

REGIONE LAZIO
PROVINCIA DI LATINA
COMUNE DI LATINA

ALLEG. alla DECR. N. 202
DEL 06 FEB. 2001

PROGETTO INTEGRATIVO

DEL PROGETTO PER LA BONIFICA E LA SISTEMAZIONE DEFINITIVA DEGLI
ABBANCAMENTI S1 S2 S3 IN LOCALITA' BORGO MONTELLO APPROVATO IN
DATA 14/12/1998
PER LA CREAZIONE DI ULTERIORI VOLUMI DI
ABBANCAMENTO

SOGGETTO PROPONENTE
ECOAMBIENTE s.r.l.

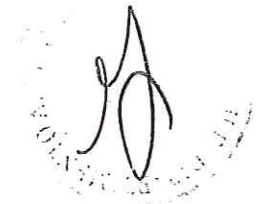
Titolo elaborato

Relazione Tecnica

Progettazione:
Prof. Ing. G. M. Baruchello

data		
Dicembre 1998	N. Elaborato	A/01

RELAZIONE TECNICA



INDICE

1.	PREMESSA.....	4
2.	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO	6
3.	OGGETTO DELL'INTERVENTO.....	7
4.	INTERVENTI DI BONIFICA ESEGUITI	8
5.	CONSIDERAZIONI SULLO STATO DI INQUINAMENTO	10
6.	MODALITA' DI ATTUAZIONE DELLA BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DEGLI INVASI.....	13
7.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	16
8.	FASI E TEMPISTICA DI INTERVENTO	20
9.	DESCRIZIONE DELLE OPERE SECONDO LA TEMPISTICA	21
9.1	ASPORTO DEL PERCOLATO	21
9.2	DIAFRAMMA PLASTICO	21
9.2.1.	Modalità costruttive	23
9.2.2.	Controlli in corso d'opera.....	24
9.3	SISTEMAZIONE DELLE SPONDE ESTERNE DEGLI ABBANCAMENTI.....	26
9.4	POZZI ASPIRAZIONE BIOGAS.....	27
9.5	AREA TECNOLOGICA	28
9.6	CANALETTA REGIMAZIONE ACQUE METEORICHE PERIMETRALE.....	30
9.7	PREDISPOSIZIONE DELL'INVASO DI COLLEGAMENTO DELLE AREE ABBANCATE.....	31
9.7.1.	Sistema di impermeabilizzazione	32
9.7.2.	Drenaggio e captazione del percolato.....	34
9.8	PREDISPOSIZIONE AREE PER NUOVI ABBANCAMENTI.....	35
9.9	POZZI DI ASPIRAZIONE BIOGAS PER LA FASE DI BONIFICA DELLE AREE.....	36
9.10	CAPPING FINALE	37
9.11	RECUPERO NATURALISTICO E PAESAGGISTICO DELL'AREA.....	39



1. PREMESSA

Con Ordinanza n. 36 del 18.08.1998 il Sindaco di Latina ha disposto alla Società Ecoambiente di eseguire gli interventi di bonifica degli abbancamenti di rifiuti S1, S2 e S3 siti in località Borgo Montello nel Comune di Latina.

Ecoambiente aveva già dichiarato la propria disponibilità a realizzare l'intervento (nota Prot.57094 del Comune di Latina del 5.08.1998), e successivamente ha accettato l'incarico con lettera del 09.09.98

In data 15.10.1998. ha, poi, presentato il progetto al Comune di Latina che è stato portato in Conferenza dei Servizi il 03.11.98.

Considerando che è ormai prossima la scadenza dell'autorizzazione all'esercizio della discarica di Borgo Montello a servizio del Comune di Latina e Provincia ed essendo quindi imminente l'emergenza, con la presente proposta progettuale la stessa Società Ecoambiente intende sottoporre, dopo una più approfondita ricognizione tecnologica anche sulla base di specifiche esperienze già da tempo in essere con risultati più che positivi, una soluzione di bonifica caratterizzata da due aspetti parimenti importanti:

- **il primo** consistente in un ancor maggiore livello di affidabilità (di costo maggiore) rispetto al progetto presentato in data 15.10.98;
- **il secondo** consistente nella possibilità di utilizzare l'area per ulteriori abbancamenti di RSU prodotti dallo stesso Comune di Latina.

Il citato maggior livello di affidabilità è motivato dalla volontà di poter effettuare abbancamenti di nuovi rifiuti in condizioni di assoluta sicurezza e risiede

essenzialmente nel prolungamento del polder previsto sino a racchiudere completamente l'area di S1, S2, S3, isolandola del tutto dalla falda, tenuto conto che il polder si atterrerà in profondità nell'argilla basale (**tombatura**).

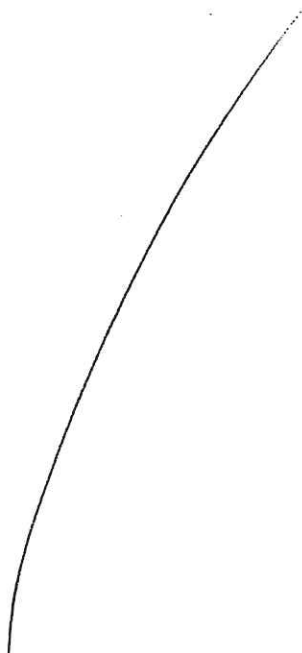
Si precisa che tutta l'opera verrà svolta all'interno di aree in piena disponibilità della scrivente società Ecoambiente.

Nell'allegato A del presente progetto si riporta la descrizione dello stato di fatto così come presentato nel 1° progetto predisposto e presentato in data 15.10.98

Nell'allegato B del presente progetto si riporta la normativa inerente gli interventi di bonifica e messa in sicurezza delle aree dismesse.

Nell'allegato C del presente progetto si riporta il dimensionamento del canale perimetrale e di copertura.

Infine nell'allegato D si riportano le caratteristiche dei materiali utilizzati per impermeabilizzare.

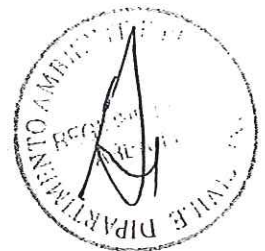
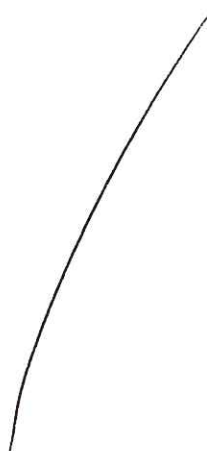


2. INDIVIDUAZIONE DELL'AREA D'INTERVENTO

L'area occupata dagli invasi oggetto del presente intervento è rappresentata nella Tavoleta I.G.M. Foglio 158 II NO - Borgo Sabotino, in un lotto di terreno compreso dalle coordinate geografiche: 41°30' – 41°25' latitudine Nord- e 0°15'00'' – 0°22'30'' longitudine Est.

