

COMUNE DI CASALDUNI

Benevento

PROGETTO ESECUTIVO

(ai sensi dell'art. 33 D.P.R. n. 207 del 05/10/2010)

LAVORI DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE DEL SITO EX DISCARICA COMUNALE ALLA LOCALITA' CAPITORTO

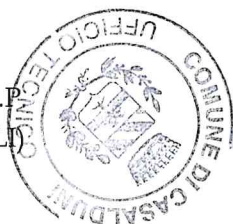
Finanziamenti: POR FESR Campania 2007-2013.

Obiettivo Operativo 1.2

Elab.		Data:
R1	Relazione generale	Settembre 2015

COMMITTENTE
Comune di CASALDUNI

IL DIRIGENTE - R.U.P.
(dott. ing. Angelo MEOLI)



TECNICI INCARICATI
3iProgetti s.r.l.
(Capogruppo R.T.P. Mandatario
Ing. Francesco Landi)



Mandanti
Arch. Nicola Palmino Rubertone
Arch. Adriana Pezzuto
Ing. Daniele Vetere
Arch. Antonio Soriano
Ing. Antonio Tosto

Sommario

1	PREMESSA.....	3
2	SINTESI DELLE ATTIVITA' DI CARATTERIZZAZIONE	9
3	INQUADRAMENTO DEL SITO.....	12
3.1	CENNI DI CARATTERE GENERALE SUL COMUNE DI CASALDUNI (BN)	12
3.2	INQUADRAMENTO VINCOLISTICO	13
3.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	15
3.4	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E LITODINAMICHE.....	19
4	PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE.....	21
4.1	PREMESSA.....	21
4.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA	28
4.2.1	OBIETTIVI	28
4.2.2	SAGOMATURA DEL CORPO DELLA DISCARICA E REALIZZAZIONE NUOVA AREA DI SISTEMAZIONE RIFIUTI.....	29
4.2.3	CINTURAZIONE MEDIANTE POSA IN OPERA DI UNA PARATIA DRENANTE A PALI SECANTI E DIAFRAMMA IMPERMEABILE	31
4.2.4	RETE DI RACCOLTA DEL PERCOLATO.....	36
4.2.5	RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE	39
4.2.6	PRODUZIONE DI BIOGAS.....	40
4.2.7	REALIZZAZIONE DEL CAPPING	41
4.3	SISTEMAZIONE TORRENTE LENTA	47
4.4	ACCESSIBILITÀ DEL SITO.....	54
4.4.1	UFFICIO - WC - DEPOSITO ATTREZZI.....	54
4.5	ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA.....	55
4.5.1	SIGILLATURA DEI PIEZOMETRI.....	55
4.5.2	CAMPIONAMENTO ANTE OPERAM.....	56
4.5.3	INSTALLAZIONE DEL CANTIERE.....	56
4.5.4	VERIFICA DELLA QUALITÀ DELLE MATERIE PRIME.....	57
5	MISURE DI CONTENIMENTO DELL'IMPATTO SULL'AMBIENTE DELLE OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA.....	58
5.1	CONTENIMENTO DEGLI ODORI E DELLE POLVERI	58
5.2	MISURE DA ADOTTARE DURANTE LA RICONFIGURAZIONE DEI RIFIUTI	59

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

5.3	MISURE DA ADOTTARE DURANTE LA POSA DEI MATERIALI	60
6	MONITORAGGI AMBIENTALI.....	60
7	VERIFICHE E COLLAUDO DELLE OPERE.....	64
7.1	VERIFICA DELLA QUALITÀ DELLE MATERIE PRIME	65
7.2	VERIFICA DELLA CORRETTA ESECUZIONE DEI LAVORI.....	65
7.3	VERIFICA DEL COMPLETAMENTO DEI LAVORI (COLLAUDO FINALE)	65
7.4	SMANTELLAMENTO DELLE INSTALLAZIONI DI CANTIERE	65
7.5	CONTROLLI POST OPERAM.....	66
8	PIANO TEMPORALE E DI GESTIONE DEGLI INTERVENTI.....	66

1 PREMESSA

Gli scriventi Ing. Francesco Landi, direttore tecnico della società **3i progetti srl**, in qualità di capogruppo mandatario, Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto, in qualità di mandanti, costituitisi in Raggruppamento Temporaneo tra Professionisti, sono stati incaricati dal Comune di Casalduni (BN), a redigere la progettazione definitiva, esecutiva e coordinamento della sicurezza in fase di progettazione relativamente all'intervento denominato "LAVORI DI BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE SITO EX DISCARICA COMUNALE ALLA LOCALITA' CAPITORTO (CODICE SITO CSPI 2015C002-3)",

La progettazione degli interventi è stata realizzata nel rispetto dei *"Criteri generali per l'esecuzione degli interventi di bonifica di ripristino ambientale, di messa in sicurezza permanente nonché per l'individuazione delle migliori tecniche a costi sopportabili"* contenuti nell'Allegato 3 del titolo V di cui al D.Lgs. 04.04.2006 n.152 e s.m.i. (Supplemento Ordinario alla GUI n.88 del 14.04.2006).

Nell'elaborazione del progetto sono state tenute in debita considerazione le prescrizioni riportate dal D.Lgs. n.36 del 13.1.2003 *"Attuazione della Direttiva 1999/31/CE - discariche di rifiuti"*, con particolare riferimento all'Allegato 1, per quanto attiene alla ricopertura.

L'obiettivo del progetto è la progettazione, in fase definitiva, degli interventi da realizzare sull'area occupata dall'ex discarica, atti ad isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti, ovvero porre in essere l'insieme degli interventi atti a eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni presenti nel suolo, nel sottosuolo e nelle acque superficiali e sotterranee ad un livello uguale o inferiore agli standard fissati dalle norme. Sostanzialmente, attraverso l'insieme degli interventi proposti, si tenderà a conseguire un grado di salubrità dell'ambiente molto simile a quello naturale, avendo come fine il ripristino della situazione originaria nel rispetto di tutte le norme a protezione dell'ambiente e della salute.

Il progetto è stato redatto sulla scorta delle risultanze emerse nel corso delle indagini di caratterizzazione, comprensive del Piano della Caratterizzazione redatto in data Ottobre 2008 e dell' Analisi di rischio redatta in data Luglio 2009, eseguite dal Geologo dott. Antonio Cofrancesco (RIF. P.O.R. Campania 2000/2006 - Misura 1.8 - DGR n. 400 del 28.03.2006, DD n. 208 del 03.04.2006 e DD n. 911 del 07.11.2006).

RTP 3progetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

In risposta al parere ARPAC n.0824320241 del 03/06/2015, gli scriventi hanno ritenuto sostituire alcuni elaborati di progetto già agli atti degli uffici competenti ed in particolare:

- R1 - Relazione generale sostituito con R1 REV01 - Relazione generale;
- R8 REV01 - Quadro Economico sostituito con R8 REV02 - Quadro Economico;
- R10 REV01 - Computo metrico sostituito con R10 REV02 - Computo metrico;
- R12 - Stima incidenza della manodopera sostituito con R12 REV01 - Stima incidenza della manodopera;
- G4 - Planimetria generale di progetto sostituito con G4 REV01 - Planimetria generale di progetto;
- G5 - Individuazione abbancamento rifiuti; Posizionamento capping sostituito con G5 REV01 - Individuazione abbancamento rifiuti; Posizionamento capping
- G6 - Particolari costruttivi; cinturazione capping sostituito con G6 REV01 - Particolari costruttivi; cinturazione capping
- G7 - Sezioni stato di progetto sostituito con G7 REV01 - Sezioni stato di progetto
- G10 - Planimetria strada di accesso; tracciato stradale sostituito con G10 REV01 - Planimetria strada di accesso; tracciato stradale
- G11 - Rete captazione percolato sostituito con G11 REV01 - Rete captazione percolato.

Si riporta di seguito l'elenco elaborati aggiornato.

Elenco elaborati progetto definitivo

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

R1 REV01 - Relazione generale

R1.i – Integrazione alla relazione generale

R2 - Relazione idraulica

R3 – Relazione paesaggistica

R4 – Relazione geologica

R5 - Relazione di fattibilità ambientale

R6 - Piano di sorveglianza e controllo (gestione post-operativa) e piano di manutenzione

R7 – Documento sui criteri di protezione dei lavoratori

R8 REV02 - Quadro Economico

R9 - Elenco prezzi e analisi nuovi prezzi

R10 REV02 - Computo metrico

R11 – Oneri aggiuntivi per la sicurezza

R12 REV01 - Stima incidenza della manodopera

R13 – Piano di utilizzo

R14 - Analisi comparativa tecniche di intervento

R15 – Piano particellare di esproprio

R16 - Cronoprogramma dei lavori

R17- Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

G1 – Inquadramenti

G1.1 – IGM 50.000

G1.2 – Corografia

G1.3 – Ortofoto

G1.4 – Aerofotogrammetria; Inquadramento planimetrico

G1.5 – Aerofotogrammetria; Planimetria stato dei luoghi

G1.6 – Planimetria catastale

G1.7 – Stralcio catastale

G1.8 – Carta degli scenari di rischio AdB dei fiumi Liri – Garigliano e Volturno

G1.9 – Vincolo idrogeologico

G1.10 – Bacino idrografico

G2 - Piano quotato con coni ottici

G3 - Sezioni stato di fatto

G4 REV01 - Planimetria generale di progetto

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

G5 REV01 - Individuazione abbanco rifiuti; Posizionamento capping

G6 REV01 - Particolari costruttivi; cinturazione capping

G7 REV01 - Sezioni stato di progetto

G8 - Lay-out di cantiere

G9 - Sistemazione torrente

G9.1 - Tabelle e grafici idrogeologici

G9.2 - Profilo e sezioni stato dei luoghi

G9.3 - Planimetria di progetto

G9.4 - Profilo e sezioni di progetto

G9.5 - Particolari costruttivi

G9.6 - Sovrapposizione progetto su catastale

G10 REV01 - Planimetria strada di accesso; tracciato stradale

G11 REV01 - Rete captazione percolato

DEFINIZIONI

Ai fini del presente progetto, richiamato l'art. 2 del D.M. 25.10.99 n.471 si definiscono:

- a) Sito: area o porzione di territorio, geograficamente definita e limitata, intesa nelle diverse matrici ambientali e comprensiva delle eventuali strutture edilizie ed impiantistiche presenti;
- b) Sito inquinato: sito che presenta livelli di contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche del suolo o del sottosuolo o delle acque superficiali o delle acque sotterranee tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito; per il D.M. 471/99 si intende inquinato il sito nel quale anche uno solo dei valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque sotterranee o nelle acque superficiali risulta superiore ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dallo stesso decreto ministeriale;
- c) Sito potenzialmente inquinato: sito nel quale, a causa di specifiche attività antropiche pregresse o in atto, sussiste la possibilità che nel suolo o nel sottosuolo o nelle acque superficiali o nelle acque sotterranee siano presenti sostanze contaminanti in concentrazioni tali da determinare un pericolo per la salute pubblica o per l'ambiente naturale o costruito;
- d) Messa in sicurezza d'emergenza: ogni intervento necessario ed urgente per rimuovere le fonti inquinanti, contenere la diffusione degli inquinanti e impedire il contatto con le fonti inquinanti presenti nel sito, in attesa degli interventi di bonifica e ripristino ambientale o degli interventi di messa in sicurezza permanente;
- e) Bonifica: l'insieme degli interventi atti ad eliminare le fonti di inquinamento e le sostanze inquinanti o a ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti presenti nel suolo, nel sottosuolo, nelle acque superficiali o nelle acque sotterranee ad un livello uguale o inferiore ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dal D.M. 471/99;
- f) Bonifiche con misure di sicurezza: l'insieme degli interventi atti a ridurre le concentrazioni delle sostanze inquinanti nel suolo, nel sottosuolo, nelle acque sotterranee o nelle acque superficiali a valori di concentrazione superiori ai valori di concentrazione limite accettabili stabiliti per la destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici, qualora i suddetti valori di concentrazione limite non possano essere raggiunti neppure con l'applicazione, secondo i principi della normativa comunitaria, delle migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili. In tali casi per l'uso del sito devono essere previste apposite misure di sicurezza, piano di monitoraggio e controllo ed eventuali limitazioni rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici. I valori di concentrazione residui di sostanze inquinanti devono essere tali da garantire la tutela della salute pubblica e la protezione dell'ambiente naturale o costruito,

g) Misure di sicurezza: gli interventi e gli specifici controlli necessari per impedire danni alla salute pubblica o all'ambiente derivanti dai livelli di concentrazione residui di inquinanti nel suolo, nel sottosuolo, nelle acque sotterranee e superficiali o dalla presenza di rifiuti stoccati sottoposti ad interventi di messa in sicurezza permanente, nonché le azioni di monitoraggio idonee a garantire, in particolare, il controllo nel tempo dell'efficacia delle limitazioni d'uso, qualora, pur applicando, secondo i principi della normativa comunitaria, le migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, la bonifica ed il ripristino ambientale non consentono di rispettare i valori di concentrazione limite accettabili stabiliti dal D.M. 471/99 per la destinazione d'uso prevista dagli strumenti urbanistici o non sia possibile rimuovere la fonte inquinante costituita dai rifiuti stoccati;

h) Ripristino ambientale: gli interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, costituenti completamento degli interventi di bonifica nei casi in cui sia richiesto, che consentono di recuperare il sito alla effettiva e definitiva fruibilità per la destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici in vigore, assicurando la salvaguardia della qualità delle matrici ambientali;

i) Messa in sicurezza permanente: insieme degli interventi atti a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti qualora le fonti inquinanti siano costituite da rifiuti stoccati e non sia possibile procedere alla rimozione degli stessi pur applicando le migliori tecnologie disponibili a costi sopportabili, secondo i principi della normativa comunitaria. In tali casi devono essere previste apposite misure di sicurezza, piani di monitoraggio e controllo, ed eventuali limitazioni d'uso rispetto alle previsioni degli strumenti urbanistici. I valori di concentrazione delle sostanze inquinanti nelle matrici ambientali influenzate dall'inquinamento derivante dai rifiuti stoccati non devono superare nel suolo, sottosuolo, acque sotterranee e acque superficiali i valori previsti nell'allegato 1 al D.M. 471/99;

j) Inquinamento diffuso: contaminazione o alterazioni chimiche, fisiche o biologiche del suolo o del sottosuolo o delle acque superficiali o delle acque sotterranee imputabili alla collettività indifferenziata e determinate da fonti diffuse.

2 SINTESI DELLE ATTIVITA' DI CARATTERIZZAZIONE

Nel dicembre 2007 è stata eseguita una attività di caratterizzazione come di seguito descritta:

- sono stati realizzati sei pozzi spia (Pozzo monte - S1Pc - P1Pc - P2Pc - P3Pc - P4Pc - P5Pc), attrezzati con piezometro a tubo aperto, dei quali due a valle della discarica (S1Pc - P3Pc) e quattro a monte della stessa (Pozzo monte - P1Pc - P2Pc - P4Pc);
- all'interno dei piezometri è stato prelevato un campione di acqua di falda per ciascun pozzo;
- al fine poi di caratterizzare la matrice suolo sono stati prelevati n°3 campioni di suolo per ciascun punto, alle seguenti profondità:

ID Sondaggio	Profondità di prelievo (m dal p.c.)
S1Pc	3.00÷4.00
	7.00÷8.00
	24.00÷25.00
P1Pc	3.00÷4.00
	9.50÷10.50
	24.00÷25.00
P2Pc	3.00÷4.00
	7.00÷8.00
	24.00÷25.00
P3Pc	3.00÷4.00
	8.00÷9.00
	24.00÷25.00
P4Pc	3.00÷4.00
	8.00÷9.00
	24.00÷25.00

- sono state eseguite le analisi di laboratorio.
- al fine di circoscrivere l'invaso della discarica e definire la presenza di eventuale percolato, sono state condotte n°4 prospezioni geoelettriche con misure multi elettrodo di resistività.

La campagna di indagini ha evidenziato le seguenti profondità della falda:

- S1Pc, profondità rilevata circa 3,50 m dal p.c.;
- P1Pc, profondità rilevata circa 2,00 m dal p.c.;
- P2Pc, profondità rilevata circa 11,50 m dal p.c.;

- P3Pc, profondità rilevata circa 5,50 m dal p.c..

I risultati della tomografia elettrica hanno evidenziato una coltre di altezza molto variabile ove la resistività presenta valori tipici dei rifiuti solidi urbani. A profondità maggiori la resistività presenta valori più bassi tali da far supporre la presenza di sacche di percolato. Nelle aree laterali e basali delle suddette sacche di percolato si sono riscontrati valori di resistività molto elevati, tipici di un deposito argilloso.

E' stato quindi concluso che le sacche di percolato presenti al di sotto dei rifiuti sono ben confinate all'interno della discarica e non superano il complesso argilloso basale, in quanto meccanicamente compattato durante la realizzazione della stessa discarica.

Le analisi condotte sui campioni prelevati hanno condotto ai seguenti risultati:

- sui campioni di **suolo** prelevati, le eccedenze rilevate delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione definite dal D.Lgs. 152/06 sono di seguito riportate:
 - Arsenico: n. 1 superamento, con valore pari a 79 mg/kg, rilevato nel sondaggio P1Pc;
 - Berillio: n. 1 superamento, con valore pari a 2,1 mg/kg, rilevato nel sondaggio S1Pc;
 - Cobalto: n. 6 superamenti, con valore pari a 31 mg/kg, rilevato nel sondaggio P3Pc;
 - Stagno: n. 14 superamenti, con valore pari a 2,6 mg/kg, rilevato nel sondaggio S1Pc;
 - Vanadio: n. 1 superamento, con valore pari a 110 mg/kg, rilevato nel sondaggio P1Pc;
 - Rame: n. 1 superamento, con valore pari a 122 mg/kg, rilevato nel sondaggio P1Pc;
 - Benzene: n. 2 superamenti, con valore pari a 0,8 mg/kg, rilevato nel sondaggio P1Pc;
 - Tallio: n. 2 superamenti, con valore pari a 9,1 mg/kg, rilevato nel sondaggio P3Pc.
- sui campioni di **acque sotterranee**, sono state rilevate eccedenze in tutti i piezometri indagati, a meno del "Pozzo Monte":
 - Ferro: n. 7 eccedenze con valore massimo, pari a 2300 µg/l, rilevato nel piezometro P5Ip;
 - Manganese: n. 8 eccedenze con valore massimo, pari a 6700 µg/l, rilevato nel piezometro P3Pc;
 - Mercurio: n. 1 eccedenza con valore massimo, pari a 1,8 µg/l, rilevato nel piezometro P2Pc;
 - Nichel: n. 2 eccedenze con valore massimo, pari a 51 µg/l, rilevato nel piezometro P3Pc e P4Ip;
 - Piombo: n. 8 eccedenze con valore massimo, pari a 200 µg/l, rilevato nel piezometro P3Ip;

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- Tetracloroetilene (PCE): n. 2 eccedenze con valore massimo, pari a 5,4 µg/l, rilevato nel piezometro P4Ip.

