

# Portovesme s.r.l.

## Unità Operativa

S.P. n. 2 Carbonia / Portoscuso km 16,5  
09010 Portoscuso (CI)  
Tel. 0781 / 511301  
Fax 0781 / 509575



**Prot. n. 620/17**

**Spett.le**

**Servizio Valutazioni Ambientali (SVA)**  
[difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it](mailto:difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it)

**e p.c.**

**Provincia Sud Sardegna**

Assessorato dell'Ambiente  
[protocollo@cert.provincia.sudsardegna.gov.it](mailto:protocollo@cert.provincia.sudsardegna.gov.it)

**Comune di Iglesias**

[protocollo.comune.iglesias@pec.it](mailto:protocollo.comune.iglesias@pec.it)  
[suap.comune.iglesias@pec.it](mailto:suap.comune.iglesias@pec.it)

**Comune di Carbonia**

[comcarbonia@pec.comcarbonia.org](mailto:comcarbonia@pec.comcarbonia.org)

**Regione Autonoma della Sardegna**

**Assessorato degli Enti Locali, Finanze e Urbanistica -**  
Servizio Tutela paesaggistica per le Province di Cagliari e di Carbonia Iglesias  
[eell.urb.tpaesaggio.ca@pec.regione.sardegna.it](mailto:eell.urb.tpaesaggio.ca@pec.regione.sardegna.it)

**Regione Autonoma della Sardegna**

**Assessorato della Difesa dell'Ambiente**  
Servizio territoriale dell'ispettorato ripartimentale di Iglesias  
[cfva.sir.ig@pec.regione.sardegna.it](mailto:cfva.sir.ig@pec.regione.sardegna.it)

**ARPAS**

Direzione tecnico-scientifica  
[dts@pec.arpa.sardegna.it](mailto:dts@pec.arpa.sardegna.it)  
Dipartimento di Carbonia Iglesias  
[dipartimento.ci@pec.arpa.sardegna.it](mailto:dipartimento.ci@pec.arpa.sardegna.it)

**Portovesme 15/11/2017**

**MIBAC**

Direzione regionale per i beni culturali e paesaggistici della Sardegna  
[mbac-sr-sar@mailcert.beniculturali.it](mailto:mbac-sr-sar@mailcert.beniculturali.it)

**Regione Autonoma della Sardegna**

**Assessorato della Difesa dell'Ambiente**  
Servizio sostenibilità ambientale, valutazione impatti e sistemi informativi ambientali  
Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio  
Settore Bonifica siti inquinati  
[difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it](mailto:difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it)

**Direzione generale Agenzia regionale del distretto idrografico della Sardegna**

[pres.ab.distrettoidrografico@pec.regione.sardegna.it](mailto:pres.ab.distrettoidrografico@pec.regione.sardegna.it)

**Assessorato dei lavori pubblici**

Direzione Generale dei lavori pubblici  
[lavori.pubblici@pec.regione.sardegna.it](mailto:lavori.pubblici@pec.regione.sardegna.it)

**Servizio territoriale opere idrauliche di Cagliari**

[Lpp.stoica@pec.regione.sardegna.it](mailto:Lpp.stoica@pec.regione.sardegna.it)

**Regione Autonoma della Sardegna**

Direzione Generale dell'Ambiente  
[difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it](mailto:difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it)

**Regione Autonoma della Sardegna**

Assessore della Difesa dell'Ambiente  
Ufficio di Gabinetto  
[difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it](mailto:difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it)

**Oggetto: Comunicazione Servizio SVA prot. n. 23030 del 3 novembre 2017. Pubblicazione osservazioni.**

Con riferimento alla comunicazione citata in oggetto con la quale si chiede di rispondere alle osservazioni dell'Assotziu Consumadoris datata 13 ottobre 2017 avente per oggetto "Costruzione discarica per rifiuti speciali in loc. Genna Luas in comune di Carbonia e Iglesias Proponente Portovesme s.r.l.", nonostante la procedura non preveda in tale fase la presentazione di osservazioni da parte delle parti interessate, riportiamo di seguito quanto richiesto nell'ordine assegnato dal mittente in argomento nella sua comunicazione.

**A. Aspetti formali ed amministrativi.**

***Aspetti formali ed amministrativi. Punto 1.***

In merito a quanto sollevato al presente punto comunichiamo che la documentazione presentata è stata consegnata con timbri e firme in originali, così come richiesto dallo SVA, ed è completata dalle asseverazioni dei progettisti abilitati e del proponente così come previsto dalla procedura.

***Aspetti formali ed amministrativi. Punto 2:***

Il documento “VALUTAZIONE PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO” è stato redatto dall’Ing. Valentina Dentoni, Tecnico Competente In Acustica Ambientale (Det. D.S./D.A n. 1975/II del 19.12.2006), iscritta al n. 151 dell’elenco Elenco Regionale dei Tecnici Competenti in Acustica Ambientale (Art. 2, comma 6, legge 447/95).

Il documento “CARATTERIZZAZIONE ACUSTICA DELL’AREA CIRCOSTANTE LA DISCARICA DI GENNA LUAS”, (Allegato 1 della Valutazione previsionale di impatto acustico) è stato redatto dal Tecnico Competente in Acustica Ambientale dott. Ing. Mauro Silvi, iscritto nell’elenco regionale della Regione Sardegna di cui alla L.447/95 con il numero di iscrizione 178.

I certificati di taratura degli strumenti sono riportati nell’Allegato B “CERTIFICATI STRUMENTAZIONE DI MISURA” del medesimo documento.

**A. Aspetti progettuali.**

***Aspetti progettuali. 1. Valutazione previsionale di Impatto Acustico.***

Per la precisione, lo studio, sulla base del cronoprogramma (Allegato 8 Cronoprogramma dell’Allegato 1\_risposte punto 2; Cronoprogramma lavori 1\_modulo di abbancamento dell’Allegato 2\_Integrazioni punto 3.a), assume che:

1. Il volume utile della vecchia discarica sia esaurito prima dell’inizio della costruzione della nuova (il cronoprogramma non contempla l’esercizio della vecchia discarica nel periodo di tempo che inizia con la costruzione della nuova);
2. la costruzione della nuova discarica inizi in data 1/12/2017;
3. l’esercizio inizi in data 03/09/2018;
4. la copertura della vecchia discarica inizi il 19/10/2018.

