



COMUNE DI MONTEFREDANE

PROVINCIA DI AVELLINO



P.O.R. Campania FESR 2007-2013
Obiettivo Operativo 1.2

La tua
Campania
cresce in
Europa

- PROGETTO ESECUTIVO -

**"BONIFICA E MESSA IN SICUREZZA DELLA EX DISCARICA COMUNALE
SITA NEL COMUNE DI MONTEFREDANE (AV) IN LOC. S.ANTONIO"**

TAVOLA	R.01	ELABORATO: RELAZIONE GENERALE		
PROGETTISTI R.T.P.		TEKNOS S.r.L. SAES ASSOCIATES Dott. Geol. FRANCESCO FLORIO TEKNOS s.r.l. Via XX Settembre, 116 06124 PERUGIA C. F. e Part. IVA 0162952 054 3		
IMPRESA		FIMECO SRL P.IVA 10349831007 TEL. 06.92918432 - FAX 06.92912297 fimecosrl@legamail.it		
COMMITTENTE		COMUNE DI MONTEFREDANE (AV)		
PROPRIETARIO		COMUNE DI MONTEFREDANE (AV)		
PROGETTISTA ARCHITETTONICO	PROGETTISTA STRUTTURALE	DIRETTORE DEI LAVORI	COMPONENTE GEOLOGICA	COLLAUDATORE
PROGETTO		1528	DATA	OTTOBRE 2015
	AGGIORNAMENTO		DATA	FIRMA
A				
B				

INDICE

RELAZIONE GENERALE	2
1. Premessa	2
2. Riferimenti normativi.....	3
3. Ubicazione e descrizione del sito	9
4. Formazione della discarica	11
5. Inquadramento territoriale del sito	12
5.1 Inquadramento geomorfologico.....	12
5.2 Aspetto idrogeologico ed idrologico.....	14
5.3 Assetto geodinamico	15
5.4 Carta degli scenari di rischio	16
6. Esiti del Piano di investigazione e del Documento di Analisi del Rischio	17
6.1 Esiti in ordine alle indagini eseguite e alle modalità di esecuzione	17
6.2 Esiti e verifiche in ordine alle analisi di laboratorio	19
7. Il progetto esecutivo ed il ripristino ambientale	20
7.1 Premessa	20
7.2 L'eliminazione del biogas	21
7.3 Pozzi drenanti e di raccolta del percolato	23
7.4 Raccolta acque meteoriche.....	24
7.5 Diaframma drenante, barriera idraulica e diaframma impermeabile	25
7.6 Opere di consolidamento.....	26
7.7 Il capping.....	28
7.8 Delimitazione dell'area oggetto d'intervento	30
7.9 Ripristino ambientale	30
8 Monitoraggio della stabilità del pendio e controllo biologico delle acque	30
9 Il sistema antincendio	31
10 Conclusioni	31

RELAZIONE GENERALE

1. Premessa

La presente Relazione Generale, completa dei suoi allegati grafici e cartografici che ne fanno parte integrante e sostanziale, costituisce atto progettuale esecutivo per la "Bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica sita in loc. Sant'Antonio nel Comune di Montefredane (AV)".

Dietro richiesta prot. n. 3655 del 5 ottobre 2015 dell'Amministrazione Comunale di Montefredane (AV), la sottoscritta A.T.P., costituita dalla TEKNOS S.r.l. (CF 01629520543) con sede in Perugia alla via XX Settembre 116, rappresentata dall'Ing. Sergio Berti, quale capogruppo rappresentante e mandatario, dallo Studio Tecnico SAES ASSOCIATES (CF 01589090628) con sede in Benevento alla via Mario Rotili 130, rappresentata dall'Arch. Nicola Esposito, quale mandante, e dal Geologo Francesco FLORIO (CF FLRFNC60R05G631P), con sede in Pietrelcina (BN) alla via Francesco Paga 42, quale mandante, ha redatto il presente **PROGETTO ESECUTIVO** di "**Bonifica e di messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Sant'Antonio**" identificato, nell'ambito del Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Campania, con il codice n°4055C001.

La redazione del **PROGETTO ESECUTIVO** è finalizzato a definire la bonifica e la messa in sicurezza della discarica oltre a definire un *Piano di sorveglianza e controllo* ed un *Piano di manutenzione* che possano garantire il controllo e la gestione del sito rispetto alla sua bonifica e messa in sicurezza permanente. In ultimo vengono definite 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. Riferimenti normativi

Per maggiore chiarezza, nel seguito si riporta una breve sintesi dell'iter amministrativo Regionale e successivamente del Comune di Montefredane, che ha permesso l'attuazione di tali attività, e nello specifico la stesura del presente Progetto Esecutivo.

