COORDINAMENTO E PROGETTAZIONE:

ambiente S.p.A.

CONSULENZA GEOTECNICA E AMBIENTALE:

SGI

STUDIO GEOTECNICO ITALIANO s.r.l.

ingegneria geotecnicaingegneria ambientaleingegneria sismica
geologia applicata

Iscrizione Albo degli Ingegner
Provincia di Alessandria-N. 1054
Dott. Ing. STEFANO VEGGI
STUDIO GEOTECNICO ITALIANO

COMUNE DI BORGHETTO VARA (SP)

DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI IN LOCALITA' LA MANGINA

PROGETTO DEFINITIVO

REV. Rev.	DATA Date	DESCRIZIONE Description	REDATTO (IP/RP) Edited	CONTROLLATO (RP) Checked	APPROVATO (DTR) Authorized
E01	29.07.2013	EMISSIONE	VIRNA SPADINI	STEFANO VEGGI	GIULIO MAGGI
E02					
E03					
E04					

ambiente S.p.A.

CONTRATTO N. Contract Nr.

IDENTIFICAZIONE SGI
SGI identification

COMMESSA	CODICE ARCHIVIO	ELABORATO	EMISSIONE
08562	006	R02	E01

TITOLO Title

RELAZIONE TECNICA GENERALE

NOME FILE File name	SCALA Scale	SCALA GRAFICA Graphic scale

E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA SGI Reproduction of this document is forbidden without prior written permission by SGI

INDICE

1. Introduzione 1
1.1 Normativa di riferimento 1
2. Descrizione del progetto 2
2.1 Ubicazione del sito 2
2.1.1 Viabilità interna 2
2.2 Interventi di riprofilatura delle scarpate 2
2.3 Bonifica del materiale in sito 3
2.4 Locali di servizio 3
2.4.1 Locale di accettazione e locale di servizio 3
2.4.2 Impianto di pesatura 4
2.4.3 Piattaforma di lavaggio mezzi 4
2.4.4 Locale di stoccaggio del percolato 4
2.5 Interventi di innalzamento dell'argine di valle e consolidamenti del piede 5
2.5.1 Descrizione dell'intervento 5
2.5.2 Stabilità 5
2.6 Franco dall'acquifero 6
2.7 Impermeabilizzazione 6
2.7.1 Il D.Lgs 36/03 6
2.7.2 Impermeabilizzazione di fondo 7
2.7.3 Equivalenza idraulica al D.Lgs 36/03 7
2.8 Regimazione delle acque meteoriche 11
2.8.1 Descrizione del progetto 12
2.9 Percolato 13
2.9.1 Drenaggio del percolato 13
2.10 Sistema di estrazione del biogas 15
2.11 Sistema di copertura finale 16
3. Sistema di monitoraggio 18
3.1 Strumentazione di controllo del gas nel sottosuolo 18
3.2 Monitoraggio inclinometrico e topografico 19
3.3 Monitoraggio delle acque sotterranee 19

3.4 Sistemi di monitoraggio dell'atmosfera 20
3.5 Sistemi di monitoraggio dei parametri meteo climatici 20
4. Modalità di gestione 21
4.1 Arginelli di coltivazione 21
4.2 Coperture giornaliere e provvisorie 21
5. Pianificazione temporale dei lavori 23
5.1 Allestimento del fondo 23
5.1.1 Durata presunta dei lavori 24
5.2 Sistema di copertura definitiva 24

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato illustra i principali aspetti affrontati per la progettazione della discarica di Borghetto di Vara (SP), esaminando le seguenti tematiche :

- ubicazione geografica, viabilità esistente e altre informazioni di carattere generale;
- caratteristiche progettuali generali dell'impianto controllato;
- dati relativi alla vasca di stoccaggio dei rifiuti ed al sistema di estrazione del percolato;
- sistema di impermeabilizzazione di fondo;
- destinazione delle acque meteoriche e del percolato;
- copertura dell'impianto e ripristino ambientale.

Per quel che riguarda i dimensionamenti di dettaglio si rimanda alle relazioni specialistiche facenti parte presente progetto.

1.1 Normativa di riferimento

Per la definizione delle principali caratteristiche del sito e degli interventi si è fatto riferimento anche a quanto previsto dalla normativa per la progettazione di impianti di discarica ossia il D.Lgs 13.01.2003, n.36 "*Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti*" (G.U. 12 Marzo 2003, n.59).
Si è inoltre fatto riferimento D. Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, "Norme in materia ambientale".

Oltre ai riferimenti normativi, la progettazione si ispira anche delle linee guida di carattere internazionale, della normale prassi ingegneristica e delle indicazioni del Comitato Tecnico Discariche[1].

[1] Comitato Tecnico Discariche, "*Linee guida per le discariche controllate di rifiuti solidi urbani*", 1^ edizione, 1997

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

2.1 Ubicazione del sito

Il sito proposto per la realizzazione della discarica per rifiuti non pericolosi si trova nel Comune di Borghetto Vara, sul versante destro del torrente Malacqua, a monte della confluenza con il fiume Vara ed in corrispondenza di uno svincolo stradale abbandonato (piazzale SALT). A monte dell'area corre il viadotto "Costa Roverano" dell'autostrada A12 Genova – Livorno.