La presenza di Ferro, Manganese, Nichel e Piombo in soluzione potrebbe derivare sia da un apporto diretto dal corpo dei rifiuti sia da fenomeni di degradazione della componente organica che, alterando i parametri fisici del sistema, provocano fenomeni di solubilizzazione degli idrossidi di tali metalli dalla matrice solida.

Le analisi condotte dall'ARPAC Dipartimento Provinciale di Benevento hanno mostrato un superamento delle CSC nel punto S1Pc da parte del Piombo (14,1 µg/l a fronte del limite D.Lgs. 152/06 di 10 µg/l).

Le analisi di laboratorio hanno evidenziato superamenti delle Concentrazioni Soglia di Contaminazione sia per le acque che per il suolo profondo.

I punti di prelievo considerati sono ubicati al limite dell'area della discarica, pertanto prendendo in considerazione la definizione di "punto di conformità" dal D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 152/06, recante norme in materia ambientale", dall'ubicazione dei punti di campionamento e dall'estensione dell'area da caratterizzare, il superamento delle CSC da parte delle concentrazioni degli analiti rilevate nei punti indicati in precedenza comporta automaticamente il superamento delle CSR.

La valutazione del rischio per la risorsa idrica sotterranea è stata effettuata confrontando, per ogni contaminante di interesse, la concentrazione calcolata al cosiddetto "punto di conformità" con le CSC del D.Lgs. 152/06. Il rapporto tra queste due concentrazioni definisce numericamente il rischio per la risorsa idrica sotterranea. La soglia di accettabilità del rischio per la risorsa idrica sotterranea è posta uguale a 1.

In definitiva, mentre per la sorgente suolo profondo gli analiti forniscono dal calcolo un rischio accettabile (anche perché trattasi di un'area destinata a Verde-Agricola), **il sito in esame si deve definire contaminato per le seguenti sostanze Azoto nitroso, Ferro, Manganese, Nichel, Piombo, Mercurio, Tetracloroetilene, 1,2 Dicloroetilene, Benzo(g,h,i)perilene, Pirene, Ipa totali, Benzo(a)pirene e Indeno(1,2,3-cd) che superano le concentrazioni soglia di rischio così come ridefinite per le acque sotterranee da D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4.**

In risposta al punto 1 del parere ARPAC, si rimanda alla tavola G4 REV01 – Planimetria di progetto, riportante i sondaggi attrezzati a piezometri in fase di caratterizzazione che hanno riscontrato superamenti delle CSC per le acque sotterranee ed in particolare:

- P2Pc (analita Mercurio);

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- P3Pc (analita Manganese);
- P3Ip (analita Piombo);
- P4Ip (analita Nichel e Tetracloroetilene);
- P5Ip (analita Ferro).

3 INQUADRAMENTO DEL SITO

3.1 CENNI DI CARATTERE GENERALE SUL COMUNE DI CASALDUNI (BN)

Il Comune di Casalduni è ubicato in Provincia di Benevento. Confina con i Comuni di Campolattaro, Fragneto Monforte, Ponte, Pontelandolfo e San Lupo.



Accoglie una popolazione di 1.456 abitanti (dati ISTAT aggiornati al 31 Dicembre 2012) distribuiti su un territorio di circa 23,19 kmq. Da un punto di vista altimetrico il Comune di Casalduni si sviluppa a c.a 300 metri sul livello del mare.

La distanza dal capoluogo di provincia, Benevento, è di circa 24 km.

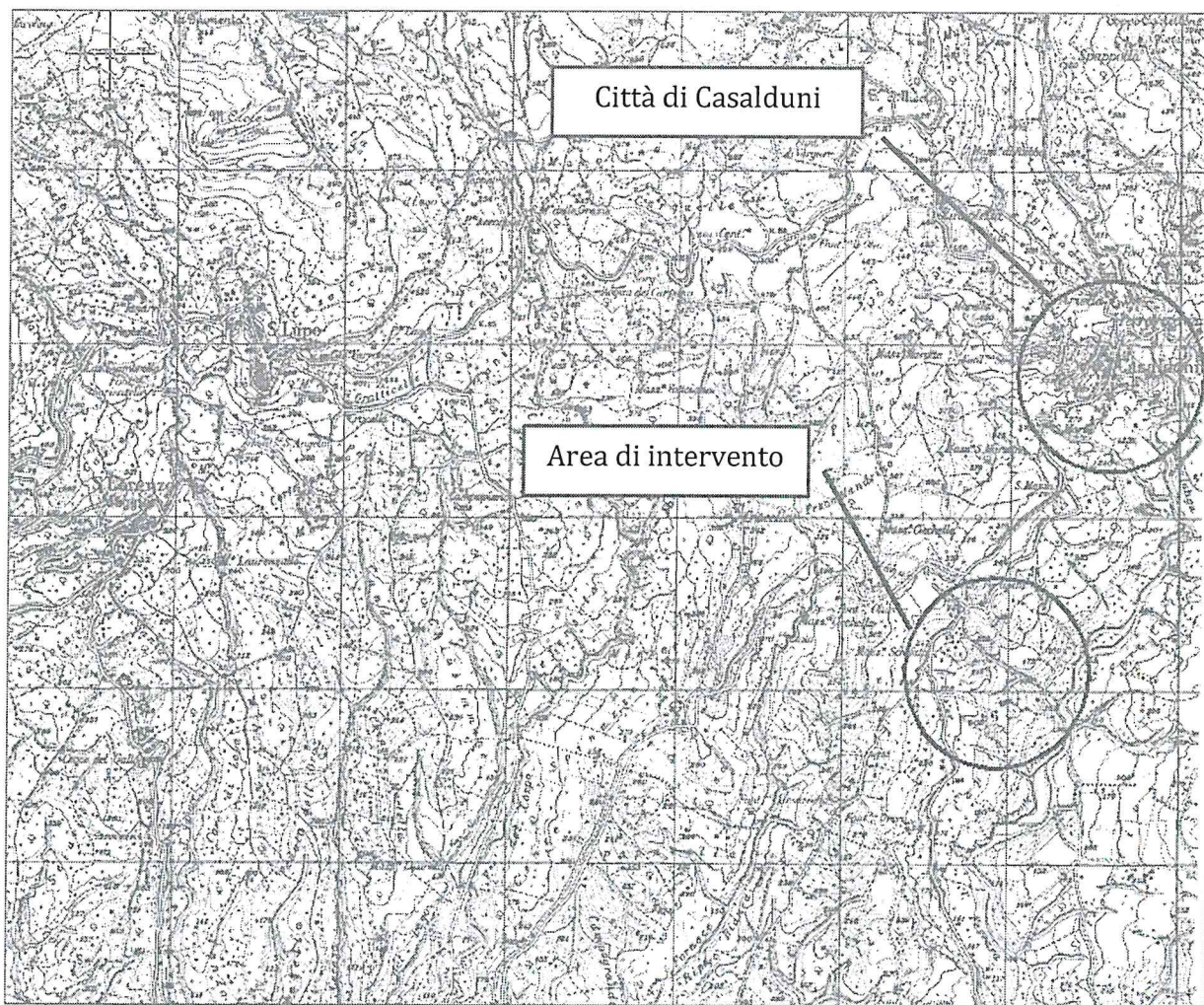
Casalduni fa parte della Comunità montana zona Alto Tammaro e ricade interamente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Nazionale Liri Grigliano Volturno.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

Per diversi anni il comune di Casalduni per il conferimento dei RSU è ricorso ad una discarica ubicata in località Capitorto.

3.2 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

L'area in oggetto è riportata al NCT del Comune di Casalduni al foglio 20 particelle 369, 371, 372, 370, 24, 297, 293, 295, 300, 301, 296, 291, 294, 292, 288, 285, 283, 289, 286, 284, 287, 290, 298, 299, 367, 366, 368, 110, 282 e 25. La discarica occupa in parte completamente le predette particelle ed in parte soltanto parzialmente, così come si evince dall'immagine seguente. Nel PRG vigente sul territorio comunale risulta essere area omogenea "E1 - Agricola".



cartografia IGM



1. 2.

1. 2.

1. 2.

Autorità di Bacino

L'area oggetto di intervento ricade nell'Ambito dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno.

Il sito in esame non è interessato da frane attive o quiescenti e rientra per gran parte in una "Area di possibile ampliamento dei fenomeni franosi cartografati all'interno, ovvero di fenomeni di primo distacco - C1"; in tal caso gli interventi (Art. 13 delle Norme di Attuazione) sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D.M. 11 Marzo 1988 e succ. La restante porzione non risulta neanche perimetrata.

L'area, interessata dalle opere in progetto, è quindi caratterizzata da stabilità certa e la naturale evoluzione geomorfologica, sua e di quelle limitrofe, è essenzialmente connessa all'azione di dilavamento con limitata erosione della coltre superficiale operata dalle acque meteoriche.

3.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

L'area destinata alle opere in progetto trovasi sul basso versante sud-orientale di Montagnola (676 m s.l.m.), in destra idrografica del T.nte Lenta tributario, in destra, del Calore (bacino idrografico principale del F.me Volturno - Litorale Tirrenico); tra le quote titolo di ca. 170 e ca. 210 m s.l.m. (Tavoletta IV N. E. - Guardia Sanframondi - del F.° 173 della Carta d' Italia - I. G. M.), a valle della Strada Provinciale N.° 8, nella porzione sud-occidentale del territorio comunale di Casalduni (BN), alla Località "Capitorto".

Il comune di Casalduni ricade nel Foglio 173 "Benevento" della Carta Geologica d' Italia 1: 100.000 e nel Foglio 419 "San Giorgio La Molara" 1: 50.000 del recente progetto CARG. L'area, anche se di limitata estensione, ricade in un settore della catena appenninica che ha subito notevoli deformazioni tettoniche che hanno complicato di molto i rapporti litologici e tettonici delle unità affioranti. Nonostante ciò, la presenza di un significativo numero di affioramenti e di sondaggi geognostici ha permesso la definizione dei rapporti stratigrafici e tettonici esistenti nell'area in esame. In particolare, si sono distinte le seguenti successioni, di preminente età paleogenica, che rappresentano due litofacies di quella successione, più ampia, identificata come Complesso Litologico del "Flysch Rosso":

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- successione calcarea rappresentata in loco da "brecciole calcaree e calciruditi bioclastiche di colore biancastro, in strati con giacitura a franapoggio meno inclinata del pendio, contenenti nummuliti, alveoline e rari orbitoidi;
- successione argillo-marnosa costituita in loco da strati contorti e scompaginati di siltiti argillose, argille e marne argillose, fissili, grigie e varicolori, consolidate, con interstrati litoidi di calcari, calcari marnosi, brecciole calcaree, calcareniti e calcilutiti di colore biancastro, giallastro ed avana.

L'area della discarica è impostata sui depositi della successione argillo-marnosa, solo a monte della ex discarica di RSU affiora un lembo (piccolo dosso isolato) della litofacies calcarea. I sondaggi svolti sia per il piano di indagine preliminare sia per il piano di caratterizzazione, oltre a mettere in evidenza la presenza di una coltre di alterazione superficiale spessa fino a 3,00 m, hanno mostrato che la porzione sommitale della successione argillo-marnosa, di colore giallastro, è allentata+alterata e che quella profonda, grigiastra ed impermeabile, è a consistenza dura.

Le vergenze topografiche dell'area interessata dalla ex discarica comunale volgono verso il quadrante sud-orientale; le pendenze hanno valori medio-alti (ca. il 35%, pari a 20 DEG). L'area è delimitata idrograficamente da due aste minori del T.te Lenta: a sud e ad est dal F.so Spappola a nord dal F.so La Villana. Quest'ultimo è interessato, in questo tratto, da una marcata azione erosiva di fondo e di sponda. Le attuali condizioni idrologiche rappresentano, certamente, una delle principali concause per una eventuale ripresa dei movimenti gravitativi individuati lungo il versante in sinistra idraulica ma anche una minaccia per la stabilità del versante opposto interessato dagli interventi in progetto.

L'attuale morfologia è strettamente legata agli eventi mio-pliocenici traslativi, alla successiva fase plio-quadernaria essenzialmente distensiva, agli impulsi climatici quadernari ed alle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti.

Si osservano, infatti, pendii molto acclivi nelle zone a monte, dove prevalgono terreni a composizione arenacea, arenacea-conglomeratica e calcarea e versanti meno acclivi, con forme più blande e arrotondate, laddove sono presenti litotipi argillo-marnosi e localmente anche in formazioni più specificamente sabbiose. Questa differenza litologica si evidenzia anche lungo il versante che passa da un profilo rettilineo e regolare nelle zone a monte a forme ondulate verso valle.

Non sono state osservate, nell'area e nelle zone limitrofe, le forme derivate da dissesti franosi attuali o remoti, sia soliflussivi che rotazionali, né quelle connesse con altri processi morfogenetici a rapida evoluzione. Inoltre, l'esame dei manufatti esistenti non ha evidenziato

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

dissesti statici generati da fenomenologie di taglio o da cedimenti differenziati dei terreni implicati, laddove, adottando i criteri dettati dalle "buone regole dell' arte", le loro strutture fondali sono state insediate nei terreni soggiacenti la Coltre Superficiale umizzata ed areata.

Nel Progetto di Piano Stralcio per l' Assetto Idrogeologico redatto dall' Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno il sito in esame non è interessato da frane attive o quiescenti e rientra per gran parte in una "Area di Possibile Ampliamento dei Fenomeni Franosi Cartografati all' Interno, Ovvero di Fenomeni di Primo Distacco - C1"; in tal caso gli interventi (Art. 13 delle Norme di Attuazione) "sono subordinati unicamente all'applicazione della normativa vigente in materia, con particolare riguardo al rispetto delle disposizioni contenute nel D. M. 11 Marzo 1988 e succ.". La restante porzione non risulta neanche perimetrata.

L'area, interessata dalle opere in progetto, è quindi caratterizzata da stabilità certa e la naturale evoluzione geomorfologia, sua e di quelle limitrofe, è essenzialmente connessa all'azione di dilavamento con limitata erosione della Coltre Superficiale operata dalle acque meteoriche.

In relazione all' ubicazione ed alla direzione di flusso dei movimenti franosi quiescenti cartografati in aree vicine, è inoltre da escludere che l' area in esame possa essere coinvolta in una eventuale ripresa dei predetti fenomeni.

Il clima caratterizzante il comune di Casalduni è di tipo sub-mediterraneo tipico, con periodi di aridità in corrispondenza dei mesi estivi e con abbondanti precipitazioni in quelli invernali e primaverili. I dati derivanti dagli annali del compartimento di Napoli del Servizio Idrografico e Mareografico d' Italia, disponibili fino all' anno 1999, e relativi alla stazione termometrica e pluviometrica "Campolattaro" (519 m s.l.m.), indicano che l'andamento termometrico dominante del territorio fa registrare valori medi massimi durante il mese di agosto (25°) e valori medi minimi in gennaio (3°-5°), mentre le temperature medie nel corso dell' anno si aggirano intorno ai 13°. Le precipitazioni atmosferiche sono concentrate in massima parte nel periodo settembre-maggio, con una media annua di circa 1105 mm in circa 95 giorni. Per quanto concerne il quadro idrologico generale, si evidenzia il notevole ruscellamento superficiale manifestato dalla presenza di numerosi rivoli e solchi di erosione a carattere stagionale che solcano, erodono ed incidono i litotipi affioranti ed affluiscono nel T.nte Lenta che rappresenta il livello di base locale. Il regime idraulico dei corsi d'acqua secondari è generalmente di tipo torrentizio, con portate elevate nei mesi piovosi e ridotte a valori effimeri, tanto da prosciugarsi completamente, nei periodi estivi.

I terreni affioranti nell' area in esame ed appartenenti prevalentemente alla successione argillo-marnosa, sono stati raggruppati in base alle loro caratteristiche geometriche e stratigrafiche ed alle caratteristiche di permeabilità relativa, in due orizzonti:

☐ Orizzonte a: è dato dai terreni della coltre superficiale a prevalente composizione silto-argillosa, in piccola parte è costituito da materiali di riporto, derivati dai lavori eseguiti per la realizzazione della discarica stessa, ma la sua origine è, sostanzialmente, legata alla degradazione ed alterazione del substrato argillo-marnoso. Presenta una colorazione variabile da giallastro a marroncino, un notevole contenuto d'acqua ed una consistenza plastica soprattutto negli strati superficiali.

☐ Orizzonte b: è composto da alternanze di argille, argille siltose, argille sabbiose, argille marnose e marne argillose, grigie e varicolori, consolidate, con rari interstrati litoidi, fratturati, di calcari, calcari marnosi, calcareniti e calcilutiti di colore biancastro, giallastro ed avana. Nel complesso questa unità si presenta multistratificata con una componente pelitica prevalente a cui si intercalano rari livelli calcarei. La potenza di questi terreni è di diverse decine di metri. Questo orizzonte rappresenta l'intervallo di maggior interesse ai fini dello studio, in quanto costituisce il substrato della discarica.

I terreni presenti nell'area della discarica sono caratterizzati, quindi, da una permeabilità variabile da strato a strato. I terreni granulari sono caratterizzati da una permeabilità per porosità, dovuta alla presenza dei vuoti intergranulari comunicanti tra loro. Nei terreni litoidi (litofacies calcarea), invece, il volume dei vuoti intergranulari è scarso e la loro permeabilità è dovuta alla presenza di fratture. Dalle indagini condotte si è rilevato che, nel complesso, i terreni su cui insiste la discarica sono caratterizzati da una permeabilità medio-bassa. In particolare, lo strato sottostante la coltre superficiale pedogenizzata è costituito da argille sabbiose e sabbie argillose con rari livelli litoidi calcarei ed arenitici, presenta uno spessore massimo di circa 11,50 m ed una permeabilità medio-bassa. Il tutto sovrasta una successione composta, prevalentemente, da argille, argille siltose e marne argillose grigiastre e dotata di una permeabilità bassa ($K \leq 10^{-8}$ m/s). La falda riscontrata ha, pertanto, caratteristiche di episuperficialità e stagionalità, con soggiacenza variabile tra i 2,00 e gli 11,50 metri dal p. c. e direzione di deflusso prevalentemente verso SE, cioè verso il Torrente Lenta. Per quanto riguarda la falda profonda (di base), che generalmente si attesta alla base delle unità carbonatiche, dalla raccolta dei dati bibliografici è emerso che essa è posta a profondità molto elevate al di sotto di un potente banco di terreni a bassa permeabilità.