Con la D.G.R. n. 400 del 28.03.2006 e il D. D. n. 208 del 03.04.2006, la Regione Campania disponeva la realizzazione di attività di indagini preliminari da condurre su discariche comunali e consortili inserite nel Censimento Siti Potenzialmente Inquinanti (CSPI) del Piano Regionale di Bonifica, pubblicato sul BURC n. speciale del 09.09.2005, con fondi destinati al POR Campania 2000/2006 – Misura 1.8.

La suddetta Delibera di Giunta Regionale approvava i criteri e gli indirizzi per la definizione del "Piano delle Investigazioni Preliminari" redatto dal Gruppo Tecnico nominato con Ordinanze Commissariali numeri 248/03 e 328/03.

Tali investigazioni preliminari rilevano la presenza di n. 151 siti contaminati, ai sensi della normativa vigente, per i quali si rende necessario procedere alla successiva fase di caratterizzazione, ad integrazione delle indagini già svolte.

Al fine di procedere all'avvio di dette attività, da svolgersi ai sensi del D. Lgs. n. 152/2006, la Regione Campania - AGC 05 Settore Tutela Ambientale, con D.D. n. 911 del 07/11/2006, decreta l'assegnazione ai rispettivi enti comunali (riportati nell'Allegato A del medesimo decreto dirigenziale) un finanziamento pari a Euro 20.000,00 per ogni ettaro di discarica indagata.

Nel contempo l'ARPAC, in qualità di Ente Strumentale della Regione con esperienza specifica nel settore dei siti inquinati, viene incaricato per l'attività di coordinamento degli interventi di caratterizzazione, successiva validazione dei risultati e conseguente aggiornamento dell'Anagrafe dei Siti Inquinati.

Il suddetto decreto prevede altresì alcune disposizioni, sintetizzate nel seguito, alle quali i comuni rientranti nell'allegato A devono attenersi:

1. nel termine perentorio del 20/11/2006, comunicare all'AGC 05-Settore Tutela Ambiente e all'ARPAC l'avvio delle procedure per la realizzazione delle attività di caratterizzazione;
2. procedere all'affidamento del servizio entro il termine perentorio del 20/12/2006; rispettare quanto previsto dal Disciplinare regionale per l'acquisizione di beni e servizi;
3. trasmettere i risultati delle attività di caratterizzazione all'AGC 05-Settore Tutela Ambiente e all'ARPAC entro il 30.06.2007, con annessa relazione sulle attività svolte (amministrative e tecniche) e sui risultati ottenuti;

4. trasmettere, ai fini della liquidazione del rimborso delle spese sostenute, entro il 30.06.2007, all'AGC 05-Settore Tutela Ambiente, il quadro economico con annessa documentazione contabile di riferimento (art. 12 del citato disciplinare regionale), il cui importo complessivo non potrà superare euro 20.000,00 per ettaro di superficie di discarica indagata e comunque non oltre complessivi euro 100.000,00.

Nel caso specifico della ex discarica comunale del Comune di Montefredane (AV) situata in località S. Antonio, dietro incarico dell'Amministrazione Comunale di Montefredane (AV), l' A.T.P., costituita dall'Ing. Gerardo CIMINO, quale capogruppo rappresentante e mandatario, dall'Arch. Alberto Cannavale e dal Geologo Giovanni MORIELLO, con sede in San Giorgio del Sannio (BN), alla Piazza Immacolata n.2, tel/fax 082458232, ha redatto il Progetto Operativo e quello Definitivo di "bonifica e di messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Sant'Antonio" ed identificata con Cod. n°4055C001, seguendo la procedura tecnico-operativa indicata dal D. Lgs. 152/06 e ss. mm. ii. ed in ottemperanza a quanto disposto dall'AGC 05_Settore Provinciale di Avellino in Conferenza dei Servizi con Decreto n.122 del 20.07.2009. La redazione del Progetto Operativo è stata 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.

Il Comune di Montefredane, con nota prot. n°754/13 del 16/02/2013, trasmetteva all'U.O.D. 14 Autorizzazioni e rifiuti ambientali di Avellino_Giunta Regionale della Campania D.G. 5 il "Progetto Operativo di bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Sant'Antonio".

Successivamente, esaminato il progetto, sia l'ARPAC, con propria nota prot. n. 0018503/2013 del 05/04/2013, sia la Giunta Regionale della Campania_A.G.C. 05 Settore Provinciale di Avellino, nel verbale della Conferenza dei Servizi del 16/04/2013, hanno fatto richiesta di integrazioni al Comune di Montefredane (AV).

