



*Provincia di Barletta - Andria - Trani*

***PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015  
PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003  
DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT)***

## **PROGETTO DEFINITIVO**

Chiusura e post gestione ex art.12 DLgs 36/2003

*Oggetto:*

***Relazione tecnica interventi di  
chiusura discarica***

*Tav.*

***Rel.B***

***RUP: Ing. Francesco LOMORO***

I Progettisti

*Dott. Ing. Angela RICCARDI*

*Dott. Ing. Giuseppe MARSELLI*

Data: Dicembre 2019

Scala:

File:

Aggiornamento:



<p>Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica</p>	 <p>PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO</p>	<p>Pagina 1 di 28</p>
---	---	---------------------------

## INDICE

INTRODUZIONE		2
1	INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO	2
2	RILIEVO TOPOGRAFICO E FOTOGRAFICO DELLO STATO DEI LUOGHI	3
3	RICOSTRUZIONE DELL'ATTIVITÀ DI SMALTIMENTO	3
4	RICOSTRUZIONE DELL'ATTIVITÀ DI BONIFICA	4
5	INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO	8
	5.1 STATO DI FATTO	8
	5.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO	9
5.2.1	Progetto di Capping	9
5.2.2	Regimentazione acque meteoriche	11
5.2.3	Smaltimento delle acque meteoriche in trincea drenante	12
5.2.4	Pozzi di estrazione del biogas e torce statiche	22
5.2.5	Pozzi per il monitoraggio delle acque sotterranee	24



## INTRODUZIONE

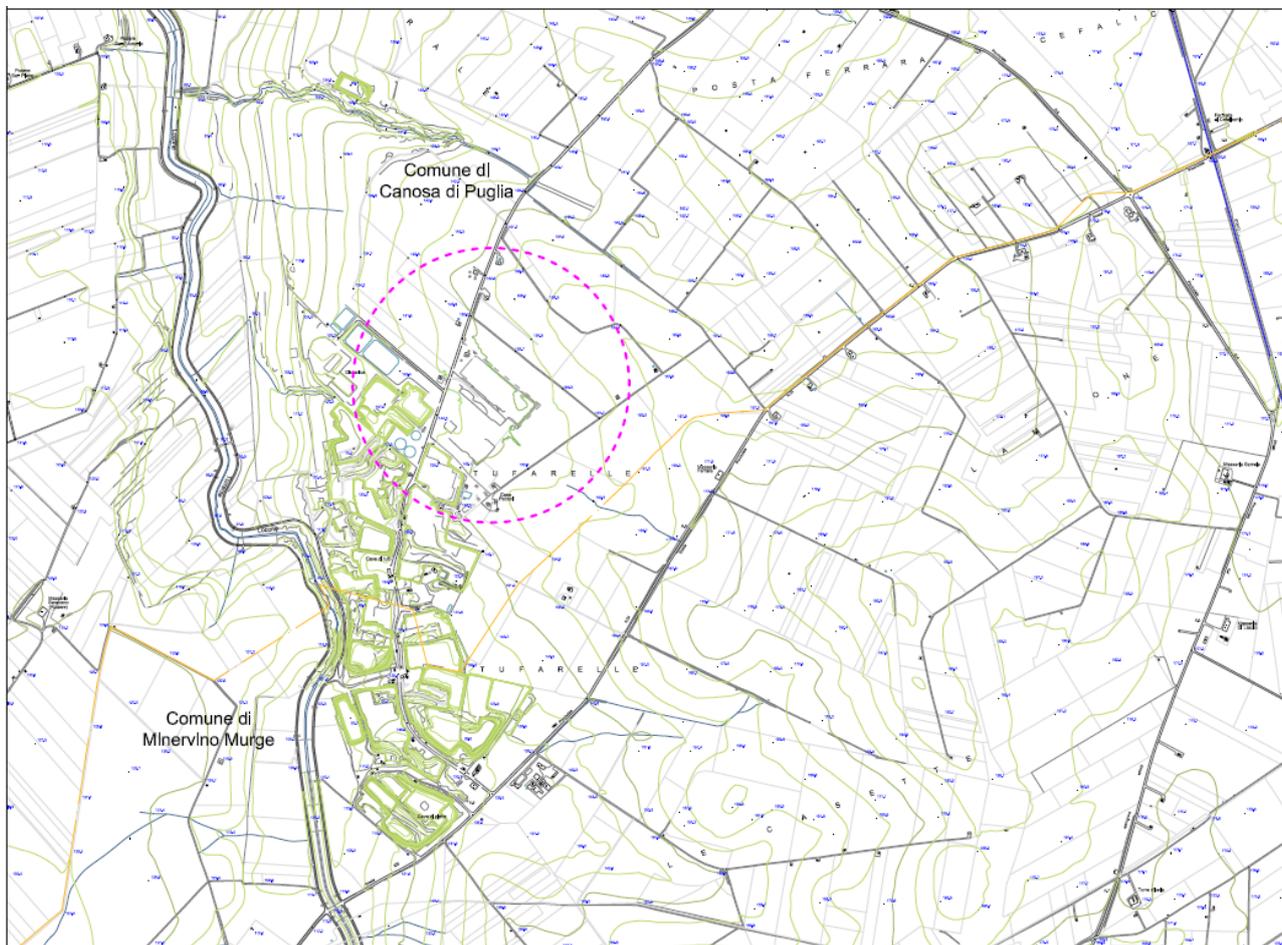
Il presente elaborato è redatto nell'ambito del progetto di chiusura definitiva della discarica sita nell'agro di Canosa di Puglia.

Allo stato attuale, la discarica è in Procedura di infrazione Comunitaria 2011/2215, in quanto il capping realizzato non risponde ai criteri del D.Lgs. 36/2003.

L'area di sedime della discarica è censita in catasto terreni del comune censuario di Canosa di Puglia al foglio mappale n. 77 p.lle n.533, 400 che sviluppano complessivamente una superficie pari a mq 24.980. Dal punto di vista cartografico la superficie complessiva risulta suddivisa in un'area direttamente interessata dal corpo della discarica pari a mq 18.639 e da un'area pertinenziale di circa mq 5.842 per una superficie totale di mq 24.481.

## 1 INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO

L'area di sedime della discarica è censita in catasto terreni del comune censuario di Canosa di Puglia al foglio mappale n. 77 p.lle n.73, 400. La superficie complessiva risulta suddivisa in un'area direttamente interessata dal corpo della discarica pari a mq 18.639 e da un'area pertinenziale di circa mq 5.842 per una superficie totale di mq 24.481.



Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 3 di 28
---	---	-------------------

*Figura 1: Ubicazione dell'intervento oggetto di studio*

L'intervento di progetto si pone all'interno di un contesto territoriale antropicamente degradato in quanto, a motivo della sua natura geologica costituita da calcareniti quasi affioranti, è caratterizzato dalla diffusa presenza di cave di estrazione di conci di tufo quasi sempre abbandonate al termine dell'attività estrattiva. Lo stesso sito della discarica di cui alla presente relazione, era inizialmente una cava spenta divenuta nel tempo luogo di abbandono di rifiuti di ogni genere. Nella stessa area, e poco distante dal sito della discarica, è presente un impianto di trattamento di reflui liquidi la cui concentrazione avverrebbe per distillazione, un'altra discarica per rifiuti non pericolosi ed altre cave tufacee.

A tal proposito si rimanda agli Elaborati grafici Tav. 01 – Tav. 03 – Tav. 04.

## **2 RILIEVO TOPOGRAFICO E FOTOGRAFICO DELLO STATO DEI LUOGHI**

In corrispondenza dell'area oggetto dell'intervento è stato effettuato un rilievo fotografico dello stato dei luoghi al fine di fornire lo stato di consistenza delle aree prima dell'inizio dell'attività di progettazione e lavori. A tal proposito si rimanda all'Elaborato grafico Tav. 05.

Dall'analisi del report fotografico e dal rilievo topografico si evidenzia che il corpo del rilevato presenta condizioni di stabilità generale vista l'assenza di corpi di frana o smottamenti localizzati del rilevato; inoltre si evidenzia la vegetazione spontanea mediterranea e arbustiva alla base ed in quota.

## **3 RICOSTRUZIONE DELL'ATTIVITÀ DI SMALTIMENTO**

Il sito di discarica in c.da Tufarelle censita al catasto terreni del Comune di Canosa di Puglia (BAT) al foglio 77 p.lle 533 e 400, è stata approvata con Deliberazione della Provincia di Bari n. 416 del 17 febbraio 1995. L'esercizio della stessa infine veniva autorizzato con Deliberazione n. 1625 del 25 luglio 1995.

L'atto deliberativo riconosceva una capacità di abbancamento dei rifiuti in discarica pari a mc. 200.000 al lordo della cubatura relativa alla posa in opera dello strato di argilla ad esaurimento delle capacità stessa".

