferito ad una società del gruppo F.I.A.T. denominata SE.CO.SV.IM S.r.l. la proprietà del patrimonio immobiliare tra cui ricade il territorio oggetto dello studio.

Nel prosieguo del presente studio si continuerà a parlare di B.P.D. Difesa e Spazio dovendo intendersi che gli interventi verranno eseguiti a cura e spese della SE.CO.SV.IM S.r.l.

Il presente lavoro è stato svolto con la collaborazione dell'ing. C. Carnieri e del dott. geologo P. BUTI.



2. IL PROGETTO ESECUTIVO DI BONIFICA

2.1. Obiettivi

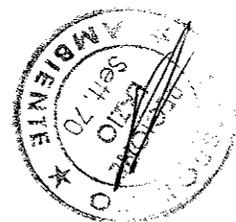
La materia delle bonifiche ambientali è ancora scarsamente definita e codificata, sia in termini operativi che normativi, per questa ragione può essere opportuno premettere alcune considerazioni sulle finalità del presente elaborato.

Il **progetto esecutivo** di una bonifica ambientale deve individuare tutti gli interventi necessari per eseguire correttamente l'opera senza interruzioni.

L'esperienza dimostra che è assolutamente necessario poter contare su di un simile strumento che consente la completa programmazione dell'iniziativa a garanzia dell'esecuzione di opere complete, essendo ben chiari i limiti e le finalità di ciascuna fase.

Quando invece gli interventi di bonifica sono eseguiti esclusivamente sulla scorta di progetti di massima, si è costretti ad operare in base alla semplice definizione delle problematiche; nel corso dell'opera di bonifica il tema si precisa e si definisce, cosicché il consuntivo dei lavori diviene, in sostanza, il progetto esecutivo.

Per questa ragione molti sono i cantieri di bonifica che hanno inizio e pochi quelli che vengono completati.



3. RIFERIMENTI NORMATIVI

3.1. Normativa nazionale

Il quadro normativo italiano in materia di bonifiche ambientali può essere tracciato con riferimento ai seguenti atti:

- **Legge 29 ottobre 1987 n. 441**, articolo 5. Richiede alle Regioni di predisporre, entro sei mesi, dei piani di bonifica di aree inquinate comprendenti:
 - l'ordine di priorità degli interventi;
 - l'individuazione dei siti da bonificare e delle loro caratteristiche generali;
 - i soggetti cui compete l'intervento;
 - le modalità per l'intervento di bonifica;
 - la stima degli oneri finanziari;
 - le modalità di smaltimento dei materiali di risulta;
 - le eventuali misure cautelari a carattere di urgenza per la tutela dell'ambiente.

La legge identifica gli strumenti finanziari di intervento, sia per la progettazione sia per la realizzazione delle opere di bonifica.

- **Legge 9 novembre 1988 n. 475** ("Disposizioni urgenti in materia di smaltimento dei rifiuti industriali"). Contempla una serie di misure tecniche e finanziarie attinenti al settore, prevedendo inoltre che i finanziamenti previsti dall'art. 5 della Legge 441/87 possano essere impiegati per la realizzazione di impianti di stoccaggio temporaneo di rifiuti provenienti da bonifiche.
- **Decreto Ministero dell'Ambiente 16 maggio 1989**, contenente una serie di indicazioni per l'elaborazione dei piani di bonifica regionali, emesso in quanto nessuna Regione aveva ottemperato appieno ai requisiti della L. 441/87. Secondo il Decreto ciascun piano regionale deve fondarsi sull'individuazione, il censimento, la mappatura e l'archiviazione informatizzata dei dati relativi alle aree potenzialmente contaminate da sversamento diretto, da deposito non autorizzato o da ricadute di sostanze pericolose, solide, liquide, aeriformi. Il



Decreto richiede l'articolazione dei piani in quattro fasi e stanziamenti contributi per la redazione dei piani e la realizzazione dei primi interventi urgenti di bonifica.

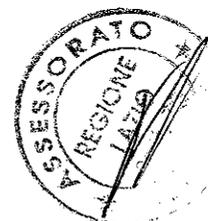
- **Decreti del Ministero dell'Ambiente 30 dicembre 1989 e 31 dicembre 1990** riguardanti il finanziamento dei Piani di bonifica e degli interventi di risanamento.
- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 3 agosto 1990** riguardante la redazione da parte delle regioni dei Programmi di emergenza di smaltimento dei rifiuti industriali, nel quale si accenna alla necessità di prevedere, all'interno delle piattaforme polifunzionali di smaltimento, spazi e processi di trattamento di materiali risultanti da interventi di bonifica.

La legge 441/87 richiedeva che i piani regionali di bonifica comprendessero un'ampia serie di informazioni di carattere sia generale che specifico. Mancava però il necessario supporto tecnico-scientifico per elaborare, ad esempio, i criteri in base ai quali valutare la priorità degli interventi (cioè la classificazione della gravità delle contaminazioni), gli obiettivi di bonifica (cioè i limiti numerici di accettabilità delle concentrazioni degli inquinanti) o le modalità di smaltimento del materiale di risulta.

Alcuni interventi sono già stati eseguiti anche se continua a crescere la sproporzione tra indagini e studi svolti ed interventi portati a termine.

In mancanza di una legislazione univoca, ogni intervento fa caso a sé, per quanto riguarda l'impostazione, le modalità esecutive e gli obiettivi di bonifica.

La situazione attuale testimonia l'interesse e la preoccupazione nei confronti del problema ed il ritardo legislativo nel predisporre gli strumenti necessari ad una soluzione omogenea.



3.2. Normativa della Regione Lazio

Essendo ormai abrogata la Legge Regionale del 30 ottobre 1986 n. 53, si fa riferimento alla più recente **Legge Regionale 22 maggio 1995, n. 38** "Disciplina regionale in materia di smaltimento dei rifiuti di cui al decreto del presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915 e successive modifiche e integrazioni. Funzioni regionali, provinciali e comunali" detta le norme per l'organizzazione dei servizi di smaltimento e ne definisce le funzioni regionali, provinciali e comunali.

La Regione approverà, entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore della presente legge, il primo piano regionale di smaltimento dei rifiuti urbani e assimilabili nonché dei rifiuti speciali, anche tossici e nocivi, sulla base dei dati conoscitivi acquisiti in sede di redazione dello schema di piano settoriale di cui alla deliberazione della Giunta regionale 27 dicembre 1991, n. 12921.

Entro novanta giorni dalla data di pubblicazione nel Bollettino Ufficiale della Regione del piano regionale, la Provincia dovrà predisporre, con il concorso dei comuni, il piano che andrà depositato entro trenta giorni presso la sede della Provincia stessa e degli enti locali interessati. Entro sessanta giorni dalla data di scadenza la Provincia adotterà il piano e lo invierà alla Regione.

Entro sessanta giorni dalla data di pubblicazione nel Bollettino Ufficiale della Regione del piano regionale, la Provincia dovrà presentare la carta delle aree più idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento.

I comuni sede o titolari di impianti dovranno presentare i progetti esecutivi per l'adeguamento degli impianti esistenti e per la realizzazione di quelli nuovi.

Per quanto riguarda la bonifica delle aree dismesse, i comuni, entro due mesi dall'entrata in vigore della legge, dovranno presentare alla Regione l'elenco dei terreni ricadenti nel proprio territorio che sono stati o che sono interessati da discariche di rifiuti. La Giunta regionale entro i successivi quattro mesi proporrà al Consiglio regionale il piano per le bonifiche.

La bonifica dei terreni interessati da discariche dismesse di proprietà privata dovrà essere effettuata a cura e spese dei proprietari entro dodici mesi dalla data di approvazione del piano da parte del Consiglio.



3.3. Norme Regionali per l'elaborazione dei progetti di bonifica

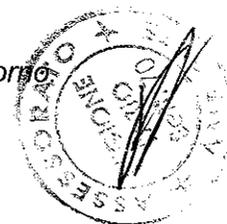
La Regione Lazio, con **Deliberazione della G.R. n. 12249 del 29 dicembre 1993**, ha predisposto un documento contenente le "Norme per la elaborazione del rapporto da allegare alla domanda di contributi per la bonifica di aree inquinate da rifiuti" in cui sono indicate sia le procedure che le modalità di compilazione delle domande di autorizzazione.

Il presente progetto è predisposto seguendo le indicazioni contenute nella deliberazione regionale citata.

Si riporta parzialmente il testo della deliberazione citata:

Oltre alla classificazione dei rifiuti eventualmente presenti nelle aree da bonificare - definite "situazioni critiche" - si richiedono:

3. "fatti e circostanze che hanno portato al formarsi della situazione in oggetto. Periodo e modalità di uso dell'area. Elenco dei principali utilizzatori (se conosciuti).
4. *Descrizione dell'attuale stato dei luoghi comprendente:*
 - 4.1. *Rappresentazione cartografica. Quota s.l.m. Distanze delle acque superficiali, delle più vicine abitazioni, delle più importanti vie di comunicazione, da altri centri di interesse. Principali caratteristiche dimensionali (estensione, profondità o spessore e volume dell'ammasso o del substrato inquinato, etc.).*
 - 4.2. *Regime di proprietà dell'area e suo inquadramento in rapporto alla situazione vincolistica ed agli strumenti urbanistici in vigore.*
 - 4.3. *Origine delle sostanze inquinanti. Nel caso dei Rifiuti Speciali, potenzialmente Tossici e Nocivi, specificare il tipo di attività produttiva facendo riferimento possibilmente all'elenco di cui all'allegato A del D.M. Ambiente 16/5/1989.*
 - 4.4. *Natura degli inquinanti presenti (per i rifiuti Speciali si consiglia di utilizzare gli elenchi di cui al D.P.R. n. 915/82 ed alla deliberazione del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984), con indicazioni sulla loro tossicità e biodegradabilità*
 - 4.5. *Quantità stimata dei singoli inquinanti presenti e giudizio sulla loro mobilità (solubilità, lisciviabilità, volatilità, erodibilità eolica, etc.).*
 - 4.6. *Informazioni di natura idrologica ed idrogeologica: profondità della falda e sua vulnerabilità.*
 - 4.7. *Uso delle acque superficiali e sotterranee in un ragionevole intorno*



4.8. Ogni altra informazione ritenuta utile per fornire un quadro complessivo della situazione nel territorio".

Vengono indicati successivamente una serie di fattori da considerare per la valutazione del rischio:

- 5.1. Risultanze analitiche ufficialmente disponibili relative all'estensione areale della contaminazione ed al grado di inquinamento delle acque, dell'aria e del suolo, reperite presso Unità Sanitarie Locali, Presidi Multizonali di Igiene e Prevenzione, Uffici Comunali, etc.
- 5.2. In aggiunta o in alternativa, ai risultati analitici il rapporto conterrà la descrizione qualitativa del probabile destino delle sostanze inquinanti asportate per dissoluzione e dilavamento e loro propagazione nel reticolo idrografico e nelle acque di falda, nonché della previsione qualitativa basata sui dati meteorologici disponibili della dispersione in atmosfera delle sostanze inquinanti volatili.

Si indicheranno altresì le possibili catene ambientali ed alimentari capaci di determinare il ritorno all'uomo degli inquinanti.

- 5.3 Stima dell'entità delle risorse ambientali (in particolare idriche) compromesse e disponibilità di risorse alternative.
- 5.4 consistenza della popolazione potenzialmente esposta o già venuta in contatto con gli inquinanti.
- 5.5 ulteriori eventuali fattori di rischi incombente.
6. Eventuali azioni intraprese dall'Amministrazione per controllare l'uso dell'area e provvedimenti tecnico-amministrativi, anche se solo limitati e contingenti, adottati o tentati per fronteggiare le conseguenze nocive di un uso indiscriminato dell'area stessa.
7. Finalità dell'intervento (bonifica totale o parziale) specificando nel caso di bonifica parziale se trattasi di soluzione permanente, o almeno a lungo termine, oppure provvisoria.

Descrizione del sistema previsto. Nel caso si tratti di discariche di rifiuti o comunque di rifiuti abbandonati, le tecnologie di messa in sicurezza sono essenzialmente le tre seguenti:

- a) isolamento fisico e/o idraulico dell'ammasso;



- b) ripresa dei rifiuti e loro trasporto presso una discarica controllata oppure loro trattamento in apposito impianto, nel caso essi risultino convenientemente recuperabili sotto il profilo energetico ovvero in termini di risorse riciclabili;
- c) escavazione dei rifiuti, loro stoccaggio provvisorio in un sistema opportunamente attrezzato, esecuzione di interventi di protezione ambientale nell'area primitiva (impermeabilizzazione del fondo e delle pareti, regimazione delle acque, captazione del percolato ed eventualmente del biogas, etc.) e rideposizione dei rifiuti nella discarica così riqualificata.

Nel caso venga presentato il sistema a) la relazione preciserà se si tratta di isolamento parziale (solo copertura superficiale o anche barriere verticali periferiche, con o senza impermeabilizzazione del fondo), oppure totale, descrivendo in ogni caso le tecniche ed i materiali impiegati. Verranno anche indicati gli eventuali interventi aggiuntivi per modificare l'assetto delle acque sotterranee.

Se si adotta la metodologia b), si fornirà il nome dell'impianto destinato a ricevere il materiale escavato, allegando dichiarazione di accettazione da parte dello stesso. Si descriveranno poi le misure per il risanamento dell'area così liberata.

Nel caso infine del rivoltamento (sistema c), si descriveranno in dettaglio tanto il sistema di stoccaggio provvisorio quanto le opere di riqualificazione ambientale del sito originario e la loro conformità alle prescrizioni della Deliberazione del 27 luglio 1984 del Comitato Interministeriale.

Se poi occorre anche procedere al risanamento del terreno dopo l'allontanamento dei rifiuti o dei materiali inquinanti che lo occupavano, o comunque alla bonifica dei terreni compromessi da significativi rilasci (per esempio conseguenti ad incidenti) di sostanze pericolose con successiva diffusione e contaminazione del suolo, il rapporto descriverà la tecnologia che si prevede di adottare, scelta tra le seguenti:

- a. trattamento on-site/off-site: il terreno contaminato viene ripreso, purificato in un impianto mobile in loco (on-site) o in un impianto fisso previo trasporto (off-site) e rideposto nel luogo di origine;



- b. trattamenti in situ: il terreno non viene estratto ma trattato direttamente in loco;*
- c. trattamenti in isolamento (analoghi a quelli di isolamento fisico e/o idraulico degli ammassi dei rifiuti).*

Nel rapporto si darà una descrizione del processo e del grado di risanamento previsto.

Trattandosi di tecniche complesse, alcune di recente concezione e non ancora provate in scala reale, è necessario che la ditta prescelta, di cui si fornirà il nominativo, assicuri la massima affidabilità.

Quale che sia il tipo di intervento e la tecnologia prescelta, il rapporto preciserà anche se vi è la necessità di eseguire previamente, o in corso d'opera, altri rilievi di qualunque natura per una migliore conoscenza della situazione.

- 8. Procedure tecnico-amministrative che verranno seguire per l'affidamento della progettazione e dei lavori (.....).*



4. GLI INTERVENTI DI BONIFICA

Si definisce come intervento di bonifica di un'area l'insieme delle attività in grado di annullare, ovvero limitare fino ad una soglia predeterminata, gli effetti arrecati dall'inserimento, in detta area, di materiali e sostanze di natura e/o in quantità tali da arrecare variazioni ai diversi equilibri ecologici presenti.

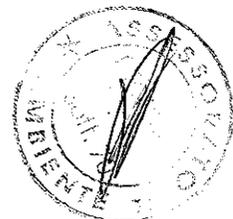
Gli interventi da realizzare, una volta accertata la natura dei fenomeni di alterazione, sono mirati ad annullare le alterazioni ed a riprodurre, quanto più e quanto prima possibile, le condizioni di equilibrio iniziale.

L'influenza di materiali inquinanti nei confronti dell'ambiente si esplica con effetti, in tempi e modi diversi, che possono, per opportunità di sintesi, essere ricondotti alle "categorie ambientali" ovvero:

- a) **atmosfera**: qualità dell'aria e caratterizzazione meteorologica;
- b) **ambiente idrico**: acque sotterranee e acque superficiali (dolci, salmastre e marine);
- c) **suolo e sottosuolo**: intesi sotto il profilo geologico, geomorfologico e pedologico, ed anche come risorse non rinnovabili;
- d) **vegetazione, flora e fauna**: formazioni vegetali ed associazioni animali, emergenze più significativa, specie protette ed equilibri naturali;
- e) **ecosistemi**: complessi di componenti e fattori fisici, chimici e biologici tra loro interagenti ed interdipendenti, che formano un sistema unitario e identificabile (quali un lago, un bosco, un fiume, il mare) per propria struttura, funzionamento ed evoluzione temporale;
- f) **salute pubblica**: come individui e comunità;
- g) **rumore e vibrazioni**: considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
- h) **radiazioni ionizzanti e non ionizzanti**: considerate in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
- i) **paesaggio**: aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni culturali.

Si definisce "impatto" qualsiasi azione che alteri in modo rilevabile le caratteristiche qualitative e quantitative delle sopra elencate categorie.

Uno stoccaggio di rifiuti può, in generale, dare luogo a:



- sviluppo di odori: dovuti alla liberazione delle sostanze volatili;
- produzione di percolati: dovuti all'infiltrazione e al dilavamento delle acque meteoriche attraverso una superficie di copertura non impermeabile;
- alterazione della qualità delle acque di falda a seguito del contatto dei rifiuti con questa, o a seguito di fenomeni di dispersione di sostanze inquinanti dai rifiuti che, dissolvendosi, possono percolare fino a raggiungere la falda;
- alterazione del paesaggio e le sue valenze qualitative;
- influenza sulla salute pubblica.

In via generale, è possibile ritenere che l'azione di uno stoccaggio di rifiuti sul contesto ambientale sia dovuta alla non esistenza di superfici di disconnessione, tra questo e l'ambiente ricettore, realizzate in modo tale da isolarlo.

In un'analisi di maggior dettaglio è possibile individuare come fonte di impatto la possibile interazione acqua-rifiuti.

Tutte le altre forme di interscambio ambiente-rifiuti, pur non essendo meno importanti, sono riconducibili al rapporto acqua-rifiuti, oppure i loro effetti possono essere limitati con minori difficoltà tecniche.

Anche **nel caso in esame**, la principale azione di impatto potrebbe essersi sviluppata a seguito del rapporto tra rifiuti e acqua.

In effetti le analisi chimiche effettuate durante gli studi precedenti hanno evidenziato fenomeni di inquinamento pur se di lieve entità riconducibili agli abbancamenti solo nella falda superficiale.

Questo fatto, come sarà esposto più avanti, è probabilmente dovuto alla lentezza del processo di percolazione, dovuto ai medio-bassi valori del coefficiente di permeabilità dei terreni sottostanti e alla discreta profondità della falda principale dal piano campagna.

Le principali tipologie degli interventi di bonifica sono due: *l'asporto* e *la sistemazione in situ*.

Le tecnologie alla base della prima sono mirate al prelievo dei materiali abbancati ed al loro trasferimento verso unità di trattamento specializzate.

A prelievo avvenuto, vengono effettuate operazioni di sistemazione paesaggistica e l'area ritorna alle sue caratteristiche iniziali.



Con la sistemazione in situ le tecnologie intervengono per contenere i livelli di impatto producibili dall'abbancamento dei rifiuti senza operarne l'asporto. In sostanza gli interventi da eseguire dovranno essere tali da rendere l'abbancamento, a norma di legge.



5. LE BONIFICHE PER ASPORTO

Le bonifiche per asporto, come già detto, prevedono il prelievo dei materiali abbancati e dell'eventuale terreno contaminato, ed il loro trasferimento ad impianti idonei, esterni già esistenti, che abbiano le caratteristiche di legge per trattare i materiali stessi.

Si tratta del sistema di intervento, in termini generali, più affidabile in quanto il problema è "rimosso" e l'ambiente è riportato alle sue condizioni iniziali.

Le maggiori limitazioni all'uso di questa tecnica sono legate soprattutto alle difficoltà operative che sussistono quando esiste un elevato quantitativo di materiale da rimuovere e a quelle legate al trasporto specie per grandi distanza; il materiale dovrà essere maneggiato con il massimo rispetto di norme di sicurezza per non incorrere in problemi sanitari e/o ambientali che potrebbero assumere dimensioni notevoli, in special modo se si devono attraversare centri urbani e/o strade fortemente trafficate.

Operazione fondamentale e pregiudiziale per tale tipologia di intervento è la conoscenza delle caratteristiche dei materiali da trattare una volta prelevati.

E' noto che un'azione di bonifica deve giungere ad un risultato finale definitivo, quindi è necessario acquisire il destino finale dei vari materiali prima di dare luogo alle operazioni di prelievo.

L'intervento stesso rende



6. LE BONIFICHE IN SITU

6.1. Premessa

Sono attualmente disponibili una serie di tecnologie; tra queste alcune presentano comprovati livelli di applicabilità e affidabilità, altre invece risultano ancora allo stato teorico.

Le soluzioni di bonifica in situ riguardano essenzialmente la creazione di barriere laterali, superiori e inferiori per disconnettere l'area da possibili contaminazioni, ovvero le cosiddette tecniche di "macroincapsulamento".

Queste consentono di impedire o comunque controllare il trasferimento, al di fuori dell'abbancamento, dei contaminanti presenti in forma gassosa, liquida e solida, evitando la contaminazione del terreno.

Dal punto di vista degli impatti va da sé che l'incapsulamento, pur fornendo garanzie di sicurezza, impedisce comunque una serie di attività sulla zona confinata: il sito resterà sempre un punto sensibile e necessiterà di controlli periodici.

I sistemi adottabili possono essere suddivisi nelle tre seguenti categorie:

- sistemi di isolamento superficiale;
- sistemi di isolamento laterale;
- sistemi di isolamento basale.

Ne riportiamo di seguito una sintetica descrizione.

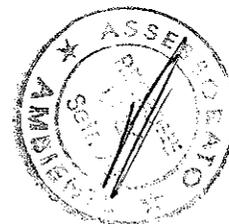
Ciascuno di essi è rivolto a risolvere uno specifico problema di rapporto tra abbancamento dei rifiuti e ambiente idrico. Il primo è destinato alle acque meteoriche che danno origine al ruscellamento superficiale, il secondo ed il terzo all'interazione con le acque di falda.

Va da sé che una bonifica in situ non deve necessariamente prevedere tutti e tre i sistemi di isolamento ma solo quelli finalizzati a risolvere lo specifico problema locale.



IMPIANTO DI SCARAFONE

Sezione verificata	Riferimento Elenco Prezzi	Tipo di Apparecchiatura – Caratteristiche tecniche	Ore di funzionamento al 28.09.1998
1. Grigliatura	Posizione 2	n.1 Griglia verticale FLYGT-FILTRO STAR Matr. N. Mod.3C	10400 h
2. Comparto di chiariflocculazione	Posizione 17	Elettroagitatori e mixer FLYGH Elettroagitatori tipo AFert g/14S Matricola n. 87100073 e 8710038 Mixer tipo 4630.410	72950 h
3. Sedimentazione primaria	Posizione 6	n.1 ponte raschiatore a pianta circolare dm 22 mt SIDERPOL Matricola n. 05076	78952 h
6. Trattamento biologico con biodischi	Posizione 23	n. 3 biodischi POLITEC, Milano	Biodisco n.1 39106 Biodisco n.2 32621 Biodisco n.3 26805
1. Sedimentazione secondaria	Posizione 6	n.1 ponte raschiatore a pianta circolare dm 22 mt SIDERPOL Matricola n. 05071	73916 h
2. Disinfezione	Posizione 7	n. 2 serbatoi in vetroresina da 8 e 30 mc; n.4 pompe dosatrici da Q=125 l/h e 60 l/h ODL	7900h
3. Complesso per preparazione polielettrolita	Posizione 10	SIDERPOL Matricola n.05540	3466 h



6.2. Sistemi di isolamento superficiale

Le funzioni svolte da tale sistema sono:

- prevenire l'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno dell'ammasso riducendo (fino ad annullare) la formazione e la produzione del percolato, con conseguente annullamento della contaminazione della falda;
- rendere possibile la captazione di gas eventualmente prodotti dai rifiuti e prevenire emissioni incontrollate di sostanze tossiche;
- prevenire la fuoriuscita di contaminanti a seguito di fenomeni di diffusione capillare attraverso il terreno soprastante;
- consentire il recupero dell'area e la sua reintegrazione paesaggistica mediante interventi di sistemazione arborea;
- prevenire i fenomeni di erosione ad opera degli agenti atmosferici.

A tali funzioni vanno associati particolari requisiti del sistema di isolamento superficiale; in particolare il sistema dovrà essere costituito in modo da:

- garantire i requisiti di cui sopra in relazione alle differenti condizioni meteorologiche (gelo, aridità, escursioni di temperatura, piogge intense, etc.);
- garantire la sua funzionalità in relazione alla deformabilità dell'ammasso dei rifiuti ed alle condizioni di stabilità del sito.

Attualmente pur non esistendo degli standard di progettazione ben definiti, si è orientati alla realizzazione di barriere orizzontali multistrato (Multy-Layered Caps).

6.2.1. Barriere orizzontali multistrato

Sono costituite dalla combinazione di strati di differenti materiali, ciascuno dei quali assolve a precise funzioni.

Gli elementi caratteristici di un sistema di copertura possono essere così raggruppati, in ordine dall'alto verso il basso:

- a. copertura vegetale;
- b. terreno di copertura e sistema di drenaggio acque meteoriche;
- c. sistema di impermeabilizzazione;
- d. strato di livellamento e sistema di drenaggio gas.

A questi elementi principali possono essere aggiunti:



- strato filtrante: con funzione di ostacolo all'asportazione di materiale fine attraverso gli strati a maggiore permeabilità;
- strato di rottura capillare: che previene il trasporto dei contaminanti ad opera di fenomeni di capillarità.



6.3. Sistemi di isolamento laterale

Con il termine barriere verticali si intendono i diaframmi impermeabili di contenimento perimetrale realizzati con diversi metodi e materiali.