Le suddette richieste di integrazioni progettuali venivano notificate alla sopra richiamata A.T.P., la prima a mezzo fax da parte del Comune di Montefredane in data 09/04/2013, la seconda a mani proprie in sede della stessa Conferenza dei Servizi.

In ottemperanza a quanto richiesto dalla Conferenza dei Servizi, iniziata in data 16/04/2013 e conclusasi in data 04/04/2014, il Comune di Montefredane, prima con nota prot. n°3883 del 28/10/2013 ed infine con nota prot. n°788 del 08/03/2014, trasmetteva all'U.O.D. 14 di Avellino_ Regione Campania i richiesti elaborati progettuali integrativi, ossia:

- 1) riguardo la descrizione stratigrafica circa la profondità delle argille scagliose azzurre, si fa rilevare che, come già riportato correttamente nei sondaggi geognostici, la profondità delle stesse argille si rileva a partire dai 5-6 m rispetto al p.c.. Nella tabella di pagg. 1 e 2 della Relazione geologica è riportato lo spessore e non la profondità dello strato rispetto al p.c.. Pertanto, si ribadisce l'idoneità della profondità della barriera idrogeologica riportata in progetto, in quanto il tetto delle argille impermeabili si rinviene a partire dai 5 e i 6 m.
- 2) riguardo la mancanza del telo di impermeabilizzazione di sottofondo, al fine di tutelare le matrici ambientali ed evitare la commistione tra le acque di infiltrazione di monte ed il corpo rifiuti, si propone una barriera idraulica ubicata a monte della discarica e che va ad attestarsi ad una profondità di circa 6 metri dal p.c., in modo da intercettare le acque di falda provenienti da monte. La sua estensione planimetrica è stata dettata dai confini catastali della particella interessata.
- 3) riguardo l'ancoraggio del telo impermeabile del capping nel terreno, si fa rilevare che esso avverrà, secondo le direzioni ortogonali alla direzione di massima pendenza, attraverso la posa in opera di idoneo cordolo in c.a..
- 4) riguardo la realizzazione del sistema delle barriere idrogeologiche, si prevede la realizzazione di una vasca ex novo di raccolta del percolato, ubicandola 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 realizzata. 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 vasca stessa. Si precisa, altresì, che l'azione combinata della riattivazione del collettore del percolato esistente e l'estrazione dello stesso dai relativi due pozzi di drenaggio previsti garantisce il completo prosciugamento del volume di percolato esistente all'interno del corpo rifiuti. Inoltre, al fine di evitare qualsiasi eventuale infiltrazione di acqua di falda non inquinata episuferficiale nel corpo di discarica, si è previsto un sistema di trincee drenanti ubicate a monte dell'area di discarica, ortogonalmente alle linee di flusso della falda stessa.

Lo scarico finale di tale sistema di drenaggio è posto nel corpo recettore del fosso colatore esistente in cui si prevede la realizzazione di un pozzetto di ispezione per la fase di monitoraggio;

- 5) riguardo le opere di sostegno (gabbionate), si precisa che, sia nella Relazione di calcolo geotecnica della gabbionata che nel Computo Metrico Estimativo, la struttura si compone di un'altezza di fondazione di un metro e di un'altezza del muro di due metri, per un'altezza totale di tre metri, come riportato anche nei particolari costruttivi.
- 6) nelle tavole integrative del progetto è stato previsto il prolungamento della barriera drenante e del setto impermeabile (tali da inglobare anche la nuova vasca del percolato), verso est, compatibilmente con i confini catastali dell'area.
- 7) nelle tavole integrative è stato, altresì, previsto il punto di scarico delle acque meteoriche superficiali e di quelle del capping (P1), ubicato al limite tra l'area di discarica ed il fosso colatore, oltre alle canalette di convogliamento e smaltimento di dette acque.
- 8) riguardo l'impianto antincendio, si prevede l'installazione di due estintori a polvere alloggiati nelle rispettive cassette.

Sulla base delle risultanze istruttorie e dei pareri espressi nella Conferenza dei Servizi del 04/04/2014, l'U.O.D. 14 di Avellino_Regione Campania, con D.D. n°11 del 15/05/2014, approvava il "Progetto Operativo di bonifica e messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU sita alla località Sant'Antonio del Comune di Montefredane".

In corso di redazione del Progetto Definitivo da inviare alla Regione Campania per la richiesta di finanziamento, il rilievo celerimetrico dell'area oggetto di intervento evidenziava che alcune delle opere, previste nel già approvato Progetto Operativo, ricadevano nella fascia di rispetto del metanodotto (di undici metri) gestito da SNAM RETE GAS S.P.A.

