

1. Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Frigento (AV), la sottoscritta A.T.P., costituita dall'Ing. Gerardo CIMINO, quale capogruppo rappresentante e mandatario, e dall'Arch. Alberto Cannavale, con sede in San Giorgio del Sannio (BN), alla Piazza Immacolata n.2, tel/fax 082458232, ha redatto il *Progetto Esecutivo di bonifica e messa in sicurezza* della discarica di RSU sita alla località *Scheda di Celio* ed identificata con Cod. n°4035C001, seguendo la procedura tecnico-operativa indicata dal D. Lgs. 152/06, dal D. Lgs. 36/2003 nonché in ottemperanza a quanto disposto dal Dipartimento 52-Dipartimento della Salute e Risorse Naturali, dalla Direzione Generale 5-Direzione Generale per l'Ambiente e l'Ecosistema e dalla U.O.D. 14-UOD Autorizzazioni e rifiuti ambientali di Avellino con Decreto Dirigenziale n°321 del 11/12/2013 (BU.R.C. n°73 del 23 Dicembre 2013).

La redazione del presente *Progetto Esecutivo* è finalizzata, sulla base del *Progetto Operativo* approvato in Conferenza dei Servizi del 29/10/2013, a definire la bonifica e la messa in sicurezza della ex discarica sita il località Scheda di Celio del Comune di Frigento (AV), tenendo conto della nota A.R.P.A.C. prot. n°58306 del 12/11/2013 nella quale veniva espresso parere favorevole al *Progetto Operativo* di che trattasi con la prescrizione "*di estendere sia il diaframma drenante che il diaframma impermeabile su tutta la lunghezza dei lati SW e SE della ex discarica*".

2. Ubicazione e descrizione del sito

L'area in esame è ubicata in località *Scheda di Celio* ed è censita catastalmente al f.lio 28 particelle 68, 69, 70 e 71.

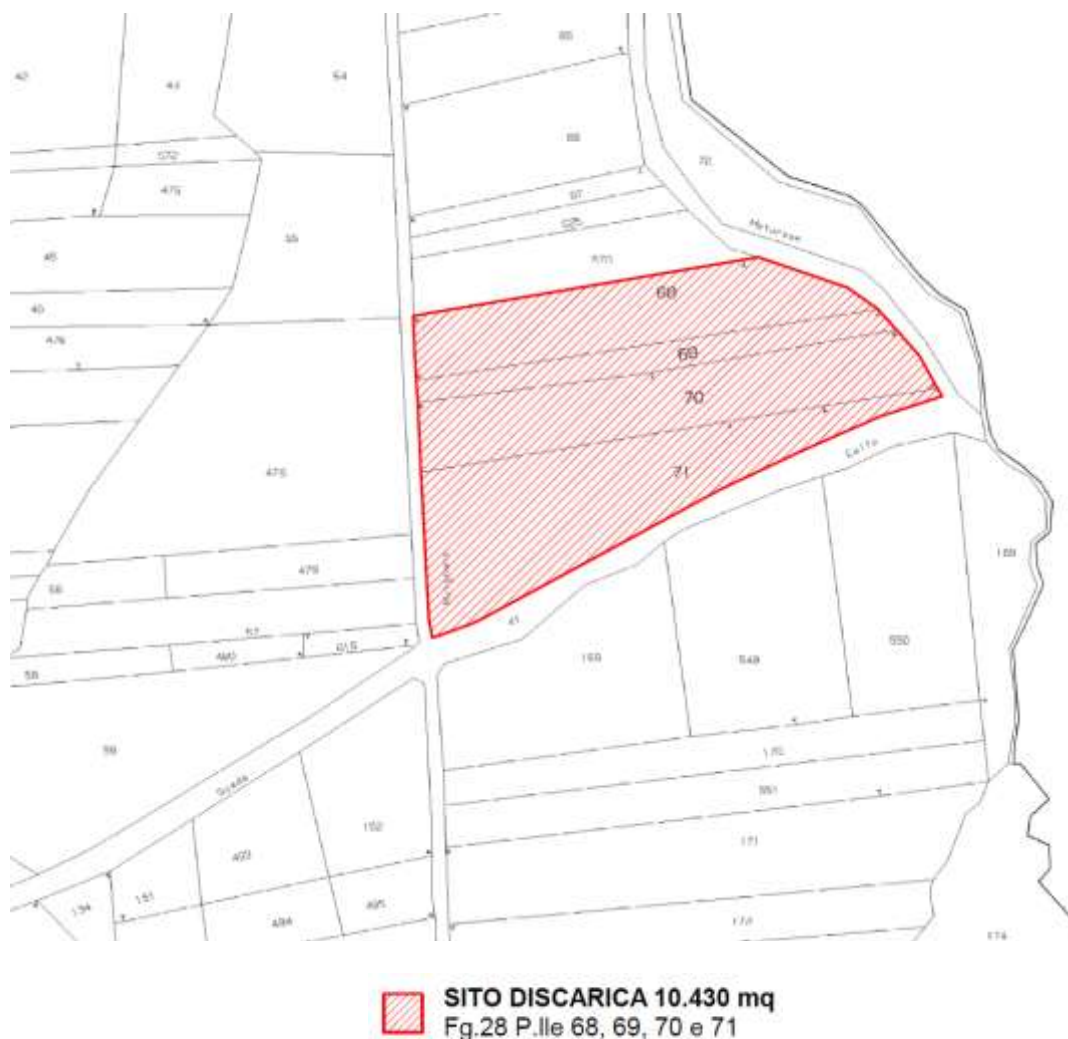


Fig.1 Stralcio planimetria catastale

Il sito ricade, secondo il P.R.G. vigente, in zona “*AGRICOLA*” e risulta identificato, nell’ambito del Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Campania, con il codice n. 4035C001.

Si tratta di un’area dell’estensione complessiva di circa mq 10.430 mq, di proprietà del Comune di Frigento, ricoperta da sterpaglia spontanea, caratterizzata morfologicamente da medie pendenze, dotata di naturale stabilità e costeggiata dal vallone *Grande*.

Distando circa 4 Km dal centro abitato, è raggiungibile percorrendo la strada statale SS 303 che conduce alla vicina frazione *Pagliara*, lungo la quale si trova l’incrocio della strada comunale *Via Cerri Matarese* che collega la località *Scheda di Celio*.



Fig.2 Foto aerea dell'area d'intervento

3. Formazione della discarica

La discarica è stata utilizzata dal Comune di Frigento dal settembre del 1995 fino al novembre del 1996: in essa sono stati sversati i Rifiuti Solidi Urbani (RSU) prodotti dalle attività antropiche presenti sul territorio comunale e da quelle nei comuni di Sturno, Gesualdo, Forino, Parolise, Bagnoli Irpino, Montemiletto, Mercogliano, Moschiano, Sorbo Serpico, Torre le Nocelle, Candida, Chiusano San Domenico, Melito Irpino, San Mango sul Calore, Manocalzati, Monteforte Irpino, Lapio, Montoro Superiore, Quadrelle, Aiello del Sabato, Vallata, Vallesaccarda, Flumeri, Pietrastornina, Montefredane, Montoro Inferiore, Salza Irpina, Atripalda, Avellino.

La discarica, all'epoca, fu realizzata attraverso l'impiego di diverse opere e tecnologie consistenti in :

- una vasca di raccolta dei rifiuti completamente impermeabilizzata, sia sul fondo cava che sulle pareti laterali con guaina HPDE tipo 406, con sovrastante strato di circa 20 cm di ghiaia, a sua volta ricoperto da uno strato di circa 20 cm di sabbia;
- una vasca in calcestruzzo, della profondità di circa 2,70 m, di raccolta del percolato, tramite tubazione in PVC di diametro 200 mm.

L'area di insediamento della discarica risulta, allo stato attuale, delimitata da rete metallica sorretta da paletti in ferro e munita di cancello carraio scorrevole in ferro; inoltre, il sito si presenta saturo e ricoperto di sterpaglia e vegetazione spontanea.

I terreni circostanti sono adibiti per buona parte a coltivazioni agricole, mentre la restante parte è caratterizzata da vegetazione fluviale tipica della zona (*pioppi, acacie, ecc.*) per la presenza del vallone *Grande* che costeggia il sito della discarica.

La discarica risulta oramai chiusa al conferimento rifiuti da oltre 15 anni, ma è ancora in uso la sola vasca di raccolta del percolato con periodico prelievo, trasporto e smaltimento dello stesso; l'area, inoltre, è sprovvista di punti di stoccaggio, fognature, aree di carico/scarico degli accumuli di rifiuti.

4. Inquadramento territoriale del sito

4.1 Assetto geologico

L'area di intervento progettuale è caratterizzata da una modesta pendenza, essendo stimata nell'ordine del 10-15% e presenta una definita rete idrografica superficiale.

Tuttavia, la morfologia dell'area corrisponde alle pendici superiori di un rilievo collinare che degrada in maniera uniforme verso il vallone *Grande*.