Con Deliberazione del 26 gennaio 1998 n. 56 la Provincia di Bari, in accoglimento della istanza della Società prodotta il 03 gennaio 1998, autorizzava il conferimento in discarica di altri rifiuti individuati con i rispettivi codici CER.

Con successiva Deliberazione del 29 gennaio 1998 n. 73 venivano meglio indicate le tipologie dei rifiuti smaltibili autorizzati e di cui ai Codici CER rispettivamente 20.00.00 e 15.00.00.

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 4 di 28
---	---	-------------------

Con Deliberazione del 29 aprile 1998 n. 632 la discarica veniva abilitata anche per il conferimento dei rifiuti non pericolosi di natura organica nonché di quelli contenenti amianto.

### Dati generali tecnici della discarica

- Località: c.da Tufarelle - Canosa di Puglia
- Quota sul livello del mare: 136-152 m
- capacità di abbancamento dei rifiuti: 200.000 mc lordi
- Superficie catastale: 23.955 mq (5.316 mq destinati ai servizi annessi alla discarica, 18.639 mq di corpo della discarica)
- Profondità massima stimata: circa 10 m
- Società concessionaria: COBEMA Srl
- Litologia del piano cava: Calcarenite

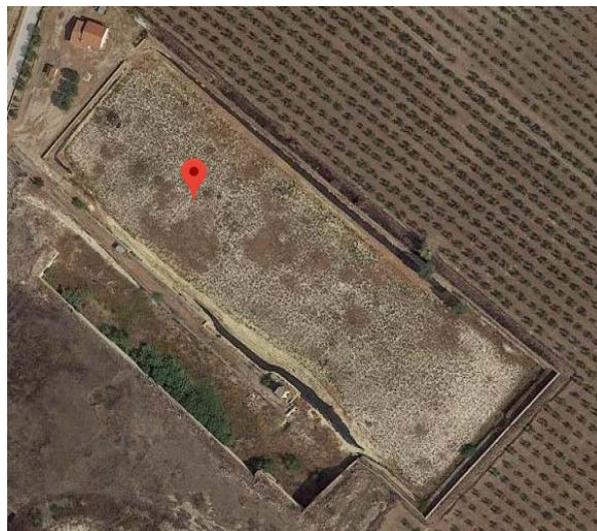
L'abbancamento dei rifiuti è iniziato nell'anno 1995 concludendosi nell'aprile 2005.

Di seguito si riportano le ortofoto dell'area oggetto dell'intervento acquisite nel 2006 e 2018.

**Ortofoto SIT Puglia – 2006**



**Ortofoto Google – 2018**



*Figura 2: Ortofoto Discarica per rifiuti non pericolosi – c.da Tufarelle*

Dall'analisi dei rilievi condotti nel 2018, si rileva che la quota dell'attuale copertura della discarica varia tra i 136 ed i 152 m s.l.m.. Per i dettagli si rimanda alla tavola Tav. 06.

## 4 RICOSTRUZIONE DELL'ATTIVITÀ DI CHIUSURA

Successivamente alla dismissione della attività di estrazione di tufo, il soggetto responsabile, diverso dalla Società CO.BE.MA. S.r.l. non aveva provveduto alla realizzazione delle opere di ripristino ambientale e l'area era divenuta conseguentemente destinataria di sversamenti di oli e

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 5 di 28
---	---	-------------------

rifiuti speciali potenzialmente nocivi così come rilevato dall'ENEA a seguito di una apposita indagine conoscitiva.

Per completezza di esposizione tali materiali sono stati prelevati e correttamente smaltiti dalla CO.BE.MA. S.r.l. prima dell'inizio dei lavori di realizzazione della discarica.

Tali lavori, coerentemente a quanto progettato dall'ing. F. Cannone, hanno comportato essenzialmente la posa sul fondo e sulle pareti della discarica di uno strato di argilla avente spessore non inferiore a mt. 1,00 con un coefficiente di permeabilità  $K \geq 10^{-6}$  cm/sec. sul quale è stato adagiato un doppio telo di polietilene ad alta densità avente spessore pari a mm. 2,00.

Lungo le pareti del cavo la protezione delle stesse è stata realizzata contemporaneamente all'avanzamento dello abbancamento dei rifiuti predisponendo scarpate di argilla dimensionate per altezza e lunghezza di base in modo tale da garantirne la stabilità. Anche tali scarpate sono state rivestite con strati di telo di polietilene saldati tra loro per scongiurare un possibile trafileamento del percolato dall'interno verso l'esterno del corpo della discarica.

Per quanto attiene alla copertura finale della discarica il progetto ne prevedeva la tipologia conforme alle norme di cui alla Delibera Interministeriale 27 luglio 1984 recante "*Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del dpr 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti*".

Il 13 gennaio 2003 con decreto legislativo di pari data n. 36 "*Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche dei rifiuti*", venivano approvate nuove norme che oltre a rivedere la classificazione delle varie tipologie di discariche, prescrivevano modifiche in materia di realizzazione, gestione e post-gestione delle stesse.

Essendo a tale data la discarica di cui alla presente relazione ancora in esercizio, la società, in esecuzione di quanto disposto dall'art. 14 del decreto (*Disposizioni transitorie e finali*), presentava alla Autorità procedente il "*Piano di adeguamento*" della stessa alle previsioni del citato decreto.

L'adeguamento veniva circostanziato con un progetto redatto dall'ing. Carmine Carella nel settembre 2003 che veniva acquisito in atti della Provincia di Bari il 23 settembre 2003 ed approvato successivamente con Determina dirigenziale dello stesso Ente n.54/2005.

Per quanto riguarda le opere di "*Capping*", i particolari costruttivi delle stesse sono contenuti negli elaborati del progetto approvato n.7,8,9,10,11. Tali elaborati riconfermano sostanzialmente la profilatura della parte sommitale della discarica a forma convessa, lo schema di deflusso delle acque meteoriche, ma modificano modalità e tempistica delle fasi di copertura.

Per quanto riguarda la tempistica, il progetto prevedeva che le opere di copertura, come sopra evidenziate, fossero considerate di natura "*definitiva*" e la realizzazione delle stesse fosse prevista dopo 18-24 mesi dalla "*chiusura provvisoria*" che consisteva nella posa di:

- strato di regolarizzazione avente la funzione di permettere la corretta messa in opera degli

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 6 di 28
---	---	-------------------

strati sovrastanti;

- strato di impermeabilizzazione costituito da geomembrana in HDPE avente spessore pari a 2,00 mm. e saldata agli strati di geomembrana già posati a protezione delle sponde della discarica.

Il progetto della copertura della discarica, rispetto a quello originario a firma dell'ing. Carella, ha subito delle varianti.

La società COBEMA spiega, nella relazione tecnica in variante al progetto, che tali varianti si resero necessarie *dal momento che l'attività di abbancamento, bruscamente interrottesi nel mese di aprile 2005, non ha consentito che la colmata finale della discarica fosse conforme a quella di cui al progetto approvato.*

Proseguono dicendo che *a cessazione dell'esercizio, la società, in coerenza con quanto previsto dal suddetto progetto, avviò le opere relative alla chiusura provvisoria della discarica con un pacchetto comprendente uno strato di regolarizzazione avente spessore maggiore di 30 cm ed una membrana di HDPE da 2,00 mm saldata ai risvolti del telo anch'esso in HDPE posato a protezione delle pareti della discarica. In aggiunta rispetto alle previsioni progettuali, detto strato fu protetto da un sovrastante strato di terreno argilloso avente spessore di cm 50 circa e da uno strato di materiale drenante di pari spessore.*

Successivamente il Settore Ambiente della provincia BAT, a seguito di sopralluoghi effettuati, ordinava alla società la sospensione dei lavori perché sostanzialmente difformi dal progetto approvato e richiedeva che fosse predisposto un nuovo progetto di bonifica in "*Variante sostanziale*" rispetto a quello approvato, che tenesse conto del nuovo assetto morfologico della discarica che comporta un diverso regime di deflusso delle acque meteoriche rispetto a quello originariamente previsto da sottoporre alla approvazione delle forme rituali. La società in coerenza con quanto comunicato ha predisposto il Progetto di "*Variante sostanziale*".

Le modifiche sostanziali del progetto in variante presentato riguardavano:

- la regimazione delle acque;
- la stratigrafia della bonifica finale dell'area;
- la eliminazione dell'impianto di termodistruzione del biogas.

In particolare, gli interventi in variante da effettuare per la chiusura definitiva consistevano nel completamento del capping che avrebbe compreso la posa di uno strato di:

- materiale argilloso avente spessore non minore di cm. 50 e compattato  $k \geq 10^{-8}$  m/sec;
- materiale arido drenante spessore c.s.;
- terreno vegetale spessore  $\geq$  m.1,00.

