

PROGETTO DEFINITIVO



COMUNE DI CAMPOLI MONTE TABURNO
PROVINCIA DI BENEVENTO

COMMITTENTE

**AMM.ne
COMUNALE
Campoli
Monte Taburno**

**Piazza La
Marmora, 14**

PROGETTO OPERATIVO DI BONIFICA:

**MESSA IN SICUREZZA
DISCARICA COMUNALE
SITA IN LOCALITÀ "SANTA MARIA"**

IL PROGETTISTA

Ing. Giuseppe Caporaso

COLLABORAZIONE PARTE GEOLOGICA

Dott. Geol. Barbato Francesco

Dott. Geol. Pipicelli Daniele

LEGGE n.:

D.Lgs. 13 Gennaio 2003, n° 36

D.Lgs. 3 Aprile 2006, n° 152

II R.U.P.

Geom. D'Onofrio Angelo

TAVOLA

R01

**Relazione tecnica generale
(integrazione)**

Data:

Marzo 2015

Revisione:

01

File:

R01

1. Premessa

Con Decreto Dirigenziale n. 114 del 05/10/2009 del A.G.C. 05 - Dirigente del Settore 05 "Ecologia Tutela Ambiente Disinquinamento Protezione Civile" della Regione Campania , è stato approvato e il Piano della Caratterizzazione e l'Analisi di Rischio sanitario sito specifico della discarica comunale di RSU sita in località "Santa Maria" nel comune di Campoli del Monte Taburno codice CSPI2014C001.

Le risultanze delle indagini di caratterizzazione hanno evidenziato la necessità di procedere alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza permanente e bonifica del sito di cui al presente progetto.

La redazione del presente *Progetto operativo* è finalizzata, sulla base delle risultanze del *Piano di Caratterizzazione* e del relativo documento di *Analisi del Rischio*, a definire la bonifica e la messa in sicurezza della discarica rispetto a quelle che sono:

- le zone ed i volumi potenzialmente interessate dalla contaminazione;
- la tipologia degli inquinanti eventualmente 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.

2. Ubicazione e descrizione del sito

L'area in esame è ubicata in località *Santa Maria nel Comune di Campoli del Monte Taburno* ed è censita catastalmente al foglio n.4 particelle n. 202, 203, 204 e 428.

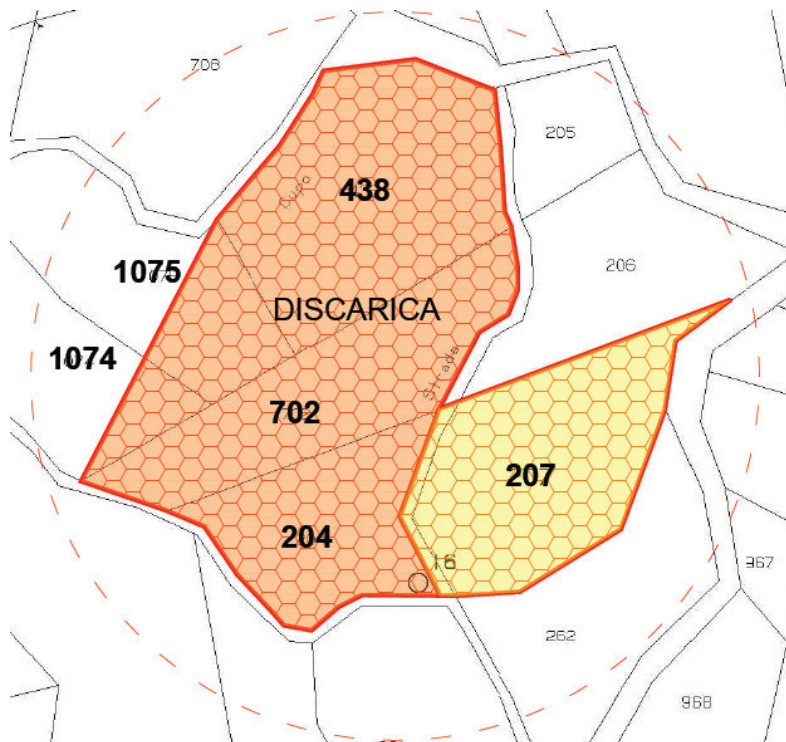


Fig.1 Stralcio planimetria catastale: sito discarica n.4 particelle n. 202, 203, 204 e 428.

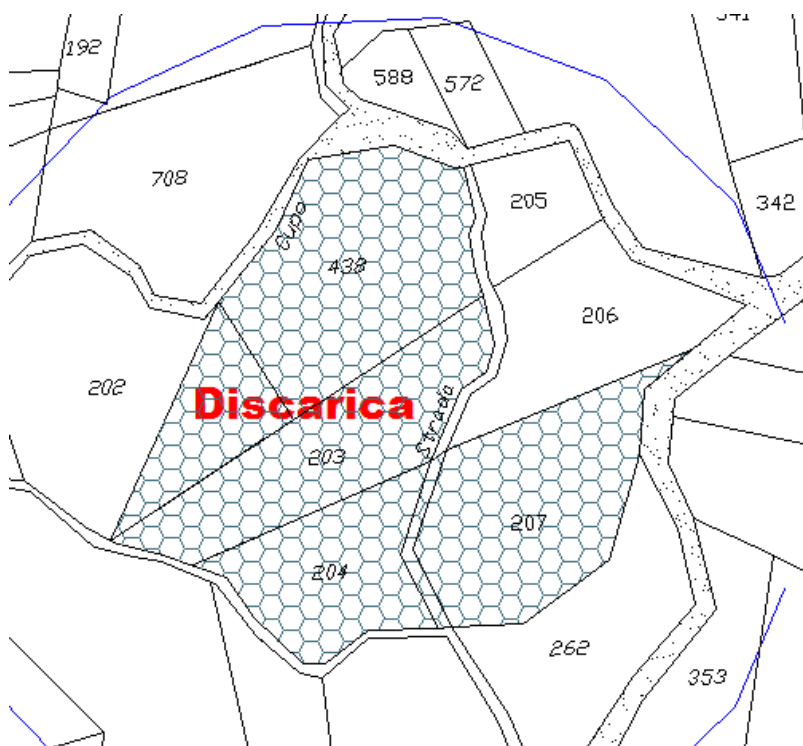


Fig.2 Stralcio planimetria P.R.G.: area d'intervento_Zona “Discarica”

Il sito ricade, secondo il P.R.G. vigente, in zona “Discarica” e risulta identificato, nell’ambito del Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Campania, con il codice n°2014C001.

Si tratta di un’area dell’estensione complessiva di circa 7000 mq, di proprietà comunale, ricoperta da sterpaglia spontanea, caratterizzata morfologicamente da una media pendenza, dotata di naturale stabilità ed in vicinanza del vallone *Pisciariello*. Distando circa 2 km dal centro abitato.



Fig.3 Foto aerea dell'area d'intervento

3. Formazione della discarica

La discarica è stata utilizzata dal Comune di Campoli del Monte Taburno dal 1994 al 1996: in essa sono stati sversati i Rifiuti Solidi Urbani (RSU) prodotti dalle attività antropiche presenti sul territorio comunale.

L’area di insediamento della discarica risulta, allo stato attuale, provvista di recinzione allo stato precario, nonché sprovvista della rete di captazione del biogas e lo strato impermeabile artificiale messo durante la fase di realizzazione della discarica sicuramente risulta lacerato o inadatto in quanto in fase di caratterizzazione della discarica sono stati trovati inquinanti al di fuori del corpo discarica.

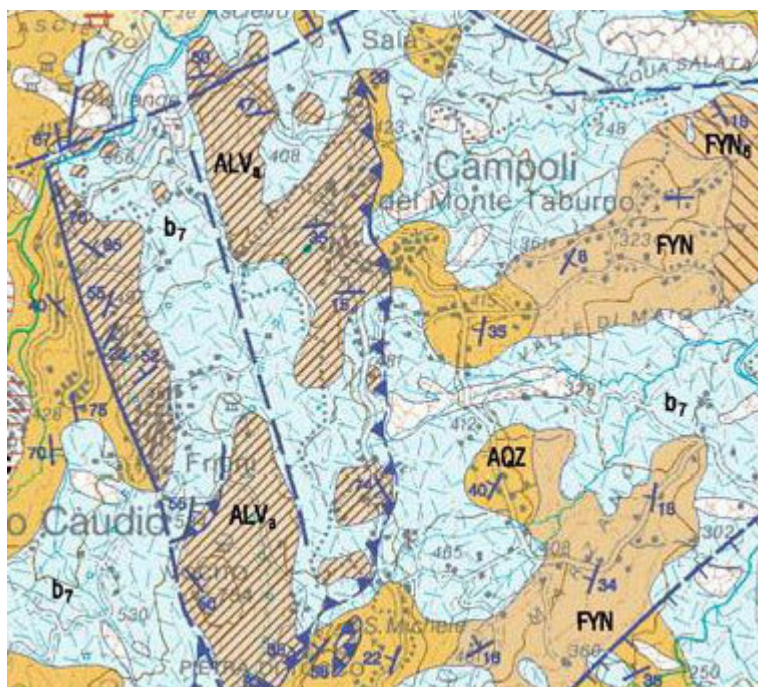
Il sito si presenta saturo e ricoperto da terre non vegetali con parziale inerbimento naturale della superficie sommitale; I terreni circostanti, altresì, sono in parte coltivati a vigneti e frutteti e in parte ad orticole.

La discarica risulta oramai chiusa al conferimento rifiuti da oltre 15 anni ed è sprovvista di punti di stoccaggio, fognature, aree di carico/scarico degli accumuli di rifiuti.

4. Inquadramento territoriale del sito

4.1 Assetto geologico

Il rilevamento delle litologie affioranti e le indagini stratigrafiche ottenute per mezzo di sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti rispettivamente n. 1 a monte (S2 di 15,00mt), n. 2 tra monte e valle (S3 di 10mt. ed S4 di 15 mt.) e n. 3 a valle (S1 di 12,00mt. S5 di 17,00mt ed S6 di 15mt.) del corpo di discarica, hanno permesso di determinare il possibile substrato portante. Infatti, pur ricostruendo le reali geometrie dei litotipi immediatamente sottoposti alla discarica, non è stato accertato, come successivamente riportato, il suo reale sviluppo in profondità. In tale ambito si ribadisce che la discarica è ubicata, con sviluppo longitudinale, nella zona di medio e basso versante avente pendenze comprese tra il 25-50%. L'ossatura di tale versante e quindi, il substrato della discarica, risulta costituito depositi di flysch Miocenici ascrivibili alle "Formazioni di Caiazzo". Come si evince dal sondaggio eseguito a monte S2, gli strati calcarenitici risultano per i primi metri fortemente fratturati. Essi sono intercalazioni calcareo e calcareo marnose ascrivibili presumibilmente a massi isolati. A valle i sondaggi hanno evidenziato fino alla profondità di 5,00-6,00 metri dal p.c. una sequenza formata da depositi sabbiosi di colore variabile dal giallo paglierino all'avana passanti verso il basso a litotipi in prevalenza costituiti da sabbia grigiastra con intercalazioni lentiformi e passaggi eteropici latero-verticali di limi e limi-sabbiosi. Dato il considerevole spessore di tali depositi e considerate le problematiche legate all'assetto idrologico sotterraneo, è da ritenersi che nelle fasi evolutive del corpo di discarica, non sia stata effettuata una loro radicale e completa rimozione.



Stralcio Foglio Geologico 431 (Caserta Est) della nuova cartografia Geologica 1:50.000_progetto CARG.

4.3 Assetto geomorfologico

La morfologia del territorio che oggi si osserva è tipica delle zone collinari con versanti poco acclivi e spesso culminanti con superfici spianate più o meno ampie, derivanti dai naturali processi morfogenetici che in passato hanno generato tali forme, successivamente smembrate sia dalle fasi tettoniche che dall'azione erosiva del reticolo idrografico. L'attuale morfologia, infatti, è strettamente legata agli agenti miocenici traslativi, alla successiva fase plio-quaternaria essenzialmente distensiva, agli impulsi climatici quaternari ed alle caratteristiche litologiche dei terreni affioranti. La disomogeneità morfologica può riferirsi ad una erosione di tipo selettivo che ha variamente modellato il paesaggio a seconda della diversa costituzione litologica dei terreni affioranti.