Per cui:

- non vi è sovrapposizione fra l’esercizio della vecchia discarica (esaurita prima) e la costruzione della nuova;
- vi è sovrapposizione fra l’esercizio della nuova discarica e la copertura della vecchia.

Queste fasi sono state correttamente simulate ai fini della valutazione dell’impatto acustico.



## *2. Piano di utilizzo dei materiali di scavo*

*a)*

Nel piano di utilizzo dei materiali di scavo a pag. 21 viene descritte le caratterizzazioni geochimiche dei suoli e non delle acque di falda come riporta il titolo del paragrafo “Caratterizzazione idrogeochimica”. Pertanto, nonostante l’osservazione risulti fondata, è evidente che il titolo un semplice refuso, in quanto il titolo corretto sarebbe dovuto essere “Caratterizzazione geochimica (ovviamente dei suoli)”.

D’altro canto il “Piano di utilizzo”, in accordo con i disposti della normativa applicabile, deve dimostrare l’idoneità dei materiali di scavo rispetto alle condizioni di utilizzo previste dal progetto, ossia i requisiti di qualità ambientale definiti dall’Allegato 4 al D.M. 161/2012. A tal fine il decreto chiarisce esplicitamente che Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all’art. 184 bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. per l’utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all’interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B Tabella 1 allegato 5, al Titolo V parte IV del decreto legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d’uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Peraltro, la caratterizzazione delle acque sotterranee è stata trattata nello “Studio idrogeologico idrogeochimico dell’area della discarica di Genna Luas” del settembre 2016 già presentato agli organi di controllo.

*b)*

Dalle analisi dei campioni di suolo prelevati nel sito è risultato che 5 su 23 evidenziano concentrazioni di contaminanti superiori ai limiti di Tab. 1B e in tutti i campioni sono state evidenziate concentrazioni superiori ai limiti di Tab. 1A per As, Cd, Pb e Zn.

Si sottolinea a questo proposito che tale contaminazione non è assolutamente riconducibile alle attività di stoccaggio delle scorie all’interno del catino, ma è relativa alla natura geomineraria dei suoli e alla pregressa attività estrattiva.

Il piano di accertamento relativo alla caratterizzazione geochimica del sito, in seguito all’indagine geochimica effettuata è stato concordato con l’ARPAS, la quale ha ritenuto condivisibile escludere i punti di indagine ubicati all’esterno del perimetro nella discarica in progetto (S1ND).

In relazione al punto S15ND, pur risultando esterno all’area della discarica, poiché il superamento, per Cd-Pb-Zn, è stato rinvenuto nel suolo superficiale, è stato interessato da un supplemento di indagine di dettaglio.

In riferimento alla classificazione urbanistica l'area di sedime della discarica allo stato attuale è classificata come seminativo agricolo. A seguito della conclusione della procedura di VIA sarà automaticamente riclassificata come Area Mineraria Dismessa così come indicato nella cartografia del PPR.

c) Per quanto attiene al presente punto attendiamo la disamina della documentazione da parte della RAS- SVA, e ci rimettiamo alle osservazioni e prescrizioni che deriveranno. Ribadiamo che intendiamo sempre e comunque agire nell'ambito della normativa in vigore.

### **3 - Soggiacenza della falda.**

#### *Risposta al punto 3a:*

Nell'ultima versione consegnata agli organi di controllo non è presente una tavola delle sezioni idrogeologiche che riportano il tetto della falda, franco di legge e quota fondo scavo. Per cui le sezioni idrogeologiche a cui si fa riferimento nel punto 3a sono attribuibili alle sezioni realizzate nella prima stesura dell'ottobre 2015, quando ancora non si disponeva tutti i piezometri realizzati nelle successive campagne e la posizione della falda è stata ottenuta mediante l'attribuzione dell'oscillazione freatica misurata nel PZ7a e nel PZ8 anche ai piezometri PZ1ND e PZ2ND. Pertanto le curve isofreatiche riportate nella Tav. 8a non possono essere coincidenti con quelle delle sezioni idrogeologiche succitate.

#### *Risposta al punto 3b:*

In riferimento all'osservazione del punto 3b, va evidenziato che la Tavola 8a (piezometria della falda) riporta in verde le curve isofreatiche alle quote assolute di 220, 210 e 200 metri, mostrando un asse di drenaggio con direzione ovest-est in posizione mediana rispetto all'impronta dell'area di scavo. Dal raffronto della piezometria con la "planimetria scavi e rilevati" (Tavola 8R) si evince come la superficie di fondo scavo del catino sia sempre superiore alla quota della falda e garantisca costantemente un franco superiore ai 2 metri.

Tale circostanza è rappresentata opportunamente nella Tav. 9, dove si riporta la corretta posizione della falda e il relativo franco e il fondo scavo, evincendosi in modo chiaro il rispetto del requisito stabilito dal D. Lgs. 36/03.

#### *Risposta al punto 3c*

In riferimento al punto 3c, l'osservazione che presuppone che le curve isofreatiche siano state costruite sulla base di dati storici solamente sui due piezometri (PZ7a e PZ8) non è condivisibile. Tale circostanza è stata superata a seguito delle varie richieste di integrazioni da parte degli organi di controllo che chiedevano di implementare il numero dei piezometri nell'area della nuova discarica al fine di ottenere una superficie piezometrica più rappresentativa, quale quella riportata in Tavola 8a.

#### *Risposta al punto 3d:*



L'osservazione di 0,44 m è riferita al punto di soggiacenza minima della falda dal fondo scavo nella sezione in coincidenza del piezometro PZ7ND.

Per la ricostruzione delle curve piezometriche in tutta l'area di sedime della discarica ci si è avvalsi delle piezometrie rilevate nei fori di sonda realizzati all'interno, dell'impronta della discarica (PZ1ND, PZ4ND, PZ7ND, PZ9ND) e dei piezometri PZ2ND, PZ3ND, PZ5ND, PZ6ND, PZ8ND e PZ10ND realizzati all'esterno del perimetro della discarica.

Nel corso della conferenza dei servizi è stato richiesto di integrare i dati storici del monitoraggio della falda relativi ai piezometri PZ7a e PZ8.