L'accesso al sito avviene percorrendo la Strada Provinciale n. 566 della Val di Vara per circa 3,6 Km dal casello autostradale A 12 di "Brugnato-Borghetto" oppure in alternativa per circa 3,00 Km dal casello autostradale A 12 di "Carrodano". L'area che sarà interessata dalla discarica si sviluppa tra le quote 135 m e 165 m s.l.m., ed è poco visibile sia alla viabilità ordinaria che ai centri abitati maggiori, quali Carrodano, Borghetto e Brugnato.

2.1.1 Viabilità interna

Per l'accesso alle aree di coltivazione ed alle berme intermedie verranno realizzate delle idonee piste. In particolare, le piste realizzate all'interno dell'area di coltivazione, dovranno essere smantellate una volta venuta meno la loro funzione.

Il dimensionamento delle piste suddette sarà effettuato tenendo conto della morfologia del pendio naturale e alle caratteristiche dei mezzi in ingresso e del numero di transiti.

In particolare, a partire dal piazzale di servizio a quota 155 m s.l.m. si diramano due piste: la prima che consente l'accesso alla pista di coronamento posta a quota 165 m s.l.m., mentre la seconda, a quota 145 m s.l.m., consentirà l'accesso alla berma dell'argine di valle in terra rinforzata.

2.2 Interventi di riprofilatura delle scarpate

A causa della presenza in sito di acquiferi prossimi al piano di campagna e al fine di regolarizzare il fondo massimizzando i volumi di invaso, si sono resi necessari interventi di riprofilatura delle scarpate.

La riprofilatura delle scarpate avverrà con pendenze ritenute compatibili con le caratteristiche del materiale utilizzato, mentre le superfici pianeggianti verranno realizzate con pendenze sufficienti a garantire il drenaggio del percolato.

2.3 Bonifica del materiale in sito

Poiché il materiale di fondazione su cui dovrebbe insistere la discarica ha caratteristiche scadenti nei primi metri dal piano campagna, si prevede innanzitutto di effettuare la rimozione di uno strato di circa 3 m di materiale alterato e la sua sostituzione con materiale di caratteristiche migliori. Per la gestione e il riutilizzo dei materiali di risulta delle operazioni suddette si faccia riferimento alla relazione "Piano di gestione dei materiali di risulta dagli scavi" (rif. SGI: 08562-006R08E01).

2.4 Locali di servizio

Il piazzale di servizio sarà realizzato alla quota di 155 m s.l.m. ed ospiterà:

- locali di accettazione e di servizio;
- pesa;
- lavaggio mezzi e relativo depuratore acque reflue;
- locale di stoccaggio oli e grassi.

L'ubicazione degli impianti (si veda la tavola 08562-006D00E01) suddetti è stata pensata in modo tale da accordarsi al meglio con gli spazi disponibili e la viabilità di accesso.

Sulla berma delle terre rinforzate posta alla quota di circa 145 m s.l.m. verrà invece realizzato l'impianto di combustione/recupero biogas.

2.4.1 Locale di accettazione e locale di servizio

Il locale di accettazione ed il locale di servizio per gli operatori saranno realizzati sul piazzale di servizio ubicato a quota 155 m sl.m..

Ciascuno sarà costituito da un'unità prefabbricata e dotati di pavimentazione autoportante; le pareti esterne saranno di tipo coibentato a norma di legge; le pareti interne saranno di tipo lavabile e disinfettabile.

La copertura sarà realizzata con pannelli modulari autoportanti con caratteristiche di coibentazione analoghe a quelle delle pareti perimetrali.
La suddivisione interna dei locali sarà realizzata secondo le indicazioni contenute nelle tavole di progetto (08562-006D23E01). In particolare, all'interno dei prefabbricati saranno ricavati i seguenti locali opportunamente arredati:

- locale di accettazione:
  - locale ufficio;
  - servizi igienici;
- locale di servizio operatori:
  - locale ufficio;
  - locale spogliatoio;
  - servizi igienici.

2.4.2 Impianto di pesatura

Sul piazzale di servizio sarà realizzato l'impianto di pesatura che prevede la realizzazione delle opere murarie di fondazione e la messa in opera di una pesa a ponte.

2.4.3 Piattaforma di lavaggio mezzi

L'impianto di lavaggio mezzi sarà costituito da una piattaforma in c.a. opportunamente sagomata in modo da raccogliere le acque di lavaggio lungo l'asse centrale in cui è prevista la realizzazione della canaletta grigliata di raccolta.
L'acqua necessaria al lavaggio sarà stoccata in un apposito serbatoio dotato di autoclave, mentre le acque di lavaggio raccolte saranno convogliate verso l'apposito depuratore ubicato in prossimità del locale di servizio.

2.4.4 Locale di stoccaggio del percolato

Il locale di stoccaggio del percolato sarà ubicato sul piazzale alla quota di 155 m s.l.m. dove verrà avviato ad idoneo impianto di trattamento.
Lo stoccaggio del percolato verrà effettuato in 14 serbatoi in vetroresina della capacità di 35 m^3 ciascuno, per un totale di 490 m^3. I serbatoi saranno appoggiati

verticalmente su appositi supporti, all'interno di una vasca in c.a. di volume superiore ad 1/3 della capacità totale dei serbatoi stessi.