Dal punto di vista geomorfologico il territorio comunale di Campoli del Monte Taburno si presenta in gran parte collinare con evidenti fenomeni morfologici.

In particolare l'area in esame è confinata a Nord e Nord Ovest dal vallone *Pisciariello* mentre ad Est ed a Sud da una strada interpoderale .

4.3.1 Aspetti morfografici e morfometrici

L'analisi aerofotogrammetria delle pendenze dei versanti, unitamente all'osservazione aerofotografica del territorio in esame, ha consentito di individuare settori con classi di pendenza nettamente distinte tra loro. Abbiamo, infatti:

Aree a debole acclività con pendenze inferiori al 15% e aree sub-pianeggianti di cresta, o con pendenze minime, che caratterizza una piccola parte del territorio esaminato.

Aree a media acclività con pendenze dell'ordine del 20%, con picchi del 35%, in corrispondenza dei versanti sabbioso arenacei con intercalazioni argillose, reinciati delle acque correnti superficiali.

La zona interessata dallo sversamento di rifiuti ricade, in gran parte, nelle aree a media acclività con pendenze dell'ordine del 20%. Relativamente a questa fascia sono state osservate numerose fratture beanti nel terreno di copertura dovute all'erosione delle acque superficiali liberamente defluenti sui versanti.

Le quote dell'area dell'ex discarica oscillano tra i 245 e i 248 mt. s.l.m.

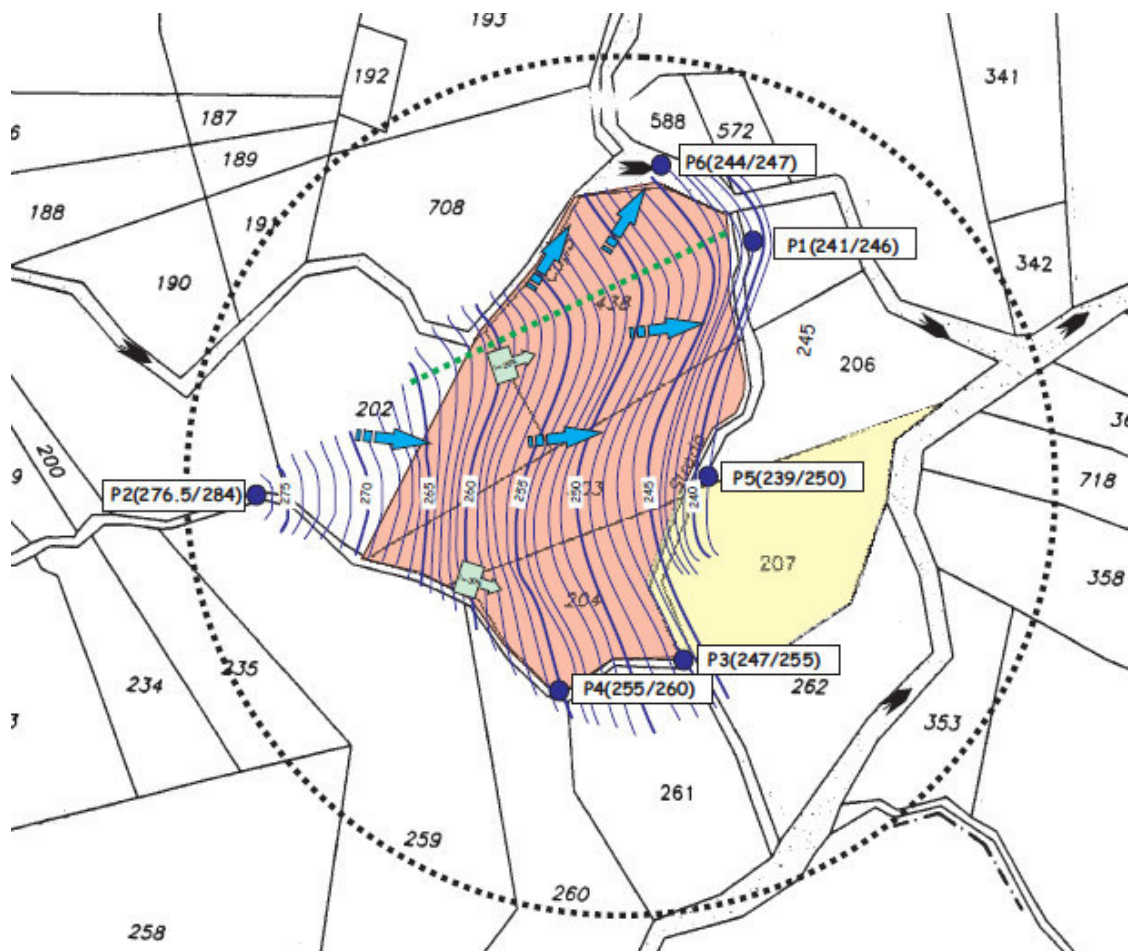
5. Assetto idrogeologico

Il regime pluviometrico evidenzia massimi idrometrici concentrati soprattutto nel periodo compreso tra Ottobre e Marzo. Il ruscellamento superficiale svolge un'intensa azione di erosione soprattutto sui sedimenti arenacei ed argillosi, i quali a loro volta danno origine ad un reticolo idrografico incerto e/o irregolare.

Nell'area di studio durante l'esecuzione dei sondaggi meccanici, sono state individuate diverse falde acquifere posizionate ad una profondità compresa tra 4 e 10mt. dal punto di perforazione, tuttavia esse tendono a subire delle notevoli variazioni stagionali, con innalzamenti durante il periodo autunnale.

Dall'analisi dei pozzi presenti nell'area studiata e dai dati dei piezometri installati, risulta che i terreni caratterizzanti l'area in esame sono interessati da una percolazione acquifera legata alla porosità del complesso arenaceo-siltoso con una permeabilità primaria media e, localmente, per la presenza di termini argilloso-limosi o argilloso-sabbiosi, medio-bassa.

Le acque meteoriche dilavanti svolgono sui sedimenti affioranti, una azione di alterazione ed erosione piuttosto accentuata, soprattutto in corrispondenza dei terreni flysciodi



Carta delle isofreatiche

6. Carta degli scenari di rischio

Relativamente agli aspetti di Pianificazione, l'area di discarica è compresa nei territori di competenza dell'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano e Volturno. In riferimento alla cartografia degli scenari di rischio del *Progetto di Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico*, si può affermare che l'area di discarica oggetto di studio non evidenzia particolari condizioni di dissesto (cfr. Fig. 6), configurandosi di fatti, solo a confine di una parte interessata dalla discarica e non direttamente sul corpo di discarica stessa, l'esistenza di un'area a rischio C1 (ovvero area di possibile ampliamento di *fenomeni franosi*).

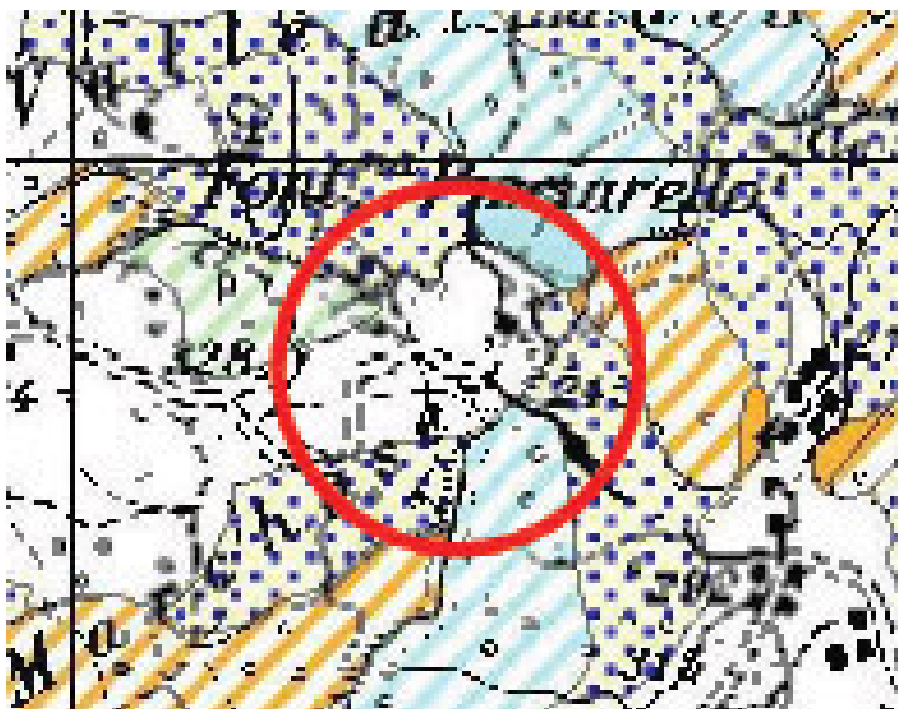


Fig.6 Inquadramento dell'area della discarica

7. 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:

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.

7.1 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 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.

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 7000 mq., la normativa prevede:

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

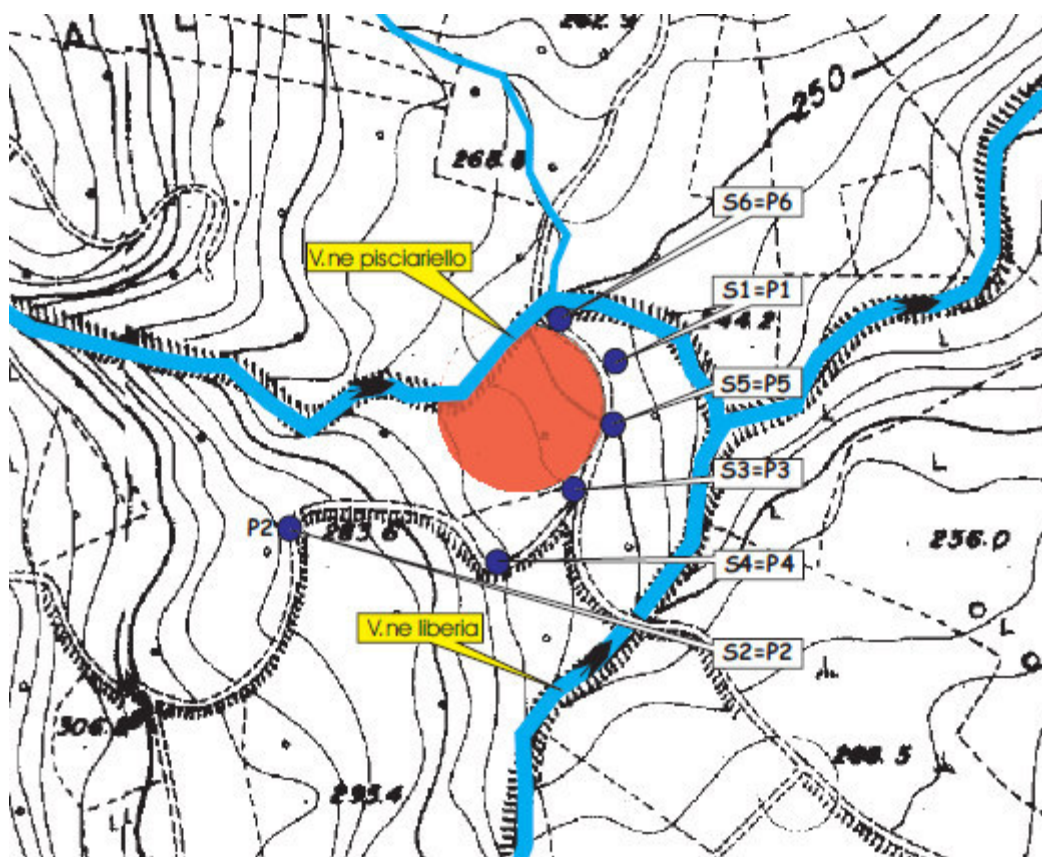


Fig.7 Aereofotogrammetria: piezometri e sondaggi

I sondaggi previsti sono stati collocati in aree del sito cercando comunque di individuare i punti in funzione dell'andamento della falda².

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.