Fermo restando che la mappa delle isofreatiche è stata elaborata sulla base del monitoraggio effettuato in tutti i piezometri presenti nell'area della discarica allorché si è avuta la disponibilità delle piezometrie in tutte le postazioni, con le letture piezometriche rilevate in tutti i piezometri realizzati è stato possibile costruire le mappe delle isofreatiche relativa alle piezometrie rilevate.

Durante la conferenza dei servizi è stato richiesto che si tenesse conto del monitoraggio storico relativamente ai piezometri PZ7a e PZ8 dal momento che si disponeva di un intervallo di misura che partiva dal 2011.

Lo storico completo di cui si dispone è compreso nell'intervallo temporale 10/06/2002 – 13/05/2017 (Figura 6).

Inoltre, è stato rappresentata la posizione della superficie freatica in corrispondenza dei piezometri PZ7a e PZ8 mettendo in relazione il fondo dello scavo della discarica alla quota di progetto e la misura del livello freatico massimo registrato nei 15 anni di monitoraggio (Figure 7 e 8). Nelle successive figure è rappresentata la quota del terreno, la quota del fondo scavo e la quota di minimo e massimo livello raggiunto dalla falda nei piezometri; viene infine rappresentata (in verde) la barriera geologica di fondo scavo.

In entrambi i casi si osserva dalle relative figure che il livello freatico massimo della falda non interferisce con il franco di sicurezza di 2 metri imposti dalla normativa alla sua soggiacenza.

Nello specifico si ha che nel PZ7a la distanza fra il fondo scavo e il massimo innalzamento della falda è di 2,44 m, mentre nel caso del PZ8 la distanza con il fondo scavo è di 2,84 m.

Pertanto il franco che la legge prevede è stato rispettato.