3.5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE E LITODINAMICHE

Le sezioni naturali esistenti e le stratigrafie relative ai sondaggi eseguiti per le attività di indagine preliminare e di caratterizzazione hanno evidenziato che, nell' area, i terreni presenti nelle prime decine di metri dal piano campagna, procedendo con la profondità, possono essere suddivisi nei seguenti ammassi geotecnici omogenei:

- **Coltre Superficiale** (umizzata-areata), con spessore massimo di ca. m 3,00, caratterizzata dai seguenti parametri (valori desunti da analisi di Laboratorio Terre effettuate su campioni, indisturbati, di terreni prelevati in sedimenti geologicamente e geotecnicamente analoghi e, quindi, correlabili con quelli esistenti in sito, nonché da prospezioni sismiche condotte in aree dove affiorano terreni omologhi):

- Peso di volume naturale: 17,5 KN/m³
- Peso di volume asciutto: 16,0 KN/m³
- Peso di volume saturo: 18,5 KN/m³
- Angolo di attrito interno: 10 DEG
- Coesione a rottura: 10,0 KN/m²
- Coesione non drenata (c_u): 25,0 KN/m²
- Velocità onde di compressione (P): 350 m/s.

Tale strato mostra scadenti caratteristiche fisico-meccaniche in termini di elasticità, portanza e deformabilità e, pertanto, non risulta idoneo per l' appoggio di strutture fondali.

- **Sedimenti ARGILLO-MARNOSI (PORZIONE SUPERFICIALE DEL SUBSTRATO)** che presentano, a vantaggio della sicurezza (in quanto riferite al solo "fine"), nella parte superiore, le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche (valori desunti da analisi di Laboratorio Terre effettuate su campioni, indisturbati, di terreni prelevati in sedimenti geologicamente e geotecnicamente analoghi e, quindi, correlabili con quelli esistenti in sito, nonché da prospezioni sismiche condotte in aree dove affiorano terreni omologhi):

- Potenza massima: 11,5 m
- Peso di volume naturale: 18,6 KN/m³
- Peso di volume asciutto: 15,7 KN/m³
- Peso di volume saturo: 19,7 KN/m³
- Angolo di attrito interno: 20 DEG
- Coesione a rottura: 30,0 KN/m²
- Coesione non drenata (c_u): 60,0 KN/m²
- Modulo Edometrico: 10000 KPa

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- Velocità onde di compressione (P,30): 840 m/s
- Velocità onde di taglio (S,30): 420 m/s
- Rigidità (R): 15,6 MN/m²s.

Presentano mediocri-discrete caratteristiche fisico-meccaniche in termini di elasticità, di deformabilità e di portanza. L' ammasso è influenzabile dagli atmosferici che inducono in degrado la parte superiore, il cui spessore è legato alla presenza del "grosso" (maggiore se esso è carente), variando le proprietà meccaniche, riducendo le resistenze alla compressione ed al taglio e, quindi, la coesione, l' attrito e la capacità portante.

• **Sedimenti ARGILLO-MARNOSI (PORZIONE PROFONDA DEL SUBSTRATO)** che presentano, a vantaggio della sicurezza (in quanto riferite al solo "fine"), nella parte superiore, le seguenti caratteristiche fisico-meccaniche (valori desunti da analisi di Laboratorio Terre effettuate su campioni, indisturbati, di terreni prelevati in sedimenti geologicamente e geotecnicamente analoghi e, quindi, correlabili con quelli esistenti in sito, nonché da prospezioni sismiche condotte in aree dove affiorano terreni omologhi):

- Potenza: > 30,0 m
- Peso di volume naturale: 20,0 KN/m³
- Peso di volume asciutto: 18,5 KN/m³
- Peso di volume saturo: 20,5 KN/m³
- Angolo di attrito interno: 22 DEG
- Coesione a rottura: 50,0 KN/m²
- Coesione non drenata (c_u): 90,0 KN/m²
- Modulo Edometrico: 13000 KPa
- Coefficiente di Permeabilità (K): ≤ 10⁻⁸ m/s
- Velocità onde di compressione (P,30): 840 m/s
- Velocità onde di taglio (S,30): 420 m/s
- Rigidità (R): 16,8 MN/m²s.

Presentano discrete caratteristiche fisico-meccaniche in termini di elasticità, di deformabilità e di portanza. L' ammasso è influenzabile dagli atmosferici che inducono in degrado la parte superiore, il cui spessore è legato alla presenza del "grosso" (maggiore se esso è carente), variando le proprietà meccaniche, riducendo le resistenze alla compressione ed al taglio e, quindi, la coesione, l' attrito e la capacità portante.

4 PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE

4.1 PREMESSA

Dall'indagine tomografica, effettuata in fase di caratterizzazione, si evince che benché l'area "di influenza" della discarica sia di circa 30.000 m², l'abbanco di rifiuti occupa una superficie limitata.

Consideriamo, interne all'area di discarica, tre diversi comparti:

- l'area principale di abbanco dei rifiuti 1, di superficie complessiva c.a 3.018 m² e $h_{\text{media rifiuti}} = 4 \text{ m}$;
- l'area secondaria di abbanco dei rifiuti 2, di superficie complessiva c.a 1.873 m² e $h_{\text{media rifiuti}} = 4 \text{ m}$;
- l'area di rifiuti ricoperti, di superficie complessiva maggiore (c.a. 3432 m²), ma con un'altezza di abbanco inferiore ($h_{\text{media rifiuti}} = 2,5 \text{ m}$).

Per una maggiore comprensione delle aree interessate dalla presenza di rifiuti si rimanda alla tavola grafica G5 REV01 – Individuazione abbanco rifiuti; Posizionamento capping.

In risposta ai punti 2 e 3 del parere ARPAC, inerente la richiesta di valutazione dell'estensione geometrica e della profondità degli abbanchi di rifiuti, si ritiene esaustiva l'indagine indiretta mediante investigazioni geoelettriche. Tale valutazione scaturisce dall'elevata estensione dell'area e della vegetazione ormai presente sulla stessa, e dagli effetti negativi che avrebbe sull'ambiente circostante un'indagine diretta con movimentazione dei rifiuti ivi presenti.

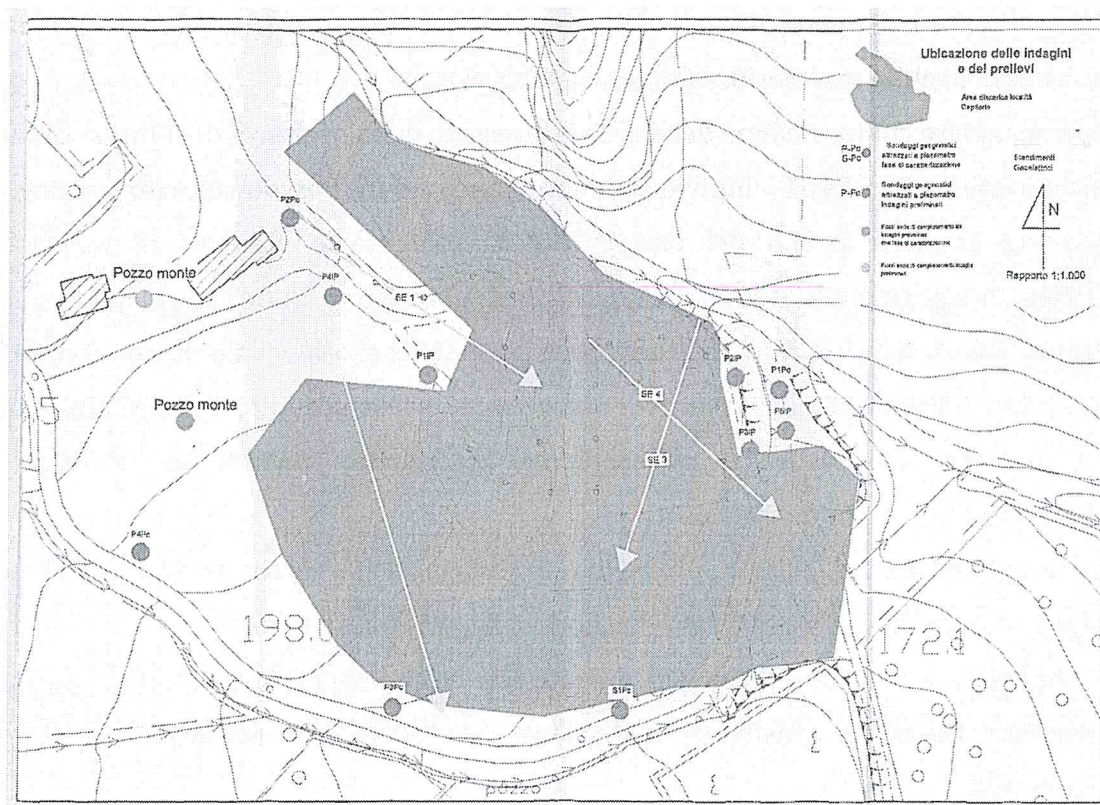
Pertanto, gli scriventi richiamano di seguito le tomografie elettriche redatte nel Piano di Caratterizzazione le quali hanno evidenziato le seguenti considerazioni:

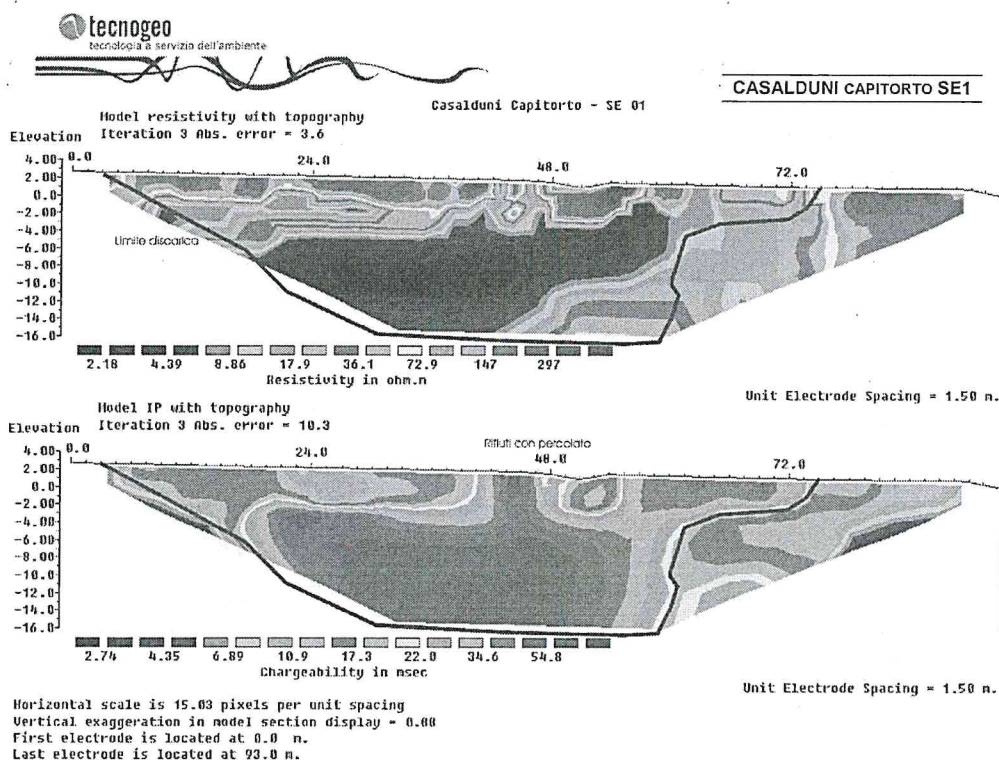
- I rifiuti sono costituiti da elementi di materiale eterogeneo (plastica, vetro, pietrame) generalmente molto resistivi se non isolanti e da liquami che permeano questi molto conduttivi.
- Nella zona adibita a discarica non è stata rilevata una geomembrana e il passaggio fra rifiuti e terreni in posto non è netta.
- I rifiuti hanno spessori massimi di circa 16 m in tutti i sondaggi.
- I liquami percolati nella massa di rifiuti sono molto conduttivi ma permeano gli interstizi tra elementi di materiale eterogeneo e determinano delle zone a bassa resistività ed elevata caricabilità all'interno della discarica. I valori di caricabilità superiori a 34.6 msec, per i terreni in esame, sono un indice sicuro della presenza di

materiale antropico, percolato o inquinanti metallici (in natura si trovano solo in particolari corpi geologici mineralizzati, ad esempio a solfuri complessi).

- Nei sondaggi la presenza di percolato o inquinanti (vedi caricabilità) è limitata solo ad alcune zone all'interno della discarica o perché i processi di mineralizzazione sono quasi terminati o perché non sempre è presente una frazione organica (rifiuti recenti).
- Nei sondaggi, nella parte centrale, i valori di caricabilità (massimi) e quelli di resistività (minimi) indicano che, a circa 12 m di profondità, vi è un accumulo di percolato. Questo accumulo non si osserva nel sondaggio SE2.
- Nelle tomografie elettriche non è stata rilevata una circolazione idrica sotterranea.

Si allegano di seguito la planimetria con ubicazione delle indagini e i modelli di resistività elaborati:

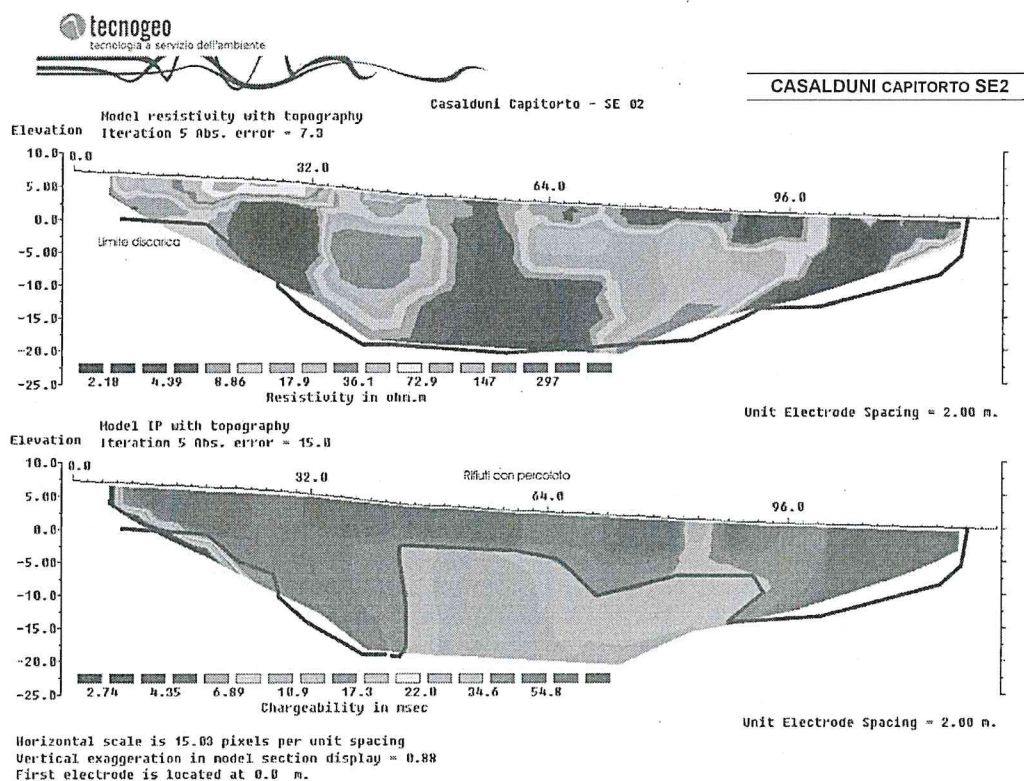




Dall'analisi dello stendimento geoelettrico SE01, risulta evidente la presenza di rifiuti abbancati (Area rifiuti abbancati 2 - vedi G5 REV01 - Individuazione abbancamento rifiuti; Posizionamento capping) per una profondità media di c.a 4 m, con sacche di percolato a profondità maggiori (evidenziate in viola nella tomografia SE01 ed intercettate dall'intervento di cinturazione con paratia drenante a pali secanti).