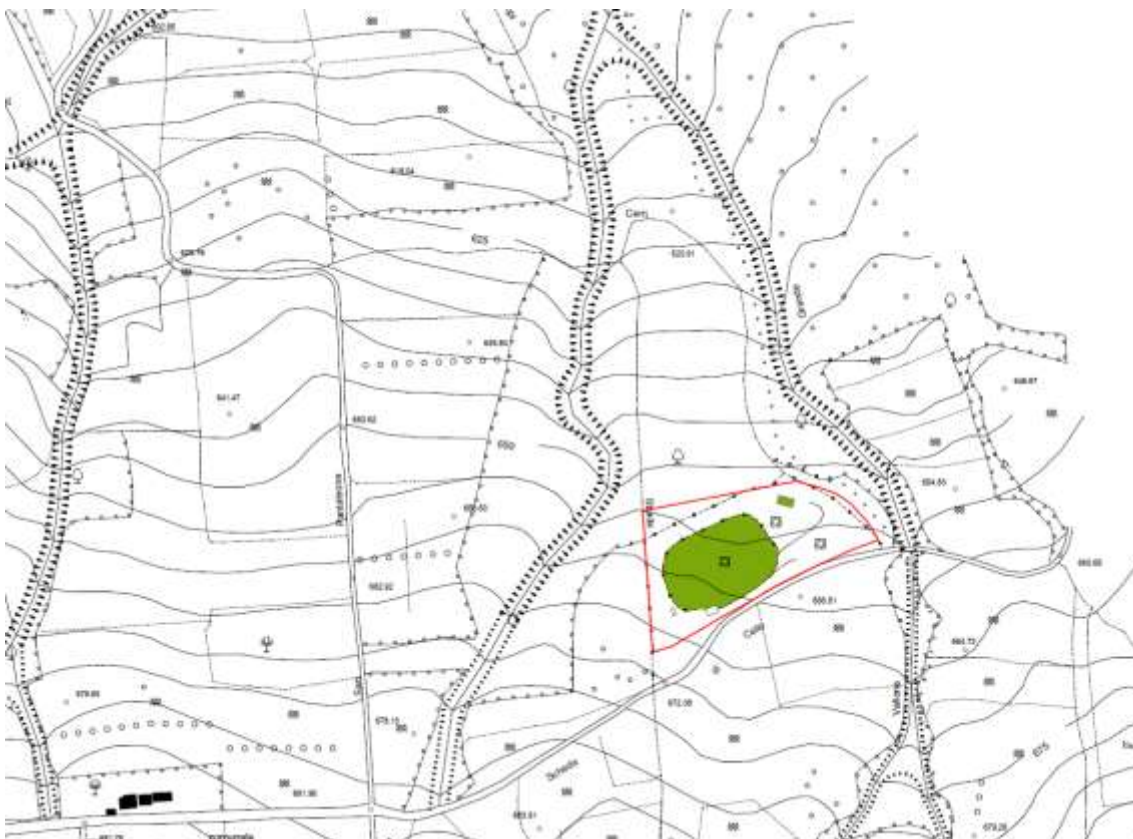


Fig.3 Stralcio aereofotogrammetrico con area d'intervento

I raccordi, lungo tale incisione presentano fenomeni di terrazzamento, corrispondenti, verso valle, ad una serie di ondulazioni superficiali, mentre a monte sono riconducibili alle tipiche conformazioni delle alterazioni che ricoprono formazioni argilloso-siltose.

I salti di pendenza non sono notevoli, in quanto possono raggiungere circa 5.0 metri, nel caso di sabbie, molto meno nei terreni argillosi.

D'altronde, a partire dall'area della discarica, fino a raggiungere la strada comunale *Cerri Matarese* di valle, l'area esaminata presenta una certa complessità, manifestando episodi di piccoli tagli perimetrali.

Dal punto di vista geolitologico i terreni affioranti sono riconducibili ad un'unica formazione nota come complesso calcareo-marnoso-arenaceo (formazione di Frigento). Trattasi di depositi argillosi e argillo-siltosi, in *facies di Flysch*, intercalati da calcari marnosi e arenarie frequentemente alterate.

Nella parte più a valle rinveniamo accumuli di varia origine messi in posto per accumulo gravitativi, trasporto in massa, distacchi e scollamenti con relativa deposizione da erosione incanalata.

Prevale la frazione limosa, spesso mixata a materiale detritico a grana fine.

In particolare, dall'analisi dei sondaggi eseguiti nell'area di riferimento, si rileva una stratigrafia composta, in media, da:

spessore	Litologia
1.80-2.00	Terreno vegetale e/o di riporto
1.50-1.90	Limo argilloso sabbioso marrone con presenza di percolato nerastro
0.70-1.50	Argilla azzurra con venature giallastre
1.00-3.00	Livello calcarenitico litoide di colore grigiastro
7.60-9.50	Argilla giallastra con venature celesti
4.00-6.00	Argilla azzurra scagliosa compatta

La copertura superficiale presenta forte alterazione a causa degli agenti esogeni, per cui spesso è possibile rinvenire piccoli depositi idrici, o piccole sorgenti di interstrato causa di scollamenti e scorrimenti; la giacitura originaria di tali materiali, non è più rilevabile in quanto gli agenti esogeni hanno completamente alterato e, conseguentemente, dilavato e rimaneggiato tali terreni, ridepositandoli in valloni basali e/o formando contropendenze nelle zone argillose maggiormente plastiche.

Si sono così determinate sequenze molto potenti di materiali a nuova giacitura sub-orizzontale.

Sismicamente l'area è considerata in generale (come dagli studi geologici del PRG) come "Area a medio rischio sismico" con incremento sismico locale $n > 2,00$ e la classificazione secondo la Delibera 5447/02 della Regione Campania indica $S=12$.

4.2 Assetto idrogeologico

Dal punto di vista idrogeologico, i terreni delle aree interessate, limitatamente all'area di intervento, presentano una permeabilità variabile di strato in strato e si riduce con il crescere della profondità e per la presenza a volte prevalente della frazione argillosa.

La falda freatica è spesso insediata nella frazione marcatamente sabbiosa e calcareo detritica, limitata da livelli impermeabili a profondità variabili dovuti alla presenza di livelli argillosi. Si rinvencono modesti adunamenti idrici nella coltre superficiale più alterata ed esposta agli agenti climatici e può essere sede di percolazione con formazione di falde sospese. Frequenti sono gli affioramenti di sorgenti.

Inoltre, le sorgenti e pozzi esistenti in tale zona, sembrano essere la testimonianza dell'affioramento di una piezometrica che si instaura negli interstrati subsuperficiali, il cui flusso idrico si origina a partire dalla zona della dorsale collinare della località *Scheda di Celio*.

Infine, si è rilevato che, in corrispondenza della vasca percolato della discarica, si osserva fuoriuscita di percolato nerastro per mancanza di svuotamento, venendo meno alla funzione essenziale di contenimento.

Pertanto, nella fase progettuale successiva, riguardo il tratto di interesse, dovrà essere verificata la portata di massima piena e, quindi, gli interventi più idonei.

Gli accumuli colluviali, sovente argillificati, generalmente plastici, sono molto sensibili alle piogge, per cui, in relazione alle precipitazioni ed alle pendenze, tendono a mobilitarsi. Soprattutto lungo i tagli delle scarpate ove spesso si rinvencono masse detritiche e colate di fango che ostruiscono il libero deflusso, riducono la sezione scolante e allagano intere aree.

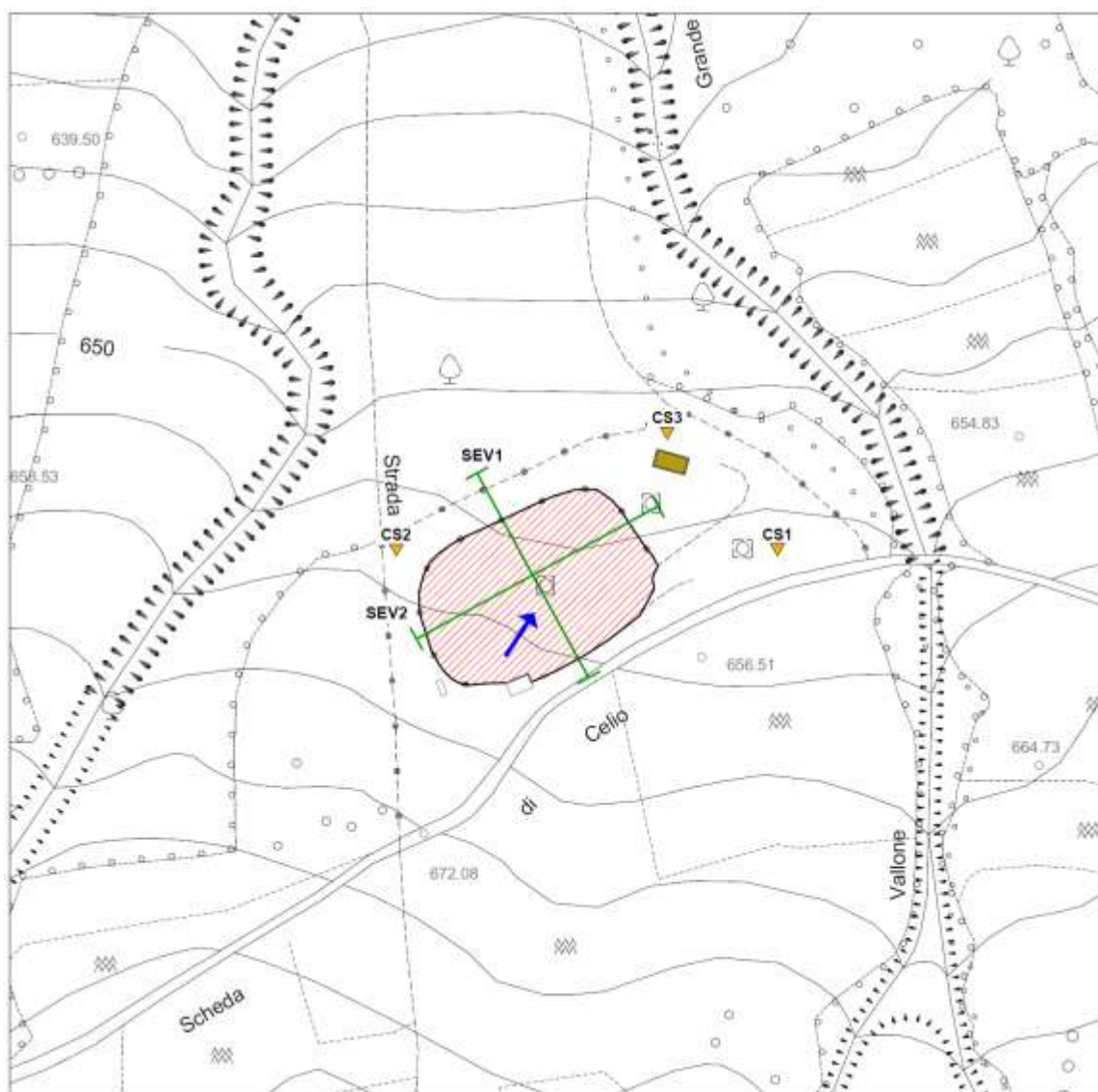
La falda, non sempre presente e mai in continuità, si evidenzia già a partire da 1.0 mt, corrispondente alla frazione maggiormente sabbiosa o calcarenitica della copertura ed in relazione alla profondità del substrato argilloso.

Sondaggio	Profondità falda dal p.c. (mt)
CS1	2.00 e 5.00
CS2	1.20 e 4.60
CS3	1.00 e 4.40

Le misure di profondità della falda sono state eseguite durante la perforazione e nei successivi 5 giorni.