Resa celermente edotta l'amministrazione comunale di Montefredane di tali riscontranze, si concordava con la stessa amministrazione di chiedere a SNAM RETE GAS S.P.A._Centrale di Montesarchio (BN) un sopralluogo in situ congiuntamente ai progettisti incaricati del progetto definitivo, per effettuare le operazioni di picchettamento della linea di metanodotto.

In accoglimento di tale richiesta, SNAM RETE GAS S.P.A._Centrale di Montesarchio, alla presenza dei progettisti incaricati di cui sopra, effettuava, in data 10/07/2014, le operazioni di picchettamento, redigendo apposito verbale.

A seguito delle risultanze del su richiamato picchettamento, l'amministrazione comunale di Montefredane, con nota prot. n°2325 del 23/07/2014, trasmetteva alla SNAM RETE GAS_Centrale di Montesarchio (BN) copia del Progetto Operativo, al fine di richiederne il parere e/o nullaosta.

La SNAM RETE GAS S.P.A._Direzione di Napoli, con nota prot. n. DISOCC/LAV/1075/RAU del 10/09/2014 inviata al Comune di Montefredane, esprimeva parere negativo al Progetto Operativo in quanto alcune delle opere di progetto ricadevano nella fascia di rispetto del metanodotto.

Pertanto, il Sindaco ed i progettisti incaricati della redazione del Progetto Definitivo, si recavano, in data 17/09/2014, presso la sede SNAM RETE GAS S.P.A._Direzione di Napoli, al fine di concordare le opere in variante al Progetto Operativo, necessarie ad ottenere parere favorevole/nullaosta. In tale sede si stabiliva di effettuare preventivamente delle prove investigative in situ, allo scopo di stabilire la consistenza del corpo rifiuti ricadente nella fascia di rispetto del metanodotto.

Previa comunicazione effettuata dall'amministrazione comunale di Montefredane, i progettisti incaricati della redazione del Progetto Definitivo e SNAM RETE GAS S.P.A._Direzione di Napoli presenziavano le operazioni di scavo in situ di due trincee, a mezzo escavatore meccanico, nel corpo rifiuti per valutarne la consistenza. Ciò al fine di individuare la migliore e più economicamente vantaggiosa soluzione progettuale in variante al Progetto Operativo già approvato con l'innanzi richiamato Decreto Dirigenziale n°11 del 15/05/2014, affinché le opere a farsi fossero contenute obbligatoriamente al di fuori degli undici metri di distanza dal metanodotto.

Pertanto, i progettisti incaricati del Progetto Definitivo, nella redazione delle variazioni da apportare al *Progetto Operativo* approvato con D.D. n°11 del 15/05/2014, tenendo conto di quanto su innanzi argomentato, hanno previsto:

- il **riabbancamento** dalla zona A alla zona B dei rifiuti presenti nella fascia di rispetto del metanodotto (11,0 m), per una superficie di 210 mq (comprensiva di una fascia di sicurezza per le opere a farsi di ulteriori 6,0 m) ed un volume di circa 315 mc, considerando uno spessore medio di rifiuti di 1,50 m;
- lo **spostamento** di tutte le opere presenti nella suddetta fascia (gabbionate di contenimento, diaframma drenante e barriera impermeabile, vasca di raccolta del percolato, canalette perimetrali per la raccolta delle acque piovane,...) ed il loro arretramento, a seguito del riabbancamento, a partire da 17,0 m di distanza dalla linea del metanodotto, così come individuata dal picchettamento effettuato da SNAM Rete Gas in data 10/07/2014.

Inoltre si specifica che la rimozione dei rifiuti presenti nella fascia di rispetto del metanodotto (11,0 m) e nella fascia di sicurezza per l'esecuzione delle opere (6,0 m) ed il loro successivo riabbancamento sul rimanente corpo rifiuti esistente, trattandosi di rifiuti urbani e/o assimilabili agli urbani, come dimostrato dal *Piano di caratterizzazione* e dal *Documento Analisi del rischio* approvati e confermato dalle due trincee investigative (T1 e T2) realizzate in data 17/09/2014, è **compatibile**, sotto il profilo ambientale, con la movimentazione in situ. Avendo i rifiuti da riabbancare una volumetria esigua (circa 315 mc) ed

occupando una superficie di soli 210 mq rispetto alla rimanente superficie della ex discarica (circa 1.400 mq), dove verranno distribuiti, si può procedere alla loro movimentazione in situ e successivo livellamento per uno spessore medio di 20 cm, non andando ad alterare il profilo esistente dell'area di discarica ossia la sua attuale conformazione morfologica.