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 più probabili fonti di contaminazione, la localizzazione dei punti possa essere effettuata sulla base di un criterio di tipo casuale o statistico".

Nei diversi periodi di intervento su elencati, sono stati eseguiti n.9 sondaggi geognostici a profondità comprese tra 6 – 17 metri dal p.c. tutti successivamente condizionati a piezometro. Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei sondaggi realizzati:

SONDAGGI	PROFONDITA' da p.c.	PIEZOMETRO	Livello piezometrico m da p.c.
S1	12 m	P1	4.55
S2	15 m	P2	4.75
S3	15 m	P3	Assente
S4	15 m	P4	4.55
S5	17 m	P5	Assente
S6	15 m	P6	2.95
S7	6 m	P7	4.55
S8	10 m	P8	4.55
S9	10 m	P9	4.55

7.2 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”, a cui è seguito il Decreto n. 114 del 05/10/2009 di approvazione del *Piano di Caratterizzazione* e del relativo documento di *Analisi del Rischio*.

L'analisi dell'Hazard ha prodotto i seguenti risultati:

Matrice suolo: discarica RSU

Falda idrica e acque superficiali

Inquinamento della matrice sottosuolo

Dai risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sui campioni di terreno prelevati nei sondaggi S8 e S9 si denota la persistenza dell'analita anilina con concentrazioni superiori alle CSC, in fase adsorbita. Solo nel sondaggio S8 alla profondità di 7 m dal p.c. è stata riscontrata anche la presenza di PCB con valori lievemente al sopra dei limiti normativi.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei campioni prelevati alle diverse profondità con le relative concentrazioni degli analiti risultati superiori alle CSC.

Concentrazioni rilevate nei terreni superiori alla CSC

SONDAGGI	PROFONDITA' prelievo campione (m da p.c.)	Analita	Concentrazione rilevata	CSC (mg/kg) Tabella 1 colonna A D.lgs 152/2006
S8	0.5-1.5	Anilina	0.13	0.05
S8	3.5-4.5	Anilina	0.11	0.05
S8	6.5-7.5	Anilina	0.07	0.05
S8	7.0	PCB	0.08	0.06
S9	2.0-3.0	Anilina	0.09	0.05
S9	6.5-7.5	Anilina	0.06	0.05

Dall'analisi dell'ubicazione dei punti in cui sono stati riscontrati valori degli analiti ricercati superiori ai limiti normativi, si evince che l'area interessata da contaminazione è posta a Nord Est della discarica.

Inquinamento della matrice acqua sotterranea

I risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite sui campioni di acqua di falda prelevati nei piezometri denominati S1/P1, S8/P8 e S9/P9 hanno evidenziato la presenza dei seguenti analiti con concentrazioni superiori ai limiti normativi:

Nichel
Manganese
Ferro
Piombo
Alluminio
Berillio
Cobalto

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei campioni prelevati alle diverse profondità con le relative concentrazioni degli analiti risultati superiori alle CSC.

Concentrazioni rilevate nelle acque sotterranee superiori alla CSC

Analiti	S1/P1	S2/P2	S8/P8	S9/P9	Valori Limite Acque(µg/l) All. 5 D.Lgs 152/06
Nichel	21	21	--	97	20
Manganese	105	--	280	5800	50
Piombo	34	--	20	175	10
Ferro	--	--	1780	49000	200
Alluminio	--	--	--	16900	200
Berillio	--	--	--	5.6	4
Cobalto	--	--	--	64	50

Sulla base di tali risultati risulta evidente la necessità di provvedere alla realizzazione di interventi di messa in sicurezza permanente consistente nell'isolamento della fonte di contaminazione costituita del corpo rifiuti.

A seguito della prescrizione dell'ARPAC, riportate sul Decreto Dirigenziale n. 114 del 05/10/2009 del A.G.C. 05 - Dirigente del Settore 05 "Ecologia Tutela Ambiente Disinquinamento Protezione Civile" della Regione Campania, in cui veniva approvato il Piano della Caratterizzazione e l'Analisi di Rischio sanitario sito specifico della discarica comunale di RSU sita in località "Santa Maria"., in merito alla contaminazione da PCB riscontrata nella matrice insatura, di seguito si riporta la descrizione delle indagini integrative proposte per definire l'estensione areale e i volumi interessati dalla presenza del si citato analita:

Esecuzione di n. 6 sondaggi eseguiti a carotaggio continuo a bassa velocità di rotazione, in assenza di fluidi di perforazione, spinti alla profondità di 10 m dal p.c.;

Prelievo di almeno n. 3 campioni di terreno per ogni punto di perforazione;

Analisi chimiche di laboratorio per la ricerca dei parametri: PCB e Anilina.

I sondaggi di nuova realizzazione saranno denominati S10 ÷ S15.

8. Il progetto ed il ripristino ambientale

8.1 Premessa

Gli interventi di messa in sicurezza permanente, 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 e 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 scorticatura del terreno eseguita su piani orizzontali e sulle scarpate anche con andamento subverticale, la demolizione delle precarie recinzioni esistenti.

In particolare, in considerazione dell'esistenza di una importante presenza di copertura arborea a crescita spontanea sulla superficie dei rifiuti, costituita da essenze arbustive di nocciolo selvatico e/o roverella, verrà effettuato un taglio selettivo di detta vegetazione con estirpazione degli apparati radicali, per consentire una adeguata ed efficiente posa in opera del *capping* su tutto il corpo rifiuti.

La superficie di estradosso del 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.

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 non prima di aver realizzato un efficiente sistema di drenaggio nel corpo della discarica. Successivamente saranno predisposti i 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 realizzazione dei diaframmi drenante ed impermeabile, a valle del corpo rifiuti, e della barriera idraulica, a monte, al fine di assicurare un contenimento idrogeologico alla contaminazione presente nel sito, che impedirà la fuoriuscita di ogni eventuale contaminante. Infine sarà realizzato il *capping* sul corpo rifiuti e tutte le opere d'arte (canalette in cls, tubazioni, pozzetti,...) per la regimentazione delle acque superficiali e la raccolta di quelle provenienti dalle aste drenanti del *capping*. Infine l'area di intervento verrà sistemata e riqualificata a verde, previa realizzazione di una recinzione dell'altezza di 2,0 m e cancello scorrevole d'ingresso all'area, con grigliato in acciaio zincato.

8.2 L'eliminazione del biogas

Per eliminare il biogas nel corpo dei rifiuti verranno collocati appositi camini che avranno la funzione di camini di sfiato del biogas residuale eventualmente presente in discarica e nei quali andranno a confluire i gas dello strato regolatore del capping. Saranno realizzati mediante la trivellazione di pozzi di estrazione con sistema di perforazione a secco. Ciascun pozzo di captazione sarà costituito da un tubo filtrante in HDPE PN 6 (sonda di captazione), posato in opera ben centrato nel foro di trivellazione mediante l'ausilio di appositi distanziatori. La sonda di captazione sarà dotata di fenditure su tutta la parete, poste ad interasse di 40-60 mm.

La testa del pozzo di aspirazione del biogas sarà formata dai seguenti elementi: elemento a T in HDPE PE80 PN6 De110 con uscita De90; tubo raccordo in HDPE PE80 PN6 De110, L= 1,00 m; cartella in HDPE PE80 PN6 De110; flangia libera in alluminio plastificato De 110 2x; flangia libera in alluminio plastificato De 90.



Figg.8-9 Particolare del pozzo di aspirazione e camini per l'eliminazione del biogas

8.3 Realizzazione drenaggi e vasche di accumulo

Questa fase è caratterizzata dalla realizzazione di n.2 reticoli drenanti occorrenti per lo smaltimento delle acque meteoriche che attraversano il *capping* e di quelle, superficiali, 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 10,00 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.

Il secondo sistema, invece, raccoglierà le acque meteoriche, sia quelle superficiali che perimetrali al *capping*. Esso verrà realizzato lungo il perimetro dell'invaso 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 in conglomerato cementizio, con pendenze non superiori al 5%, e pozzetti intermedi di salto idraulico.

Le acque raccolte dai due sistemi drenanti, verranno trasportate a valle dell'invaso ed accolte in un'apposita vasca o pozzetto e, trattandosi di acque chiare, convogliate nel vallone adiacente. 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.

8.4 Diaframma drenante 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 10,0 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 un tubo filtro del diametro di 40-80 cm in acciaio, con funzione drenante, dello spessore minimo di 5 mm, con pozzetto in cls prefabbricato e coperchio in ghisa posto in superficie per l'ispezione ed il controllo. Per l'estrazione del percolato verrà utilizzata una elettropompa sommersa di sollevamento alimentata da impianto fotovoltaico: tali acque verranno

convogliate in una apposite cisterne impermeabile di stoccaggio, 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.

8.5 Diaframma impermeabile

A valle del diaframma drenante, a delimitazione dell'area al contorno dei sondaggi S8-S9 sarà realizzato un diaframma impermeabile mediante perforazione con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità 10,0 m, fino al raggiungimento del sottostante substrato impermeabile. Il foro verrà riempito con una miscela di acqua, cemento e bentonite, nonché munito di telo impermeabile.

8.6 Barriera idraulica

L'area di abbancamento dei rifiuti riceve, dal lato a monte, un apporto idrico di falda che si riversa nel corpo rifiuti, alimentando il percolato. La falda, dello spessore di circa 2,0 m, a partire da 4,55 m dal piano campagna, è di tipo stagionale e subisce oscillazioni. Pertanto, come riportato nella relazione di calcolo del percolato, ci si avvarrà di una barriera idraulica per l'eliminazione di detti apporti idrici. La barriera è costituita da una trincea drenante della profondità di circa 8,0 m per una lunghezza di circa 130,0 m, che impedirà l'afflusso delle acque episuperficiali nel corpo della discarica.

N.B. Il dimensionamento delle barriere idrauliche ed impermeabili è stato effettuato sulla base delle risultanze dei sondaggi geognostici realizzati nella campagna di Caratterizzazione. Infatti, i sondaggi hanno raggiunto profondità variabili a seconda della profondità del substrato impermeabile.

Tale livello impermeabile risulta rinvenibile tra gli 8 m e i 10 m dal p.c. ragion per cui, ritenendo che la profondità a cui attestare il diaframma impermeabile è quella dei 10 m, per ottenere la massima sicurezza di contenimento degli inquinanti, si è previsto di approfondire il diaframma fino a tale profondità. Il diaframma impermeabile avrà uno spessore di 50 cm ed è costituito da una miscela di acqua e cemento-bentonite con posa in opera di telo impermeabile.

Il diaframma drenante, invece, al fine di migliorare le caratteristiche di drenaggio, è stato previsto dello spessore di 80 cm e della profondità di circa 8 m, ossia ben al di sotto del livello della falda presente, in maniera tale da massimizzare il prelievo delle acque di falda.

Il diaframma drenante è stato ubicato a monte delle gabbionate e della barriera impermeabile che a sua volta è stata posizionata a delimitazione dell'area al contorno dei sondaggi S8 e S9.

La barriera idraulica posizionata a monte impedirà qualsiasi ingresso, nell'area contaminata, delle acque di falda provenienti da monte e verso le gabbionate. Pertanto, essa è stata prevista

della larghezza di 1 m e della profondità di 8 m, mentre la sua lunghezza in pianta sarà di circa 130 m. Tale barriera, quindi, sarà realizzata tramite scavo a sezione obbligata con benna mordente e successiva posa in opera di tessuto non tessuto (TNT), nonché posa in opera di tubazione di drenaggio sul fondo e riempimento con pietrame calcareo di adeguato spessore. In relazione alle caratteristiche topografiche della zona, essa potrà funzionare in continuo ed avrà uno scarico convogliato nella rete di canalizzazione delle acque superficiali, essendo le stesse acque non contaminate come accertato nelle indagini conoscitive.

La stessa avrà scarico finale nel vallone Pisciarriello, così come la canalizzazione delle acque superficiali, con installazione di opportuni pozzetti di monitoraggio.

Il diaframma drenante di valle, invece, avrà recapito nella vasca del percolato, previa estrazione mediante opportuno sistema di pompe.