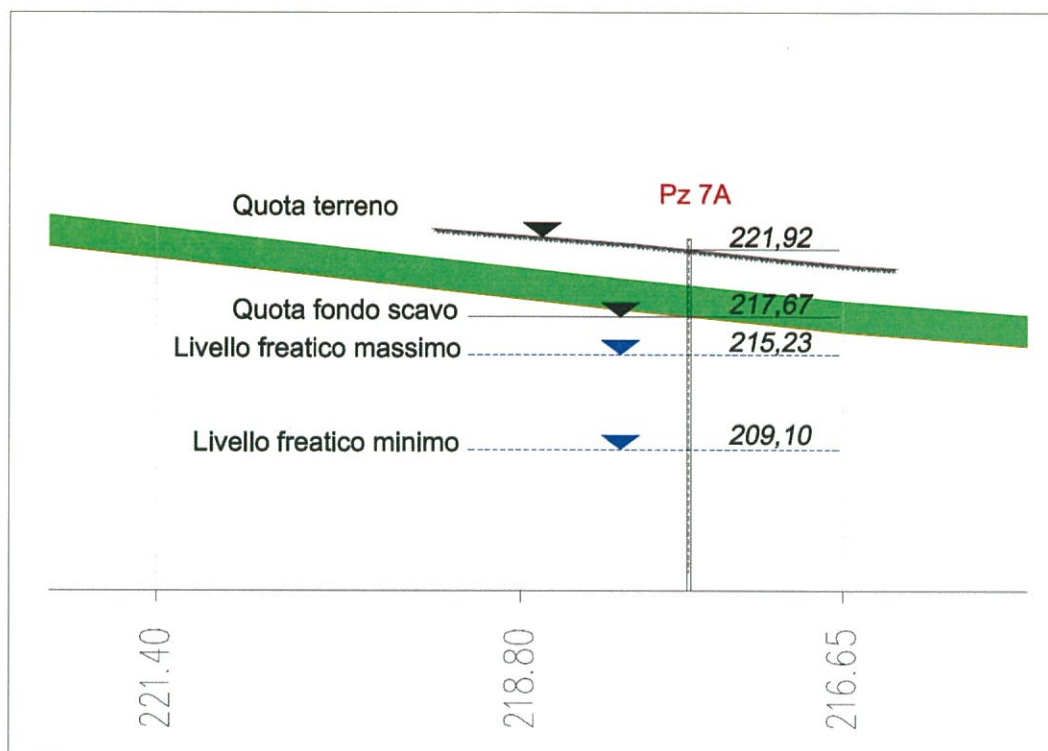


Figura 7 – Sezione passante per il piezometro PZ 7a

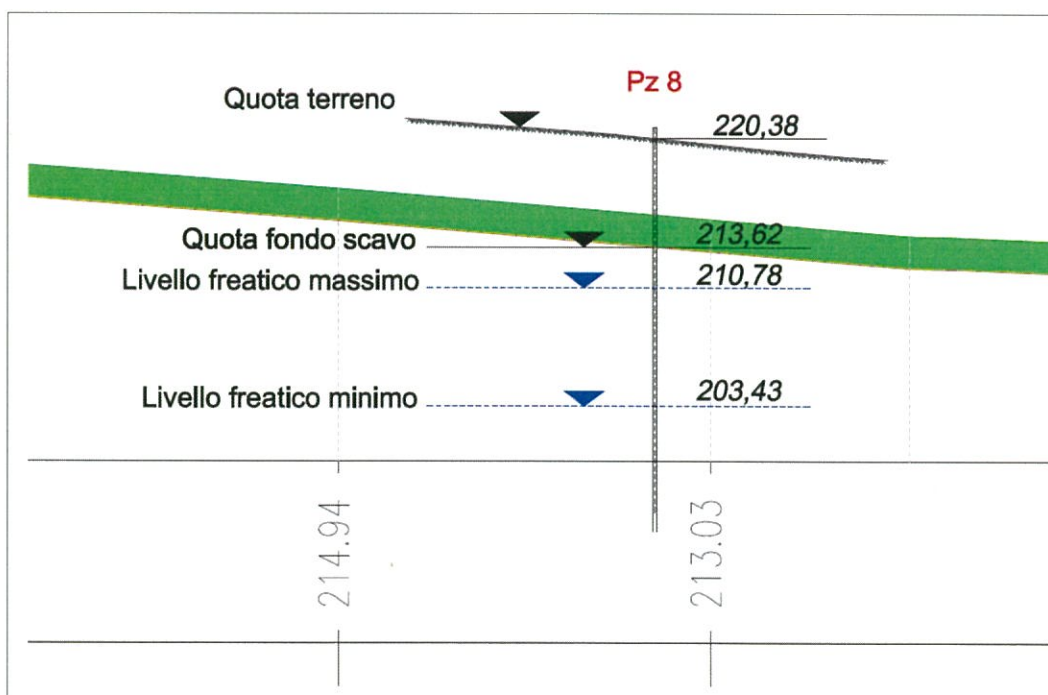


Figura 8 - Sezione passante per il piezometro 8





## ***RISPOSTE PER IL PUNTO 4. VERIFICHE***

### ***Stabilità geotecnica dei rifiuti***

I calcoli di stabilità geotecnica dei rifiuti sono stati eseguiti e riportati nell'All.6 "Relazione di calcolo statico delle opere in terra rinforzata" nelle integrazioni trasmesse a Gennaio 2017. La verifica è stata condotta valutando la stabilità della struttura costituita dai rifiuti e dalle terre rinforzate. Pertanto, quanto richiesto, è stato valutato nel suddetto allegato seguendo quanto prescritto dalla normativa. Le verifiche sono state effettuate nel rispetto delle prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche delle Costruzioni (di seguito NTC '08) approvate con D.M. il 14/01/2008 e Circolare 2 febbraio 2009 contenente - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni, la verifica della sicurezza dell'opera è stata condotta agli stati limite ultimi (SLU). La verifica agli stati limiti di esercizio, considerata la natura dell'opera, la sua flessibilità e deformabilità, non risulta essere critica, in quanto l'opera può sopportare deformazioni che non ne pregiudicano la funzionalità e l'esercizio. Spostamenti e deformazioni che possano limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto si potrebbero manifestare solo per collasso della struttura, e quindi a seguito di condizioni di carico e di sollecitazione ricoperte nelle verifiche allo SLU, più severo. Sulla base delle NTC '08 le terre rinforzate vengono classificate come muri di sostegno (par. 6.5 delle NTC '08: "Le norme si applicano a tutte le opere geotecniche e agli interventi atti a sostenere in sicurezza un corpo di terreno o di materiale con comportamento simile: ... - omissis - ... strutture miste, che esplicano la funzione di sostegno anche per effetto di trattamenti di miglioramento e per la presenza di particolari elementi di rinforzo e collegamento (ad esempio ... - omissis - ... terra rinforzata, muri cellulari)."

Pertanto seguendo tale classificazione, sono state effettuate tre tipi di verifiche agli stati limite ultimo:

- lo stato limite di equilibrio come corpo rigido: EQU
- lo stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione: STR
- lo stato limite di resistenza del terreno: GEO

Per le verifiche sismiche dell'opera in oggetto si è fatto riferimento al sopracitato D.M. del 14 gennaio 2008, utilizzando il foglio di calcolo "Spettri di Risposta - Versione 1.0.3", distribuito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici per il calcolo degli spettri di risposta sismica per la determinazione delle azioni sismiche agenti sull'opera in oggetto.

### **Resistenza a trazione del manto in HDPE**

Le caratteristiche e la posa in opera del manto in HDPE da utilizzare per la nuova discarica di Genna Luas sono stati ampiamente trattati nel paragrafo 8 dell'All.1\_R (Relazione Illustrativa). La resistenza a trazione del manto in HDPE viene indicata nella scheda tecnica allegata nel suddetto paragrafo e calcolata dal fornitore secondo i metodi di prova UNI EN ISO 527-3, Provetta tipo 5. Per quanto attiene

alla stesura del telo applicheremo strettamente quanto raccomandato dal produttore del telo stesso e dalla normativa in vigore in tale ambito.

### *Schiacciamento dei tubi di drenaggio del percolato*

#### **Premessa**

Le caratteristiche dei tubi da utilizzare per il drenaggio del percolato sono illustrate nel paragrafo 9 dell'All.1\_R (Relazione illustrativa), di seguito si eseguono le verifiche richieste, che andranno a integrare il suddetto paragrafo, utilizzando il metodo di Spangler.

L'analisi del sistema strutturale tubo flessibile-terreno è stato sviluppato nell'Università dello Iowa da Spangler e Marston.

L'equazione di Spangler è stata poi modificata, sulla base degli studi di Barnard ed altri, nella forma comunemente accettata per il calcolo della deformazione dei tubi flessibili.

Tale formula, come indicata più avanti, si presenta nella forma:

Deformazione = (carico sul tubo)/(rigidezza del tubo + rigidezza del terreno)

Nella formula non compaiono direttamente i dati relativi alla trincea, che influiscono invece sul calcolo del carico.

L'equazione di Spangler modificata è la seguente:

$$\Delta_v = \frac{(d_1 \cdot p_0 + p_t) \cdot K_x}{8 \cdot SN + 0.061 \cdot E'}$$

$\Delta_v$  deformazione [m]

$d_1$  fattore di autocompattazione

$p_0$  carico del terreno [ $\text{Nm}^{-1}$ ]

$p_t$  carico dovuto al traffico [ $\text{Nm}^{-1}$ ]

$K_x$  costante di fondo (dipendente dall'angolo di appoggio)

$SN$  rigidezza circonferenziale a lungo termine (riferita al diametro) [Pa]

$E'$  modulo secante del terreno [Pa]

Per la condizione di "trincea larga o terrapieno", come nel caso in esame, il carico del terreno gravante sull'unità di lunghezza di tubo si può esprimere come (carico di prisma):

$$p_0 = \sum_i (\gamma_{t,i} \cdot H_i) \cdot D_e$$

Il carico  $p_t$ , generalmente indicato come carico dovuto al traffico, ma che dovrebbe essere indicato come carico superficiale, entra nel calcolo della deformazione quale termine addizionale. Il carico superficiale, dato come carico puntuale, deve comprendere il carico dovuto alle strutture gravanti sulla trincea ed il carico dovuto al traffico. La formulazione deriva dalla teoria di Boussinesq, con la quale si calcola la tensione verticale dovuta ad un carico superficiale in un punto qualsiasi sotto la superficie che, nel caso di carico puntuale applicato sulla verticale della tubazione, assume la formulazione:



$$p_t = \frac{3 \cdot Q \cdot D_e}{2\pi \cdot H^2}$$

Come intuibile dalle formule, il carico  $p_t$  decresce con il quadrato della profondità di copertura e di conseguenza risulta prevalente rispetto al carico del terreno con altezze di ricoprimento inferiori a 1,5 - 2 m.

l'influenza del carico dovuto al traffico decresce sensibilmente con l'aumento della copertura.