Gli obiettivi conseguibili con i sistemi di isolamento laterale sono essenzialmente tre:

1. incapsulare lo scarico incontrollato in modo totale (nel caso in cui esista uno strato impermeabile a profondità raggiungibile);
2. creare una diversione della falda: ciò realizza un aumento dei percorsi delle linee di flusso e dunque annulla il contatto tra ammasso e vettore di inquinanti;
3. creare un contenimento del "plume" dei contaminanti.

I diaframmi di incapsulamento in generale, oltre ad una certa impermeabilità, richiedono un'elevata resistenza alle aggressioni sia chimiche, da parte delle sostanze contaminanti presenti, che biologiche, da parte di microrganismi.

Le tecnologie realizzative delle barriere verticali possono essere classificate in due grandi categorie:

- barriere ad inserimento
- barriere ad escavazione.

6.3.1. Barriere ad inserimento

Questa tecnologia può essere utilizzata nel caso in cui le caratteristiche del terreno sono tali da consentire l'infissione degli elementi costituenti la barriera.

La presenza di trovanti o di strati rocciosi resistenti, può infatti provocare il rifiuto dell'elemento infisso, rendendo inattuabile l'intervento.

I tipi di barriere ad inserimento più diffusi sono i seguenti:

- a. **Parete di contenimento a trave infissa.** Con questa tecnica una trave con sezione a doppio T viene infissa nel terreno fino alla profondità richiesta; dopo aver recuperato la trave il vuoto creato viene riempito con una miscela di cemento-bentonite o con un'emulsione bituminosa. Successivamente si procede all'infissione della trave in una posizione parzialmente sovrapposta alla precedente in modo da garantire la continuità della parete di contenimento. Lo



spessore della barriera di contenimento è pari a circa 10 cm, mentre la profondità di infissione raggiungibile è intorno ai 25 m.

- b. **Palancole metalliche.** Questo sistema consiste nell'infissione nel terreno di lastre di acciaio lunghe e strette ed opportunamente sagomate, incastrando le une alle altre. E' questo un sistema relativamente veloce ed economico (è inoltre possibile recuperare le lastre una volta che abbiano svolto il loro compito), valido per zone non molto estese. Le profondità raggiungibili non sono molto elevate (6-8 m) ma in condizioni favorevoli si può arrivare fino a 15-20 m; possono essere usate nel caso in cui il terreno è tenero ed a granulometria sottile; inoltre l'impermeabilità del diaframma viene raggiunta solo dopo qualche tempo e comunque sono sensibili a lungo termine i fenomeni di corrosione e di tenuta dei giunti.
- c. **Diaframma di contenimento con membrana.** Questo sistema utilizza dei pannelli in HDPE saldati tra loro; in tal caso la barriera è immediatamente operativa. La tecnica costruttiva consiste nell'escavazione di strette trincee e nell'inserimento in queste di fogli in HDPE. Tra i due pannelli contigui si trova inserito un apposito tubo che ne permette la saldatura mediante l'insufflaggio di aria calda. Diversamente possono utilizzarsi particolari giunti a labirinto.
- d. **Diaframma di contenimento ad iniezione.** Questo metodo consiste nell'iniettare in pressione nel sottosuolo un liquido o una emulsione attraverso appositi fori. Il fluido iniettato si espande lateralmente e con il passare del tempo solidifica, facendo diminuire la porosità del terreno, fino ad impermeabilizzarlo (diaframma a pali accostanti).

6.3.2. Barriere ad escavazione

Tale soluzione può essere realizzata essenzialmente utilizzando due tecnologie:

- a. **Diaframma plastico.** Con questo tipo di barriere è possibile operare anche su terreni dotati di una certa coerenza; possono peraltro essere utilizzati per il riempimento sia materiali argillosi che miscele cementizie.
- b. **Trincea drenante.** Le trincee drenanti di intercettazione possono essere installate perpendicolarmente o parallelamente alla direzione del flusso delle acque di falda, oppure intorno all'intero perimetro dello scarico. La loro principale funzione può essere quella di intercettare le acque di percolazione provenienti dall'interno o dall'esterno dell'ammasso.



6.4. Sistemi di isolamento basale

Nel caso dell'esistenza di una falda da proteggere contigua con l'abbancamento dei rifiuti sarà necessario creare uno strato impermeabile al di sotto dell'ammasso da isolare, qualora questo non sia presente o, comunque, facilmente raggiungibile.

Le tecniche più interessanti sono essenzialmente due:

- a. fratturazione idraulica e cementazione per iniezione
- b. creazione di vuoti e cementazione.

Ambedue queste tecniche provvedono alla formazione di uno strato impermeabile al di sotto dell'ammasso con l'uso di fanghi bentonitici o cementanti.

I materiali utilizzati per la sigillatura devono comunque essere in grado di resistere all'azione delle sostanze contaminanti con cui possono eventualmente venire in contatto, senza perdere le loro caratteristiche impermeabilizzanti.



7. BONIFICHE PER “RIVOLTAMENTO”

Una metodica di intervento intermedia tra le due descritte, prevede la realizzazione di un invaso, per il contenimento dei materiali da bonificare, a perfetta norma di legge nel sito stesso di abbancamento.

Si dovrà realizzare una prima sezione dell'invaso di contenimento, secondo le prescrizioni di legge per lo specifico materiale da abbancare, in un'area contigua all'abbancamento da bonificare. Si effettuerà poi il prelievo del materiale e la sua allocazione nel nuovo invaso.

L'operazione avrà reso disponibile del terreno che sarà trattato e impermeabilizzato a norma curandone il perfetto collegamento con il primo invaso realizzato.

Operando in questo modo si trasferiranno i materiali in un sito realizzato a norma di legge contiguo e, coincidente in parte, con quello iniziale.

La condizione da soddisfare è, evidentemente, che il sito, una volta convenientemente impermeabilizzato ed attrezzato, risponda alle prescrizioni di legge per la realizzazione di una discarica della categoria conseguente ai materiali che vi saranno stoccati.



8. DESCRIZIONE DELL'ATTUALE STATO DEI LUOGHI

8.1. Localizzazione delle aree di studio

L'insediamento industriale BPD è situato a nord-ovest dell'abitato di Colleferro e ricopre un'estensione complessiva di circa 1.000 ettari.

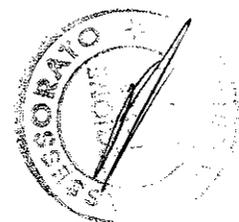
Le tre aree oggetto di indagine ricadono tutte in prossimità dell'estremo confine settentrionale dell'area dello stabilimento.

Arpa 1 e Arpa 2 sono due vallette contigue, mentre la cava di pozzolana si trova a circa un chilometro in direzione sud-est dalle due.

Arpa 1 presenta un fondovalle piuttosto ampio e pianeggiante, di forma quadrangolare. Negli anni '60 era sede di una serie di edifici (poi demoliti) a suo tempo utilizzati per lo stoccaggio di fosfati; è rimasto solo un manufatto in muratura di forma cilindrica. Attualmente l'area è ricoperta da una abbondante vegetazione che maschera la morfologia dell'insieme: è ovunque presente un manto erboso, diverse specie arbustive sparse e alberi, anche di alto fusto, probabilmente piantati all'epoca in cui erano presenti gli edifici. Si ritrovano sparsi alcuni resti di demolizione.

Arpa 2 si presenta come un'incisione valliva stretta e allungata. È stata utilizzata occasionalmente per lo smaltimento di varie tipologie di rifiuti fino al 1982, precedentemente all'entrata in vigore del D.P.R. 915/82; il rilievo che si può osservare al suo centro è dovuto all'accumulo dei rifiuti stessi. Anche questa area è ricoperta da un continuo manto erboso ed è presente un boschetto ceduo sulla sommità del rilievo centrale. Si osservano fra l'erba resti di rottami di varia natura nonché tratti dell'impianto antincendio.

La **cava di pozzolana** interessa una superficie di circa una decina di ettari. Lo sfruttamento, terminato da diversi anni, ha determinato la formazione di una serie di terrazzamenti posti a varie quote fino ad una profondità massima di oltre una cinquantina di metri. Terminata l'attività estrattiva, alcune parti della cava sono state utilizzate fino a tutto il 1985 come discariche di rifiuti speciali provenienti dalla



lavorazione di carri ferroviari e dalle lavorazioni connesse a quelle propellentistiche e chimica in accordo alla autorizzazione a suo tempo rilasciata dalla Regione Lazio.

Non si è a conoscenza dell'esatto periodo di utilizzazione delle due vallette Arpa 1 e Arpa 2 come discariche; è solo noto che risale ad un'epoca precedente al 1982.

Le due vallette sono state fino a tempi recenti (febbraio 1994) soggette a sequestro a causa di procedimento giudiziario in atto.

L'esito delle indagini effettuate dai periti incaricati dalla Pretura circondariale di Velletri ha accertato la contaminazione delle acque superficiali ma l'incolumità di quelle profonde, risultate potabili, e che le attività si erano concentrate in periodi antecedenti all'entrata in vigore del D.P.R. 915/82.



8.2. Studi di carattere ambientale precedentemente eseguiti sulle tre aree e zone limitrofe

8.2.1. Premessa

Sulle tre aree sono stati eseguiti diversi studi che la BPD DIFESA E SPAZIO s.p.a. ha messo a disposizione e di cui è stato preso atto:

- *"Indagini G.P.R. all'interno dello stabilimento SNIA di Colferro per la determinazione di aree adibite a discarica"* consegnato dalla IDROGEO e da CASTALIA s.p.a. nel mese di febbraio 1990;
- Certificati analitici effettuati dall' ECO CHIMICA ROMANA s.r.l. su campioni di materiale solido, fanghi e acque superficiali prelevati nel periodo febbraio-aprile 1990 nelle aree Arpa 1 e Arpa 2 in presenza di rappresentanti della USL RM 30 e della Guardia di Finanza;
- Certificati analitici effettuati dalla FISIA s.p.a. su campioni di acqua di falda prelevati nel periodo 1990-1991 nei pozzi Sacco 1, Sacco 2, Stendaggi e Villaggio di proprietà B.P.D.;
- *"Commenti ai risultati delle analisi effettuate su due campioni di terreno prelevati dalle discariche Arpa 1 e Arpa 2 (SNIA-BPD)"* a cura del Prof. Dott. E. Romano del mese di marzo 1990;
- *"Valutazione della corrosione dei fusti in funzione della loro permanenza nel terreno"* a cura del Prof. dott. A. Liberti del mese di ottobre 1990;
- *"Indagine e studio idrogeologico relativi ad un'area interna allo stabilimento BPD DIFESA E SPAZIO - Comune di Colferro (Roma)"* consegnato dal geologo dott. G. Cairola nel mese di ottobre 1990;
- *"Relazione di perizia tecnica sull'insediamento BPD DIFESA E SPAZIO di Colferro"* consegnata dai dott. F. Merli, A. di Domenico, G. Ziemacki e M. Polcari nel mese di maggio 1991;
- *"Studio ambientale per le opere di bonifica di tre aree ubicate all'interno dello stabilimento BPD di Colferro"* redatto e consegnato dal Prof. Baruchello nell'ottobre 1994;
- stratimetrie, stratigrafie e caratteristiche dei pozzi realizzati all'interno dello stabilimento.
- analisi routinarie sulla qualità delle acque di falda potabile.



Nei paragrafi seguenti verranno riassunti i punti nodali delle indagini sopra ricordate.

8.2.2. Le indagini eseguite dalla IDROGEO e da CASTALIA per conto della Procura di Velletri nel mese di febbraio del 1990

Le indagini sono consistite in prospezioni geofisiche G.P.R. (Ground probing radar) per la definizione perimetrale delle zone interessate dall'interramento dei fusti (in quanto metallici) nel sottosuolo di Arpa 1 e Arpa 2; tali indagini sono poi state avvalorate da alcuni scavi di verifica che hanno sempre fornito riscontro concorde ai risultati forniti dalle prospezioni.

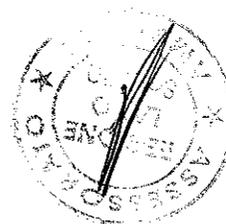
È stata rilevata la presenza di masse metalliche in entrambi i siti, concentrata soprattutto in corrispondenza delle rispettive zone centrali.

8.2.3. Certificati analitici effettuati dalla FISIA s.p.a. su campioni di acqua di falda prelevati nel periodo 1990-1991 nei pozzi Sacco 1, Sacco 2, Stendaggi e Villaggio di proprietà B.P.D.

Nella tabella riportata di seguito sono riassunte le analisi di controllo occasionale (C4) effettuate nel periodo 1990 e 1991 sui pozzi B.P.D. destinati ad uso potabile.

I valori ottenuti sono confrontati con la concentrazione massima ammissibile (C.M.A.) indicati dalla legge 16 aprile 1987 n. 183 per le acque destinate al consumo umano, i valori indicati tra parentesi si riferiscono a valori consigliati o a valori guida.

Come si vede le acque risultano potabili e quindi non influenzate da fenomeni di contaminazione delle acque superficiali; unica eccezione nell'analisi di Sacco 2 del 22.01.91 in cui è stata riscontrata una concentrazione in Ferro poco superiore a quella massima ammissibile.



Prof. Ing. G.M. Baruchello
 Progetto esecutivo delle opere di bonifica nello stabilimento BPD

Periodo	U.M.	C.M.A.	Sacco 1		Sacco 2		Stendaggi	Villaggio
			14.02.90	22.01.91	14.02.90	22.01.91	14.02.90	14.02.90
pH		6-9,5	7,7	7,5	7,8	7,6	7,6	7,5
Conducibilità	µScm-1	(400)	416	394	408	402	463	478
Cl	mg/l	(200)	10,2	10,9	21	19,8	13,9	10,3
SO ₄	mg/l	260	15	14,4	25,4	24,4	14,6	17,4
SiO ₂	mg/l	-	34,2		13,3		40	27,2
Ca	mg/l	(100)	73,2	63,4	53,2	46,9	70,9	73,7
Mg	mg/l	60	4,4		5,1		10,6	16,2
Al	mg/l	0,2	ass	ass	ass	ass	ass	ass
Durezza tot.	°F	15-50	20,6	21,3	15,4	15,8	22,1	25,1
Residuo fisso a 180°	mg/l	1500	300	268	273	281	350	320
NO ₃	mg/l	50	14	11,7	ass	ass	19,5	11,5
NO ₂	mg/l	0,1	ass	ass	ass	ass	ass	ass
NH ₄	mg/l	0,5	<0,05	ass	0,12	ass	<0,05	<0,05
N	mg/l	1	0,3		0,4		0,16	0,20
O ₂	mg/l	5	<0,2	2,2	1,6	1,6	0,4	<0,2
H ₂ S	µg/l	non ril. organol.	ass		ass		ass	ass
Idroc. sciolti o emulsionati	µg/l	10	<10		<10		<10	<10
B	µg/l	(1000)	160	70	80	<100	30	100
Tensioatt. anionici, laurilfolato	µg/l	200	120		100		100	70
Tensioatt. non ionici, nonilfenolo	µg/l	-	<20		<20		<20	<20
Comp. organoalogen.	µg/l	30	2	<0,1	5	<0,1	15	6
Fe	µg/l	200	ass	ass	15	250	ass	ass
Mn	µg/l	50	ass	ass	ass	120	ass	ass
Cu	µg/l	1000	ass	ass	ass	ass	ass	ass
Zn	µg/l	3000	ass	<50	ass	<50	ass	ass
P ₂ O ₅	µg/l	5000	ass	<100	ass	<100	ass	ass
F	µg/l	1500-700	220		550		200	240
Co	µg/l	-	ass		ass		ass	ass
Materie in sospensione	mg/l	(ass)	1		1,5		1,5	1,5
Cl	mg/l	-	ass		ass		ass	ass
Ba	µg/l	-	60	70	80	90	30	70
Ag	µg/l	10	ass		ass		ass	ass
As	µg/l	50	ass	ass	ass		ass	ass
Be	µg/l	-	ass		ass		ass	ass
Cd	µg/l	5	ass	ass	ass		ass	ass
CN	µg/l	50	ass		ass		ass	ass
Cr	µg/l	50	ass	ass	ass		ass	ass
Hg	µg/l	1	ass		ass		ass	ass
Ni	µg/l	50	ass	ass	ass	ass	ass	ass
Pb	µg/l	50	ass	ass	ass	ass	ass	ass
Sb	µg/l	10	ass		ass		ass	ass
Se	µg/l	10	ass		ass		ass	ass
V	µg/l	-	ass		ass		ass	ass
Organoclorur. persist., organofourati, Carbammati; per componente separato	µg/l	0,1	ass	<0,1	ass	<0,1	ass	ass



8.2.4. Lo studio del Prof. Romano

Al fine di individuare un eventuale inquinamento dei terreni di Arpa 1 e Arpa 2, il prof. dott. Romano ha effettuato una serie di analisi (a. fisica, a. chimica, a. dei microelementi, capacità di scambio cationica, parametri idropedologici, a. estratto saturo, a. metalli pesanti) che hanno portato alle seguenti conclusioni:

- i terreni hanno una tessitura franco-sabbiosa;
- le analisi rilevano parametri standard ad eccezione di un elevato tenore in humus in Arpa 2 e di potassio in entrambi i siti;
- entrambi i terreni sono teoricamente utilizzabili dal punto di vista agronomico: ciò dimostra che i materiali di discarica, dopo tanti anni, non hanno modificato la composizione originaria del terreno su cui sono stati scaricati;
- la morfologia e la limitata estensione delle due aree nonché la prudenza dettata dall'esistenza di un materiale scaricato non consentono di utilizzare i siti agronomicamente;
- si consiglia di lasciare le cose allo stato attuale nella certezza che nessuna variazione possa derivare all'ecosistema della zona.

8.2.5. Lo studio del Prof. Liberti

Il Prof. A. Liberti ha eseguito uno studio sullo stato di corrosione dei fusti prelevati in località Arpa (1 e 2) al fine di valutare l'anno in cui sono stati interrati.

Dalla analisi in situ i fusti estratti sono risultati tutti completamente deteriorati e non più nella loro originaria integrità.

La corrosione ha agito sugli stessi in maniera tale da poter concludere che il processo non è dovuto all'azione di un particolare agente.

Utilizzando il criterio di Sheir sono stati ottenuti i seguenti numeri di anni in cui i fusti sono rimasti sottoterra:

Arpa 1	12-18 anni
Arpa 2	9-10 anni.

Ne consegue che, ricordando le analisi effettuate da Idrogeo e Castalia, i materiali metallici alterati dovrebbero essere costituiti essenzialmente da fusti ormai in avanzato stato di degrado, quindi non più idonei a contenere materiali.



8.2.6. Lo studio del dott. Cairola

Le indagini eseguite dal dott. Cairola per conto della BPD nel mese di ottobre del 1990 sono consistite:

- nella definizione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche degli acquiferi profondi emunti dai pozzi della BPD;
- in n. 14 trivellazioni attrezzate con piezometri e n. 5 prove penetrometriche statiche ubicate al piede di Arpa 1 e Arpa 2;
- in n. 5 analisi granulometriche eseguite su campioni di carotaggio;
- in n. 5 prove di permeabilità a carico variabile per la definizione della permeabilità verticale eseguite su campioni di carotaggio;
- prove di emungimento nei due sondaggi più profondi per la definizione della permeabilità orizzontale.

I risultati sono stati i seguenti:

- a) L'acquifero dal quale emungono i pozzi presenti all'interno dell'area BPD è localizzato in formazioni travertinose, sabbiose o ghiaiose poste a quote variabili da 125 m slm a -2 m slm e si stabilizza con effetto saliente ad una quota assoluta di circa 142 m slm; le condizioni litostratigrafiche assicurano una protezione naturale da qualsiasi potenziale fenomeno di infiltrazione superficiale.
- b) La direzione di deflusso delle acque superficiali risulta indirizzata verso E-NE.
- c) I terreni più superficiali (fino a circa 5,5 m dal p.c.) sono costituiti essenzialmente da limi argilloso-sabbiosi con permeabilità molto bassa dell'ordine di 10^{-8} cm/sec.
- d) Le prove penetrometriche hanno evidenziato, a partire da una decina di metri dal p.c., dei "livelli limoso-argillosi con frazione sabbiosa assai variabile, consolidati o molto consolidati, che si alternano a livelli meno addensati"; l'autore assegna ai livelli, in funzione dell'elevato valore di consistenza, un certo grado di impermeabilità.
- d) La permeabilità orizzontale, valutata a seguito di prove di emungimento, è risultata dell'ordine di 10^{-5} .



8.2.7. La perizia tecnica del Tribunale

La relazione di perizia tecnica consegnata dai dott. Merli, di Domenico, Ziemacki e Polcari nel mese di maggio 1991 si è basata sulle seguenti indagini:

- analisi di campioni di terra e di campioni di acqua;
- n. 4 sondaggi geognostici ubicati nell'area antistante Arpa 1 e Arpa 2 equipaggiati a piezometro.

I risultati sono stati i seguenti:

- nella falda superficiale si osserva un elevato tenore in Mercurio con contenuto prossimo al CMA (contenuto massimo ammissibile) e un elevato tenore in HCH (esaclorocicloesano) con valori da due a tre ordini di grandezza maggiori al rispettivo CMA, pertanto se ne sconsiglia l'impiego anche nelle pratiche agricole;
- nel campione di acqua prelevato dal pozzo n. 9 (vedi allegato n. 5) che serve, insieme al n. 11, parte dell'abitato di Colleferro, è stata rilevata la presenza di HCH ad un livello pari al CMA mentre nel n. 11 detto composto è risultato nettamente inferiore, pertanto l'acqua delle falde profonde può essere considerata idonea per gli usi potabili previo controllo periodico.

L'insieme delle indagini confermano la protezione effettuata dai litotipi presenti sull'acquifero profondo adibito anche ad uso potabile.

8.2.8. Lo studio ambientale per le opere di bonifica del Prof. Baruchello

Con lo scopo di acquisire una più esatta conoscenza dell'assetto geologico ed idrogeologico del sottosuolo interessante le tre aree di indagine, durante lo *studio preliminare alle opere di bonifica* furono eseguiti 9 sondaggi a carotaggio continuo all'interno delle stesse (tre per area) ed alcune analisi chimiche su acque, terre e abbancamenti; in questo paragrafo si riportano i risultati emersi dalle indagini geologiche, mentre successivamente (vedi § 8.5) verranno descritte le analisi insieme a tutte quelle eseguite sulle tre aree in oggetto.

I punti di carotaggio sono stati individuati in modo tale da garantire la significatività delle analisi.



Le perforazioni sono state eseguite con sistema tradizionale a mezzo di aste e carotiere semplice del diametro 101 mm e spinte fino ad una profondità di 15 m dal p.c.

Tutte le perforazioni sono state equipaggiate a piezometro ponendo in opera colonne di tubi in PVC del diametro di 63 mm opportunamente finestrate in corrispondenza dei tratti probabilmente acquiferi.

Nel corso delle perforazioni sono stati prelevati n. 3 campioni di terra (uno per area) che sono stati poi sottoposti ad analisi chimico fisiche; al termine delle perforazioni stesse, sono stati prelevati n. 6 campioni di acqua, sottoposti anch'essi al medesimo procedimento (solo in sei dei nove piezometri installati era presente un quantitativo di acqua sufficiente per il campionamento).

Sono stati inoltre prelevati n. 4 campioni significativi di materiale abbancato per verificarne l'origine, le caratteristiche chimiche e l'eventuale etichettatura in caso di tossicità ed ai fini di un futuro smaltimento.

Le planimetrie ubicative dei sondaggi, le sezioni geologiche interpretative, i log stratigrafici e la carta indicante le direzioni di flusso della falda sono allegati in calce alla presente relazione tecnica.

Arpa 1

I sondaggi eseguiti in Arpa 1 hanno interessato esclusivamente terreni di origine vulcanica e generalmente permeabili, argillificati e pedogenizzati solo nella parte più superficiale.

Tali terreni sono ricoperti da un certo spessore di materiale di riporto costituito prevalentemente dai resti dei fabbricati una volta presenti sull'area ed in seguito demoliti. Nei sondaggi S1 e S3 tale spessore è risultato piuttosto esiguo, pari a circa 0,5 m e assente in S2; bisogna però rilevare che durante la perforazione di S3 è stato rilevato uno spessore di 2.0 m di riporto ma questa è stata poi interrotta per spostarsi di una decina di metri a causa dell'incagliarsi delle aste e della rottura del rivestimento in un probabile blocco di cemento armato.

I piezometri sono stati finestrati per tutta la loro lunghezza in modo da poter raccogliere le acque più superficiali.



La falda superficiale, che è risultata avere una direzione di flusso SW-NE, è stata rinvenuta alle seguenti quote dal p.c.:

S1: -10.75 m

S2: -13.60 m

S3: -11.00 m.

Il campione di terra è stato prelevato in S2 a -9.2 m dal p.c..

È stato inoltre prelevato materiale relativo all'abbancamento che, a causa dello scarso quantitativo in cui è stato riscontrato, è stato miscelato in parti uguali per tutti i tre sondaggi.

Arpa 2

I sondaggi S4, S5 e S6 eseguiti in Arpa 2 hanno interessato un discreto spessore di riporto, pari a circa 6.5 m, costituito da materiali di varia natura (calcestruzzo, plastica, ferro, latta, legno, ecc.) in matrice limoso argillosa nera.

Tale riporto è sovrastante ad uno strato piroclastico pedogenizzato-argillificato avente uno spessore variabile da 2.5 a 3.7 m, a cui, a sua volta, fa seguito una formazione piroclastica sabbiosa grossolana di aspetto pozzolanaceo relativamente più permeabile.

In considerazione del ritrovamento nei tre sondaggi del suddetto materiale di riporto, al fine di non portare in comunicazione tale strato con l'acquifero, in corrispondenza di tale tratto, i piezometri sono stati realizzati a tubo cieco e cementati, finestrati solo nella parte sottostante.