8.7 Opere di consolidamento

Verranno realizzate, a valle della discarica di RSU al limite della strada interpodereale, per il contenimento del capping, gabbioni in rete di acciaio e pietrame di varia pezzatura.

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 pietrame, 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.

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 reti 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.

8.8 Impianto elettrico (fotovoltaico)

Essendo l'area sprovvista di rete elettrica e dispendioso sia l'allaccio a quella esistente che la gestione e manutenzione nel tempo, un impianto fotovoltaico verrà utilizzato per l'alimentazione della elettropompa sommersa a corrente continua. L'impianto avrà moduli fotovoltaici a celle in silicio con potenza minima di erogazione alle pompe di 3kw; con telaio orientabile in profilato di alluminio, quadro di protezione e comando con dispositivo di arresto automatico per bassa insolazione e per livello acqua insufficiente; Il gruppo fotovoltaico, mediante opportuno sistema di accumulazione, assicurerà anche l'alimentazione di alcuni proiettori posti nei pressi dell'ingresso carrabile al sito e della piazzola adiacente la vasca di raccolta del percolato.

8.9 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 definito dal D.Lgs. 13 gennaio 2003 n°36.

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. strato minerale compattato dello spessore $\geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica di ≥ 10.8 m/s o di caratteristiche equivalenti;
4. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spes-

sore $\geq 0,5$ m. 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.

5. 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.

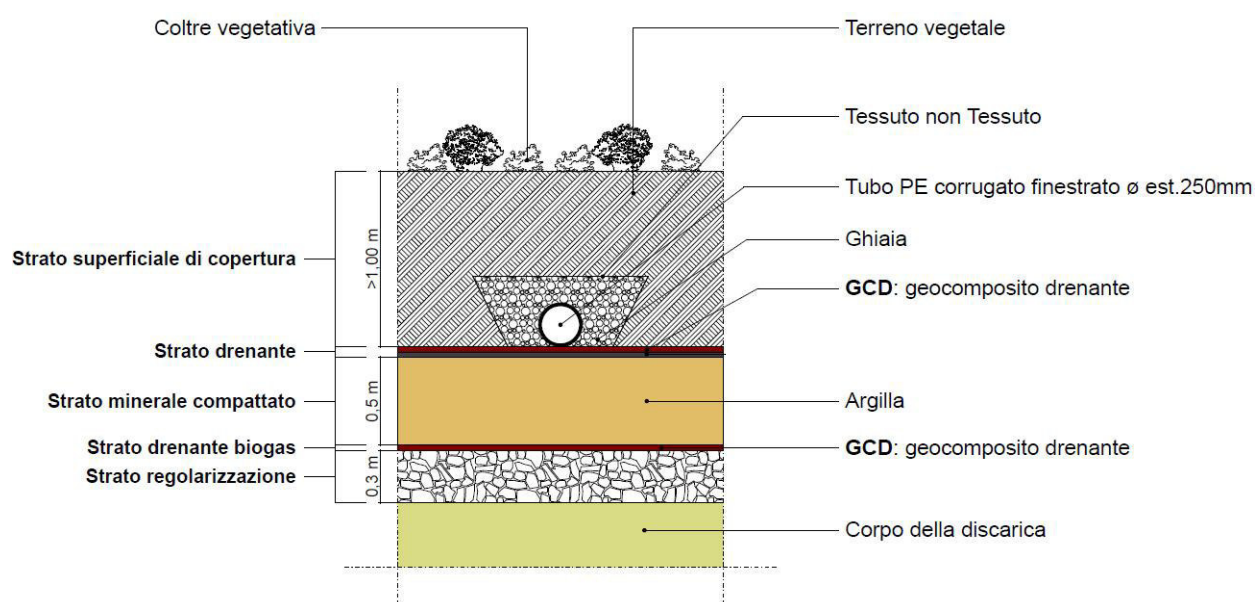


Fig.10 Sezione trasversale del capping

CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

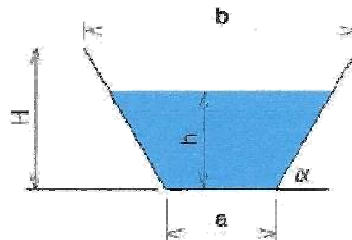
Descrizione: Canaletta per smaltimento acque superficiali dal Capping

Punto di sezione: Area a valle, in zona pianeggiante

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	0,52	ALTEZZA [m]
a	⇒	0,67	[m]
b	⇒	1,58	[m]
h	⇒	0,50	[m]
p	⇒	5%	Pendenza
m	⇒	0,55	Coeff. di scabrità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpata	α	⇒	48,8
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒	1,999 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + b - \frac{1}{2}g(90 - \alpha)]$	⇒	0,5538 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0,277 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,50 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	cove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri \cdot p}$	cove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{149 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	cove	m = Coeff. di scabrità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	48,90
V	⇒	5,76 [m/sec]
Q	⇒	3,187 [m ³ /sec]

Software Freeware distribuito
da gestlog.it

**CAPACITA' DI SMALIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua**

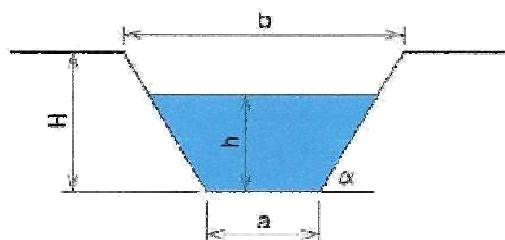
CARATTERISTICHE SEZIONE

H	0,52	ALTEZZA [m]
a	0,67	[m]
b	1,58	[m]

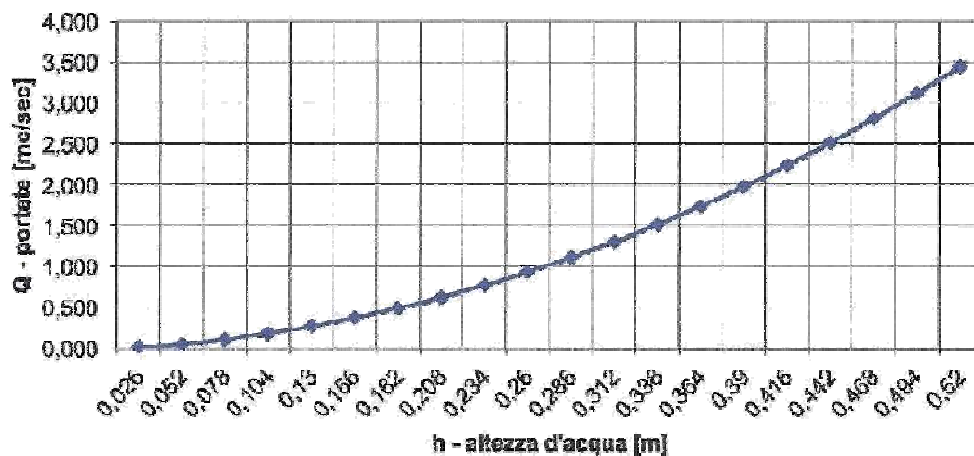
p	5%	Pendenza
m	0,55	Coeff. di scabrosità di Kutler

h [m]	Q[m³/sec]
0,03	0,014
0,05	0,050
0,08	0,105
0,10	0,176
0,13	0,264
0,16	0,368
0,18	0,484
0,21	0,617
0,23	0,765
0,26	0,928
0,28	1,106
0,31	1,300
0,34	1,510
0,36	1,736
0,39	1,977
0,42	2,236
0,44	2,511
0,47	2,803
0,49	3,113
0,52	3,441

*Software Freeware distribuito
da geologi.it*



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



8.10 Il sistema antincendio

Il sistema antincendio prevede la fornitura e posa in opera di estintori a polvere, omologati secondo DM del 20/12/82.

8.11 Delimitazione dell'area oggetto d'intervento

Il progetto di bonifica e ripristino ambientale prevede la realizzazione di una delimitazione dell'area onde evitare l'accesso all'area da parte di persone non autorizzate. Detta delimitazione, sarà eseguita mediante una recinzione in rete metallica di altezza cm 200.

L'accesso all'area sarà garantito dalla realizzazione di un ingresso dalla *strada comunale* di dimensioni tali da permettere il transito di veicoli speciali per la raccolta dell'eventuale percolato dall'apposita vasca situata a valle della discarica.

8.12 Ripristino ambientale

Le modalità di tale ripristino saranno in accordo con quanto previsto dall'All. 2 del D. Lgs. 36/2003.

8.12.1 Obiettivo dell'intervento

L'aspetto più importante da prendere in considerazione nell'intervento di riqualificazione della discarica, è l'inserimento paesaggistico nel contesto ambientale.

L'obiettivo primario è dunque quello di conferire all'area un'immediata stabilità ambientale e di migliorare le condizioni ecologiche in modo da rendere possibile tale inserimento.

Il secondo obiettivo consiste invece nel rendere le scelte progettuali coerenti con l'ambiente circostante.

Gli interventi avranno le seguenti finalità:

- sistemazione e rinverdimento del corpo della discarica: si tratta di interventi volti a re-inserire la discarica nel paesaggio circostante, tentando di mascherare, con opportuni impianti arbustivi e arborei, la morfologia determinata dall'ammasso di rifiuti. Le scarpate saranno ricoperte con macchie di arbusti scelti per la spiccata capacità di trattenerne il terreno, quindi avranno il duplice obiettivo di riqualificazione paesaggistica e stabilizzazione delle pendici;
- interventi di consolidamento delle scarpate: la formazione della discarica, ha determinato un'alterazione della superficie, con scarpate e pendenze in alcuni casi accentuate. La particolare natura del terreno, essenzialmente argilloso, ne acuisce l'instabilità e, tutto ciò può portare a fenomeni franosi che rischiano, in situazioni estreme, di creare pericolo per la discarica stessa. Attraverso interventi di rimodellamento e idrosemina, si tenta di ridurre il più possibile questo rischio.

8.12.2 Descrizione degli interventi

I lavori comprendono sia interventi di miglioramento del terreno, fondamentali in una situazione ambientale critica come questa, sia operazioni di rinverdimento vero e proprio con semine e impianti arbustivi e arborei.

Con la posa in opera del capping, si provvederà all'isolamento della massa di rifiuti ricoprendo le zone con uno strato, di adeguato spessore, di argilla di ottima qualità che andrà stesa gradualmente e progressivamente con grande cura. Il risultato che si otterrà, se verranno seguite diligentemente le indicazioni, sarà una massa omogenea, priva di sacche d'aria o di materiale intruso (es. sabbia).

L'eventuale presenza di corpi estranei, aria compresa, creerebbe un potenziale punto di rottura e scollamento del manto di isolamento e una fuoriuscita di biogas, fortemente fitotossico. Un tappo compatto ed uniforme d'argilla è invece un isolamento sicuro e plastico, in grado di adattarsi senza rompersi, ai continui e imprevedibili movimenti della massa di rifiuti sottostante. Il passaggio successivo sarà quello di fornire uno strato di terreno vegetale di buona qualità che, oltre a creare un letto idoneo alla nuova vegetazione, costituisce un mantello di protezione all'argilla stessa. La terra di coltivo riportata dovrà essere biologicamente attiva, e quindi prelevata da scavi ad una profondità non superiore a 40 cm, priva di pietre, tronchi, rami, radici e loro parti, che possano ostacolare le lavorazioni agronomiche del terreno dopo la posa in opera. La quantità di scheletro con diametro maggiore di 2 mm, non dovrà eccedere il 15% del volume totale. Dovrà inoltre essere priva di agenti patogeni e di sostanze tossiche per le piante. E' previsto l'apporto di uno strato non inferiore a 100 cm di terreno che sarà successivamente lavorato e costipato.

8.12.3 Lavorazioni

Le lavorazioni previste, al fine di consentire alle giovani piantine di superare più rapidamente lo stress da trapianto e predisporre l'ingresso per disseminazione naturale, di specie presenti nelle aree limitrofe, sono le seguenti:

- Aratura profonda (60 cm) finalizzata alla necessità di costruire abbondanti riserve idriche e alla possibilità di sfruttare, nel migliore dei modi, le potenzialità delle piante.
- Doppia fresatura incrociata o erpicatura; pratica necessaria per l'amminutamento degli strati superficiali (10 cm) che consente la formazione di un buon letto di semina favorendo lo sminuzzamento delle particelle terrose e il loro assestamento, in modo da assicurare un soddisfacente contatto tra seme e terra. Tale lavorazione sarà preceduta da una concimazione massiccia.
- Rullatura post-semine; è previsto il passaggio del rullo dopo la semina con lo scopo di comprimere moderatamente il terreno per favorirne il più ampio contatto con il seme,

che potrà così assorbire prontamente l'umidità e germinare regolarmente.