I rifiuti riabbancati saranno, prima della realizzazione del capping finale, ricoperti immediatamente con terreno e/o argilla, onde evitare esalazioni maleodoranti.

Tutte le opere d'arte e le lavorazioni previste nel *Progetto Operativo* approvato con D.D. n°11 del 15/05/2014 rimarranno invariate per tipologia e caratteristiche, prevedendo la presente variante il solo arretramento delle stesse opere oltre la fascia di rispetto del metanodotto, a seguito del riabbancamento di una piccola quantità di rifiuti (dalla zona A alla zona B).

In considerazione di tutto quanto innanzi argomentato, il ***Progetto Operativo di variante*** è stato approvato con **D.D. n°44 del 17/03/2015** da parte dell'U.O.D. 14 Autorizzazioni e rifiuti ambientali di Avellino_Giunta Regionale della Campania D.G. 5.

In seguito alla presentazione del Progetto Definitivo alla Regione Campania con le modifiche di cui ai precedenti capoversi il progetto viene finanziato mediante POR COMPANIA FESR 2007/2013 - Obiettivo Operativo 1.2 - Decreto Dirigenziale n. 44 17/03/2015. Pertanto l'amministrazione Comunale di Montefredane procedeva alla pubblicazione del "Bando di gara mediante procedura aperta" prot. 1811 del 20/05/2015. In seguito all'espletamento della Gara la scrivente A.T.P. risultava aggiudicataria provvisoria come da prot. 3641 del 03/10/2015 del Comune di Montefredane (AV), e pertanto procedeva alla redazione del presente progetto esecutivo dei lavori di bonifica della discarica RSU sita in loc. Sant'Antonio nel Comune di Montefredane (AV).

3. Ubicazione e descrizione del sito

L'area in esame è ubicata in località *Sant'Antonio* ed è censita catastalmente al f.lio 1 particella 287.



Fig. 1 Stralcio planimetria catastale

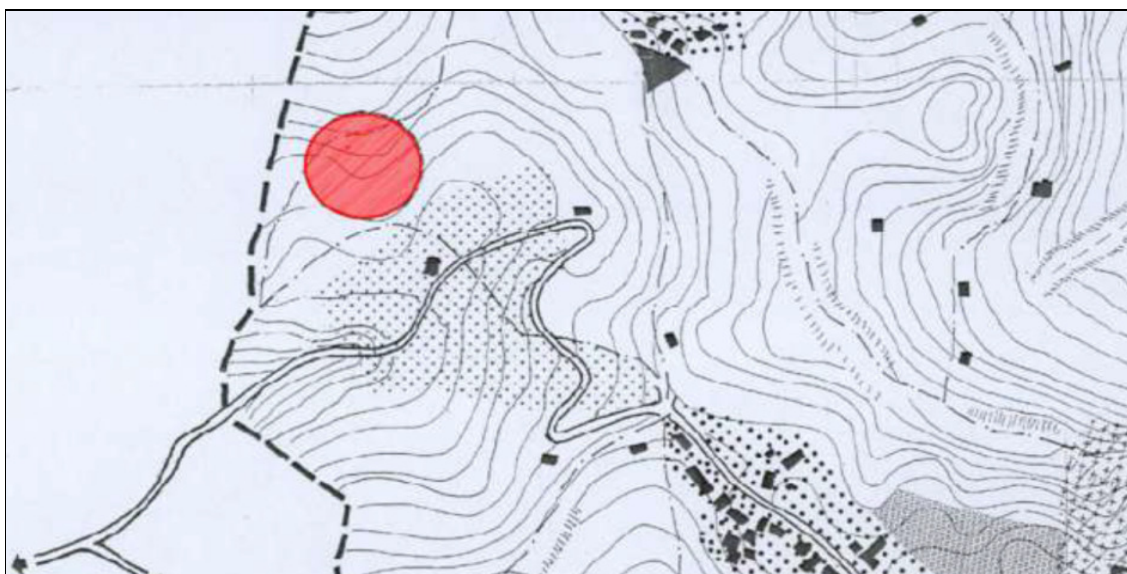


Fig. 2 Stralcio planimetria P.R.G. con area di intervento

Il sito ricade, secondo il P.R.G. vigente, in zona “E1-Zona agricola attuale” e risulta identificato, nell'ambito del Piano Regionale di Bonifica (PRB) della Campania, con il codice n°4055C001.

Si tratta di un'area dell'estensione complessiva di circa 3.260 mq, di proprietà privata, ricoperta da sterpaglia spontanea, caratterizzata morfologicamente da medie pendenze e dotata di naturale stabilità. Distando circa 2 Km dal centro abitato, è raggiungibile percorrendo la *strada comunale vicinale Visciglieto*.