2.5 Interventi di innalzamento dell'argine di valle e consolidamenti del piede

2.5.1 Descrizione dell'intervento

L'intervento nella zona di valle consiste nella realizzazione dell'argine di valle in terra rinforzata tra la quota di ~315 m s.l.m. e di 155 m s.l.m. per un'altezza complessiva di ~20 m.

Il paramento di valle dell'argine di contenimento, al termine dei lavori, sarà quindi costituito da due scarpate inclinate di 60° rispetto al piano orizzontale ed intervallate da una berma della larghezza di circa 4 m alla quota di 145 m s.l.m. e ospita le strutture di servizio, oltre che l'impianto di combustione/recupero biogas.

Gli interventi suddetti saranno associati ad opere di consolidamento del piede dell'argine e del terreno di fondazione.

In particolare, per la consolidazione dell'argine esistente ed al fine di garantire il rispetto dei fattori di sicurezza minimi di normativa per la stabilità della discarica, è stata prevista la realizzazione di un sistema di colonne in ghiaia lungo tutta la base dell'argine in terra rinforzata.

Per i dettagli e le fasi realizzative si rimanda alle tavole di progetto.

2.5.2 Stabilità

2.5.2.1 Verifiche del progetto definitivo

Nel progetto definitivo è stata verificata la stabilità della configurazione finale prendendo come sezione di riferimento una sezione baricentrica sulla massima pendenza maggiormente caricata dai rifiuti, in condizioni statiche e pseudo statiche in accordo con la Normativa Tecnica (NTC08).

Per maggiori dettagli circa le modalità, i parametri ed i risultati delle verifiche condotte si rimanda alla "Relazione geotecnica" del presente progetto (ns. rif.: 08562-006R05E01).

2.6 Franco dall'acquifero

Il D.Lgs. 36/03 prevede che *"il piano di imposta dello strato inferiore della barriera di confinamento deve essere posto al di sopra del tetto dell'acquifero confinato con un franco di almeno 1,5 m, nel caso di acquifero non confinato, al di sopra della quota di massima escursione della falda con un franco di almeno 2 m"*.
Nel caso specifico è stata rilevata la presenza di due acquiferi, pertanto, in accordo al D.Lgs. 36/03, si è mantenuta cautelativamente una distanza minima di 4 m, in modo da garantire il rispetto della stessa nel caso di oscillazioni della piezometrica.
Pertanto, si ha che la quota minima del piano di imposta dell'impermeabilizzazione di fondo (~.) è a circa 415 m s.l.m.
Sulla base di tali considerazioni è possibile affermare che la discarica in progetto rispetta quanto prescritto dal D.Lgs. 36/03 in merito al franco dall'acquifero.

2.7 Impermeabilizzazione

Lo scopo dell'impermeabilizzazione di fondo e di parete, in combinazione con il sistema di drenaggio del percolato, è impedire l'inquinamento del terreno e delle acque sotterranee.

2.7.1 Il D.Lgs 36/03

Il pacchetto proposto per il solo ampliamento della discarica tiene conto delle recenti indicazioni espresse dal D.Lgs. 36/03.
Per discariche di rifiuti non pericolosi, il suddetto decreto prevede che, qualora la barriera geologica naturale non risponda a precisi requisiti di impermeabilità, sia necessario ricorrere ad una barriera di confinamento artificiale che fornisca una protezione equivalente.
Alla barriera minerale, sia essa costituita dal substrato naturale o da materiale di riporto, ne deve essere associata una artificiale costituita da una geomembrana, senza interposizione di materiale drenante.
Per quel che concerne le pareti, è prevista la possibilità di ridurre lo strato minerale a spessori inferiori a 0,5 m pur mantenendo l'equivalenza con il decreto.

È infine previsto, sul fondo della discarica e sopra l'impermeabilizzazione, uno strato drenante di spessore ≥ 0,5 m.

2.7.2 Impermeabilizzazione di fondo

Per quel che riguarda la discarica in progetto, la stratigrafia del sistema di impermeabilizzazione di fondo, dal basso verso l'alto, è costituita da:

- materiale argilloso per lo spessore di 1 m;
- materassino bentonitico;
- geomembrana in HDPE dello spessore di 2 mm,
- geotessuto non tessuto a protezione della geomembrana, di massa areica 1000 g/m^2;
- strato drenante dello spessore di 50 cm.

A differenza del fondo, sulle pareti lo strato di argilla di spessore 1 m sarà miscelato con cemento al fine di migliorare i parametri di resistenza a taglio e favorirne la stabilità. Sullo strato di argilla miscelato a cemento saranno posati il geocomposito bentonitico, la geomembrana in HDPE di spessore di 2 mm ed il geotessuto non tessuto di massa areica 1000 g/m^2.
Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione geotecnica di progetto.

2.7.3 Equivalenza idraulica al D.Lgs 36/03

Equivalenza per il drenaggio delle acque meteoriche fra strato di materiale granulare (previsto nel D. Lgs. 36/2003) e geocomposito drenante (scelta progettuale proposta)

In luogo dello

"strato drenante protetto da eventuali intasamenti con spessore ≥ 0,5 m. in grado di impedire la formazione di un battente idraulico nel terreno di copertura"

è stato proposto l'utilizzo di un geocomposito drenante.