Il lotto in esame, sito il località Borgo Montello a circa 3 km dall'abitato lungo la Strada Provinciale V. Monfalcone, ha forma allungata con il lato maggiore lungo circa 600 mt ed il minore variabile tra i 180- 240 mt, ed è delimitata a Ovest dal Fiume Astura, a Nord dal confine dell'area di localizzazione dell'impianto di recupero di materiali previsto a servizio dell'area di Latina, ad Est da un'area non utilizzata confinante con la Strada Provinciale Monfalcone, a Sud con la discarica denominata S4.

Le aree occupate dalle discariche su cui intervenire sono individuate dalle particelle: 200, 202, 205, 212, 215 del N.C.T. del Comune di Latina nel foglio 21, per un'area complessiva di circa 11 ettari.

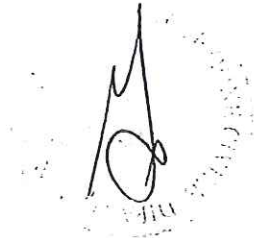


3. OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'oggetto dell'intervento è costituito da tre invasi convenzionalmente chiamati S1, S2 ed S3 realizzati, il primo nell'anno 1983, il secondo immediatamente dopo ed il terzo nel 1989; solo quest'ultimo può essere ritenuto conforme alle disposizioni contenute nel D.P.R. 915/82.

L'estensione complessiva dell'area è di circa 11,5 ettari, e la volumetria complessivamente abbancata è di circa 1.350.000 mc di rifiuti che sono stati definiti dalle indagini svolte dalla ENEA come solidi di origine urbana. Maggiori dettagli sono desumibili dalla lettura dei paragrafi A1, A1.5 e A1.8 dell'allegato A.

L'area, una volta bonificata, consentirà l'abbancamento di ulteriori 340.000 mc di RSU prodotti dal Comune di Latina, pari a circa 380.000 tonnellate (avendo considerato un coefficiente di compattazione di 0,9 t/mc). Considerando una produzione media di 55.000 t/a di RSU del Comune di Latina, si potrà in questo modo garantire un corretto smaltimento per la produzione di RSU del Comune.



4. INTERVENTI DI BONIFICA ESEGUITI

I bacini S1, S2 e S3, una volta dismessi, sono stati oggetto di interventi che avrebbero dovuto garantire il loro inserimento nell'ambiente minimizzando gli impatti potenziali.

In particolare i bacini S1 e S2 non erano dotati di adeguati sistemi di protezione della falda.

Conseguentemente al termine della loro attività ne è stato disposto la bonifica che venne eseguita realizzando il "capping superiore", costituito da una barriera impermeabile posta sulla superficie esterna dell'abbancamento che, impedendo la penetrazione nello stesso delle acque di pioggia, doveva scongiurare la formazione del percolato; detta barriera impermeabile risulta sia stata costituita da un telo in PVC dello spessore di 2 mm.

Era stato anche realizzato un setto drenante posto al piede dell'abbancamento finalizzato al contenimento del percolato, questo nell'impossibilità tecnica di realizzare una barriera impermeabile al di sotto dell'abbancamento.

Questa scelta venne motivata dal fatto che nel corso dei rilievi compiuti al piede dell'abbancamento, lungo la strada centrale si era rilevato lo scorrimento del percolato sul piano di posa. Si era, all'epoca, considerato che questo strato, anche se originariamente permeabile, aveva acquisito caratteristiche di impermeabilità in conseguenza delle particelle fini trasportate dal percolato attraverso i rifiuti che si erano stratificate sul letto di posa dell'abbancamento "argillificandolo".

Questo sistema diede buoni risultati, come è testimoniato dal fatto che per lungo periodo non si manifestarono livelli di inquinamento nei "pozzi spia".

Le opere di dismissione del bacino S3, invece, vennero realizzato secondo norma di legge quindi prevedendo un adeguato capping.

Con il fallimento della società ECOMONT S.r.l., tutti gli accorgimenti e le sistemazioni messe in essere si sono progressivamente deteriorate.

I capping superiori, forati per la realizzazione dei pozzi di captazione del biogas, non sono stati correttamente mantenuti, così come il drenaggio al piede di S1 e S2.

Ne consegue che il sistema è andato progressivamente in crisi per carenza di manutenzione e per interventi successivi realizzati in modo non conforme alla finalità di tutela dell'ambiente.

E necessario quindi ripristinare le condizioni "di progetto" intervenendo con opere che possano garantire la tutela delle acque di falda in modo definitivo.



5. CONSIDERAZIONI SULLO STATO DI INQUINAMENTO

A seguito dello sversamento del percolato stoccato nelle due vasche poste in sommità ai bacini S1 e S3 sono stati svolti diversi sopralluoghi a cura della Provincia di Latina e del P.M.P. che hanno concordato nel definire i seguenti fattori di degradazione negli invasi S1, S2 e S3:

- ⇒ situazione di inquinamento rilevata nei pozzi P6, P7, P8;
- ⇒ non adeguata sigillatura superiore;
- ⇒ assenza di estrazione e depurazione del percolato;
- ⇒ stoccaggio del percolato in condizioni di insicurezza;
- ⇒ instabilità ed erodibilità dei fianchi degli invasi;
- ⇒ degradazione estetica del sito;
- ⇒ degradazione naturale del sito.

Conseguentemente la Regione Lazio con Ordinanza del 17/01/1997 n.1 dispose alla Società Indeco S.r.l. di attivarsi per mettere in sicurezza gli abbancamenti.

Tale ordinanza ha fatto seguito ad un sopralluogo effettuato il 10/01/1997 dalla Provincia di Latina con il quale si segnalava la fuoriuscita di percolato dalle discariche dismesse ed al diniego da parte del curatore fallimentare della società ECOMONT dell'ordinanza n.5 del 11/01/1997 del Sindaco di Latina in cui si prescriveva l'attivazione di interventi di messa in sicurezza delle vasche di raccolta del percolato.

In particolare l'ordinanza regionale prescriveva, con successiva adozione della procedura di esecuzione in danno nei confronti della ditta fallita, alla società

INDECO S.r.l. di effettuare nel più breve tempo possibile presso le discariche denominate S0 e S3 i seguenti interventi:

- a) immediato allontanamento del percolato presente nelle vasche fino alla misura che impedisca la sua tracimazione;
- b) spillamento di idonea quantità di percolato dal corpo delle discariche in modo che siano mantenute in condizioni di sicurezza;
- c) riattivazione del sistema di smaltimento del biogas;
- d) stabilizzazione e ripristino delle sponde delle vasche di accumulo del percolato.

Si è dato pertanto inizio al trattamento del percolato presente nelle due vasche citate presso il depuratore ASI di Frosinone.

Successivamente, come ricordato in premessa, con Ordinanza del Sindaco di Latina si è disposto alla Società Capitolina, e da questa, alla Società ECOAMBIENTE, che ha acquisito la disponibilità delle aree in oggetto, di effettuare la bonifica degli invasi S1, S2 ed S3; in detta Ordinanza viene specificato che l'intervento da compiere deve rispettare anche quanto previsto nella nota del 13 Maggio 1998 Protocollo n. 1438/98 dell'Assessorato Opere e Reti di Servizi e Mobilità – Regione Lazio SDAR Latina.