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica		PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 7 di 28
---	---	---	-------------------

In riferimento agli assestamenti del corpo rifiuti, dal sopralluogo effettuato si è riscontrato che il rilevato non presenta fenomeni di dissesto localizzato incontrollato.

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 8 di 28
---	---	-------------------

## 5 INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO

### 5.1 STATO DI FATTO

La società, in coerenza con quanto previsto dal progetto, avviò le opere relative alla chiusura provvisoria della discarica con un pacchetto comprendente uno strato di regolarizzazione avente spessore maggiore di 30 cm ed una membrana di HDPE da 2,00 mm saldata ai risvolti del telo anch'esso in HDPE posato a protezione delle pareti della discarica. In aggiunta rispetto alle previsioni progettuali, detto strato fu protetto da un sovrastante strato di terreno argilloso avente spessore di cm 50 circa. Tale strato ha la funzione di consentire l'immediato defluimento delle acque meteoriche verso il canale predisposto lungo il lato sud della discarica. Superiormente allo strato drenante è stata posata una coltre di materiale calcareo di grossa pezzatura avente la funzione di evitare che le precipitazioni meteoriche esplicino una azione dilavante nei confronti dello strato sottostante trascinandolo verso il punto di impluvio della discarica. L'acqua che defluisce dal canale viene convogliata nella cava spenta attigua alla discarica che ha una quota significativamente inferiore a quella del canale.

Di seguito alcune viste dello stato attuale della discarica.

Per maggiori dettagli si rimanda all'Elaborato Tav. 05.



*Figura 3: stato di fatto della discarica*

Successivamente il Settore Ambiente della provincia BAT, a seguito di sopralluoghi effettuati, ordinava alla società la sospensione dei lavori perché sostanzialmente difformi dal progetto approvato e richiedeva che fosse predisposto un nuovo progetto di bonifica in "*Variante sostanziale*" rispetto a quello approvato, che tenesse conto del nuovo assetto morfologico della discarica che comporta un diverso regime di deflusso delle acque meteoriche rispetto a quello originariamente previsto da sottoporre alla approvazione delle forme rituali.

La società in coerenza con quanto comunicato ha predisposto il Progetto di "*Variante sostanziale*", tuttavia non approvato in quanto non rispondente ai criteri del D.Lgs. 36/2003.

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 9 di 28
---	---	-------------------

Allo stato attuale, la discarica è in Procedura di infrazione Comunitaria 2011/2215.

## **5.2 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PREVISTI IN PROGETTO**

Il progetto tiene conto anche dei risultati delle indagini effettuate sul sito che hanno mostrato che:

- il livello del percolato nel pozzo è risultato pari a 6,95 m da boccapozzo;
- in corrispondenza dei punti emissivi P1 e P2 i valori del flusso di biogas sono molto elevati, si riducono nel P3 nel quale si riscontra un valore comunque superiore a 0,1 mg/m<sup>2</sup>\*sec (valore soglia stabilito dalle linee guida inglesi per le discariche in coltivazione) mentre in P4 il flusso di biogas è trascurabile.

Per maggiori dettagli si rimanda all'Elaborato *Rel. A - Relazione descrittiva generale*.

Le attività in progetto consistono nel realizzare:

- capping di chiusura definitiva;
- sistema di regimentazione delle acque meteoriche;
- pozzi per l'estrazione del biogas dotati di torce statiche di combustione;
- pozzi per il monitoraggio delle acque sotterranee;
- impianti tecnici.

### **5.2.1 Progetto di Capping**

Ai sensi del D.Lgs. 36/2003, sullo strato di copertura già presente, verrà realizzata una nuova copertura multistrato, costituita dal basso verso l'alto, dai seguenti strati:

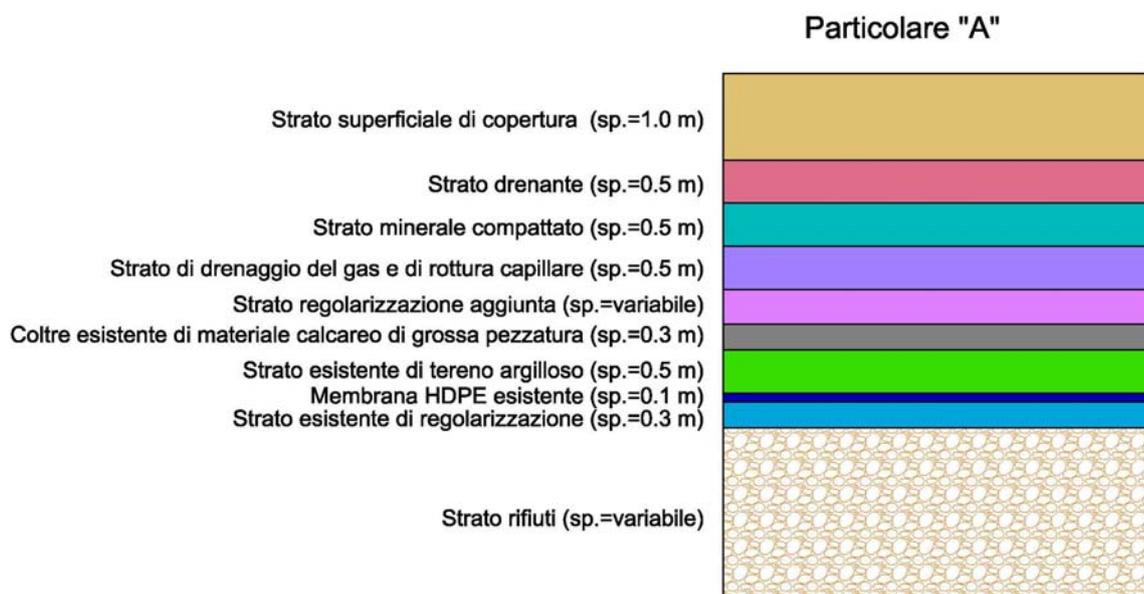
- 1) Strato di regolarizzazione
- 2) Strato di drenaggio del gas e di rottura capillare
- 3) Strato minerale compattato (argilla)
- 4) Strato drenante
- 5) Strato superficiale di copertura

Pertanto il pacchetto di chiusura proposto, ai sensi del D.Lgs. 36/2003, sarà in grado di:

- isolare i rifiuti dall'ambiente esterno;
- impedire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo della discarica;
- ridurre al minimo la necessità di attività di manutenzione;
- minimizzare i fenomeni di erosione;
- essere resistente agli assestamenti ed ai fenomeni di subsidenza localizzata.

In sintesi, la copertura avrà lo scopo di separare i rifiuti dall'ambiente superficiale e limitare l'infiltrazione di acqua dei rifiuti, mediante realizzazione di una copertura superficiale finale.

Di seguito si riporta lo schema costruttivo del capping per la chiusura definitiva della discarica.



*Figura 4: Schema costruttivo del capping di chiusura*

### 1) Strato di regolarizzazione

Ha la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti. Come descritto precedentemente, lo stato di fatto della discarica consta di un pacchetto comprendente uno strato di regolarizzazione avente spessore maggiore di 30 cm ed una membrana di HDPE da 2,00 mm saldata ai risvolti del telo anch'esso in HDPE posato a protezione delle pareti della discarica. Detto strato è inoltre protetto da un sovrastante strato di terreno argilloso avente spessore di cm 50 circa (strato di protezione della membrana). Superiormente allo strato argilloso è inoltre presente una coltre di materiale calcareo di grossa pezzatura. Tale pacchetto di copertura non rispetta quanto indicato dal D.Lgs. 36/2003 in termini di pacchetto idoneo per la copertura finale della discarica. Nell'ambito dell'intervento di chiusura definitiva, anziché rimuovere il pacchetto già presente, si ritiene più conveniente lasciarlo e quindi reimpiegarlo come se fosse un unico strato di regolarizzazione. Così facendo si avrà una forte riduzione dei costi di intervento.

### 2) Strato di drenaggio del gas e di rottura capillare

Lo strato di drenaggio, protetto da eventuali intasamenti, avrà uno spessore di 0,5 m.

### 3) Strato minerale compattato (argilla)

Il materiale, idoneo per le operazioni di capping, sarà disposto secondo le quote di progetto. Si procederà alla realizzazione della barriera impermeabile mediante stendimento e compattazione

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica		PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 11 di 28
---	---	---	--------------------

del materiale argilloso proveniente da cave autorizzate. La compattazione meccanica del materiale dovrà essere effettuata utilizzando un idoneo mezzo meccanico in maniera da raggiungere la densità di progetto. L'argilla avrà spessore di 0,5 m e conducibilità idraulica maggiore o uguale a  $10^{-8}$  m/s o di caratteristiche equivalenti.

#### 4) Strato drenante

Lo strato, protetto da eventuali intasamenti, avrà spessore di 0,5 m e dovrà essere in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai punti 2) e 3). Lo strato sarà costituito da materiale vergine di cava di spessore 50 cm della pezzatura di 45 - 70 mm.