La falda superficiale, che è risultata avere la medesima direzione di Arpa 1 (SW-NE), è stata rinvenuta alle seguenti quote dal p.c.:

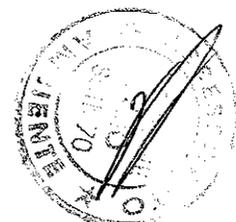
S4: -4.00 m

S5: -5.90 m

S6: -4.60 m.

Il campione di terra è stato prelevato in corrispondenza di S4 a -12.7 m dal p.c..

Inoltre sono stati prelevati n. 3 campioni all'interno dell'abbancamento per ogni sondaggio, ovvero in S4, S5 e S6, a quota -2, -3 e -4 m dal p.c. rispettivamente.



Cava di pozzolana

I sondaggi S7, S8 e S9 sono stati eseguiti all'interno della cava di pozzolana.

I sondaggi S7 e S8, ubicati nella parte centrale della cava, hanno interessato uno spessore di materiale di riporto, pari rispettivamente a 8.0 e 11.8 m. Tale materiale risulta costituito da frammenti di materiale di vario tipo in una matrice limoso argillosa marrone. Nel sondaggio S9, ubicato all'ingresso del piazzale della cava, il riporto è risultato minore, pari a circa 1.5 m. Allo strato di riporto fa seguito un banco piroclastico prevalentemente sabbioso, superficialmente argillificato-pedogenizzato solo in S8. In S9, al di sotto del banco pozzolanaceo, sono stati rinvenuti un paio di metri di tufo litoide.

I piezometri sono stati finestrati per l'intero tratto e la falda, che è risultata avere la medesima direzione di Arpa 1 e Arpa 2, sebbene con un angolo leggermente diverso (SW-NE), è stata rinvenuta alle seguenti quote dal p.c.:

S7: assente

S8: -14.75 m

S9: -12.00 m.

Il campione di terra è stato prelevato in S7 a - 13.5 m dal p.c..



8.3. Le caratteristiche geologiche delle tre aree

Sulla scorta dei dati ricavati dalle numerose perforazioni eseguite all'interno dello stabilimento di Colferro nonché dei vari studi eseguiti sulla zona è possibile ricostruire l'andamento geologico generale dell'intera zona e delle tre aree in particolare.

Relativamente all'intera zona, i dati sulle stratigrafie dei pozzi realizzati all'interno dello stabilimento forniscono la seguente serie stratigrafica, dall'alto verso il basso:

- a) strato eluvio-colluviale di copertura originatisi dalla degradazione dei sottostanti depositi vulcanici;
- b) depositi vulcanici (tufi e pozzolane) intercalati a banchi argillosi;
- c) travertini o lenti di ghiaia che, a profondità comprese tra 80 e 200 m dal p.c. ospitano le falde acquifere sfruttate dallo stabilimento ed in parte utilizzate a scopo potabile dal Comune di Colferro.

Per quanto riguarda invece le tre aree indagate, i sondaggi sono stati spinti a profondità più ridotte e pertanto sono giunti ad interessare solo i litotipi "a" e "b".

La sezione "A", che interessa le due aree di Arpa 1 e Arpa 2 in direzione trasversale alle due vallette, mostra l'assetto geologico globale che le lega e che in un certo modo caratterizza nei primi metri un po' tutta l'area.

Le due vallette sono state riempite da materiale di riporto per al massimo un paio di metri in Arpa 1 e fino a circa 6.5 m in Arpa 2. Quest'ultima è infatti caratterizzata da una morfologia particolare in quanto al centro, invece di mostrare una incisione o comunque una depressione valliva, presenta una specie di rilievo dovuto probabilmente all'accumulo del materiale scaricato.

Sottostante a tale deposito si rinviene, in entrambe le vallette, uno spessore di vulcaniti che hanno subito un processo di argillificazione-pedogenizzazione.

Infine a chiusura sondaggio si rinvengono piroclastiti più grossolane, prevalentemente sabbiose, di natura pozzolanacea di colore grigio e marrone, inglobanti elementi scoriacei o lavici anche di grosse dimensioni; sono le stesse che si osservano lungo i fianchi delle due vallette.

La situazione nella cava di pozzolana si presenta simile sebbene con una ovvia variazione degli spessori dei litotipi caratteristici.



Si rinviene infatti in essa uno spessore di materiale di riporto variabile da 1.5 m a 11.8 m a cui seguono le vulcaniti sabbiose di natura pozzolanacea grigie e marroni (le stesse che si osservano in affioramento lungo le pareti della cava e che si rinvengono nelle due vallette); tali vulcaniti si presentano argillificate in superficie solo in S8.

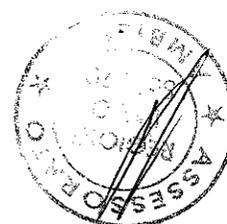
Nel sondaggio S9, a -14 m dal p.c. fino a chiusura sondaggio (-16 m dal p.c.), è stato rinvenuto un banco di tufo litoide.

In conclusione possono sintetizzarsi i seguenti punti:

- a) Le tre aree sono state soggette a scarica di rifiuti di vario spessore e di natura eterogenea:
 - in Arpa 1 lo spessore massimo si è rinvenuto al centro dell'area con circa un paio di metri;
 - in Arpa 2 lo spessore è risultato pressoché uguale nei tre sondaggi ovvero pari a circa 6.5 metri;
 - nella cava di pozzolana lo spessore è risultato variabile da un minimo di 1.8 metri all'entrata della cava fino ad un massimo di 11.8 metri nella parte centrale della stessa.
- b) In Arpa 1 e Arpa 2 il banco di rifiuti risulta confinato al letto da uno strato di vulcaniti argillificate-pedogenizzate che rallentano il flusso delle acque nel sottosuolo consentendo quindi un lento filtraggio degli agenti inquinanti eventualmente presenti.
- c) Nella cava di pozzolana tale strato argillificato è stato riscontrato solo in un sondaggio.
- d) La falda misurata nei piezometri installati all'interno dei fori di sondaggio si trova ad una quota assoluta variabile da 211 a 190 m slm; il flusso ha direzione da SW verso NE convergendo verso il Fiume Sacco.
- e) La falda misurata è generata dalle acque di infiltrazione superficiale e il relativo livello piezometrico si trova a circa una sessantina di metri da quello della falda profonda emunta nei pozzi della BPD a scopo potabile.
- f) In Arpa 1 e nella cava di pozzolana gli abbancamenti di rifiuti non sono a contatto con la falda superficiale mentre in Arpa 2 il livello piezometrico della falda superficiale interessa l'abbancamento. più precisamente:
 - in Arpa 1 i rifiuti si trovano circa 10 metri sopra il livello piezometrico;



- in Arpa 2 il livello piezometrico interessa l'abbancamento dei rifiuti per un paio di metri circa;
 - nella cava di pozzolana il livello piezometrico si trova nel punto più prossimo ai rifiuti a circa 3 metri da questi.
- g) Le stratigrafie dei pozzi della BPD dimostrano che l'acquifero emunto si trova al di sotto di stratificazioni argillose che, seppure lentiformi e quindi non continue, a causa del loro discreto spessore e della loro frequenza, possono fornire garanzia sull'aspetto qualitativo dello stesso, così come confermato dalle analisi chimiche effettuate dai periti e riportate nella loro relazione tecnica.



8.4. Idrogeologia superficiale e profonda dell'area di Colleferro e delle tre aree di studio

L'installazione di numerosi piezometri nel corso dei precedenti studi ha consentito di misurare la profondità e valutare l'andamento nonché le caratteristiche della falda superficiale.

Nella zona di Arpa 1 e Arpa 2 i piezometri hanno consentito di verificare che la falda ha una direzione di flusso da SW verso NE, ovvero influenzata dall'asse di drenaggio del Fiume Sacco.

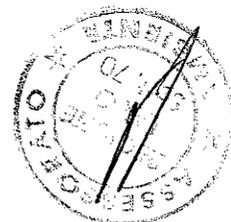
È da notare che nella zona Arpa 2 la falda superficiale si stabilizza ad una quota compresa entro l'abbancamento di riporto.

Nella zona della cava di pozzolana si è potuto disporre solo di 2 piezometri tuttavia si è potuto ugualmente ipotizzare un deflusso della falda anche in questo caso verso il Fiume Sacco con direzione da SW verso NE, ma con un angolo leggermente diverso.

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, questa risulta piuttosto complessa in quanto la zona è interessata da una alternanza di depositi con caratteristiche permeabili molto diverse.

Gli studi geologici sull'area, ricavati da attività di ricerca bibliografica, non forniscono particolari indicazioni sulla falda profonda mentre confermano la direzione di flusso di quella contenuta nelle vulcaniti (superficiale) verso l'asse di drenaggio del Fiume Sacco.

Tuttavia, da quanto appreso in merito ai dati relativi ai pozzi della BPD, si può asserire che il livello statico della falda emunta si attesta intorno ad una quota assoluta di 142 m slm e quindi a circa una sessantina di metri dal livello statico di quella superficiale. Inoltre *la falda profonda* si trova in pressione in quanto il livello statico si attesta a quote superiori rispetto a quelle in cui sono stati realizzati i filtri e quindi *si trova naturalmente isolata dalle condizioni idrauliche sovrastanti*.



8.5. Analisi chimiche effettuate fino ad oggi sulle tre aree

8.5.1. Premessa

Con lo scopo di accertare eventuali processi di contaminazione in atto, l'entità degli stessi e, in caso di marcata contaminazione classificare i terreni presenti come rifiuto secondo quanto disposto dal D.P.R. 10 settembre 1982 n. 915, sono state raccolte e studiate tutte le analisi finora effettuate all'interno dello stabilimento su acque, su terre e sugli abbancamenti.

Il complesso delle informazioni acquisite, per la sostanziale omogeneità dei dati, confermata dalla conoscenza dei processi produttivi che hanno generato i materiali abbancati, e per la stessa localizzazione dei punti di campionamento, conduce a ritenere che le conclusioni acquisite siano "significative" del complesso dei materiali abbancati.

Prima di esprimere le valutazioni sulle analisi chimiche, sono stati di seguito sintetizzati i riferimenti normativi in vigore per la classificazione dei rifiuti e per le relative modalità di stoccaggio definitivo.

8.5.2. Riferimenti normativi sui rifiuti

8.5.2.1. Classificazione dei rifiuti

Il D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, al comma IV dell'art. 2 classifica i rifiuti speciali nel seguente modo:

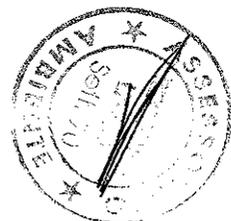
- "1) I residui derivanti da lavorazioni industriali; quelli derivanti da attività agricole, artigianali, commerciali e di servizi che, per quantità e qualità non siano dichiarati assimilabili ai rifiuti urbani;
- 2) I rifiuti provenienti da ospedali, case di cura ed affini, non assimilabili a quelli urbani;
- 3) I materiali provenienti da demolizioni, costruzioni e scavi; i macchinari e le apparecchiature deteriorati e obsoleti;
- 4) I veicoli a motore, rimorchi e simili fuori uso e loro parti;
- 5) I residui dell'attività di trattamento dei rifiuti e quelli derivanti dalla depurazione degli effluenti."



Definisce inoltre le caratteristiche per le quali un rifiuto appartiene alla classe dei "tossici e nocivi". Riporta testualmente: *"sono tossici e nocivi tutti i rifiuti che contengono o sono contaminati dalle sostanze elencate nell'allegato al decreto, inclusi i policlorodifenili e loro miscele, in quantità e/o concentrazione tali da presentare un pericolo per la salute e l'ambiente"*.

Tali sostanze sono:

1. Arsenico e suoi composti
2. Mercurio e suoi composti
3. Cadmio e suoi composti
4. Tallio e suoi composti
5. Berillio e suoi composti
6. Composti di Cromo esavalente
7. Piombo e suoi composti
8. Antimonio e suoi composti
9. Fenoli e suoi composti
10. Cianuri organici ed inorganici
11. Isocianati
12. Composti organoalogenati esclusi i polimeri inerti e altre sostanze considerate nel presente elenco
13. Solventi clorurati
14. Solventi organici
15. Biocidi e sostanze fitofarmaceutiche
16. Prodotti a base di catrame derivanti da procedimenti di raffinazione e residui catramosi derivanti da operazioni di distillazione
17. Composti farmaceutici
18. Perossidi, clorati, perclorati e azoturi
19. Eteri
20. Sostanze chimiche di laboratorio non identificabili e/o sostanze nuove i cui effetti sull'ambiente non sono conosciuti
21. Amianto (polveri e fibre)
22. Selenio e suoi composti
23. Tellurio e suoi composti
24. Composti aromatici policiclici (con effetti cancerogeni)
25. Metalli carbonici



- 26. Composti del Rame solubili
- 27. Sostanze acide e/o basiche impiegate nei trattamenti di superficie dei metalli
- 28. Policlorobifenili, policlorotrifenili e loro miscele.

La delibera del Comitato Interministeriale 27 luglio 1984, che da le disposizioni per la prima applicazione dell'art. 4 del D.P.R. 915/82, al paragrafo 1.2 fornisce le condizioni tecniche per la classificazione dei rifiuti speciali in tossici e nocivi. In particolare dice:

"sono rifiuti tossici e nocivi i rifiuti speciali di cui all'art. 2, quarto comma, punti 1), 2) e 5) del D.P.R. 915/82:

- 1) *che contengono una o più delle sostanze indicate nella tabella 1.1 in concentrazioni superiori ai valori di concentrazione limite (C.L.) indicati nella tabella stessa e/o una o più delle altre sostanze appartenenti ai 28 gruppi di cui all'allegato al D.P.R. 915/82 in concentrazioni superiori ai valori di C.L. ricavati dall'applicazione dei criteri generali desunti dalla tabella 1.2. Qualora un rifiuto contenga due o più sostanze di cui al sopracitato allegato, ciascuna in concentrazione inferiore alla corrispondente C.L., sarà classificato come tossico e nocivo se la sommatoria dei rapporti tra la concentrazione effettiva di ciascuna sostanza e la rispettiva concentrazione limite risulta maggiore di 1. Nel calcolo della sommatoria non si terrà conto delle sostanze presenti nei rifiuti in concentrazioni inferiori ad 1/100 delle rispettive C.L.;*
- 2) *che figurano nell'elenco 1.3, provenienti da attività di produzione o di servizi, salvo che il soggetto obbligato dimostri che i rifiuti non sono classificabili tossici e nocivi ai sensi del precedente punto 1)."*

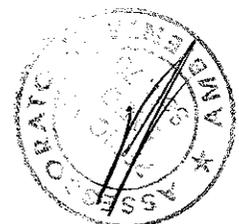


Tabella 1.1 D.P.R. 915/82

SOSTANZA	C.L. (mg/l)
Acrilonitrile	500
Amianto (polveri e fibre libere)	100
Arsenico e suoi composti (come As)	100
Benzene	500
Benzo (a) pirene	500
Berillio e suoi composti (come Be)	500
Bis (clorometil) etere	500
Cadmio e suoi composti (come Cd)	100
Carbonio tetracloruro	500
N-cloroformil morfolina	500
Cloroformio	500
Clorometil-metil etere	500
Cromo esavalente e suoi composti (come Cr)	100
1,2 Dibromoetano	500
3,3 Diclorobenzidina	500
β,β Dicloroetilsolfuro	500
2,2 Dicloro-N-metiletilamina	500
1,4 Diossano	500
Epicloridrina	500
Mercurio e suoi composti (come Hg)	100
Piombo e suoi composti inorganici (come Pb)	5.000
Policlorobifenili	500
Rame, composti solubili (come Cu)	5.000
Selenio e suoi composti (come Se)	100
Tellurio e suoi composti (come Te)	100
2,4,6 Triclorofenolo	500
Vinile cloruro	500
SOSTANZA	C.L. ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
1,2,3,6,7,8 Esaclorodibenzodiossina	1
1,2,3,7,8,9 Esaclorodibenzodiossina	1
1,2,3,7,8 Pentaclorodibenzodiossina	1
2,3,7,8 Tetraclorodibenzo-p-diossina	1
2,3,7,8 Tetraclorodibenzofurano	1
Policlorodibenzodiossine escluse quelle suelencate	500
Policlorodibenzofurani esclusi quelli suelencati	500

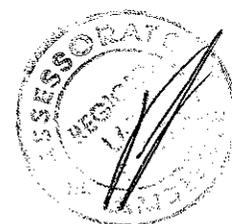


Tabella 1.2 D.P.R. 915/82

CATEGORIA	C.L. ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Molto tossiche	500
Tossiche	5.000
Nocive	50.000

L'assegnazione delle sostanze alle tre categorie riportate nella tabella 1.2 va effettuata in base ai criteri adottati dalla normativa in materia di etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi (legge 29 maggio 1974, n. 256; D.P.R. 24 novembre 1981, n. 927 e successive modifiche ed integrazioni). Per individuare attraverso l'etichettatura le sostanze molto tossiche che attualmente hanno il simbolo "T" si può ricorrere alle frasi di rischio "R26, R27, R28" loro assegnate dal Decreto Ministro della Sanità 21 maggio 1981, in attesa del recepimento della direttiva CEE 83/467 che assegna loro il simbolo "T+".

Per le sostanze aventi la denominazione di rischio "R33" (pericolo di effetti cumulativi), "R39" (pericolo di effetti irreversibili molto gravi) ed "R40" (possibilità di effetti irreversibili) di cui al succitato Decreto ministeriale, la corrispondente C.L. deve essere divisa per 5.

8.5.2.2. Modalità per lo stoccaggio definitivo dei rifiuti

Se si escludono le discariche di I^a categoria (per R.S.U. e speciali assimilabili) e di II^a categoria tipo A (per rifiuti inerti) che non sono di interesse per il presente studio, viste le tipologie di rifiuti presenti nelle aree da bonificare, gli impianti di stoccaggio definitivo dei rifiuti speciali e tossici e nocivi sono i seguenti:

Discarica di II^a categoria tipo B

È un impianto nel quale possono essere smaltiti rifiuti sia speciali che tossici e nocivi, tal quali o trattati, a condizione che non contengano sostanze appartenenti ai gruppi 9-20 e 24, 25 27 e 28 dell'allegato al D.P.R. 915/82 in concentrazioni superiori a valori corrispondenti a 1/100 delle rispettive C.L. determinate ai sensi del paragrafo 1.2 punto 1) e che, sottoposti alle prove di cessione (paragrafo 6.2 della delibera) diano un eluato conforme ai limiti di accettabilità previsti dalla tabella A della legge 319/76 e successive modifiche per i metalli compresi nell'allegato al D.P.R. 915/82.



Se le caratteristiche di permeabilità del suolo danno sufficienti garanzie, ossia è verificato, attraverso indagini di natura idraulica, geologica ed idrogeologica che lo spessore, la permeabilità e la capacità di ritenzione e assorbimento degli strati del suolo interposti tra la massa dei rifiuti e le acque, superficiali e di falda, siano tali da preservare le acque medesime dall'inquinamento, possono essere smaltiti in discariche di tipo B anche i rifiuti di cui sopra il cui eluato superi, sino ad un massimo di 10 volte i sopra indicati limiti della tabella A della legge 319/76 (che diviene in questo caso 2B speciale).

Possono essere smaltiti in questo tipo di impianto rifiuti contenenti polveri o fibre libere di amianto in concentrazioni non superiori a 10.000 mg/kg.

Discarica di II^a categoria tipo C

È un impianto di stoccaggio definitivo nel quale possono essere smaltiti, oltre i rifiuti indicati nel punto precedente, anche:

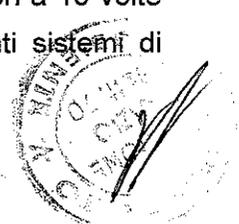
- i rifiuti speciali di cui ai punti 1) e 5) del IV comma dell'art. 2 del D.P.R. 915/82; nel caso trattasi di fanghi, questi devono essere stabilizzati e palabili;
- tutti i rifiuti tossici o nocivi, tal quali o trattati, ad eccezione di quelli contenenti sostanze appartenenti ai gruppi 9-20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al D.P.R. 915/82 in concentrazioni superiori a 10 volte le rispettive C.L..

In ogni caso non possono essere smaltiti in tali discariche i seguenti rifiuti:

- infiammabili, aventi punto di infiammabilità inferiore a 55°C;
- comburenti;
- in grado di reagire pericolosamente con l'acqua o con acidi e basi deboli, con sviluppo di gas e vapori tossici e/o infiammabili;
- liquidi;
- ospedalieri o simili.

Discarica di III^a categoria

È un impianto avente caratteristiche di sicurezza particolarmente elevate per la protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo, nel quale possono essere confinati rifiuti tossici e nocivi contenenti sostanze appartenenti ai gruppi 9-20 e 24, 25, 27 e 28 di cui all'allegato al D.P.R. 915/82 in concentrazioni maggiori a 10 volte le rispettive C.L. per i quali non risultino adottabili diversi e adeguati sistemi di smaltimento.



8.5.3. Commento alle analisi precedentemente eseguite

Le analisi effettuate precedentemente al presente studio sono relative:

- all'anno 1990 e fanno parte della "Perizia tecnica sull'insediamento BPD Difesa e Spazio di Colleferro";
- all'anno 1991 eseguite dalla ECO CHIMICA ROMANA per conto della BPD;
- all'anno 1994 eseguite nel corso dello "studio ambientale per le opere di bonifica" del Prof. Baruchello.

Nei quadri seguenti sono stati raccolti i risultati di analisi per campione e per soggetto analizzante.

Nei paragrafi successivi sono riportate alcune considerazioni qualitative sulle analisi compiute su ciascun campione nonché la relativa prevedibile soluzione di smaltimento.

**PERIZIA TECNICA:
campioni di terreno misto a materiale vario prelevati nelle
zone Arpa 1 e Arpa 2 il 15.05.90**

MICROINQUINANTI	ARPA 1T*	ARPA 1C**	ARPA 2T*	ARPA 2C**	CL (mg/kg)
Metalli (mg/kg)					
Cr tot	24.7	71.9	122.1	64.3	-
Cr VI	1.3	0.1	3.9	0.2	100
Pb	104.9	172.5	841.4	228.6	5.000
Cd	0.3	18.3	9.4	3.7	100
Hg	1.1	4.1	10.2	6.9	100
As	274.8	132.0	127.9	162.7	100
Se	24.4	12.4	14.2	14.5	100
Ti	3.0	1.8	1.5	1.4	100
Cu tot	85.9	399.1	657.2	338.4	5.000
Cu sol	0.2	1.7	1.3	3.5	
Sostanze organiche					
PCB (mg/kg)			0.4	2.0	500
p, p2 DDE (ng/kg)	<20				
T4 cdf tot (ng/kg)				100	

* La sigla T è riferita a campioni costituite da aliquote di terreno misto a materiale vario prelevate manualmente e mescolate in un contenitore di plastica

** La sigla C è riferita a campioni prelevati mediante carotiere



PERIZIA TECNICA:
Metalli presenti negli eluati dei campioni solidi prelevati nelle zone Arpa 1 e Arpa 2 il 15.05.90

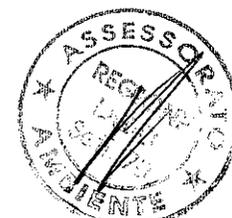
MICROINQUINANTI (mg/l)	ARPA 1T	ARPA 1C	ARPA 2T	ARPA 2C	CL (mg/l)
Cr tot	0.004	0.230	0.082	0.069	2
Cr VI	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.2
Pb	0.003	0.045	4.210	0.031	0.2
Cd	0.001	0.207	0.142	0.063	0.02
Hg	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005
As	0.014	0.027	0.046	0.029	0.5
Se	0.009	0.016	0.032	0.025	0.03
Ti	0.005	0.012	0.021	0.017	-

PERIZIA TECNICA: Acque superficiali prelevate in periodi diversi

MICROINQUINANTI (mg/l)	ARPA 2A (15.05.90)	3P (02.08.90)	CL (mg/l)
Metalli			
Cr tot	0.007	<0.001	2
Cr VI	<0.001	-	0.2
Pb	0.220	<0.002	0.2
Cd	0.0121	<0.001	0.02
Hg	0.006	0.001	0.005
As	0.050	<0.005	0.5
Se	0.031	<0.005	0.03
Ti	0.028	<0.005	-
Sostanze organiche			
DDD	10x10 ⁻⁶		0.05
DDT	12x10 ⁻⁶		0.05
Esaclorocicloesano		0.065	0.05-

PERIZIA TECNICA: Acque di falda superficiale prelevate in periodi diversi

MICROINQUINANTI (mg/l)	PIEZOMETRI						CMA (µg/l)
	1A (02.08.90)	2 (02.08.90)	3 (02.08.90) (03.11.90)		8 (02.08.90)	8 (22.01.91)	
Metalli							
Cr tot	3	<1	<1	<1	<1	1	50
Pb	<2	<2	<2	-	5	<2	50
Cd	<1	<1	1	<1	2	<1	5
Hg	2	1	1	<1	<1	1	1
As	<5	<5	<5	<5	5	<5	50
Se	<5	<5	<5	<5	<5	<5	10
Ti	<5	<5	<5	<5	<5	<5	-
Cu	4	2	10	-	-	5	1000
Sostanze organiche							
Esaclorocicloesano	27	5	51	26	27	4	0.1
Lindano			20	7.7	6.4		0.1



**PERIZIA TECNICA: Acque di falda profonda prelevate in
periodi diversi**

MICROINQUINANTI (mg/l)	pozzo 9			pozzo 11			Ist. Canniz.		pozzo 3	CMA
	(nov 90)	(gen 91)	(apr 91)	(nov 90)	(gen 91)	(apr 91)	(gen 91)	(apr 91)	(apr 91)	(µg/l)
Metalli										
Cr tot	2	2		<1	<1		<1			50
Pb	<2	<2		<2	<2		<2			50
Cd	<1	<1		<1	<1		<1			5
Hg	<1	<1	<0.5	<1	<1	<0.5	<1	<0.5	<0.7	1
As	5	7		<5	5		7			50
Se	5	5		<5	<5		<5			10
Ti	<5	<5		<5	<5		<5			-
Sostanze organiche										
Esaclorocicloesano	0.1		0.04							0.1
Lindano	0.04	0.005	0.005		<0.002	<0.002				0.1