In sintesi si può affermare che le rilevazioni compiute sugli abbancamenti S1, S2 e S3 e riportati in allegato A, hanno evidenziato una situazione complessa legata al probabile comportamento differenziato dei tre abbancamenti in funzione delle diverse modalità realizzative.

E' stato rilevato un **rilascio in falda del percolato**, evidenziato in tre pozzi spia e un progressivo degrado dei sistemi di protezione dei tre invasi.

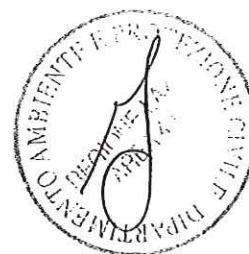
I rilasci sono imputabili al fatto che gli invasi sono **colmi di percolato** che, nel caso di S1 e S2, lentamente fuoriesce dal sistema di protezione ovvero filtra dai terreni di imposta.

La presenza di percolato è riconducibile al fatto che attualmente non viene spillato, cui si aggiunge la non adeguata sigillatura superiore dell'abbancamento oltre alla particolare conformazione del lato Nord degli invasi ove è presente un impluvio che veicola i ruscellati nel corpo stesso degli abbancamenti proprio in corrispondenza dei pozzi spia risultati contaminati.

Ne consegue la necessità di rimuovere il percolato ora presente, avviarlo ad idoneo trattamento e operare affinché non si abbia più a formare sigillando gli abbancamenti ed evitando così che le acque di pioggia, dilavando i rifiuti, contribuiscano alla sua formazione.

Per garantire in modo completamente affidabile la falda sarà necessario creare la sua netta disconnessione dall'abbancamento; questo verrà realizzato grazie ad un diaframma plastico che, attestandosi sulle argille basali, "impermeabilizzerà" l'area nel suo complesso.

Operando in questo modo, l'area diverrà perfettamente impermeabilizzata e sarà utilizzata per ulteriori abbancamenti.



6. MODALITA' DI ATTUAZIONE DELLA BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DEGLI INVASI

Le considerazioni riportate evidenziano che i nodi da risolvere sono essenzialmente i seguenti:

- ⇒ ridurre l'attuale livello di pericolosità rimuovendo le cause all'origine della contaminazione ambientale;
- ⇒ mettere in essere soluzioni definitive che consentano di ritenere annullato ogni possibile tipo di impatto riconducibile agli abbancamenti;
- ⇒ acquisire la possibilità di eseguire nuovi abbancamenti in assoluta sicurezza.

In relazione a ciò **gli interventi da compiere per ottenere l'immediata messa in sicurezza dell'abbancamento** sono:

- ⇒ allontanamento del percolato presente nelle vasche di stoccaggio esistenti nonché demolizione delle stesse;
- ⇒ spillamento del percolato presente nei corpi della discariche;
- ⇒ trattamento e smaltimento del percolato estratto in conformità a quanto previsto dalla normativa;
- ⇒ ripristino e integrazione del sistema di estrazione e smaltimento del biogas;

Per quanto attiene poi **gli interventi da compiere per garantire il corretto inserimento nell'ambiente** degli abbancamenti sarà necessario procedere alle seguenti operazioni:

- ⇒ riattivare ed integrare i sistemi di regimazione delle acque superficiali;
- ⇒ disconnettere gli abbancamenti dalla falda creando un setto impermeabile che si attesti nell'argilla di base;
- ⇒ verificare la sigillatura delle sponde e poi, effettuato il modellamento complessivo dell'abbancamento, garantire la sigillatura del piano sommitale per prevenire l'infiltrazione delle acque meteoriche all'interno dell'ammasso riducendo (fino ad annullare) la formazione e la produzione del percolato;
- ⇒ consentire il recupero dell'area e la sua reintegrazione paesaggistica;
- ⇒ prevenire i fenomeni di erosione ad opera degli agenti atmosferici.

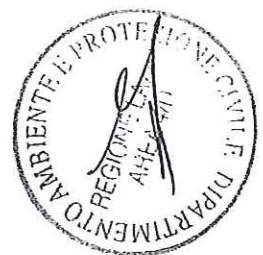
Il nuovo sistema di isolamento superficiale che verrà realizzato in copertura sarà in grado di garantire i requisiti di cui sopra al mutare delle condizioni meteo-climatiche (gelo, aridità, escursioni di temperatura, piogge intense, etc.), ed a fronte della deformabilità dell'ammasso dei rifiuti abbancati. **A bonifica ultimata il capping superficiale e il diaframma plastico attestato sulla formazione di argille di base formeranno un involucro impermeabile senza soluzione di continuità, che avvolgerà completamente la massa dei rifiuti abbancati impedendo così la fuoriuscita del percolato ed il contatto tra le acque meteoriche ed i rifiuti.**

Le operazioni di stabilizzazione e riprofilatura dei fianchi e della sommità degli invasi consentiranno sia il rimodellamento della morfologia dell'area secondo un andamento compatibile con la stabilità d'insieme e con i lineamenti del paesaggio circostante sia il recupero di volumetria utile all'abbancamento di rifiuti urbani tal quali o degli scarti di lavorazione dell'impianto dedicato alla selezione ed ossidazione dei rifiuti urbani prodotti nell'area di Latina.

Si ricorda che in data 3 agosto 1998 è stato sottoposto, ai sensi degli articoli 27 e 28 della Legge Regionale 9 luglio 1998 n. 27, **il progetto dell'impianto di trattamento**

dei RSU, posto nell'area limitrofa posta a Nord rispetto a quella in esame, che si articolerà nelle seguenti linee:

- ricezione rifiuti;
- selezione automatica della frazione organica e della frazione secca;
- recupero del materiale ferroso e dell'alluminio;
- trattamento di ossidazione biologica della frazione umida selezionata e del "verde" proveniente dalla Raccolta Differenziata con produzione di compost;
- trattamento della frazione secca con produzione di CDR.



7. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento di bonifica proposto parte dai presupposti indicati ed ha lo scopo di provvedere **all'immediata bonifica e messa in sicurezza degli invasi ed alla contemporanea risoluzione di urgenti problemi di smaltimento di RSU del Comune di Latina** attraverso una serie di opere che devono avere una logica sequenza operativa.

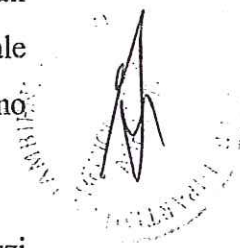
La più importante tra queste sarà la **realizzazione della completa disconnessione idraulica degli abbancamenti dalla falda** attraverso la creazione di un **setto plastico (polder) continuo** lungo il bordo esterno dei tre abbancamenti ed attestato profondamente nelle argille basali, idoneo quindi a disconnettere le discariche dalla falda isolando ogni e qualsiasi loro rilascio di percolato annullando la principale via d'impatto e fornendo, così, le più ampie garanzie per eseguire nuovi abbancamenti di RSU.