#### 5) Strato superficiale di copertura

La copertura finale della discarica sarà realizzata mediante uno strato di spessore di 1 m che:

- favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale;
- fornisca una protezione adeguata contro l'erosione;
- protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche.

La copertura sarà costituita da terreno vegetale e/o Ammendante Compostato Misto dello spessore di 100 cm, e dovrà essere esente da ciottoli, radici e materie rocciose in genere.

Per maggiori dettagli si rimanda all'Elaborato Tav. 07 – Tav. 08.

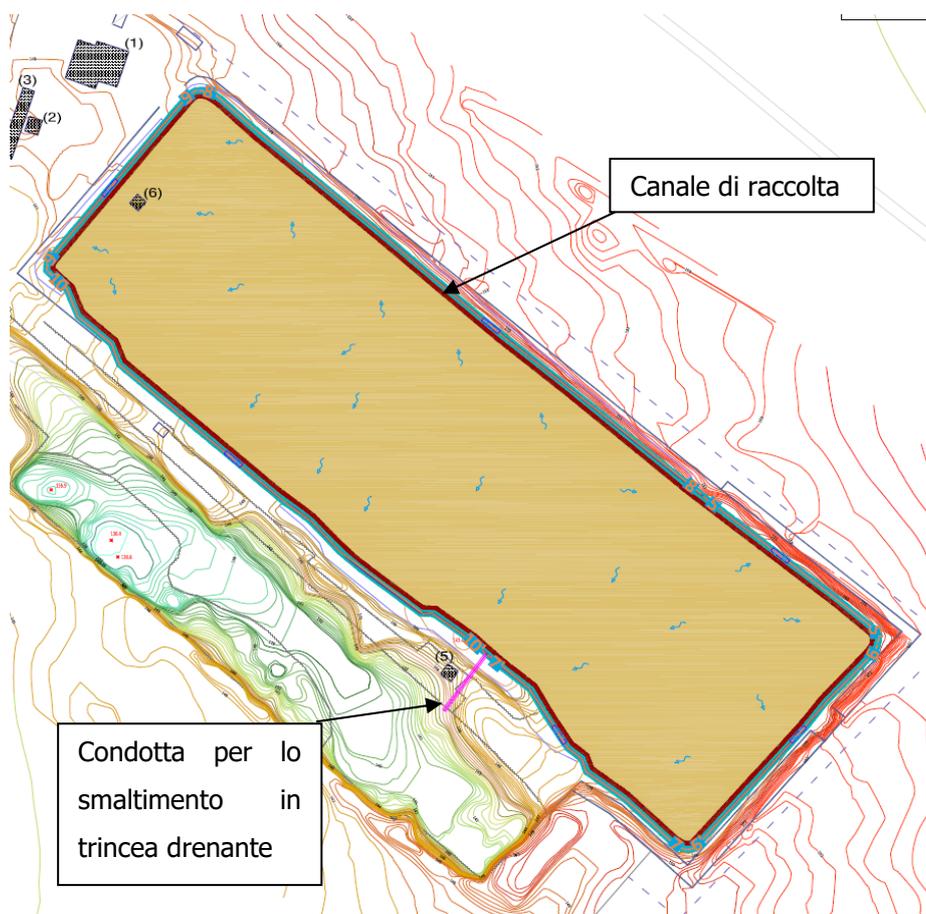
### **5.2.2 Regimentazione acque meteoriche**

Verrà realizzata una rete perimetrale costituita da canaletta prefabbricata in cls, disposta lungo il margine della discarica.

Il capping è stato progettato in modo tale da avere pendenze tali da far confluire l'acqua meteorica intercettata dalla rete di raccolta nel punto più depresso.

Il lato della discarica in direzione NW-SE è stato imposto alla quota più alta, 151 m, con quota massima di 152 m al centro in modo da creare un punto spartiacque. Per maggiori dettagli si rimanda alla planimetria dell'Elaborato Tav. 07.

Gli altri lati della discarica avranno invece una quota inferiore, tale da far defluire tutta l'acqua raccolta nel punto più depresso, alla quota di circa 144 m, localizzato sul margine SW della discarica. In corrispondenza del punto più depresso sono già presenti n.2 condotte in PVC, del diametro di 400 mm, che convogliano le acque meteoriche, non inquinate, ad una trincea disperdente. Per maggiori dettagli si rimanda all'Elaborato Tav. 08.



*Figura 5: regimentazione delle acque meteoriche*

I terreni scavati verranno campionati ed analizzati ai sensi del DPR 120/2017.

Le acque meteoriche captate saranno convogliate verso un pozzetto scolmatore in cls, e successivamente fatte confluire verso la trincea drenante per lo smaltimento a mezzo delle due condotte in PVC.

### **5.2.3 Convogliamento delle acque meteoriche in trincea drenante**

È stato previsto un sistema di dispersione delle acque meteoriche, in eccesso, sul suolo. Le acque verranno versate in due trincee drenanti realizzate mediante:

- Spianto degli eventuali arbusti presenti
- Scavo e/o livellamento dell'area
- Inserimento tubazione fessurata con  $\varphi$  400.
- Realizzazione di un drenaggio eseguito con pietrame grossolano derivante dalle attività di scavo
- Finitura dell'area con pietrame minuto

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 13 di 28
---	---	--------------------

L'analisi condotta ha avuto l'obiettivo di pervenire alla valutazione delle principali grandezze idrologiche che intervengono nei calcoli di dimensionamento e della rete di fognatura pluviale di progetto. Lo studio è così articolato:

- Indagine sul regime delle piogge ed elaborazione dei dati pluviometrici occorrenti per le verifiche idrauliche.
- Determinazione del coefficiente di afflusso.
- Scelta della frequenza delle piogge critiche.

### **5.2.3.1 Regime delle piogge**

Il dato fondamentale da cui partire nell'elaborazione statistica è costituito dall'altezza delle precipitazioni riferite ad un intervallo di tempo, da scegliere in funzione dell'ampiezza dell'area interessata e delle sue caratteristiche di impermeabilità. Infatti, la durata della pioggia più pericolosa cresce all'aumentare della superficie ed al diminuire del coefficiente di afflusso.

Le reti di fognatura pluviale, che come quella di progetto interessano una superficie molto piccola con valori relativamente bassi del coefficiente di afflusso, presentano tempi di corrivazione molto inferiori alle 24 ore. Pertanto, si sono presi in considerazione i dati relativi alle piogge di minore durata, precisamente le "precipitazioni di notevole intensità e breve durata" ed i massimi annuali delle "precipitazioni orarie di durata 1÷24 ore".

Le "precipitazioni di notevole intensità e breve durata" sono però riportate negli annali per una durata variabile e, per taluni anni, non è riportato alcun valore (1971, 1978, 1984, 1985, 1986, 1988, 1989, 1992 e 2006).

La non omogeneità dei dati e la mancanza di taluni altri renderebbe impossibile definire delle curve di possibilità pluviometrica in quanto i dati non risulterebbero utilizzabili.

Al fine di ottenere dati omogenei (altezze di pioggia riferite allo stesso tempo di pioggia e quindi confrontabili), i valori di altezza di pioggia sono stati rapportati alla durata di 5, 10, 15 e 30 minuti, con il criterio delle "altezze raggugliate".

Supponendo l'intensità di pioggia costante per tutta la durata  $t_p$  della pioggia stessa (con  $t_p$  sempre minore di 60 min), l'altezza di pioggia  $h_t$ , relativa alla durata generica  $t$ , si ricava dalla relazione:

$$h_t = h_{t_p} \times \frac{t}{t_p}$$

per durate  $t > t_p$  si assumerà l'altezza  $h_t$ , se questa risulta maggiore di quella raggugliata alla pioggia di durata  $t > t_p$ .

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 14 di 28
---	---	--------------------

Il metodo adottato si basa sull'ipotesi che durante il tempo di pioggia misurato e riportato negli annali ( $t_p < 1$  ora), l'intensità di pioggia sia stata costante per tutto  $t_p$ . Basandosi su dati realmente misurati, l'attendibilità delle curve che ne derivano sarà tanto più elevata quanto il tempo di pioggia misurato si approssimi al tempo di riferimento.

Inoltre, al fine di utilizzare un campione più ampio possibile, laddove non sono stati riportati dati di piogge di massima intensità e breve durata, i valori di  $h$  per  $t$  5, 10, 15 e 30 min sono stati desunti dalla formula di Bell che, partendo dalla misurazione dell'altezza di pioggia a 1 ora ( $h_{60}$ ), consente di calcolare l'altezza di pioggia di durata inferiore ai 60 min mediante:

$$\frac{h_t}{h_{60}} = 0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50$$

Pertanto, al fine di ottenere delle curve che restituiscano valori cautelativi, dato un tempo di ritorno  $T$ , le curve di possibilità climatica sono state desunte partendo dal massimo dei valori tra quello ricavato con le altezze ragguagliate e quello ricavato con la formula di Bell.