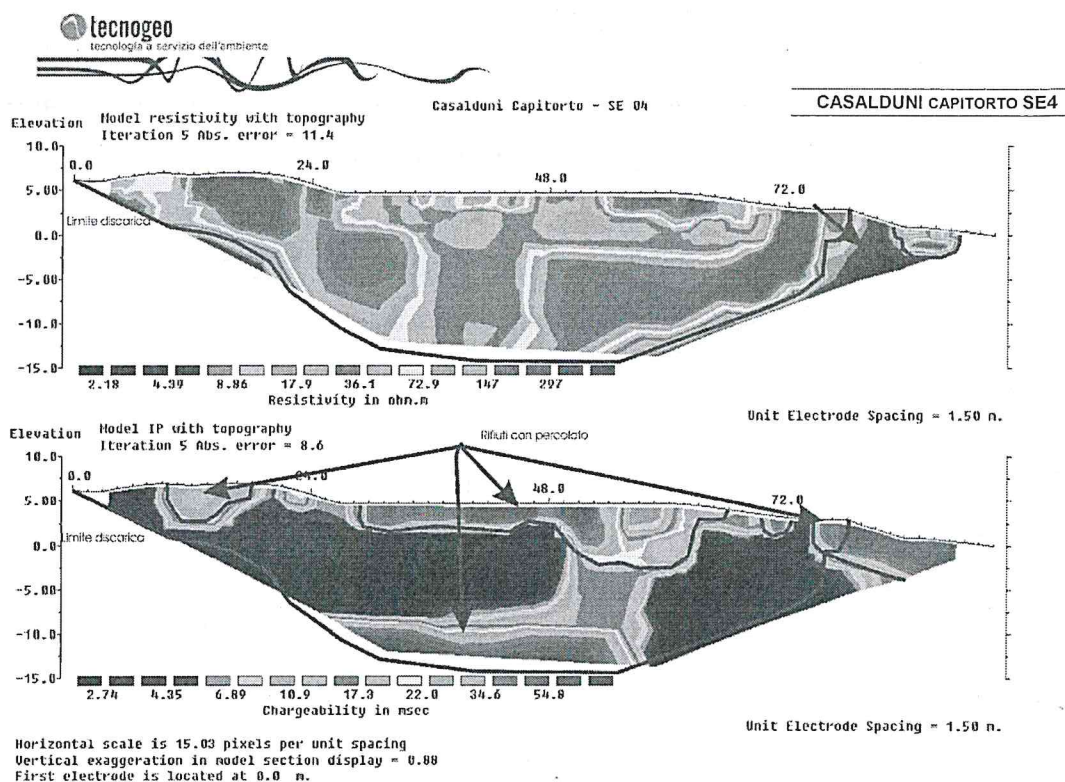
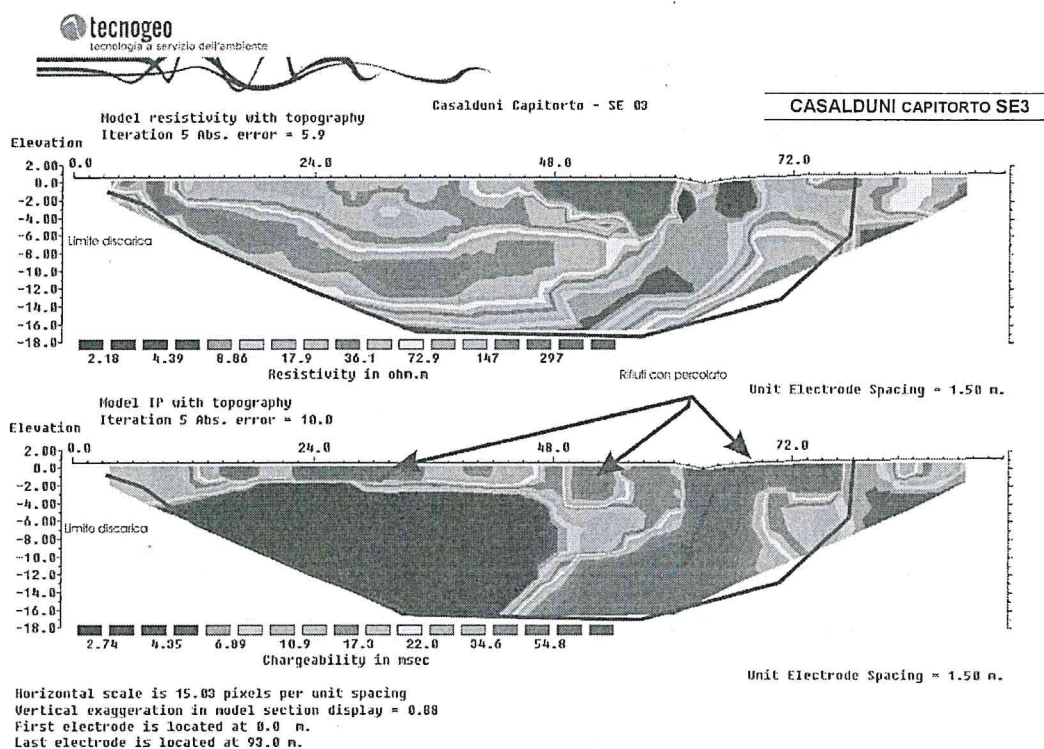
Considerando un'estensione areale dei rifiuti abbancati di c.a 1900 m², si ottiene così un volume di c.a 7500 m³, coerente con i dati storici di conferimento nella suddetta area.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)



Dall'analisi dello stendimento geoelettrico SE02, risulta evidente la presenza di rifiuti sparsi ricoperti (Area rifiuti ricoperti - vedi G5 REV01 - Individuazione abbancò rifiuti; Posizionamento capping) per una profondità media di c.a 2,5 m.

Considerando un'estensione areale dei rifiuti abbancati di c.a 3400 m², si ottiene così un volume di c.a 8600 m³, da ricollocare nell'area di nuova sistemazione al di sotto del capping superficiale.



Dall'analisi degli stendimenti geoelettrici SE03 e SE04, risulta evidente la presenza di rifiuti abbancati (Area rifiuti abbancati 1 – vedi G5 REV01 - Individuazione abbanco rifiuti; Posizionamento capping) per una profondità media di c.a 4 m, con sacche di percolato a profondità maggiori (evidenziate in viola nelle tomografie SE03 e SE04 ed intercettate dall'intervento di cinturazione con paratia drenante a pali secanti).

Considerando un'estensione areale dei rifiuti abbancati di c.a 3000 m², si ottiene così un volume di c.a 12000 m³, coerente con i dati storici della suddetta area, interessata più lungamente dai conferimenti di rifiuti solidi urbani.

Inoltre il sito parte da una quota altimetrica di circa 208 m s.l.m. per raggiungere la quota inferiore di circa 167 m s.l.m., con un dislivello pari a 41 metri. La pendenza media del versante non risulta elevata, mentre determinante, ai fini delle scelte progettuali, risulta la presenza di una scarpata, di elevata pendenza, presente tra l'area principale di abbanco dei rifiuti 1 e l'area secondaria 2. Tale morfologia dell'area di intervento, è stata un fattore determinante nella scelta del posizionamento dell'area di capping totalmente a valle della predetta scarpata.

Questo elemento, unitamente allo scopo di concentrare la fonte di inquinamento primario in un unico punto e restituire parte dell'area alla sua originale destinazione d'uso, ha determinato la scelta progettuale di preferire la realizzazione di un unico capping, al fine di isolare definitivamente i rifiuti dalle matrici ambientali circostanti potenzialmente interessate, ampliando l'area principale di abbanco dei rifiuti. In questo modo viene eliminato il potenziale rischio che si possano innescare tre distinti fenomeni di instabilità:

1. Il caricamento dell'abbanco rifiuti mediante posizionamento del capping potrebbe provocare una frana nel terreno sottostante;
2. Per lo stesso motivo di cui al punto 1, si potrebbe avere un vero e proprio fenomeno di scivolamento dei rifiuti;
3. Si potrebbe avere uno scivolamento dello strato superiore costituente il capping, fenomeno parzialmente contenuto con la risagomatura dei rifiuti.

Per le ragioni dettagliatamente descritte in precedenza, abbiamo previsto, come opera di messa in sicurezza interna al perimetro della discarica, una cinturazione dell'area di capping. La cinturazione avverrà per mezzo di due distinte opere di contenimento:

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- sul lato ovest del capping, si prevede la realizzazione di un diaframma impermeabile di tipo plastico composito (miscela H2O - Bentonite e cemento, con geomembrana in HDPE);
- sui restanti tre lati si prevede la realizzazione di una cinturazione di pali secanti a tubo gobbo (D=600mm).

Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola G4 - Planimetria Generale di progetto.

Successivamente verranno descritte dettagliatamente i diversi interventi di messa in sicurezza previsti nel progetto definitivo.

4.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E BONIFICA

4.2.1 OBIETTIVI

Alla luce delle risultanze delle indagini effettuate sul sito in esame e dell'analisi comparativa atta ad individuare le tecniche di bonifica più consone al caso in esame, è stato redatto il presente progetto di messa in sicurezza permanente atta a isolare in modo definitivo le fonti inquinanti rispetto alle matrici ambientali circostanti e a garantire un elevato e definitivo livello di sicurezza per le persone e per l'ambiente eliminando le infiltrazioni delle acque superficiali e meteoriche nel corpo della discarica. Inoltre verrà predisposto un corretto sistema di raccolta del percolato, garantito l'attecchimento delle specie vegetali e, quindi la definitiva rinaturalizzazione dell'area.

In particolare, tale obiettivo sarà perseguito mediante la realizzazione dei seguenti interventi:

- a. Realizzazione a monte idrogeologico del corpo della discarica dei fossi di guardia per la raccolta e smaltimento delle acque piovane di ruscellamento e dei relativi pozzetti di recapito;
- b. Realizzazione di una cinturazione drenante, posta lungo tutto il perimetro del corpo della discarica e anche internamente a file parallele equidistanti, mediante pali secanti a tubo gobbo D=500 mm, ammorsati nello strato di argille impermeabili fino ad una profondità di 15 m;
- c. Realizzazione di un diaframma impermeabile di tipo plastico composito, a sezione rettangolare di spessore 0,60 m e profondità di 18 m, (miscela H2O - Bentonite e cemento con geomembrana in HDPE) a monte idrogeologico dell'area di capping;
- d. Riconfigurazione superficiale della massa dei rifiuti;
- e. Realizzazione area nuova sistemazione;
- f. Movimentazione rifiuti;
- g. Realizzazione della vasca di raccolta del percolato e di una rete di tubazioni in PEAD Ø 150mm, atta a convogliarvi il percolato estratto dalla cinturazione drenante mediante pompe sommerse;
- h. Preparazione del piano di posa degli strati di capping;
- i. Messa in opera pacchetto capping;

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- j. Realizzazione della rete per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche di infiltrazione superficiale;
- k. Stesa del terreno di copertura, avente spessore di 100 cm;
- l. Sistemazione della pista di servizio;
- m. Sistemazione torrente;
- n. Fornitura di un monoblocco prefabbricato adibito ad ufficio e deposito attrezzi;
- o. Realizzazione della recinzione perimetrale;
- p. Inerbimento della superficie.

Per maggiori ragguagli in ordine ai suddetti interventi si rimanda ai paragrafi a seguire.

4.2.2 SAGOMATURA DEL CORPO DELLA DISCARICA E REALIZZAZIONE NUOVA AREA DI SISTEMAZIONE RIFIUTI

Le operazioni di sagomatura del corpo della discarica, finalizzata al miglioramento della stabilità dell'abbanco dei rifiuti, risulta propedeutica a qualunque altro intervento di messa in sicurezza. Infatti senza tale operazione non sarebbero possibili i successivi interventi, ovvero di copertura e di realizzazione del sistema di intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche. Tali operazioni di sagomatura del corpo rifiuti della discarica non prevede né trattamenti né selezioni dei rifiuti, indicando la necessità di utilizzo di semplici macchinari quali pale meccaniche adibite alla movimentazione e alla sagomatura dei profili del corpo dei rifiuti.

Sulla base delle motivazione espresse nel paragrafo precedente, quali la necessità di ricorrere alla movimentazione dei rifiuti ricadenti nell' "area di rifiuti ricoperti" e nell' "area di rifiuti abbancati 2", si è deciso di realizzare una nuova area di sistemazione degli stessi, rispondente al D.Lgs. 36/03 *"Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti (G.U. n. 59 del 12 marzo 2003)"* ed adiacente all' "area di rifiuti abbancati 1".

In risposta al punto 3 del parere ARPAC viene di seguito descritta la soluzione progettuale del nuovo invaso denominato "nuova area di sistemazione dei rifiuti" – vedi G5 REV01 – Individuazione abbanco rifiuti; Posizionamento capping – ai sensi del D.Lgs. 36/03.

Nella "nuova area di sistemazione rifiuti" (ca 4000 mq) saranno soddisfatte le condizioni necessarie per impedire l'inquinamento del terreno, delle acque sotterranee e delle acque superficiali. La protezione del suolo, delle acque sotterranee e di superficie deve essere realizzata, mediante la combinazione della barriera geologica, del rivestimento impermeabile

del fondo e delle sponde della discarica e del sistema di drenaggio del percolato, e durante la fase post-operativa anche mediante copertura della parte superiore.

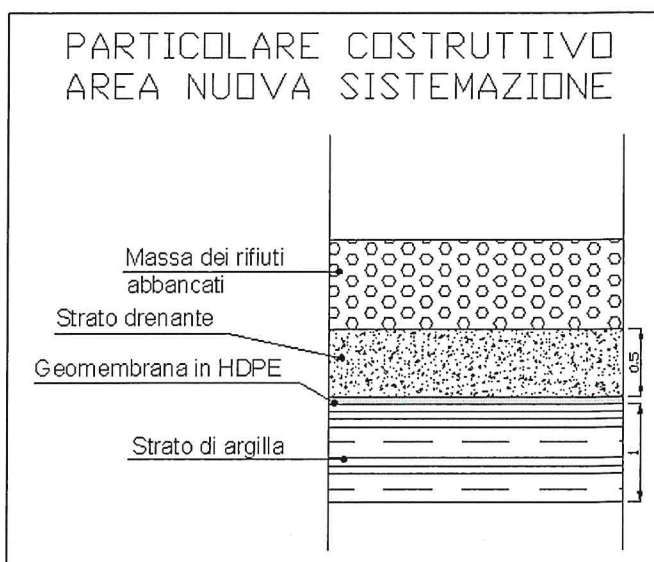
Il conseguimento di tale obiettivo, secondo quanto riportato dal D.Lgs. 36/03 "*Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti (G.U. n. 59 del 12 marzo 2003)*", deve essere realizzato mediante la combinazione di barriera geologica e di rivestimento artificiale.

L'efficacia del sistema di barriera di confinamento artificiale, sempre secondo il D.Lgs. 36/2003, sarà garantita dall'accoppiamento di materiale minerale compattato (caratterizzato da uno spessore di 100 cm con una conducibilità idraulica $k \leq 10^{-7}$ cm/s, depositato in strati uniformi compattati dello spessore massimo di 20 cm) con una geomembrana impermeabilizzante in HDPE di peso unitario non inferiore a 700 g/mq di resistenza a trazione non inferiore a 38 KN/m. Sul fondo della discarica, al di sopra del rivestimento impermeabile, è previsto uno strato di materiale drenante con spessore $\geq 0,5$ m.

Non essendo previsto un sistema di captazione del percolato mediante dreni e collettori posti sul fondo della discarica, il deflusso del percolato verso sistemi di captazione posti a valle e perimetralmente (vedi paragr. 4.2.4.) dell'area oggetto di intervento, è garantito da un adeguata pendenza del fondo discarica e dalla scelta di materiali posti alla base così come illustrato successivamente.

Nella realizzazione della nuova area di sistemazione, successivamente allo scavo di sbancamento svolto al fine di raggiungere la quota desiderata, verrà effettuata la posa in opera dei seguenti strati (elencati dal fondo verso la superficie), una volta definita la barriera di fondo:

- Strato impermeabilizzante in argilla: formazione di uno strato impermeabilizzante mediante fornitura e posa in opera di argille provenienti da cave di prestito, esenti da trovanti e limi nonché da radici e sostanze vegetali costipata a strati di 20 cm, fino al raggiungimento di una permeabilità minima di 10^{-7}



cm/s per metro di argilla compattata.

- Geomembrana in HDPE: geomembrana impermeabilizzante di peso unitario non inferiore a 700 g/mq e di resistenza a trazione non inferiore a 38 KN/m;
- Strato drenante di regolazione costituito da pietrame calcareo di varia pezzatura con pietrisco minuto e superficie regolarizzata, dallo spessore di 0,50 m.

I rifiuti che verranno abbancati nella nuova area di sistemazione saranno sistemati in modo da garantire il completamento ottimale dei processi di mineralizzazione già in atto. I rifiuti verranno sversati da automezzi, sistemati e compattati in strati sovrapposti fino al raggiungimento della quota di progetto.

Per la messa in opera della copertura, infatti, dovranno essere svolte delle attività preliminari di preparazione del piano di posa allo scopo di ottenere una superficie quanto più uniforme possibile mediante lo scotico superficiale, la riprofilatura ed il rimodellamento della coltre superficiale del terreno di ricopertura dell'area mediante l'ausilio di mezzi meccanici.

Il rimodellamento dei pendii ha la finalità di raggiungere condizioni di equilibrio, attraverso l'assegnazione delle pendenze di progetto compatibili con le esigenze di sicurezza e di stabilità, e di ottenere una morfologia ottimale del sito sotto il profilo paesaggistico. Il pendio, infatti, sarà configurato in modo tale da evitare pendenze elevate che potrebbero creare condizioni favorevoli a fenomeni di scivolamento degli strati superiori multiplayer costituenti il capping.

Nei limiti del possibile si è cercato di realizzare, sui pendii, dei terrazzamenti sub orizzontali al fine di limitare l'energia cinetica delle acque di ruscellamento che potrebbe essere, nel tempo, causa di fenomeni di erosione superficiale.

4.2.3 CINTURAZIONE MEDIANTE POSA IN OPERA DI UNA PARATIA DRENANTE A PALI SECANTI E DIAFRAMMA IMPERMEABILE

Come desumibile dal rilievo dei livelli piezometrici in attuazione al piano della caratterizzazione, la falda sotterranea defluisce da NW verso SE, seguendo approssimativamente l'andamento topografico del versante.

Per tale ragione si è ritenuto di isolare perimetralmente il corpo di rifiuti mediante l'impiego di una paratia drenante costituita da pali secanti a tubo gobbo, riempiti da pietrame drenante, ammorsati negli strati di argilliti sottostanti, al fine di impedire alla falda sotterranea di entrare in contatto con il corpo di rifiuti.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

In prima considerazione si era trascurata la profondità variabili degli strati di argilliti compatte e, per il principio di massima sicurezza, si era considerata la profondità massima di 13 m aggiungendo un franco di sicurezza di ulteriori 2 m.

Da un'analisi più approfondita del Piano di Caratterizzazione, in risposta al punto 9 del parere ARPAC, si ritiene realizzare la paratia drenante con un range di profondità variabile tra i 7,50 m e i 13 m, rispettivamente profondità minima e massima dello strato di argilliti compatte dal piano campagna.

La realizzazione di tale barriera perimetrale rispetto alla zona contaminata, verrà eseguita creando una perimetrazione totale dell'area denominata "cinturazione". Inoltre, a garanzia di un ulteriore abbassamento del livello della falda, saranno realizzate tre ulteriori file parallele e precisamente due sul lato Ovest e una sul lato Nord, in grado di aumentare l'efficacia della barriera.

In accordo con quanto richiesto al punto 10 del parere ARPAC, l'estensione lineare della paratia drenante, ed in particolare nei suoi rami tributari, è stata ridotta, portando l'estensione totale a c.a 870 m in luogo dei precedenti c.a 1006 m ipotizzati.

La stessa è garantita dalla presenza di argille ad una profondità adeguata e tale da assicurare la tenuta e la continuità della base impermeabile sulla quale si attestano le opere di contenimento. Questa operazione definita di "ammorsamento" costituisce un' ulteriore forma di sicurezza nei confronti della migrazione degli inquinanti.

La scelta di questa metodica di intervento è dovuta al fatto che in relazione a specifiche situazioni geologiche locali, in particolare quando la profondità del terreno da drenare supera il valore limite ottimale raggiungibile con trincee drenanti (oltre i 5,0 m), i dreni possono essere costituiti da pali adiacenti da eseguirsi lungo i tratti previsti e riempiti di materiale drenante.