Sondaggio	Permeabilità terreni K (cm/s)	Profondità di Prova (mt)
CS1	3.00×10^{-6}	7.0-10.0
CS2	2.50×10^{-7}	6.0-9.0
CS3	2.90×10^{-7}	10.0-14.0

Una semplice triangolazione indica che la direttrice del deflusso verso il sondaggio CS3 di valle cui corrisponde un impermeabile a circa 7.40 mt di profondità dal p.c..



LEGENDA

-  SAGOMA DISCARICA
-  VASCA DI RACCOLTA DEL PERCOLATO
-  SONDAGGI (POZZI E PIEZOMETRI) ESEGUITI - PIANO DI CARATTERIZZAZIONE
-  VIA DI FLUSSO CONTAMINAZIONE
-  SONDAGGI GEOELETTRICI

Fig.4 Aereofotogrammetria: piezometri e via di flusso della contaminazione

4.3 Assetto idrologico

L'area, situata a monte del vallone *Grande*, è a forma quadrata irregolare troncata dalle isoipse poste tra le quote 650,00 e 665,00 m s.l.m. formando un semi pianoro, mentre perimetralmente a partire dalla quota di m 655 è circondata da una strada comunale asfaltata. L'area non è attraversata né a monte né a valle da alcun torrente, per cui le acque di pioggia per la natura dei terreni, che nella parte superiore hanno limi argillosi di medio-bassa permeabilità, non formano aree allagate, sebbene a monte della discarica è individuabile un alto morfologico a quota 668 che funge da spartiacque superficiale.

Una indagine idrologica indica che la Precipitazione Media Annuale è di circa 830 mm, l'Evapotraspirazione di 542 mm e la Infiltrazione Potenziale di circa 288 mm. Tali dati sono stati elaborati a partire dagli annali ideologici della Campania per il periodo 1921-1999.

4.4 Carta degli scenari di rischio

La zona di discarica è stata indicata dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno come area di *Media Attenzione A2*; trattasi di area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana quiescente, a massima intensità attesa media, come può evincersi dalla Cartografia tematica dell'Autorità di Bacino.

Infatti che sia un'area in frana quiescente è rilevabile dalle irregolarità delle isoipse che hanno andamento tipico dei terreni in frana quiescente.

Dal punto di vista della stabilità, tuttavia, in relazione a quanto esplicitato in precedenza, circa la stratigrafia, si ritiene che la zona possa rientrare in zona mediamente instabile, anche a causa dell'effetto di forte erosione delle acque dilavanti che hanno generato una serie di punti critici lungo le scarpate e dalla stessa presenza del vallone *Grande* che corre parallelo all'area della discarica, lungo la strada comunale *Via Cerri*.

In effetti, in considerazione del bacino retrostante di alimentazione, l'area di discarica spesso funge da vero e proprio spartiacque locale, sede di piccoli smottamenti, determinando fenomeni in rapida evoluzione.

5. Piano di investigazione integrativo e documento Analisi del Rischio

Ai fini della completa valutazione del rischio di inquinamento per l'ambiente naturale, il territorio urbanizzato e del danno per la salute pubblica, è stato condotto un *Piano di analisi del suolo*, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali e delle componenti ambientali che possono essere state interessate dalla migrazione delle sostanze presenti nella sorgente di contaminazione quale è appunto la discarica in oggetto.

Il piano di investigazione, nel nostro caso, è mirato a:

Bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU alla località Scheda di Celio

1. verificare l'effettivo inquinamento generato, da rifiuti stoccati alle diverse matrici ambientali;
2. definire, confermare e integrare i dati relativi alle caratteristiche geologiche, idrogeologiche, ideologiche del sito e ad ogni altra componente ambientale rilevante per l'area interessata;
3. definire accuratamente l'estensione e le caratteristiche dell'inquinamento del suolo, del sottosuolo, delle acque sotterranee e superficiali e delle altre matrici ambientali rilevanti.

Nel piano di investigazione sono stati definiti:

- la localizzazione dei punti e i metodi di campionamenti di suolo, sottosuolo, acque sotterranee e superficiali per l'area del sito e l'area circostante che si ritiene interessata dall'inquinamento presente nel sito;
- la profondità di perforazioni e prelievi;
- eventuali altre componenti ambientali analizzate;
- la lista delle sostanze da analizzare;
- le metodologie delle analisi chimico-fisiche e di tutte le altre indagini e analisi che siano ritenute necessarie a caratterizzare la presenza e la diffusione dei contaminanti e il loro impatto sull'ambiente circostante e sulla popolazione;
- punti e metodologie di campionamento adottate per confermare la caratterizzazione ambientale, in particolare geologica, idrogeologica e idrologica del sito e dell'area esterna interessata dai fenomeni di contaminazione.

5.1 Indagini eseguite e modalità di esecuzione

La strategia adottata nella scelta dell'ubicazione dei punti di sondaggio e di prelievo nonché del relativo numero di campioni da prelevare, ha risposto ai seguenti obiettivi di carattere generale:

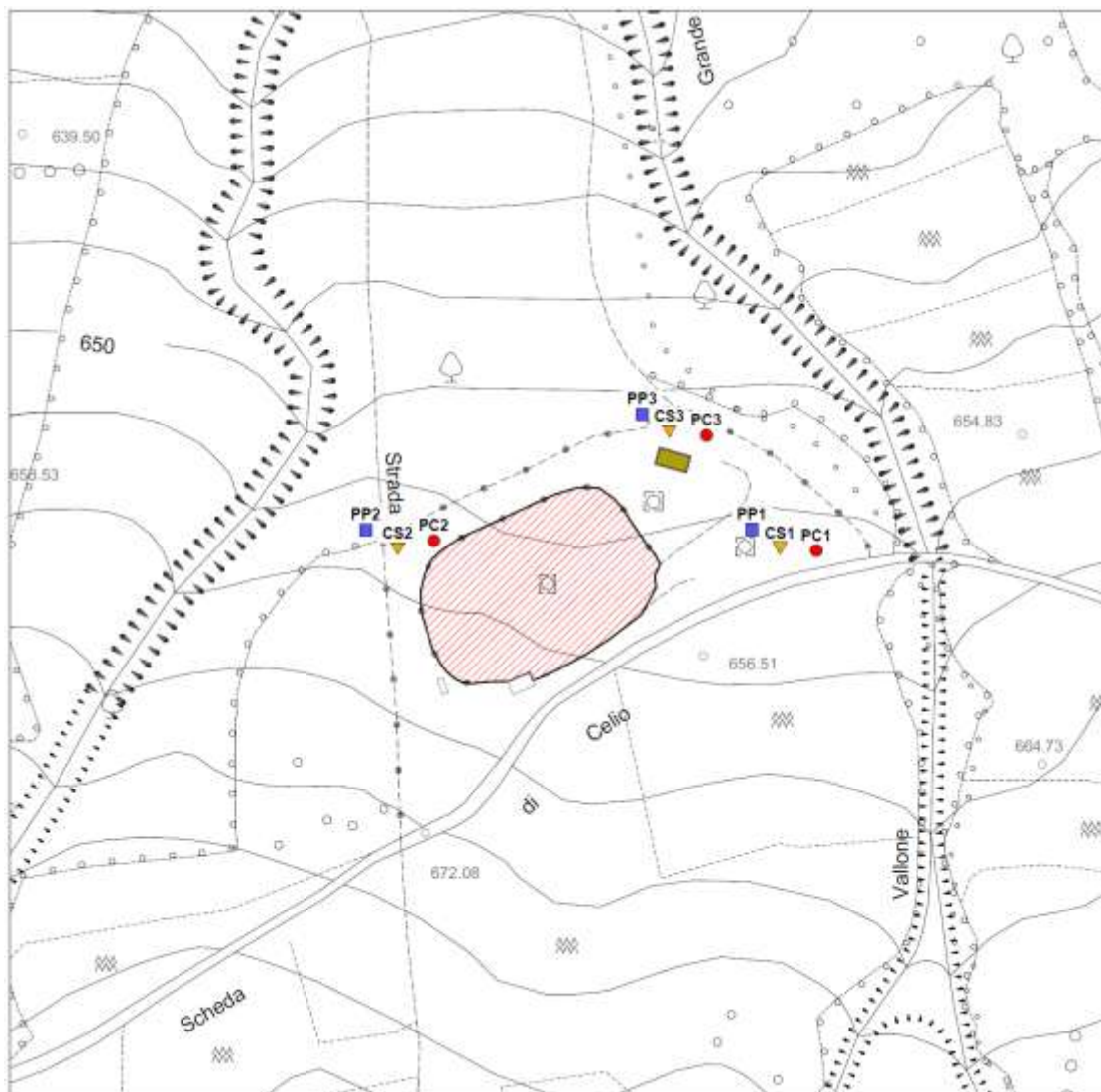
- ha tenuto conto delle dimensioni del sito da investigare, in funzione del quale per ogni matrice ambientale viene fissato il numero minimo dei punti nei quali effettuare il prelievo, ai sensi del D. Lgs. 152/06¹ (tabelle di cui all'Allegato 5, titolo V, parte IV e al già Allegato 2 del D.M. 471/99);
- la profondità del prelievo di campioni di terreno e/o acqua varia con la necessità di caratterizzare l'area dal punto di vista geologico e idrogeologico, di definire la

¹ Nel D. Lgs. 152/06 e nel già D.M. 471/99, sono fornite le indicazioni relative al numero di punti di indagine necessari alla caratterizzazione della struttura idrogeologica dell'area e alla definizione della distribuzione della contaminazione sia nella parte non satura che in quella satura del sottosuolo.

Nel caso del sito in esame, la cui estensione è di circa 10.700 mq., la normativa prevede:

- Sondaggi: almeno 5 punti (per siti di estensione minore di 10.000 mq.)
- Pozzi monitoraggio della falda: almeno 3 pozzi (per siti di estensione minore o uguale a 50.000 mq.)

- profondità dell'inquinamento, la variabilità verticale della contaminazione, la presenza di contatto diretto tra gli acquiferi e le fonti di inquinamento;
- tener conto della variabilità orizzontale della contaminazione.