Sarà necessario altresì **asportare completamente il percolato presente all'interno dell'ammasso dei rifiuti abbancati, spillandolo dai pozzi esistenti**; il percolato raccolto verrà trattato in impianti di depurazione autorizzati.

Tale operazione verrà incrementata dalla realizzazione di un **anello di pozzi** trivellati da utilizzare sia per la captazione del percolato che per l'aspirazione del biogas; tale anello sarà ubicato sul "gradone" di servizio che verrà creato sull'attuale piano sommitale degli invasi.

I pozzi di questo nuovo anello verranno collegati, con tubazioni orizzontali, ai pozzi esistenti ritenuti dalle verifiche effettuate ancora efficienti.

Per consentire poi il recupero complessivo dell'area, sarà necessario **rimuovere le strutture esistenti al di sopra degli abbancamenti** in parte obsolete se non fonte di



potenziali impatti. Verranno rimosse le vasche di stoccaggio del percolato presenti al di sopra dei bacini S1 e S3 e l'impianto di trattamento del biogas che verranno posizionati come si dirà in seguito.

All'esterno dell'area sul versante Nord verrà realizzato un **rilevato** che avrà la funzione di sistemare la depressione ivi esistente. Come già detto, questo è conformato in modo da favorire la raccolta dei ruscellati esterni verso l'abbancamento creando una via di penetrazione che è opportuno rimuovere.

Come compare dagli elaborati grafici detta depressione verrà colmata con terra di riporto creando un piano di sgrondo verso l'Astura, quindi impedendo qualsiasi ruscellamento verso gli abbancamenti. Ad ulteriore protezione degli stessi verrà realizzato un **canale di gronda** che veicolerà tutti i ruscellati esterni all'area ai colatori naturali.

Il rilevato esterno descritto verrà utilizzato per realizzare l'**area tecnologica**, ove verrà posizionato sia l'impianto di aspirazione e combustione del biogas e sia n.4 cisterne in acciaio inox con capacità di 50 mc/cad, per lo stoccaggio del percolato prodotto.

Le sponde dell'abbancamento attuale risultano nel complesso in buono stato e appaiono in grado di garantire un adeguato ruscellamento; solo nei punti ove saranno rilevate condizioni di non adeguata impermeabilità, quindi scarsa possibilità di ruscellamento, si interverrà secondo le indicazioni impartite in tal senso dal S.D.R. di Latina con lettera del 13 Maggio 1998, pertanto:

1. ove non sia garantita la impermeabilità della ricopertura andrà posizionato un geocomposito bentonitico costituito da due geotessili accoppiati mediante colla ad una massa di bentonite sodica naturale impermeabile;

2. per il drenaggio delle acque meteoriche, ove risulterà opportuno, si dovrà posizionare un geocomposto costituito da un nucleo drenante in polietilene ad alta densità accoppiato dai due lati con un geotessile non tessuto separatore e filtrante a filo continuo (con rivestimento esterno in polietilene non aggredibile chimicamente);
3. la copertura finale andrà realizzata con terreno di riporto livellato e rullato per uno spessore non inferiore a 80 cm;
4. al di sopra della copertura in terreno di riporto, se non inerbato naturalmente, andrà posizionata, ove necessario, una copertura antierosiva costituito da una biostuoia da poggiare ed ancorare sul terreno di riporto sottostante;

L'abbancamento isolato dalla falda e privato del percolato sarà rimodellato in elevazione a completamento.

Tale rimodellamento comprende la realizzazione di un **piccolo invaso** creato dall'inserimento di due argini nella zona divisoria delle due aree di rifiuti coltivate (vedi tavola di progetto EG 08).

I due argini realizzeranno una piccola vasca che, opportunamente impermeabilizzata, sarà utilizzata per ulteriori e necessari nuovi abbancamenti dei RSU prodotti dal Comune di Latina.

Con la predisposizione di tale vasca si verrà a creare un piano unico di coltivazione che, essendo **opportunamente isolato dalla falda grazie al "polder"**, garantirà l'abbancamento di rifiuti fino ad una quota media (comprensiva del "capping sommitale) di 44,00 m ad inizio restituzione; analoga, quindi, a quella rilevata attualmente per la chiusura della discarica S4 posta sul lato SUD di quella in oggetto.

Si otterrà così una volumetria utile pari a 340.000 mc.



Per la realizzazione dell'ulteriore innalzamento della quota sommitale di abbancamento sarà necessario rimuovere il "capping" del piano sommitale, risultato non idoneo a garantire una buona sigillatura dell'ammasso di rifiuti.

A fine abbancamento, previsto sulle nuove aree attrezzate, verrà realizzata una serie di pozzi per l'estrazione del biogas a completamento dell'anello sopra citato.

Una volta completato il recupero volumetrico dei tre abbancamenti verrà predisposto, per la messa in sicurezza dell'intero ammasso di rifiuti, un nuovo "capping" seguendo le indicazioni fornite in tal senso dal Genio Civile di Latina e già descritte.

Successivamente verrà predisposto l'intervento per il recupero naturalistico e paesaggistico dell'area.

A completamento dell'intervento proposto verranno realizzate anche le seguenti opere:

- un'area adibita alle operazioni di accettazione e pesatura degli automezzi preposti allo scarico dei rifiuti;
- una strada di accesso all'area di scarico dei rifiuti che si collegherà ad una rampa di accesso che sarà ricavata da uno dei "gradoni" di servizio dell'abbancamento;
- il completamento della recinzione che deve perimetrare tutta l'area a discarica.

Nei paragrafi successivi verranno descritti in maniera dettagliata la serie di opere sopraddette e la loro tempistica.



A large, stylized handwritten signature is located at the bottom right of the page, below the stamp.

8. FASI E TEMPISTICA DI INTERVENTO

Le fasi di intervento saranno articolate con la seguente sequenza:

1. asporto del percolato dai pozzi esistenti;
2. realizzazione del diaframma plastico;
3. sistemazione delle sponde esterne degli abbancamenti;
4. realizzazione dei pozzi in serie ad anello per l'aspirazione del biogas e la captazione del percolato e il loro successivo collegamento alla rete di pozzi esistenti;
5. realizzazione dell'area tecnologica con il rimodellamento della morfologia dell'area interessata;
6. realizzazione della canaletta perimetrale al piede della prima sponda della parte in elevazione degli invasi;
7. predisposizione dell'invaso di collegamento delle aree abbancate;
8. predisposizione aree per i nuovi abbancamenti;
9. esecuzione dei nuovi abbancamenti;
10. realizzazione di una nuova serie di pozzi per l'aspirazione del biogas a completamento della rete ad anello prevista in fase di bonifica delle aree;
11. realizzazione del "capping" definitivo finale;
12. regimazione delle acque meteoriche di copertura
13. recupero naturalistico e paesaggistico dell'area.