I carichi puntuali  $Q_t$  dovuti al traffico sono in genere normalizzati. I relativi valori sono dati nella tabella seguente:

| Classe | Carico per ruota P (KN) | Classe | Carico per ruota (KN) |               |
|--------|-------------------------|--------|-----------------------|---------------|
|        |                         |        | Anteriore Pa          | Posteriore Pp |
| HT60   | 100                     | LT12   | 20                    | 40            |
| HT45   | 75                      | LT6    | 10                    | 20            |
| HT38   | 62,5                    | LT3    | 5                     | 10            |
| HT30   | 50                      |        |                       |               |
| HT26   | 35                      |        |                       |               |

Il termine  $K_x$ , costante di fondo, è legato al valore dell'angolo di supporto, anche chiamato angolo di sostegno. Al crescere dell'angolo decresce il valore della costante e quindi della deformazione. Si raggiunge la condizione di massimo appoggio, eseguendo un'accurata compattazione del materiale di rinfiacco fino ad un'altezza di circa 30 cm sopra l'estradosso del tubo.

I valori della costante di fondo sono indicati nella tabella seguente. Come si vede, al crescere dell'angolo decresce il valore della costante e quindi della deformazione.

| Angolo | 0°    | 90°   | 120°  | 180°  |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| $K_x$  | 0,110 | 0,096 | 0,090 | 0,083 |

Il modulo di resistenza del terreno, o modulo secante  $E' = e \cdot r$  (con  $e$  modulo elastico del terreno e con  $r$  raggio della tubazione), in funzione degli studi di Barnard, è una costante per tutti i diametri di tubo ed è funzione della natura del terreno e del grado di compattazione dello stesso. La classificazione generalmente adottata per la definizione del materiale è quella dell'ASTM 2487 riportata nella tabella successiva, norma americana, nella quale i terreni sono indicati con sigle.

I valori più bassi nella tabella sono generalmente validi per il calcolo della deformazione iniziale, in quanto a medio e lungo termine si può contare su una maggiore compattazione, sia dovuta al passaggio, dei mezzi, sia all'autocompattazione del terreno sotto il peso proprio. Per il passaggio alla deformazione a lungo termine, è applicato il fattore di autocompattazione (lag factor)  $d_l$ . Occorre in ogni caso tenere presente che il grado di compattazione, e quindi  $E'$ , aumenta nel tempo.

| Tipo di terreno  | Compattazione    |         |          |       |
|--|------------------|---------|----------|-------|
|  | Rinfusa          | Leggera | Moderata | Alta  |
|  | Indice Proctor   | <85%    | 85-94%   | >95%  |
|  | Densità relativa | <40%    | 40-70%   | >70%  |
| <b>Terreno coesivo</b><br><i>Argilla e limo ad alta plasticità</i>   | 0                | 0       | 0        | 350   |
| <b>Terreno coesivo</b><br><i>Argilla e limo a media e bassa plasticità con meno del 25% di particelle di fango</i>   | 350              | 1400    | 2800     | 7000  |
| <b>Terreno granulare coesivo</b><br><i>Ghiaia con particelle fini con bassa o media plasticità</i><br><i>Sabbia con particelle fini con bassa o media plasticità</i> | 700              | 2800    | 7000     | 14000 |
| <b>Terreno senza coesione</b><br><i>Ghiaia con curva granulometrica ben assortita o non ben assortita</i>  | 700              | 7000    | 14000    | 21000 |
| <b>Rocce macinate</b>  | 7000             | 21000   | 21000    | 21000 |

La verifica viene condotta nei confronti del breve e lungo termine, individuando con breve termine la condizione relativa alla discarica nella fase iniziale, ovvero quando il riempimento è inferiore a 1,50 m e la rigidità nominale del condotto è massima, e con lungo termine la condizione di esercizio della discarica quando il riempimento supera 1,50 m e la rigidità nominale del condotto è ridotta dai fenomeni di viscoelasticità (creep).

La verifica è ritenuta soddisfatta se la deformazione di calcolo  $\Delta v$  è inferiore a quella ammissibile  $\Delta$ , che corrisponde al 5% del diametro medio del tubo

#### **Verifica a breve termine tubazioni DN 140 SDR11 DN 315 SDR11**

La verifica è riferita ai condotti macrofessurati DN140 e DN315 collocati sul fondo della discarica per il convogliamento del percolato nella zona di emungimento. La condizione a breve termine è relativa alla fase iniziale della discarica a partire da quando il ricoprimento del condotto di drenaggio è di 0,50 m corrispondente allo strato di ghiaia sul fondo della discarica fino al riempimento con i rifiuti a 1,50 m dall'estradosso del tubo; condizione in cui la rigidità circonferenziale del materiale PE è massima e si ha la massima influenza dei carichi viaggianti dovuti al passaggio dei mezzi per il conferimento dei rifiuti.

Nel calcolo del carico  $p_0$  si considera un peso volumico dei rifiuti pari a 20,00 kN/m<sup>3</sup>. Ipotezzando un fattore di autocompattazione  $d_1$  pari a 2,00, una costante di fondo  $K_x$  di 0,083 corrispondente ad un angolo di supporto di 180° e un modulo di resistenza del terreno  $E'$  di 7.000 kN/m<sup>2</sup>. Una tipologia di



traffico tipo HT 60. Di seguito si riportano le verifiche per determinare la deformazione orizzontale massima del condotto  $\Delta v$ :