Tutte le lavorazioni andranno eseguite con trattrici cingolate di media potenza, per evitare un eccessivo costipamento del terreno.

8.12.4 Fertilizzazioni

Sono previsti cospicui apporti di sostanza organica col duplice scopo di migliorare la qualità del terreno dal punto di vista fisico-meccanico e di aumentare la fertilità e quindi gli effetti nutritivi. Verrà somministrato un massiccio quantitativo di sostanza organica sotto forma di letame (bovino o equino) ben maturo e di almeno un anno, nella quantità di 200-300 q.li/ha. Nel caso vengano somministrati concimi disidratati, il quantitativo sarà pari ad 1/10 di quanto sopra riportato. Una volta distribuita la sostanza organica si procederà al suo smi-nuzzamento ed interrimento come descritto al punto precedente. Le aree di maggiore pendenza saranno fertilizzate contemporaneamente alla semina impiegando la tecnica dell'idrosemina. La miscela infatti conterrà: semente di specie erbacee selezionate, idonee al sito e con capacità di trattenuta del terreno; cellulosa, che ha un'elevata capacità di trat-tenuta idrica; leganti, molto indicati per zone ad elevata pendenza; fertilizzanti per arricchire il substrato. Tale miscela sarà distribuita in un'unica soluzione tramite l'impiego di idrosemiatrici a forte pressione.

8.12.5 Rinverdimento del corpo della discarica

Elenco specie arboree

Un grosso problema evidenziato nelle piante accresciutesi in discarica è quello dello sviluppo plagiotropo degli apparati radicali che determina generalmente uno scarso ancoraggio al terreno ed espone la pianta, sia a stress idrici dovuti all'aridità estiva, sia a fenomeni di collasso per instabilità (sradicamenti). E' dunque necessario tenere conto di tale grave inconveniente nella scelta della componente vegetale. Sarà preferibile optare per specie che, nel ca-so se ne evidenziasse l'esigenza, potranno essere governate a ceduo per tutto il periodo di tempo in cui, sul corpo della discarica, permarranno condizioni pedologiche alterate (presenza di biogas ed elevate temperature) rispetto al quadro della normalità. Successivamente, con tagli di conversione, si potrà ricreare un popolamento ad alto fusto. Non è possibile scartare tale necessità a priori, quindi le specie arboree che verranno impiegate saranno:

- **Quercus pubescens**: specie tipica della media collina Appenninica, pianta molto frugale che occupa le pendici più assolate e i suoli più superficiali; alcuni studi vegetazionali effettuati su una discarica di R.S.U., sottoposta a interventi di recupero, hanno evidenziato come la roverella sia una delle specie che meglio si adatta alle condizioni presenti sul corpo della discarica.

- Pyrus pyraaster: specie poco esigente ed eliofila; in grado di emettere polloni radicali che formano in breve tempo un'intricata macchia cespugliosa, è la specie con la quale si ottengono attecchimenti con perdite inferiori al 20%.

Per ragioni economiche e per le condizioni del substrato, non ancora perfettamente attivato dal punto di vista biologico, saranno utilizzate piantine forestali poiché, essendo meno sviluppate, dovrebbero resistere meglio alle crisi di trapianto.

Ai piedi delle piantine sarà posizionato un disco pacciamante in fibra naturale tipo Dekowe del diametro di 40 cm, che svolgerà le funzioni di contenere le infestanti, rilasciare elementi nutritivi, mantenere un miglior tenore di umidità e difendere la pianta dagli sbalzi termici.

Elenco specie arbustive

L'area di discarica sia nelle parti pianeggianti che sulle scarpate verrà rinverdita utilizzando gruppi di arbusti molto rustici che presentano una spiccata capacità di consolidamento dei versanti e miglioramento del suolo. Le specie previste in base a queste caratteristiche sono le seguenti:

- Rosa canina: usata frequentemente per il miglioramento delle superfici di pendio e consigliata per l'ottimo risultato dimostrato nel colonizzare terreni marcatamente argillosi.
- Spartium junceum: è una specie a crescita relativamente rapida, in grado di colonizzare e migliorare versanti aridi e franosi; si inserisce inoltre molto bene nell'ambiente perché già ampiamente presente e di facile propagazione. Tutto ciò giustifica l'uso massiccio che ne viene fatto.

Elenco specie erbacee

Le specie erbacee da utilizzare sono state scelte fra le piante tipiche dei suoli argilloso - calcarei, principalmente in base alla loro capacità consolidante del terreno, che presentano una pendenza relativamente notevole e necessitano di specie con radici particolarmente resistenti e profonde, ed alla loro rapidità di accrescimento, al fine di creare una copertura vegetale nel più breve tempo possibile; inoltre sono state preferite specie già utilizzate in interventi di consolidamento di scarpate franose e di riqualificazione paesaggistica di terreni degradati, specie azotofissatrici che, per l'appunto, fissano nel terreno l'azoto, importante per tutte le funzioni di crescita della pianta e specie poliennali che assicurano una maggiore stabilità alla comunità.

Le specie previste in base a queste caratteristiche sono le seguenti:

- Lolium perenne: caratteristica di suoli particolarmente argillosi, mostra una crescita rapidissima; ha radici abbastanza profonde e grande resistenza all'aridità.
- Festuca arundinacea: presenta le stesse caratteristiche consolidatrici e inoltre ha una

crescita molto rapida e predilige suoli argillosi.

- Lotus corniculatus: pianta indifferente nei confronti del tipo di terreno, lo rinsalda grazie alle radici particolarmente resistenti allo strappo e lo arricchisce in virtù delle proprie capacità di azotofissatrice.
- Medicago lupulina: oltre alle doti di azotofissatrice e trattenitrice del terreno, questa pianta molto rustica ben si adatta alle caratteristiche di degrado del terreno che si riscontra in discarica.

8.12.6 Messa a dimora delle piante arboree e arbustive

Questa operazione merita un paragrafo a se stante data l'importanza della sua corretta esecuzione, infatti, un cattivo riguardo nella messa a dimora rende ancora più difficoltosa la ripresa vegetativa della piantina. Il periodo ideale è ottobre-novembre, prima delle gelate invernali, con il terreno in tempera. Le buche, aperte con trivella meccanica (se il terreno non è bagnato) avranno dimensioni idonee, in relazione al pane di terra della piantina: in generale, buche di 0.3 x 0.4 m dovrebbero essere sufficienti. Le piantine saranno fornite in fitocelle la cui asportazione dovrà avvenire solo al momento della messa a dimora, avendo cura nel preservare l'integrità della zolla e dell'apparato radicale. Prima della piantagione sarà eventualmente necessario riempire parzialmente le buche con terreno sminuzzato, in modo che le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla delle diverse specie vegetali. La messa a dimora degli alberi e degli arbusti avverrà in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici scoperte oppure risultino, una volta assestatosi il terreno, interrate oltre il livello del colletto. La zolla dovrà essere integra, sufficientemente umida, aderente alle radici; se si presenta troppo asciutta sarà immersa temporaneamente in acqua. Le buche, prima della messa a dimora delle piantine, saranno arricchite con torba e concime onde ottenere un favorevole sito di accrescimento. Dopo la messa a dimora delle piantine si procederà al riempimento definitivo delle buche con la terra smossa, eliminando eventuali detriti o quant'altro possa ostacolare l'accrescimento, avendo cura di sminuzzare eventuali zolle grossolane. La terra verrà costipata con cura in modo che non rimangano vuoti attorno alla zolla. A riempimento ultimato, attorno alle piante sarà formata una piccola conca per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, per favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla. Per ogni pianta dovrà essere collocata una canna di segnalazione alta almeno 150 cm fuori terra e una protezione contro il morso di ungulati e roditori (shelter).

8.12.7 Manutenzione

Le condizioni particolarmente avverse nelle quali si troveranno a vegetare le piantine, anche

se si tratta di specie ad elevato grado di rusticità, rischiano di compromettere il successo dell'intervento di riqualificazione. Per ridurre il più possibile questo rischio, è opportuno provvedere con alcuni accorgimenti manutentivi.

Studi sulla vegetazione accresciuta in discarica hanno evidenziato come, nei primi due anni dalla messa a dimora, si verifichino alte percentuali di mortalità (anche dell'80%) e ciò conferma la necessità di accudire scrupolosamente le piante.

Il brusco cambiamento di ambiente, dal vivaio alla discarica, rischia di vanificare il lavoro fatto. La manutenzione è dunque una spesa fondamentale per ridurre il più possibile i costi di risarcimento.

Per i primi 5 anni dall'impianto sono previsti i seguenti interventi:

- almeno due annaffiature di soccorso sia per gli alberi che per gli arbusti;
- una sarchiatura manuale nelle macchie alberate l'anno successivo l'impianto: tale lavorazione andrà eseguita manualmente. Lo scopo è quello di distruggere meccanicamente le erbe infestanti, favorire la circolazione dell'aria ed assicurare una migliore conservazione dell'umidità;
- risarcimento delle fallanze calcolato sul 30% degli alberi e degli arbusti;
- concimazione del prato con concimi a rapida e a lenta cessione l'anno successivo la semina;
- risemina a spaglio calcolata sul 15% del prato

9 Monitoraggio della stabilità dell'area e controllo biologico delle acque

Ai fini della stabilità nella gestione post-bonifica discarica saranno effettuati rilievi topografici per la determinazione delle eventuali variazioni geometriche della superficie del sito.

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.

APPENDICE ALLA RELAZIONE GENERALE

NOTE INTEGRATIVE

(integrazione Marzo 2015)

Oggetto: Progetto operativo di bonifica e messa in sicurezza della discarica di RSU sita alla località Santa Maria di Campoli del Monte Taburno

Integrazioni secondo quanto richiesto dall'AGC 05_Settore Provinciale di Benevento nel corso della Conferenza dei Servizi del 26/02/2015 anche sulla base del parere espresso dal Dipartimento Provinciale ARPAC di Benevento prot. n. 0133088 del 26/02/2015.

Si prospettano puntualmente le integrazioni ed i chiarimenti qui di seguito argomentati:

PUNTO 1

Si chiarisce inequivocabilmente che l'estensione della superficie della discarica risulta essere pari a m^2 7000 per un volume totale di rifiuti conferiti nel periodo di attività pari a m^3 9500. Si correggono quindi tali valori all'interno degli elaborati R02 Relazione Geologica e R07 Relazione di calcolo percolato e biogas.

PUNTO 2

Si chiarisce che il limite della discarica non è variato rispetto a quanto precedentemente identificato e presentato in fase di Caratterizzazione. La difformità nell'identificativo delle particelle è dovuto al frazionamento della particella originaria la n.202 diventata in seguito 1074 e 1075 mentre la particella n. 203 ha subito solo un cambio numerale a p.lla n. 702. Il cambio delle particelle non ha prodotto nessuna variazione per ciò che riguarda l'estensione areale della discarica inteso come superficie. La particella 207, rappresenta un'area di proprietà comunale adibita in passato a spazio di manovra automezzi per scarico e movimentazione dei rifiuti. Non rappresenta un'area da bonificare ma la sua posizione morfologicamente più depressa rispetto all'area di discarica, la rende strategica per la posa dei serbatoi di raccolta

percolato nonché area funzionale e logistica per la fase di cantiere dei lavori a farsi.