Per quanto riguarda le piogge di durata  $t$  superiore a 60 minuti si è fatto riferimento direttamente ai valori misurati e riportati negli annali.

I dati sono stati poi elaborati accettando l'ipotesi che i massimi "h" delle diverse durate siano interpretati dalla distribuzione probabilistica di Gumbel.

Con riferimento a tempi di ritorno di 1, 5, 10, 15, 30 e 50 anni si sono ricavati i valori corrispondenti a ciascuna durata, mediante la relazione:

$$h = u - \frac{1}{a} \times \ln \left[ \ln \left( \frac{Tr}{Tr - 1} \right) \right]$$

Essendo:

$$u = m(h) - \frac{0,5771}{a}$$

$$a = \frac{1,283}{s(h)}$$

$$m(h) = \sum_i \frac{h_i}{N}$$

$$s(h) = \sqrt{\sum_i \frac{[h_i - m(h)]^2}{N - 1}}$$

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 15 di 28
---	---	--------------------

L'adattamento della legge di Gumbel a ciascuna serie statistica può essere valutato mediante test statistici per accertare o rifiutare l'ipotesi che la legge probabilistica ben si adatti al campione. A tal scopo, l'adattabilità dei dati di osservazione alla legge probabilistica del valore estremo è stata poi provata attraverso il metodo del  $\chi^2$  di Pearson.

Si suddivide il campione in  $k$  intervalli e si indica con  $N_i$  il numero delle osservazioni che ricadono nello stesso intervallo, compreso tra i valori  $X_{i-1}$  e  $X_i$ ;  $p_i$  è la probabilità che una osservazione qualsiasi ricada nell' $i$ -esimo intervallo.

Il Test di Pearson considera la grandezza statistica:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

che esprime il divario fra l'osservazione e la teoria, dove:

$N_i$  rappresenta la frequenza dei valori empirici (ovvero il numero delle osservazioni che ricadono nello stesso intervallo).

$Np_i$  rappresenta il numero dei valori della stessa grandezza che scaturiscono dall'ipotesi teorica di distribuzione.

La distribuzione di probabilità  $p(X^2)$  dipende solo dal numero di gradi di libertà  $f$  imposto con l'equazione:

$$f = k - 1$$

Dove:

$f$  = numero di gradi di libertà

$k$  = numero di intervalli (o classi) col quale è stato suddiviso il campione

Per la suddivisione del campione il test di Pearson richiede che almeno 5 osservazioni ricadano mediamente nello stesso intervallo, ovvero:

$$Np_i > 5$$

Fissato un livello di significatività (comunemente pari a 0,05), al variare del numero dei gradi di libertà è definito il valore  $\chi^2$ :

<b>f</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b><math>\chi^2</math></b>	3,84	5,99	7,81	9,49	11,1	12,6	14,1	15,5	16,9	18,3

Confrontando il valore calcolato del  $\chi^2$  con il valore tabellato di  $\chi^{\circ 2}$  si ritiene che l'ipotesi di buon adattamento della distribuzione della serie sia soddisfatto se

$$\chi^2 < \chi^{\circ 2}$$

Il test del  $\chi^2$  di Pearson mostra per la stazione pluviometrica di Andria una buona adattabilità dei dati di osservazione alla legge di Gumbel. Infatti, come riportato nei tabulati in allegato, il valore del  $\chi^2$  per le durate prescelte risulta sempre più basso del  $\chi^{\circ 2}$ .

In particolare, data l'estensione del campione (44 dati utili), il numero degli intervalli risulta essere pari a 8, quindi il grado di libertà (f) sarà pari a 7 ( $f=k-1=8-1$ ). A tale grado di libertà corrisponde un valore di  $\chi^{\circ 2}$  pari a 14,1. Di seguito si riporta un breve riepilogo dei parametri calcolati di  $\chi^2$  per le piogge di forte intensità e breve durata:

Frequenza	5 min	10 min	15 min	30 min	60 min
$\chi^2$	6,55	4,73	2,91	8,73	1,45

Ed il riepilogo dei parametri calcolati di  $\chi^2$  per le precipitazioni orarie di durata 1÷24 ore

Frequenza	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
$\chi^2$	1,48	14,18	12,73	3,27	10,55

Per ciascun tempo di ritorno la determinazione del legame funzionale fra le altezze di pioggia h e le durate T si ottiene adottando un'espressione monomia del tipo:

$$h = a \times t^n$$

che nel piano logaritmico si trasforma nella retta di equazione:

$$\log(h) = \log(a) + n \times \log(t)$$

La regolarizzazione dei dati compresi in ciascun intervallo è stata infine ottenuta con il metodo dei minimi quadrati risolvendo il sistema:

$$\begin{aligned} n \sum (\log(t))^2 + \log(a) \times \sum (\log(t)) &= \sum (\log(t) \times \log(h)) \\ n \sum (\log(t)) + m \times \log(a) &= \sum (\log(h)) \end{aligned}$$

dove m è il numero delle durate prese in esame ed a e n sono rispettivamente il coefficiente e l'esponente delle curve di possibilità pluviometrica.

In tal modo si sono ottenuti i parametri  $a$  ed  $n$  riferiti alle durate 5min-1h e 1h-24h che hanno mostrato valori caratteristici di un regime tipicamente mediterraneo, simili a quelle riscontrate per territori limitrofi.

Di seguito si riportano i valori di  $a$  ed  $n$  riferiti alle durate 5min-1h:

Tr =	5 anni	a =	36,77	n =	0,539
Tr =	10 anni	a =	43,77	n =	0,543
Tr =	15 anni	a =	47,72	n =	0,545
Tr =	20 anni	a =	50,49	n =	0,546
Tr =	30 anni	a =	52,62	n =	0,546
Tr =	50 anni	a =	59,18	n =	0,548

Di seguito si riportano i valori di  $a$  ed  $n$  riferiti alle durate 1h-24h:

Tr =	5 anni	a =	33,52	n =	0,278
Tr =	10 anni	a =	40,31	n =	0,272
Tr =	15 anni	a =	44,14	n =	0,270
Tr =	20 anni	a =	46,82	n =	0,268
Tr =	30 anni	a =	48,88	n =	0,267
Tr =	50 anni	a =	55,25	n =	0,264

Di seguito si riporta la rappresentazione grafica delle curve di possibilità climatica individuate

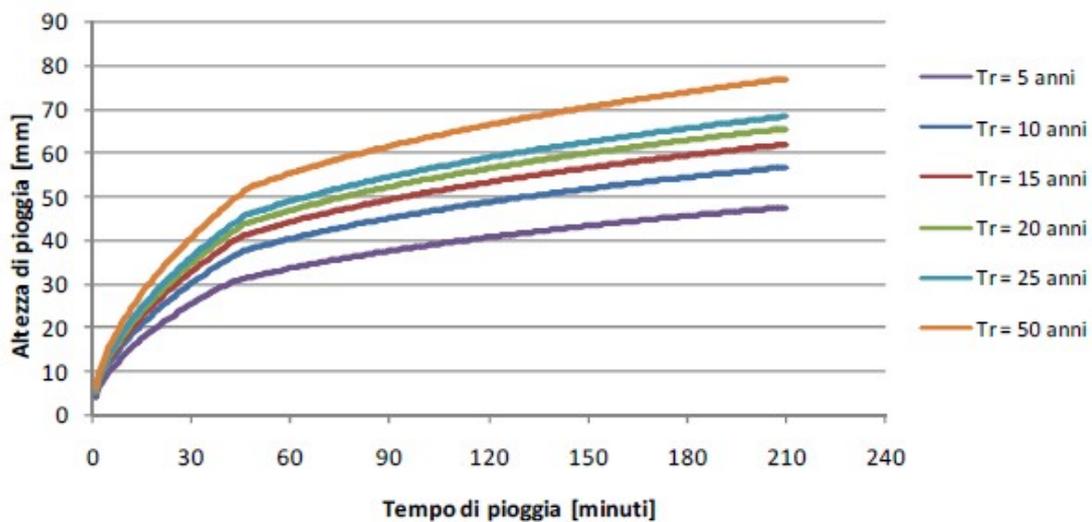


Figura 6: curve di possibilità pluviometrica

### 5.2.3.2 Coefficienti di afflusso

Il coefficiente di afflusso in fognatura è stato determinato tenendo conto dei valori reperibili in letteratura<sup>1</sup>.