9. DESCRIZIONE DELLE OPERE SECONDO LA TEMPISTICA

9.1 Asporto del percolato

Negli invasi esauriti oggetto della presente bonifica sono presenti diversi pozzi dedicati o utilizzabili per la raccolta ed estrazione del percolato.

Dalle verifiche effettuate è risultato che alcuni di questi pozzi possono essere riattivati in tempi brevi dopo aver eseguito la manutenzione della pompa estratrice presente.

Come riportato al paragrafo A1.9 dell'allegato A la quantità stimata di percolato da trattare sarà compresa tra i 70.000 - 100.000 mc circa.

Questa operazione verrà incrementata e rapidamente portata a termine con la realizzazione dell'anello di pozzi descritto al paragrafo 9.4 che consentirà di poter contare su di un nuovo ed idoneo sistema di captazione del percolato.

Il percolato prelevato verrà avviato al trattamento all'impianto di depurazione dell'ASI di Frosinone oppure ad altri impianti debitamente autorizzati.



9.2 Diaframma plastico

Gli studi effettuati dall'ENEA indicano una possibile interferenza tra le discariche esaurite e le acque sotterranee, è quindi necessario garantire il totale isolamento

dell'area su cui sono abbancati i rifiuti dall'acquifero circostante. Questo può essere ottenuto dalla realizzazione di un **diaframma impermeabile sotterraneo ben intestato nella formazione impermeabile naturale di base che circonda tutta l'area oggetto dell'intervento** (vedi tavola EG 07)

In questo modo sarà possibile impedire qualsiasi contatto tra le acque esterne e il percolato prodotto dai rifiuti.

I sondaggi effettuati hanno evidenziato che le argille grigio-azzurre si trovano ad una profondità pari all'incirca a metri 25-30 dal piano di campagna, mentre i terreni superiori presentano granulometrie oscillanti tra i limi e le sabbie (trattasi di piroclastiti albane alterate).

Il diaframma plastico sarà attestato per almeno 1 metro nei banchi impermeabili e sarà **lungo per tutto il perimetro comprendente i tre lotti a discarica per uno sviluppo circa 1.600 m** come indicato in planimetria; in questo modo si potrà deviare la falda al di sotto dei bacini S1 ed S2 ed S3 "impermeabilizzando" completamente l'area.

Si ricorda che soluzioni analoghe sono state impiegate in altre discariche non solo del Lazio, fornendo ottimi risultati.

Il diaframma impermeabile che sarà realizzato sarà di tipo plastico e sarà costituito da una miscela di cemento bentonite ed acqua, la cui composizione sarà:

- Cemento pozzolanico 325 (circa 180 – 200 Kg);
- Bentonite (50 – 65 Kg);
- Acqua (1000 litri).



A presa avvenuta questo materiale, pur essendo dotato di una certa consistenza, conserva un notevole grado di plasticità ed è per tanto in grado di seguire gli assestamenti del terreno.

Come evidenziato nei paragrafi relativi al contesto geologico ed idrogeologico dell'area, i terreni superficiali e la parte superiore del basamento hanno una conducibilità idraulica irregolarmente distribuita, pertanto la tenuta dello diaframma impermeabile potrà essere garantita solo intestandolo nella parte superiore della superficie limite della formazione impermeabile di base. Di conseguenza la profondità del diaframma plastico sarà variabile lungo la sua lunghezza, in modo da garantire dovunque un attestamento di almeno 1 m sulla superficie argillosa.

La realizzazione del diaframma avverrà tramite l'escavazione di una trincea e quindi iniezione della miscela secondo pannelli affiancati tra loro di spessore compreso di 0,6 m e larghi circa 2,5 m con parziale compenetrazione.

9.2.1. Modalità costruttive

Il diaframma plastico sarà costruito in due fasi successive: nella prima verranno costruiti i pannelli primari e quindi i secondari, riscavando parte dei pannelli primari.

La distanza che intercorre tra i pannelli primari è pari a:

L - P

Dove:

L è la lunghezza del pannello



P e la lunghezza della penetrazione tra pannelli adiacenti.

In funzione della profondità del diaframma la parte di sovrapposizioni sarà maggiore, in modo da sopperire così ad eventuali deviazioni della verticalità dello scavo ed al dissestamento che ne consegue in profondità tra pannelli adiacenti, questa deviazione può infatti comportare una eccessiva riduzione dello spessore della sovrapposizione tra i pannelli.

Nella tabella seguente sono state indicate in funzione della profondità del pannello il suo spessore e le dimensioni della sovrapposizione.

Caratteristiche del diaframma a seconda della profondità

Profondità Diaframma (m)	Spessore (m)	Sovrapposizione (m)
Fino a 20	0,6	0,2
Fino a 26	0,6	0,3
Fino a 34	0,8	0,4

9.2.2. Controlli in corso d'opera

Durante l'esecuzione dei pannelli deve essere **controllata la verticalità** con una sonda inclinometrica installata sulla benna di scavo.

Per le profondità minori i controlli possono essere limitati ad un ridotto numero di pannelli, infatti essi hanno essenzialmente la funzione di verificare la bontà delle procedure di scavo e la loro idoneità in funzione dei terreni attraversati.

Al crescere della profondità anche piccole deviazioni possono essere significative, è necessario intensificare i controlli fino a raggiungere, per le massime profondità, ogni pannello eseguito. In questo modo sarà possibile individuare eventuali difetti ed intervenire adeguatamente con pannelli trasversali o nel caso si renda necessario con una seconda fila di pannelli.

Nella tabella seguente è riportata la frequenza dei controlli che verrà adottata.

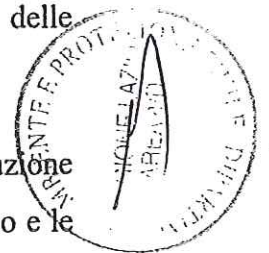
Frequenza dei controlli inclinometrici in
funzione delle diverse profondità

Profondità Diaframma (m)	Frequenza controlli /1/n° pannelli)	Profondità di controllo (m)
Fino a 20	1/15	Fine foro
Fino a 26	1/10	Fine foro
Fino a 34	¼	10 e fine foro

I pannelli trasversali avranno lunghezza e spessore uguale ai pannelli primari e secondari.

In relazione all'ambiente di formazione dei terreni del sottosuolo e la sua storia geologica la superficie di contatto tra il basamento impermeabile ed i sovrastanti terreni è molto complessa, perciò l'andamento reale delle superficie limite superiore del basamento può localmente differire da quello previsto in base ai risultati delle indagini.

Pertanto la **profondità del diaframma** dovrà essere controllata durante l'esecuzione dei lavori accertando, mediante l'esame dei materiali estratti dalla benna, il tipo e le



caratteristiche dei terreni del sottosuolo e la quota alla quale si rileva la superficie argillosa e spingere la perforazione sino a questa attestandosi in essa, come già detto, per almeno 1 metro.

Nel corso dei lavori sarà anche necessario controllare il **volume della miscela** impiegata per la realizzazione dei pannelli e confrontarla con il volume teorico in modo da rilevare eventuali smottamenti della parete di scavo durante la fase di esecuzione.