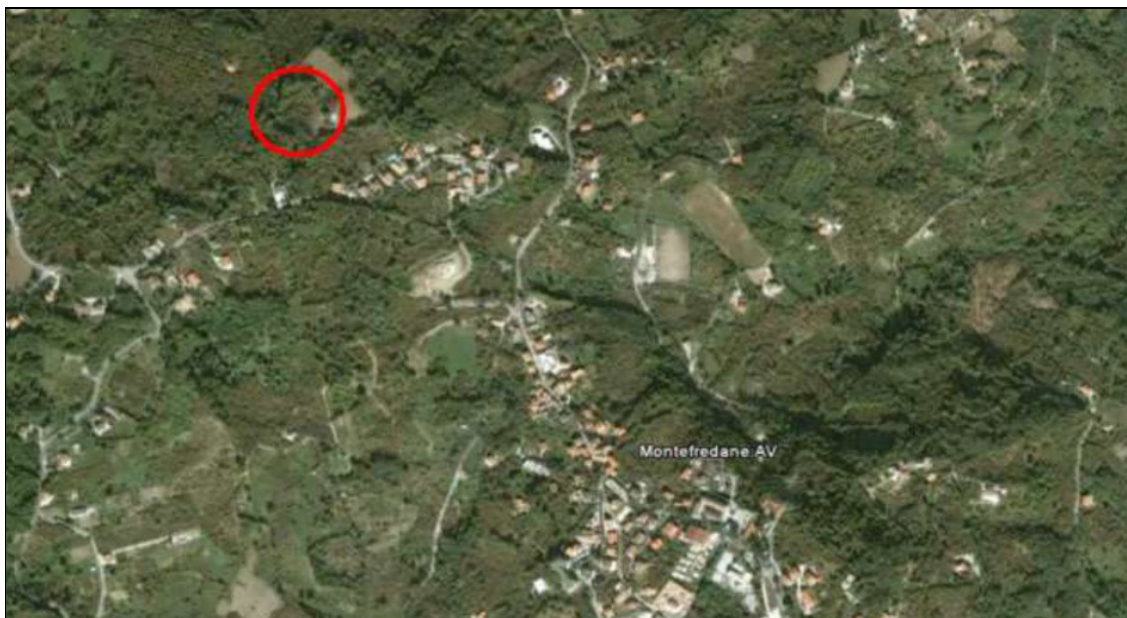


Fig. 3 Foto aerea dell'area di intervento

4. Formazione della discarica

La discarica è stata utilizzata dal Comune di Montefredane dal 1971 al 1986: in essa sono stati sversati i Rifiuti Solidi Urbani (RSU) prodotti dalle attività antropiche presenti sul territorio comunale. In fase di realizzazione, la discarica risultava sprovvista dello strato impermeabile artificiale: nel 1987 fu proposto il *"Progetto di adeguamento della discarica_L.441/87"* che, però, non è stato mai eseguito. L'area di insediamento della discarica risulta, allo stato attuale, delimitata da rete metallica sorretta da paletti in legno; inoltre, il sito si presenta saturo e ricoperto di terreno vegetale, arbusti e vegetazione spontanea. I terreni circostanti sono coltivati per buona parte a nocciuleti.

La discarica risulta oramai chiusa al conferimento rifiuti da oltre 25 anni ed è, altresì, sprovvista di punti di stoccaggio, fognature, aree di carico/scarico degli accumuli di rifiuti.

5. Inquadramento territoriale del sito

5.1 Inquadramento geomorfologico

Nelle linee generali l'aspetto morfologico è caratterizzato da un assetto tipico delle zone collinari, con profili generalmente morbidi, dovuti al susseguirsi di leggeri declivi, con bruschi cambi di pendenza e forre, più o meno incise, in corrispondenza del corso d'acqua principale (Fiume Sabato) e secondario (Vallone del Bosco di Prata).

In questo paesaggio così modellato, la dorsale di Montefredane rappresenta un'area singolare per la presenza di estesi crinali pur essendo, infatti, non dissimile come litologia dalle zone vicine. I motivi di tale situazione sono probabilmente di origine strutturale in quanto il sollevamento tettonico, in questo settore del bacino del Sabato, è stato meno pronunciato che altrove.

Il reticolo idrografico è costituito dall'asta principale del F. Sabato (ordine gerarchico III) e dalle aste torrentizie secondarie: il Vallone del Bosco di Prata (ordine gerarchico II) e dai suoi affluenti di ordine gerarchico I.