LEGENDA

- | | |
|---|--|
|  | SAGOMA DISCARICA |
|  | VASCA DI RACCOLTA DEL PERCOLATO |
|  | CS1
SONDAGGI (POZZI E PIEZOMETRI) ESEGUITI - PIANO DI CARATTERIZZAZIONE |
|  | PP1
PROVA DI PERMEABILITA' |
|  | PC1
PRELIEVO CAMPIONI ACQUA |

Fig.5 Aereofotogrammetria: piezometri e sondaggi

I sondaggi previsti sono stati collocati in aree del sito secondo quanto previsto e disposto in *Conferenza dei Servizi*, cercando comunque di individuare i punti in funzione dell'andamento della falda²: pertanto a tal fine, si è previsto un piezometro a monte del sito di discarica, in modo da costituire il valore di riferimento delle acque sotterranee “*in ingresso*” all’area oggetto di indagine e due piezometri a valle in modo da verificare le caratteristiche delle acque di falda “*in uscita*” dal sito.

Data la particolare eterogeneità delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee, il campionamento e le analisi condotte sono state effettuate in modo da fornire un campione rappresentativo della reale concentrazione di una determinata sostanza nello spazio, cioè nell’area e nel volume campionati, e l’evoluzione della concentrazione nel tempo.

In accordo alle indicazioni contenute nella normativa vigente, il programma d’indagini che è stato eseguito è il seguente:

- esecuzione di 3 (tre) sondaggi a carotaggio continuo, con esame del cutting in continuo dai cui risultati sono state redatte le stratigrafie;
- completamento dei 3 (tre) fori di sondaggio come pozzi di monitoraggio della falda, con relativo prelievo di campioni di acqua come dalle mappature;
- analisi di laboratorio delle acque e dei terreni.

Le suddette analisi, infatti, sono state effettuate per i rispettivi tre piezometri (uno a monte e due a valle) alle profondità indicate negli elaborati stratigrafici dei carotaggi; tali analisi sono state attrezzate a pozzo per la valutazione degli andamenti piezometrici della falda e delle sue caratteristiche chimico-fisiche con prelievi sia d’acqua che di terreni.

5.2 Analisi di laboratorio e risultati delle verifiche

Le analisi di laboratorio sono state eseguite secondo le direttive tecniche attuative del “Piano Regionale di Bonifica - Approvazione *Piano di Caratterizzazione*, ai sensi del D.Lgs. 152/2006, Parte IV, Titolo V, Art. 242 - D.G.R. n.400 del 28.03.2006 e D.D. n.911 del 07.11.2006”, nonché in considerazione di quanto disposto dalla Conferenza dei Servizi del 15/05/2009, a cui è seguito il Decreto n. 121 del 20/07/2009 di approvazione del *Piano di Caratterizzazione* e del relativo documento di *Analisi del Rischio*.

L’analisi dell’Hazard³ ha prodotto i seguenti risultati:

- Matrice suolo: *discarica RSU* → Contaminanti: *nichel, piombo e selenio*.

² Il D. Lgs. 152/06 richiama quanto afferma l’ex Allegato 2 del D.M. 471/99, ossia “ogni volta che le dimensioni dell’area o la scarsità di informazioni storiche e impiantistiche sul sito non permettano di ottenere una caratterizzazione soddisfacente e di prevedere la localizzazione delle piu’ probabili fonti di contaminazione, la localizzazione dei punti possa essere effettuata sulla base di un criterio di tipo casuale o statistico”.

³ HI (Hazard Index) è l’Indice di Pericolo che esprime di quanto l’esposizione alla sostanza supera la dose tollerabile o di riferimento.

- Falda idrica e acque superficiali → Contaminanti: *ferro, manganese, nichel, piombo e selenio*⁴.

6. Il progetto ed il ripristino ambientale

6.1 Premessa

Gli interventi di bonifica, consisteranno in una serie di operazioni che sviluppandosi mediante un ordine procedimentale, dettato dalle normative vigenti in materia, serviranno a ricondurre il sito da una situazione di “*Potenziale pericolosità*”, determinata dalla contaminazione dei rifiuti, ad una situazione di “*Non pericolosità*” per la salute pubblica e per l’ambiente circostante.

I lavori avranno lo scopo di isolare la fonte dell’inquinamento, mediante la delimitazione dell’area oggetto d’intervento, la realizzazione di idonei drenaggi, vasche di accumulo ed il ripristino ambientale.

La prima fase dei lavori riguarderà la pulizia dell’area di cantiere da eventuali rifiuti sversati successivamente alla chiusura della discarica, l’estirpazione di erbe infestanti, la rimozione degli apparati radicali, della vegetazione a raso e dei cespugli, la scortatura del terreno eseguita su piani orizzontali e sulle scarpate anche con andamento subverticale, la demolizione delle precarie recinzioni esistenti, del box ufficio e del muretto in c.a. di delimitazione della pedana esistente.

In questa fase, inoltre, sarà effettuata un’operazione di parziale rimozione dei rifiuti con il loro spostamento dalla *Zona B* alla *Zona A* (*riabbancamento*). Lo spostamento di questa parte di rifiuti si rende necessario in quanto il limite del corpo rifiuti impedirebbe la realizzazione sia di un adeguato sostegno del *capping* che della barriera idrogeologica, atteso l’esiguo spazio disponibile tra il corpo rifiuti ed il limite catastale.

L’arretramento previsto sarà in media di 12,50 m, con un abbassamento del corpo rifiuti di circa 2 m, tale da costituire un terrazzamento a basso impatto sulla sicurezza. I rifiuti della *Zona B* (di circa 520 mq) verranno spostati nella *Zona A* (di circa 620 mq), previa impermeabilizzazione del fondo di deposizione di quest’ultima con opportuna geomembrana. In definitiva, il volume complessivo di rifiuti da riposizionare è pari a circa 1.750 mc.

La superficie di estradosso dell’intero sito verrà, poi, compattata con mezzi idonei alla natura del sottofondo e tenendo conto della morfologia accidentata, e quindi risagomata in attesa della copertura definitiva.

⁴ Cfr. *Allegato 5, titolo V, parte IV* del D.Lgs.152/2006.

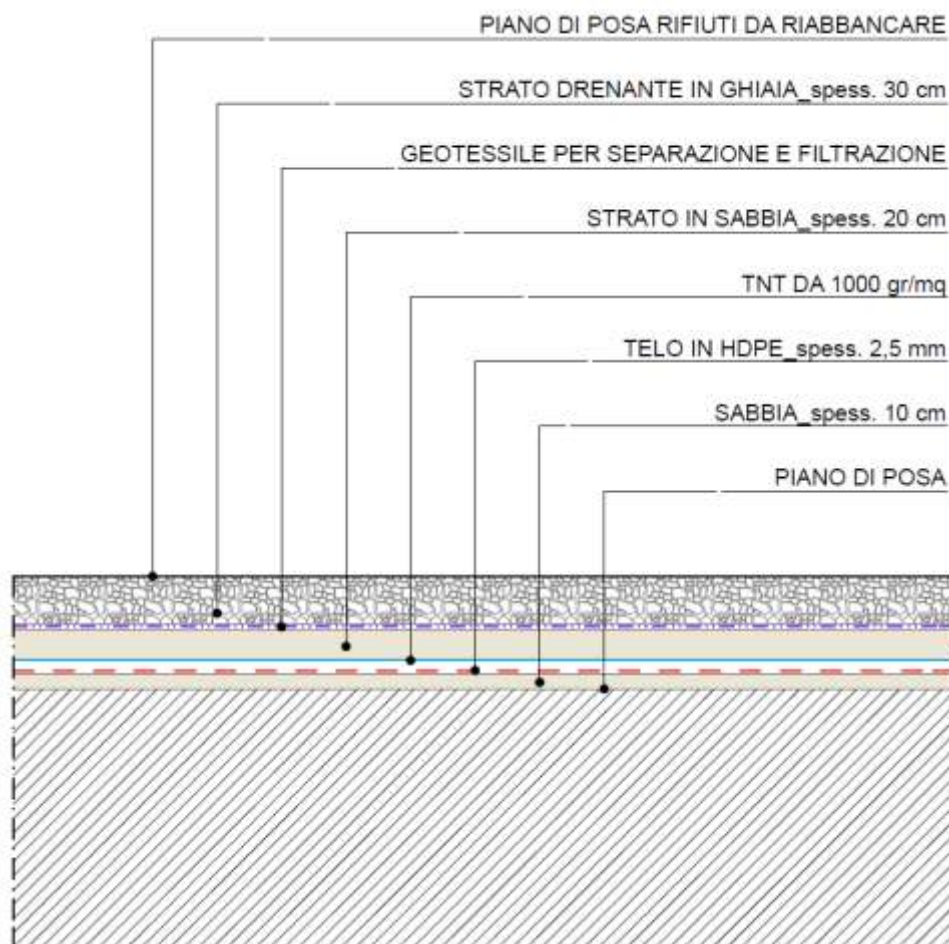


Fig.6 Zona A di riabbancamento rifiuti: particolare del piano di posa.

La seconda fase, la più delicata e di maggiore incidenza sulla stabilità del complesso discarica-aree di servizio, consisterà nel rendere il volume della massa rifiuti quanto più ridotto possibile, al fine di stabilizzare il complesso solido-liquido-gassoso presente nell'ammasso.

Pertanto, si avvierà l'estrazione del percolato, mediante n°03 pozzi di estrazione, non prima di aver realizzato un efficiente sistema di drenaggio nel corpo della discarica e aver sostituito l'attuale vasca di raccolta del percolato con una vasca prefabbricata in monoblocco c.a.v. "standard" da 61 mc con trattamento impermeabilizzante delle pareti interne eseguito con vernice epossidica modificata con resine idrocarburiche per la protezione acida delle superfici in calcestruzzo.

Successivamente, saranno predisposti n°06 pozzi di estrazione del biogas per la fuoriuscita contemporanea dei fluidi e dei gas, pozzi che verranno poi utilizzati per il monitoraggio successivo alla bonifica e per la gestione della discarica.

Ciò consentirà nei primi tre mesi d'intervento di ridurre notevolmente il volume del corpo rifiuti nella vasca di discarica e di limitare in modo considerevole i potenziali cedimenti della superficie del *capping* nel corso del tempo. Allo stesso modo questa lavorazione sarà affiancata, ovviamente, da una verifica periodica delle strutture superficiali

che accolgono i materiali di fuoriuscita. Saranno, altresì, monitorate le acque nei pozzi di controllo opportunamente ubicati a valle del sito di discarica, in relazione alla direzioni di flusso degli inquinanti.