PUNTO 3

In riferimento agli interventi di bonifica del suolo risultato contaminato in fase di caratterizzazione, si chiarisce quanto segue:

- Dai risultati delle analisi chimiche di laboratorio eseguite durante la fase di caratterizzazione sui campioni di terreno prelevati nei sondaggi S8 e S9 si denota la persistenza dell'analita anilina con concentrazioni superiori alle CSC, in fase adsorbita. Solo nel sondaggio S8 alla profondità di 7 m dal p.c. è stata riscontrata anche la presenza di PCB con valori lievemente al sopra dei limiti normativi. I valori di PCB, riscontrati esclusivamente nel sondaggio S8, sono di poco superiori alla soglia prevista per **siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale** (tabella 1 colonna A D.Lgs 152/2006) mentre risulterebbero nella norma per **siti ad uso Commerciale e Industriale** (tabella 1 colonna B D.Lgs 152/2006).

Concentrazioni rilevate nei terreni superiori alla CSC

SONDAGGI	PROFONDITA' prelievo campione (m da p.c.)	Analita	Concentrazione rilevata	CSC (mg/kg) Tabella 1 colonna A D.lgs 152/2006
S8	0.5-1.5	Anilina	0.13	0.05
S8	3.5-4.5	Anilina	0.11	0.05
S8	6.5-7.5	Anilina	0.07	0.05
S8	7.0-7.5	PCB	0.08	0.06
S9	2.0-3.0	Anilina	0.09	0.05
S9	6.5-7.5	Anilina	0.06	0.05

Sulla base di tale premessa si specifica che i sei nuovi sondaggi in previsione saranno realizzati in due fasi temporali. Si procederà innanzi tutto alla realizzazione di una terna di sondaggi al contorno del punto S8 spinti alla profondità di almeno 9 – 10 mt, con prelievo di campioni a diverse profondità per verificare l'effettiva presenza dell'analita PCB in termini di valori di concentrazioni, profondità ed estensione areale dello stesso in modo tale da quantizzarne il volume di terreno interessato. Se questa prima terna di sondaggi dovesse dare

esito negativo alla presenza dell'analita PCB, non si procederà all'esecuzione dell'ulteriore terna di sondaggi prevista. In caso contrario la seconda terna verrà realizzata ad una distanza maggiore in termini di raggio dal punto S8.

Solo sulla base dei risultati di tali indagini sarà possibile prevedere interventi di bonifica per il suolo risultato contaminato in fase di caratterizzazione. Possiamo in questa fase ipotizzare interventi di bonifica prendendo in considerazione alcune ipotesi di presenza dell'analita PCB, ovvero:

- se dalla prima terna di sondaggi al contorno del punto S8 la presenza dell'analita PCB non sarà rinvenuta, oppure la sua presenza risulterebbe limitata sia in termini di profondità nonché di estensione areale (anche sulla base della limitata concentrazione rilevata in fase di caratterizzazione), si potrebbe ipotizzare l'asportazione del terreno contaminato ed il suo conferimento in siti autorizzati. Tale procedura sarà possibile a condizione che l'estensione areale del PCB risulti limitata così come la sua profondità.
- nel caso in cui la presenza dell'analita PCB risulti non superficiale, quindi tale da non poter essere asportato e conferito in siti autorizzati, si procederà in riferimento a quanto previsto all'Appendice 2 del Piano Regionale di Bonifica e alla Matrice di screening dei trattamenti in situ. Considerata la concentrazione molto bassa rilevata in fase di caratterizzazione potrebbe ipotizzarsi un intervento con **Bioventilazione**

La bioventilazione è un trattamento biologico in situ, che stimola ed ottimizza i processi spontanei di biodegradazione aerobica, apportando aria e ossigeno ai microrganismi autoctoni della zona insatura del terreno. Nel caso in cui l'insufflazione di aria sia effettuata nello strato saturo, la tecnologia è conosciuta come biosparging. L'obiettivo della bioventilazione in situ e del biosparging non è la volatilizzazione dei contaminanti, come nel caso del soil vapor extraction o dell'air sparging, ma l'ottimizzazione dei processi di biodegradazione aerobica dei composti organici nei quali l'ossigeno funge da accettore finale di elettroni. Per tal motivo il flusso di aria è inferiore a quello necessario per la volatilizzazione e lo stripping.

Tutti i composti biodegradabili in condizioni aerobiche possono essere potenzialmente rimossi mediante l'applicazione della bioventilazione in situ. Uno dei parametri più significativi per l'individuazione dei composti adatti ad essere trattati mediante tale tecnica è la volatilità. In generale, composti con bassa pressione di vapore ($<10^{-3}$ atm) non possono essere rimossi facilmente per volatilizzazione, ma possono essere biodegradati

aerobicamente, mentre composti con pressione di vapore superiore ad 1 atm volatilizzano troppo rapidamente per poter essere degradati. Composti con pressioni di vapore intermedie possono essere rimossi attraverso sia biodegradazione che volatilizzazione.

Questa tecnologia di bonifica è generalmente utilizzata per composti petroliferi e idrocarburi (benzina, oli combustibili, oli lubrificanti, gasolio, IPA), composti organici alogenati (PCB, cloruro di metilene, cloruro di vinile, tricloroetilene) e altri composti organici (fenoli, pentaclorofenoli, chetoni, alcoli).

Il sistema di bioventilazione prevede la realizzazione di uno o più pozzi di iniezione e/o di estrazione dell'aria, fenestrati nella zona insatura (nella zona satura nel caso di biosparging), in corrispondenza del volume del terreno da trattare, il cui flusso di aria garantisca la disponibilità di ossigeno per l'ottimizzazione dei processi aerobici di biodegradazione. Occorre ottimizzare la fornitura di ossigeno ai batteri e minimizzare i rischi di volatilizzazione, insufflando in zona vadosa basse portate di aria e disponendo i pozzi di immissione secondo la condizione planimetrica ideale per massimizzare il tempo di residenza dell'aria nel terreno inquinato. Come regola generale, l'aria dovrebbe essere scambiata ogni 1 o 2 giorni nel volume di suolo contaminato. L'aria può essere fornita in maniera continua o intermittente mediante insufflazione e/o estrazione ma comunque a basse portate (2÷14 m³/h).

Le principali caratteristiche che condizionano l'applicabilità della bioventilazione in situ sono le proprietà del suolo, le caratteristiche dei contaminanti e della flora microbica e i parametri ambientali che ne influenzano l'attività, come mostrato in Tabella.

Condizioni di applicabilità al sito	Elementi necessari alla progettazione
Caratteristiche del sito: permeabilità del suolo e geomorfologia profondità e fluttuazione della falda	Raggio di influenza Pressione alla testata del pozzo Portata di aria
Caratteristiche dei contaminanti: struttura chimica e biodegradabilità concentrazione e tossicità pressione di vapore punto di ebollizione costante di Henry ripartizione dei contaminanti	Volume di suolo Concentrazione di contaminanti in fase di vapore Concentrazione finale dei contaminanti Limiti da manufatti, impianti, edifici Porosità efficace Portata di estrazione
Microflora: presenza sufficiente di microflora donatori di elettroni pH potenziale redox temperatura nutrienti biodisponibilità	

La concentrazione iniziale dei contaminanti nella fase di vapore è importante per considerare l'opportunità di post-trattamento dei vapori estratti. Essa può essere misurata

attraverso prove pilota o stimata effettuando test di misura dei gas del suolo. E' necessario, in fase di progettazione, considerare, oltre ai limiti da raggiungere nelle matrici suolo e acqua, i limiti di legge imposti allo scarico in atmosfera e quindi l'efficacia dei sistemi di post-trattamento delle emissioni gassose.

In Tabella sono illustrati i principali vantaggi e svantaggi della bioventilazione.

Vantaggi	Svantaggi
Non richiede escavazione del terreno	Potrebbe non essere applicabile a terreni con concentrazioni elevate di inquinanti
È semplice da realizzare, non richiedendo apparecchiature particolarmente specializzate	Non è applicabile in terreni a bassa permeabilità
Crea un disturbo minimo al sito	Può portare alla formazione di intermedi di reazione sconosciuti o non biodegradabili
Può essere applicata anche in presenza di edifici	
Può essere abbinata ad altre tecnologie, quali soil vapor extraction e air sparging	

- La profondità dei nuovi sondaggi a farsi sarà di 9 – 10 mt quindi al di sotto della profondità a cui sono stati riscontrati gli analiti (Analina e PCB). Sono stati ubicati nell'elaborato progettuale *PO_TAV2 Planimetria generale dell'intervento integrazione* sia i sondaggi nei quali è stato riscontrato il superamento delle CSC e delle CSR sia i sei nuovi sondaggi a farsi da S10 a S15.

PUNTO 4

Si rimanda all'elaborato *PO_TAV03 Rischio Geochimico integrazione*, in cui è stata riportata la riga riferita al valore del PCB sondaggio S8.

PUNTO 5

In riferimento al tipo di intervento di bonifica delle acque sotterranee risultate contaminate sia in fase preliminare che in fase di caratterizzazione, si procederà in riferimento a quanto previsto all'Appendice 2 del Piano Regionale di Bonifica e alla Matrice di screening dei trattamenti ex situ per la matrice acqua. Sempre sulla base dei valori di concentrazioni rilevate in fase di caratterizzazione (di poco superiori alla soglia prevista dalla Tabella 1 colonna - A - D.lgs 152/2006) si è scelto di intervenire con trattamenti fisico/chimici ex situ (con estrazione delle acque e conferimento in idoneo impianto). Nel caso specifico, considerata la profondità e natura della falda nonché l'abbattimento della sorgente di contaminazione a seguito della messa in sicurezza della discarica con la realizzazione di una barriera idraulica a monte ed un efficace capping, i volumi di acqua da trattare saranno ridotti al minimo. In ogni caso si procederà al trattamento delle acque sotterranee attraverso il **Pump and Treat**, ovvero uno dei sistemi di bonifica di falde inquinate più applicati al livello nazionale e internazionale. I sistemi di Pump and Treat possono avere l'obiettivo di rimuovere i contaminanti dissolti o anche di sbarrare idraulicamente il deflusso delle acque contaminate verso potenziali recettori presenti

all'esterno dell'area contaminata. In presenza di prodotto in galleggiamento, i sistemi di recupero delle fasi separate (NAPL) sono progettati per effettuare il pompaggio dei NAPL e dell'acqua di falda da pozzi trincee di recupero. Il pompaggio rimuove l'acqua e, abbassando il livello piezometrico in corrispondenza del pozzo, crea un cono di depressione che favorisce il richiamo della fase separata presente in galleggiamento, all'interno del pozzo. Il pompaggio può essere realizzato utilizzando una o due pompe: nella configurazione con pompa singola (Single Pump) la fase separata viene estratta insieme all'acqua rendendo spesso necessario l'implementazione in superficie di un sistema di separazione delle fasi. Nella configurazione a doppia pompa (Dual Pump) una pompa viene posizionata sul fondo del pozzo per l'emungimento dell'acqua e la conseguente creazione del cono di depressione, la seconda pompa viene posta all'interfaccia acqua prodotto, per il recupero della fase separata.

PUNTO 6

Il dimensionamento delle barriere idrauliche ed impermeabili viene ridimensionato in termini di profondità, sulla base delle risultanze dei sondaggi geognostici realizzati nella campagna di Caratterizzazione. Infatti, i sondaggi hanno raggiunto profondità variabili a seconda del rinvenimento delle litologie con bassa permeabilità. Tale livello risulta rinvenibile tra gli 8 e i 10 m dal p.c. ragion per cui, per ottenere la massima sicurezza di contenimento degli inquinanti, in considerazione anche di una falda che si attesta tra i 4 ed i 6 metri di profondità, si è scelto di approfondire i diaframmi almeno qualche metro al di sotto della superficie di falda nel suo punto più profondo. Il diaframma idraulico verrà attestato ad una profondità di 8 mt (in condizioni di sicurezza rispetto alla profondità della falda) mentre il diaframma impermeabile a 10 mt (in condizioni di sicurezza rispetto al substrato a bassa permeabilità e di poco superiore alla profondità del diaframma idraulico).

PUNTO 7

Sulla base delle considerazioni al punto precedente e di quanto emerso in sede di Conferenza dei Servizi, il diaframma impermeabile a ridosso del diaframma drenante viene spostato a delimitazione dell'area contaminata in sede di Caratterizzazione, ovvero a valle dei sondaggi S8 ed S9. Il diaframma impermeabile in quest'area viene reso necessario proprio per la sua natura di impedire che le acque inquinate della discarica o a contatto con essa possano in qualunque modo riversarsi a valle. Per tale motivo al fine di ottenere la massima sicurezza possibile si è deciso di installare il diaframma impermeabile a valle dei sondaggi S8 e S9.