Nel casi di attraversamento di terreni poco addensati e soffici, per i quali la probabilità di smottamenti è elevata, è anche necessario controllare frequentemente la densità del fango di perforazione e delle modalità esecutive del diaframma.

9.3 Sistemazione delle sponde esterne degli abbancamenti

Il corpo discarica attuale, fuori terra, costituito dai due invasi verrà rimodellato e riprofilato secondo le linee di pendenza indicate nella tavola di progetto EG 09.

Là dove la ricopertura naturale e artificiale esistente risulterà adeguata, non si effettueranno interventi. Ove si mostrerà l'inadeguatezza del sistema, si opererà secondo le indicazioni dello SDAR di Latina.

In ogni caso i **nuovi abbancamenti**, quindi gli argini di collegamento e le pareti del rimodellamento superiore, verranno protetti lateralmente con la struttura indicata dallo SDAR, ovvero da un geocomposito avente funzione di drenaggio, filtrazione delle acque e protezione meccanica del supporto, costituito da tre elementi distinti e solidali: due non tessuti filtranti di tipo termosaldato con interposta una struttura

tridimensionale ad elevato indice alveolare in filamenti di nylon, saldati tra di loro nei punti di contatto.

La struttura tridimensionale drenante sarà costituita da una georete formata da monofilamenti di poliammide trattati a carbon black contro i raggi UV, aggrovigliati e termosaldati nei punti di contatto in modo da generare una struttura tridimensionale con un indice alveolare superiore al 90%. I due non tessuti filtranti dovranno essere costituiti da filamenti di poliestere ricoperti da una pellicola di poliammide e uniti termicamente, avere uno spessore non superiore a 0,6mm, un peso non superiore a 125 gr/mq, una resistenza a trazione non inferiore a 8 kN/m con un allungamento a rottura non superiore al 33%, una resistenza alla lacerazione non inferiore a 180 N, una resistenza alla penetrazione non inferiore a 1800 N; una permeabilità di almeno 194 l/mq/s, una permittività non inferiore a 6,6 s⁻¹ ed un diametro di filtrazione non superiore a 140 micron.

9.4 Pozzi aspirazione biogas

Tra le operazioni di bonifica è previsto la realizzazione di un anello di pozzi per l'aspirazione biogas e la captazione del percolato presente ancora all'interno dell'ammasso dei rifiuti abbancati.

Tali pozzi verranno ubicati su il "gradone" creato sull'attuale piano sommitale e posizionati al piede della scarpa che si verrà a creare con i nuovi abbancamenti, ad una quota variabile che va dai + 38 m (relativo agli invasi S1 e S2) ai + 34 m (relativo all'invaso S3); lo sviluppo perimetrale dell'anello sarà di circa 1100 m.

I pozzi verranno trivellati con una rotativa che avrà un diam. di 1.000 mm e verranno posizionati a circa ogni 20 m l'uno dall'altro per un totale di circa 55 pozzi.

All'interno del foro verrà posizionato un tubo in PEAD macrofessurato con DN200 mentre il riempimento verrà realizzato con ghiaia silicea di pezzatura adeguata e perfettamente lavata.

Il collegamento dei vari pozzi avverrà con una tubazione in PEAD DN200 "cieca".

Tali pozzi non verranno realizzati lungo gli argini di contenimento relativi al piccolo invaso di collegamento tra le due aree coltivate ma rimarrà solo la tubazione di collegamento degli stessi.

La nuova rete ad anello di captazione biogas verrà collegata agli altri pozzi esistenti risultati attivi, con l'inserimento di tubi orizzontali in PEAD macrofessurati DN200 che verranno coperti dalla nuova coltivazione di rifiuti per cui serviranno a captare il biogas del nuovo abbancamento; per questo verrà realizzato nell'immediato intorno ai tubi un letto drenante di ghiaia silicea perfettamente lavata e di pezzatura adeguata.

Ogni tubazione orizzontale verrà posizionata ogni circa 60 m e avrà uno sviluppo di circa 130 – 140 m.

Tutto la rete completa verrà collegata alla centrale di aspirazione, trattamento e combustione del biogas ubicata nell'area tecnologica prevista dal progetto.

9.5 Area tecnologica

L'area verrà ricavata in una zona dell'impianto esterna alle aree di coltivazione dei rifiuti dove, come si può notare dalle tavole EG 06 (rilievo topografico) ed EG 07 (planimetria della bonifica), è presente una depressione naturale del terreno.

Si è ritenuto necessario realizzare un rimodellamento dell'attuale morfologia che da una quota + 24 m scende fino ad una quota + 15 m.

La soluzione adottata sarà quella di realizzare un rilevato che attesti il suo piano principale alla quota + 24 m rispetto alla quota di appoggio del piede della sponda che sarà invece a quota variabile tra + 15 e + 14 m; la parte del pianoro realizzato che verrà utilizzato come area tecnologica avrà una superficie complessiva di circa 6.000 mq e sarà completamente recintata.

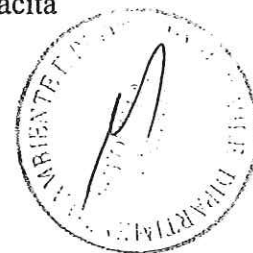
Il rilevato, che avrà un'altezza media variabile di circa 9-10 m e sarà realizzato con materiale rinveniente dallo scavo del polder, pari a circa 25.000 mc, opportunamente compattato e sagomato con sponde che avranno un'angolazione non superiore a 30°.

Durante le operazioni di scavo e di rimodellamento del terreno verrà anche effettuata una bonifica dell'area, dato che la sua conformazione naturale determina la presenza di zone con terreni umidi.

Con la sagomatura delle sponde si creeranno delle naturali pendenze per cui il ruscellamento delle acque piovane potrà essere regimato lontano dalle zone limitrofe l'area a discarica.

Nell'area tecnologica verrà posizionato l'impianto di aspirazione, trattamento e combustione del biogas, per il quale verrà predisposta una piazzola di dimensioni 50 x 50 m, realizzata in CA gettato in opera dello spessore di 20 cm con annegata una rete elettrosaldata ϕ 8 a maglia quadrata 20 x 20

Nella stessa area verranno sistemate anche n.4 cisterne in acciaio inox con capacità di 50 mc/cad, per lo stoccaggio del percolato prodotto.



Le cisterne verranno sistemate all'interno di una vasca di contenimento realizzata in CA gettato in opera, opportunamente armata e rivestita con una geomembrana in HDPE da 2,0 mm.

9.6 Canaletta regimazione acque meteoriche perimetrale

Per intercettare i ruscellamenti superficiali provenienti dalle aree adiacenti il bacino di scarico e dallo stesso, sarà realizzato un canale di guardia perimetrale che garantirà a discarica esaurita, la corretta regimazione degli afflussi meteorici sull'area di scarico, ormai sistemata definitivamente mediante copertura impermeabile.