La peculiarità di questa tecnologia è costituita dall'impiego di un tubo sagomato ("tubo gobbo") che permette di avere la secanza tra i pali contigui e quindi la continuità del corpo drenante.

Per tubo gobbo si intende un normale tubo, sagomato con una gobba interna (a mezzaluna), in modo da consentire l'affiancamento di analogo tubo (secanza). Tale procedura consente di ottenere la continuità del corpo drenante.

Il tubo gobbo viene realizzato mediante le seguenti fasi lavorative:

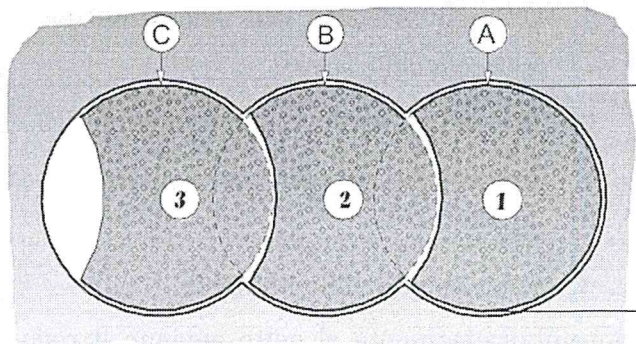
1. Scavo a sezione circolare di diametro pari a 500 mm, eseguito a rotazione con estrazione di terreno e sostenendo le pareti del cavo mediante l'ausilio di rivestimento metallico;
2. Riempimento del cavo con pietrisco calcareo;
3. Sfilamento del rivestimento metallico;
4. Realizzazione del palo successivo con compenetrazione del precedente.

Il materiale drenante è costituito da misto granulare uniformemente distribuito a partire da una pezzatura minima di 0.4 mm (sabbia media) fino alla pezzatura massima di 7 cm (ghiaia). Lo spessore del riempimento, variabile in relazione alla profondità dello scavo, va dal fondo dello scavo stesso fino a 80 cm dal piano campagna, al di sopra del quale si deve ricostruire uno strato di terreno agricolo.

Per maggiori ragguagli in ordine alla disposizione di tali barriere si rimanda alla TAVOLA G 4 - Planimetria generale di progetto ed alla TAVOLA G 11- Rete di captazione percolato allegate alla presente.

Modalità esecutive delle trincee drenanti a pali secanti;

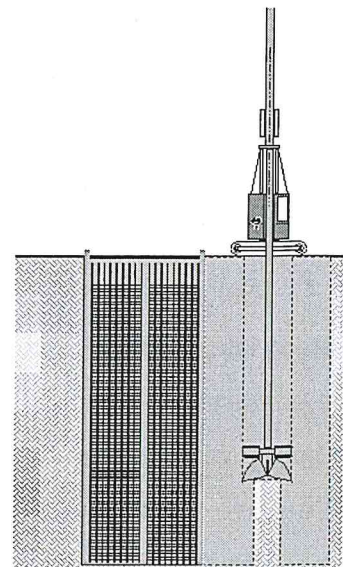
- FASE 1 Scavo del palo ①
2 Posa in opera del tubo gobbo (A)
3 Riempimento con materiale drenante del palo ①
4 Scavo del palo ②
5 Posa in opera del tubo gobbo (B)
6 Riempimento con materiale drenante del palo ②
7 Estrazione del tubo gobbo (A)
8 Scavo del palo ③
9 Posa in opera del tubo gobbo (C)
10 Riempimento con materiale drenante del palo ③



Al fine di isolare idraulicamente il corpo rifiuti sarà realizzato a monte dello stesso un diaframma impermeabile a profondità variabile di tipo plastico composito, poiché il getto avviene con una miscela cemento-bentonite in grado di mantenere le sue caratteristiche fisico- meccaniche anche a seguito di una deformazione, come ad esempio un cedimento del terreno.

La scelta progettuale di realizzare una paratia di diaframmi con profondità variabile è dovuta al fatto che la profondità dello strato argilloso non presenta un andamento regolare al di sotto del corpo rifiuti a causa della conformazione morfologica dell'area in esame. Infatti analizzando le colonne stratigrafiche, contenute nel Piano di Caratterizzazione, si evince che lo strato argilloso varia tra i 10,50 m in corrispondenza del sondaggio S1 ed i 13 m in corrispondenza del sondaggio P1IP. Tale barriera avrà uno spessore di 0,600 m ed profondità

variabile dai 13 ai 16 m, tale lunghezza permetterà l'ammorsamento della stessa all'interno dello strato di argilla impermeabile per una profondità di c.a 3m dall'inizio dello strato di argilliti compatte, coerentemente con quanto indicato nel Piano Regionale Rifiuti. Pertanto, ai fini della contabilità è stata considerata una profondità media di 14,5 m avendo considerato una variazione lineare tra i 13 m ed i 16 m del diaframma impermeabile (risposta al punto 9 del parere ARPAC). I diaframmi sono realizzati con benna mordente a facce parallele ed in fase di scavo il sostegno del terreno è affidato all'azione del fango bentonico, che al termine dello stesso sarà sostituito dalla miscela



cemento bentonitica. La garanzia della continuità laterale dell'impermeabilità, nel diaframma plastico, è ottenuta attraverso la compenetrazione dei pannelli, realizzata in fase di scavo. Le modalità esecutive sono le seguenti:

1. Scavo che avviene con benna mordente e con l'ausilio di fanghi bentonitici per il sostegno dello scavo;
2. Getto della miscela cemento bentonitica, che avviene mediante un tubo di getto calato a fondo scavo, ed effettuando il getto in risalita, al fine di garantire la continuità dello stesso;
3. Messa in opera telo in HDPE.

Contemporaneamente al getto avviene il recupero dei fanghi bentonitici, che sono inviati stoccati in appositi vasche per il loro riutilizzo.

In risposta al punto 11 del parere ARPAC è stata valutata la possibilità di ridurre l'estensione lineare del diaframma impermeabile, in modo tale da interessare esclusivamente l'area di capping al di sopra dell'area di nuova sistemazione, già impermeabilizzata sul fondo scavo e pareti ai sensi del D.Lgs 36/03.

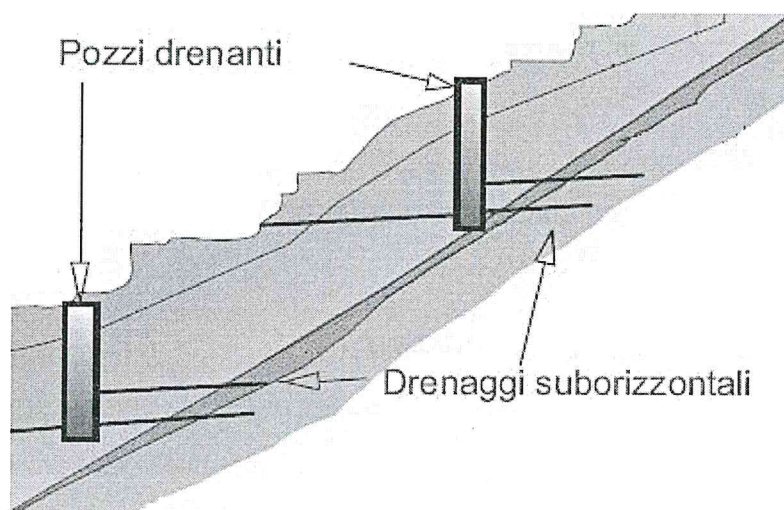
La realizzazione del diaframma impermeabile lungo la parete di nuova sistemazione, risulta per gli scriventi necessari al fine di intercettare e deviare il deflusso di acqua di falda sotterranea ed effettuare in sicurezza le operazioni di scavo della nuova area.

Inoltre, come evidenziato nella tavola G6 - rev01 particolari costruttivi - cinturazione capping, il diaframma impermeabile permetterà nel contempo l'innesto del capping con lo stesso, con conseguente incapsulamento dei rifiuti e messa in sicurezza permanente degli stessi.

4.2.4 DRENI SUB ORIZZONTALI

Il seguente paragrafo integrativo è stato redatto in conformità con quanto richiesto al punto 12 del parere ARPAC.

La realizzazione della "cinturazione" drenante, come già descritto al paragrafo precedente, oltre ad arrestare la migrazione degli agenti inquinanti nelle matrici ambientali suolo e acque sotterranee, permetteranno di isolare il corpo dei rifiuti dalla massima escursione della falda e pertanto, i contaminanti ivi presenti, mediante i naturali processi di autodepurazione, giungeranno ad una concentrazione minore delle CSR.



Al fine di consentire l'abbassamento della falda nell'intorno areale avente baricentro i piezometri P3IP e P5IP, saranno realizzati dei dreni sub orizzontali, a partire dal pozzo di captazione n.2, per maggiori dettagli si rimanda alla tavola G4 - Rev 1 - Planimetria generale di progetto.

I dreni sub orizzontali fanno parte delle opere di drenaggio dette "profonde" in quanto hanno un carattere definitivo e garantiscono una maggiore efficacia, rispetto alle opere di drenaggio superficiali.

I dreni sono costituiti da tubazioni fessurate in PVC, inseriti in fori suborizzontali o leggermente inclinati verso l'alto, eseguiti mediante macchine idrauliche potenti e molto versatili.

I tubi drenanti sono costituiti da tubi in PVC microfessurati con diametro 50 - 80 mm posizionati entro fori di adeguato diametro ed inclinati verso l'alto di 5°-15°. I tubi sono rivestiti con geotessili per evitare l'intasamento da parte di sedimenti a granulometria fine. Il

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

numero ed il posizionamento dei tubi dreni è stato effettuato dopo un accurato studio dell'indagine geologica ed idrogeologica contenute nel Piano di Caratterizzazione.

Nello specifico si è scelto di realizzare 3 file di dreni a profondità variabile (3 m, 6m e quota strato di argilliti), ciascuna fila costituita da n. 3 dreni di lunghezza pari a 40 m.

La scelta di realizzare i tubi drenanti è scaturita dalla particolare conformazione geomorfologica del pendio in prossimità dei piezometri P3IP e P5IP. Infatti in prima istanza è stata vagliata l'ipotesi di effettuare un allungamento della "cinturazione" drenante in modo da inglobare anche l'intorno areale avente baricentro sui detti piezometri, ma la tessa è risultata irrealizzabile a causa del salto di quota "scarpata" presente nell'area.

La scelta dei tubi dreni sub - orizzontali, realizzati a partire dal pozzo di captazione in cemento armato, permette di realizzare un sistema di drenaggio non influenzato dalla presenza di "scarpata".

Il principio di funzionamento è quello di drenare l'acqua di falda contaminata e/o potenzialmente contaminata e consentire i naturali processi di autodepurazione, giungeranno ad una concentrazione minore delle CSR.

4.2.5 RETE DI RACCOLTA DEL PERCOLATO

In risposta al punto 6 del parere ARPAC, gli scriventi ritengono che la scelta progettuale in riferimento al sistema di captazione del percolato e della vasca in cls per la raccolta dello stesso percolato prodotto a lungo termine sia congruente con lo stato di fatto e gli scenari futuri post - operam.

Per stimare la produzione di percolato è ormai accettato che il miglior metodo sia quello di impostare un bilancio idrologico che consiste nella valutazione di tutti gli apporti e nella sottrazione dei flussi idrici che interessano il corpo rifiuti.

Il dato di partenza in un corretto bilancio idrologico è costituito dalle precipitazioni che devono essere scomposte nelle varie componenti del bilancio ovvero evapotraspirazione, ruscellamento e infiltrazione, quest'ultima componente causa della produzione di percolato.

L'intervento di messa in sicurezza permanente della discarica, oltre ad avere l'obiettivo di "incapsulare" le fonti di inquinamento primario e bloccare la migrazione dei contaminanti verso le matrici ambientali, ha anche il vantaggio di azzerare l'aliquota di precipitazione (P) che s'infiltra nel corpo rifiuti. Tale isolamento, unitamente all'avanzata età dei rifiuti, azzerava quasi completamente la produzione di percolato da drenare nel corpo discarica, se non per le quantità delle sacche di percolato, già a basse profondità sottoforma di plume con

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

infiltrazione verso il basso, evidenziate in sede di Piano di Caratterizzazione (luglio 2008), delle quali non è possibile effettuare una stima reale dei quantitativi, ma solamente una stima di massima effettuata sulla scia dei risultati delle indagini geoelettriche (riportate in pagg. 23 - 25).

Il percolato presente all'interno dell'area considerata, sarà contenuto nei pori del terreno pertanto la stima di massima del percolato residuo prevede l'assunzione di un valore di porosità efficace per sabbie e limi debolmente argillosi di natura calcarea ed arenitica pari a c.a 14%. Le sacche di percolato, come evidenziato dagli stendimenti geoelettrici hanno un'estensione areale pari alla somma dell'area di rifiuti ricoperti e delle aree di rifiuti abbancati 1 e 2 (per un totale di c.a 8300 m²), per una profondità media di c.a 1 m. Moltiplicando il volume considerato per il coefficiente di porosità efficace otteniamo un volume prodotto di c.a 1160 m³.

In ogni caso l'intervento proposto mitiga le discrepanze tra la stima di massima del volume di percolato ed i reali quantitativi esistenti, in quanto la cinturazione mediante paratia drenante e diaframma impermeabile, unitamente all'intervento di impermeabilizzazione del capping, permette di perseguire il duplice obiettivo di:

1. **Azzerare l'aliquota di percolato prodotta dall'area ricoperta dal capping (impermeabilizzata) grazie all'abbattimento dell'infiltrazione delle acque meteoriche.**
2. **Drenare nel tempo le sacche di percolato preesistenti all'intervento di bonifica e messa in sicurezza dell'area di discarica, unitamente alle acque di falda fino al raggiungimento dell'obiettivo di autodepurazione della stessa.**
3. **Abbassare il livello piezometrico della falda superficiale al di sotto della quota inferiore dell'abbanco dei rifiuti, per evitare che si contaminino attraversando i cumuli di rifiuti abbancati.**

Infatti, l'intervento proposto consente la captazione delle acque di falda potenzialmente contaminate e la loro adduzione alla vasca di raccolta del percolato dalla quale non si può prescindere fino al raggiungimento di stabiliti in Tabella 3 dell'Allegato 5 al Titolo IV della parte III del D.Lgs. 152/06. (in risposta al punto 13 del parere ARPAC).

La vasca di raccolta del percolato, una volta raggiunti valori inferiori alle concentrazioni limite delle acque di falda, verrà interrotta l'aspirazione ristabilendo la

circolazione idrica sotterranea precedente all'intervento di bonifica (in risposta al punto 7 del parere ARPAC).

La cinturazione del corpo della discarica mediante paratia drenante fungerà da sistema lineare di drenaggio profondo del percolato, inoltre si precisa che la realizzazione della cinturazione a monte della discarica ed il capping superficiale impediranno sia la produzione di ulteriore percolato che l'ulteriore contaminazione della falda volendo raggiungere l'obiettivo dell'isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno e della minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua.

Pertanto, la paratia drenante sarà sufficientemente profonda ($h = 15$ m) e atta a drenare e convogliare i residui di percolato all'interno dell'apposita vasca di raccolta ($B = 4,80$ m, $L = 4,80$ m, $H = 5$ m). La paratia drenante, in definitiva, consentirà di raccogliere ed allontanare i residui di contaminazione presenti nella falda effimera rilevata dalle indagini svolte secondo il Piano della Caratterizzazione.

In tre punti della paratia drenante è prevista l'installazione di una tubazione in PEAD del diametro di 300 mm, avente funzione di adduzione del percolato in corrispondenza dei tre pozzi di captazione, appositamente realizzati ex-novo, all'interno dei quali saranno installate le pompe sommerse che rilanceranno il percolato all'interno del pozzetto di convogliamento, dal quale a gravità il percolato arriverà alla vasca di raccolta tramite una condotta di adduzione percolato avente diametro Φ 150 mm.

La paratia drenante consentirà di convogliare i residui di percolato all'interno di una vasca a tenuta interrata in c.a., completamente impermeabilizzata da argilla compatta a bassa impermeabilità.

Tale vasca di raccolta del percolato, sarà realizzata in c.a. gettato in opera: in particolare il calcestruzzo sarà di classe non inferiore a C28/35 con armature del tipo B450C controllato in stabilimento. Al fine di garantire la tenuta della vasca si provvederà alla sua completa impermeabilizzazione del fondo e delle pareti laterali interne mediante geomembrana saldata di adeguato spessore.

La vasca sarà dotata di un sistema a galleggiante per indicare il livello massimo del percolato accumulato, in questo modo esso verrà periodicamente prelevato da un'autobotte che provvederà al suo smaltimento presso impianti di trattamento autorizzati.

Si provvederà all'installazione di n.3 elettropompe sommergibili, una per ogni pozzo di captazione, al fine di agevolare le attività di svuotamento della stessa. Tale elettropompa sarà

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

alimentata da un apposito gruppo elettrogeno trifase con sistema di raffreddamento ad aria (servizio continuo 9 kVA, servizio emergenza 10 kVA).

Per le operazioni di manutenzione della vasca sono predisposti scalini in ferro per consentirne l'accessibilità.

Per maggiori ragguagli in ordine alla disposizione di tali barriere si rimanda alla TAVOLA G 11 REV01 - Rete di captazione percolato allegate alla presente.

4.2.6 RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Al fine di garantire una corretta regimentazione delle acque meteoriche superficiali dirette ed indirette interessanti il corpo della discarica è stata prevista la realizzazione di due fossi di guardia di lunghezza 109 m e 65 m ($B=0.60\text{m}$ $H=0.60\text{m}$ e $s=0.10\text{m}$) a monte idrogeologico del corpo della discarica e di una rete di canalette in c.a. interna all'area di intervento, sovrastanti la paratia drenante a pali secanti (lunghezza totale 760 m) e superiormente al capping (lunghezza totale 961 m), deputate alla raccolta ed all'allontanamento delle acque meteoriche di ruscellamento.

In risposta al punto 14 del parere ARPAC, è stata effettuata una riconfigurazione delle canalette di raccolta delle acque meteoriche, al fine di disporle il più possibile ortogonalmente alla linea di massima pendenza. Inoltre si precisa che le canalette di raccolta delle acque meteoriche saranno tutte convogliate in un unico punto di recapito nel recettore naturale, come indicato in G4 REV01 - Planimetria generale di progetto.

In particolare, la sistemazione finale del sito è stata progettata in coerenza con l'attuale conformazione morfologica del versante, al fine di non alterare e di armonizzare l'intervento col contesto ambientale esistente.