Si darà, poi, luogo alla terza fase, quella di bonifica esecutiva vera e propria, mediante la realizzazione del diaframma drenante, del diaframma impermeabile e della barriera idraulica con i relativi pozzi di estrazione, al fine di assicurare una barriera idrogeologica alla contaminazione presente nel sito.

Con la quarta fase sarà realizzato il *capping* sul corpo rifiuti e la sistemazione a verde dell'intera area oggetto d'intervento mediante inerbimento con idrosemina e messa a dimora di arbusti e piante autoctone.

6.2 L'eliminazione del biogas

Per eliminare il biogas nel corpo rifiuti verranno realizzati, mediante trivellazione con sistema di perforazione a secco, n°06 pozzi di estrazione del diametro di 60 cm.

Ciascun foro verrà protetto con un tubo apposito (*camicia*) della stessa dimensione; esso verrà rimosso solo al momento dell'introduzione del tubo filtrante (microfessurato in PEAD D 160 SDR 17 PN 10) e della ghiaia di riempimento.

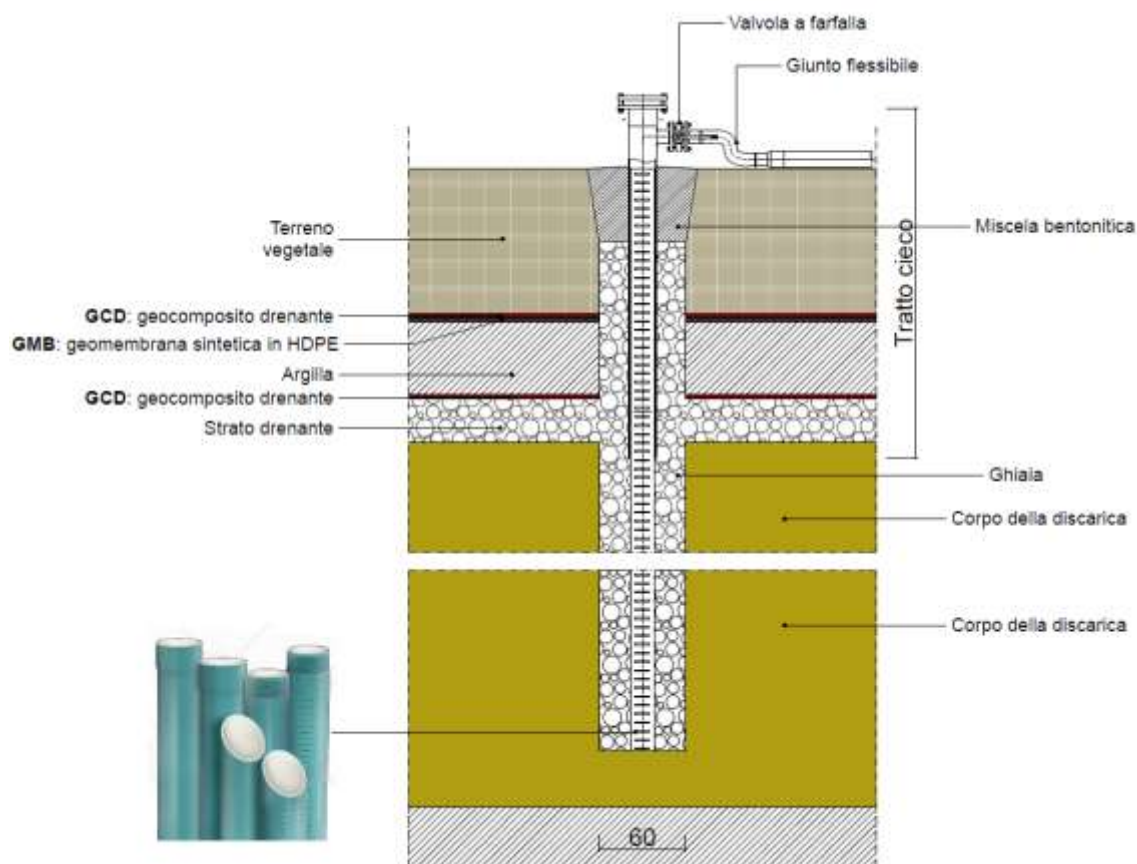


Fig.7 Il tubo di aspirazione del biogas: particolare costruttivo.

La testa del pozzo di aspirazione del biogas sarà costituita da:

- un tubo in PEAD D200, della lunghezza di 2,0 m;
- una flangia cieca in acciaio con opportuni passapareti;
- una valvola a farfalla;
- un giunto flessibile in PVC texas D90 (della lunghezza di 1,5 m), completo di fascette;
- un tappo in argilla o miscela bentonitica dell'altezza di 0,50 m.

Il pozzo avrà una profondità media di 7,0 m.

Una tubazione in polietilene ad alta densità (DN90 e DN125) convoglierà il biogas alla centrale di aspirazione e biofiltrazione.

La centrale, con biofiltro scarrabile e telaio in ferro, avrà una portata di 50 mc/h e sarà costituita da:

- una valvola di intercettazione, installata prima dell'ingresso nel filtro, con corpo in ghisa, comando a leva, DN 65;
- una valvola di scarico della condensa, del tipo a sfera in ottone cromato, installata sul tronchetto di scarico condensa posto alla base del filtro, con corpo in ottone, comando a leva, DN: 3/4";
- un filtro di separazione e scarico della condensa, realizzato in acciaio inossidabile e posto all'ingresso in centrale;
- un collettore di aspirazione in acciaio inox posto tra il filtro di ingresso e l'aspiratore, con condotta DN 65;
- un aspiratore compressore, soffiante centrifuga a canale laterale della portata di 50 mc/h, potenza assorbita 1,5 kw, potenza installata 2,0 kw, tensione di alimentazione 380 V/50 Hz;
- un collettore di mandata in acciaio inox, con condotta DN 65;
- un sistema di misura della portata costituito da una flangia tarata e un misuratore di pressione differenziale;
- un filtro rompifiamma in acciaio;
- un telaio per il supporto della parte di aspirazione in profilati di ferro ricoperti con doppio strato di vernice e completo di tettoia in acciaio inox e di golfari di sollevamento;
- un quadro di controllo costituito da un armadio in versione IP54 in lamiera;
- allarmi di blocco dell'impianto, preallarmi con segnalazione luminosa e allarmi con blocco impianti.

L'impianto di abbattimento emissioni con biofiltro scarrabile avrà dimensioni interne pari a 5700x2000xh 2400 mm, ingombro massimo 6000x2500xh 2400 mm, altezza media del letto filtrante 1,5 m, con consumo max di acqua giornaliero pari ad 1 mc.

L'impianto sarà costituito da n°1 biofiltro delle dimensioni di 6000x2400xh 2400 mm, con vasca di contenimento realizzata da un container scarrabile in acciaio verniciato. Il letto filtrante avrà uno spessore medio di 1,5 m, in miscela vegetale calibrata, derivante da compost verde, idonea per porosità e ritenzione idrica ed avente un peso di volume asciutto pari a circa 500 kh/mc (peso umido 800 kg/mc), sarà posato su un grigliato in polipropilene rinforzato con fibra di vetro. I moduli di grigliato hanno dimensioni in pianta di 500x500 mm, poggianti su supporti in polipropilene rinforzato con fibra di vetro, che garantiscono un'altezza del plenum di 500 mm.

Una tubazione (con allaccio dall'acquedotto esistente) alimenterà con acqua il biofiltro.

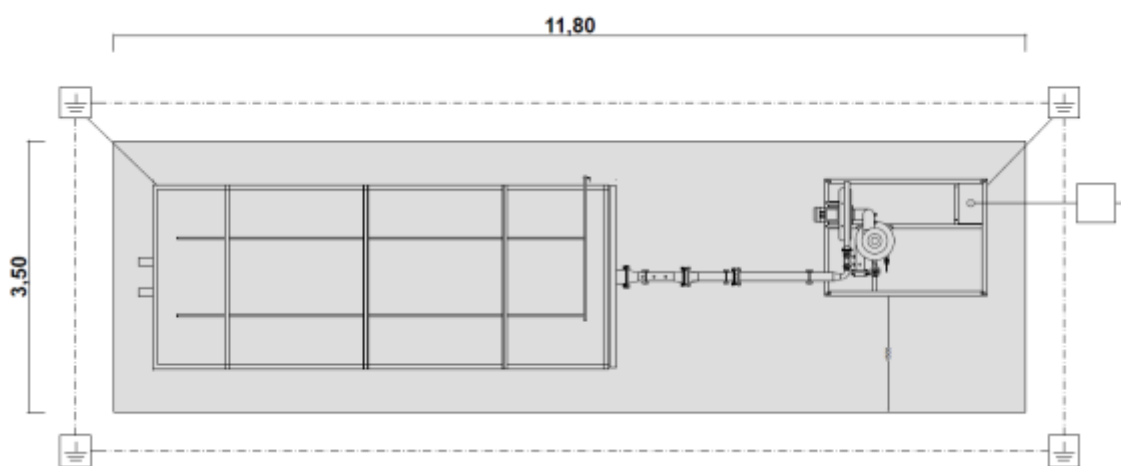


Fig.8 La centrale di aspirazione del biogas con filtro scarrabile.

6.3 Realizzazione drenaggi e vasche di accumulo

Questa fase è caratterizzata dalla realizzazione di n°02 reticoli drenanti occorrenti per lo smaltimento delle acque meteoriche che attraversano il *capping* e di quelle che verranno raccolte nelle *canalette* perimetrali al *capping* stesso.

In particolare, il primo sistema di drenaggio sarà costituito da aste drenanti posizionate al di sopra dello strato impermeabile del *capping* con un interasse di circa 5,0 m: i tubi saranno del tipo strutturato in PEAD a doppia parete, corrugato esternamente e liscio internamente, realizzato per coestrusione continua delle due pareti. La superficie di captazione del tubo sarà forata con tagli di larghezza variabile, presenti sul fondo di ciascuna gola di corrugazione. Le giunzioni fra le barre di tubo avverranno a mezzo di appositi bicchieri di giunzione, corredati di guarnizione elastomerica da posizionare sulla prima gola di corrugazione della testata del tubo da inserire nel bicchiere.

I tubi microfessurati saranno inseriti in uno strato di drenaggio filtrante costituito da ghiaietto calcareo e protetti da geotessile.