L'equivalenza del materiale proposto con lo strato richiesto dalla normativa è stata verificata confrontando la portata idraulica defluente all'interno dei due materiali.
La portata idraulica all'interno dello strato drenante indicato dalla normativa viene determinata a partire dalle curve caratteristiche di possibilità pluviometrica, che riassumono le osservazioni locali sugli eventi più gravosi.
Tali curve si presentano sotto la forma:

$$h = a * t^n$$

dove:

h = pioggia in millimetri

t = durata dell'evento piovoso in ore (o frazione di ore)

a ed n = parametri tipici della curva locale.

Per un tempo di ritorno T = 10 anni, i parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica assumono i seguenti valori:

a = 58,8 n = 0,39 per eventi di durata superiori o uguali all'ora

Nota l'intensità della pioggia come

$$i = a * t^{n-1}$$

si può valutare la percentuale di acqua che effettivamente interessa lo strato drenante (avendo così tenuto in considerazione evaporazione, ruscellamento superficiale e assorbimento del suolo).
Dalla letteratura si ricava che la percentuale infiltrata può variare da 0,2 a 0,5.
Si assume (con t=1 ora):

- i = 58,8 mm/h
- f = infiltrazione = 0,4
- L = lunghezza del pendio (pendenza tipica) ≅ 20 m
- α= inclinazione del pendio (pendenza tipica) ≅ 25°

Si ottiene pertanto che la portata che può infiltrarsi nello strato drenante è pari a:

$$Q = 2{,}777 * 10^{-7} * (L * \cos\alpha) * f * i = 1{,}18\ 10^{-4}\ m^3/s$$

Considerando uno spessore drenante di 500 mm e ipotizzando il moto di filtrazione uniforme, attraverso la ben nota formula di Darcy:

$$Q = k^*A^*i \ [m^3/s]$$

si ottiene:

$$k \cong 4{\cdot}7^*10^{-4} \ m/s$$

dove si è assunto:

- A = area sezione drenante (per larghezza = 1 m, A = spessore)
- i = gradiente idraulico = 0,5

Si tratterà quindi di sostituire lo strato minerale drenante con un geocomposito drenante che, in tutte le condizioni di esercizio che ragionevolmente potrebbero verificarsi (quindi considerato il carico verticale trasmesso dallo strato di copertura e dai mezzi d'opera impiegati per posare tale strato e le relative tensioni cui potrà essere soggetto) e considerando i fattori di sicurezza generalmente adottati nella progettazione con i geosintetici per tenere conto di condizioni di lungo termine (deformazioni di creep, intrusione di materiale, eventuale intasamento chimico, deformazioni elastiche), sia in grado di fornire la permeabilità richiesta.

Nel caso specifico si può assumere cautelativamente un fattore di sicurezza globale pari a 3, quindi la portata che dovrà essere in grado di fornire il geocomposito drenante è sufficiente che sia non inferiore a:

$$k \cong 1{\cdot}4^*10^{-3} \ m/s$$

affinché esso possa essere ritenuto equivalente allo strato drenante.

Da una verifica dei materiali in commercio, risulta che sono disponibili in commercio geocompositi drenanti che garantiscono portate idrauliche compatibili con quella minima ricavata.

Equivalenza fra strato di materiale impermeabile (previsto nel D. Lgs. 36/2003) e geocomposito bentonitico (scelta progettuale proposta)

In luogo dello

"strato minerale compattato dello spessore ≥ 0,5 m e di conducibilità idraulica ≥ 10^{-8} m/s o di caratteristiche equivalenti, integrato da un rivestimento impermeabile superficiale per gli impianti di discarica di rifiuti pericolosi"

è stato proposto l'utilizzo di un gecomposito bentonitico.

Per valutare le caratteristiche della barriera proposta in termini di protezione rispetto a quella minima richiesta dal D.Lgs. 36/03, in assenza di criteri di riferimento precisi all'interno del citato Decreto, si è fatto riferimento a quanto indicato nella D.C.I. 27.07.1984 per le barriere di fondo.

Nel Decreto, al punto 4.2.3.3. Lettera c) viene definito che:

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

Introducendo quindi il concetto di flusso o portata, definito come il volume di acqua che scorre attraverso un'area unitaria in un tempo unitario ed esprimibile attraverso la formula di Darcy:

$$v = k \cdot s$$

(dove v esprime la velocità di flusso, k la conducibilità idraulica, mentre s indica lo spessore del sistema impermeabilizzazione), il metodo indicato nel Decreto citato consiste nell'eguagliare il tempo di attraversamento convenzionale di ciascuno strato "-i" della barriera proposta, valutato con gradiente idraulico unitario, al tempo convenzionale di attraversamento della barriera di caratteristiche minime richieste dal D.Lgs. 36/03 "norm".

$$\frac{s_i}{k_i} = \frac{s_{NORM}}{k_{NORM}}$$

Si è pertanto in grado di associare allo strato di geocomposito bentonitico proposto, lo spessore equivalente di materiale minerale compattato a permeabilità definita (k= 10^{-8} m/s).