Al fine di consentire una corretta regimentazione delle acque e di preservare gli interventi a farsi, si prevede la realizzazione di fossi di guardia a sezione rettangolare in c.a. deputati ad intercettare e convogliare le acque di pioggia provenienti dai versanti limitrofi ed esterni al corpo della discarica.

Per quanto concerne invece la regimentazione delle acque meteoriche scolanti all'interno dell'area di capping, è stata prevista la realizzazione, lungo tutto il perimetro dell'area oggetto di intervento, di canalette di raccolta, all'interno delle quali recapiteranno, per mezzo delle opportune pendenze conferite ai pendii, le acque di ruscellamento. Le misure delle canalette di raccolta vengono articolate con riferimento a tre blocchi:

- Fossi di guardia (174 m);

- Zona paratie (760 m);
- Area capping (961 m).

Tutte le acque meteoriche saranno convogliate nel torrente che costituirà il recapito finale.

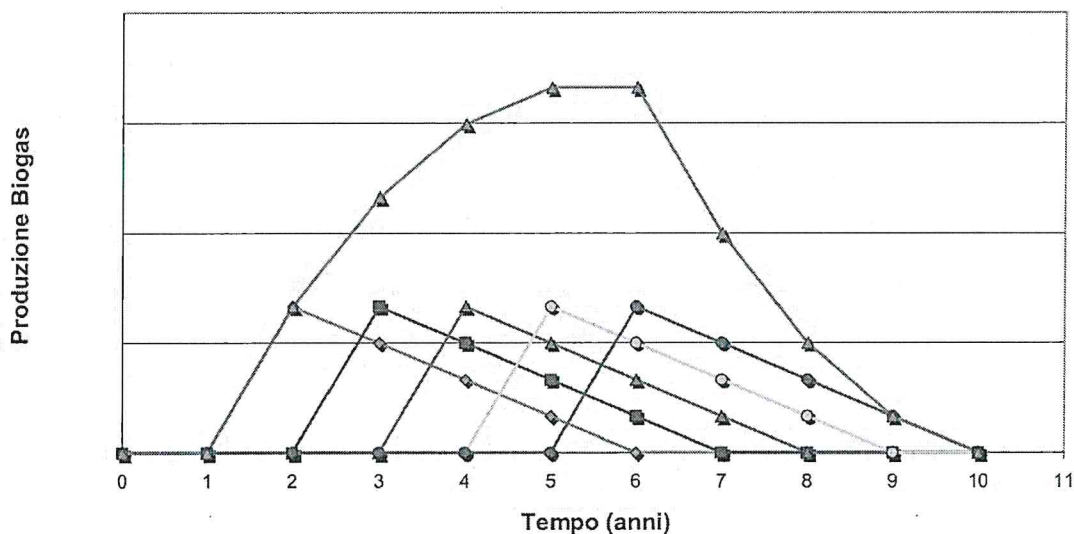
In risposta al punto 23 del parere ARPAC, si rimanda alla relazione R6 Rev 01 – piano di sorveglianza e controllo (gestione post operativa) e piano di manutenzione.

4.2.7 PRODUZIONE DI BIOGAS

La norma prevede che le discariche che accettano rifiuti biodegradabili devono essere dotate di impianti per l'estrazione dei gas che garantiscano la massima efficienza di captazione e il conseguente utilizzo energetico.

Ciò premesso, è opportuno precisare che la produzione di biogas è strettamente legata alla tipologia di sostanza organica abbancata, infatti, a seconda della frazione merceologica considerata, la produzione di biogas avviene in periodi di tempo più o meno lunghi. Ad esempio, se si considera la sostanza organica rapidamente biodegradabile (SORB), si può ipotizzare che la produzione media di biogas abbia una durata di cinque anni, con un periodo di latenza di un anno dal conferimento e crescita lineare durante tutto il secondo anno (alla fine del quale si registra il picco di produzione) dalla deposizione dei rifiuti ed andamento lineare decrescente dal secondo al sesto anno, così come rappresentato nella seguente figura:

PRODUZIONE BIOGAS DA SORB

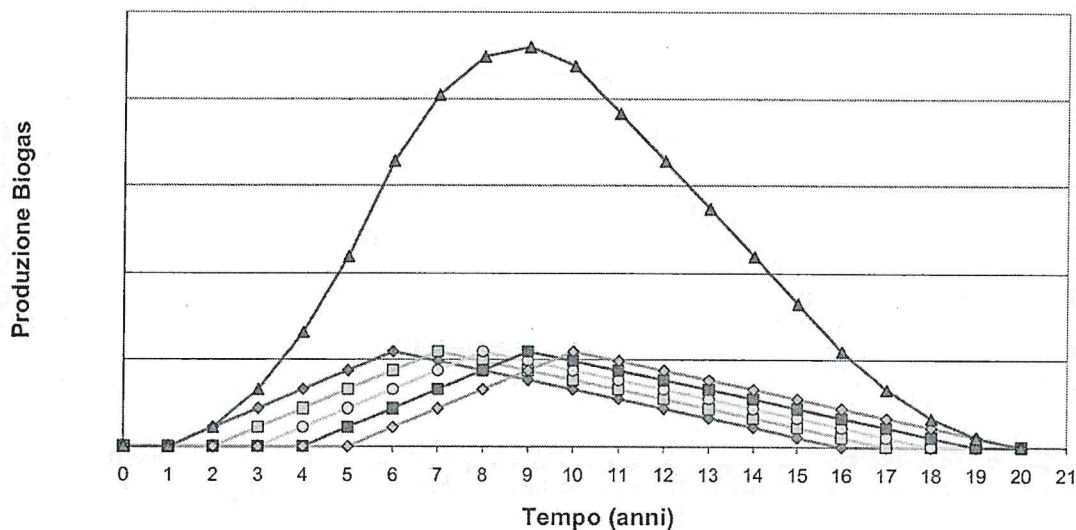


Se invece si esamina la sostanza organica lentamente biodegradabile (SOLB), si considera che la produzione di biogas sia di gran lunga più duratura, circa sedici anni, con andamento lineare crescente dall'inizio del secondo alla fine del sesto anno (nel quale si registra il picco

RTP 3progetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

di produzione) dalla deposizione dei rifiuti ed andamento lineare decrescente dal sesto al sedicesimo anno, così come rappresentato nella seguente figura:

PRODUZIONE BIOGAS DA SOLB



Si può affermare che ad oggi la produzione di biogas è assolutamente trascurabile ragion per cui **non risulta necessario né realizzare impianti per l'estrazione, la captazione ed il recupero energetico del biogas** in quanto la relativa produzione è da ritenersi quasi esaurita.

In risposta al punto 8 del parere ARPAC, si precisa che il sito è stato oggetto di conferimento di rifiuti solidi urbani fino alla metà degli anni '90.

Tale dato, che in precedenza era stata trascurato, consente di poter affermare, a detta degli scriventi, che la produzione di biogas può ritenersi esaurita, anche per la frazione più lentamente biodegradabile (SOLB), essendo trascorso un lasso di tempo superiore ai sedici anni, arco temporale massimo stimato da letteratura.

4.2.8 REALIZZAZIONE DEL CAPPING

Al fine di isolare definitivamente i rifiuti dalle matrici ambientali circostanti, si procederà alla realizzazione del "Capping", il quale risulta necessario per:

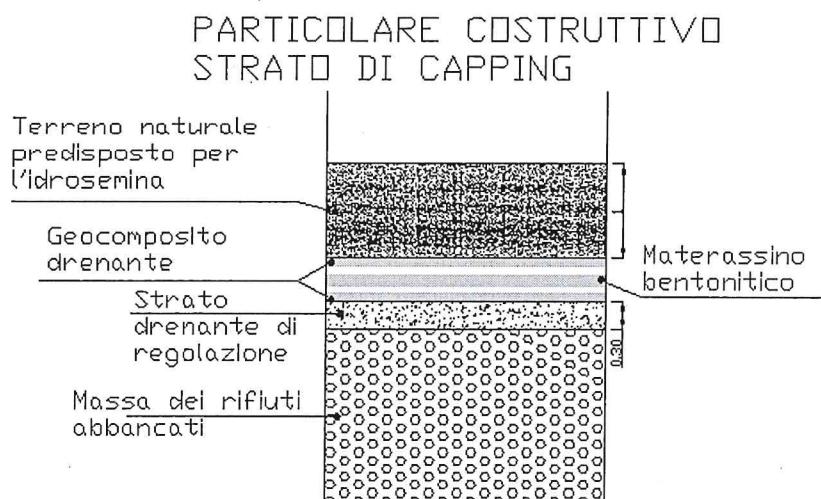
- prevenire l'infiltrazione verticale di acqua di precipitazione nel materiale di rifiuto e minimizzare di conseguenza, la formazione di percolato; l'eliminazione delle infiltrazioni di acque meteoriche servirà altresì a ridurre, se non ad eliminare del tutto, le pressioni interstiziali all'interno del corpo dei rifiuti;
- creare uno strato superficiale in grado di supportare una copertura vegetale necessaria per il successivo ripristino ambientale del sito.

La normativa vigente (D.Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003) indica che la copertura deve essere realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, almeno dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1,00 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e consenta di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. strato drenante con spessore maggiore o uguale a 0.5 m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai successivi punti 3) e 4);
3. strato minerale superiore compattato di spessore maggiore o uguale a 0.5 m e di bassa conducibilità idraulica;
4. strato di regolarizzazione per la corretta messa in opera degli elementi superiori e costituito da materiale drenante.

Nel caso in esame, al fine di ottimizzare la composizione del capping, nell'ottica della limitazione degli spessori dello stesso e per non appesantire eccessivamente il versante, coerentemente con i dettami imposti dalla normativa vigente si prevede di realizzare un **CAPPING** costituito dal basso verso l'alto, dai seguenti strati:

- 1) strato drenante (sp. 0,30 m)
- 2) geocomposito drenante (sp. v. specifiche tecniche)
- 3) materassino bentonitico (sp. v. specifiche tecniche)
- 4) geocomposito drenante (sp. v. specifiche tecniche)
- 5) terreno vegetale (sp. 1,00 m).



± STRATO DRENANTE DI REGOLAZIONE

Dopo la livellazione e la risagomatura della massa dei rifiuti, si procederà alla stesa dello strato di pietrame calcareo di pezzatura 4÷7 cm al fine di consentire una corretta posa in opera degli strati superiori.

± GEOCOMPOSITO DRENO/PROTETTIVO

Gli "**strati drenanti**" (in sostituzione degli strati n° 2 e 4) saranno costituiti da un geocomposito avente funzione di filtrazione delle acque e per le applicazioni tecniche previste dalle Norme EN 13249, EN 13250, EN 13251, EN 13252, EN 13253, EN 13254, EN 13255, EN 13257, EN 13265.

Al fine di evitare l'intasamento dello strato di pietrame sottostante è prevista quindi la posa in opera di un geocomposito drenante (GCO) costituito da una geostuoia tridimensionale in polipropilene (GMA) accoppiata a due geotessili filtranti in polipropilene (GTX), per la filtrazione e il drenaggio.

Per quanto riguarda le prestazioni del geocomposito, i valori di seguito indicati sono da considerarsi come valori medi e, in ottemperanza a quanto previsto dalla normativa sulla marcatura CE, dovrà essere disponibile la certificazione di conformità del materiale redatta da un Ente certificatore esterno autorizzato, e da sottoporre alla D.L.

Il geocomposito dovrà avere: Massa areica (EN ISO 9864): 700 g/mq; Spessore sotto 2 kPa (EN ISO 9863): 8.0 mm; Resistenza a trazione MD (EN ISO 10319): 12.0 kN/m; Resistenza a trazione CMD (EN ISO 10319): 12.0 kN/m; Capacità drenante nel piano (EN ISO 12958 contatto R/M), in base alle condizioni progettuali: con $i=1.0$: 2.10 l/s*m (20 kPa), 1.75 l/s*m (50 kPa), 1.35 l/s*m (100 kPa), 0.15 l/s*m (200 kPa) con $i=0.1$: 0.55 l/s*m (20 kPa), 0.45

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

l/s*m (50 kPa), 0.40 l/s*m (100 kPa), 0.03 l/s*m (200 kPa) con $i=0.03$: 0.33 l/s*m (20 kPa), 0.27 l/s*m (50 kPa), 0.23 l/s*m (100 kPa), 0.01 l/s*m (200 kPa). Il geotessile (GTX) dovrà avere: Massa areica (EN ISO 9864): 100 g/mq; Spessore sotto 2 kPa (EN ISO 9863): 0.6 mm; Resistenza al punzonamento statico CBR (EN ISO 12236): 1.0 kN; Diametro del foro alla prova di punzonamento dinamico (EN ISO 13433): 38 mm; Diametro di filtrazione O90 (EN ISO 12956): 95 μ m; Permeabilità normale al piano (EN ISO 11058): 100 l/s*m.

Il materiale dovrà essere prodotto e distribuito da aziende operanti secondo gli standard della certificazione ISO 9001.

⚡ GEOCOMPOSITO BENTONITICO

La “*guaina impermeabile*” (in sostituzione dello strato n° 3) sarà costituita da un materassino bentonitico avente le caratteristiche minime tecniche accanto indicate:

PROPRIETÀ	METODO DI PROVA	VALORE MEDIO
Dimensioni Standard		
Spessore		B. U. n. 111 0,7 ÷ 1,0 cm
Dim. rotolo		4,70 x 30 m
Massa Totale	D.I.N. 53854	5.210 gr/mq
Strato di tessuto	ASTM D 3776	110 gr/mq
Strato di non tessuto	ASTM D 3776	220 gr/mq
Caratteristiche della bentonite		
montmorillonite		> 70 % in peso
acqua contenuta		> 600 %
Contenuto di umidità		< 15 %
pressione di rigonfiamento		> 100 K Pa
Coefficiente di permeabilità K	D.I.N.18130	< 16 x 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	
<u>tessuto: dir. produzione</u>		
carico		6 KN/m
allungamento		8 %
<u>dir. trasversale</u>		
carico		6 KN/m
allungamento		8 %
Resistenza allo spellamento	ASTM D 413	> 30/10 cm
<u>non tessuto: dir. produzione</u>		
carico		2.4 KN/m
allungamento		128%
<u>dir. trasversale</u>		
carico		3.3 KN/m
allungamento		114 %

Il D.Lgs. n. 36 del 13 gennaio 2003 prevede, quale elemento impermeabilizzante, la messa in opera di uno strato minerale compattato dello spessore $\geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $\geq 10^{-8}$ m/s o di caratteristiche equivalenti.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

In tal senso l'equivalenza è da intendersi come prodotto tra lo spessore dello strato impermeabile e la permeabilità dello strato stesso.

Sostituendo, come detto, allo strato minerale con trasmissività T_1 , valutata con la relazione:

$$T_1 = K \cdot s = 10^{-8} \cdot 0,5 = 5 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s} \quad (\text{strato minerale di spessore } 0,50 \text{ m})$$

il materassino bentonitico con trasmissività T_2 pari a:

$$T_2 = K \cdot s = 16 \cdot 10^{-11} \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s} \quad (\text{materassino di spessore } 0,7 \text{ cm})$$

si ottiene $T_2 < T_1$, a conferma dell'equivalenza della "sostituzione" prevista nel presente progetto.

Con il termine di geocompositi bentonitici (GCL – Geosynthetic Clay Liners) sono definiti dei prodotti costituiti da un sottile strato di argilla (bentonite sodica) racchiuso tra 2 geotessili o incollato ad una geomembrana sintetica.

Nel caso in esame si è optato per una geomembrana composita bentonitica, ottenuta per accoppiamento a sandwich di tre strati. Lo strato superiore sarà costituito da un tessuto non tessuto agugliato del peso di 220 g/mq e saturato sino a superficie e per tutto il suo sviluppo con bentonite sodica naturale per un quantitativo di 800 g/mq. Lo strato centrale impermeabilizzante, costituito da bentonite sodica naturale per una quantità pari a 4200 g/mq, avrà un contenuto di montmorillonite minimo del 90% (Metodo XRD), un grado di umidità inferiore od uguale al 10% (DIN 18121, 5h a 105°C), un rigonfiamento minimo di 24 ml (ASTM-D-5890, 2 g /100 ml / 24h) ed un limite di liquidità uguale o superiore al 600%. Lo strato inferiore sarà costituito da un geotessile tessuto da 110 g/mq. Il collegamento meccanico tra gli strati sarà realizzato mediante un processo di interaguliatura meccanica (Brevetto Naue n°278419), il quale distribuirà uniformemente su tutta la superficie del geocomposito, circa 2.500.000 di fibre/ mq, passanti dallo strato superiore a quello inferiore, dove infine verranno ancorate. Il geocomposito bentonitico così realizzato, dovrà presentare un coefficiente di permeabilità $k < 2 \cdot 10^{-11} \text{ m/s}$ (DIN 18130 – ASTM-D-5887) e dovrà possedere i seguenti requisiti fisico-meccanici:

- spessore a secco: 6 mm (EN ISO 9863-1)
- resistenza allo spellamento: $> 60 \text{ N/10 cm}$ (DIN EN ISO 10319)
- resistenza al punzonamento: 1800 N (DIN EN ISO 12236)
- resistenza a trazione longitudinale: 12 kN/m (DIN EN ISO 10319)

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- allungamento a rottura longitudinale: 10 % (DIN EN ISO 10319)
- resistenza a trazione trasversale: 12 kN/m (DIN EN ISO 10319)
- allungamento a rottura trasversale: 5 % (DIN EN ISO 10319)

Il substrato di posa, adeguatamente compattato deve essere privo di materiali come elementi lapidei, detriti, radici o altro, potenzialmente dannosi per l'integrità dei teli in GCL.

Durante la posa deve essere verificata, tramite sopralluoghi in sito, la sovrapposizione tra teli adiacenti che non deve essere inferiore a 20 cm e la disposizione degli stessi, la quale deve essere parallela alle linee di massima pendenza. È opportuno, in fase esecutiva, il prelievo da parte della DDLL di alcuni campioni di geocomposito bentonitico, almeno uno ogni 10.000 m², al fine di verificarne la rispondenza alle specifiche tecniche; i parametri da valutare con maggiore attenzione sono i seguenti:

- massa areica (prEN 14196; ASTM D 5261; UNI EN 965)
- spessore (EN 964 – 1)
- coefficiente di permeabilità o indice di flusso (ASTM D 5887; D5084)

In corrispondenza delle giunture tra teli adiacenti, deve essere verificata la sigillatura in bentonite sodica granulare (generalmente dello stesso tipo di quella utilizzata per la costruzione del geocomposito e fornita dallo stesso produttore). Per un controllo delle sue caratteristiche in punti singolari della copertura, si suggerisce di prelevare alcuni campioni da sottoporre in laboratorio alle seguenti prove:

- limiti di Atterberg (ASTM D4318 – UNI 10014);
- indice di rigonfiamento (ASTM D5890);
- coefficiente di permeabilità (ASTM D5084)

I risultati ottenuti devono essere compatibili con le specifiche tecniche fornite dal produttore.