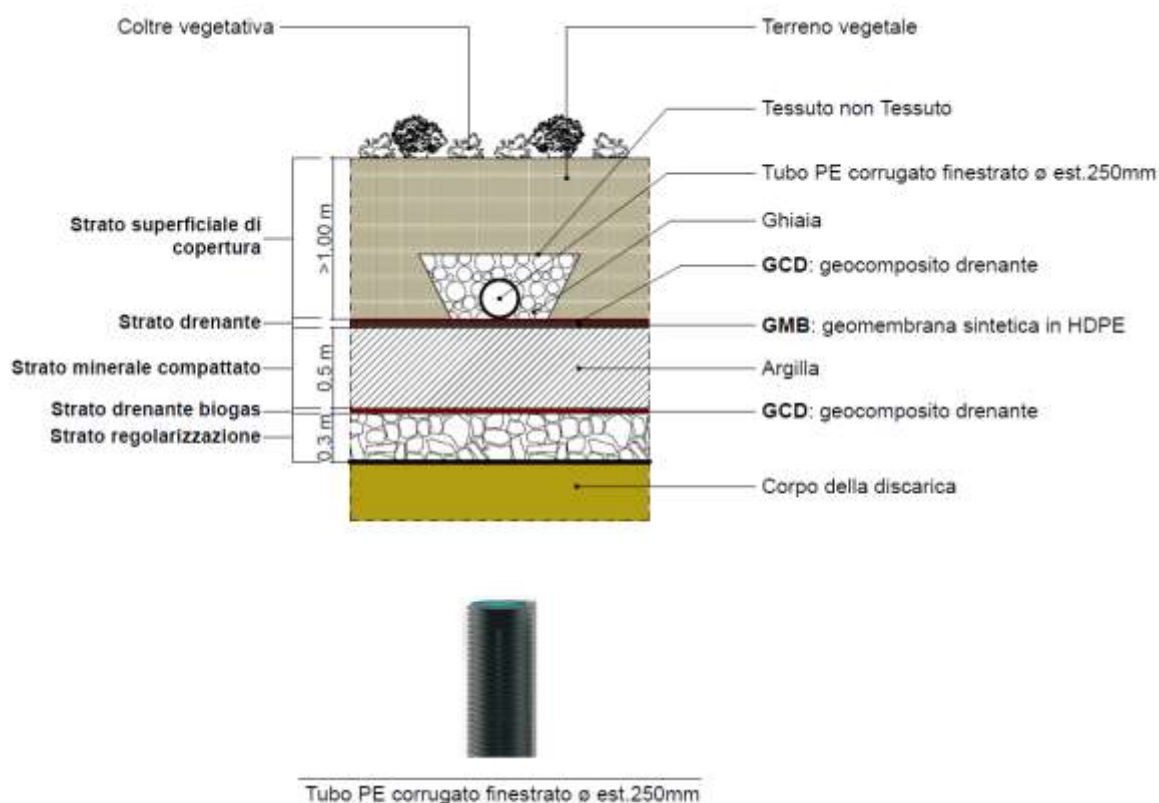


Fig.9 Particolare delle aste drenanti del *capping*.

Il secondo sistema, invece, raccoglierà le acque meteoriche, sia quelle superficiali che perimetrali al capping. Esso verrà realizzato lungo l'intero perimetro dell'invaso (a monte ed a valle) onde intercettare preventivamente le acque, al fine di limitare l'accesso di queste ultime all'interno dell'invaso stesso, attraverso la costruzione di idonea canaletta prefabbricata in calcestruzzo fibro-rinforzato, vibrato, con resistenza caratteristica Rck 450 kg/cm, prodotto da azienda certificata ISO 9001, a sezione trapezoidale, con pendenze non superiori al 5%, e pozzetti intermedi di salto idraulico.



Fig.10 Costruzione di un dreno suborizzontale



Fig.11 Posa in opera della canaletta

Le acque raccolte dai due sistemi drenanti, verranno trasportate a valle dell'invaso e, mediante pozzetti in c.a. gettati in opera, trattandosi di acque chiare, convogliate nell'adiacente *Vallone Grande*.

La funzione del predetto sistema è quella di allontanare le acque di precipitazione, evitando ristagni che possano provocare infiltrazioni nei rifiuti e, di conseguenza, aumentare la produzione di percolato.

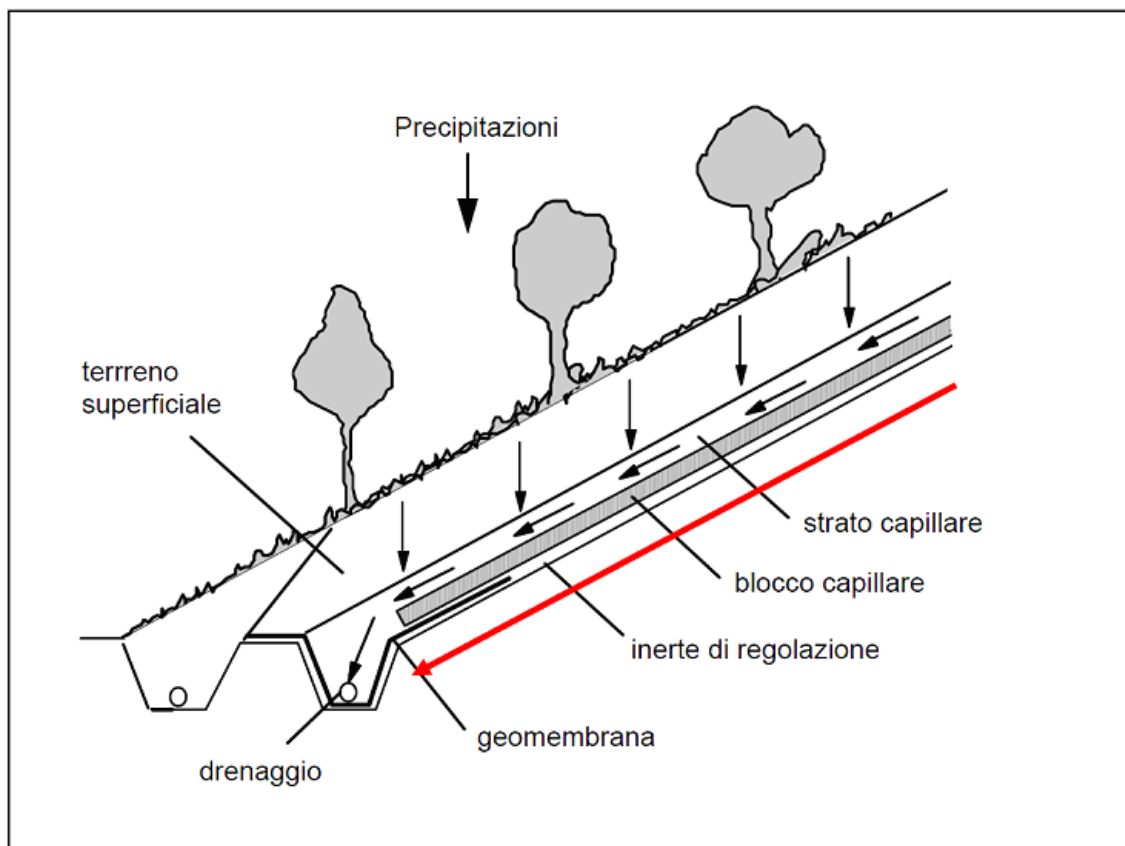


Fig.12 Schema del drenaggio superficiale e di quello che attraversa il capping

6.4 Diaframma drenante, barriera idraulica e raccolta del percolato

Il diaframma drenante sarà realizzato a valle del sito, mediante una sequenza di perforazioni eseguite con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità di 9,0 m, riempimento con ghiaia e ghiaietto 2-7 cm arrotondato di natura calcarea, sigillatura superficiale in argilla compattata per un'altezza di 1,0 m, pendenza minima del fondo scavo del 2% tra l'inizio e la fine.

Nella parte terminale del diaframma sarà realizzato un pozzo di raccolta delle acque contaminate, mediante tubazione fessurata in Polipropilene (PP) atossico, tipo *Eco-pozzo (Riccini)* rispondente al D.M. 174/04, con innesto a bicchiere e codolo liscio uniti tramite viti o rivetti metallici in fase di installazione ed avente:

- diametro esterno pari a 400 mm e spessore nominale di parete di 10 mm;
- formulazione chimica del materiale costituente esente da Piombo, Cromo ed altri metalli pesanti, Alogeni e Ftalati;
- classe di rigidità, determinata in conformità alla UNI EN ISO 9969, > di SN4 KN/m²;

- resistenza all'urto a 20 °C, determinata in conformità alla UNI 7448-75;
- tensioni interne / variazioni dimensionali < 5% a 150 °C, determinate in conformità alla UNI EN 743;
- campo di applicazione nella captazione di acque di falda fino alla temperatura di 80 °C;
- slot pari a 0,5 mm a finestratura multipla.

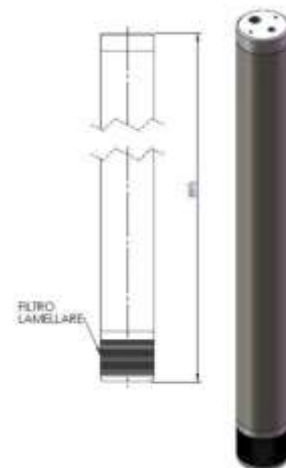
La tubazione sarà rinfiata con ghiaietto calibrato di origine calcarea del diametro massimo di 1 cm e per uno spessore medio di 25 cm, con pozzetto di testa in cls prefabbricato e coperchio in ghisa posto in superficie per l'ispezione ed il controllo.

La barriera idraulica sarà realizzata a monte del sito, ortogonalmente alle linee di flusso della falda. Avrà le stesse caratteristiche costruttive del diaframma drenante posta a valle, ma profondità di 6,0 m.

Essa avrà la funzione di evitare qualsiasi eventuale infiltrazione di acqua di falda non inquinata episuperficiale nel corpo di discarica.

Lo scarico finale di tale sistema di drenaggio è posto nel corpo recettore *Vallone Grande* in cui si prevede la realizzazione di un pozzetto di ispezione per la fase di monitoraggio (punto di prelievo P₃).