| <b>Verifica secondo Marston-Spangler</b> |                          |               |                   |
|--|--------------------------|---------------|-------------------|
| <b>Dati dimensionali del Tubo</b>        |                          |               |                   |
| Diametro                                 | <b>DN =</b>              | <b>140</b>    | mm                |
| Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969) | <b>SN =</b>              | <b>64</b>     | kN/m <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità                     | <b>E<sub>m</sub> =</b>   | <b>800</b>    | kN/m <sup>2</sup> |
| Tipo di parete                           | Liscio                   |               |                   |
| <b>Dati ricoprimento</b>                 |                          |               |                   |
| Altezza sull'estradosso                  | <b>H =</b>               | <b>1,50</b>   | m                 |
| Peso specifico ricoprimento              | <b>γ<sub>t</sub> =</b>   | <b>20</b>     | kN/m <sup>3</sup> |
| Angolo di attrito interno                | <b>φ =</b>               | <b>37</b>     | °                 |
| Coeff. di attrito rinterro               | <b>μ =</b>               | <b>0,75</b>   |                   |
| Angolo di supporto                       | <b>2α =</b>              | <b>180</b>    | °                 |
| Modulo di elasticità ricoprimento        | <b>E<sub>t</sub> =</b>   | <b>7000</b>   | kN/m <sup>2</sup> |
| Altezza della falda sulla tubazione      | <b>h =</b>               | <b>0</b>      | m                 |
| Peso specifico sommerso del ricoprimento | <b>γ =</b>               | <b>16,8</b>   |                   |
| Verifica tipo di trincea (UNI 7517)      | Trincea larga            |               |                   |
| <b>Determinazione carico statico</b>     |                          |               |                   |
| Coeff. di spinta attiva                  | <b>K<sub>a</sub> =</b>   | <b>0,249</b>  |                   |
| Coeff. di carico statico                 | <b>χ =</b>               | <b>0,146</b>  |                   |
| Carico idrostatico                       | <b>Q<sub>idr</sub> =</b> | <b>0,000</b>  | kN/m              |
| <b>Carico statico</b>                    | <b>Q<sub>st</sub> =</b>  | <b>4,200</b>  | kN/m              |
| <b>Determinazione carico dinamico</b>    |                          |               |                   |
| Tipologia di traffico (DIN 1072)         | HT60                     |               |                   |
| Carico per ruota                         |                          | <b>100</b>    | kN/ruota          |
| Coeff. dinamico                          | <b>ω =</b>               | <b>1,2</b>    |                   |
| Tensione dinamica                        | <b>σ<sub>z</sub> =</b>   | <b>34,555</b> | kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Carico dinamico</b>                   | <b>Q<sub>d</sub> =</b>   | <b>5,805</b>  | kN/m              |
| <b>Carico totale</b>                     | <b>Q =</b>               | <b>10,005</b> | kN/m              |
| Coeff. di sottofondo                     | <b>K =</b>               | <b>0,083</b>  |                   |
| Coeff. di deformazione differita         | <b>F =</b>               | <b>2,0</b>    |                   |
| <b>Deformazione assoluta</b>             | <b>Δv =</b>              | <b>1,77</b>   | mm                |
| <b>Deformazione relativa %</b>           | <b>δ =</b>               | <b>1,263</b>  | %                 |
| <b>Tubazione verificata</b>              |                          |               |                   |



| Verifica secondo Marston-Spangler        |                    |                      |                   |
|--|--------------------|----------------------|-------------------|
| Dati dimensionali del Tubo               |                    |                      |                   |
| Diametro                                 | DN =               | 315                  | mm                |
| Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969) | SN =               | 64                   | kN/m <sup>2</sup> |
| Modulo di elasticità                     | E <sub>m</sub> =   | 800                  | kN/m <sup>2</sup> |
| Tipo di parete                           | Liscio             |                      |                   |
| Dati ricoprimento                        |                    |                      |                   |
| Altezza sull'estradosso                  | H =                | 1,50                 | m                 |
| Peso specifico ricoprimento              | γ <sub>t</sub> =   | 20                   | kN/m <sup>3</sup> |
| Angolo di attrito interno                | φ =                | 37                   | °                 |
| Coeff. di attrito rinterro               | μ =                | 0,75                 |                   |
| Angolo di supporto                       | 2α =               | 180                  | °                 |
| Modulo di elasticità ricoprimento        | E <sub>t</sub> =   | 7000                 | kN/m <sup>2</sup> |
| Altezza della falda sulla tubazione      | h =                | 0                    | m                 |
| Peso specifico sommerso del ricoprimento | γ' =               | 16,8                 |                   |
| Verifica tipo di trincea (UNI 7517)      | Trincea larga      |                      |                   |
| Determinazione carico statico            |                    |                      |                   |
| Coeff. di spinta attiva                  | K <sub>a</sub> =   | 0,249                |                   |
| Coeff. di carico statico                 | χ =                | 0,146                |                   |
| Carico idrostatico                       | Q <sub>idr</sub> = | 0,000                | kN/m              |
| Carico statico                           | Q <sub>st</sub> =  | 9,450                | kN/m              |
| Determinazione carico dinamico           |                    |                      |                   |
| Tipologia di traffico (DIN 1072)         | HT60               |                      |                   |
| Carico per ruota                         |                    | 100                  | kN/ruota          |
| Coeff. dinamico                          | ω =                | 1,2                  |                   |
| Tensione dinamica                        | σ <sub>z</sub> =   | 34,555               | kN/m <sup>2</sup> |
| Carico dinamico                          | Q <sub>d</sub> =   | 13,062               | kN/m              |
| Carico totale                            | Q =                | 22,512               | kN/m              |
| Coeff. di sottofondo                     | K =                | 0,083                |                   |
| Coeff. di deformazione differita         | F =                | 2,0                  |                   |
| Deformazione assoluta                    | Δv =               | 3.98                 | mm                |
| Deformazione relativa %                  | δ =                | 1,263                | %                 |
|  |                    | Tubazione verificata |                   |



### Verifica a lungo termine tubazioni DN 140 SDR11 DN 315 SDR11

La condizione a lungo termine è relativa alla fase in esercizio della discarica, ovvero quando si procede al riempimento con i rifiuti quando questi raggiungono un'altezza superiore a 1,50 m dall'estradosso del condotto; condizione in cui la rigidezza circonferenziale del materiale PE è ridotta al seguito dei fenomeni viscoelastici. Per il calcolo di  $p_0$  valgono, a favore di sicurezza, le stesse considerazioni fatte per la verifica a breve termine, ipotizzando un fattore di autocompattazione  $d_1$  pari a 1,50 (minore rispetto al breve termine poiché si ha l'azione costipante dovuto al crescente incremento del carico e del passaggio dei mezzi), si considera una tipologia di traffico tipo HT 60, una costante di fondo  $K_x$  di 0,083 corrispondente ad un angolo di supporto di  $180^\circ$ , un modulo di resistenza del terreno  $E'$  di 31000 N/mm<sup>2</sup> (maggiore rispetto al breve termine al seguito dell'azione costipante dovuto al crescente incremento del carico, del passaggio dei mezzi e vista anche la natura dei rifiuti). si esegue la verifica considerando, a favore di sicurezza un'altezza massima dei rifiuti pari a 45 m, (la massima profondità di posa è pari a 41,25 m) e non si tiene conto dell'effetto arco che avviene nei rifiuti col progredire del consolidamento che comporta una diminuzione delle pressioni effettive sulle tubazioni rispetto a quelle della colonna di rifiuti calcolate con  $p_0$ .