STRATO DI TERRENO VEGETALE

A completamento dell'intervento di *ricopertura multistrato* si procederà alla posa in opera di uno strato di terreno vegetale avente spessore di circa 100 cm.

Al termine della stesa del terreno vegetale si otterrà un pendio con una pendenza media del 3÷10 % con scarpate di raccordo aventi pendenze massime del 45%.

Le operazioni di posa saranno condotte in modo da far procedere i macchinari sempre al di sopra del terreno riportato.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

Per evitare il fenomeno del dilavamento e dell'erosione superficiale, oltre che per rendere esteticamente gradevole l'ambiente, si procederà all'inerbimento della superficie, mediante seminagione di specie arboree autoctone.

L'inerbimento ha una triplice funzione:

- 1) Stabilizzare il terreno attraverso l'azione consolidante degli apparati radicali;
- 2) Proteggere il terreno dall'erosione superficiale dovuta all'azione battente delle precipitazioni e dal ruscellamento superficiale;
- 3) Ricostruire la vegetazione e le condizioni di fertilità;

Al fine di agevolare la rivegetazione sui pendii saranno posizionate geostuoie grimpanti (GMA) in polipropilene accoppiata ad una geogriglia tessuta (GGR) in poliestere ad alto modulo, per il controllo dell'erosione. Il geocomposito dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche: Massa areica (EN ISO 9864): 740 g/mq; Spessore sotto 2 kPa (EN ISO 9863): 17.0 mm; Resistenza a trazione MD (EN ISO 10319): 80.0 kN/m; Resistenza a trazione CMD (EN ISO 10319): 20.0 kN/m; Deformazione a rottura MD (EN ISO 10319): 12.0%; Deformazione a rottura CMD (EN ISO 10319): 12.0%.

Infine, l'inerbimento avverrà con la semina idraulica (idrosemina) con attrezzatura a pressione attraverso una miscela composta da acqua, miscuglio di sementi idonee, concime, collanti, prodotti fitoormonici, e sostanze miglioratrici del terreno, il tutto distribuito in un'unica soluzione con speciali macchine irroratrici a forte pressione (idroseminatrici).

4.3 SISTEMAZIONE TORRENTE LENTA

Il torrente Lenta, lambisce il versante nord-est della discarica. L'azione erosiva delle acque di ruscellamento, soprattutto nei mesi di piena, ha già provocato piccoli fenomeni di dissesto del versante. L'intervento di messa in sicurezza e consolidamento "interno" progettato per il corpo della discarica, potrebbe essere vanificato dalla stessa azione erosiva delle acque del torrente qualora non si prevedessero interventi di sistemazione del tratto di asta torrentizia (390 ml) che lambisce la discarica.

I luoghi sono caratterizzati da un elevato grado di instabilità geomorfologica per diverse cause, che si estrinsecano attraverso i problemi di dissesto idrogeologico quali l'erosione, le frane, il trasporto solido.

La superficie territoriale del bacino idrografico è di circa 0,9 km²;

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

Al fine di ridurre l'impatto ambientale il progetto verrà realizzato con particolare attenzione alle prestazioni ambientali e la riduzione degli impatti ambientali.

Si precisa, inoltre, che saranno acquisiti tutti i pareri, autorizzazioni ed atti di assenso occorrenti per l'esecuzione delle opere progettate.

Gli interventi previsti mirano a ridurre le infiltrazioni idriche e i fenomeni di erosione in maniera da ottenere un contenimento delle pressioni neutre, tendono a conferire al versante un nuovo profilo di equilibrio, senza rotture di pendenza anomale che favoriscono non solo l'erosione ma anche un cospicuo trasporto solido, e a preservare il versante dall'erosione in modo da favorire la rigenerazione della vegetazione al fine di ripristinare le condizioni generali di equilibrio attraverso processi di rinaturalizzazione.

Inoltre, dato che la difesa del suolo dai fenomeni erosivi è più efficace quando gli impianti di forestazione sono largamente presenti, nelle zone in parola è opportuno aumentare, come estensione, le specie arboree e arbustive presenti, tenendo conto delle qualità fisiche del terreno, delle condizioni climatiche e del pericolo di erosione derivante dalla pendenza dell'area, scegliendo le specie con particolare attitudine biotecniche. Le specie vegetali da impiegare devono offrire una grande capacità di resistenza, una crescita rapida, una copertura diffusa, una radicazione forte ed una elevata rusticità per cui sono state previste essenze erbacee e arboree appartenenti a genere già presenti nell'area in esame.

In particolare gli interventi di sistemazione consistono nella:

- realizzazione di n° 12 briglie in gabbioni di pietrame;
- rivestimento al piede di ciascuna briglia di materassini tipo "Reno";
- realizzazione di gabbionate rinverdite in destra e sinistra orografica;
- messa a dimora di arbusti autoctoni.

Tali opere saranno realizzate mediante sistemazioni idrauliche per mezzo di interventi di ingegneria naturalistica.

Nelle sistemazioni fluviali le tecniche utilizzate contribuiranno notevolmente alla risoluzione di innumerevoli problemi sia per quanto riguarda le opere di difesa, sia per ciò che attiene al controllo dell'equilibrio idraulico del corso d'acqua.

I moderni criteri di progettazione ambientale impongono l'utilizzo di tecniche, non solo rispettose dell'ambiente, ma anche, se possibile, tendenti alla valorizzazione dell'ecosistema fluviale inteso nella sua accezione più ampia, evitando di rivestire gli alvei o sponde fluviali in

calcestruzzo, eseguire tombamenti, rettificare e modificare i naturali tracciati dei corsi d'acqua, o eliminare la vegetazione arbustiva e arborea.

- Per la rinaturalizzazione dell'area è stata prevista la fornitura e **messa a dimora di specie arbustive autoctone** in base ai dettami dello studio vegetazionale.
- Riguardo le **briglie** verranno realizzate in senso trasversale al corso d'acqua, costituite da sbarramenti posti a conveniente distanza fra loro.

Dette opere determinano una riduzione della pendenza originaria degli alvei e, quindi, una minore capacità di erosione delle acque, accentuata dalla dissipazione di una parte dell'energia nel salto creato dalla briglia stessa.

La trattenuta del materiale solido nel volume di invaso a monte della briglia impedisce fenomeni localizzati di erosione delle sponde ricoprendole e ostacolando la tendenza al franamento delle stesse. Si ottiene quindi un duplice effetto: di stabilizzazione dell'alveo e di consolidazione dei versanti.

- Posizionati ai piedi delle briglie verranno realizzati i **materassini "Reno"** o equivalenti. Si tratta di una struttura di grande dimensione e piccolo spessore (30 cm) realizzata con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale con caratteristiche meccaniche superiori a quanto previsto dalle UNI-EN 10223-3, certificati in conformità alle "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" emesse dal Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale (Prodotto certificato n.226/001).

Questi elementi vengono adottati principalmente per la protezione di argini e rilevati ed hanno "sostanziale valenza strutturale" in funzione dell'alto rischio di collasso delle opere in terra protette e, come tali, devono presentare i requisiti specificatamente richiesti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 Settembre 2005 e successive modificazioni.

I Materassi Reno sono riempiti in cantiere con pietre per creare una struttura flessibile, permeabile e monolitica per i rivestimenti spondali di fiumi e di canali.

Il filo utilizzato nella produzione dei Materassi Reno (a basso tenore di carbonio) può essere rivestito con forte zincatura, con Galfan (lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) - cerio-lantanio) e con uno strato aggiuntivo di materiale plastico, in modo da evitare ogni rischio di corrosione. Al fine di irrobustire la struttura, tutti i bordi sono rinforzati

con un filo avente un diametro maggiore. I Materassi Reno sono divisi in celle uniformi mediante diaframature interne posizionate ad interasse di 1m.

- Saranno inoltre realizzate lungo i versanti dell'asta torrentizia delle **gabbionate rinverdite**, così disposte:
 - Nel lato sinistra orografica dell'asta torrentizia tra picch. P1-P18 per 342 ml ad un'unica fila;
 - Nel lato destra orografica dell'asta torrentizia tra picch. P1-P13 per 284 ml a due file;
 - Nel lato destra orografica dell'asta torrentizia tra picch. P13-P15 per 32 ml e P16-P17 per 13 ml, entrambe ad una fila;

Prestazioni ambientali e riduzione dell'impatto ambientale

Tra i diversi sistemi utilizzati, quello risultato più adatto alla risoluzione della problematica presentata e a più basso impatto ambientale è risultato la tecnica della gabbionata rinverditata, particolarmente indicata per le opere longitudinali e trasversali che utilizzano massi di cava e/o reperiti in alveo. Essa consiste nella formazione di gabbionate rinverdite con inserimento di talee di rivestimento e difesa di scarpate spondali.

Tali strutture, inoltre, permettono un adeguato moto di filtrazione per lo scambio delle falde freatiche laterali, indispensabile per la vita dei terreni circostanti e per la naturale depurazione biologica delle acque che altrimenti correrebbero il rischio di diventare solo veicolo di materiale inquinante.

È stata ovviamente prevista la messa a dimora di talee che consiste nell'infissione nel terreno o nelle fessure tra massi di talee legnose e/o ramaglie di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa, così come indicato anche in alcuni particolari costruttivi. Tale tecnica contribuisce alla stabilizzazione di superfici in erosione, quali scarpate a pendenza limitata, sponde fluviale e lacustri, aree in erosione.

La messa a dimora di talee nel nostro caso specifico trova vasta applicabilità perché particolarmente indicata in ambito di regimi torrentizi con correnti e trasporto solido particolarmente elevati. Da sottolineare che tale tecnica va sempre associata ad altre, così come previsto nelle opere in oggetto, a causa del prolungato periodo di tempo occorrente per raggiungere un adeguato apparato radicale.

I principi generali, quindi, per la corretta realizzazione delle opere a farsi, lungo i corsi d'acqua di cui si è tenuto conto sono i seguenti:

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- aumentare le aree di pertinenza fluviale;
- salvaguardare le unità di paesaggio interessate dal corso d'acqua;
- rispettare il più possibile la geomorfologia fluviale indisturbata;
- consentire il divagamento d'alveo laddove possibile;
- regolarizzare, se effettivamente necessario, la pendenza di fondo;
- assicurare la continuità degli scambi biologici tra le varie aste fluviali elementari;
- garantire la continuità del corridoio ecologico costituito dalla vegetazione ripariale.

Volumi di Sterro, Riporto ed Eccedenze

Riguardo a quanto indicato nel D.P.R. 14.4.1993 si precisa che non è prevista asportazione di materiale in quanto la risistemazione dell'alveo prevede:

- 1 una correzione della pendenza, pendenza di compensazione, da realizzare con la messa in opera di 12 briglie in pietrame;
- 2 sistemazione lungo i versanti del torrente, per mezzo di realizzazione di gabbionate.

Con la nuova pendenza di compensazione da realizzare e la sistemazione dei versanti è necessario l'apporto di materiale stimato in 1.729,00+624,80+246,00 per un totale di mc. 2.599,80.

Il materiale proverrà dallo scavo per eseguire i gabbioni, in particolare dallo scavo per la realizzazione delle fondazioni, le briglie e la realizzazione dei relativi materassini.

In effetti i volumi di scavo provenienti da questa lavorazione verranno utilizzati per:

- la profilatura delle pareti;
- la sistemazione a tergo delle gabbionate e per rilevato.

Gli eventuali e ridotti volumi eccedenti provenienti dalla medesima lavorazione verranno trattati per il solo 10 % che verrà impiegata per la regolarizzazione dell'alveo e dei pendii.

Ai fini dello svincolo idrogeologico è da precisare che l'asta fluviale "Lenta" a carattere torrentizio, non fa parte delle aree protette della direttiva di Natura 2000.

Inoltre, da un punto di vista ecologico, nella protezione della rete fluviale la priorità dovrebbe essere data alla conservazione della parte inferiore dei corsi d'acqua.

La protezione delle parti alte e medie, dove del resto ci troviamo ad operare con le opere in progetto, può essere meno restrittiva, ma la protezione della parte inferiore richiede comunque misure atte a garantire una buona qualità delle acque e una buona funzionalità a livello dell'intero bacino.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

Non a caso si utilizzano interventi a basso impatto ambientale e non inquinanti.

E' pur vero, comunque, che durante l'esecuzione delle opere in progetto sarà posta particolare attenzione a non creare, e magari eliminare, gli ostacoli per la rinaturalizzazione e operare interventi di rigenerazione atti a favorire i naturali processi di ricolonizzazione di piante e animali.

Nella redazione del presente progetto il dimensionamento delle opere è stato effettuato tenendo conto di quanto previsto nell'Allegato 1 "Indirizzi tecnici per la redazione di studi e verifiche idrauliche" delle Norme di attuazione allegate al Progetto di Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico del bacino del fiume Liri -Garigliano-Volturno.

Si precisa inoltre che i lavori di movimento terra si svolgeranno sotto il controllo di personale tecnico-scientifico dell'Ufficio Archeologico di Benevento e comunque in stretta conformità al progetto presentato.

Formazioni riparie - vegetazione fluviale

In questo tipo di formazioni si possono far rientrare sia le genesi arboree costituite in prevalenza da pioppi, salici, vetrici ed altre specie moderatamente igrofile, sia quelle a prevalenza di arbusti o quelle erbacee.

Esse costituiscono un elemento essenziale per il paesaggio attuale, ed hanno una funzione ecologica fondamentale per l'equilibrio e la stabilità dei corsi d'acqua stessi.

Le specie più frequenti sono i pioppi bianco e nero (*Populus alba* e *Il Populus nigra*) ed i salici bianchi e salicone (rispettivamente *Salix alba* e *Il Salix caprea*), ai quali si aggiungono numerosi alberi ed arbusti igrofili come l'orniello, il vetrice ed altri salici a portamento arbustivo (*Salix eleagnus*).

La flora arborea è caratterizzata da una diversità biologica che dipende dai pendii e dalla loro ubicazione se vicini o lontani dai corsi d'acqua. Vicini a questi ultimi si trovano soprattutto i generi *Salix*, *Populus* e *Sambucus*, che prediligono terreni umidi e tendenzialmente sciolti tipici delle zone spondali di fiumi e torrenti; allontanandosi dai corsi d'acqua prendono il sopravvento le popolazioni di *Quercus* sp. quali la quercia pubescente, la roverella ed il cerro, il genere *Alnus*, *Acer*, *Fraxinus*, *Sorbus*, *Ailantus*, e soprattutto specie non autoctone quali *Robinia* (*pseudoacacia*) molto diffusa nei versanti soleggiati, nonché varie altre specie tra cui *Abies*, *Cedrus* e *Cupressus*.

Stabilità delle Pendici

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

L'esame dello stato dei luoghi ha evidenziato e fatto constatare l'esistenza di problematiche legate alla regimazione delle acque, con conseguente instabilità dell'area del bacino.

Da sopralluogo effettuato sono emersi i seguenti aspetti:

- a) una cattiva regimazione delle acque ha portato alla formazione di accumuli di materiale alluvionale e ad un insediamento eccessivo della vegetazione in alveo;
- b) Percorrendo il vallone da valle verso monte si è constatato come nell'alveo la sezione idraulica si stia sempre più riducendo per l'accumulo di materiale proveniente dalle aree spondali;
- c) la cattiva regimazione delle acque sta avendo come effetto l'instabilità delle aree adiacenti.

L'intervento in sintesi persegue l'obiettivo del miglioramento del quadro globale dell'area in questione nel rispetto dei valori paesaggistici dell'ambiente e mirano a diminuire le situazioni a rischio lungo l'asta torrentizia e conseguentemente a mettere in sicurezza la bonifica della discarica ubicata in prossimità dell'area di intervento.

Gli interventi proposti basati sui principi dell'ingegneria naturalistica, minimizzano le opere di manutenzione ordinaria e di intervento straordinario.

Previsione di Spesa: Asta torrentizia LENTA

L'esecuzione delle suindicate opere, illustrate nei grafici progettuali allegati, comportano una spesa complessiva di 274.477,31 euro articolata secondo l'allegato quadro economico di spesa.

Si precisa, infine, che i prezzi applicati sono stati desunti dal Prezzario:

1. per le opere di Miglioramento Fondiario della Regione CAMPANIA, approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n° 569 del 04.04.2008, pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Campania numero 19 del 12 maggio 2008 ovvero la versione più aggiornata vigente al momento della presentazione dell'istanza di finanziamento;
2. annesso all'allegato tecnico del "Regolamento per l'attuazione degli interventi di ingegneria naturalistica nel territorio della Regione Campania" emanato con Decreto del Presidente della Giunta Regionale n° 574 del 22 luglio 2002.
3. dal Prezzario dei Lavori Pubblici della Regione CAMPANIA, approvato con Delibera di Giunta Regionale n° 25 del 29 gennaio 2013, pubblicato sul B.U.R.C. numero 9 del 06 febbraio 2013 e integrato con Delibera di Giunta Regionale n° 234 del 19 luglio 2013 pubblicata sul B.U.R.C. numero 39 del 22 luglio 2013.

4.4 ACCESSIBILITÀ DEL SITO

Si accede al sito mediante una traversa della strada provinciale SP 8 presente sul lato Nord della discarica. L'area dell'ex discarica sarà recintata con rete metallica a maglia romboidale rivestita in materiale plastico di colore verde, mentre la strada di accesso sarà sbarrata da un cancello metallico.

L'area, sarà attrezzata con pista di servizio che permetterà di raggiungere i fossi di guardia posti sulla parte alta della discarica per la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto.

La pista sarà realizzata mediante una struttura di fondazione in misto di cava dello spessore di circa 25 cm sovrastata da uno spessore di 5 cm di ghiaietto che fungerà da piano viabile.

La lunghezza complessiva della pista, a partire dal cancello d'ingresso, è di circa 156 m con pendenze longitudinali comprese tra il 5% e il 20%. La sede stradale avrà una larghezza di 3,50 m e sarà configurata a schiena d'asino con doppia pendenza trasversale con valori dell'ordine del 2.5%.