Applicando l'equivalenza allo strato in oggetto si ottiene pertanto che:

$$s_n = \frac{0{,}01m}{5 \cdot 10^{-11} \frac{m}{s}} \cdot 1 \cdot 10^{-8} \frac{m}{s} = 2m$$

Un comune materassino di geocomposito bentonitico è caratterizzato da uno spessore di 10 mm (dopo rigonfiamento) e da un coefficiente di permeabilità di $5*10^{-11}$ m/s; esso garantisce pertanto una protezione equivalente ad uno spessore di

materiale minerale compattato a permeabilità definita ($k = 10^{-8}$ m/s) di 2 m, ovvero di uno spessore quattro volte maggiore di quello previsto dalla normativa (0,5 m).

2.8 Regimazione delle acque meteoriche

La progettazione definitiva dell'ampliamento è stata effettuata cercando di minimizzare l'interazione con la rete idrica superficiale e sub- superficiale sia in fase di coltivazione che in fase di post- gestione della discarica stessa.
Sotto il profilo idrologico superficiale, è possibile individuare tre tipologie di acque che interessano l'area della discarica e dell'ampliamento in oggetto:

Acque bianche esterne (meteoriche)

Vengono definite acque bianche esterne quelle raccolte dal sistema di convogliamento acque meteoriche (canali di gronda esterna) provenienti dallo scolo di aree non direttamente interessate dal transito e dallo stoccaggio dei rifiuti (aree circostanti il sito). L'estensione della discarica all'esterno dei limiti attualmente autorizzati renderà necessario l'adeguamento del canale di gronda.
Tali acque, non entrando in contatto con le aree di discarica potranno essere recapitate direttamente presso il recettore finale. Si prevede in ogni caso di effettuare dei campionamenti periodici per accertare la qualità di tali acque.

Acque bianche interne (meteoriche)

Vengono definite acque bianche interne quelle raccolte dal sistema di convogliamento acque meteoriche provenienti dallo scolo di aree d'impianto esterne alla aree coltivate o coltivabili, nonché le acque che interessano le parti delle vasche impermeabilizzate ma non ancora contenenti rifiuti, opportunamente separate dalle zone di stoccaggio.
Le acque bianche interne sono anche quelle che cadono sul corpo della discarica una volta posizionata la copertura definitiva. Esse verranno raccolte da un sistema di canalizzazioni superficiali aventi lo scopo di convogliare le precipitazioni al recapito superficiale di valle.

Poiché l'ampliamento interessa l'intera superficie della discarica, la configurazione finale è stata interamente rivista ed conseguentemente anche il sistema di regimazione delle acque interne.
La geometria della discarica è stata comunque studiata in modo tale da garantire il deflusso delle acque meteoriche verso il sistema di raccolta anche nel lungo periodo e qualora vi siano cedimenti differenziali nel corpo rifiuti.

Acque di percolato

Per percolato si intende il complesso dei prodotti liquidi della decomposizione della sostanza organica ad opera dei batteri e dell'estrazione, per azione solvente dell'acqua (meteorica o già contenuta nei rifiuti), dei contaminanti organici.
Del sistema di raccolta e convogliamento del percolato si parlerà più ampiamente nel seguito.

2.8.1 Descrizione del progetto

I dettagli relativi alla progettazione del sistema di regimazione delle acque meteoriche sono riportati nella "Relazione Idraulica" del presente progetto (rif. SGI: 08562-006R06E01) mentre per la rappresentazione grafica si faccia riferimento alla tavola 08562-006D18E01.

In particolare il progetto prevede che, contestualmente all'allestimento del fondo della discarica, venga realizzato anche il canale di gronda per la captazione delle acque bianche che ricadono all'esterno della discarica.
Il canale di gronda sarà costituito da una canaletta di sezione trapezia, avente le seguenti dimensioni interne:

- base minore pari a 1,00 m;
- base maggiore pari a 1,80 m;
- altezza pari a 1,50 m.

Oltre alle acque esterne, il canale potrà raccogliere una parte delle acque bianche raccolte dalle canalizzazioni poste sulle coperture definitive della discarica durante la gestione in fase post- operativa.
Le acque raccolte dal canale di gronda verranno poi recapitate nel Torrente Malacqua.

Il convogliamento lungo le scarpate sarà effettuato invece tramite canalette ad embrice.
Durante le fasi di coltivazione nelle zone non interessate dalla coltivazione dei rifiuti, le acque meteoriche raccolte dai relativi sistemi di captazione del percolato potranno temporaneamente essere avviate alle canalizzazioni interne e smaltite come acque bianche.
Poichè questo non può avvenire per gravità a causa di dislivelli eccessivi si ricorrerà all'utilizzo di pompe di cantiere per il sollevamento delle acque.

2.9 Percolato

Per il progetto del sistema di drenaggio del percolato si è fatto riferimento ai criteri della normale pratica ingegneristica di settore ed in particolare alle indicazioni del Comitato Tecnico Discariche.

2.9.1 Drenaggio del percolato

La progettazione del sistema di drenaggio del percolato relativa all'ampliamento sarà effettuata sulla base dei principi definiti all'Allegato 1 del D.Lgs 36/03. Al punto 2.3 dell'allegato *"CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO"*, il decreto specifica che *"il percolato e le acque di discarica devono essere captati, raccolti e smaltiti per tutto il tempo di vita della discarica, secondo quanto stabilito nell'autorizzazione, e comunque per un tempo non inferiore a 30 anni dalla data di chiusura definitiva dell'impianto.*
Il sistema di raccolta del percolato deve essere progettato e gestito in modo da:

- *minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo della discarica al minimo compatibile con i sistemi di sollevamento e di estrazione;*
- *prevenire intasamenti ed occlusioni per tutto il periodo di funzionamento previsto;*
- *resistere all'attacco chimico dell'ambiente della discarica;*
- *sopportare i carichi previsti.*

Il percolato e le acque raccolte devono essere trattate in impianto tecnicamente idoneo di trattamento al fine di garantirne lo scarico nel rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente in materia."