Per l'estrazione del percolato, convogliato verso la vasca prefabbricata posta a valle, mediante tubazione in PEAD DN 63, verrà utilizzata una pompa pneumatica tipo *Sami mod. S400Jet*. La pompa sarà di tipo immersa e statica, con funzionamento ad aria compressa, caricamento dal basso, portata max di 60 l/m, pressione aria alimentazione da 1 ad 8 bar, con attacco di mandata G1/2"F, attacco di alimentazione aria G3/8"F, con centralina di controllo della pompa da installare vicino alla testa del pozzo in cassetta IP55, con manometro e riduttore. Sarà, altresì, dotata del filtro regolatore di pressione completo di manometro, della staffa di fissaggio, degli attacchi G1/4" e della sonda batimetrica a funzionamento pneumatico per il rilevamento dei liquidi in centralina esterna.



Tali acque verranno convogliate in una vasca interrata impermeabile di stoccaggio provvisorio, prima del prelievo definitivo.

La vasca, che sostituirà l'attuale vasca di raccolta del percolato in c.a., da demolire, sarà del tipo prefabbricata in monoblocco c.a.v. "standard" da 61 mc (dimensioni esterne di 2,46 x 11,70 x h:2,50+0,20 m, con pareti sp.10/12 cm e fondo sp.15/16 cm circa, travi e pilastri di rinforzo da cm 15x15 in c.a.v., realizzata con materiali CE, calcestruzzo C45/55 ed armata con ferri B450 C), con trattamento impermeabilizzante delle pa-

reti interne eseguito con vernice epossidica modificata con resine idrocarburiche per la protezione acida delle superfici in calcestruzzo.

La vasca sarà ubicata all'interno della barriera geologica prevista a valle della discarica. In tal modo le eventuali perdite della vasca del percolato saranno intercettate dalla barriera drenante. La realizzazione della nuova vasca di raccolta del percolato prevede, in particolare, il rifacimento ex novo dell'intera linea di collettamento tra il punto di scarico del percolato esistente nel corpo rifiuti e la nuova va-



sca stessa, con tubazione in polietilene ad alta densità DN 63. Si precisa, altresì, che l'azione combinata della riattivazione del collettore del percolato esistente e l'estrazione dello stesso dai relativi tre pozzi di drenaggio previsti garantisce il completo prosciugamento del volume di percolato esistente all'interno del corpo rifiuti.

Essendo, il percolato, un prodotto altamente inquinante, verrà prelevato periodicamente ed avviato alla depurazione in appositi impianti.

Nelle immediate vicinanze della vasca di raccolta del percolato sarà predisposta apposita area di manovra per meglio consentire le operazioni di prelievo, pavimentata con cemento industriale e dotata di pozzetto di raccolta del percolato da gocciolamento (pozzetto in c.a. gettato in opera delle dimensioni di 1,50 x 1,50 x h:1,60 m, con chiusura in ghisa).

L'estrazione del percolato dal corpo rifiuti avverrà attraverso n°03 pozzi, mediante tubazione fessurata in polietilene ad alta densità (PEAD), di diametro esterno pari a 250 mm, con tubazione di rinforzo in acciaio inossidabile spess. 8 mm, per una lunghezza complessiva di 10,0 m, avente superficie liscia interna, colore nero, rispondente alla norma UNI-EN 12201-2, con tre fessure drenanti realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo, occupando parte della circonferenza, alternandole tra loro in modo da ridurre la conseguente perdita di resistenza allo schiacciamento. La larghezza delle fessure sarà pari a 4-8 mm e l'interspazio verrà stabilito in modo che la superficie fessurata sia compresa tra il 3-7% di quella del tubo. La giunzione avverrà per mezzo di appositi manicotti. La parte terminale del pozzo, al di sopra del corpo rifiuti, per circa 2-2,5 m di altezza (spessore capping) sarà riempito con miscela acqua-bentonite-cemento tipo *SOLIDUR 274 Speciale*. Il tubo uscirà per circa 50 cm dal piano finale del capping e sarà munito di flangia cieca in acciaio costituendo la testa del pozzo. Opportuni passa-

pareti consentiranno il collegamento delle tubazioni dell'aria compressa e del percolato della pompa pneumatica posta all'interno del pozzo.

Il sistema di estrazione del percolato sarà gestito dall'installazione, a valle del corpo rifiuti e coperto da una tettoia in legno, di un compressore a vite, completo di serbatoio di 500 litri ed essiccatore, tipo Ceccato CSB 30/22, con inverter integrato nella macchina stessa, viti a profilo asimmetrico ad alta efficienza, alto rendimento e basso livello di rumore, alimentato da motore elettrico, IP 55, ad alto rendimento, classe F raffreddato ad aria, con ventilazione esterna, 30 hp, 22 kw ed 8 bar.

Esso sarà dotato di:

- separatore aria-olio a triplice azione per garantire un'aria compressa alla mandata con un più basso contenuto di olio residuo;
- raffreddatori aria-aria ed aria-olio, compatti, ad alta efficienza;
- pannello di controllo ES 3000, idonei L.E.D. per evidenziare lo stato del compressore e la necessità di Service;
- due display a cristalli liquidi per visualizzare le condizioni di funzionamento senza l'uso di codici di comodo;
- un convertitore di frequenza, per la variazione della velocità del compressore e per la partenza in rampa del motore, con filtri RFI inclusi di serie, integrato nella struttura della macchina;
- carenatura insonorizzante in lamiera di acciaio verniciata con ampi pannelli asportabili per un facile accesso a tutti i componenti interni;
- robusto basamento in lamiera di acciaio con predisposizione ad una facile movimentazione.



Il compressore avrà dimensioni di ingombro pari a 1940x805xh:1841 mm.



Fig.13 La tettoia a copertura del compressore



Fig.14 Pozzetto di ispezione della rete di raccolta del percolato

Una tubazione idrica immetterà l'acqua nei pozzi di estrazione del percolato garantendo la miscelazione dello stesso.

6.5 Diaframma impermeabile

A valle del diaframma drenante sarà realizzato un diaframma impermeabile mediante perforazione con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità 12,0 m, fino al raggiungimento del sottostante substrato impermeabile, con immorsamento di almeno 1,0 m. Il foro verrà riempito con una miscela pronta per l'impiego, tipo *Solidur 274 Speciale*, composta da leganti minerali cementizi, componenti argillosi e bentonitici oltre ad aggiunte speciali, e posa in opera di telo impermeabile HDPE di spessore pari a 2 mm. La profondità di attestazione della barriera idrogeologica sarà di 9,00-12,00 m, come riportato nella sezione C-C dell'elaborato **PO.TA.02** del *Progetto Operativo* approvato (Integrazioni CdS e ARPAC).

Si puntualizza che la permeabilità dei terreni costituiti da argille giallastre e argille azzurre scagliese, stimata nell'ordine di $2,7 \times 10^{-9}$ m/sec a partire dalla profondità dei 6,00 - 6,50 m in poi, assicura una bassa velocità di spostamento verticale dei fluidi di circa 0,0851 m/anno. Tuttavia la falda indicata e rilevata nei sondaggi geognostici è relativa al solo livello calcarenitico di 1,00 -2,50 m di spessore e che sarà preventivamente drenata.

La realizzazione di n°03 pozzi drenanti del percolato, che consentiranno di prosciugare il volume di percolato esistente, ridurrà al minimo la possibilità di percolazione e di fuoriuscita dello stesso verso le aree esterne al corpo rifiuti.

6.6 Opere di consolidamento

Verranno realizzate, al piede dell'ammasso di RSU, per il contenimento del *capping*, gabbioni in rete di acciaio e pietrame di varia pezzatura, di altezza pari a 2,0 m.

Le opere realizzate con gabbioni, oltre alla facilità di assemblaggio e posa in opera, vantano anche altre proprietà:

- la struttura gabbione è per sua natura **drenante** grazie al riempimento in pietra-me, consentendo lo smaltimento delle acque di falda o di infiltrazione che sono uno dei fattori di instabilità del terreno;
- la struttura gabbione è **flessibile**, ovvero capace di adeguarsi a cedimenti uniformi differenziali del terreno senza perdere la propria funzionalità;
- la struttura gabbione è **armata** ovvero capace di resistere a sollecitazioni di flessione, compressione e taglio grazie alla diffusa armatura in acciaio che costituisce il sistema.

La capacità drenante delle opere in gabbioni consente anche nel tempo di continuare a

migliorare la stabilità delle opere di sostegno/consolidamento, che diventano un insieme unico che ha trovato un nuovo migliore equilibrio.

Questa capacità di integrazione si estrinseca anche attraverso un naturale sviluppo della vegetazione, che rende di fatto possibile un naturale e graduale recupero di naturalità dell'intervento.

I diversi elementi scatolari sono collegati tra di loro in modo da realizzare una **struttura continua e monolitica**: le operazioni di legatura sono effettuate con filo di acciaio delle stesse caratteristiche di quello utilizzato per le rete a doppia torsione oppure con punti metallici meccanizzati ad alta resistenza.

L'**efficienza e la durata nel tempo** richiedono anche l'uso di pietrame di alto peso specifico, non friabile nè gelivo e di pezzatura superiore a quella della dimensione delle maglie della rete stessa.

La modularità degli elementi scatolari consente anche la possibilità di una modifica nel tempo delle opere (per esempio il loro sovralzso) sempre previa una verifica di stabilità della nuova sezione. **La modularità della opere in gabbioni** consente una molteplice **versatilità** per la realizzazione di opere di difesa e contenimento del suolo, permettendo quindi di combinarsi anche alle altre strutture che costituiscono l'intero corpo della realizzazione viaria o infrastrutturale.



Figg.15-16 Gabbionate di contenimento

6.7 Il capping

La copertura di una discarica deve assolvere a vari compiti:

- isolare i rifiuti dall'ambiente esterno;
- minimizzare le infiltrazioni d'acqua;
- ridurre al minimo la necessità di manutenzione;
- minimizzare i fenomeni di erosione;
- garantire la resistenza agli assestamenti ed ai fenomeni di subsidenza localizzata.

L'insieme di tali obiettivi è raggiungibile realizzando una copertura multistrato: il *capping*, così come definitivo dal D.Lgs. 13 gennaio 2003 n°36.