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 1 ARPA 2: campione solido del
13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
sostanze organiche	%	11.1
Rame	mg/kg	2.3
Piombo	mg/kg	4.1
Cadmio	mg/kg	0.7
Cromo	mg/kg	4.0
Mercurio	mg/kg	<0.01
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	<0.0004
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	0.23
Cadmio	mg/l	0.03
Cromo	mg/l	0.15
Mercurio	mg/l	0.01
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	<0.01

N.B.: DENOMINAZIONI DEI POZZI

Pozzo n. 2 (Centr. Elettr.) = Mammut

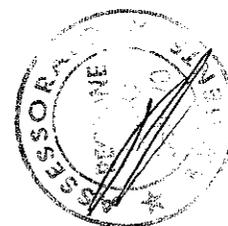
Pozzo n. 3 = Tamini

Pozzo n. 5 = Villaggio (Colosseo)

Pozzo n. 9 = Sacco 1

Pozzo n. 10 (Colle Sughero) = Stendaggi

Pozzo n. 11 = Sacco 2

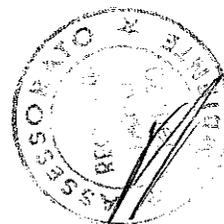


**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 2 ARPA 2: campione solido del
 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	15.6
Residuo a 105°	%	1.5
Residuo a 600°	%	26.9
Rame	mg/kg	248.0
Piombo	mg/kg	36.2
Cadmio	mg/kg	0.26
Cromo	mg/kg	79.2
Mercurio	mg/kg	22.9
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	4.6
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.009
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	0.01
Fosfati	mg/l	<0.01

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 3 ARPA 2: campione solido del
 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	11.6
Fenoli	mg/kg	0.7
Rame	mg/kg	1.27
Piombo	mg/kg	0.93
Cadmio	mg/kg	0.11
Cromo	mg/kg	0.90
Mercurio	mg/kg	0.60
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	<0.0004
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.01
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	0.15



**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 3bis ARPA 2: campione solido
 del 23.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Residuo a 105°	%	89.6
Residuo a 600°	%	0.5
Sostanze organiche	%	9.5
Arsenico	mg/kg	0.36
Fosforo	mg/kg	7.29

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 4bis ARPA 1: campione solido
 del 23.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Residuo a 105°	%	74.1
Residuo a 600°	%	65.2
Sostanze organiche	%	26.2
Arsenico	mg/kg	1.77
Fosforo	mg/kg	55.64

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 8' ARPA 2: campione solido
 del 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	23.5
Rame	mg/kg	3051
Piombo	mg/kg	990
Cadmio	mg/kg	305.5
Cromo	mg/kg	27.0
Mercurio	mg/kg	14.84
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	7.7
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	0.09
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	0.04
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.025
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	11.38



**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 8" ARPA 2: campione solido
 del 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	28.7
Rame	mg/kg	210.0
Piombo	mg/kg	600.0
Cadmio	mg/kg	4.5
Cromo	mg/kg	307.0
Mercurio	mg/kg	7.79
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	<0.0004
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	0.17
Piombo	mg/l	0.29
Cadmio	mg/l	0.07
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.01
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	1.08

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 5 ARPA 2: campione solido del
 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	55.5
Rame	mg/kg	438
Piombo	mg/kg	245
Cadmio	mg/kg	2.53
Cromo	mg/kg	22.82
Mercurio	mg/kg	3.87
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	5.38
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.009
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009



**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 6 ARPA 2: campione solido del
13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	mg/kg	64.5
Rame	mg/kg	284.4
Piombo	mg/kg	263.5
Cadmio	mg/kg	1.55
Cromo	mg/kg	11.15
Mercurio	mg/kg	4.74
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	8.4
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.01
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	0.04

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 7 ARPA 2: campione solido
13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	0.99
Rame	mg/kg	359.0
Piombo	mg/kg	395.0
Cadmio	mg/kg	4.4
Cromo	mg/kg	31.2
Mercurio	mg/kg	107.0
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	2.9
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.012
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	0.04



**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 4 ARPA 1: campione solido del
 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Residuo a 105°	%	60.1
Residuo a 600°	%	54.9
Sostanze organiche	%	0.87
Rame	mg/kg	11.5
Piombo	mg/kg	3.93
Cadmio	mg/kg	0.49
Cromo	mg/kg	11.15
Mercurio	mg/kg	2.7
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	<0.0004
Pesticidi fosforici (malathion)	mg/kg	360
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.007
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009
Fosfati	mg/l	4.32

**ECO CHIMICA ROMANA - REP. 11 ARPA 1: fango da fusto
 danneggiato del 13.02.90**

PARAMETRI	U.M.	RISULTATI
Sostanze organiche	%	96.6
Rame	mg/kg	71.5
Piombo	mg/kg	111.0
Cadmio	mg/kg	0.48
Cromo	mg/kg	4.83
Mercurio	mg/kg	1.83
Selenio	mg/kg	<0.0009
Arsenico	mg/kg	5.92
TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08
Mercurio	mg/l	0.022
Selenio	mg/l	<0.0002
Arsenico	mg/l	<0.0009



**ECO CHIMICA ROMANA: terreno superficiale Arpa 1 del
 23.02.90**

TEST DI CESSIONE		
Rame	mg/l	<0.08
Piombo	mg/l	<0.10
Cadmio	mg/l	<0.03
Cromo	mg/l	<0.08

**ECO CHIMICA ROMANA: analisi sulle acque superficiali del
 11.04.90**

	U.M.	RIF. 1	RIF. 2	RIF 3	RIF 4	RIF 5	RIF. A
pH		8.34	8.30	8.06	7.72	7.86	7.29
COD	mg/l	5	5	5	620	45	65
Composti organici clorurati	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	0.02	<0.001	<0.001
Pesticidi fosforici	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Sostanze organiche					1.8	0.1	0.6
Solidi sospesi							8.4
Tensioattivi anionici							3.5
Ferro							0.1
Manganese							4.8



8.5.4. Analisi eseguite per conto della perizia tecnica del maggio 1991

8.5.4.1. Campioni di terreno misto a materiale vario

ARPA 1T

Per quel che riguarda alcuni dei metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82, la loro concentrazione nel campione è al di sotto della C.L. prevista dalla delibera del 27 luglio 1984, ad eccezione dell'Arsenico che risulta presente in concentrazione pari a 274,8 mg/kg (C.L. = 100 mg/kg).

Il test di cessione ha dato una concentrazione dei metalli presenti nell'eluato inferiore a quella prevista dalla tabella A allegata alla legge 319/76.

Tra i microinquinanti organici è stata rilevata la presenza di p, p' DDE (p, p' diclorodifenildicloroetilene), in concentrazione inferiore alla C.L. e al di sotto di 20 ng/kg.

Il campione è tossico nocivo e potrebbe essere smaltito in discarica 2B.

ARPA 1C

I metalli rilevati nel corso delle analisi sono presenti nel campione di terreno in concentrazione inferiore a quella limite se si eccettua l'Arsenico, che risulta presente in concentrazione pari a 132,0 mg/kg (C.L. = 100 mg/kg).

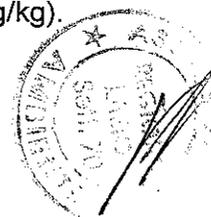
Il test di cessione ha dato una concentrazione dei metalli presenti nell'eluato inferiore a quella prevista dalla tabella A allegata alla legge 319/76, ad eccezione del Cadmio che presenta valori pari a 10 volte il limite.

Non sono stati rilevati microinquinanti organici.

Il campione è tossico nocivo e potrebbe essere smaltito in discarica 2B super a causa delle caratteristiche dell'eluato.

ARPA 2T

Anche in questo caso tra i metalli rilevati solo l'Arsenico supera il valore della C.L., essendo presente in concentrazione pari a 127,9 mg/kg (C.L. = 100 mg/kg).



Alcuni metalli presenti negli eluati (test di cessione) si mantengono al di sotto delle concentrazioni previste, come limiti, dalla tabella A allegata alla legge 319/76; altri superano tali limiti:

Pb	4,21	>>	0,2 (C.L.)	oltre 10 volte
Cd	0,142	>>	0,02 (C.L.)	
Se	0,032	quasi uguale	0,03 (C.L.)	

È stata rilevata inoltre la presenza di PCB (policlorobifenili) ma in concentrazione bassissima rispetto alla C.L..

Il campione è tossico nocivo e potrebbe essere smaltito in discarica 2C a causa dell'elevata concentrazione del Piombo nel test sull'eluato.

ARPA 2C

Tra i metalli, anche in questo caso, solo l'Arsenico supera la C.L., attestandosi al valore di 162,7 mg/kg (C.L. = 100 mg/kg).

Nel test di cessione, solo il Cadmio è presente nell'eluato in concentrazione maggiore a quella prevista dalla tabella A allegata alla legge 319/76.

Tra i microinquinanti organici è stata rilevata la presenza di policlorobifenili in concentrazione di 2 mg/kg (C.L. = 500 mg/kg) e di tetraclorodibenzofurani per 100 ng/kg (C.L. = 1 µg/kg); per quest'ultimo composto la concentrazione misurata è pari a 1/10 della C.L..

Il campione è tossico nocivo e potrebbe essere smaltito in discarica 2C perché la concentrazione di tetraclorodibenzofurani è maggiore di 1/100 della C.L..

8.5.4.2. Acque analizzate per la perizia tecnica del maggio 1991

8.5.4.2.1. Acque superficiali

CAMPIONE ARPA 2A

I metalli rilevati sono presenti in concentrazioni notevolmente inferiori ai limiti di accettabilità della tabella A allegata alla legge 319/76 se si escludono superamenti di modesta entità per Piombo, Mercurio e Selenio.



Sono state rilevate solo tracce di microinquinanti organici.

CAMPIONE 3P

L'unico metallo rilevato è il Mercurio, presente comunque in concentrazione notevolmente più bassa del limite della tabella A allegata alla legge 319/76.

I microinquinanti organici sono presenti in tracce se si esclude l'esaclorocicloesano, che è presente in concentrazione di poco superiore a quella della tabella A su indicata.

L'esaclorocicloesano è una miscela di isomeri che comprende l'isomero gamma (lindano) usato come insetticida.

8.5.4.2.2. Acque di falda superficiale

CAMPIONI 1A, 2, 3 E 8

Nei campioni su indicati è stata rilevata la presenza di Cromo e Arsenico in tracce e di Mercurio al livello della concentrazione massima ammissibile riportata nell'allegato 1 del D.P.R. 24.05.1988, n. 236.

In tutti i campioni è stata inoltre riscontrata la presenza di esaclorocicloesano in concentrazioni superiori ai limiti indicati nel sopra ricordato D.P.R..

Gli stessi campioni, confrontati invece con i limiti di tabella A della legge 10.05.1976 n. 319, risulterebbero quasi compatibili come scarichi nei corpi idrici se non fosse per un leggero superamento della C.L. solo nel piezometro n. 3 nel mese di agosto relativamente all'esaciclrooesano con 51 invece di 50 µg/l.

8.5.4.2.3. Acque di falda profonda

CAMPIONI 9 E 11

Tutti i microinquinanti rilevati, metalli e sostanze inorganiche, sono presenti in concentrazioni inferiori alla C.M.A. del D.P.R. 236/88. Solo nel pozzo 9 il valore della concentrazione dell'esaclorocicloesano eguaglia la concentrazione massima ammissibile.



8.5.5. Analisi eseguite dalla Soc. Eco Chimica Romana

8.5.5.1. Campioni solidi

CAMPIONE REP. 1 ARPA 2

Riguarda materiale solido di colore bianco avorio prelevato da un fusto notevolmente corrosivo. Il contenuto in sostanze organiche estraibili è pari a 11,1%; è il prodotto di alterazione del detersivo *Last al limone* (produzione sospesa dalla SNIA nel 1983) a base di dodecilbenzenosolfonato di Sodio, solfato e fosfato di Sodio.

Sono stati rilevati alcuni metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 ma in concentrazioni trascurabili rispetto alle relative C.L..

I test di cessione hanno evidenziato concentrazioni di metalli nell'eluato che, nel caso di Piombo, Cadmio e Mercurio, superano i limiti della tabella A allegata alla legge 319/76, pur mantenendosi molto al di sotto di 10 volte la C.L.

Il terreno non è tossico nocivo ma, a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 2 ARPA 2

Il prodotto è analogo al precedente ma con più marcata alterazione.

Sono stati rilevati alcuni metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 ma in concentrazioni trascurabili rispetto alle relative C.L..

Il test di cessione ha evidenziato concentrazioni di metalli nell'eluato inferiori a quelle limite previste della tabella A allegata alla legge 319/76 se si eccettuano quelle relative al Mercurio ed al Cadmio che, seppure di poco, superano i limiti.

Il terreno non è tossico nocivo ma, a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 3 ARPA 2

Trattasi di solido granulare di colore bruno scuro, costituito interamente da sostanze organiche, di cui circa l'11,5% solubile in etere. Il costituente principale è anidride



ftalica; è stata accertata la presenza di esteri di acidi policarbossilici e di benzonato di ammonio, nonché tracce di specie fenoliche.

Alcuni dei metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 sono stati rilevati nel campione ma in concentrazioni trascurabili rispetto alle relative C.L..

Solo il Cadmio e il Mercurio presentano al test di cessione concentrazioni nell'eluato superiori ai limiti previsti della tabella A allegata alla legge 319/76.

Il terreno non è tossico nocivo ma, a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 8' ARPA 2

Il materiale solido è estremamente eterogeneo. Il materiale organico è pari al 10-20%: sono stati rilevati esteri di acidi bicarbossilici, esteri di acidi fosforici (malathion ed altri) nonché la presenza di vari ossidi metallici.

In particolare, per quel che riguarda i metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82, alcuni dei quali rilevati nel campione, solo per il Cadmio si evidenzia il superamento della relativa C.L. con una concentrazione pari a 305 mg/kg.

Per quel che riguarda il test di cessione, per i metalli Cadmio e Mercurio si ha il superamento dei limiti contenuti nella tabella A allegata alla legge 319/76.

Il terreno è tossico nocivo e a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 8" ARPA 2

Trattasi di materiale eterogeneo granuloso neutro con il 28,7% di materiale estraibile, presumibilmente detersivo alterato.

Per quel che riguarda i metalli contenuti nell'allegato al D.P.R. 915/82, alcuni di essi sono stati rilevati nell'analisi. Sono presenti in concentrazioni inferiori alle rispettive C.L.. Solo nel caso del Cromo si ha un valore di concentrazione superiore a 100 mg/kg ma è da evidenziare che l'analisi di tale elemento è riferita al Cromo totale e non a quello esavalente (in tale stato di ossidazione il Cromo è inserito nella tabella allegata al D.P.R. 915/82).



Dal test di cessione si evidenzia una concentrazione negli eluati che supera i valori limite contenuti nella tabella A allegata alla legge 319/76 nel caso di Piombo, Cadmio e Mercurio, seppure in modo notevolmente inferiore a 10 volte.

Il campione è probabilmente tossico nocivo ma l'analisi sul Cromo non consente di definirne l'etichettatura.

CAMPIONE REP. 5 ARPA 2

Trattasi di terriccio contenente esclusivamente materiale inorganico.

Sono stati rilevati alcuni dei metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 in concentrazione nettamente inferiore alla C.L.

Negli eluati dei test di cessione le concentrazioni dei metalli superano quelle indicate nella tabella A allegata alla legge 319/76 per il Cadmio e il Mercurio.

Il campione non è tossico nocivo ma, a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 6 ARPA 2

È costituito da terriccio contenente materiale esclusivamente inorganico.

Alcuni dei metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 sono stati rilevati nel campione sebbene le concentrazioni siano notevolmente inferiori a quelle limite.

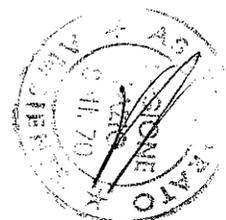
Per quel che riguarda il test di cessione, solo nel caso di Cadmio e Mercurio si hanno concentrazioni negli eluati che superano i limiti della tabella A allegata alla legge 319/76.

Il campione non è tossico nocivo ma, a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 7 ARPA 2

Trattasi di materiale eterogeneo disaggregato, costituito per il 99% da materiale inorganico.

Le concentrazioni dei metalli contenuti nel campione e facenti parte dell'allegato al D.P.R. 915/82 sono notevolmente al di sotto delle C.L. se si esclude il Mercurio che presenta un valore molto prossimo alla relativa C.L..



Il Cadmio e il Mercurio sono presenti negli eluati del test di cessione in concentrazione superiore al valore limite previsto dalla tabella A allegata alla legge 319/76.

Il campione è tossico nocivo e, per il superamento della C.L. da parte del Mercurio, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE REP. 4 ARPA 1

È costituito da solido granulare a composizione prevalentemente inorganica che presenta un residuo pari al 55-65% per riscaldamento a 600°C. Dalla perdita in peso a 105 e 600°C si ricava un contenuto in prodotti organici pari a circa il 5,9%: è stata rilevata la presenza di esteri fosforici (malathion, estere acido ditiofosforico e ftalati). I pesticidi fosforici (malathion) sono stati rilevati in concentrazioni di 360 mg/kg.

Le concentrazioni dei metalli rilevati nel campione sono notevolmente più basse delle relative C.L..

I metalli presenti negli eluati del test di cessione che superano, seppure di poco, i limiti della tabella A allegata alla legge 319/76 sono il Cadmio e il Mercurio.

Il campione non è tossico nocivo ma, a causa delle caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica 2B speciale.

CAMPIONE DI TERRENO SUPERFICIALE ARPA 1

Sono stati rilevati i metalli Rame, Piombo, Cadmio e Cromo.

Il Piombo e il Cromo presentano concentrazioni molto al di sotto della C.L., il Cadmio la supera di poco.

Il campione è tossico nocivo, ma non essendo stato eseguito il test sull'eluato, non è possibile indicare la sede di smaltimento.

CAMPIONE DI FANGO DA FUSTO DANNEGGIATO ARPA 1

È costituito da un fango marrone a composizione prevalentemente inorganica; sembra trattarsi di terriccio.



Il campione non è tossico nocivo; non essendo stato eseguito il test sull'eluato, non è possibile indicare la sede di smaltimento.

8.5.5.2. Campioni di acque

Sono state analizzate solo le acque raccolte nelle fosse scavate nelle aree Arpa 1 e Arpa 2, in quanto le piogge cadute nel periodo dei prelievi non hanno determinato un ruscellamento delle acque nel sistema di drenaggio superficiale (scoline e fossi).

Le acque raccolte per le analisi non sono acque fluenti ma acque meteoriche che hanno ristagnato nelle fosse in cui sono stati individuati i reperti.

Inoltre è stato prelevato un campione di acqua nel pozzetto esplorativo a valle di Arpa 2.

Le analisi sono state incentrate sulla ricerca e sulla determinazione di specie che hanno una specifica tossicità, quali i pesticidi clorurati e fosforati. A questo riguardo sono state eseguite analisi di miscele di pesticidi clorurati e fosforati attualmente in commercio confrontandole a quelle eseguite sulle acque nelle aree Arpa 1 e Arpa 2.

Gli estratti di queste ultime hanno mostrato la presenza di specie organiche, ma non di pesticidi clorurati o fosforati.

È stata rilevata la presenza di Manganese nel pozzo esplorativo con contenuto elevato. È da ricordare in proposito che anche altre analisi precedentemente effettuate per conto della stessa B.P.D. in una cava ubicata all'interno dell'area dello stabilimento hanno fornito concentrazioni elevate. Dal momento che tale cava non era mai stata oggetto di lavorazioni né di distruzione di residui, tale anomalia dovrebbe ritenersi connessa a fattori naturali.



8.5.6. Analisi eseguite nel corso dello studio ambientale per le opere di bonifica

8.5.6.1. Terreni

Le analisi sulle terre di imposta dei tre abbancamenti sono state mirate ad individuare l'esistenza o meno di particolari concentrazioni dei seguenti elementi indicatori di uno stato di inquinamento: oli minerali, Solfuri, Cianuri, Arsenico, Cadmio, Cromo, Manganese, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Zinco, Fenoli, Organoalogenati.

I risultati dei tre campioni sono riassunti nella seguente tabella.

Risultati delle analisi chimiche effettuate sui tre campioni rappresentativi delle tre aree indagate.

	Arpa 1 (S2/-9.2 m)	Arpa 2 (S4/-12.7m)	Cava di pozzolana (S7/-13.5 m)
pH	7,58	7,02	8,52
Residuo a 105°C	81,60%	78,80%	80,60%
Ceneri a 600 °C	78,30%	78,20%	77,30%
Oli minerali	assenti	assenti	assenti
Solfuri	assenti	assenti	assenti
Cianuri	assenti	assenti	assenti
Arsenico	assente	assente	assente
Cadmio	1,69 ppm	0,70 ppm	1,80 ppm
Cromo	11,10 ppm	14,00 ppm	9,40 ppm
Manganese	666,60 ppm	404,50 ppm	521,60 ppm
Mercurio	assente	assente	assente
Nichel	22,40 ppm	31,50 ppm	20,10 ppm
Piombo	125,40 ppm	74,50 ppm	103,60 ppm
Rame	95,90 ppm	43,30 ppm	103,10 ppm
Selenio	assente	assente	assente
Zinco	56,70 ppm	29,90 ppm	19,90 ppm
Fenoli	assenti	assenti	assenti
Organoalogenati	0,40 ppm (Tricloetilene)	1,10 ppb (BHC Lindano)	assenti

Nei paragrafi seguenti, invece, sono espone considerazioni qualitative e la classificazione dei materiali al fine dello smaltimento.

Campione ARPA 1

I metalli determinati o sono assenti o sono presenti nel campione in concentrazione inferiore alla C.L. prevista dalla delibera 27 luglio 1984.

Il Manganese, che non è contemplato nell'allegato al DPR 915/82, è presente in concentrazione di 667 p.p.m..



Tra gli inquinanti organici è presente il Tricloroetilene in concentrazione di 0,40 p.p.m., che è un valore trascurabile rispetto a quello limite (50.000 mg/kg).

Il campione si può definire speciale, non tossico e nocivo, da smaltire in discarica di II^a categoria tipo B.

Campione ARPA 2

Anche in tale campione le concentrazioni dei metalli determinati sono notevolmente al di sotto della C.L..

L'Arsenico e il Mercurio risultano assenti.

Anche qui il Manganese è stato rilevato in concentrazione anomala.

Il Lindano è presente in tracce, in concentrazione pari a 1,10 p.p.b..

Il campione si può definire speciale, non tossico e nocivo, da smaltire in discarica di II^a categoria tipo B.

Campione cava di pozzolana

I metalli analizzati, facenti parte dell'allegato al D.P.R. 915/82, risultano presenti in concentrazioni inferiori alla C.L. o, come nel caso di Arsenico e Mercurio, sono assenti. Risultano assenti anche i fenoli ed i composti organoalogenati.

Il campione è pertanto da classificare come speciale, non tossico e nocivo, compatibile con lo smaltimento in una discarica di II^a categoria tipo B.

Complessivamente, dai risultati delle analisi sopra riportati, è stato riscontrato nei tre siti di indagine un contenuto elevato di Manganese e di Piombo; soltanto nelle aree di Arpa 1 e Arpa 2, un contenuto anomalo di Organoalogenati (Tricloroetano e Lindano rispettivamente).

Per quanto riguarda gli Organoalogenati la loro presenza può essere legata al fatto che in precedenza Arpa 1 era destinata allo stoccaggio di pesticidi (da cui derivano) e Arpa 2 era destinata a discarica di vario materiale (era infatti denominata "campo spazzatura") fra cui probabilmente anche pesticidi.



Per quanto riguarda invece l'elevato tenore in Manganese e in Piombo, si ricorda che analisi precedenti effettuate per conto della stessa BPD in una cava ubicata all'interno dell'area dello stabilimento hanno fornito quantitativi del tutto simili. Dal momento che detta cava non è mai stata oggetto di lavorazioni né di distruzione di residui, tale anomalia dovrebbe ritenersi connessa a fattori naturali.

I tre campioni non superano le concentrazioni limite imposte dalla tabella A della legge 915/82.

Si riportano di seguito i risultati delle analisi chimiche fatte effettuare dalla BPD su tre campioni (C1, C2 e C3) prelevati all'interno di detta cava "semipozzolanica" ubicata nello stabilimento e, per verificare la somiglianza di tali risultati con quelli relativi ai tre siti di indagine (Arpa 1, Arpa 2 e la cava), sono stati elaborati dei grafici illustranti il confronto dei parametri più significativi (vedi figg. 1 e 2).

Risultati di analisi chimiche effettuate dalla BPD su 3 campioni prelevati in un'altra area interna allo stabilimento di Colleferro mai soggetto a scarico di alcun tipo.

	CAMPIONE 1	CAMPIONE 2	CAMPIONE 3
pH	7,70	7,76	7,78
Residuo a 105°C	82,30%	83,40%	83,45%
Ceneri a 600 °C	77,40%	77,80%	77,90%
Oli minerali	assenti	assenti	assenti
Solfuri	assenti	assenti	assenti
Cianuri	assenti	assenti	assenti
Arsenico	assente	assente	assente
Cadmio	1,59 ppm	1,72 ppm	1,60 ppm
Cromo	9,48 ppm	9,63 ppm	9,50 ppm
Manganese	940,90 ppm	942,00 ppm	941,20 ppm
Mercurio	assente	assente	assente
Nichel	27,30 ppm	26,86 ppm	27,00 ppm
Piombo	106,20 ppm	107,00 ppm	106,00 ppm
Rame	100,30 ppm	100,80 ppm	100,12 ppm
Selenio	assente	assente	assente
Zinco	75,50 ppm	76,05 ppm	76,00 ppm
Fenoli	assenti	assenti	assenti
Organoalogenati	assenti	assenti	assenti



Figura 1

Confronto delle analisi eseguite sui parametri più significativi tra i 3 campioni prelevati nel corso dello studio preliminare alle opere di bonifica e altri 3 campioni prelevati all'interno di un'area dello stabilimento BPD.