4.4.1 UFFICIO - WC - DEPOSITO ATTREZZI

All'interno dell'area, in prossimità dell'accesso al sito di discarica, è stato previsto un monoblocco prefabbricato destinato a ufficio, wc e deposito attrezzi per il presidio dell'area. La struttura poggerà su un basamento in c.a.. Le sue dimensioni planimetriche sono di 5.00 m x 4.50 m ed avrà un'altezza netta interna variabile da 2.40 m a 3.20 m.

L'alimentazione elettrica sarà garantita da un impianto fotovoltaico con pannelli ubicati sul tetto del fabbricato. L'approvvigionamento idrico di acqua potabile da utilizzarsi per uso sanitario, invece, avverrà da una cisterna di accumulo di circa 10 m³ dotata di autoclave posizionata sotto il fabbricato. Lo smaltimento delle acque reflue è previsto mediante vasca Imhoff installata in adiacenza al manufatto in parola.

4.5 ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL'INTERVENTO DI MESSA IN SICUREZZA

Prima dell'inizio dei lavori si dovrà opportunamente segnalare la posizione di tutti i pozzi di monitoraggio presenti nell'area d'intervento in modo tale da evitare qualsiasi danneggiamento durante gli interventi di messa in sicurezza.

Durante l'attività di caratterizzazione dell'area, sono stati eseguiti n. 6 sondaggi meccanici a carotaggio continuo. L'ubicazione di tali punti di prelievo è indicata negli elaborati grafici allegati alla relazione tecnica delle indagini di caratterizzazione del sito. Questi punti di monitoraggio, seguendo le prescrizioni fornite dal D.Lgs 36/2003, sono ritenuti rappresentativi e significativi, anche in relazione all'estensione della discarica e alla direzione della falda.

4.5.1 SIGILLATURA DEI PIEZOMETRI

Prima dell'inizio delle operazioni di messa in sicurezza si dovrà procedere allo smantellamento ed alla sigillatura di tutti i piezometri eventualmente presenti.

Lo scopo di tale intervento è quello di evitare potenziali "veicolazioni" di inquinanti provenienti dall'esecuzione dell'intervento. La sigillatura dovrà essere effettuata con le seguenti modalità:

- rimozione dei chiusini e dei segmenti fuori terra dei tubi in PCV;
- perforazione a distruzione tramite sovracarotaggio utilizzando batteria di perforazione con diametro non inferiore a 200 mm. La perforazione sarà realizzata a secco fino alla profondità di almeno 30 m;
- al termine della perforazione la tubazione di rivestimento, spinta sino a fondo foro, sarà lavata con abbondante acqua pulita sino a completa chiarificazione della acque;
- successivamente sarà inserita sino a fondo foro una tubazione di diametro idoneo (50mm) e sarà iniettata una miscela ternaria di acqua/cemento/bentonite con la composizione di 150 kg di cemento e 40 kg di bentonite ogni 1000 litri di acqua. L'iniezione sarà terminata al raggiungimento della miscela a bocca foro;
- estrazione della batteria di rivestimento;
- ripristino, tramite rabbocco dall'alto, del livello della miscela che, a seguito dell'estrazione della colonna di rivestimento, avrà subito un abbassamento;
- attesa della presa della miscela (circa 2 giorni);

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

- realizzazione di un tappo anulare in calcestruzzo, da circa 0,5 m sino al piano campagna.

In risposta al punto 22 del parere ARPAC, si precisa che tutte le operazioni necessarie allo smantellamento e sigillatura dei piezometri presenti, alla data dell'inizio delle operazioni di bonifica, saranno effettuate previa corretta del rifiuto prodotto e del suo regolare smaltimento, ai sensi della parte IV del D.Lgs 152/06.

4.5.2 CAMPIONAMENTO ANTE OPERAM

Nel corso delle attività preliminari si procederà al campionamento *ante operam* delle acque di falda nei pozzi spia.

Le metodiche di prelievo delle acque di falda saranno conformi a quelle indicate nel DM 471/99 ed il piano analitico sarà finalizzato alla ricerca dei seguenti contaminanti: Azoto nitroso, Ferro, Manganese, Nichel, Piombo, Mercurio, Tetracloroetilene, 1,2 Dicloroetilene, Benzo(g,h,i)perilene, Pirene, Ipa totali, Benzo(a)pirene e Indeno(1,2,3-cd).

4.5.3 INSTALLAZIONE DEL CANTIERE

Per l'allestimento del cantiere l'appaltatore dovrà prevedere l'adeguata preparazione delle aree dedicate ai servizi logistici e delle strutture e servizi necessari a garantire un efficace funzionamento delle attività, in osservanza delle norme di legge applicabili.

Le aree di intervento saranno definite come segue:

- Area sede dell'impianto;
- Area tecnica;
- Area servizi generali.

La prima area sarà interessata direttamente dagli interventi di messa in sicurezza, mentre l'area tecnica sarà dedicata allo stoccaggio dei materiali approvvigionati e dovrà essere restituita all'uso attuale al termine dei lavori.

In funzione della disponibilità di aree libere è necessario prevedere, presso l'area tecnica, una zona di servizi logistici generali per tutto il personale di cantiere (spogliatoi, bagni, etc.).

Il cantiere sarà collocato in prossimità dell'area di accesso alla discarica. In particolare, occuperà un'area attigua all'ingresso dell'impianto e la cui distribuzione planimetrica dovrà essere dettagliatamente riportata quale allegato al Piano di Sicurezza e Coordinamento.

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

L'organizzazione prevede, oltre alle dotazioni normali di cantiere, strutture specifiche per la minimizzazione dell'impatto delle operazioni di scavo sull'ambiente.

Nel seguito si dettagliano le strutture necessarie all'organizzazione delle suddette aree:

- delimitazione delle aree di lavoro con recinzione idonea e segnalazioni di pericolo. La recinzione sarà dotata di un varco principale di accesso all'area, di larghezza idonea a consentire sia il passaggio pedonale che veicolare;
- alimentazione elettrica con quadro elettrico eseguito a norma di legge e nel rispetto delle prescrizioni antinfortunistiche, con predisposizione della rete di terra, eseguita a norma della vigente regolamentazione. Il quadro dovrà servire le seguenti utenze:
 1. spogliatoio/servizi;
 2. illuminazione generale dell'accesso;
 3. utenze volanti (pompe, ecc.);
- gruppo elettrogeno per la fornitura elettrica;
- collegamento ad una cisterna di accumulo per l'approvvigionamento di acqua potabile da utilizzarsi per uso sanitario;
- cisterna della capacità di circa 1.000 litri per l'accumulo dell'acqua necessaria ai servizi igienici;
- spogliatoio per il personale da realizzare a norma delle vigenti disposizioni in materia di igiene;
- box prefabbricato per deposito attrezzature-magazzino materiali;
- estintore carrellato (n°1 da 20 kg per classi di fuoco A, B e C).

L'area lavori dovrà essere recintata e l'accesso dovrà essere consentito al personale la cui presenza nella zona dell'intervento è strettamente necessaria.

4.5.4 VERIFICA DELLA QUALITÀ DELLE MATERIE PRIME

Prima dell'inizio dei lavori saranno fornite tutte le indicazioni sulle caratteristiche fisico-meccaniche delle materie prime utilizzate. Tutti i materiali di fornitura saranno sottoposti a controllo che ne attesterà la rispondenza alle specifiche di progetto.

5 MISURE DI CONTENIMENTO DELL'IMPATTO SULL'AMBIENTE DELLE OPERAZIONI DI MESSA IN SICUREZZA

Nel presente paragrafo vengono indicate le misure da adottarsi per contenere l'impatto sull'ambiente di lavoro coinvolto nelle attività di messa in sicurezza e sull'ambiente circostante il sito di intervento. Si prevedono misure per:

- il contenimento degli odori e delle polveri;
- la captazione delle acque di ruscellamento superficiale.

5.1 CONTENIMENTO DEGLI ODORI E DELLE POLVERI

La tipologia dei rifiuti abbancati nell'area oggetto delle operazioni di scavo, di riconfigurazione e di posa dei materiali per la ricopertura della discarica, potrebbero dar luogo a formazione di polveri.

Ai fini del contenimento delle polveri si distinguono misure da adottare:

1. durante la riconfigurazione dei rifiuti abbancati;
2. durante la posa dei materiali.

In risposta al punto 24 del parere ARPAC si riportano di seguito le misure mitigative adottate:

- Bagnatura periodica della superficie mediante l'utilizzo di sistemi di nebulizzazione all'uopo deputati, al fine di abbattere le dispersioni di polveri nell'area di intervento;
- Copertura delle aree di stoccaggio dei materiali con teli in PVC al fine di evitare le dispersioni di polveri in atmosfera;
- Abbattimento polveri durante le attività di scavi e/o movimentazione di materiali nei periodi particolarmente secchi mediante la nebulizzazione di acqua con il duplice vantaggio di abbattere gli impatti sul comparto atmosferico e di rendere gli ambienti di lavoro più salubri;
- Regolazione della velocità dei mezzi di cantiere che transitano nell'area di lavoro al fine di minimizzare il sollevamento di polveri nell'area in esame;
- Tutti i mezzi di cantiere risponderanno ai limiti di emissione previsti dalle normative vigenti, saranno infatti dotati di sistemi di abbattimento del particolato di cui sarà prevista idonea e frequente manutenzione e verifica dell'efficienza anche attraverso misure dell'opacità dei fumi.

5.2 MISURE DA ADOTTARE DURANTE LA RICONFIGURAZIONE DEI RIFIUTI

Il seguente paragrafo è stato integrato in conformità con quanto richiesto al punto 16 del parere ARPAC.

La movimentazione dei rifiuti, le cui quantità sono descritte a pag. 26 della presente, avverrà successivamente alla fase di realizzazione della nuova area, realizzata ai sensi del D.Lgs 36/03, in conformità così come indicato nell'elaborato R 16_rev 1 - crono programma dei lavori.

I rifiuti scavati saranno stoccati temporaneamente su un'area impermeabilizzata, posizionata all'interno dello stesso cantiere, che fungerà da deposito temporaneo, successivamente raggiunta una quantità congrua per formare un volume idoneo all'abbancamento saranno sistemati e compattati all'interno della nuova area, tale operazione sarà effettuata almeno giornalmente. Inoltre al termine di ogni giornata lavorativa i rifiuti abbancati saranno ricoperti giornalmente da un telone impermeabile opportunamente fissato. L'operazione di abbancamento dei rifiuti con frequenza giornaliera ha il duplice scopo di avere un'area di stoccaggio di ridotte dimensioni e consentire una mitigazione dell'impatto ambientale causato dallo stoccaggio temporaneo dei rifiuti.

La movimentazione dei rifiuti avverrà ponendo cura che il sollevamento di polveri sia minimo. Se necessario si provvederà a realizzare pareti provvisorie nell'area di posizionamento temporaneo (anche di altezza ridotta) per limitare l'azione di erosione del vento e la dispersione delle polveri. Le piste che collegano l'area di scavo a quella di scarico, se non asfaltate, verranno mantenute umide attraverso un adeguato impianto d'irrigazione temporaneo. Le ruote degli automezzi verranno lavate in corrispondenza dell'area appositamente predisposta e i fluidi di risulta delle operazioni di lavaggio verranno periodicamente rimossi e conferiti presso impianti autorizzati.

Successivamente alla fase conclusiva delle operazioni di riconfigurazione del corpo rifiuti, sarà effettuato il collaudo ambientale delle aree di fondo scavo, secondo il piano di campionamento rappresentato nel paragrafo 6.1.

8.4 CONTROLLI POST OPERAM

I controlli post operam consisteranno nel:

- verificare l'efficienza del sistema di drenaggio acque superficiali;
- verificare l'integrità della copertura superficiale e del suo inerbimento.

9 PIANO TEMPORALE E DI GESTIONE DEGLI INTERVENTI

La tempistica prevista per l'attuazione degli interventi di messa in sicurezza è riportata nell'elaborato R.16 REV01 – Cronoprogramma dei lavori.

La previsione di massima per le varie attività è di 24 settimane. Tale previsione non tiene conto di eventuali periodi di fermo del cantiere dovuti ad avverse condizioni atmosferiche o a cause di forza maggiore.

Salerno, Giugno 2015

Il Tecnico

**OGGETTO: INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GENERALE (ELABORATO R.1) IN MERITO
ALLA RICHIESTA INTEGRAZIONI PROT. 2015. 0073693 DEL 03/02/2015 – REGIONE
CAMPANIA – U.O.D. AUTORIZZAZIONI AMBIENTALI E RIFIUTI BENEVENTO**

Il RTP costituito da 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere, Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti) ha redatto la presente relazione al fine di integrare il progetto in oggetto recependo quanto emerso nella C.T.I. che ha esaminato il progetto in oggetto in data 20 gennaio 2015.

Si elencano di seguito le integrazioni richieste con le relative risposte e/o integrazioni.

RICHIESTA N.1 – “La relazione va integrata di una dettagliata analisi comparativa delle diverse tecnologie di intervento applicabili al sito corredata degli obiettivi da raggiungere in termini di costi benefici, concentrazioni residue stimate, tempi di esecuzione ed impatti sull’ambiente circostante. Tanto in esecuzione di quanto previsto dalla circolare n. 51075/2014 della Direzione Generale per l’Ambiente e l’Ecologia della R.C. La scelta progettuale dovrà tener conto sia dell’efficacia dell’intervento sia della sua sostenibilità economica nell’immediato e nel tempo.”

Il progetto definitivo redatto presenta già l’elaborato R.14 – Analisi comparative tecniche di intervento, allo scopo di effettuare una disamina degli interventi di messa in sicurezza e di bonifica.

Il progetto prevede interventi di messa in sicurezza permanente sul corpo dei rifiuti quali:

- sagomatura del corpo della discarica;
- capping;
- sistema di raccolta e rimozione delle acque di superficie;
- **sistema di raccolta e rimozione del percolato.**

Si riportano di seguito le conclusioni della R.14 – Analisi comparative tecniche di intervento, dalle quali si evince che l’intervento proposto risulta applicabile al sito in oggetto e congruo in termini di un’analisi costi benefici di intervento:

“Con gli interventi di messa in sicurezza proposti precedentemente, è possibile evitare che gli inquinanti presenti nei rifiuti finiscano in falda, estirpando alla radice il focolaio di inquinamento (prima tappa) e, soprattutto, senza ricorrere all’iniezione di sostanze

RICHIESTA N.8 – “Schemi dei controlli da attuare nel corso delle attività di bonifica e/o durante l’installazione delle misure di sicurezza.”

Riguardo i controlli da effettuare sulle attività di bonifica, si ritiene necessario redigere un sistema di controllo qualità redatto nella fase successiva di progettazione.

Riguardo le misure di sicurezza da installare, si rimanda al successivo livello di progettazione, in sede di elaborazione del Piano di Sicurezza e Coordinamento delle opere a farsi.

RICHIESTA N.9 – “Piano di gestione dei materiali, suolo, acqua, rifiuti, che saranno prodotti durante le attività di bonifica e ripristino ambientale.”

Riguardo la gestione dei materiali si rimanda all’elaborato R.13 - Piano di utilizzo.

RICHIESTA N.10 – “Integrazione Piano di monitoraggio e controllo post – operam.”

Il Piano di monitoraggio e controllo post – operam è stato redatto nell’ambito dell’elaborato R6 - Piano di sorveglianza e controllo (gestione post - operativa) e piano di manutenzione.

Il piano di monitoraggio in fase post-operativa ha una durata di 3 anni. Si riporta di seguito tabella riassuntiva dei parametri da misurare e relative frequenze da rispettare (in rosso si riportano le integrazioni necessarie):

	PARAMETRO	FREQUENZA MISURE
Percolato	Volume	Semestrale
	Composizione	Semestrale
Acque sotterranee	Livello di falda	Semestrale
	Composizione	Semestrale
Acque di drenaggio superficiali	Composizione	Semestrale
Dati meteorologici	Precipitazioni	Giornaliera
	Temperatura	Giornaliera
	Direzione e velocità del vento	Giornaliera
	Evaporazione	Giornaliera
	Umidità atmosferica	Giornaliera
Topografia dell'area	Struttura e composizione della discarica	Annuale
	Comportamento d'assessamento del corpo della discarica	Annuale
	Stabilità dell'argine di contenimento dei rifiuti	Annuale

RTP 3iprogetti srl (mandatario) - Arch. Nicola Palmino Rubortone, Arch. Adriana Pezzuto, Ing. Daniele Vetere,
Arch. Antonio Soriano, Ing. Antonio Tosto (mandanti)

In aggiunta agli elementi previsti dal piano di monitoraggio già presentato, è stato aggiunto il seguente:

- **Acque di drenaggio superficiali**, da monitorare con frequenza semestrale in corrispondenza del punto di immissione delle acque meteoriche provenienti dalle canalette di raccolta poste superiormente al capping.

Inoltre, in concomitanza del rilievo topografico annuale dell'area di discarica, saranno rilevati eventuali fenomeni di instabilità degli argini di contenimento dei rifiuti.

Si precisa che, in riferimento alla richiesta di integrazione, gli elementi suolo, sedimenti e gas di discarica, non saranno monitorati nel piano triennale di gestione post operam, in quanto non inerenti alle attività di bonifica previste nel progetto e per i motivi già espressi in R1 - Relazione generale e nella presente integrazione in risposta alle richieste n.3 e n.5.

Le metodologie impiegate per l'esecuzione dei campionamenti delle acque sono quelle di riferimento. In particolare per le acque secondo i metodi APAT/IRSA CNR 1030 *Manuale e Linee Guide n° 29/2003*. Per quello che riguarda le metodologie utilizzate per le determinazioni dei vari analiti si farà riferimento alle metodiche riportate nei volumi APAT/IRSA CNR *Manuale e Linee Guide n° 29/2003*.

La planimetria allegata individua la posizione dei piezometri, uno a monte e due a valle, dedicati al monitoraggio delle acque di falda nella fase successiva agli interventi di messa in sicurezza permanente, i quali, prima di ogni prelievo, saranno opportunamente spurgati. Inoltre, individua la posizione di un pozzetto ispettivo posizionato prima dell'immissione nella vasca di raccolta, per poter campionare eventuali perdite di percolato e le acque captate dal sistema di drenaggio sub-orizzontale al di sotto del corpo di discarica.

La stima dei costi annui del piano di monitoraggio e controllo post - operam è desumibile dall'elaborato R.10 - Computo metrico (vedi voci n. 57 e n. 58).

Salerno, Aprile 2015