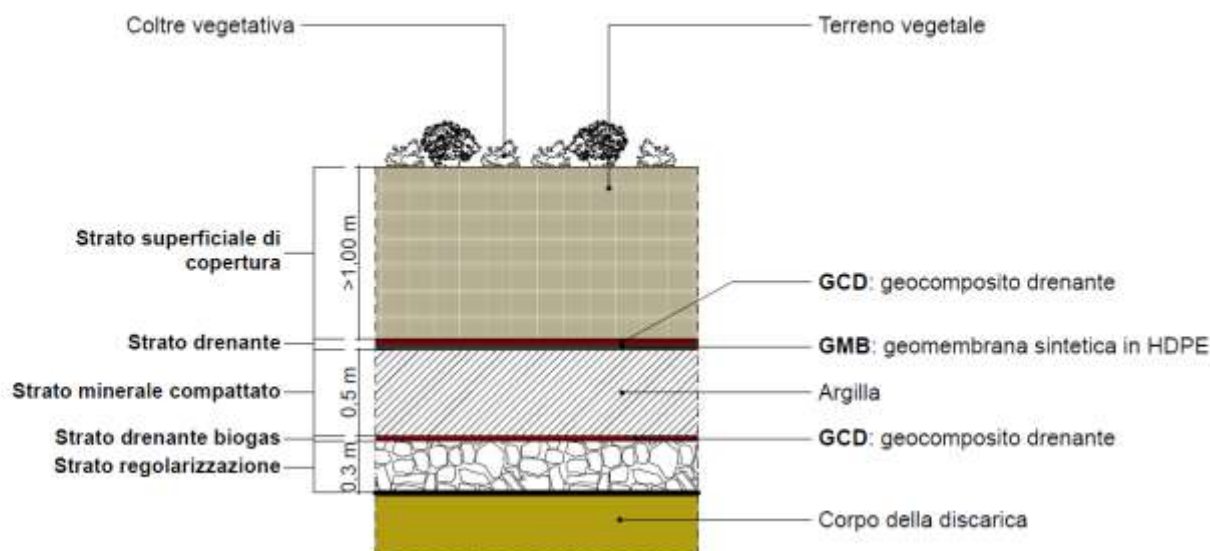


Fig.17 Sezione trasversale del *capping*

La copertura finale (*capping*), posta al di sopra del corpo rifiuti come risagomato in modo da evitare forze tangenziali di trazione e costituire una serie di terrazzamenti, sarà realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, dai seguenti strati:

1. strato superficiale di copertura con spessore ≥ 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 e protegga le barriere sottostanti dalle escursioni termiche. Su tale strato di terreno vegetale si procederà all'inerbimento tramite semina a spaglio di specie vegetali basse e piantumazione di specie arbustive autoctone.
2. strato drenante protetto da eventuali intasamenti con spessore $\geq 0,5$ m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere di cui ai successivi punti. Tale strato sarà costituito da un geocomposito drenante (GCD), come definito al successivo punto 5.
3. rivestimento impermeabile superficiale costituito da una geomembrana sintetica in HDPE (GMB).

Le geomembrane ad alta densità sono ottenute mediante processi di polimerizzazione a bassa densità e sono convenzionalmente definiti da una densità compresa tra i 0.94 ed i 0.965 gr/cm³. L'aggiunta di carbon black al polimero base durante il processo produttivo garantisce un'elevata resistenza all'aggressione dei raggi UV per molti anni. Le superfici di posa dei materiali saranno tali da escludere ogni tipo di danneggiamento della geomembrana; devono pertanto risultare lisce, prive di asperità, rocce, massi, radici nonché libere da ogni oggetto che potrebbe danneggiare la membrana stessa. Il

piano di posa deve essere realizzato in modo da garantire la necessaria compattazione (90-95% Proctor) sia del fondo che delle scarpate con una tolleranza superficiale di +/- 25 mm. I teli verranno sovrapposti di quel tanto che basta per poterli saldare tra di loro. Le saldature verranno effettuate in conformità alle norme UNI 28004690 del Luglio 1994 ed alle norme UNI 10567.



Figg.16-17 La posa in opera della geomembrana HDPE e dello strato di argilla

4. strato minerale compattato dello spessore $\geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica di ≥ 10.8 m/s o di caratteristiche equivalenti;

5. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti.

Tale strato sarà costituito da un geocomposito drenante (GCD), che consentirà di ridurre i volumi di scavo, movimentare e posare un materiale più leggero ed economico, con conseguente diminuzione dei rischi in cantiere connessi alla posa in opera. Il geocomposito avrà un nucleo ad alto indice di vuoti, formato da una geostuoia tridimensionale realizzata in monofilamenti intrecciati di poliammide e due strati filtranti costituiti da due tessuti non tessuti termosaldati realizzati da monofilamenti di poliestere rivestiti in poliammide. I tre elementi sono termosaldati nei punti di contatto in modo da ottenere una struttura solidale.



Figg.18-19 Posa in opera del geocomposito e particolare degli elementi costitutivi

6. strato di regolarizzazione con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti, per un'altezza media di 30 cm.

La realizzazione del capping consisterà essenzialmente nell'ancoraggio dei geosintetici al cordolo perimetrale in calcestruzzo ed al terreno mediante sovrapposizioni e saldature. Al fine di assicurare il completo isolamento del corpo rifiuti, è stata prevista, la sovrapposizione del telo di sottofondo esistente con la membrana di copertura del capping, in modo da garantire l'isolamento della massa del corpo rifiuti nelle zone perimetrali.

6.8 Impianto antincendio

L'impianto antincendio prevede l'installazione di tre estintori a polvere alloggiati nelle rispettive cassette.

6.9 Delimitazione dell'area oggetto d'intervento

Il progetto di bonifica e ripristino ambientale prevede la realizzazione di una delimitazione dell'area onde evitare possibili lavorazioni agricole che danneggerebbero in modo irreparabile la copertura multistrato realizzata per l'isolamento dei rifiuti stoccati.

Detta delimitazione, sarà eseguita mediante una recinzione in rete metallica plastificata di colore verde, dell'altezza di 2,00 m, a maglia sciolta romboidale plastificata, zincatura tripla, maglia 50x50 mm, diametro filo 2,7 mm esterno, 1,8 mm interno, fissata ai fili guida di acciaio plastificato superiore, a mezza altezza ed inferiore, di diametro di mm 3, completa di paletti di sostegno a T e saette in ferro plastificati, di colore verde, alloggiati a loro volta nelle opere murarie in fori preventivamente predisposti ad interasse di ml 2,00 e posa in opera di cartellonistica verticale, come da indicazioni della D.LL.

L'accesso all'area sarà garantito dalla realizzazione di un nuovo ingresso, con delimitazione costituita da un muretto in c.a. di lunghezza pari ad 8,0 m ed altezza di 50 cm, con sovrastante grigliato elettroforgiato tipo *Orsogrill* dell'altezza di 1,50 m e cancello scorrevole di dimensioni pari a 6,00xh. 2,00m, a valle, nei pressi dell'isola ecologica esistente, e dal ripristino del cancello scorrevole posto lungo la strada comunale Scheda di Celio.

6.10 Ripristino ambientale

La superficie del corpo discarica dopo essere stata oggetto di realizzazione della copertura multistrato, sarà oggetto di inerbimento tramite semina a spaglio di specie vegetali basse e piantumazione di specie arbustive autoctone.

Tali specie vengono classificati come "*materiali vegetali vivi*" ed utilizzati notevolmente nelle tecniche di Ingegneria Naturalistica.

Queste specie risultano estremamente efficaci in quanto permettono il raggiungimento di un duplice effetto funzionale: l'aumento della resistenza meccanica del terreno, attraverso il loro apparato radicale, e un gradevole effetto estetico ecologico. Infatti, il lo-

ro apparato radicale, di tipo superficiale, ostacola con molto efficacia il fenomeno del ruscellamento delle acque meteoriche e, di conseguenza, dell'erosione stessa.

Il progetto prevede, altresì, la sistemazione del tratto di strada comunale Scheda di Celio, per una lunghezza di circa 200 m, mediante la fresatura della pavimentazione stradale esistente per un o spessore di 3 cm, e la successiva posa in opera del conglomerato bituminoso di finitura per uno spessore di 5 cm.

7. Monitoraggio della stabilità del pendio e controllo biologico delle acque

Sarà realizzata una rete di monitoraggio costituita da n°1 tubo inclinometrico per il controllo della stabilità del pendio dell'ex discarica, per rilevarne costantemente eventuali variazioni.

Inoltre, verrà collocata una rete di piezometri per controllare il livello della falda.

Le acque saranno poi controllate periodicamente dal punto di vista biologico, sia il percolato, sia le acque di falda per seguire l'evolversi del fenomeno fino al totale annullamento dell'inquinamento.

Ai fini della stabilità nella gestione post-bonifica discarica saranno effettuati rilievi topografici per la determinazione delle eventuali variazioni geometriche della superficie del sito rispetto al caposaldo individuato negli elaborati grafici allegati.

8. Rapporti finali

Al termine dei lavori l'impresa appaltatrice comunicherà al Direttore dei Lavori, all'Amministrazione Comunale e agli Enti competenti le risultanze dell'attività di monitoraggio condotte in corso d'opera ed a fine intervento, elaborando un dettagliato rapporto tecnico.

Esso dovrà contenere le seguenti informazioni:

- sintesi dei dati storici relativi ai punti di controllo ed ai parametri d'interesse, attraverso elaborati grafici;
- discussione dei risultati dei rilievi e della loro elaborazione;
- segnalazione delle eventuali anomalie rispetto ai valori di riferimento;
- eventuali azioni correttive o misure integrative;
- copia della documentazione relativa alle attività svolte, comprendente misure e rilievi in campo, certificati analitici, rapporti per le catene di custodia, ecc..

9. Conclusioni

La redazione del presente *Progetto Esecutivo* è finalizzata, sulla base del *Progetto Operativo* approvato con Decreto Dirigenziale n°321 del 11/12/2013 (BU.R.C. n°73 del 23 Dicembre 2013), a definire la bonifica e la messa in sicurezza permanente della ex discarica rispetto a quelle che sono:

- le zone e i volumi interessati dalla contaminazione;
- la tipologia degli inquinanti presenti;
- i bersagli della contaminazione;

oltre a definire un *Piano di monitoraggio* ed un *Piano di manutenzione* che possano garantire il controllo e la gestione del sito rispetto alla sua bonifica e messa in sicurezza permanente oltre le misure di riparazione e di ripristino ambientale al fine di minimizzare e ricondurre ad accettabilità il rischio derivante dallo stato di contaminazione presente nel sito stesso.