Tabella 1: coefficienti di afflusso

Tipi di superficie	$\Phi$
Tetti metallici	0,95
Tetti a tegole	0,90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,70 – 0,80
Tetti piani ricoperti di terra	0,30 – 0,40
<i>Pavimentazioni asfaltate</i>	<i>0,85 – 0,90</i>
Pavimentazioni in pietra	0,80 – 0,85
Massicciata in strade ordinarie	0,40 – 0,80
Strade in terra	0,40 – 0,60
Zone con ghiaia non compressa	0,15 – 0,25
Giardini	0,00 – 0,25
Boschi	0,10 – 0,30
Parti centrali di città completamente edificate	0,70 – 0,90
Quartieri con pochi spazi liberi	0,50 – 0,70
Quartieri con fabbricati radi	0,25 – 0,50
Tratti scoperti	0,10 – 0,30
Giardini e cimiteri	0,05 – 0,25
Terreni coltivati	0,20 – 0,60

Nel caso in esame, i calcoli e le verifiche dell'intero sistema di drenaggio/smaltimento delle portate meteoriche, sono stati effettuati valutando la condizione peggiorativa che si viene ad identificare durante la post-gestione della discarica.

In particolare si vengono ad individuare le seguenti configurazioni:

- Capping attuale del comparto discarica costituito da telo in HDPE sovrastato da strato di argilla.
- Capping definitivo finito col terreno vegetale.

Considerando la situazione attuale dell'area in esame (geomembrana in HDPE e strato di argilla), si ipotizza cautelativamente che il coefficiente di afflusso abbia, sin dai primi istanti di pioggia, il massimo valore, indipendentemente dall'altezza di pioggia. La configurazione più restrittiva

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 19 di 28
---	---	--------------------

corrisponde quindi alla situazione attuale, per cui si è utilizzato un coefficiente medio di afflusso di **0,6**.

### **5.2.3.3 Scelta della frequenza delle piogge critiche**

Elaborate le curve o le equazioni di possibilità pluviometrica, caratterizzate da valori costanti di frequenza e quindi di probabilità, occorre scegliere la frequenza adatta al tipo di opere da progettare.

A tal proposito il D.Lgs 36/2003 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" prevede che le canalizzazioni per l'allontanamento delle acque meteoriche siano dimensionate "sulla base delle piogge più intense con un tempo di ritorno di 10 anni".

### **5.2.3.4 Verifica della rete di raccolta esistente**

La verifica del dimensionamento della rete esistente di raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche precipitate sulle superfici sub-orizzontali della discarica, è stato effettuato utilizzando le curve di possibilità climatica relative ad un **tempo di ritorno  $T_r = 10$  anni, per una durata di 1 ora.**

Considerando che le condizioni peggiorative corrispondono allo stato attuale, si può considerare l'intera superficie come impermeabilizzata, e l'estensione del bacino per la definizione delle acque di pioggia corrisponde con l'estensione totale del bacino, pari a 18.639 mq.

Come detto in precedenza il sistema di captazione delle acque circonda interamente la discarica e fa confluire le acque meteoriche nel punto a più bassa quota, in corrispondenza del sistema di trattamento blando e delle condotte per l'invio a smaltimento su suolo. Il sistema è già dotato di n.2 tubazioni da 400 mm di diametro.

Il calcolo della portata massima di acqua meteoriche che potrebbe affluire verso l'impianto di trattamento e quindi a smaltimento, a seguito di particolari eventi piovosi, è stato sviluppato considerando l'altezza critica di pioggia misurata nell'arco temporale di un'ora, e considerando il tempo di ritorno di 10 anni (secondo D.Lgs. 36/2003).

Dalla curva di possibilità pluviometrica ricavata in precedenza, risulta un'altezza di pioggia pari a circa **40 mm<sub>acqua</sub>/h** (0,0114 m<sub>acqua</sub>/h) derivante dall'analisi effettuata al punto precedente.

Per quanto sopra la portata massima sarà calcolata come di seguito:

$$Q_{\max} = h \times S \times C$$

Dove:

- h = altezza critica di pioggia misurata nell'arco temporale di un'ora considerando un

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 20 di 28
---	---	--------------------

tempo di ritorno di 10 anni = 0,040 m<sub>acqua</sub>/h

- S = superficie discarica = 18.639 mq
- C = coefficiente di afflusso = 0,6

Considerando che tutta la superficie del corpo discarica produca acque meteoriche, si determina la portata di acque da intercettare e inviare a smaltimento in trincea, pari a:

$$Q = 0,040 \times 18.639 \times 0,6 = 447,3 \text{ mc/h} = 124,3 \text{ litri/sec.}$$

La verifica idraulica della rete di raccolta (a pelo libero) esistente consiste nel determinare le velocità che si instaurano nelle tubazioni (dei quali sono noti forma, materiali, dimensioni e pendenze), nonché nell'accertare che la portata affluente al tronco sia inferiore alla massima ammissibile per il tronco stesso. Per la verifica idraulica delle portate ammissibili nelle condotte, note le grandezze geometriche delle sezioni e le pendenze, si è fatto riferimento alla formula di moto uniforme di Chezy con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:

$$v = k * R^{2/3} * i^{1/2}$$

dove:

- v = velocità (m/s);
- k = coefficiente di scabrezza (m<sup>1/3</sup>/s). Con riferimento alla formula di Gauckler-Strickler per le condotte in PVC si è assunto un valore di pari a 80 per condotte usate (tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento);
- R = raggio idraulico (m), ossia il rapporto tra la sezione della condotta e il contorno bagnato assunto pari al 55% nel caso di condotta circolare;
- i = pendenza del tratto in esame, pari a 1%. La pendenza deve essere tale da realizzare velocità che impediscano fenomeni di sedimentazione (molto basse) e/o di erosione (troppo alte) e comunque non inferiore allo 0,5%.

Si ricava che per trasportare le acque meteoriche, con portata di 124,3 L/sec, **le tubazioni esistenti risultano essere idonee allo scopo.**

### ***5.2.3.5 Sistema di dispersione negli strati superficiali del suolo***

Come detto in precedenza è stato previsto la dispersione negli strati superficiali del suolo delle acque meteoriche. Tale bacino è stato individuato, nell'area depressa posta ad ovest del corpo discarica, immediatamente a valle idraulica delle condotte di raccolta delle acque meteoriche, così come indicato nell'Elaborato grafico Tav. 08.

Al fine di garantire sempre la funzionalità dell'intera opera e, quindi, la sicurezza idraulica della discarica, il sistema di gestione delle acque meteoriche è caratterizzato per poter laminare e garantire la dispersione di portate meteoriche caratterizzate da **tempi di ritorno Tr = 20 anni.**

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 21 di 28
---	---	--------------------

Dalla curva di possibilità pluviometrica ricavata in precedenza, risulta un'altezza di pioggia pari a circa **45 mm<sub>acqua</sub>/h** (0,045 m<sub>acqua</sub>/h).

Per quanto sopra la portata massima sarà calcolata come di seguito:

$$Q_{\max} = h \times S \times C$$

Dove:

- h = altezza critica di pioggia misurata nell'arco temporale di un'ora considerando un tempo di ritorno di 20 anni = 0,045 m<sub>acqua</sub>/h
- S = superficie discarica = 18.639 mq
- C = coefficiente di afflusso = 0,6

Considerando che tutta la superficie del corpo discarica produca acque meteoriche, si determina la portata di acque da intercettare e convogliare risulta pari a:

$$Q = 0,0116 \times 18.639 \times 0,6 = 503 \text{ mc/h} = 139,8 \text{ litri/sec.}$$

In considerazione della portata di acque meteoriche da gestire e delle caratteristiche sito specifiche del sito, è stato dimensionato il sistema di dispersione caratterizzato da due trincee drenanti

In riferimento a quanto riportato nell'allegata relazione geologica e idrogeologica, risultano le seguenti caratteristiche:

- Coefficiente di permeabilità  $K = 1,05 \times 10^{-3} \text{ cm/sec} = 1,05 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$
- Portata specifica di assorbimento  $Q_{\text{spec\_ass}} = 0,053 \text{ L/sec m}^2$

Sulla base di questi dati sono state dimensionate 2 trincee drenanti, ognuna delle quali avrà le seguenti caratteristiche:

- **Superficie: 1400 m<sup>2</sup>**
- **Profondità: 2 m**
- **Profondità strato drenante: 0,8 m**
- **Larghezza: 10 m**
- **Lunghezza: 140 m**
- **Superficie drenante:  $S_{\text{dren}} = S_{\text{fondo}} + S_{\text{lat}} = (140 \times 10) + 2 \times (140 \times 0,8) = 1400 + 224 = 1624 \text{ mq}$**

La portata di acque meteoriche caratterizzate da un tempo di ritorno di 20 anni (503 m<sup>3</sup>/h), sarà parzialmente assorbita dalle 2 trincee drenanti (122,77 m<sup>3</sup>/h). L'attuale stima è stata eseguita sulla base di quanto riportato nella relazione geologica e idrogeologica e risulta cautelativa rispetto al valore del coefficiente di permeabilità adottato.