Si specifica, altresì, che la barriera idraulica di monte svolge un ruolo fondamentale, ossia quello di impedire qualsiasi ingresso, nell'area contaminata, delle acque di falda provenienti da monte.

In relazione alle caratteristiche topografiche della zona, essa potrà funzionare in continuo ed avrà scarico finale nel vallone Pisciarrello, così come la canalizzazione delle acque superficiali,

con installazione di opportuni pozzetti di monitoraggio.

Il diaframma drenante di valle, invece, avrà recapito nelle apposite cisterne, previa estrazione mediante opportuno sistema di pompe.

Viene quindi aggiornato l'elaborato progettuale *PO_TA.02 Progetto_Planimetria generale dell'intervento* con le integrazioni proposte.

PUNTO 8

Da opportune analisi ed in base a quanto emerso in sede di conferenza dei servizi, non si ritiene necessario intervenire nella particella 207 con i diaframmi impermeabili e drenanti. Sarà necessario solo la realizzazione di alcune file di gabbioni per rendere stabile e pianeggiante l'area dove verranno posizionate le cisterne per la raccolta del percolato.

PUNTO 9

In riferimento a tale punto, è stato modificato l'elaborato progettuale *R07_Relazione calcolo percolato e biogas* diminuendo il valore del C.I.P. in riferimento ai materiali di natura argillosa. Per ciò che riguarda la realizzazione della vasca di raccolta, vengono recepite le indicazioni emerse in conferenza dei servizi ovvero la stessa viene sopperita dall'istallazione di serbatoi per la raccolta del percolato con un maggior numero e frequenza durante la fase dei lavori di cantiere quando sono prevedibili le maggiori produzioni di percolato.

PUNTO 10

Così come riportato nella relazione *R07_Relazione di calcolo del percolato e del biogas* che considera la media degli afflussi meteorici delle stazioni pluviometriche di Benevento e Solopaca (BN), si considera, ai fini del dimensionamento delle canalette di raccolta delle acque superficiali, il calcolo qui di seguito riportato.

Posto la superficie interessata dagli eventi meteorici di 2.000 mq (in condizioni di sicurezza) e considerato un evento piovoso di 130 mm in 15 minuti, nonché data l'esiguità dell'estensione superficiale, si può considerare nullo l'apporto relativo all'evapotraspirazione. Pertanto, la quantità totale che si riversa sulla superficie della discarica sarà pari a 2.60 mc in 15 minuti ovvero 2,6 mc/sec. Tale portata si considera come portata massima di ingresso nelle canalette di raccolta che, a onor del vero, dovrebbe essere circa la metà in quanto le canalette raccolgono l'intero perimetro della discarica.

La rete di canalette è stata ipotizzata come mezzo per velocizzare lo smaltimento delle acque meteoriche in eventi eccezionali e limitare l'infiltrazione nello strato di terreno vegetale. Sulla base di quanto emerso in sede di conferenza dei servizi, si diminuisce il numero delle canalette superficiali ma non eliminate del tutto per ragioni di sicurezza durante eventi piovosi eccezionali.

Per ciò che riguarda la geomembrana, nell'elaborato progettuale *R01_Relazione tecnica generale* è stata erroneamente riportata una ulteriore geomembrana impermeabile HDPE al di sopra dello strato di argilla. Si rettifica tale paragrafo con l'eliminazione della doppia geomembrana al di sopra dello strato di argilla.

PUNTO 11

In merito a tale richiesta si precisa che l'allontanamento delle acque provenienti dalla barriera idraulica di monte, quindi non inquinate, verranno incanalate dal punto P3 (scarico acque della barriera idraulica) per l'immissione nel recettore ambientale nel punto Ps3. Saranno garantite lungo tutto il tratto pozzetti di ispezione sia per il controllo dell'ostruzione che per interventi manutentivi.

Mentre per lo scarico delle acque provenienti dalla barriera idraulica di monte del punto P2, inizialmente previsto nelle canalette di raccolta delle acque superficiali, si decide di immettere le stesse nel recettore ambientale nel punto Ps2.

Ogni punto di immissione avrà un pozzetto di ispezione sia per il controllo dell'ostruzione che per interventi manutentivi.

PUNTO 12

In riferimento a tale problematica onde evitare che le acque drenate dalle gabbionate possano interagire con il corpo rifiuti e quindi aumentare le quantità di inquinante da raccogliere nelle cisterne e successivamente smaltire con aggravio dei costi in capo all'Amministrazione comunale, si è scelto di arretrare il diaframma drenante alle spalle delle gabbionate in modo che tutte le acque inquinate vengano intercettate a monte ed impedirne il contatto con le gabbionate stesse.

Le gabbionate verranno avanzate a ridosso della strada interpoderale e le acque piovane drenate dalle stesse, essendo non inquinate, verranno incanalate per l'immissione nel recettore ambientale nel punto Ps1.

PUNTO 13

In riferimento alle discordanze emerse in merito ai quantitativi conferiti in discarica si chiarisce che i quantitativi di rifiuti conferiti in discarica ammontano a circa 10000 ton per complessivi anni 3 di effettivo utilizzo.

Viene quindi corretto e riproposto, l'elaborato progettuale *R07_Relazione di calcolo del percolato e del biogas*.

In considerazione alla quantità di biogas effettivamente presente possiamo dire che a circa 19 anni di distanza dalla data di fine conferimento in discarica, la quantità di biogas presente in

discarica si è ridotta teoricamente fino ad annullarsi presumibilmente nel 2012. Inoltre da una serie di misurazioni effettuate sulla superficie della discarica e nelle zone al contorno, la percentuale di metano è risultata inferiore al 10%. Si è scelto di realizzare comunque dei pozzi di estrazione del biogas, sapendo che essi rappresentano innanzitutto dei camini di sfiato del biogas residuale eventualmente presente in discarica e nei quali andranno a confluire i gas dello strato regolatore del capping.

Il dimensionamento dei pozzi di sfiato del biogas, così come già argomentato nell'elaborato progettuale *R07_Piano di monitoraggio e controllo* si riferisce ovviamente allo sviluppo teorico del biogas nel corso degli anni. Il monitoraggio qualitativo del biogas avverrà con cadenza semestrale sulle emissioni diffuse dai pozzi. Allo stesso modo, al fine di valutare le condizioni di sicurezza delle aree circostanti la discarica e dei potenziali ricettori, peraltro inesistenti nelle immediate vicinanze, si fa rilevare che, pur essendo la destinazione d'uso dell'area "DISCARICA", sarà previsto un campionatore passivo nelle immediate vicinanze del punto ricettore più prossimo alla discarica ovvero la strada vicinale di accesso.

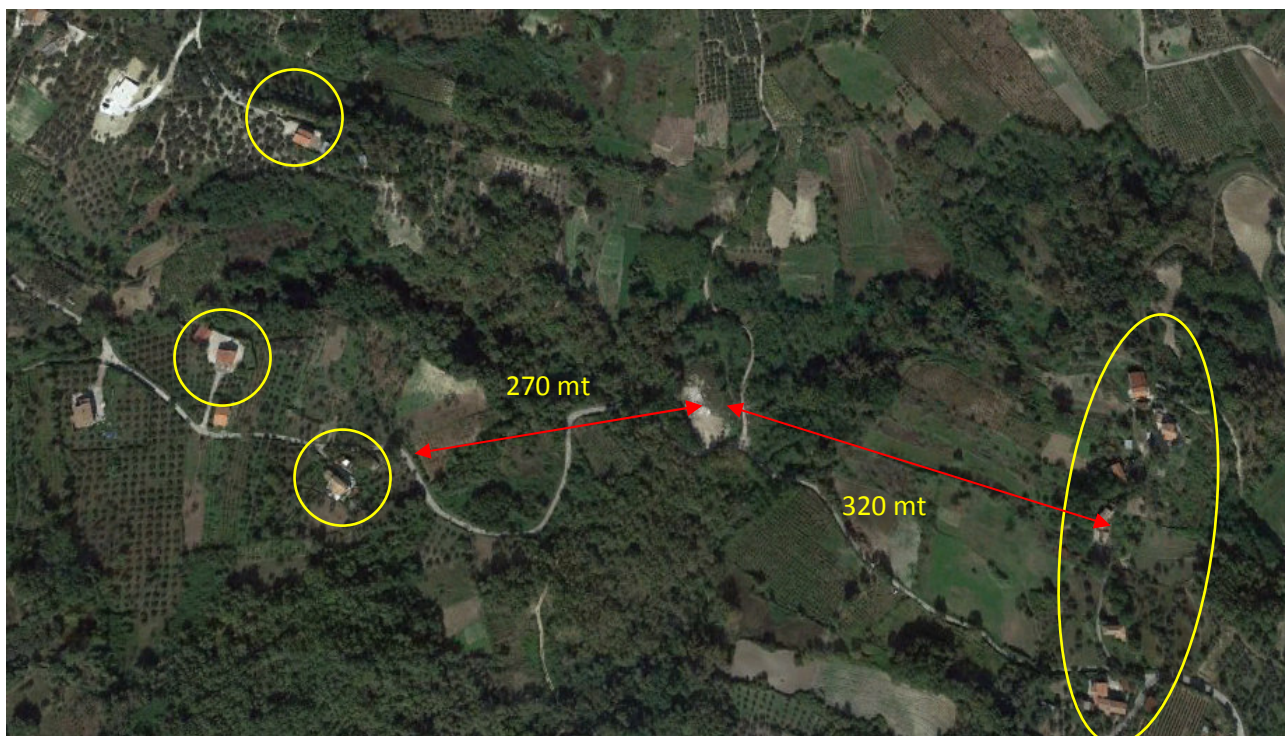
Tale campionatore passivo servirà a valutare la qualità dell'aria dei composti inorganici (H₂S, NH₃) e dei composti organici volatili (COV).

PUNTO 14

In riferimento a tali considerazioni, l'elaborato progettuale *R06_Interventi di mitigazione criticità ambientali in cantiere* si integra con quanto segue:

Emissioni in atmosfera

Per quanto riguarda il controllo delle emissioni diffuse, in particolare per le polveri in fase di cantiere, va considerato ed attuato quanto riportato di seguito.



In figura sono stati individuati i principali recettori sensibili presenti nell'intorno dell'area oggetto d'intervento; questi sono rappresentati da alcune civili abitazioni le quali sono poste a distanze maggiori di 250 mt. Le quote dei recettori sono maggiori da quella dell'ex discarica in cui avverranno le lavorazioni di bonifica in progetto. Quindi va considerato che con l'interposizione delle barriere naturali, costituite dalla vegetazione arbustiva presente ai margini dell'area, di fatto da considerare come attività di tipo passivo, si determinerà un sensibile abbattimento delle emissioni diffuse.

Inoltre verranno messe in opera delle attività di mitigazione, di tipo attivo, mediante la bagnatura delle piste, dei piazzali di stoccaggio e dei fronti di lavoro.

Immissioni idriche accidentali

Le problematiche indotte dalla fase di realizzazione dell'opera sull'ambiente idrico sono legate, da un lato, alla vulnerabilità dell'ambiente, dall'altro ai rischi cui l'installazione potrebbe essere sottoposta per cause naturali (fattori naturali di rischio) sottovalutate o non valutate con esattezza.

Per quanto riguarda la seconda questione, si è cercato di minimizzare i rischi nella fase di scelta dei siti di cantiere, posizionati in modo tale da non entrare direttamente in conflitto con i corsi d'acqua presenti.

In merito alla vulnerabilità dell'ambiente, invece, sono state prese in considerazione le possibili cause di inquinamento delle acque, sia superficiali che profonde, direttamente indotto dai cantieri,

dovute a: sversamenti di sostanze inquinanti (oli, benzine, scarichi, etc.) sui piazzali di lavoro e lungo i percorsi dei mezzi meccanici, immissione idriche accidentali e sversamenti di percolato. In ogni caso verranno garantiti sistemi di sicurezza ed accorgimenti tecnici in fase dei lavori atti a non provocare danni per gli addetti ai lavori e per l'ambiente circostante.