Su ogni banca e al piede dell'argine in terra rinforzata sarà alloggiata una tubazione in HDPE macrofessurata nella parte superiore, alloggiata all'interno dello strato drenante posto al di sopra dell'impermeabilizzazione.

Estrazione ed allontanamento del percolato

L'estrazione del percolato dal sistema di drenaggio principale, per tutti i settori, avverrà tramite idonee pompe sommerse posizionate nei pozzi di estrazione ed avviato all'impianto di stoccaggio.
Il sistema funzionerà in automatico con la possibilità di funzionamento manuale.
Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione Idraulica di progetto.

Stoccaggio del percolato

Le tubazioni di allontanamento del percolato convergeranno verso il locale di stoccaggio e da qui verranno dirette all'impianto di trattamento.
Per quel che riguarda la descrizione del locale di stoccaggio del percolato e del relativo impianto di trattamento si veda la Relazione Idraulica.

2.10 Sistema di estrazione del biogas

L'impianto di discarica sarà dotato di un sistema di pozzi verticali di captazione del biogas, in particolare 23 pozzi, da predisporre sin dalle prime fasi coltivazione. Tali pozzi, in particolare, avranno la funzione di consentire il monitoraggio degli eventuali gas di discarica e di evitare la formazione di eventuali falde sospese di percolato.

Tali camini saranno progressivamente collegati al sistema di estrazione e trattamento in relazione alla produzione di gas monitorata. A seconda della concentrazione di biogas rilevata durante le campagne di monitoraggio e del quantitativo complessivo estraibile dall'intero corpo rifiuti, il trattamento del gas avverrà tramite combustore conforme al D.Lgs. 36/03 (temperature di combustione superiori a 850°C e tempo di residenza della fiamma superiore a 0,3 secondi).

Per funzionare regolarmente il combustore necessita, infatti, di biogas con concentrazione di almeno il 25% di metano ed una portata minima (a tale concentrazione) di almeno 50 Nm^3/h. Al di sotto di tali limiti la combustione non avviene. In casi di necessità si prevede, infine, l'utilizzo di torce statiche montate sui singoli camini.

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione tecnica biogas di progetto.

2.11 Sistema di copertura finale

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

- l'isolamento della massa dall'ambiente esterno e la drastica riduzione della formazione di percolato;
- la captazione del biogas prodottosi nella massa abbancata;
- il deflusso delle acque meteoriche sulla superficie della copertura;
- la formazione di uno strato idoneo ad ospitare e/o sopportare gli elementi del recupero ambientale (vegetazione di vario tipo).

In particolare, la copertura finale dell'invaso colmato ha lo scopo di separare i rifiuti dall'ambiente circostante, impedendo il contatto con gli agenti atmosferici esterni e minimizzando l'infiltrazione dell'acqua e il rilascio del biogas nell'atmosfera consentendo nel contempo la restituzione dell'area all'ambiente circostante, dopo un adeguato periodo di tempo definito "post chiusura".

La copertura finale, nelle zone pianeggianti sommitali, avrà un'altezza totale di 250 cm e prevederà, dal basso verso l'alto, la posa di:

- strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti;
- strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, con spessore minimo di 50 cm, con lo scopo di facilitare la diffusione orizzontale del biogas e, di conseguenza, la captazione nei punti in cui risultano ubicati gli appositi pozzi e costituito da: ghiaia dello spessore minimo di 50 cm, con diametro 30-70 mm ed una percentuale di fine (passante al vaglio 200 ASTM) inferiore al 20%;
- tessuto non tessuto di protezione da 400 gr/mq per proteggere e mantenere permeabile lo strato drenante;
- strato di argilla dello spessore minimo di 50 cm e di permeabilità $k \geq 10^{-6}$ cm/s, con la funzione di impedire o rendere minima la percolazione di acqua, derivante dalle precipitazioni meteoriche all'interno della volumetria abbancata, ove si trasformerebbe in percolato;
- strato di drenaggio delle acque meteoriche che si infiltrano nello strato vegetale, di spessore minimo 50 cm;

- strato di terreno vegetale dello spessore minimo di 50 cm.

Diversamente per le aree in scarpata, date le elevate pendenze e la difficoltà di posa dei materiali naturali si prevede la sostituzione degli strati di drenaggio delle acque meteoriche e del biogas, e dello strato minerale di impermeabilizzazione con materiali geosintetici. La copertura finale avrà un'altezza totale di 100 cm e prevederà quindi, dal basso verso l'alto, la posa dei seguenti strati:

- Geocomposito drenante;
- Geocomposito bentonitico;
- Geocomposito drenante;
- Strato di terreno vegetale di spessore pari a 1.0 m.

3. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio dei diversi comparti ambientali interessati dalla realizzazione della discarica verrà effettuato tramite l'installazione dei seguenti sistemi fissi di misura:

- strumentazione di controllo del gas nel sottosuolo;
- sistemi di monitoraggio inclinometrico e topografico;
- sistemi di monitoraggio delle acque sotterranee;
- sistemi di monitoraggio dell'atmosfera;
- sistemi di monitoraggio dei parametri meteo climatici.

La gran parte della strumentazione di monitoraggio verrà installata contestualmente ai lavori di allestimento del fondo della discarica. Con l'esclusione dei capisaldi e degli inclinometri da posizionare nelle aree di coltivazione, infatti, la restante parte dei sistemi suddetti verrà installata fin da subito.

La disposizione planimetrica dei punti di monitoraggio e i dettagli costruttivi sono riportati in tavola 08562-006D21E01.

3.1 Strumentazione di controllo del gas nel sottosuolo

I punti di indagine saranno realizzati mediante perforazione e successiva installazione all'interno di tubi fessurati. Le tubazioni saranno debitamente protette con un pozzetto di chiusura terminale.

All'interno dei punti di monitoraggio saranno realizzati cicli di indagine per appurare l'eventuale presenza di biogas nel sottosuolo.

Sarà possibile rilevare il gas utilizzando strumenti portatili quali FID oppure analizzare ad infrarossi oppure estrarre il gas con opportune attrezzature (pompe di estrazione) ed effettuare analisi semiquantitative mediante l'utilizzo di fialette colorimetriche e/o con carboni attivi. Nel caso venisse rilevata la presenza di gas all'interno del suolo sarà dunque possibile procedere al prelievo del gas con apposito campionatore e all'invio di tali campioni ad un laboratorio per le relative analisi chimiche quantitative.

3.2 Monitoraggio inclinometrico e topografico

Per il monitoraggio della stabilità e dei cedimenti dell'argine di contenimento di valle e del corpo rifiuti, si prevede di realizzare una rete di capisaldi topografici ed inclinometri.

La rete di monitoraggio dell'argine di contenimento di valle verrà realizzata una volta terminati i lavori di innalzamento dell'argine esistente o comunque di allestimento del fondo della discarica

Si prevede inoltre di realizzare una rete di capisaldi ed inclinometri per il monitoraggio dei cedimenti del corpo rifiuti da realizzarsi col procedere della coltivazione.

3.3 Monitoraggio delle acque sotterranee

Come sottolineato nella Relazione geologica e idrogeologica di progetto, le campagne di misura dei livelli piezometrici condotte preliminarmente hanno evidenziato la presenza di un acquifero di soggiacenza ridotta, in particolare nella zona di valle, al franco minimo di 2 m tra il piano di posa del fondo richiesto dal D.Lgs. 36/2003 è stato cautelativamente aggiunto un franco di progetto di 2 m, arrivando così ad un franco complessivo di 4 m tra la massima escursione della falda (ai sensi del D. Lgs. 36/2003) ad oggi misurata ed il piano di posa del sistema di impermeabilizzazione del fondo della discarica.

Data la ridotta soggiacenza riscontrata in sito è stato previsto di attivare fin da subito un monitoraggio mensile dei livelli di falda sugli otto piezometri di monitoraggio, ubicati due a monte e sei a valle idrogeologica della discarica, in modo da accertare l'escursione stagionale delle acque e valutarne la qualità, così come rappresentato graficamente nella Planimetria di controllo e monitoraggio.

Ad ulteriore controllo del flusso di falda si prevede la realizzazione di quattro trincee drenanti disposte trasversalmente alla discarica allo scopo di realizzare un reticolo di deflusso funzionale ad evitare eventuali innalzamenti del livello idrico. Tali trincee potranno essere anche utilizzate per valutare la provenienza delle eventuali perdite dal pacchetto di impermeabilizzazione della discarica ed intercettarle in modo selettivo prima dell'impiego dei pozzi del sistema di emungimento previsto.

Infine, è prevista la conduzione di un monitoraggio con cadenza quindicinale con apparecchio portatile lungo il Torrente Malacqua posto a sud della discarica per il controllo del seguente set di parametri: Fe, CO2 e Ammoniaca.
Nel caso di eventuali fuoriuscite di percolato o qualora fossero rilevate variazioni significative della qualità delle acque sotterranee tra i piezometri di monte e quelli di valle, imputabili alle attività legate all'esercizio della discarica, potrà essere attivato l'emungimento del plume contaminato mediante una barriera idraulica.
Per maggiori dettagli in merito alle modalità costruttive dei sistemi di monitoraggio sopra citati si rimanda al Piano di Sorveglianza e Controllo.

3.4 Sistemi di monitoraggio dell'atmosfera

Per il monitoraggio della qualità dell'aria dipendono sono stati previsti due punti di prelievo lungo la direttrice principale del vento dominante nel momento del campionamento, a monte e a valle della discarica. Le misure delle emissioni gassose saranno effettuate in punti di monitoraggio esterni alla discarica.

3.5 Sistemi di monitoraggio dei parametri meteo climatici

All'interno dell'area in oggetto, in prossimità del piazzale di servizio, sarà installata una centralina meteoclimatica direttamente all'interno della discarica.
Saranno determinate precipitazioni, temperatura (min, max, 14 h CET), direzione e velocità del vento, evaporazione, umidità atmosferica (14 h CET) con cadenza giornaliera in fase di gestione operativa.