| Verifica secondo Marston-Spangler        |                  |       |       |
|--|------------------|-------|-------|
| Dati dimensionali del Tubo               |                  |       |       |
| Diametro                                 | DN =             | 140   | mm    |
| Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969) | SN =             | 64    | kN/m² |
| Modulo di elasticità                     | E <sub>m</sub> = | 800   | kN/m² |
| Tipo di parete                           | Liscio           |       |       |
| Dati ricoprimento                        |                  |       |       |
| Altezza sull'estradosso                  | H =              | 45,00 | m     |
| Peso specifico ricoprimento              | γ <sub>t</sub> = | 20    | kN/m³ |
| Angolo di attrito interno                | φ =              | 37    | °     |
| Coeff. di attrito rinterro               | μ =              | 0,75  |       |
| Angolo di supporto                       | 2α =             | 180   | °     |
| Modulo di elasticità ricoprimento        | E <sub>t</sub> = | 31000 | kN/m² |
| Altezza della falda sulla tubazione      | h =              | 0     | m     |
| Peso specifico sommerso del ricoprimento | γ' =             | 16,8  |       |
| Verifica tipo di trincea (UNI 7517)      | Trincea larga    |       |       |
| Determinazione carico statico            |                  |       |       |
| Coeff. di spinta attiva                  | K <sub>a</sub> = | 0,249 |       |

|                                       |                              |                |                   |
|---------------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------|
| Coeff. di carico statico              | $\chi =$                     | 0,146          |                   |
| Carico idrostatico                    | $Q_{idr} =$                  | 0,000          | kN/m              |
| <b>Carico statico</b>                 | <b><math>Q_{st} =</math></b> | <b>126,000</b> | kN/m              |
| <b>Determinazione carico dinamico</b> |                              |                |                   |
| Tipologia di traffico (DIN 1072)      | HT60                         |                |                   |
| Carico per ruota                      | $\omega =$                   | 100            | kN/ruota          |
| Coeff. dinamico                       | $\sigma_z =$                 | 1,0066667      |                   |
| Tensione dinamica                     | $Q_d =$                      | 0,985          | kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Carico dinamico</b>                | <b><math>Q =</math></b>      | <b>0,139</b>   | kN/m              |
| <b>Carico totale</b>                  | <b><math>K =</math></b>      | <b>126,139</b> | kN/m              |
| Coeff. di sottofondo                  | $F =$                        | 0,083          |                   |
| Coeff. di deformazione differita      | $\Delta v =$                 | 1,50           |                   |
| <b>Deformazione assoluta</b>          | <b><math>\delta =</math></b> | <b>6,71</b>    | mm                |
| <b>Deformazione relativa %</b>        |                              | <b>4,790</b>   | %                 |
| <b>Tubazione verificata</b>           |                              |                |                   |

| Verifica secondo Marston-Spangler        |                    |       |       |
|--|--------------------|-------|-------|
| Dati dimensionali del Tubo               |                    |       |       |
| Diametro                                 | DN =               | 315   | mm    |
| Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969) | SN =               | 64    | kN/m² |
| Modulo di elasticità                     | E <sub>m</sub> =   | 800   | kN/m² |
| Tipo di parete                           | Liscio             |       |       |
| Dati ricoprimento                        |                    |       |       |
| Altezza sull'estradosso                  | H =                | 45,00 | m     |
| Peso specifico ricoprimento              | γ <sub>t</sub> =   | 20    | kN/m³ |
| Angolo di attrito interno                | φ =                | 37    | °     |
| Coeff. di attrito rinterro               | μ =                | 0,75  |       |
| Angolo di supporto                       | 2α =               | 180   | °     |
| Modulo di elasticità ricoprimento        | E <sub>t</sub> =   | 31000 | kN/m² |
| Altezza della falda sulla tubazione      | h =                | 0     | m     |
| Peso specifico sommerso del ricoprimento | γ =                | 16,8  |       |
| Verifica tipo di trincea (UNI 7517)      | Trincea larga      |       |       |
| Determinazione carico statico            |                    |       |       |
| Coeff. di spinta attiva                  | K <sub>a</sub> =   | 0,249 |       |
| Coeff. di carico statico                 | χ =                | 0,146 |       |
| Carico idrostatico                       | Q <sub>idr</sub> = | 0,000 | kN/m  |



|                                       |                                |                |                   |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------------|-------------------|
| <b>Carico statico</b>                 | <b><math>Q_{st} =</math></b>   | <b>283,50</b>  | <b>kN/m</b>       |
| <b>Determinazione carico dinamico</b> |                                |                |                   |
| Tipologia di traffico (DIN 1072)      | <b>HT60</b>                    |                |                   |
| Carico per ruota                      |                                | 100            | kN/ruota          |
| Coeff. dinamico                       | $\omega =$                     | 1,0066667      |                   |
| Tensione dinamica                     | $\sigma_z =$                   | 0,985          | kN/m <sup>2</sup> |
| <b>Carico dinamico</b>                | <b><math>Q_d =</math></b>      | <b>0,312</b>   | <b>kN/m</b>       |
| <b>Carico totale</b>                  | <b><math>Q =</math></b>        | <b>283,812</b> | <b>kN/m</b>       |
| Coeff. di sottofondo                  | $K =$                          | 0,083          |                   |
| Coeff. di deformazione differita      | $F =$                          | 1,50           |                   |
| <b>Deformazione assoluta</b>          | <b><math>\Delta v =</math></b> | <b>15.09</b>   | <b>mm</b>         |
| <b>Deformazione relativa %</b>        | <b><math>\delta =</math></b>   | <b>4,79</b>    | <b>%</b>          |
| <b>Tubazione verificata</b>           |                                |                |                   |