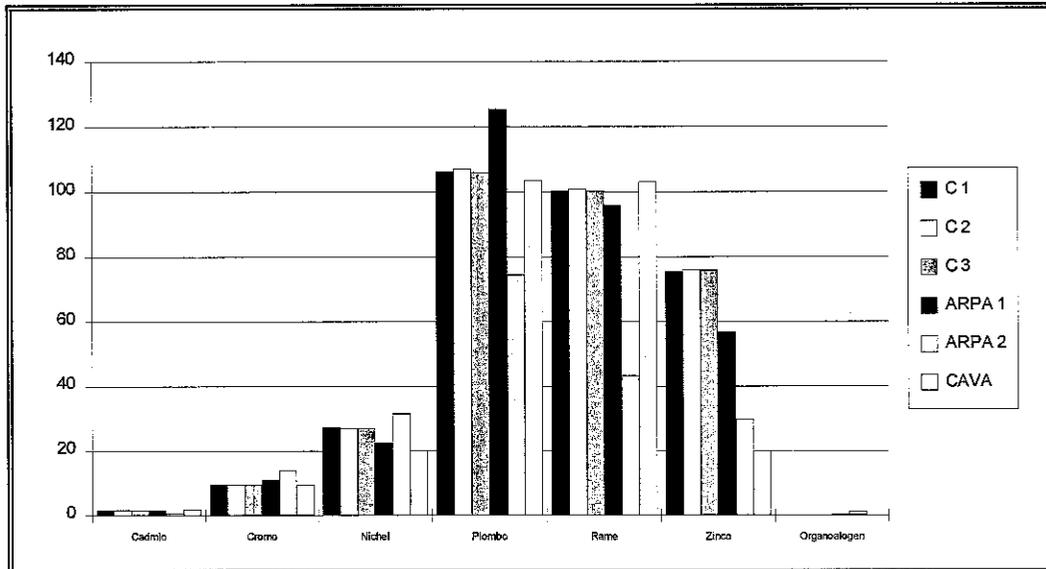
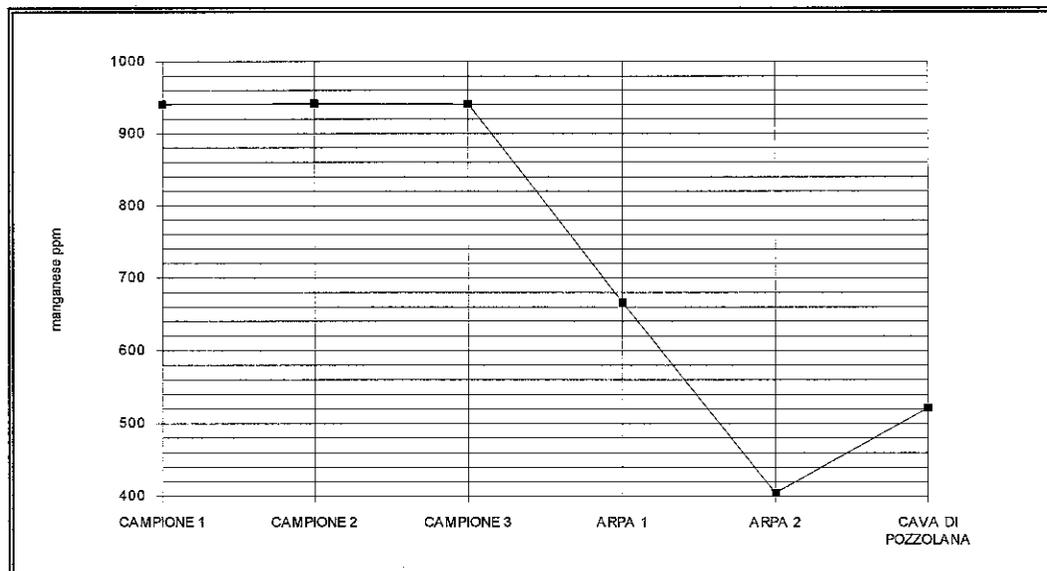


Figura 2

Confronto delle concentrazioni di Manganese tra i 3 campioni prelevati nel corso dello studio preliminare alle opere di bonifica e altri 3 campioni prelevati all'interno di un'altra area della BPD.



Come può vedersi i campioni presentano concentrazioni piuttosto simili; gli elementi caratterizzati dalle concentrazioni più elevate sono anche quelli che presentano un maggiore intervallo di valori (Piombo, Rame e Zinco).

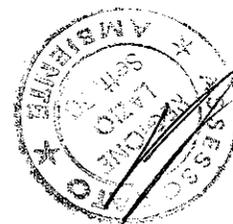
Per quanto riguarda invece *la concentrazione di Manganese*, questa è addirittura *più elevata all'interno di un'area che non è mai stata soggetta a scarico*.

8.5.6.2.Acque

Come per le analisi delle terre anche per le acque sono stati scelti alcuni elementi che potevano essere indicatori di uno stato di inquinamento tipico delle lavorazioni BPD, ovvero: oli minerali, Solfuri, Cianuri, Arsenico, Cadmio, Cromo, Manganese, Mercurio, Nichel. Piombo, Rame, Selenio, Zinco, Fenoli, Benzene, Toluene, Xileni, Etilbenzene, Tricloetilene, Phorate, Disulfoton, Parathion, Malathion, Cloroformio, 1-1-1 tricloroetano, Carbonio tetracloruro, alfa BHC, beta BHC, gamma BHC, delta BHC, Eptachlor, 4-4-1 DDT, Aldrin, Dieldrin.

I risultati dei sei campioni sono riassunti nella tabella seguente, nella quale sono state evidenziate in carattere grassetto le concentrazioni anomale, rispetto alle caratteristiche di acqua potabile di alcune sostanze.

Nella figura 3 e 4 sono state invece illustrate in forma grafica le concentrazioni degli elementi rappresentativi; le figure 3a e 3b illustrano le concentrazioni ad una scala più dettagliata.



**Risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni
 rappresentativi delle 3 aree indagate.**

	S1-ARPA1	S2-ARPA 1	S4-ARPA 2	S5-ARPA 2	S6-ARPA 2	S9-CAVA	CMA
pH	7,12	6,68	7,76	6,98	6,96	7,92	5,5-9,5
Oli minerali	ass	ass	ass	ass	ass	ass	5
Solfuri	ass	ass	ass	ass	ass	ass	1
Cianuri	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,5
Arsenico	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,5
Cadmio	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,02
Cromo	0,01 mg/l	ass	ass	ass	ass	0,01 mg/l	2
Manganese	ass	ass	2,00 mg/l	1,68 mg/l	1,81 mg/l	0,05 mg/l	2
Mercurio	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,005
Nichel	ass	ass	ass	ass	ass	ass	2
Piombo	0,17 mg/l	0,14 mg/l	0,10 mg/l	0,15 mg/l	0,20 mg/l	0,17 mg/l	0,2
Rame	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	0,01 mg/l	assente	0,01 mg/l	0,1
Selenio	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,03
Zinco	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,5
Fenoli	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,5
Benzene	ass	0,003 mg/l	ass	0,32 mg/l	0,20 mg/l	ass	10
Toluene	ass	0,044 mg/l	ass	0,02 mg/l	0,01 mg/l	ass	10
Xileni	ass	ass	ass	0,07 mg/l	0,06 mg/l	ass	10
Etilbenzene	ass	ass	ass	0,13 mg/l	0,60 mg/l	ass	10
Tricloroetilene	ass	150,90 mg/l	ass	0,69 mg/l	1,60 mg/l	ass	30
Phorate	ass	ass	ass	0,07 µg/l	ass	ass	0,1
Disulfoton	ass	ass	ass	0,067 µg/l	0,12 µg/l	ass	0,1
Parathion	ass	ass	ass	assente	assente	ass	0,1
Malathion	ass	0,003 µg/l	ass	0,001 µg/l	0,02 µg/l	ass	0,1
Cloroformio	ass	1,93 µg/l	ass	0,12 µg/l	ass	ass	30
1,1,1 Tricloroetano	ass	6,96 µg/l	ass	0,25 µg/l	0,18 µg/l	ass	30
Carbonio tetraclor.	ass	0,17 µg/l	ass	ass	ass	ass	30
Alfa BHC	ass	ass	ass	ass	103,20 µg/l	ass	0,1
Beta BHC	ass	ass	ass	ass	246,10 µg/l	ass	0,1
Gamma BHC	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,1
Delta BHC	ass	20,20 µg/l	ass	9,76 µg/l	403,80 µg/l	ass	0,1
Eptachlor	ass	4,56 µg/l	ass	ass	66,80 µg/l	ass	0,1
4,4,1 DDT	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,1
Aldrin	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,1
Dieldrin	ass	ass	ass	ass	ass	ass	0,1



Figura 3a e 3b

Concentrazione degli elementi presenti nei 6 campioni di acqua in mg/l

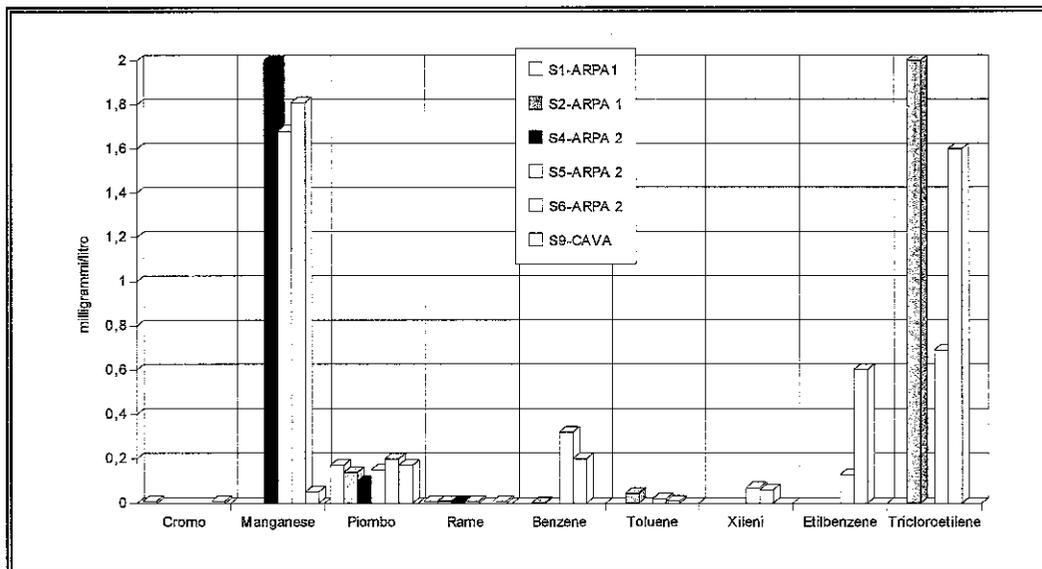
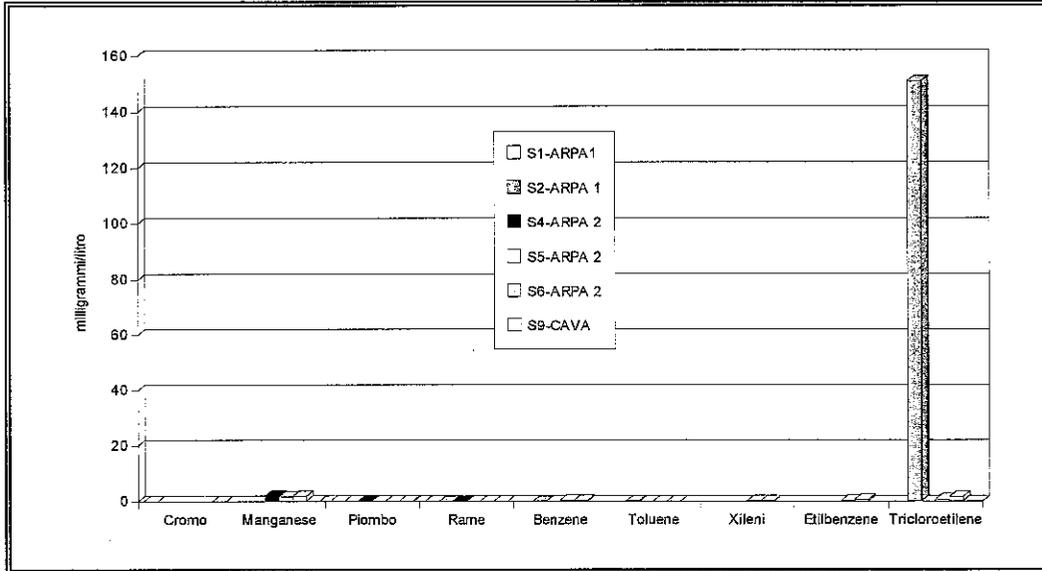
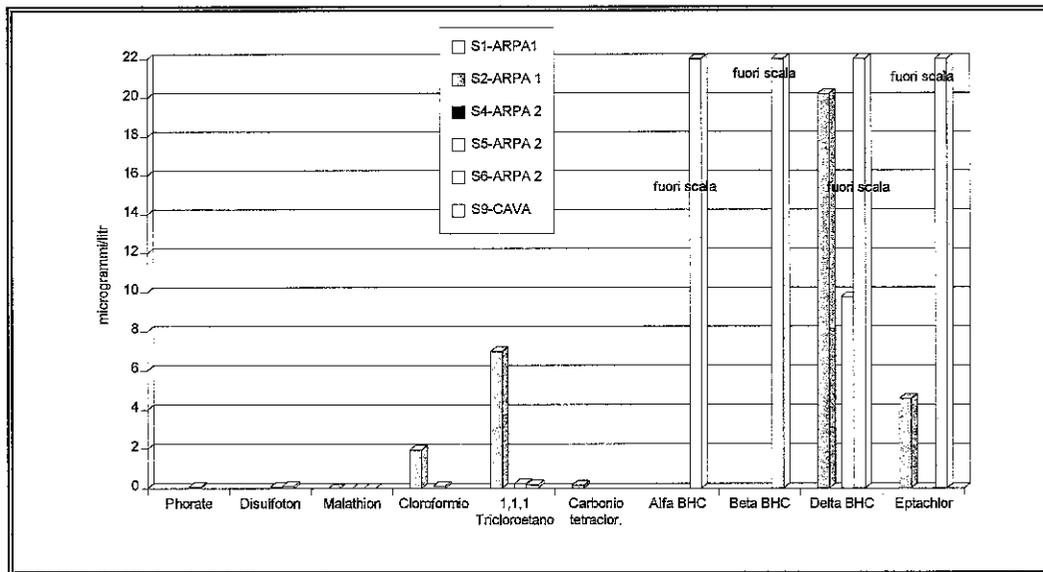
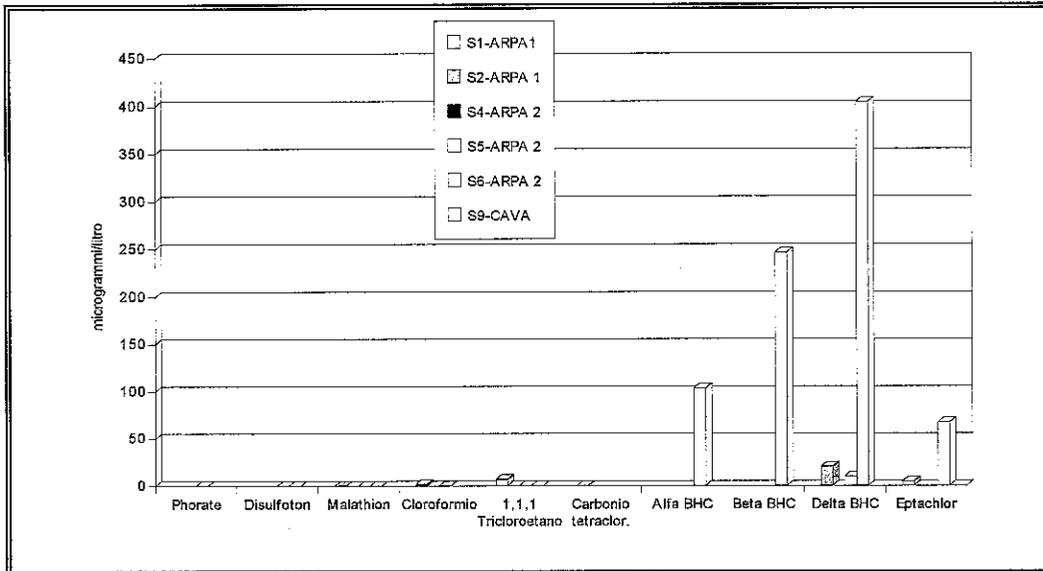


Figure 4a e 4b

Concentrazione degli elementi presenti nei 6 campioni di acqua in $\mu\text{g/l}$



S1 ARPA 1

I metalli analizzati sono risultati, nella maggioranza dei casi, assenti.

Il Cromo, il Piombo ed il Rame sono presenti in concentrazioni notevolmente più basse della "concentrazione massima ammissibile" (CMA) riportata nell'allegato 1 del DPR 24.5.1988, n. 236.

Gli inquinanti organici sono assenti.

S2 ARPA 1

In tale campione gli unici metalli presenti sono il Piombo e il Rame, peraltro in concentrazione molto inferiore alla CMA del DPR 236/88.

Gli unici inquinanti organici si presentano in modo articolato: alcuni di essi sono assenti, altri sono presenti in concentrazione inferiore alla rispettiva CMA; infine alcune sostanze, quali il Toluene, il Tricloroetilene, il Delta BHC e l'Eptaclor superano la CMA come è il caso del Tricloroetilene e del Delta HBC.

S4 ARPA 2

In questo campione i metalli sono assenti, ad eccezione del Manganese, del Piombo e del Rame presenti in concentrazione molto inferiore alla CMA del DPR 236/88.

Sono assenti gli inquinanti organici.

S5 ARPA 2

Anche in questo caso sono presenti solo alcuni dei metalli analizzati, ossia il Manganese, il Piombo e il Rame, in concentrazione inferiore alla CMA del DPR 236/88.

Sono presenti inquinanti organici. In particolare il Benzene, il Toluene, gli Xileni, l'Etilbenzene, il Tricloroetilene, il Phorate, il Delta BHC sono presenti in concentrazioni superiori alle rispettive CMA del DPR 236/88.



S6 ARPA 2

In questo campione sono risultati assenti la maggior parte dei metalli misurati. Uniche eccezioni sono costituite da Manganese e Piombo presenti in concentrazioni inferiori alla CMA del DPR 236/88.

Delle sostanze organiche rilevate, significativa per il superamento delle relative CMA è la presenza dei seguenti inquinanti: Benzene, Toluene, Xileni, Etilbenzene, Tricloroetilene, Disulfoton, Alfa-beta-delta BHC, Eptachlor.

Complessivamente dall'analisi di tali risultati si può osservare come l'area che presenta le maggiori concentrazioni anomale è soprattutto Arpa 2, in parte minore Arpa 1; nessuna anomalia viene riscontrata nella cava di pozzolana.

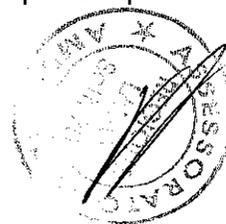
Analizzando area per area, in Arpa 1 è stata rilevata una elevata concentrazione di tricloroetilene, così pure di alcuni pesticidi clorurati, isomeri del lindano (delta BHC); si ricorda che nell'esame delle terre in Arpa 1 era stata riscontrata una concentrazione anomala di tricloroetilene.

Anche in Arpa 2 sono state rilevate le medesime sostanze in concentrazioni elevate: anomale ma comunque non così elevate come in Arpa 1 riguardo al tricloroetilene, molto elevate invece - di un ordine di grandezza maggiore rispetto ad Arpa 1 - relativamente ai pesticidi clorurati isomeri del lindano; inoltre è stata riscontrata una concentrazione anomala di benzene ed etilbenzene, assenti o quasi in Arpa 1.

Nella cava non sono state rilevate concentrazioni rappresentative di elementi inquinanti; tale situazione conferma le analisi relative alle terre.

8.5.6.3. Abbancamento

Nel corso di alcune prospezioni è stato interessato l'abbancamento di materiale scaricato e su questo sono state effettuate delle analisi chimiche al fine di conoscere una eventuale sua classificazione ai fini dello smaltimento e confrontarne le risultanze analitiche con le analisi precedentemente effettuate prima riportate. Tali analisi sono riportate nella seguente tabella di sintesi.



Schema di sintesi delle analisi effettuate sull'abbancamento

INQUINANTI	ARPA 1	ARPA 2			C.L.
	S1+S2+S3 quota -2m p.c.	S4 quota -2m p.c.	S5 quota -3m p.c.	S6 quota -4m p.c.	
TAL QUALE					
pH	7.69	7.15	7.12	7.12	
Residuo a 105°C per 3 h	84.20%	85.00%	83.70%	83.40%	
Cadmio	2.70 mg/Kg	5.10 mg/Kg	4.80 mg/Kg	4.65 mg/Kg	100
Cromo IV	ass	ass	ass	ass	100
Cromo totale	13.90 mg/Kg	61.50 mg/Kg	70.30 mg/Kg	66.40 mg/Kg	
Piombo	144.00 mg/Kg	747.00 mg/Kg	761.00 mg/Kg	689.00 mg/Kg	5.000
Mercurio	0.90 mg/Kg	1.84 mg/Kg	1.72 mg/Kg	1.40 mg/Kg	100
Rame	67.70 mg/Kg	362.00 mg/Kg	348.00 mg/Kg	345.00 mg/Kg	5.000
Arsenico	ass	ass	ass	ass	
Selenio	ass	ass	ass	ass	
Fenoli	ass	ass	ass	ass	
Cianuri	ass	ass	ass	ass	
Organoalogenati	ass	ass	ass	ass	
ELUATO (metodo IRSA)					
Rame	ass	ass	ass	ass	0.1
Piombo	ass	ass	ass	ass	0.2
Cromo	ass	ass	ass	ass	0.2
Mercurio	ass	ass	ass	ass	0.005
Cadmio	0.06 mg/l	0.13 mg/l	0.11 mg/l	0.11 mg/l	0.02

ARPA 1, CAROTAGGIO 1+2+3, QUOTA 2M

I metalli analizzati, facenti parte dell'allegato al D.P.R. 915/82, sono presenti in concentrazione molto inferiore a quella limite.

Il test di cessione ha dato una concentrazione dei metalli presenti nell'eluato inferiore a quella indicata nella Tabella A allegata alla legge 319/76, ad eccezione del Cadmio che ha un valore tre volte superiore.

Sono invece assenti le sostanze organiche analizzate, quali fenoli e organoalogenati.

Il rifiuto è pertanto da classificare come speciale non tossico e nocivo e, per le caratteristiche dell'eluato, è compatibile allo smaltimento in discarica di II^a categoria tipo B super.



ARPA 2, CAROTAGGIO 4, QUOTA 2M

I metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 sono presenti in concentrazione molto inferiore a quella limite indicata nella delibera 27 luglio 1984.

Il test di cessione dà luogo ad un eluato nel quale è presente il solo Cadmio in concentrazione però superiore al limite previsto dalla Tabella A allegata alla legge 319/76.

Anche in tale campione sono risultati assenti le sostanze organiche, quali Fenoli e composti organoalogenati.

Il campione, sulla base delle risultanze analitiche, è da classificare come speciale, non tossico e nocivo, e, per le caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in una discarica di II^a categoria tipo B super.

ARPA 2, CAROTAGGIO 5, QUOTA 3M

I metalli presenti nel campione hanno una concentrazione molto inferiore a quella limite prevista dalla delibera 27 luglio 1984.

Nell'eluato è stato ritrovato solo il Cadmio, in concentrazione superiore al limite previsto dalla Tabella A allegata alla legge 319/76.

I Fenoli ed i composti organoalogenati ricercati nel campione sono risultati assenti.

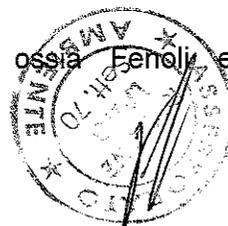
Il campione, ai sensi del D.P.R. 915/82 è pertanto da classificare come speciale, non tossico e nocivo, e, per le caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica di II^a categoria tipo B super.

ARPA 2, CAROTAGGIO 6, QUOTA 4M

Dei metalli elencati nell'allegato al D.P.R. 915/82 sono stati rilevati Piombo, Mercurio e Rame in concentrazioni notevolmente più basse di quelle limite.

Solo il Cadmio è presente nell'eluato del test di cessione, sebbene in concentrazione superiore al limite previsto dalla Tabella A allegata alla legge 319/76.

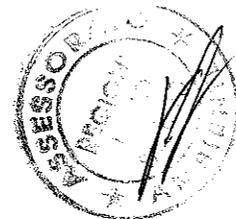
Sono assenti le sostanze organiche analizzate ~~ossia Fenoli e~~ composti organoalogenati.



In base ai risultati analitici il campione è da classificare ai sensi del D.P.R. 915/82, come speciale, non tossico e nocivo, e, per le caratteristiche dell'eluato, potrebbe essere smaltito in discarica di II^a categoria tipo B super.

In seguito alle analisi chimiche effettuate possono esprimersi le seguenti **considerazioni conclusive:**

- i campioni del materiale abbancato prelevato in Arpa 1 e Arpa 2 sono risultati avere caratteristiche piuttosto omogenee: generalmente rifiuto speciale non tossico e nocivo da smaltire in discarica di II^a categoria tipo B;
- nel test di cessione solo il Cadmio ha presentato concentrazioni maggiori di quella limite prevista dalla normativa.



8.5.7. Analisi integrative eseguite nella cava di pozzolana nel giugno 1995

Nel mese di maggio del corrente anno, in seguito ad interventi di ripulitura e diserbamento nella cava di pozzolana, sono stati rinvenuti alcuni fusti nella zona più depressa della stessa.