4. MODALITÀ DI GESTIONE

4.1 Arginelli di coltivazione

Con il procedere della coltivazione in altezza, verranno realizzati, nella zona di scarpata, degli argini di coltivazione in materiale argilloso aventi la funzione di:

- garantire il confinamento dei rifiuti,
- controllare eventuali fuoriuscite di percolato;
- favorire l'occultamento visivo dei materiali conferiti verso valle.

Tali argini avranno indicativamente un'altezza di circa 2 - 2,5 m, inclinazione delle scarpate interne di ~35÷45° ed esterne di ~30°, larghezza in sommità pari a 1 m e saranno dotati di un'indentazione di 0,3 m. Gli argini verranno realizzati con sagoma adeguata alle necessità costruttive e verranno successivamente tagliati e riprofilati per assumere la configurazione finale.

4.2 Coperture giornaliere e provvisorie

Come già indicato nel Piano di adeguamento della discarica autorizzata, per la copertura giornaliera o provvisoria della discarica, da utilizzarsi quando si mantengono zone non attive per la coltivazione per periodi significativi, è previsto l'utilizzo di un telo in LDPE di spessore ≥ 0,5 mm con caratteristiche autoestinguenti steso sopra i rifiuti o ad un eventuale strato di regolarizzazione della superficie con materiale inerte terroso. In alternativa vengono utilizzati teli biodegradabili o teli a carboni attivi per il trattamento degli odori molesti, oppure teli biodegradabili monouso oppure il solo materiale terroso. La scelta della tipologia dipende dall'organizzazione operativa dell'impianto.

Le coperture con teli sono tenute in posto da elementi con funzione di zavorra (per esempio sacchi di sabbia, materiale terroso), hanno lo scopo di garantire la minor infiltrazione di acque meteoriche all'interno del corpo rifiuti e ridurre così la produzione di percolato.

I teli (ad eccezione di quelli biodegradabili) saranno rimossi in fase di esecuzione del sistema di copertura definitiva la cui base d'appoggio sarà costituita dallo strato

inerte di regolarizzazione, che sarà regolarizzato. Prima della posa della copertura definitiva, dopo l'assestamento primario dei rifiuti, sarà possibile riportare il piano definitivo di stoccaggio degli stessi alle quote previste dal progetto.

5. PIANIFICAZIONE TEMPORALE DEI LAVORI

Nel presente capitolo vengono indicate le principali attività che dovranno essere svolte per la realizzazione della discarica e la relativa tempistica.
I tempi indicati non tengono conto dell'iter di redazione ed approvazione delle diverse fasi progettuali (ad esclusione del S.I.A. che è già stato approvato) e di quello per l'appalto dei lavori.
Un maggiore dettaglio circa i tempi e le fasi di realizzazione verrà fornito a livello di progettazione esecutiva.

5.1 Allestimento del fondo

L'allestimento della discarica per la coltivazione comprende le seguenti attività:

- Preparazione dell'area (Attività di disboscamento, scavo e scotico del terreno naturale per la sistemazione del fondo discarica)
- Sistemazione viabilità di accesso delle aree di cantiere
- Trattamento colonnare al piede dell'argine di valle;
- Realizzazione trincee drenanti;
- Esecuzione del riporto di fondo per la sistemazione del piano di imposta della discarica.
- Realizzazione rilevato in terra rinforzata al piede e posa dello strato di argilla sulle scarpate e sul fondo.
- Realizzazione dell'impermeabilizzazione di fondo e di parete;
- Realizzazione del sistema di drenaggio del percolato e dei serbatoi di stoccaggio;
- Realizzazione delle opere accessorie (sistemi di regimazione delle acque meteoriche, locali di servizio, pesa, lavaggio mezzi, ecc.)
- Realizzazione di parte della rete di monitoraggio (in particolare quella dell'argine di contenimento di valle e di controllo perimetrale delle fuoriuscite di biogas).

In particolare, una volta effettuati gli interventi di modifica della viabilità e di preparazione dell'area, che si ritiene che debbano comunque essere realizzati tutti

prima delle attività di allestimento vero e proprio delle vasche, sarà possibile procedere con i lavori relativi all'allestimento delle vasche di coltivazione (impermeabilizzazione, drenaggio percolato, opere accessorie, monitoraggi).

5.1.1 Durata presunta dei lavori

Per la realizzazione delle opere in progetto si prevede, complessivamente una durata dei lavori di 12 mesi a cui si aggiunge il periodo necessario all'esplicamento della procedura autorizzativa e l'affidamento dei lavori in appalto.

5.2 Sistema di copertura definitiva

I lavori per l'allestimento del sistema di copertura definitiva, comprendono, oltre alla posa del pacchetto di copertura vero e proprio e al sistema di drenaggio superficiale, anche le attività di rinverdimento e completamento della rete di monitoraggio.

La posa del pacchetto di copertura definitiva, così come descritto al paragrafo 2.11 sarà effettuata per fasi attendendo comunque che i cedimenti per autocompattazione del rifiuto siano pressoché completati in modo tale da minimizzare il rischio di cedimenti differenziali che possano compromettere il riassetto vegetativo e il sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Prima della realizzazione del pacchetto di copertura finale, i rifiuti saranno comunque protetti da una copertura provvisoria che verrà rimossa prima della sistemazione finale.