In particolare l'area ove è ubicata la discarica è situata ad una distanza di circa 1100 metri a nord-ovest del centro abitato di Montefredane sull'ampia fascia medio-alta del crinale che delimita la valle del F. Sabato e del suo affluente Vallone del Bosco di Prata, ad una quota compresa tra 590 e 595 m s.l.m..

L'area di forma pressoché trapezoidale, individuata in Catasto al Foglio n. 01 del Comune di Montefredane, particelle n. 287, è delimitata a sud dalla strada comunale S. Antonio, a monte ed a valle con delle proprietà private.

La pendenza originale del versante è di circa 17%, ma si notano continui salti di pendenza dovuti agli apporti di materiali diversi (corpo discarica) e ad antichi terrazzamenti.

Dall'analisi della carta degli scenari di rischio da frana facente parte del piano stralcio per l'assetto idrogeologico redatto dall'Autorità di Bacino dei Fiumi Liri-Garigliano-Volturno, risulta che la zona oggetto di studio non rientra in nessuna delle aree a rischio (vedi in merito le allegate planimetrie).

Nel Piano Urbanistico Comunale la zona è classificata "2- mediamente stabile" a causa dell'effetto di forte erosione delle acque dilavanti che hanno generato una serie di punti critici lungo le scarpate.

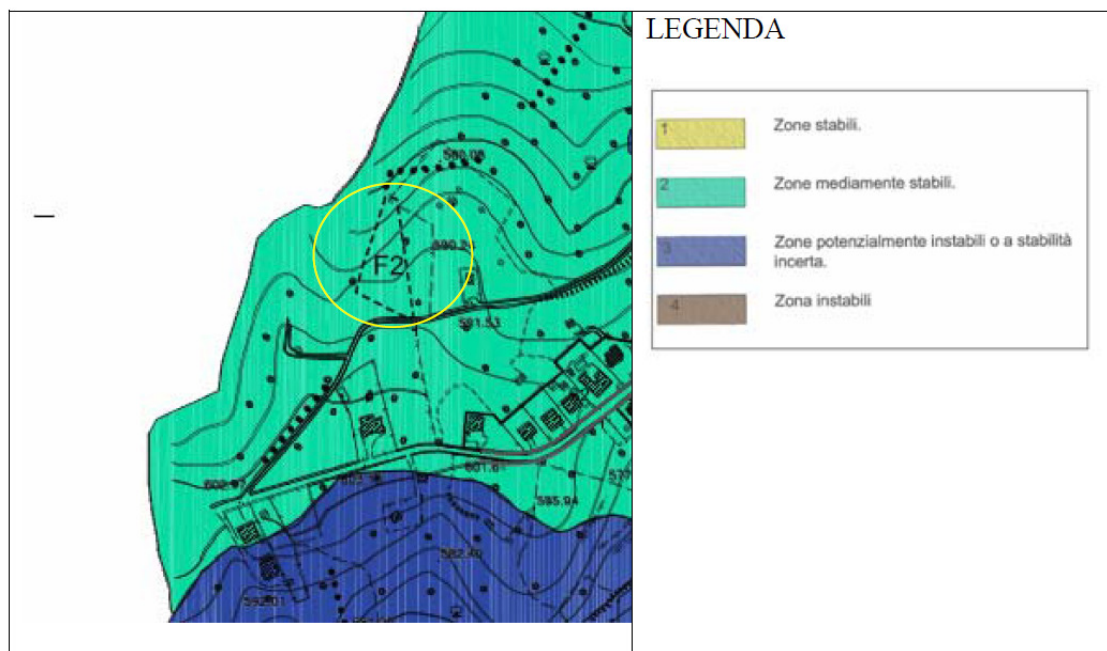


Fig. 4 Puc Comunale di Montefredane - Tav. 5a

Le caratteristiche geologiche generali descritte sono state puntualmente verificate nel territorio comunale di Montefredane e la loro presenza nell'area in studio è stata accertata attraverso un minuzioso rilevamento geologico di superficie.

Tale studio è stato integrato dalle risultanze emerse dalle indagini geognostiche pregresse eseguite nella fase di progettazione definitiva.

Dai dati così emersi, si evidenzia la seguente situazione stratigrafica locale, di seguito schematizzata in tre litotipi:

- **Litotipo A** dei terreni di copertura: è costituito da materiale di origine vulcanica, dato da piroclastiti e pomici incluse. Il litotipo si presenta alterato, disomogeneo ed ha uno spessore variabile nell'area investigata compreso tra m. 3,50 e 4,60.
- **Litotipo B** delle argille scagliose: tale litotipo presenta uno spessore limitato di circa m. 1,50 ed è costituito da argille scagliose verdastre alterate con sfumature di colore azzurro.
- **Litotipo C** delle argille scagliose azzurre: questo litotipo non affiora in superficie e costituisce il substrato sui cui poggiano i terreni affioranti su gran parte del territorio comunale di Montefredane. È costituito da argille sabbiose a struttura scagliosa, compatte.