Al fine di definire le caratteristiche di questo "nuovo" abbancamento sono stati prelevati n. 5 campioni misti di tali materiali e successivamente sottoposti ad analisi chimiche indirizzate soprattutto verso i composti organici.

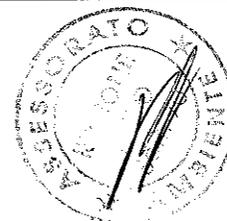
Tali analisi, delle quali di seguito si riporta una tabella di sintesi, hanno definito i campioni come rifiuto speciale non tossico e nocivo e per le loro concentrazioni smaltibili in discariche di seconda categoria tipo C.

Le sostanze riscontrate più frequentemente con concentrazioni elevate sono risultate il toluene, lo xilene e lo stirene.

I campioni nel mese di agosto sono stati prelevati e conferiti alla piattaforma polifunzionale di trattamento di Orbassano (To), e si è provveduto alla bonifica dell'area scorticando e asportando anche il terreno contaminato dagli stessi.

Tabella di sintesi dei tre campioni prelevati il 17.05.95 nella cava di pozzolana

Sostanze	u.m.	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5
cloroformio	mg/kg	8,62	2,86	ass	ass	7,4
1,1,1-tricloroetano	mg/kg	ass	ass	9,40	ass	ass
carbonio tetracloruro	mg/kg	ass	ass	ass	ass	ass
etilene tricloro	mg/kg	ass	ass	ass	ass	ass
bromodiclorometano	mg/kg	ass	34,1	ass	ass	ass
dibromoclorometano	mg/kg	ass	ass	ass	ass	5,81
etilene tetracloro	mg/kg	ass	ass	ass	ass	3,79
benzene	mg/kg	ass	ass	1,32	ass	ass
toluene	mg/kg	11,8	ass	2808	892,2	17,0
xilene	mg/kg	53,6	ass	ass	10,0	610,8
etilbenzene	mg/kg	ass	ass	ass	7,92	ass
stirene	mg/kg	1,52	2216	1209	26,7	5188
anidride maleica	mg/kg	ass	91,3	43,5	31,3	10,6
glicole etilenico	mg/kg	ass	ass	ass	ass	ass



8.6. Lo stato di contaminazione ambientale delle tre aree

Lo stato di contaminazione ambientale rilevato dalle numerose analisi chimiche precedentemente riportate, effettuate sia su campioni di terra che su campioni di acqua prelevati all'interno delle tre aree di studio, può così sintetizzarsi:

- a) I campioni del terreno di imposta degli abbancamenti sono risultati piuttosto eterogenei dal punto di vista chimico.
- b) I materiali stoccati presso le aree Arpa 1 e Arpa 2 hanno subito profonde alterazioni rispetto ai prodotti originari, mescolandosi nella quasi totalità dei casi, con il terreno.
- c) Arpa 1 e Arpa 2 presentano nelle acque e nei terreni sottostanti all'abbancamento concentrazioni anomale di pesticidi (tricloroetilene ed isomeri del lindano).
- d) Le analisi chimiche hanno classificato quasi sempre i campioni di terreno come rifiuto speciale smaltibile in una discarica di II^a categoria tipo B speciale. Fanno eccezione i campioni prelevati nel 1990 durante la perizia tecnica - Arpa 2T e Arpa 2C - che hanno caratteristiche, il primo per il test di cessione relativo al Piombo ed il secondo per la presenza di tetraclorodibenzofurani in concentrazione superiore ad 1/100 di quella limite, che ne rendono necessario lo smaltimento in una discarica di II^a categoria tipo C.
- e) Le analisi effettuate sul materiale abbancato hanno classificato i campioni come rifiuto speciale, non tossico e nocivo, smaltibile in una discarica di II^a categoria tipo B super. Fanno anche eccezione alcuni materiali rinvenuti nel maggio 1995 nella cava di pozzolana le cui analisi hanno indicato una tipologia di smaltimento 2C: tali materiali, in considerazione del loro modesto quantitativo, sono stati già asportati e correttamente smaltiti.
- f) Le acque superficiali e quelle della falda superficiale sono contaminate da metalli e da microinquinanti organici. Le seconde sono risultate non idonee per uso potabile in base ai limiti previsti dal D.P.R. 236/88.
- g) Le acque della falda profonda, in relazione agli inquinanti analizzati, sono invece potabili ai sensi del D.P.R. 236/88.



- h) La cava di pozzolana non presentava segni di contaminazione fino al maggio 1995; successivamente, a seguito di un decespugliamento avvenuto per ripulire l'area e potervi accedere, sono stati rinvenuti alcuni fusti aventi le caratteristiche di rifiuto speciale da smaltire parte in discarica 2B speciale e parte in discarica 2C; tali fusti sono stati asportati e smaltiti correttamente.



8.7. Le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche dell'abbancamento

Sulla scorta di informazioni assunte presso la stessa B.P.D., le aree oggetto di bonifica, Arpa 1 e Arpa 2, sono state utilizzate per lo scarico di materiali provenienti da eccessi di produzione.

In particolare erano attive le seguenti linee:

- *resine poliesteri,*
- *detersivi,*
- *insetticidi agricoli.*

Le *resine poliesteri* venivano ottenute per la condensazione di acido ftalico con polialcoli. Accanto ad anidride ftalica veniva usata anidride maleica per introdurre una insaturazione che rendesse i prodotti ottenuti suscettibili di ulteriore polimerizzazione. Tali prodotti, sciolti in stirolo, costituivano i poliesteri insaturi che sono largamente usati soprattutto per la facilità di formatura.

All'interno dello stabilimento venivano prodotti l'anidride maleica e quella ftalica mediante reazioni di ossidazione di idrocarburi, catalizzate; lo stirolo veniva invece acquistato direttamente sul mercato.

Il tensioattivo utilizzato nella produzione dei *detersivi* era il dodecilbenzosolfonato, ottenuto per neutralizzazione con basi dell'acido dodecilbenzenosulfonico. Al tensioattivo, sostanza sintetica capace di diminuire la tensione superficiale e quindi in grado, già da sola, di esercitare un'energica azione lavante, venivano quindi addittivate sostanze in grado di facilitare l'azione del tensioattivo stesso e di migliorare l'effetto detergente del prodotto.

Gli *insetticidi* venivano infine prodotti partendo da: esteri fosforici, lindano e pentasolfuro di fosforo.

Cessate le lavorazioni, i residui di magazzino hanno trovato destinazione presso le aree in oggetto; è da evidenziare che i processi suddetti non generavano residui.

Le tipologie di materiali che hanno trovato collocazione presso le tre aree erano pertanto così costituite:

- contenitori di materie prime;
- rese di magazzino;



- residui della pulizia di impianti e di reparti;
- code di produzione e di campagne di produzione.

Dai processi produttivi si può evidenziare che buona parte dei residui stoccati presso le aree era costituita da sostanze organiche che, come messo in risalto dalle analisi chimiche riportate precedentemente, hanno subito profonde evoluzioni rispetto ai prodotti originali mescolandosi nella quasi totalità dei casi con il terreno. Tali alterazioni si sono prodotte anche per effetto di attività di combustione dei residui svolte all'interno delle aree. In taluni reperti sono stati identificati esteri di acidi bicarbossilici, ftalati, esteri di acidi fosforici e specie fenoliche, idrocarburi vari, composti organoalogenati, ecc..

Tali alterazioni sono state causate probabilmente da concomitanti fattori di carattere fisico-chimico e microbiologico. In particolare si ritiene sia stato preponderante il *processo naturale della biodegradazione delle sostanze organiche da parte di batteri indigeni*.

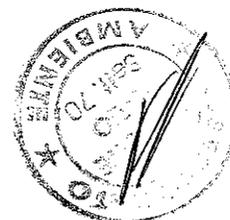
Come tutte le specie viventi, questi microrganismi richiedono per la loro crescita i nutrienti necessari. Questi includono elementi quali il Carbonio, l'Azoto, l'Ossigeno, l'Idrogeno, il Sodio, il Fosforo, il Ferro, il Calcio, il Magnesio, lo Zolfo, lo Zinco, ed altri metalli.

Molti batteri che degradano i composti organici sono anaerobi facoltativi, cioè hanno una vita metabolica che consente la digestione delle sostanze organiche, in presenza di ossigeno e un'altra via alternativa che non richiede ossigeno; possono pertanto vivere sia nei primi strati del terreno che a maggiori profondità.

Se le condizioni di vita sono favorevoli, il numero dei batteri indigeni nell'ecosistema ed il corrispondente volume di sostanze organiche che essi degraderanno possono diventare notevoli. Quando la sorgente di nutrimento sarà consumata i batteri incominceranno a morire ed il loro numero decadrà nuovamente a bassi livelli.

I fattori che condizionano l'accrescimento e l'efficienza dei batteri possono essere così schematizzati:

- il tempo, espresso in anni, di contaminazione al suolo, durante il quale i batteri indigeni hanno sviluppato, attraverso la selezione naturale, la capacità di degradare le sostanze organiche presenti;

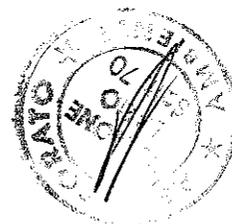


- l'accessibilità del contaminante alla biomassa batterica, in quanto il meccanismo di reazione richiede la creazione dell'interfaccia contaminante-batterio;
- la tossicità dei costituenti il contaminante nei confronti delle specie batteriche. Certi componenti presenti possono inizialmente essere battericidi e quindi possono ostacolare l'accrescimento della biomassa fino a che i cambiamenti delle caratteristiche chimiche dei vari componenti e la diluizione riducono la tossicità a livelli trascurabili.

Fattori addizionali che influiscono sull'accrescimento batterico sono quelli che determinano le condizioni fisiche e chimiche dell'ambiente. Tra di essi si ricordano la temperatura, la salinità, il pH e il contenuto di elementi nutritivi.

Si può ipotizzare, anche basandosi sui risultati analitici, che la biodegradazione della sostanza organica sia avvenuta e sia tuttora in corso in modo naturale, presso le aree Arpa 1 e Arpa 2, per le seguenti ragioni:

- a) Lo stoccaggio dei materiali è stato effettuato molti anni fa.
- b) i residui sono costituiti principalmente da specie organiche e quindi da Carbonio che la cellula batterica, mediante il complesso set di enzimi catabolici intercellulari e metabolici intracellulari di cui dispone, utilizza per il suo accrescimento.
- c) Sono d'altra parte presenti gli altri nutrienti necessari ed in particolare l'Azoto, il Fosforo ed i micronutrienti metallici.
- d) Le profonde alterazioni subite dai prodotti originari e le numerose molecole organiche rilevate nelle analisi sono la diretta conseguenza dei complessi step di biodegradazione avvenuti e in corso.



9. IL CONTESTO AMBIENTALE DI INTERVENTO

Le rilevazioni eseguite e riportate ai paragrafi precedenti portano a ritenere che le tre aree presentino condizioni geologiche tali da garantire sulla qualità dell'acquifero profondo. Lo stesso, però, non si può dire relativamente alla falda superficiale; infatti, nonostante sia stata riscontrata la presenza in Arpa 1 ed in Arpa 2 di uno strato argillificato-pedogenizzato posto al di sopra del livello piezometrico più superficiale, le analisi chimiche hanno rilevato elevate concentrazioni di sostanze inquinanti nei campioni prelevati negli strati sottostanti all'abbancamento.

Nella cava lo strato argillificato, che potrebbe definirsi "tamponi", è stato riscontrato solo in un sondaggio, ciò non di meno le analisi non hanno dato esiti negativi circa le caratteristiche qualitative della falda superficiale; ciò dipende probabilmente dalle diverse caratteristiche del materiale abbancato che in questo caso può definirsi in condizioni di inerzia chimica.

Si può pertanto concludere che, per garantire la completa sicurezza ambientale, è opportuno un intervento di bonifica delle tre aree.

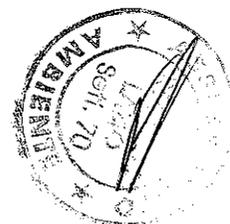
Con lo scopo di fornire parametri quantitativi utili alla seconda e ultima fase del presente lavoro, e in particolare alla definizione delle linee di intervento, può sintetizzarsi quanto segue

Arpa 1

L'area ha un'estensione pari a circa un ettaro; considerando uno spessore medio di materiale di riporto pari a circa 1 metro, sono presenti circa 10.000 mc di *materiale estraneo*.

Tale materiale è prevalentemente costituito da resti di demolizione di manufatti di cemento; le analisi effettuate hanno classificato l'abbancamento come rifiuto speciale, non tossico e nocivo, smaltibile in una discarica di II^a categoria tipo B super.

Tale materiale ha ceduto ed è ancora in grado di cedere sostanze inquinanti se posto a contatto con l'acqua; la falda superficiale è risultata inquinata dalla presenza di organoalogenati.



Arpa 2

È l'area che presenta il maggiore quantitativo di *materiale estraneo*: presenta anch'essa un'estensione pari a circa un ettaro, il materiale di riporto ha uno spessore medio pari a circa 6,5 metri, pertanto il volume complessivo che ne risulta è di circa 65.000 mc.

Tale materiale si presenta esteriormente diverso da quello di Arpa 1 in quanto dotato di abbondante matrice argillosa di colore nero; le caratteristiche qualitative sia delle acque che delle terre sono però molto simili.

Anche qui il materiale è stato classificato come rifiuto speciale, non tossico e nocivo, smaltibile in una discarica di II^a categoria tipo B super e valgono le stesse considerazioni riportate per Arpa 1 riguardo alla potenziale cessione di sostanze inquinanti.

Cava di pozzolana

L'abbancamento presente nella cava di pozzolana presenta un'estensione pari a circa 7.000 mq. In questo caso lo spessore del riporto è risultato assai variabile, assumendo uno spessore medio pari a circa 8 m, il quantitativo che ne discende è di circa 56.000 mc; si presenta come un ammasso di materiali inerti e tale percezione viene confermata dall'assoluta mancanza di sostanze inquinanti sia nella falda che nei campioni di terra.

In sintesi, **la situazione rilevata nei tre abbancamenti** è schematizzabile nel modo seguente:

- si tratta di abbancamenti di materiale differenziato, parte sfuso e parte originariamente contenuto in contenitori, costituito da rifiuti genericamente classificabili come Rifiuti Solidi Speciali (di cui parte anche Tossici e/o Nocivi), di esclusiva provenienza dalle diverse lavorazioni descritte in precedenza che si sono succedute nell'area dello stabilimento B.P.D. di Colleferro;
- gli abbancamenti hanno origine remota, antecedente il 1982; in essi è stato rilevato lo stato di danneggiamento dei contenitori che contenevano sostanze liquide o fangose; pertanto il materiale che vi era contenuto non è più recuperabile all'interno degli stessi;



- il terreno di imposta dei diversi abbancamenti è costituito da terreni argillificati che rallentano la percolazione nel sottosuolo e consentono un certo filtraggio degli agenti inquinanti, ma non sono del tutto impermeabili;
- solo nel caso della Cava di pozzolana non sono state evidenziate tracce di sostanze inquinanti né sulle acque di falda, né sui campioni di terreno esaminati sebbene recentemente siano stati rinvenuti materiali le cui analisi ne hanno indicato lo smaltimento in discarica, parte di cat. 2B e parte di cat. 2C (già effettuato).



10. GLI INTERVENTI DA EFFETTUARE

Le conclusioni dello "Studio Ambientale per le opere di bonifica di tre aree ubicate all'interno dello Stabilimento Industriale di Colferro" proponevano come soluzione della problematica sopra descritta la realizzazione di un intervento di bonifica secondo la tipologia "in situ".

Pur confermando la correttezza di tale soluzione per lo specifico problema, si è deciso di prevedere una metodologia di azione che portasse a soluzione tutti gli aspetti problematici connessi con la presenza degli abbancamenti e, al contempo, garantisse la piena affidabilità ambientale nel tempo.

Si è optato quindi per la tecnica di "asporto" e "rivoltamento" in modo da eliminare radicalmente le cause di potenziali impatti sull'ambiente circostante.

Tuttavia bisogna considerare il rilevante quantitativo di materiale contaminato che interessa le tre aree da bonificare, approssimativamente stimato in 130.000 mc circa.

È infatti pensabile che un così grande quantitativo di materiale comporti una serie di potenziali rischi durante la fase di prelievo e soprattutto in termini di trasporto. Inoltre le discariche che accettano questo tipo di materiale sono poche e piuttosto distanti dall'area di intervento; oltretutto ciascuna di esse richiede, per evidenti motivi, quantitativi in ingresso diluiti nel tempo.

Una prima verifica di mercato ha portato a ritenere che le discariche esistenti nel Centro-Sud Italiano non siano in grado di accettare l'intero quantitativo sopra indicato essenzialmente per motivi dimensionali. Per le altre (quelle situate nel Nord Italia), senza suddividere il volume su più ricettori, non si può ipotizzare un conferimento superiore alle 200 tonnellate al giorno, quindi l'intervento comporterebbe almeno **650 giorni lavorativi**.

Un periodo così lungo discende, come si è detto, dalla distanza dei siti di conferimento e dalle loro necessità di accettazione.

Questa ipotesi, quindi, non è perseguibile sia per l'impatto che produce (durante le fasi di movimentazione necessarie per l'asporto il materiale diviene più pericoloso di quando era abbancato), sia per i costi elevatissimi che comporta.



Per l'insieme delle considerazioni sopra riportate si è ritenuto opportuno prevedere un intervento di bonifica delle tre aree in esame che comprendesse l'asporto dei materiali e la loro sistemazione definitiva in uno stoccaggio che verrà realizzato secondo le prescrizioni di legge per le discariche di cat. 2C, all'interno del complesso industriale della BPD di Colleferro.

In sostanza si propone di seguire la metodica c) prevista nella Delibera Regionale citata al paragrafo 3.3.

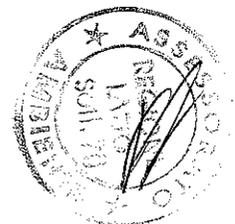
Si precisa però che, data la natura dei materiali da stoccare, qualora fosse necessaria la classificazione a termini di legge dell'invaso, sarebbe di cat. 2B speciale.

L'area individuata per la realizzazione dello stoccaggio finale dei materiali presenti nei tre abbancamenti ricade nella ex cava di pozzolana.

Detto sito si presenta ottimale per i seguenti motivi:

- era già stata autorizzata come discarica di rifiuti speciali, dalla Regione Lazio negli anni 1982-1985;
- si trova all'interno di uno stabilimento industriale;
- è distante da centri abitati e case isolate;
- non è visibile;
- l'accesso è interdetto;
- non sono presenti emergenze ambientali di alcun tipo: né storico-archeologiche né naturalistiche;
- la conformazione morfologica della cava rende necessario operare poche modifiche durante le operazioni di movimento terra;
- la falda si trova ad una distanza sufficiente dalla quota di fondo della vasca di stoccaggio definitivo (circa 6 m);
- la distanza della cava dai luoghi da bonificare è di circa un paio di chilometri e gli automezzi adibiti al trasporto si muoveranno esclusivamente all'interno dello stabilimento.

Unico fattore negativo riguarda la permeabilità dei terreni interessati che si presenta con valori medi e pertanto dovrà essere realizzata una accurata impermeabilizzazione artificiale.



L'intervento di bonifica proposto consisterà, quindi:

- 1. nell'asporto totale dei materiali presenti nei siti Arpa1 e Arpa2;**
- 2. nel rivoltamento di quelli presenti nell'area ex Cava di pozzolana;**
- 3. nella realizzazione di una vasca di stoccaggio definitivo dei rifiuti asportati, realizzata secondo le caratteristiche tecniche di una discarica di cat. 2C.**



11. LA BONIFICA

L'intervento di bonifica si articolerà in tre fasi:

1^a fase: preparatoria per l'intervento

- allestimento del cantiere;
- realizzazione del primo vaso nell'area interna alla ex Cava liberata dai fusti già avviati allo smaltimento.

2^a fase: realizzazione dell'asporto e trattamento dei materiali prelevati

- prelievo dei materiali e proseguimento con la tecnica del "rivoltamento" per l'area ex Cava;
- per Arpa1 e Arpa 2 analisi di verifica sui materiali;
- formazione delle partite;
- avvio delle partite all'area di interrimento controllato;

3^a fase: sistemazione finale

- recupero finale dei siti Arpa1 e Arpa2 e ripristino delle condizioni originali;
- chiusura, sigillatura e conseguente approntamento delle opere di dismissione



11.1. Prelievo dei materiali e modalità operative

La rimozione dei materiali sarà operata per trincee o a fronte aperto a seconda dei materiali da prelevare. Sono quindi da prevedere tutte le necessarie attrezzature per far fronte alle diverse possibili sopravvenienze.

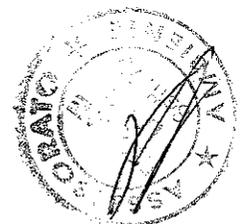
Il materiale sarà prelevato con la pala caricatrice, gru a polipo o altra idonea attrezzatura e sarà conferito in containers stagni scarrabili o direttamente nei cassoni stagni dei mezzi da cava per la movimentazione.



11.2. Recupero finale dell'area

Terminato l'asporto dei materiali, le aree Arpa1 e Arpa2 dovranno essere restituite al loro assetto originale. Indicativamente sarà necessario:

- rimozione del cantiere;
- sanificazione dell'area;
- rimodellamento del paesaggio;
- posizionamento della necessaria quantità di terreno agricolo per la piantumazione delle essenze vegetali.



12. LA VASCA DI STOCCAGGIO DEFINITIVO

Lo stoccaggio definitivo verrà realizzato secondo le prescrizioni contenute nelle norme di attuazione del D.P.R. 915/82 emanate con Delibera C.I. 27/7/84, relative alle discariche di seconda categoria di tipo C.

Di seguito si riporta quanto contenuto nelle citate norme di attuazione relativamente alle discariche di cat. 2C.

a) Ubicazione

Gli impianti non possono essere ubicati :

- *in zone sismiche di prima categoria;*
- *in aree vulcaniche attive, ivi compresi i campi solfatarici;*
- *in corrispondenza di doline, inghiottitoi o altre forme carsiche superficiali;*
- *in zone sottoposte a vincoli idrogeologici.*

Gli impianti devono essere posti a distanza di sicurezza, in relazione alle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito:

- *dalle zone di approvvigionamento idrico di acque destinate ad uso potabile;*
- *dall'alveo di piena di laghi, fiumi e torrenti.*

b) Caratteristiche geologiche e geotecniche.

Gli impianti devono essere ubicati su suoli o in suoli la cui stabilità sia tale, o resa tale, da evitare pericoli di frane o cedimenti delle pareti e del fondo discarica, nonché pericoli di spostamenti e deformazioni



c) Impermeabilizzazione.

Per tutti gli impianti è obbligatoria l'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti con uno strato di materiale artificiale resistente all'eventuale azione aggressiva dei rifiuti depositati.

Lo spessore e le caratteristiche di resistenza di tale strato devono essere tali da impedire la fuoriuscita del percolato dallo strato medesimo per almeno 150 anni dal fondo e per almeno 50 anni dalle pareti della discarica, calcolati come rapporto tra lo spessore totale dello strato impermeabilizzante e la permeabilità dello strato medesimo, allorché l'impianto si trova in condizione di massimo carico idraulico.

In ogni caso lo strato impermeabilizzante di materiale artificiale deve poggiare su uno strato di terreno con permeabilità uguale o minore a 10^7 cm/s e spessore di almeno 200 cm o, in alternativa, su uno strato con proprietà equivalenti. Tale strato deve essere sistemato in modo da facilitare il controllo della tenuta dello strato di materiale artificiale.

Il fondo discarica deve trovarsi al di sopra del livello di massima escursione della falda idrica, con un franco di almeno 200 cm.

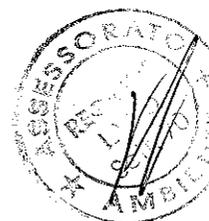
d) Drenaggio e captazione del percolato.

Gli impianti devono essere dotati di un sistema di drenaggio e captazione del percolato, il cui eventuale scarico deve in ogni caso rispettare i limiti di accettabilità di cui alla legge n. 319/1976 e successive modifiche e integrazioni.

Il sistema di drenaggio e captazione, nonché l'eventuale impianto di trattamento del percolato raccolto, dovranno essere mantenuti in esercizio anche dopo la chiusura dell'impianto, a carico del gestore di quest'ultimo, per il periodo di tempo che sarà stabilito dall'autorità competente.

e) Smaltimento del biogas.

Qualora la natura dei rifiuti sia tale da far prevedere la formazione di biogas, devono essere adottati dispositivo di captazione e recupero previsti al punto 4.2.2. lettera e).



g) Drenaggio delle acque superficiali

In tutto il periodo di conduzione della discarica le acque meteoriche devono essere allontanate dal perimetro dell'impianto a mezzo di idonee canalizzazioni, dimensionate sulla base delle piogge più intense con tempo di ritorno di 10 anni.

h) Attrezzature e servizi

Gli impianti devono essere provvisti di una recinzione di altezza non inferiore a 200 cm, in modo da impedire l'accesso a persone non autorizzate ed agli animali.

Gli impianti devono essere dotati di opportuni sistemi e mezzi antincendio di rapido impiego.

i) Sistemazione finale dell'area

A completamento finale della discarica dovrà essere effettuata la copertura finale con materiale impermeabilizzante di spessore opportuno, atto ad impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo della discarica stessa. Su tale copertura deve essere posto uno strato di terreno naturale sistemato a prato, di spessore non inferiore a 100 cm e con una pendenza atta a favorire il rapido allontanamento delle acque meteoriche.

La recinzione deve essere mantenuta in efficienza, in modo che sia interdetto l'accesso nell'area alle persone ed agli animali per tutto il periodo stabilito dall'autorizzazione regionale.