Componente rumore

Le soluzioni tecniche adottate non comporteranno emissioni rumorose significative: di conseguenza l'impatto in questa fase è praticamente trascurabile.

Componente flora, fauna ed ecosistemi

Come detto in precedenza, durante la fase di cantiere ci si attende un rilascio di emissioni inquinanti e di polveri dovute ai lavori di cantiere. Tuttavia, le emissioni e le polveri durante questa fase saranno di entità ridotta e di natura temporanea.

In virtù di quanto sopra detto ed in considerazione del fatto della mancanza di formazioni vegetazionali di pregio nelle immediate vicinanze (uso agricolo del territorio), le interferenze relative allo stress da inquinamento sono complessivamente valutabili come negative di entità molto bassa o trascurabile.

L'impatto complessivo sulla componente vegetazionale è contenibile con un'opportuna opera di riqualificazione dell'intera area (individuazione delle migliori soluzioni progettuali atte a consentire il ripristino dello stato dei luoghi al termine dei lavori) e tramite l'applicazione generalizzata di misure di mitigazione e di inserimento ambientale delle nuove opere.

La realizzazione delle opere di bonifica potrà interferire sulla fauna sia durante la fase di costruzione sia nella fase di esercizio.

In particolare sono stati considerati i seguenti rischi di impatto:

- sottrazione diretta temporanea o permanente di habitat, eventi diretti di mortalità, istruzione di siti riproduttivi;
- incremento dell'effetto "barriera" e segregazione di meta popolazioni.

Durante l'esecuzione delle opere possono potenzialmente verificarsi eventi di mortalità diretta nei confronti di specie e/o individui con limitate capacità di dispersione (Anfibi, Rettili, piccoli mammiferi, ovature e/o prole di tutte le specie di Vertebrati) ed eventi di distruzione dei siti riproduttivi (nidi, tane).

Le opere determineranno, solo temporaneamente, la rimozione di habitat utili alla fauna.

Il territorio circostante l'area di intervento si connota prevalentemente come agricolo e di basso valore naturalistico e strutturalmente vocato ad ospitare un limitato quantitativo di siti idonei alla nidificazione ed alla riproduzione in genere. L'impatto è quindi valutabile complessivamente come negativo di bassa entità. Le attività di gestione post-operativa della discarica non comporteranno un significativo impatto sulle componenti in esame.

La riqualificazione ambientale dell'area, consentirà anzi di avere delle ricadute positive in termini di ricostruzione di un ecosistema vitale sulla stessa area che attualmente risulta povera di specie.

Componente paesaggio

Ad avvenuta bonifica è prevista una significativa trasformazione dell'area con interventi di riqualificazione ambientale a verde da realizzare al di sopra della copertura definitiva, che verrà sovrastata da uno strato di terreno vegetale.

Gli elementi previsti per la riambientalizzazione, costituiti da piantumazioni di arbusti ed alberi, connotano l'area in maniera significativa, trasformandola dal punto di vista paesaggistico in maniera ampiamente positiva rispetto alla situazione attuale, che risulta invece alterata per la presenza della vecchia discarica. Le opere a verde previste completano la tipologia ambientale esistente e quindi vanno a ricreare l'ambiente all'interno del paesaggio, che in alcuni decenni potrà evolversi in un ecosistema completo, consentendo di dimenticare l'originario impiego dell'area come discarica.

PUNTO 15

Relativamente a quanto già riportato nell'elaborato progettuale *PO_R.03 Piano di monitoraggio e controllo (integrazione)* si specifica quanto segue:

al fine di verificare che la discarica non determini fenomeni di inquinamento dell'ambiente circostante, è prevista la realizzazione di uno specifico sistema di monitoraggio, questo sarà organizzato secondo le prescrizioni del Decreto Legislativo n° 36/2003, che definisce i parametri da misurare e la cadenza delle misure per un periodo di 30 anni dalla chiusura della discarica (art. 8 comma 1 lett. m e allegato 1 punto 2.2 del D.Lgs 36/03) a partire dalla data di fine conferimento in discarica quantizzabile in circa 18 anni.

Pertanto, il periodo di monitoraggio e controllo residuo è circa 11 anni e di conseguenza il *Piano di monitoraggio e controllo* è stato calibrato su tale fascia temporale con una valutazione economica della fase di post gestione della discarica limitata a detto periodo temporale.

Il monitoraggio riguarda i seguenti aspetti:

- acque sotterranee (tramite piezometri appositamente realizzati);
- percolato;
- acque di drenaggio superficiale;
- biogas di discarica;
- qualità dell'aria nell'area circostante la discarica;
- cedimenti del corpo della discarica;
- parametri meteo climatici.

Il sistema di monitoraggio descritto è finalizzato a controllare lo stato dell'ambiente e verificare l'eventuale insorgere di emergenze ambientali connesse alla presenza della discarica.

Sono previste dal progetto, specifiche procedure di intervento da attuare nel caso in cui si riscontrino superamenti di determinate soglie di allarme, ovvero situazioni di inquinamento.

La gestione post-esercizio della discarica prevede la realizzazione di un impianto di raccolta ed estrazione del percolato mediante la realizzazione di pozzi di estrazione all'interno del corpo rifiuti. È opportuno precisare che le acque raccolte dal diaframma drenante di monte e le canalette di raccolta delle acque al perimetro della discarica (superficiali e sotterranee) convogliate in pozzetti separati, dopo un attento confronto con i parametri normativi del D.Lgs. 152/06, in merito allo scarico in corpo idrico superficiale, potranno essere sversate nel torrente a valle.

Va comunque valutato, che la realizzazione del sistema di raccolta delle acque bianche superficiali, tramite fosso di scolo con sottostante drenaggio a monte del sito, e il capping della discarica danno comunque garanzie di una minore infiltrazione di acque all'interno del corpo della discarica.

Con il passare del tempo, poi, si esauriscono anche i processi di trasformazione dei rifiuti che comportano in parte anch'essi la formazione di percolato.

Tenendo conto che la gestione del percolato e delle acque di discarica deve essere condotta per un tempo non inferiore a 30 anni dalla data di chiusura definitiva dell'impianto, e considerando che la discarica è stata chiusa ormai da 19 anni, i tempi di monitoraggio si riducono sensibilmente. Anche, in questo caso, il gestore si riserva di modificare la pianificazione se dopo 3-4 anni non si riscontrano particolari e sensibili variazioni.

Componente suolo e sottosuolo

Per quanto riguarda invece i problemi connessi ai cedimenti inesorabilmente generati dai fenomeni di trasformazione nel tempo dei rifiuti, va segnalato che l'ormai avvenuta stabilizzazione del corpo discarica rende l'impatto potenziale del tutto trascurabile.

Si prevede comunque di effettuare per i primi 2 anni un rilievo piano altimetrico mediante il quale monitorare cedimenti anche nell'ordine di pochi centimetri; naturalmente nel caso non si abbiano variazioni di rilievo i celerimetrici saranno previsti con cadenza maggiore.

Componente atmosfera

La scarsa presenza di biogas, consente di azzerare l'impatto esercitato dalla discarica in termini di emissione in atmosfera, sia in termini di odori molesti intorno al perimetro, sia in termini di emissioni di gas serra. Per permettere comunque la fuoriuscita di gas residuale, nel capping verranno previsti dei pozzi allestiti con torce.

Il gestore si riserva, inoltre, durante le operazioni di cantiere di valutare l'Indice Respirimetrico necessario per misurare indirettamente la stabilità biologica della sostanza organica, attraverso la misura della respirazione aerobica.

In particolare, ai sensi del D. Lgs. 36/2003, verrà eseguito il prelievo in 2 punti a monte e a valle della discarica lungo la direttrice del vento dominante al momento del campionamento, oltreché sui punti di sfiato del biogas, per il monitoraggio delle emissioni, in particolare con la seguente cadenza temporale:

SEMESTRALE: METANO (CH₄), ANIDRIDE CARBONICA (CO₂), OSSIGENO (O₂)

ANNUALE: ACIDO SOLFIDRICO (H₂S), AMMONIACA (NH₃), COMPOSTI ORGANICI VOLATILI (COV)

Nella successiva Tabella 2 è riportato il piano di campionamento previsto per le componenti sopra descritte :

Componente	Parametro	Frequenza misure gestione postoperativa
Percolato	Volume	Semestrale
	Composizione	Semestrale/Annuale
Acque superficiali di drenaggio	Composizione	Semestrale
Acque sotterranee	Livello di falda	Semestrale
	Composizione	Semestrale
Emissioni diffuse	Indice respirometrico	Semestrale

Per tale periodo è stato previsto un ***Piano finanziario*** strettamente connesso alle dovute operazioni di manutenzione dell'area dell'ex discarica e di tutte le azioni di monitoraggio che si dovranno effettuare. Il piano è tale da produrre un valore complessivo, allo stato attuale, di circa € **238.470,00** che, tradotto in termini annuali, per gli 11 anni previsti corrisponde a **21.679,10** €/anno oltre oneri. Tale contributo economico sarà ovviamente a carico del Comune di Campoli del Monte Taburno(BN) attraverso un soggetto Gestore, così come indicato nel *Piano di monitoraggio e controllo*, i cui costi saranno coperti dal prezzo applicato per il ciclo dei rifiuti dallo stesso ente comunale.

Infine, si specifica che, riguardo le competenze dell'ARPAC relativamente ai controlli da effettuare e alle frequenze di campionamento riportati nell'elaborato progettuale *R03 Piano di monitoraggio e controllo* la frequenza programmatica dei controlli proposti non vuol essere in alcun modo un condizionamento delle scelte dell'ente di controllo a cui si riconosce la sua imprescindibile autonomia.

PUNTO 16

Fare riferimento all'elaborato progettuale *R08_Piano finanziario(integrazione)*

PUNTO 17

Per il controllo delle acque meteoriche si farà riferimento ai valori della tabella 4 dell'all. 5 alla parte III del D.Lgs 152/2006 mentre per le acque sotterranee alle CSC riportate alla tabella 2 dell'all. 5 alla parte IV - titolo V "bonifica siti contaminati" del D.Lgs 152/2006.

PUNTO 18

Così come prescritto in sede di Conferenza dei Servizi, i piezometri di controllo, sono stati spostati a valle della delimitazione delle aree di contaminazione del suolo. Per le acque sotterranee sono stati posizionati all'interno, lato valle delle aree risultate contaminate.

PUNTO 19

Per tutte le opere idrauliche e per i sistemi di captazione che drenano percolato, acque contaminate e/o potenzialmente contaminate, sarà garantito sempre il costante funzionamento dei sistemi di aspirazione allontanamento e stoccaggio al fine di evitare ristagni di fondo, ovvero travasi in aree contigue; Saranno previsti periodici sopralluoghi e rilievi principalmente durante eventi meteorici significativi effettuando frequenti e tempestive asportazioni dei liquidi raccolti in base alla loro produzione.

PUNTO 20

Le acque sotterranee potenzialmente inquinate verranno gestite e trattate come rifiuto liquido, mentre al raggiungimento dei limiti di norma ambientali verranno gestite come scarico previa autorizzazione ai sensi della Parte Terza del D.Lgs. 152/2006, e le acque assimilate a quelle industriali.

PUNTO 21

Così come riportato nell'elaborato progettuale *R05_Piano di utilizzo delle terre da scavo* sarà garantita la corretta gestione come sottoprodotti e/o rifiuti derivanti dalle operazioni previste in progetto. La corretta gestione delle terre e rocce da scavo non potrà prescindere dalla caratterizzazione analitica e dalle risultanze delle indagini che hanno acclarato il superamento della CSC e CSR per il sito in esame.

PUNTO 22

In riferimento al processo di rinaturalizzazione è bene sottolineare che l'area oggetto di bonifica non ricade nel perimetro del Parco del Taburno – Camposauro, anzi ben distante da tale limite. Il contesto morfologico in cui è inserita la discarica è di tipo collinare e l'uso del suolo è prettamente agricolo con colture cerealicole, orticole e foraggere. Sulla base di tale premessa sono state riproposte nell'elaborato *R01_Relazione tecnica generale*, specie vegetali più consone all'area oggetto di intervento.