Riassumiamo brevemente come avviene la formazione dei deflussi superficiali.

Un tratto di colatore comincia a ricevere contributi dallo *scorrimento superficiale* quando la capacità di infiltrazione è scesa al di sotto dell'intensità di pioggia.

Ciò accade in genere con un certo ritardo rispetto all'inizio della pioggia, perché occorre prima che il processo di saturazione dello strato più superficiale del terreno abbia ridotto la capacità di infiltrazione.

Le piogge intense portano rapidamente a saturazione questo strato, dando luogo allo scorrimento superficiale, in dipendenza anche dalla permeabilità e dalla pendenza del terreno.

Dall'analisi delle serie di dati registrati in molti anni ai pluviografi ed elaborati dagli studiosi del settore, si evince che le precipitazioni non mantengono a lungo la loro massima intensità: *per questo motivo le piogge intense e di breve durata (0,25-5 ore) rivestono un'importanza particolare nello studio dei fenomeni di scorrimento*

superficiale dei piccoli bacini (Arredi: "Corso di costruzioni idrauliche I°", EUROMA Editrice; Calenda-Margaritora: "Corso di costruzioni idrauliche", EUROMA Editrice).

Il dimensionamento del canale di convogliamento delle acque meteoriche viene riportato nell'**allegato C** alla presente relazione.

Dalle analisi svolte discende che il sistema di raccolta delle acque sarà realizzato mediante un canale di guardia in cls. prefabbricato a sezione semicircolare allungata avente diametro di 0,50 m e profondità di scavo 0,70 m.

9.7 Predisposizione dell'invaso di collegamento delle aree abbancate

Al fine di completare la rimodellazione della morfologia in elevazione dell'ammasso abbancato, verrà realizzato un **invaso di collegamento**, creato dall'inserimento di due argini basali di contenimento nella zona avvallata divisoria delle due aree di rifiuti coltivate (vedi tavola di progetto EG 08).

L'argine minore, realizzato con materiale arido di riporto adeguato, sul lato settentrionale dell'invaso di collegamento, si estende per una lunghezza di 63 m, raggiungendo, con una pendenza della sponda esterna di circa 30° e della sponda interna all'invaso di 45°, la quota di 32 m.

L'argine maggiore, realizzato sul lato meridionale dell'invaso di collegamento, avrà una estensione longitudinale di circa 125 m, raggiungendo, da una quota media di circa +22 m, la quota media di inserimento di + 32 m. L'argine, rappresentato

graficamente nella tavola di progetto EG 11 dei particolari costruttivi, verrà realizzato in gabbionate metalliche con pietrame di idonea pezzatura e materiale arido di riporto adeguato al fine di fornire le più idonee garanzie di staticità.

La sponda interna dell'argine maggiore avrà una inclinazione di circa 45° mentre quella esterna verrà realizzato con una morfologia che seguirà quella relativa alle sponde dei vecchi abbancamenti .

Sulle sponde interne di entrambi gli argini, alla quota media di circa + 34 m, verranno adeguatamente stesi ed opportunamente ancorati, i manti di impermeabilizzazione secondo lo schema specificato.

I due argini, determinando un collegamento tra le due zone di discarica coltivata, realizzeranno così una vasca che sarà utilizzata per nuovi abbancamenti.

9.7.1. Sistema di impermeabilizzazione

L'impermeabilizzazione del piano basale della vasca sarà realizzata con un sistema multistrato, le cui caratteristiche soddisfano i requisiti di legge, che nelle sue parti essenziali, è costituito dal basso verso l'alto:

- materiale argilloso spessore 100 cm, permeabilità $k \leq 10^{-6}$ cm/s
- geocomposto bentonitico del tipo agugliato spessore 6 mm
- geomembrana in polietilene ad alta densità, dello spessore di 2 mm;
- manto di protezione in tessuto non tessuto antipunzonamento

Per incrementare l'affidabilità del sistema di impermeabilizzazione rispetto a quanto previsto dalla normativa è stato adottato anche il geocomposto bentonitico.

Al di sopra del geocomposto sarà sovrapposto il manto in HDPE, per la cui protezione sarà steso, oltre che un manto di tessuto non tessuto, uno strato di materiale arido drenante dello spessore di 30 cm, avente funzione di:

- contenere il sistema di drenaggio e captazione del percolato
- regolarizzare le pendenze verso le opere di drenaggio;
- permettere la circolazione sopra di esso dei mezzi di movimentazione dei RSU senza dar luogo a danneggiamenti della geomembrana.

L'impermeabilizzazione delle sponde dell'invaso sarà caratterizzato dalla stessa successione di strati impermeabilizzanti disposti predisposti sul piano basale, l'argilla compattata, con strato di spessore 1 m, verrà messa sulle sponde interne degli argini di collegamento mentre sulle sponde relative agli abbancamenti in situ verrà realizzato un "dente" dell'altezza di circa 1,80 m e dello spessore di un metro.

L'ancoraggio di tutti i manti sui bordi superiori delle scarpate sarà ottenuto ponendo i lembi all'interno di uno scavo a sezione rettangolare appositamente realizzato, curando poi di bloccare gli stessi mediante il riempimento con materiale arido (vedi particolari costruttivi). Si otterrà così il bloccaggio dei manti in modo non rigido al fine di evitare possibilità di lacerazioni dovute a sovraccarichi.

Nell'allegato D alla presente relazione si riportano le caratteristiche dei materiali utilizzati.



9.7.2. Drenaggio e captazione del percolato

Il sistema di drenaggio del percolato posto sul fondo vasca, sarà articolato da una linea principale in HDPE macrofessurato, PN 10, ϕ 180 mm.

Le tubazioni microfessurati in HDPE dimensionate in base alla produzione di percolato prevedibile, saranno poste all'interno di uno strato di ghiaia e ricoperte da uno strato di tessuto-non-tessuto per evitare il trascinarsi di particelle fini che potrebbero ostruire i fori delle tubazioni.

Le condotte verranno poste in opera in posizione di compluvio rispetto al bacino per consentire un miglior deflusso delle acque di percolazione, evitando la formazione di ristagni.

Il collettore di drenaggio avrà una pendenza longitudinale del 2%.

Il collettore drenante confluirà, in un pozzo di raccolta prefabbricato in HDPE DN = 1000 mm, PN 32. ubicato nel punto più depresso rispetto al piano basale della vasca, comunque al di sopra dello strato impermeabile, su un basamento di cls magro gettato in opera ed armato con rete metallica elettrosaldata a maglia quadrata 20x20 cm e ferri ϕ 8.

La stazione di sollevamento sarà equipaggiata con n. 1 elettropompa sommergibile, con prevalenza di 25 m e portata 1,5 l/s, per il prelievo del percolato al trattamento.

A handwritten signature in black ink is written over a circular stamp. The stamp contains some illegible text, possibly a company name or project reference.

9.8 Predisposizione aree per nuovi abbancamenti

Le superfici erbose sommitali dei due invasi verranno scoticate sino a giungere allo strato di impermeabilizzazione presente; tale strato, ritenuto non idoneo, verrà asportato e, ove possibile, riutilizzato.