12.1. Opere di progetto

Il progetto della vasca di stoccaggio definitivo dei rifiuti provenienti dalla bonifica delle tre aree Arpa1, Arpa2 ed ex Cava si inserisce nel contesto morfologico, idrogeologico descritto nei capitoli precedenti e prevede tutte le opere ed i lavori necessari per garantire lo stoccaggio definitivo con la massima sicurezza e nel rispetto dell'ambiente.

Il progetto prevede:

- lavori e opere di predisposizione e impermeabilizzazione della vasca di abbancamento;
- sistema di convogliamento e stoccaggio del percolato;
- sistema di drenaggio e controllo delle acque meteoriche;
- sigillatura finale.

Il progetto tiene conto degli specifici condizionamenti di carattere morfologico, litologico e idrogeologico descritti e discussi nei capitoli precedenti e delle caratteristiche climatologiche della zona.



12.2. Condizionamenti progettuali

12.2.1. Morfologia e topografia

Come descritto nei capitoli precedenti, l'andamento morfologico dell'area interessata dall'impianto è condizionato dalla passata attività estrattiva di pozzolana.

Il sito dove si prevede di realizzare lo stoccaggio definitivo si presenta a guisa di vallone con quota del fondo variabile da 190 a 196 m s.l.m., e le quote dei cicli dei dirupi naturali che lo circondano di circa 220 m s.l.m.

12.2.2. Caratteristiche geologiche ed idrogeologiche della cava di pozzolana

L'assetto geolitologico generale dell'area è descritto nel par. 8.3 ed è certificato da numerose osservazioni e misure di campagna disponibili, nonché dai sondaggi geognostici realizzati recentemente.

In seguito alle indagini geognostiche eseguite durante lo studio ambientale svolto dallo scrivente è stato possibile individuare nella cava di pozzolana, escludendo lo spessore dell'abbancamento, i seguenti terreni:

- a) uno strato di copertura originatosi dal disfacimento dei sottostanti depositi vulcanici;
- b) pozzolane prevalentemente sabbiose;
- c) tufi litoidi.

Tali litologie sono difficilmente correlabili in quanto i tre sondaggi eseguiti si sono spinti fino a 15 metri dal piano campagna e nel corso delle perforazioni in due di essi è stato rinvenuto un considerevole spessore di riporto, rispettivamente di 8,0 e 11,8 metri. Infatti il tufo litoide compare soltanto negli ultimi due metri del sondaggio in cui lo spessore di riporto è risultato minore, ovvero pari a solo 1,5 metri.

Per quanto riguarda la situazione della falda superficiale, ai fini della realizzazione della discarica, questa si è potuta misurare solo in due dei tre piezometri installati nella cava, in quanto uno è risultato asciutto.



Negli altri due piezometri uno è stato interessato dalla falda a -14,75 m dal p.c. e l'altro a -12 m. Considerando le quote dei due sondaggi, la falda superficiale viene a trovarsi ad una quota assoluta di circa 188m

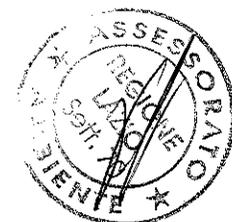


12.3. Modalità di realizzazione della bonifica

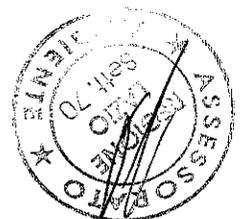
L'intervento, come già detto, è inseribile nella metodica b e c prevista nella Delibera Regionale citata nel paragrafo 3.3.

Le operazioni di bonifica avverranno nel modo seguente:

1. nell'area della ex Cava di pozzolana liberata, grazie al recentissimo intervento di bonifica, dai fusti contenti scarti della lavorazione di resine, verrà realizzata la prima sezione dello stoccaggio secondo le indicazioni progettuali di seguito presentate.
Detta area ha una dimensione di circa 2.000 mq e si trova nella sezione più depressa dell'invaso da realizzare.
E' quindi possibile realizzarvi, da subito, la relativa porzione di vasca finale, che conterrà il sistema di raccolta e collettamento finale del percolato.
Detta sezione è ricavata, come evidenziato in planimetria, all'interno di una porzione della cava che presenta pareti a picco per quasi il 60-70% del suo perimetro. Ne consegue la possibilità di abbancare materiali per una notevole altezza già dalla prima fase di lavoro. Detto primo involucro potrà quindi contenere 15.000-18.000 mc.
2. Si passerà quindi a prelevare dall'interno della ex Cava detto quantitativo di materiali che sarà così definitivamente stoccato nel nuovo involucro. L'operazione consentirà di liberare ulteriori 2.000-3.000 mq.
3. Si passerà quindi a realizzare l'involucro definitivo su tale seconda estensione, collegando le opere di impermeabilizzazione e quelle di drenaggio del percolato con quelle della prima fase.
4. Si continuerà ad operare nel modo sopra descritto sino alla completa esportazione di tutti i materiali stoccati a suo tempo nel sito ex Cava ed averli convenientemente riallocati nel nuovo stoccaggio definitivo.
5. **Si precisa** che, ogni qualvolta si darà luogo alla realizzazione di una nuova porzione dell'involucro, questa sarà convenientemente collaudata curando il perfetto collegamento delle diverse sezioni delle opere di impermeabilizzazione previste.



6. Come garanzia complessiva dell'opera, come sarà più dettagliatamente descritto in seguito, si prevede di dotare lo stoccaggio di una rete di sensori elettrici per accertare la tenuta complessiva del sistema di impermeabilizzazione.
In questo modo i vari collaudi parziali saranno confermati dalla rete di controllo del sistema nel suo complesso.
7. Una volta terminate le fasi di rivoltamento dei materiali presenti nell'area ex Cava e quelle di realizzazione della vasca di stoccaggio definitivo, si passerà al prelievo dei rifiuti nelle aree Arpa1 ed Arpa2 ed alla loro sistemazione nello stoccaggio definitivo.
8. Completato l'abbancamento, questo sarà convenientemente sigillato superiormente e si darà il via alle opere di monitoraggio del sistema.
9. Si passerà infine alla sistemazione delle aree bonificate ed alla attivazione dei sistemi di monitoraggio.



12.4. Lavori e opere di predisposizione della vasca

12.4.1. Principali dati di progetto

Si riassumono di seguito i principali dati dimensionali di progetto:

- superficie dell'impronta della vasca: 12.000 mq;
- volume di abbancamento: 130.000 mc;
- pendenza scarpata argine: 30°.

Date le caratteristiche morfologiche dell'area in esame, si ritiene opportuno realizzare un invaso le cui pareti laterali siano protette mediante la disposizione dei materiali impermeabilizzanti nota come "ad abete".

La geometria dello stoccaggio è illustrata nelle tavole nn. 03 e 0.4 nella quale sono indicati i lavori e le opere finite.

Il fondo della vasca ha una superficie di circa 12.000 mq e prevede una doppia serie di pendenze per consentire il drenaggio del percolato verso le opere di intercettazione e prelievo.

12.4.2. Sistema di impermeabilizzazione

Sul fondo della vasca è previsto uno strato di riporto dello spessore minimo di 2 m di argilla naturale, avente un coefficiente di permeabilità inferiore a 10^{-7} cm/s.

Il tappeto è steso e compattato fino al 90-95% del Proctor corrispondente ai materiali impiegati, per strati successivi non superiori a 30 cm con rulli vibranti. Al di sopra di questo strato saranno posti il manto in HDPE, il geocomposto bentonitico da 6/7 mm ed un manto in HDPE da 2 mm.

Lungo le pareti dell'invaso, invece, vengono scaricati, stesi e compattati per balze successive, con lo stesso metodo di lavorazione, le argille di riporto procedendo dal fondo, con l'avvertenza di riservare quelle selezionate ($k < 10^{-7}$ cm/s) alla parte prospiciente il bordo della vasca in modo che rimanga uno spessore minimo di 1 m di argilla, a seguito della profilatura per realizzare la parete con pendenza di 45° sull'orizzontale.



L'abbancamento dei materiali da bonificare procederà secondo il profilo "ad abete" fino al raggiungimento della volumetria di progetto (130.000 mc circa).

Sul fondo e sulle pareti della vasca già predisposta con la impermeabilizzazione in argilla vengono stesi due strati impermeabili costituiti da teli sintetici a bassissima permeabilità:

- un geocomposito del tipo sandwich costituito da un doppio tessuto non tessuto del tipo agugliato e rinforzato da 250 gr/mq a telo, con interposto uno strato di bentonite di sodio micronizzata dosata a 4,5 Kg/mq, per uno spessore complessivo di 6 mm e una permeabilità inferiore a 10^{-9} cm/s.
- una geomembrana di polietilene con densità compresa tra 0,93 e 0,94 gr/cmc, con struttura molecolare lineare, dello spessore di 2,0 mm, con percentuale di polimero vergine superiore al 97% e di nerofumo attorno al 2%, con carico di snervamento non inferiore a 20 N/mm per un allungamento del 15%;

L'accoppiamento dei due sintetici sovrapposti al tappeto di argilla naturale conferisce all'involucro un grado di sicurezza elevatissimo per il notevole spessore del tappeto di argilla, per la notevole capacità impermeabilizzante della geomembrana, per l'elevato potere autosigillante del sandwich bentonitico in caso di tagli o lacerazioni e, infine, per la massima resistenza dei rispettivi materiali alle aggressioni dei componenti del percolato.

Si riportano nei di seguito le caratteristiche tecniche del manto in HDPE e del geocomposto bentonitico.

Telo in HDPE

Il telo sarà costituito da polimero vergine in polietilene ad alta densità (non rigenerato). Dovrà essere tale che il produttore lo dichiari conforme alle proprietà fisiche richieste per l'uso a cui è destinato. Il telo dovrà essere prodotto in modo tale da essere privo di fori, rigonfiamenti, impurità e di qualsiasi segno di contaminazione di agenti esterni; qualsiasi eventuale difetto dovrà essere riparato utilizzando la saldatura ad estrusione secondo quanto raccomandato dal produttore.

Il telo di struttura monolitica, dovrà avere una larghezza del rotolo, trasportato in cantiere, non inferiore ai 10 metri, senza presaldature completamente esente da



rigonfiamenti dovuti a saldatura di bande adiacenti, queste ultime ottenute per estrusione.

Ogni rotolo sarà etichettato con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie, ben visibile attribuito dal fabbricante. Inoltre, ogni rotolo sarà accompagnato da un certificato specifico di controllo-qualità che riporterà i risultati delle prove eseguite, per ogni singolo rotolo di:

- spessore;
- densità;
- indice di fluidità;
- percentuale di nerofumo di gas;
- valori di resistenza a trazione, indicando i valori relativi al carico di snervamento e rottura espressi in N/mm²;
- valori di allungamento allo snervamento e rottura espressi in percentuale;
- resistenza alla lacerazione;
- resistenza al punzonamento.

Le prove saranno eseguite secondo la normativa ASTM. Il manto in HDPE dovrà soddisfare a tutti i requisiti richiesti dalla US National Sanitation Foundation prova NSF 54, e il produttore dovrà essere ufficialmente inserito nelle liste della US National Sanitation Foundation. Inoltre il produttore dovrà fornire certificati di controllo qualità e controllo del ciclo produttivo eseguiti da un riconosciuto istituto europeo (es. SKZ). Le caratteristiche della geomembrana dovranno essere conformi ai valori di specifica riportati di seguito.



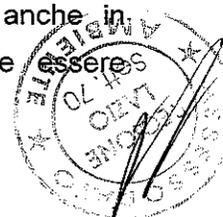
Caratteristiche e proprietà dei manti in HDPE

Proprietà	Metodo di prova	Calibro (nominale)		
		1.5mm	2.0mm	2.5 mm
Densità g/cc (min)	ASTM D1505	0.94	0.94	0.94
Indice di fluidità g/10 (max)	ASTM D1238 E (190°C, 2.16 Kg)	0.3	0.3	0.3
Resistenza a trazione	ASTM D638 IV (2 pollici/min)			
1. Resistenza alla trazione di rottura (N/mm ²)		27.5	27.5	27.5
2 Resistenza alla trazione di cedimento		16.5	16.5	16.5
3. Allungamento alla rottura (%)		700	700	700
4 Allungamento al cedimento (%)		13	13	13
Innesco di resistenza alla lacerazione	ASTM D1004 Stampo C	45	55	65
Fragilità a bassa temperatura °F	ASTM D746 Procedura B	-112	-112	-112
Stabilità dimensionale (in ogni direzione)	ASTM D1204 212°F 1 h	+/-2	+/-2	+/-2
Resistenza all'interramento	ASTM D 3083 ovvero ASTM D638 tipo IV			
Resistenza alla trazione di rottura e di cedimento	Modifica %	+/- 10	+/- 10	+/- 10
Allungamento alla rottura e al cedimento	Modifica %	+/- 10	+/- 10	+/- 10
Incrinatura da sollecitazioni ambientali (ore minime)	ASTM D 1693 10 %; 50° C	1500	1500	1500
Resistenza alla perforazione (lbs.)	FTMS 101 Metodo 2065	80	105	130
Coefficiente di espansione termica lineare (x 10 ⁻⁴ cm/cm °C Nominale)	ASTM D696	1.2	1.2	1.2
Stabilità termica - Tempo di induzione ossidante (OIT) Minuti, minimo	ASTM D3895 130°C; 800 psi 02	2000	2000	2000

Il geocomposto bentonitico

Il geocomposto bentonitico è costituito dall'unione di due geotessili, uno di tessuto e l'altro di non tessuto di polipropilene, e da una quantità di bentonite sodica costante e definita. Il collegamento degli strati componenti il microtelo dovrà essere realizzato mediante una fitta agugliatura (55.000 - 70.000 punti per mq) di fibre sintetiche passanti dallo strato superiore di tessuto non tessuto a quello inferiore a cui vengono ancorate.

Tale agugliatura deve essere uniformemente distribuita su tutta la superficie, assicurando al sistema elevate resistenze allo scorrimento e spellamento degli strati, e confinando stabilmente in qualsiasi posizione la bentonite, anche in condizioni di elevata inclinazione. La zona di sovrapposizione deve essere



individuata da una linea colorata impressa sul geotessile inferiore parallelamente ai bordi.

I materiali di contenimento della bentonite devono essere imputrescibili e non biodegradabili al fine di garantire uno stabile confinamento della stessa.

Il materiale da utilizzare dovrà essere certificato dal produttore dello stesso geocomposto dichiarando che il telo stesso è conforme alle proprietà fisiche richieste per l'uso cui è destinato.

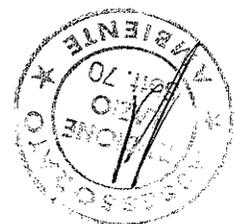
Il telo dovrà essere prodotto in modo da essere privo di fori, lacerazioni ed impurità e di qualsiasi segno di contaminazione da parte di agenti esterni.

Il telo, di struttura monolitica, dovrà essere conferito in rotoli in grado di coprire ognuno una superficie di 100 mq circa. Ogni rotolo dovrà essere etichettato con indicazioni dello spessore, della lunghezza, della larghezza e del numero di serie ben visibile, attribuito dal fabbricante.

Prima della posa in opera dei materassini sarà necessario regolarizzare il piano di posa stesso. I teli di testa dovranno essere preventivamente assicurati al terreno interrandoli in una trincea di opportune dimensioni e profondità in relazione alle inclinazioni del pendio.

I rotoli dovranno essere distesi sovrapponendo i teli adiacenti per circa 20 cm; nella zona di sovrapposizione dovrà essere sparsa della bentonite sfusa delle stesse caratteristiche di quella contenuta nel materassino.

La fornitura dovrà essere inoltre accompagnata da un certificato specifico di controllo di qualità che riporterà i risultati delle prove eseguite secondo la normativa D. I. N., ASTM e B. U. del CNR per la determinazione di quanto riportato di seguito.



Caratteristiche e proprietà dei geocomposti bentonitici

PROPRIETA	METODO DI PROVA	VALORE MEDIO
Dimensioni Standard		
Spessore		B. U. n. 111 0,8 cm
Dim. rotolo		3.60 x 30.40 m
Massa Totale	D. I. N. 53854	5.500 gr/mq
Strato di tessuto	ASTM D 3776	120 gr/mq
Strato di non tessuto	ASTM D 3776	240 gr/mq
Caratteristiche della bentonite		
montmorillonite		> 70 % in peso
acqua contenuta		> 600 %
pressione di rigonfiamento		> 100 K Pa
Coefficiente di permeabilità K	D. I. N. 18130	> 1×10^{-9} cm/sec
Resistenza al punzonamento	D. I. N. 8279-P14	
Carico		4 KN
Affondamento		4.5 cm
Resistenza a trazione	B. U. 142	
<i>tessuto: dir. produzione</i>		
carico		40.6 KN /m
allungamento		36 %
<i>dir. trasversale</i>		
carico		25 KN/m
allungamento		18 %
<i>non tessuto: dir. produzione</i>		
carico		2.4 KN/m
allungamento		128 %
<i>dir. trasversale</i>		
carico		3.3 KN/m
allungamento		114 %

Posa in opera e saldatura dei manti impermeabili

La stesura e la lavorazione dei teli sintetici dovranno tenere conto delle condizioni meteorologiche ricorrenti al momento, onde garantire il migliore utilizzo delle loro proprietà fisiche; in particolare, dovrà essere posta la massima cura ai lavori di sovrapposizione, ancoraggio e saldatura delle geomembrane, stese a rotoli di larghezza variabile da 4 a 6 m, con saldature a "cuneo caldo" o "a estrusione" secondo specifiche della casa produttrice, nonché a quelli dei sandwich bentonitici stesi a rotoli di larghezze analoghe e saldati per semplice sovrapposizione dei teli con aggiunta di uno strato di bentonite micronizzata.

In particolare nel caso dei manti in HDPE, i sistemi di saldatura attuali in grado di fornire tutte le garanzie di una corretta esecuzione del lavoro sono:

- saldatura "ad estrusione"
- saldatura "a doppia pista"



Saldatura ad estrusione

A facce parallele

Le saldature verranno eseguite all'asciutto ed a temperatura superiore a 5°C previa molatura della superficie da saldare. La saldatura ad estrusione consiste nel riportare un cordone dello stesso polimero fuso tra i lembi da saldare previo preriscaldamento dei lembi da unire con aria surriscaldata. Il cordone di saldatura deve avere:

- * larghezza > 40 mm
- * spessore > 1 mm

A cordone sovrapposto

Brevi tratti di saldatura (riparazioni, raccordi, pareti a forte pendenza) possono essere eseguiti riportando il cordone di saldatura sovrapposto al giunto previa presaldatura di fissaggio ad aria calda delle pareti da unire e molatura della superficie dei fogli a contatto con il cordone di saldatura.

Saldatura a doppia pista

La saldatura a doppia pista consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo o aria calda due strisce dei fogli sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione

Il giunto di saldatura deve avere le seguenti dimensioni:

- * larghezza giunto > 40 mm
- * larghezza canale di prova > 5 mm
- * larghezza di ciascuna pista > 7 mm

Collaudi delle saldature dei manti in HDPE

I collaudi delle saldature sono essenziali per la buona riuscita dell'opera e dovranno essere eseguiti in presenza di un incaricato della D. L.

Collaudo non distruttivo

Il collaudo non distruttivo dovrà essere eseguito in cantiere sul 100% delle saldature in uno dei seguenti modi:



Collaudo delle saldature ad estrusione

Le saldature ad estrusione a facce parallele verranno collaudate con ultrasuoni che indicheranno la continuità dello spessore del cordone di saldatura .

Collaudo delle saldature a doppia pista

Le saldatura a doppia pista, effettuate con cuneo caldo o aria calda, debbono essere collaudate in modo oggettivo, previa verifica dell'effettivo passaggio dell'aria nel canale posto tra le due saldature insuffiando nel canale stesso aria compressa ad una pressione relativa di almeno 2 Bar e controllando che la perdita di pressione non superi il 20% dopo 15 minuti.

Collaudo a vista

Le saldature con cordone sovrapposto di forma arrotondata, non collaudabili con ultrasuoni o con aria compressa, verranno collaudate a vista forzando una punta metallica lungo tutto il cordone di saldatura.

Collaudo distruttivo

Dovranno essere eseguite prove distruttive su un campione di saldatura prelevato.

Impermeabilizzazione delle pareti "ad abete"

Come già accennato, le pareti della cava vengono impermeabilizzate mediante la sovrapposizione di anelli troncoconici di argilla rivestita di HDPE e geocomposto bentonitico, posti uno sopra l'altro.

Tale soluzione prevede la continuità del manto di HDPE, ottenuta saldando ogni anello al successivo.

Questa tecnica è di realizzazione complessa: prevede che, al completamento di ogni anello, prima di porre l'argilla in situ per il successivo, si stenda il manto sui rifiuti; si saldi quindi lo stesso telo a quelli precedenti; si riporti l'argilla all'interno; infine la si ricompatti, riportando poi il primo manto HDPE al di sopra di questa, poi il geocomposto bentonitico, infine il secondo manto HDPE.

Come già detto al piede del fronte cava il rilevato avrà l'altezza pari a 2 m, all'esterno il primo involucro sarà alto circa 5-6 metri; le fasi operative di questa tecnica prevedono:



1. scarico dell'argilla;
2. compattazione dell'argilla;
3. sagomatura dell'argilla compattata secondo i profili di progetto
4. posizionamento del manto, sull'argine così costruito, lasciando libero alla sommità un "ricciolo" di almeno 1,5-2 metri;
5. posizionamento del geocomposto bentonitico e del secondo manto HDPE;
6. ancoraggio dei manti in sommità con terra per consentire i necessari assestamenti.

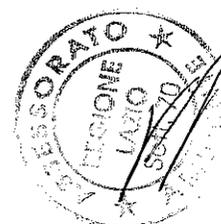
Quando l'abbancamento dei rifiuti sarà giunto all'altezza di 0,50 metri dalla sommità dell'argine, si arresta lo scarico e si riempie tale volume con sabbia o terreno arido; si stende ora su questo fondo un nuovo manto di HDPE che viene saldato al "ricciolo".

A questo punto, con le stesse procedure, si crea al di sopra del manto un nuovo argine di argilla: in questa fase è necessario proteggere il manto con uno strato di sabbia che permetta lo svolgimento delle operazioni ai mezzi meccanici; infine, si rimuove la sabbia.

Quando l'argine è ultimato, si recupera il manto e lo si rovescia al di sopra dell'argine stesso, creando, alla sommità, un nuovo ricciolo.

Quest'ultima fase deve essere realizzata per settori successivi di 10-20 metri di lunghezza per permettere un più agevole rovesciamento del telo.

Si riporta di seguito un esempio schematico delle modalità realizzative.



12.5. Captazione del percolato

12.5.1. Il sistema di drenaggio

Sul sistema di impermeabilizzazione del fondo della vasca viene realizzato il sistema di drenaggio del percolato atto a convogliare lo stesso ad un punto di prelievo stabilito, sistemato nei pressi di uno spigolo della vasca.

Il sistema è composto da una rete di tubazioni HDPE microfessurate, con funzione di drenaggio e da un tappeto di materiali inerti con funzione di drenaggio e di protezione del sistema di impermeabilizzazione.

La rete di tubazioni HDPE è composta da tubazioni DN100 - PN10 disposte lungo le minime pendenze del fondo per favorire il drenaggio del percolato e convogliarlo al punto di prelievo.

I collettori microfessurati sono rinfiancati con ghiaia ed avvolti da uno strato di tessuto non tessuto in modo da formare dei "pacchetti" in grado di evitare il trascinarsi di particelle fini che potrebbero ostruire i fori.

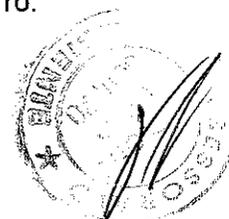
Il tappeto di materiali inerti è costituito da sabbia e ghiaia classificate, ha uno spessore minimo di 30 cm, facilita il drenaggio di fondo verso le tubazioni fessurate e protegge i teli sottostanti dalle sollecitazioni provocate dai mezzi meccanici per il posizionamento dei materiali da abbancare.

12.5.2. Il pozzo di raccolta del percolato

Il percolato prodotto nella vasca, drenato nel materasso di fondo e raccolto dalle tubazioni HDPE, viene convogliato al punto di stoccaggio e prelievo posto nella zona più depressa della vasca.

Il manufatto di prelievo è costituito da un pozzetto posto nei pressi della parete della vasca, costituiti da un tubo di HDPE del diametro di 1000 mm e spessore 5-6 mm, debitamente ancorato alle estremità.

Nel pozzetto viene calata una pompa del tipo sommerso per il prelievo del percolato e il relativo scarico in una tubazione da collegare ad un'autobotte di prelievo che lo recapita all'impianto di depurazione interno all'impianto BPD di Colferro.



I dettagli costruttivi dei manufatti sono illustrati nelle tavole grafiche.

La pompa di estrazione è prudenzialmente dimensionata per funzionare poche ore al giorno in caso di produzione massima di percolato, ovvero per una portata di 20 l/s e una prevalenza sufficiente per il superamento del dislivello tra il fondo della vasca ed il bordo superiore.

La pompa normalmente è posizionata sul fondo del tubo; viene recuperata per manutenzione mediante un arganello fissato alla testa del tubo; la mandata è costituita da una tubazione HDPE flessibile DN50 PN6.

12.5.3. Prelievo del percolato

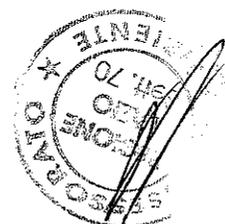
Il tipo d'uso dello stoccaggio è tale che c'è da attendersi produzione di percolato limitatamente al periodo nel quale avverrà l'abbancamento dei rifiuti, ovvero circa 90 giorni.

Al termine di tali operazioni, infatti, lo stoccaggio verrà sigillato superiormente, cesserà così la produzione di percolato dovuto ad eventi meteorici permanendo quello dovuto alla sola umidità residua dei materiali, quota questa estremamente limitata.

Pertanto la gestione del sistema di estrazione del percolato in fase di abbancamento sarà condizionata dall'andamento degli eventi meteorici.