Rispetto al progetto di fattibilità tecnico economica non sono stati più previsti i pozzi disperdenti per ottemperare alla raccomandazione riportata nella D.D. R.G. n.387 del 16/05/2019 del Servizio Ambiente della Provincia di Barletta Andria Trani che richiamando quanto richiesto dalla Commissione Locale Paesaggio richiedeva di prevedere l'ipotesi di realizzare un'area naturale con

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 22 di 28
---	---	--------------------

funzione di Parco CO<sub>2</sub> nell'accezione di zone umide minori (stagni temporanei, raccolte d'acqua superficiali).

#### **5.2.4 Pozzi di estrazione del biogas e torce statiche**

Come riscontrato durante il monitoraggio del biogas emesso dalla superficie della discarica del 04/04/2018 (per dettagli si rimanda all'Elaborato R.1), in corrispondenza dei punti emissivi P1 e P2 i valori del flusso di biogas sono molto elevati, si riducono nel P3 nel quale si riscontra un valore comunque superiore a 0,1 mg/m<sup>2</sup>\*sec (valore soglia stabilito dalle linee guida inglesi per le discariche in coltivazione) mentre in P4 il flusso di biogas è trascurabile.

È evidente che le emissioni di biogas sono riconducibili a perdite laterali in corrispondenza di una non perfetta tenuta della geomembrana in HDPE.

Ad ogni buon conto, si ritiene necessario dotare la discarica di pozzi di estrazione del biogas associati a torce statiche per il trattamento mediante combustione del biogas stesso.

I pozzi di captazione saranno realizzati tramite trivellazione verticale nel rifiuto e la loro distribuzione sul piano discarica è stabilita in funzione del raggio di influenza, legato a sua volta dalla necessità di ottimizzare il sistema di captazione, riducendo la fuga delle emissioni di biogas e la possibilità di infiltrazioni di ossigeno nella discarica.

L'ubicazione dei nuovi pozzi è riportata nella l'elaborato nell'Elaborato grafico Tav. 11.

In particolare, si prevede di realizzare **n. 4 pozzi con annesse torce statiche**.

I nuovi pozzi previsti (n. 4) verranno realizzati con inserimento nel corpo discarica di una colonna drenante attestata a circa un paio di metri dal fondo vasca (profondità pozzo indicativamente a ca. **9 m da p.c.**) e con la posa di sonde di diametro DN250, con i criteri costruttivi che di seguito si indicano sommariamente:

- realizzazione di una colonna drenante del diametro esterno di **0,8 metri** formata da una gabbia di rete elettrosaldata riempita di ghiaia prevalentemente silicea tra contenimento esterno e sonda interna, che viene prolungata in elevazione mano a mano che sale il livello dei rifiuti;
- posa, centralmente al pozzo, di una sonda finestrata in polietilene DN 250 con tronco terminale cieco e testa pozzo;
- sigillatura di testa pozzo con argilla.

Il diametro della sonda interna del pozzo (in polietilene), di circa **250 mm**, deriva da un compromesso costruttivo, in quanto sonde più piccole (ad esempio 200 mm) sarebbero più che sufficienti per la estrazione del gas, tuttavia presentano una minore resistenza meccanica per cui possono subire deformazioni tali da compromettere la funzionalità del pozzo (strozzature) o da non



permettere l'inserimento e l'estrazione di eventuali pompe del percolato che dovessero risultare necessarie.

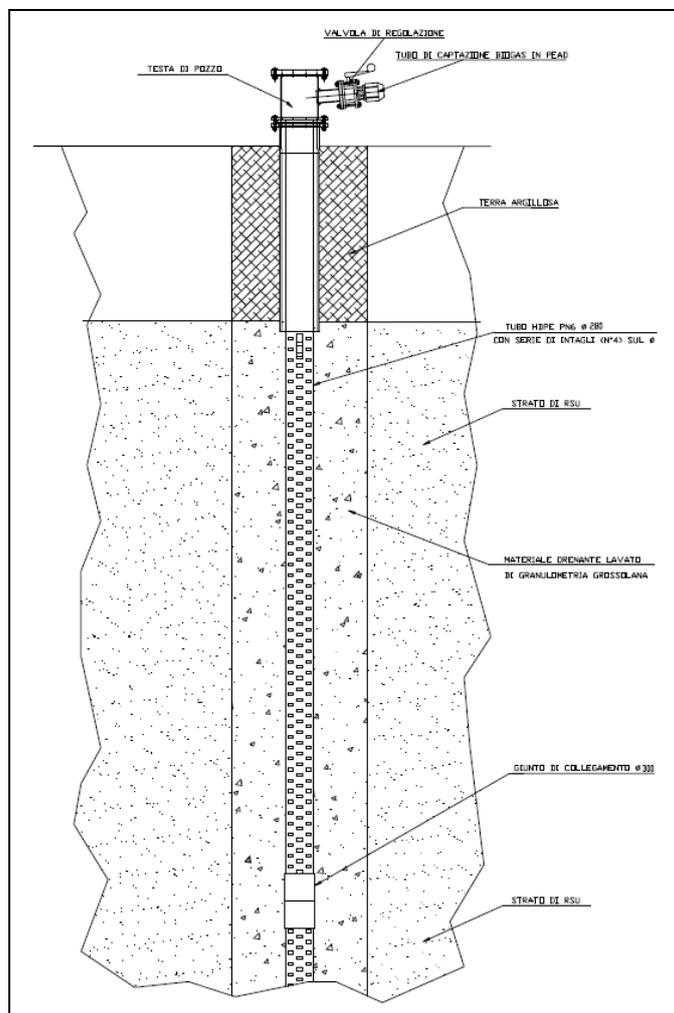


Figura 7: Schema costruttivo pozzo biogas

Sopra la ghiaia dell'intercapedine sarà posato un disco di materiale HDPE oppure del geotessuto prima della posa dell'argilla; tale strato dovrà costituire una adeguata protezione allo sprofondamento della argilla di sigillatura di testa pozzo nella ghiaia.

Dopo la posa del geotessuto va predisposta la sigillatura di testa pozzo indicativamente composta da:

- argilla nell'intercapedine tra sonda e pozzo, dopo la posa del telo di intercapedine tra ghiaia ed argilla;
- stesura di una geomembrana composta bentonitica a base di bentonite sodica naturale, per tutta la larghezza di scavo, circa 1,5 m attorno alla sonda del pozzo;
- fissaggio del telo alla sonda del pozzo mediante una reggia in materiale plastico o acciaio inox, e ripresa della sigillatura con una striscia di tessuto bentonitico avvolta alla sonda;

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 24 di 28
---	---	--------------------

- copertura del tutto mediante argilla di copertura e costipazione della stessa mediante battitura con compattatore meccanico vibrante.

Le teste di pozzo saranno realizzate in modo tale da garantire la massima flessibilità dell'impianto. Le teste di pozzo dovranno essere realizzate con una tubazione in HDPE e dovranno presentare una flangia di chiusura cieca fissata tramite bulloni zincati o in acciaio inox, in diametro e numero adeguato, ed una guarnizione di tenuta, ad una flangia fissa saldata con l'estremità della testata. Ogni flangia di chiusura dovrà essere dotata di un punto di presa libero, con valvola in PVC da 3/4", per l'effettuazione delle analisi.

Ogni testata di pozzo sarà infine dotata di derivazione in HDPE DN90, comprensiva di valvola a farfalla in PVC DN80 con comando manuale tramite leva in lega metallica e punto di presa con valvola di radice da 1/2", per il collegamento la tubazione secondaria di aspirazione del biogas per analisi.

I dettagli costruttivi sono riportati nell'Elaborato grafico Tav. 11.

Ogni pozzo di estrazione del biogas sarà dotato di una torcia statica, dalle seguenti caratteristiche indicative:

- altezza tra testa pozzo e sommità torcia pari a circa 3 metri;
- attacco della torcia alla testa pozzo mediante tronchetto flangiato di DN 2" di lunghezza di circa 1,5 m;
- torcia statica di DN 2".

### **5.2.5 Pozzi per il monitoraggio delle acque sotterranee**

Le indagini preliminari sulla qualità delle acque sotterranee sono state condotte su 3 pozzi attualmente disponibili nelle aree limitrofe al corpo discarica, come riportato nell'Elaborato Rel. A - Relazione descrittiva generale.

Si ritiene comunque necessaria la realizzazione di pozzi attrezzati a piezometri realizzati lungo il confine della discarica per monitorare le acque di falda a monte e a valle del corpo rifiuti.

Per quanto riguarda la falda profonda si riporta l'estratto dal PTA.