Dopo aver eseguito una regolarizzazione delle superfici sommitali interessate, si avrà a disposizione un'area totale, comprensiva dell'invaso di collegamento, di circa 62.000 mq completamente a disposizione per nuovi abbancamenti.

Questi avverranno attraverso una rampa di servizio interna già presente perché realizzata durante vecchi abbancamenti.

Tale rampa si immette, passando sopra l'argine minore di collegamento, nel piccolo invaso dove avrà inizio la prima fase di coltivazione dei rifiuti.

L'invaso verrà riempito fino al raggiungimento della quota +34 m che è la quota sommitale dell'invaso S3.

Successivamente dalla quota + 34 m si riabbanca per arrivare alla quota + 38 m, il sommitale dell'invaso S1 e S2, realizzando un unico piano a quota + 38 m.

A seguire la fase successiva di abbancamento prevederà il raggiungimento della quota di progetto prevista per la chiusura definitiva degli invasi a + 42,5 m attraverso n.3 strati di rifiuti abbancanti e compattati di 1,5 m ciascuno

La nuova quota media di chiusura del piano sommitale di + 44,00 m sarà considerata ad inizio restituzione comprensiva del "capping"; tale quota è analoga a quella rilevata come chiusura della discarica S4 sita affianco a quella in oggetto.

Considerando che la quota media attuale dei due invasi, rilevate dal piano quotato allegato al presente progetto, è di + 34 m e di + 38 m, l'innalzamento realizzato con

l'abbancamento dei rifiuti porterà ad avere una volumetria totale, comprensiva anche del piccolo vaso di collegamento, dei rinterri considerati nell'ordine del 10% dell'intero volume e del "capping", di circa 340.000 mc.

A quota finale di abbancamento verrà realizzato un nuovo "capping" idoneo e più sicuro di quello asportato, le cui specifiche tecniche sono descritte nel successivo sottoparagrafo 9.10.

9.9 Pozzi di aspirazione biogas per la fase di bonifica delle aree

Una volta raggiunta la quota di chiusura del piano sommitale e prima della realizzazione del "capping" di chiusura definitivo dell'intero vaso, sarà realizzata una nuova serie di pozzi per l'aspirazione del biogas.

Il numero di nuovi pozzi previsti, considerando un raggio di influenza di ciascun pozzo di circa 20 m, sarà di 10, che sommati ai pozzi che costituiscono l'anello sopra descritto danno un totale di 65 pozzi; le caratteristiche dimensionali e tipologiche degli stessi sono analoghi a quelli previsti per l'anello realizzato.

Inoltre saranno realizzati ulteriori 12 pozzi tra loro collegati secondo la linea centrale in corrispondenza della quota sommitale dell'invaso.

Tale serie di pozzi potrà essere collegata alla rete di bonifica realizzata nella prima fase, la quale è direttamente collegata all'impianto di aspirazione, trattamento e riutilizzo del biogas.



9.10 Capping finale

L'abbancamento dopo la rimodellatura verrà sigillato superiormente. Gli elementi caratteristici di questo sistema di copertura possono essere così elencati, considerando un 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.

Le caratteristiche del sistema sigillante saranno:

- ⇒ garanzia di impermeabilità tecnica ai liquidi ed ai gas;
- ⇒ inalterabilità chimico-fisica;
- ⇒ resistenza agli stress meccanici e all'aggressione chimica;
- ⇒ caratteristiche elastiche e plastiche pronunciate;
- ⇒ facilità di riparazione e ridotta necessità di manutenzione;
- ⇒ rapidità e facilità di posa in opera.

Sulla scelta del materiale sigillante da utilizzare influiscono diversi fattori, come: la disponibilità ed il costo dei materiali e le condizioni climatiche ed idrogeologiche della zona.

Il materiale che meglio corrisponde alle caratteristiche su indicate ed alla realtà del caso in esame è il geocomposto bentonitico, le cui caratteristiche sono riportate nell'allegato D alla presente relazione.



Gli afflussi meteorici caduti sulla copertura superficiale degli impianti bonificati saranno soggette in parte ad evapotraspirazione naturale ed in parte drenate con una apposita rete.

Il primo fenomeno sarà garantito dal sistema di copertura degli strati impermeabili costituito da materiale drenante, terreno agricolo e vegetale con copertura a verde.

Al secondo spetteranno i compiti di evitare il ristagno delle acque, quindi il conseguente instaurarsi di danni alla vegetazione e di sovrappressioni per i manti impermeabili, e di garantire uno scorrimento per gravità delle acque di pioggia.

Questo è possibile tramite l'individuazione in dettaglio di due elementi: la pendenza media della superficie e la rete di drenaggio. In particolare la pendenza media della copertura superficiale sarà individuata in modo da non instaurare fenomeni di scoscendimento verticale, sifonamento o danneggiamento degli strati di ricopertura e la rete di drenaggio dovrà essere tale da poter far fronte ad eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno di almeno 10 anni come prescritto dalla Normativa Tecnica.

Si prevede il posizionamento di una rete costituita da tubazioni in polietilene ad alta densità $\Phi=300$ immerse in ghiaia silicea di fiume, di pezzatura non inferiore ai 20mm e contenute in tessuto non tessuto.

Detta rete verrà posizionata al di sotto del terreno di copertura in uno strato drenante e al bordo dei vari gradini dell'abbancamento ad una distanza di circa 50 mt, così come riportato in planimetria, e saranno collegati tra loro sino a scolare in un canale di gronda in cls che scorrerà al piede esterno degli abbancamenti.

Quanto sopra discende dal bilancio idrologico della copertura finale e inserimento della verifica della effettiva entità dei due fenomeni: evapotraspirazione e drenaggio a gravità.

Si rimanda all'allegato C per il calcolo del dimensionamento dei collettori di drenaggio della copertura superiore.

9.11 Recupero naturalistico e paesaggistico dell'area

Al termine della coltivazione della volumetria residua ricavata dalla bonifica degli invasi S1, S2 e S3 si provvederà al recupero paesaggistico e naturalistico dell'area.

Gli interventi di ricopertura finale, compreso il riempimento dei valloni residui, che verranno realizzati miglioreranno comunque l'estetica della zona, eliminando quell'aspetto di abbandono totale che attualmente la contraddistingue.

A proposito si evidenzia che la naturalità dell'intera zona, storicamente coperta di boschi misti di leccio e roverella, è ormai irrimediabilmente compromessa dagli interventi di bonifica e dalla coltivazione di tipo estensiva.

Inoltre la zona da bonificare è confinata con terreni in cui sono presenti a Sud una discarica ancora in via di coltivazione e a Nord un impianto di trattamento dei rifiuti ad alta tecnologia in fase di realizzazione; pertanto un completo recupero ambientale non potrà essere realizzato se non adottando un approccio complessivo all'intera zona, che prescinde dagli obiettivi del presente progetto