In condizioni meteoriche normali, la pompa installata sul fondo del pozzo è fissa e sufficiente al prelievo del percolato e può funzionare alternativamente per alcune ore al giorno sotto il diretto controllo dell'operatore.

Le manovre e l'esercizio della pompa sono eseguite personalmente dall'operatore fino ad esaurimento delle condizioni critiche per eliminare il rischio di tracimazioni del percolato.



12.6. Sistema di drenaggio e controllo delle acque meteoriche

12.6.1. Generalità

Il controllo corretto e continuo delle acque meteoriche rappresenta una delle principali garanzie di efficienza e di sicurezza dell'impianto, sia per quelle che interessano le aree esterne drenanti all'impianto, sia per quelle che interessano la vasca in abbancamento e, successivamente, le stesse al termine della bonifica.

I componenti specifici del sistema di drenaggio e controllo delle acque meteoriche sono descritti nelle tavole grafiche allegate.

12.6.2. Drenaggi di copertura

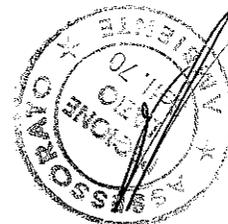
Il sistema di drenaggi di copertura della vasca di stoccaggio definitivo completata è costituito da tubazioni microfessurate in HDPE di diametro 100 mm annegate nella ghiaia e avvolte nel tessuto non tessuto come esplicitato negli elaborati grafici.

Le condizioni di deflusso sono relative al moto uniforme e il grado di riempimento accettato è prudenzialmente inferiore al 60%.

Lo stoccaggio in oggetto prevede una serie di drenaggi sulla copertura al coronamento della Cava.

Sopra il geocomposito impermeabile, infatti, viene installata una rete di tubazioni fessurate in PVC DN 100 annegate in un cordolo di sabbia e ghiaia e protette da un tessuto non tessuto da 140 gr/mq per evitare che i materiali fini dello strato composito di copertura trascinati dalle acque infiltrate vadano a intasare il sistema drenante.

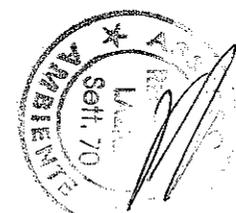
Le acque meteoriche raccolte sono poi veicolate ad un pozzetto di dissipazione e dispersione



12.6.3. Drenaggi esterni alla vasca

Lungo il coronamento Cava, attorno alla vasca di abbancamento verrà realizzata una rete di raccolta del ruscellato per scongiurare la possibilità di ruscellamenti verso l'interno Cava, quindi sull'abbancamento.

Tali ruscellamenti sono intercettati e drenati dalle canalette in cls prefabbricate, e inviati direttamente a dispersione tramite un pozzetto dissipatore e di scarico.



12.7. Copertura finale

12.7.1. Criteri progettuali

La copertura finale della massa di materiali abbancati nella vasca di stoccaggio definitivo sarà eseguita per impedire il loro contatto con gli agenti atmosferici esterni, aria, acque meteoriche, vento, ecc.

La progettazione della copertura finale prevede la formazione di un sistema composito multistrato collocato sopra la massa di rifiuti abbancati che garantisca:

- l'isolamento della massa dall'ambiente esterno e la drastica riduzione della formazione di percolato;
- lo scorrimento delle acque meteoriche sulla superficie della copertura e di quelle eventualmente infiltratesi nel primo strato, fino alle opere di collettamento;

12.7.2. Modalità costruttive

In considerazione di quanto esposto nel paragrafo precedente, è stato progettato il sistema composito multistrato descritto nelle sezioni e nei particolari costruttivi degli elaborati grafici.

La realizzazione della copertura finale prevede le seguenti operazioni:

- la posa di uno strato di livellamento;
- la posa di un elemento a bassa permeabilità;
- la formazione di un sistema di drenaggio delle acque meteoriche;
- la formazione di uno strato composito finale con funzioni estetico paesistiche.

Non è stata prevista una rete di captazione del biogas perché la tipologia dei rifiuti abbancati rende molto remota la possibilità di produzione di gas biologico.

Elemento a bassa permeabilità

L'elemento a bassa permeabilità è costituito da un geocomposto del tipo a sandwich a base di bentonite di sodio micronizzata, allo scopo di completare l'involucro impermeabile anche in copertura e saldarlo a quello sottostante lungo i bordi della vasca.



Il geocomposto bentonitico utilizzato per la copertura avrà caratteristiche analoghe a quello utilizzato per l'impermeabilizzazione dell'invaso.

L'ottimo grado di impermeabilità del prodotto e la elevata capacità autosigillante a fronte di lacerazioni prodotte da mezzi meccanici o da radici, conferisce allo strato impermeabile un elevato grado di sicurezza.

Il geocomposito è confezionato in rulli e viene installato su uno strato di sabbia debitamente regolarizzato; la sigillatura dei teli è eseguita per semplice sovrapposizione dei teli per 10 - 15 cm con aggiunta di bentonite di sodio micronizzata.

12.7.3. Strato composito finale

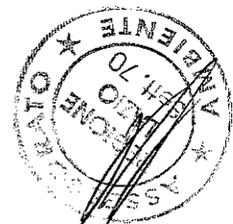
Lo strato composito finale è costituito da un tappeto di 70 cm di terreno agricolo e da un tappeto di 30 cm di terreno vegetale, previamente inseminato, per favorire la formazione del primo manto vegetale.

Lo scopo assolto dall'elemento "copertura vegetale" è sia di ordine estetico che tecnico.

Il primo consente di reinserire, in maniera armonica, la zona compromessa all'interno del paesaggio circostante; il secondo di preservare dall'erosione operata dal vento e dalle acque il sistema di copertura, di massimizzare l'evapotraspirazione dell'acqua presente nello strato superficiale e di aumentare la stabilità del suolo.

In pratica saranno usati manti erbosi che soddisfano le esigenze sopra illustrate.

Infatti, nei riguardi della prevenzione dell'erosione, la vegetazione che sviluppa un sistema radicale fitto e di breve estensione è più efficace di quella che presenta radici rade e di lunga estensione.



12.8. Procedure gestionali dopo la copertura finale

12.8.1. Generalità

Al completamento dei lavori di copertura finale è terminata ogni attività di conferimento dei rifiuti all'impianto e si instaura un nuovo tipo di gestione volta a garantire comunque la salvaguardia dell'ambiente e ad eseguire le opere di recupero ambientale previste.

Ai fini della salvaguardia dell'ambiente, la gestione di "post-chiusura" prevede una serie definita di attività:

- il sollevamento e l'invio allo smaltimento definitivo del percolato;
- la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche della copertura (con manutenzione periodica delle relative opere);
- l'esecuzione delle opere di recupero ambientale secondo sequenze programmate;
- la verifica dei sistemi di contenimento;
- la verifica di eventuali cedimenti differenziali.

In particolare, le procedure gestionali dei componenti specifici dell'impianto prevedono le attività descritte di seguito.

12.8.2. Il percolato

Il percolato che si forma a copertura ultimata è dovuto all'umidità residua contenuta nella massa dei rifiuti, che viene rilasciata in quantità sempre più trascurabili nel tempo.

In ogni caso, il percolato che si forma è sempre contenuto nella vasca impermeabilizzata. Data la modesta produzione rispetto alla capacità ricettiva del fondo vasca e della capacità di prelievo delle pompe, si può definire con precisione un programma di estrazione.

In fase iniziale (per almeno un mese) sarà opportuno verificare giornalmente i livelli di percolato e prelevare sino a quando la quota dello stesso non abbia raggiunto



meno di 0,5 metri di spessore che equivalgono ad una presenza in vasca di 300/500 mc di percolato.

Successivamente (entro i 90 giorni successivi) si passa a rilevare le quote settimanalmente; nei successivi 120 giorni, ogni 15 giorni e poi mensilmente: sempre procurando il corretto allontanamento dello percolato in eccedenza.

Con periodicità, inizialmente quindicinale, che passerà a mensile e poi a semestrale, verranno anche effettuate analisi della qualità del percolato per rilevare le sue evoluzioni così da garantire il corretto smaltimento.

Il percolato verrà smaltito utilizzando l'impianto di depurazione interno allo stabilimento per quantitativi congruenti il processo di depurazione in atto.

La mandata flessibile della pompa viene collegata alla tubazione di estrazione collegata ad un'autobotte di prelievo; la pompa viene azionata solamente durante la fase di estrazione e in presenza dell'operatore specializzato.

Al termine delle operazioni di estrazione, l'operatore disconnette gli attacchi rapidi e verifica che i tubi siano vuoti e non abbiano perso percolato.

Il responsabile dell'impianto provvede, quindi, alla verifica delle caratteristiche del percolato raccolto e dispone per il suo trasporto allo smaltimento.

12.8.3. Drenaggio acque meteoriche di copertura

Gli afflussi meteorici diretti sulla copertura della vasca scorrono sullo strato superficiale grazie all'inerbimento o vengono raccolti nell'apposita rete di drenaggio predisposta sopra il geocomposito impermeabile.

Tutte le acque di ruscellamento vengono raccolte dalle canaline prefabbricate di gronda, dimensionate per scaricare a gravità anche l'evento meteorico critico con un grado di riempimento inferiore al 60%.

Il sistema prevede il vettoriamento delle acque ed il rilascio a dispersione date le portate modeste in gioco.

La dinamica descritta avviene in maniera del tutto naturale senza l'intervento dell'uomo o di apparecchiature di alcun tipo.



13. ELEMENTI DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

E' necessario, prima di tutto, ricordare che l'intervento in esame riguarda l'esecuzione di una **bonifica ambientale**, pertanto è da assumere come ipotesi che la soluzione rappresenti un miglioramento di quella in essere.

Attualmente circa 130.000 mc di materiali di risulta di vario genere sono stoccati direttamente sul terreno; si tratta di prelevarli e di sistemarli idoneamente in un'area con livelli di affidabilità superiori a quelli richiesti per gli specifici materiali.

Detta area è, inoltre, idonea per la specifica finalità.

L'operazione di travaso sarà estremamente limitata nel tempo (90 giorni), avverrà all'interno dello stabilimento, e sarà svolta nel pieno rispetto delle diverse prescrizioni di legge.

13.1. L'area di stoccaggio

Il sito individuato come stoccaggio finale è adatto allo scopo; inoltre verrà realizzato un sistema di impermeabilizzazione adatto per rifiuti di ben maggiore livello di pericolosità.

Si prevede una barriera costituita da due metri di argilla rullata e compattata con permeabilità inferiore a 10^{-7} cm/sec.

Su tale strato verranno stesi due sistemi impermeabilizzanti costituiti da geocomposto bentonitico e da un manto in HDPE da 2 mm.

Completato il trasferimento in questa vasca dei materiali prelevati da Arpa 1, Arpa2 ed ex Cava si procederà alla predisposizione delle opere di copertura finale del nuovo invaso ed all'allestimento di un rete di monitoraggio.

La finalità primaria della copertura è isolare dall'esterno i sottostanti rifiuti, minimizzando le infiltrazioni di acqua meteorica - che si trasformerebbero, a contatto con la massa di rifiuti abbancati in percolato - e completando verso l'alto l'involucro impermeabile già realizzato sul fondo e sulle pareti del bacino.



Nel caso in esame, stante la composizione dei materiali stoccati, non sono attese produzioni di biogas, quindi non è necessario realizzare una rete per la captazione ed il trattamento.

Ciò premesso le opere di copertura del bacino prevedono:

- la posa in opera di una barriera a bassa permeabilità;
- la realizzazione di un sistema di drenaggio delle acque meteoriche;
- la copertura con uno strato di terreno di riporto superficiale.

Lo strato a bassa permeabilità è ottenuto con la posa di un materassino bentonitico di caratteristiche analoghe a quello utilizzato per l'impermeabilizzazione del fondo e delle pareti del bacino.

Il materassino avrà lo scopo di completare l'involucro impermeabile anche in copertura e saldarlo a quello sottostante lungo i bordi della vasca.

L'ottimo grado di impermeabilità del prodotto e la elevata capacità autosigillante a fronte di eventuali lacerazioni prodotte dagli apparati radicali delle piante, conferisce allo strato impermeabile un elevato grado di efficienza rispetto alle infiltrazioni dovute allo scorrimento delle acque di provenienza meteorica affluite sull'area ricoperta.

Al di sopra del geocomposito impermeabile verrà installata una rete drenante costituita da tubazioni fessurate in PVC, annegate in un cordolo di sabbia e ghiaia e protetta da un tessuto non tessuto; l'interposizione del tessuto non tessuto evita il trascinarsi della frazione più fine dei terreni di ricopertura nelle condotte con conseguente intasamento delle medesime.

La rete avrà funzione drenante delle acque meteoriche e recapiterà gli afflussi in un pozzetto dissipatore.

La copertura superficiale sarà costituita da uno strato di 70 cm di terreno agricolo sormontato da uno strato di terreno vegetale spesso 30 cm.

Ad avvenuto completamento delle opere di ricopertura sopra indicate si procederà all'esecuzione sull'area degli interventi di recupero ambientale previsti (inerbimento, innesto di specie arbustive, ecc.).



13.2. Emissioni

Con il termine emissioni si indica in generale l'insieme di effluenti in forma liquida, solida, gassosa, delle emissioni acustiche, che possono essere rilasciati dall'impianto verso l'ambiente esterno.

Le emissioni rappresentano una sorgente di impatto dell'opera sull'ambiente; la loro valutazione costituisce quindi un punto importante per la completa caratterizzazione dell'opera.

Nel presente capitolo vengono analizzati solo gli effluenti liquidi che costituiscono praticamente l'unica fonte di impatto potenziale dell'opera, mentre le emissioni atmosferiche ed il rumore risultano trascurabili in quanto le operazioni di bonifica si svolgono in un tempo limitato (meno di 90 giorni).



13.3. Effluenti liquidi

Gli effluenti liquidi si distinguono nel caso in oggetto in:

- percolato;
- acque esterne alle zone impermeabilizzate;

13.3.1. Percolato

È doveroso precisare che pur avendo annoverato il percolato nella categoria degli effluenti, tale classificazione è impropria, trattandosi di un prodotto che, nonostante dia origine ad un flusso uscente dall'impianto (motivo per cui si è ritenuto opportuno affrontare l'argomento in questa parte dello studio), non viene rilasciato verso l'ambiente esterno - nell'accezione comune del termine - bensì addotto, mediante opportuni mezzi e con le dovute cautele presso aree diverse da quelle in cui si è originato (impianti di trattamento).

In altre parole, nella definizione di "emissione" sopra richiamata con "ambiente esterno" è da intendersi, nel caso del percolato, tutto ciò che è al di fuori dell'impianto di discarica e non già l'insieme delle componenti ambientali relative al contesto territoriale circostante.

Si precisa che i rifiuti da bonificare sono in sito da un numero di anni elevato, pertanto il rilascio dell'acqua in essi contenuta dovuto all'assestamento dei materiali è in una fase terminale di processo; resterà casomai l'umidità acquisita nell'attuale posizionamento e quella che si produrrà nelle fasi di asporto, trasporto e riallocaamento. Ne consegue che il contributo dovuto tale fattore è, pressoché nullo.

Il secondo fattore, che potrebbe concorrere anche in misura notevolmente superiore rispetto al precedente al quantitativo di percolato complessivamente prodotto, consiste nella lisciviazione del rifiuto ad opera delle acque di origine meteorica che, affluite sulla massa abbancata, in parte percolano attraverso di essa ed in parte scorrono sulla sua superficie.

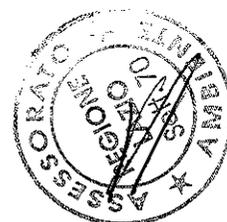
Nel caso specifico, però, i tempi di realizzazione delle opere di bonifica sono brevi (90. giorni) pertanto la produzione di percolato dovuta a quest'ultimo fattore risulta fortemente limitata. Come già detto, il percolato comunque prodotto verrà convenientemente raccolto e stoccato, e sarà trattato nell'impianto di depurazione aziendale.



Acque esterne

Le acque esterne sono rappresentate dagli afflussi provenienti dalle zone non impermeabilizzate immediatamente circostanti la nuova cella e quelle a monte di essa.

Non avendo in nessun caso e circostanza possibilità di contatto con le masse di rifiuto abbancate, si tratta di acque esenti da qualsiasi forma di inquinamento e pertanto smaltibili mediante recapito diretto nel locale reticolo idrografico minore.



13.4. Controlli ambientali

Nel presente paragrafo si procede ad esaminare i sistemi e le attrezzature che la B.P.D. prevede di attivare ai fini del controllo dell'ambiente e delle componenti interessate dalle realizzazioni.

Queste attività di monitoraggio hanno di fatto già caratterizzato la recente fase di interventi svolti dalla società; l'area ex Cava è stata oggetto nei periodi e con le modalità indicate nei capitoli precedenti, di campagne di prove, analisi e rilievi svolti anche con l'ausilio di una rete di piezometri realizzati dalla B.P.D.

I risultati delle indagini, correlati a quelli già raccolti in precedenti campagne, hanno permesso di determinare e qualificare l'esistenza di fenomeni di inquinamento nella falda superficiale e di escludere invece tali fenomeni per quella profonda.

Il programma di controlli ambientali prevede il rilievo periodico della qualità dei corpi idrici superficiali ricettori di effluenti dell'impianto e la verifica dell'integrità della prima guardia idraulica di impermeabilizzazione (manto in HDPE) attraverso una rete fissa di rilevamento geoelettrico.

13.4.1. Sistema di monitoraggio geoelettrico

I rivestimenti impermeabili sono costituiti da materiali elettricamente isolanti, pertanto la verifica della loro integrità può essere ricondotta al controllo delle perdite di isolamento elettrico.

In particolare il polietilene ad alta densità (HDPE) con spessore 2,5 mm è caratterizzato da una resistività elettrica dell'ordine di 10^{13} - 10^{16} ohm x m.

Se si stabilisce una tensione elettrica tra l'interno della vasca ed il terreno esterno, passa una piccola corrente di perdita compresa tra 0,2 e 200 microampere per 100 Volt di tensione applicata.

Poiché la resistenza del sistema elettrodo-terreno, sia interno che esterno della vasca, è trascurabile rispetto a quella della geomembrana, l'interno della vasca assume un potenziale elettrico praticamente costante, e la caduta di tensione è concentrata a cavallo del rivestimento.

Se però nel rivestimento è presente una lacerazione, la corrente di perdita aumenta sensibilmente in funzione dell'ampiezza della lacerazione e del contenuto dei liquidi.



Il potenziale all'interno della geomembrana non è più costante ma scende rapidamente, dalla zona di immissione della corrente verso la zona di lacerazione e poi lentamente da quest'ultima verso il bordo della vasca.

Per mezzo di due elettrodi, uno positivo infisso all'interno della vasca ed uno negativo, infisso nel terreno esterno ad una distanza sufficientemente grande dal primo, si invia corrente stabilendo così un campo elettrico.

Misurando per mezzo di due elettrodi la tensione elettrica in superficie è possibile ricostruire l'andamento del potenziale elettrico e verificare la presenza o meno di punti di perdita.

La capacità di risoluzione del sistema è condizionata dalla densità dei punti di misura; nel caso specifico sarà sufficiente acquisire i valori ai vertici di una maglia regolare di 5 x 5 m.

Detta maglia verrà posizionata al di sotto del manto bentonitico e resterà, quindi, in situ in modo da poter essere attivata in un qualsiasi momento e rilevare con continuità l'affidabilità del sistema.

Si precisa che qualora si rilevassero perdite, ci si troverebbe comunque a poter contare ancora nella impermeabilizzazione garantita da due metri di argilla .

Si avrà così il tempo per eseguire interventi senza il rischio alcuno di rilascio nell'ambiente.

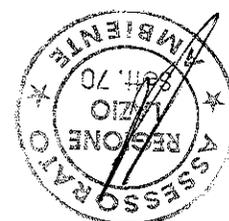
13.4.2. Ambiente idrico

Il monitoraggio sarà effettuato secondo metodiche collaudate prelevando serie di campioni da un piezometro che sarà posizionato a valle dell'impianto da analizzare in laboratori esterni per le analisi di rito.

I parametri investigati sono tutti quelli posti sotto controllo nelle campagne di rilevamento fin qui eseguite, anche allo scopo di poter estrapolare indicazioni sulla tendenza evolutiva delle serie di valori misurati.

13.4.3. Stabilità, coperture e pendii

Periodicamente verrà verificata la stabilità dei sistemi di contenimento, quindi delle scarpate laterali nonché del sistema di copertura.



Si porrà attenzione ai cedimenti eventualmente in atto in modo da poter intervenire per risolvere situazioni che potrebbero portare a sollecitazioni eccessive sui sistemi di impermeabilizzazione.



14. NORME DI SICUREZZA PER LE ATTIVITÀ DI BONIFICA

Per ciascuna fase dell'intervento saranno osservate tutte le vigenti normative in materia di prevenzione infortuni e di sicurezza sul lavoro.

14.1. Equipaggiamento veicoli

Tutti i mezzi d'opera saranno dotati di apparecchi estintori antincendio per combattere l'eventualità di incendio del motore, del carico e del veicolo.

L'equipaggiamento elettrico dei veicoli sarà isolato e protetto contro il corto circuito e lontano dai carichi pericolosi.

Ogni automezzo dovrà essere dotato di due dispositivi luminosi alimentati a batteria indipendente da quella del veicolo da installare in testa e in coda in condizioni di panne.

I veicoli saranno dotati di due pannelli arancioni rettangolari di centimetri 40x60 fissati l'uno davanti al veicolo e l'altro posteriormente, disposti in modo da essere ben visibili.

In previsione di qualsiasi incidente od infortunio che possa sopravvenire durante il trasporto sono consegnate al conducente istruzioni scritte che precisano in modo conciso:

- la natura del pericolo rappresentato dalle materie trasportate;
- le disposizioni da prendere e le precauzioni da adottare nell'eventualità che persone venissero a contatto con le merci trasportate o con i prodotti che da esse possono sprigionarsi;
- le misure da adottare in caso di incendio ed in particolare i mezzi di estinzione da impiegare nonché quelli il cui impiego è da escludere;
- le misure da adottare in caso di rottura e deterioramento degli imballaggi o delle merci trasportate in particolare quando queste si spandano sulla strada.



14.2. Mezzi di protezione per gli addetti ai lavori

Il personale impiegato per la manipolazione dei rifiuti sarà altamente specializzato, opportunamente istruito e dotato dei seguenti mezzi di protezione:

- scarpe antinfortunistiche,
- tute in cotone,
- sopratute monouso in tyvek;
- guanti in lattice o cuoio;
- grembiule in cuoio e in gomma,
- semimaschera per polveri.

I lavoratori, preliminarmente, sono opportunamente informati sui fattori di rischio presenti durante il lavoro e sui danni che potrebbero derivare dall'esposizione ad essi. Inoltre sono loro fornite le adeguate istruzioni per la corretta esecuzione delle mansioni e per l'integrale applicazione delle misure di igiene e sicurezza previste dalle norme di legge.

I mezzi di protezione dovranno essere usati non solamente quando esiste un evidente pericolo ma anche tutte le volte che il pericolo potrebbe manifestarsi.

Per il lavoro negli ambienti polverosi sarà obbligatorio l'impiego della maschera antipolvere del tipo più adatto.

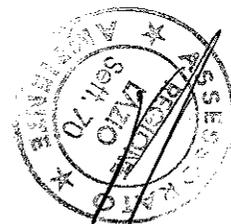
Tutte le zone di lavoro saranno chiaramente delimitate.

Al fine di evitare contatti cutanei o inalazione di tossici le lavorazioni saranno quanto più possibile meccanizzate.

Saranno effettuate delle pause atte a rendere sopportabile il corretto uso delle protezioni individuali.

Sarà vietato fumare, mangiare durante il lavoro e portare lenti a contatto.

Tutto il personale che opererà in questa bonifica sarà sottoposto ad un completo e specifico monitoraggio sanitario preventivo da parte di un qualificato istituto specializzato.



14.3. Procedure di esecuzione della bonifica

L'insieme delle operazioni previste saranno seguite dal Direttore Lavori responsabile che coordinerà l'intera attività della bonifica e che manterrà i rapporti con le Autorità di controllo, con il Comune e con le Società operative.

Sarà approntato uno spogliatoio con doccia lavaocchi di emergenza, armadio di pronto soccorso con la dotazione sanitaria di legge e la disponibilità di una barella.

Saranno predisposti mezzi antincendio consistenti in estintori di vario tipo.

Sarà installata adeguata cartellonistica antinfortunistica e monitoria.

Nella seguente tabella sono riassunte le principali misure di sicurezza in relazione a ciascuna fase dell'attività di bonifica.

Fase di lavoro, mezzi, attrezzi, attività	Rischi	Misure di sicurezza	Note
Scavi	Contatto con le macchine operatrici	Vietare l'avvicinamento alle persone mediante avvisi e sbarramenti	
Rifornimento inerti	Contatto accidentale dei mezzi o del materiale trasportato con persone o cose	Predisporre vie obbligatorie di corsa e opportune segnalazioni	Subito dopo lo scarico degli inerti riapplicare le protezioni alla zona di azione del raggio di lavoro dell'escavatore
Pulizia delle macchine operatrici	Contatto accidentale con le parti in movimento Rumore	Fermare le macchine operatrici Usare le cuffie auricolari	È vietato pulire o lubrificare le macchine in movimento ed in merito si devono esporre avvisi ed istruzioni
Escavatore pala meccanica, autocarro	Contatti con le macchine	Allontanare le persone dalla zona dei lavori	
Autocarro	Investimento	Fare uso di segnalazioni di manovra a mezzo di uomini a terra	
Operazioni di scavo	Contatti con le macchine Crollo delle pareti della trincea	Allontanare le persone dalla zona dei lavori Ammare le pareti alte più di 1,5 metri che non offrano garanzie di stabilità	Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere di almeno 30 cm dai bordi degli scavi
Attrezzi manuali	Abrasioni alle mani	Usare guanti	