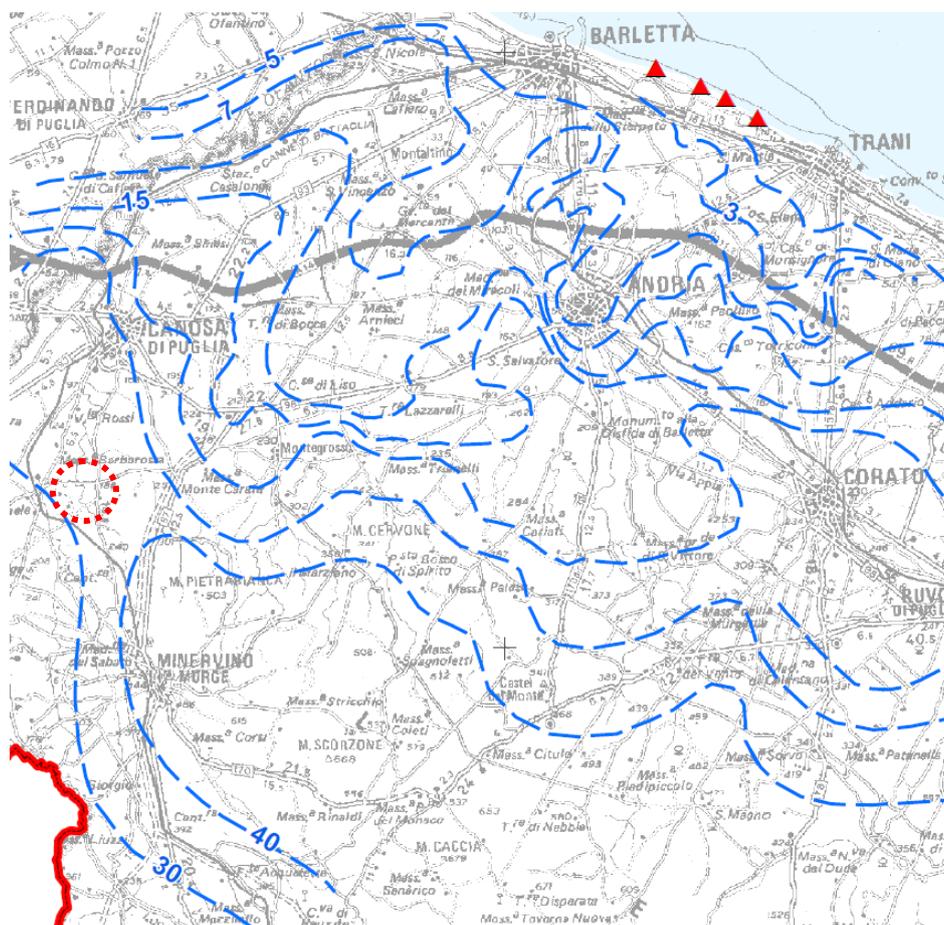


Figura 8: andamento falda profonda (estradata dal PTA Puglia). In rosso l'area della discarica COBEMA

Risulta che nel sito oggetto di intervento la falda si trova ad una quota di circa 30 m s.l.m., rispetto ad una quota del piano campagna, che a seguito dell'intervento di realizzazione del capping, sarà ad una quota di circa 150 m s.l.m..

Dai dati disponibili risulta che nei pressi della discarica COBEMA, la falda profonda si muove verso SE ad una quota di circa 34 m s.l.m., come riportato nella figura seguente.



Figura 9: andamento della falda (estratto da Pagliarulo, 2010). In rosso l'area della discarica COBEMA

Per maggiori dettagli si rimanda alla Relazione geologica ed idrogeologica.

Per tale motivo si propone di realizzare nuovi **n. 3 pozzi**, di cui n.1 a monte idraulico e n.2 a valle idraulica, localizzati come riportato nella figura seguente.

Di seguito la localizzazione proposta dei pozzi di monitoraggio.

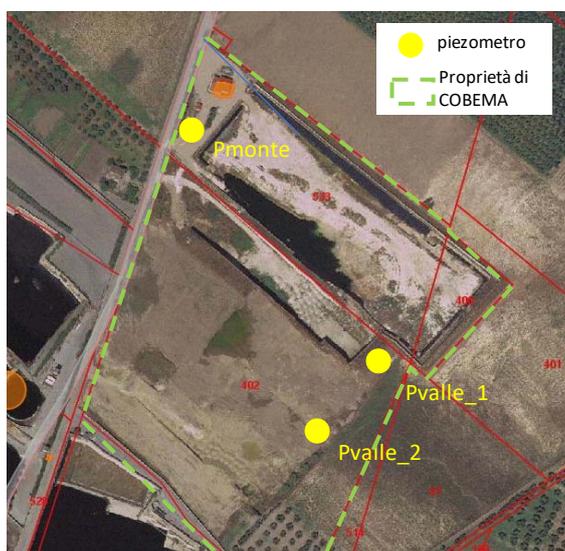


Figura 10: Ubicazione piezometri di monitoraggio della falda

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 27 di 28
---	---	--------------------

Saranno realizzati complessivamente n. 3 perforazioni, fino ad intercettare la falda profonda.

I sondaggi saranno eseguiti con il metodo di perforazione a rotazione a carotaggio continuo senza l'utilizzo di fluidi (a secco) ed a bassa velocità al fine di limitare al minimo lo sviluppo di calore e dunque la volatilizzazione degli eventuali contaminanti presenti. Saranno utilizzati carotieri di diametro Ø 101 mm e colonna di manovra a seguire (rivestimento) di diametro Ø 127 mm.

I sondaggi da eseguire saranno spinti ad una profondità tale da raggiungere la falda profonda (**fondo foro a ca. 120 m da p.c.**). Le manovre di avanzamento saranno al massimo di un metro. Qualora nel corso della terebrazione dei sondaggi si dovessero riscontrare livelli lapidei compatti che presentassero notevole resistenza all'avanzamento del carotiere si procederà limitando ulteriormente la sua velocità di rotazione. Durante l'esecuzione dei sondaggi, dopo ogni manovra di perforazione si procederà alla decontaminazione delle attrezzature (aste e carotieri) con idropulitrice ad alta temperatura e ad alta pressione all'interno di vasconi per evitare spandimenti delle acque di lavaggio.

Al termine del sondaggio si eseguirà una descrizione stratigrafica che specifichi le successioni litologiche, il colore e i caratteri strutturali peculiari dei vari livelli di terreno attraversati, con riproduzione fotografica della carota.

I sondaggi/piezometri, una volta ultimato il foro, verranno allestiti impiegando tubi in PVC da 4", ciechi e fenestrati in funzione degli spessori delle litologie riscontrate. Sarà comunque filtrata la parte dell'insaturo sufficiente a tener conto di eventuali fluttuazioni del livello piezometrico e a prelevare un campione rappresentativo dell'acquifero.

L'intercapedine foro-tubo sarà riempita con ghiaino siliceo di pezzatura pari a 3 mm in corrispondenza del tratto filtrato, sabbia per uno spessore di 0,2 m al di sopra del dreno, tappo impermeabile di bentonite per lo spessore di 0,5 m e miscela di cemento e bentonite sino al piano campagna.

Il piezometro dovrà essere dotato di tappo a vite e ove ciò non sia possibile (ad esempio per assenza della filettatura sulla testa pozzo) potrà essere impiegato un tappo a pressione.

Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, verrà eseguita la misura del livello piezometrico a fine giornata e verrà protetto il foro da eventuali contaminazioni esterne. Il livello piezometrico verrà inoltre registrato anche il giorno successivo alla ripresa delle operazioni di perforazione.

Tutti i piezometri saranno protetti da chiusini fuori terra o pozzetti in CLS dotati di passo d'uomo in ghisa sferoidale o acciaio a tenuta.

Al termine della installazione del piezometro, verificata l'assenza di prodotto surnatante, si procederà al suo sviluppo mediante la tecnica del pistonaggio o attraverso cicli consecutivi di emungimento-riempimento naturale. La corretta esecuzione dello sviluppo garantisce di ottenere la

Rel. B Relazione tecnica interventi chiusura discarica	 PROCEDURA INFRAZIONE COMUNITARIA 2011/2015 PIANO DI ADEGUAMENTO D.LGS. 36/2003 DISCARICA CO.BE.MA. - CANOSA DI PUGLIA (BT) PROGETTO DEFINITIVO	Pagina 28 di 28
---	---	--------------------

massima produttività possibile dal piezometro realizzato e maggiore probabilità di campionamento di tipo dinamico.

Per i piezometri dovranno essere indicati nel Registro campionamenti delle acque di falda: denominazione, coordinate geografiche, quota del piano campagna, altezza del boccaforo rispetto al p.c., data di installazione, tipo di tubi piezometrici utilizzati, profondità di posa in opera dei tratti fessurati, profondità di posa in opera delle otturazioni, profondità e posa in opera dell'eventuale dreno e caratteristiche e natura, tipo di attrezzatura di perforazione impiegata, metodo di esecuzione del sondaggio, stratigrafia del sondaggio e profondità dell'acqua nel foro dal piano campagna.

Successivamente il pozzo sarà attrezzato con elettropompa sommersa per poter effettuare i campionamenti periodici delle acque di falda da sottoporre ad analisi di laboratorio.