## 5. CHIUSURA DELLA DISCARICA

Per questa osservazione si possono considerare tre casi, contemplati All.1 del D. Lgs. 36/2003, in quanto nelle osservazioni non è chiaro a quale strato drenante ci si riferisca, se:

- allo strato drenante spessore 50 cm in grado di impedire la formazione di un battente idraulico, interposto tra lo strato di terra vegetale di un metro e lo strato minerale compattato. In questo caso lo strato drenante è stato previsto in progetto;
- allo strato drenante a contatto col rifiuto, cui si fa riferimento nelle osservazioni, è lo strato di drenaggio avente spessore 50 cm per il drenaggio del gas e di rottura capillare. Come esposto nella relazione illustrativa, poiché i rifiuti della nuova discarica di Genna Luas sono inerti e non biodegradabili, non si avranno produzioni e/o trasformazioni in gas della massa dei rifiuti. Non essendo inoltre previsto un impianto di captazione e gestione del gas di discarica, non risulta necessario realizzare nella copertura finale il suddetto strato.
- allo strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta posa in opera degli strati sovrastanti. Questo strato, di cui peraltro la normativa non indica uno spessore, non viene realizzato perché i rifiuti prodotti dalla Portovesme srl presentano delle caratteristiche fisiche, in termini di granulometria e forma simili a quelle di un aggregato inerte. Pertanto, viste le suddette caratteristiche, possono essere conformati e sagomati in maniera da assicurare un piano di posa ottimale per gli strati sovrastanti.

Nella tav.26\_R è stata rappresentata la nuova stratigrafia della copertura finale che prevede lo strato minerale compattato dello spessore di 50 cm e conducibilità idraulica  $k < 10^{-8}$  m/sec e non il geocomposito bentonitico. Di seguito si riporta il paragrafo 7 della relazione illustrativa "Descrizione delle opere in progetto per la

copertura finale" con riferimento alla stratigrafia della copertura finale come revisionata nella suddetta tavola, che sostituisce il medesimo paragrafo dell'All.1\_R (Relazione Illustrativa).

## ***PUNTO 6. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO***

Le altre voci riguardanti il capping finale della discarica sono state compute, nell'All.3\_R (Computo metrico estimativo), nella categoria "Realizzazione di opere di impermeabilizzazione sia di tipo naturale che sintetico ad elevata impermeabilità e del monitoraggio della tenuta del sistema di impermeabilizzazione" in quanto riguardano il sistema di impermeabilizzazione della discarica. Per maggior chiarezza si allega il computo metrico estimativo (All.3\_R) aggiornato con la stratigrafia della copertura di cui al paragrafo precedente con le voci, le quantità e gli importi che riguardano la copertura finale riportate nella categoria "Chiusura discarica".

## **7. Descrizione delle opere in progetto per la copertura finale**

### ***7.1 Premessa***

Nei successivi paragrafi si illustreranno le opere previste in progetto per la realizzazione della copertura finale della discarica. Le opere previste risultano conformi a quanto prescritto al punto 2.4.3 dell'Allegato 1 del D. Lgs. 13 gennaio 2003 n. 36.

Com'è noto, il D. Lgs. 13 gennaio 2003 n. 36, nel dare attuazione alla direttiva 1999/31/CE del Consiglio del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti, ha introdotto specifiche disposizioni riguardo alle caratteristiche della copertura superficiale finale delle diverse tipologie di discarica.

Per le discariche di rifiuti non pericolosi e pericolosi l'allegato 1 punto 2.4.3 "copertura superficiale finale" prevede che la copertura superficiale finale della discarica risponda ai seguenti criteri:

- isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua;
- riduzione al minimo della necessità di manutenzione;
- minimizzazione dei fenomeni di erosione;
- resistenza agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata.

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 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 protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
2. strato drenante, protetto da eventuali intasamenti, 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 compattato dello spessore maggiore o uguale a 0,5 m e di conducibilità idraulica maggiore o uguale a  $10^{-8}$  m/s o di caratteristiche equivalenti, integrato da un rivestimento impermeabile superficiale per gli impianti di discarica di rifiuti pericolosi;

4. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spessore maggiore o uguale a 0.5 m;

5. strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti.

Poiché i rifiuti abbancati nella nuova discarica di Genna Luas sono inerti e non biodegradabili, non si avranno produzioni e/o trasformazioni in gas della massa dei rifiuti. La valutazione degli assestamenti dovrà tenere conto di tale situazione, soprattutto in funzione alla morfologia della copertura finale.

La copertura superficiale finale della discarica nella fase di post esercizio non sarà preceduta da una copertura provvisoria, poiché non sarà necessario isolare la massa di rifiuti per il tempo richiesto dal completamento di fenomeni di assestamento, che non sono significativi per la tipologia di rifiuti conferiti.

La copertura superficiale finale sarà realizzata in modo da consentire un carico compatibile con la destinazione d'uso prevista.

#### **7.1 sistema di impermeabilizzazione della copertura**

In base alle considerazioni sopra esposte, si propone la seguente sequenza degli strati, dall'alto verso il basso:

- Terreno vegetale spessore 1,00 m;
- Geotessile TNT 400 g/m<sup>2</sup>;
- Strato di ghiaia 16-32 mm 0,50 m;
- Geotessile TNT 400 g/m<sup>2</sup>;
- Telo di impermeabilizzazione in HDPE dello spessore di 2,0 mm con entrambe le facce ruvide;
- strato minerale compattato con coefficiente di permeabilità  $K \leq 10^{-8}$  m/s;

La pendenza della copertura, sarà realizzata dal colmo verso l'esterno con pendenza del 20,00% per favorire il deflusso delle acque meteoriche. Considerate le pendenze da realizzare, la stabilità dello strato di terreno vegetale è garantito dall'attrito con il geotessile TNT 400 g/m<sup>2</sup>.

Restiamo a disposizione per ogni ulteriore chiarimento dovesse occorrere e porgiamo

Distinti saluti

Portovesme s.r.l.  
AMMINISTRATORE DELEGATO  
Rag. Carlo LOLLRI