Lo spessore non è stato possibile accertarlo, ma risulta comunque essere maggiore alla profondità massima indagata di m. 22,00 dal p.c..

È da evidenziare che durante le perforazioni è stato rilevato un livello idrico alla profondità compresa tra m. -2,50 e m. -3,00 dal p.c..

5.2 Aspetto idrogeologo ed idrologico

Per quanto attiene le caratteristiche idrogeologiche generali dell'area, in relazione ai principali tipi litologico-formazionali di base prima illustrati ed alle loro intrinseche caratteristiche di drenaggio superficiale e di erodibilità, si evidenziano i seguenti fattori influenzanti il quadro idrogeologico di superficie e quello di substrato.

- Fattori influenzanti il quadro idrogeologico di superficie

L'idrografia dell'area comunale ha come collettore principale il Fiume Sabato e la sua rete dei tributari ed è strettamente legata alle caratteristiche di permeabilità dei terreni in cui essa si snoda.

Nelle formazioni argillose praticamente impermeabili, le acque scorrono in superficie e solo in minima parte sono assorbite dal suolo; gli impluvi si presentano, quindi, fitti e tortuosi, con pendenze talora elevate per cui sono frequenti fenomeni di intensa erosione, soprattutto, dove maggiormente può esplicarsi l'azione meccanica delle acque di ruscellamento e di dilavamento.

La circolazione idrica lungo gli impluvi è legata essenzialmente alle precipitazioni meteoriche, che sono cospicue per questo settore dell'Appennino Campano, concentrate in gran parte nei mesi invernali nel periodo che va da ottobre a maggio. La precipitazione media locale annua è di circa 1.250 mm, l'evapotraspirazione di circa 678 mm e l'infiltrazione superficiale di circa 572 mm.

L'area di discarica è collocata in prossimità del locale spartiacque e non sono presenti torrenti o valloni nelle vicinanze, ma soli limitati solchi dovuti al ruscellamento di acque meteoriche superficiali.

- Fattori influenzanti il quadro idrogeologico di substrato

L'assetto idrogeologico di substrato è strettamente connesso ai tipi litologici deposizionali costituenti i seguenti complessi idrogeologici così individuati:

Terreni ad alta permeabilità: a questo complesso appartiene il litotipo A dei terreni di copertura costituiti da materiale di origine vulcanica (piroclastiti e pomici incluse) . Esso è dotato di elevata permeabilità per porosità in quanto il suo disordinato accumulo e la sua eterogeneità hanno determinato una elevata capacità di infiltrazione delle acque meteoriche.

Terreni impermeabili: appartengono a questa categoria i litotipi B e C delle argille scagliose, che per la presenza della componente argillosa posseggono caratteri di impermeabilità. Le poche manifestazioni sorgentizie e di piccolissima

portata si esauriscono nei mesi della siccità estiva tipica di queste aree interne dell'Appennino Campano.

Durante la perforazione dei sondaggi geognostici eseguiti in fase di progettazione definitiva sono stati rinvenuti dei livelli di falda a profondità variabili, ma sempre intestati nel litotipo A

Sondaggio	Profondità falda dal p.c. (mt)
S1	3.0
S2	2.50
S3	2.70

5.3 Assetto geodinamico

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20/03/2003 e il successivo il D.M. n. 29 del 14/01/2008 hanno aggiornato la normativa sismica finora in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione del suolo.

Tali riferimenti normativi, inoltre, propongono l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A-B-C-D-E) tipologie di suoli (più altri due speciali S₁ e S₂) da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{s30}).

Nel caso in esame è stata utilizzata l'indagine geofisica denominata Sismica Passiva che utilizza le registrazioni del rumore sismico ambientale (Microtremore) per analizzare il rapporto tra le componenti spettrali orizzontale H e verticale V del moto delle particelle di terreno (Nakamura). Nella caratterizzazione sismica del sito si è tenuto conto anche dell'indagine sismica denominata down-hole, eseguita precedentemente durante la campagna di indagini del 2008, nel foro di sondaggio P/1, che consente la stima della velocità di propagazione delle onde elastiche sia di compressione (V_p) che di taglio (V_s) e delle caratteristiche elastiche dei terreni investigati.

Con il contributo di entrambe le metodologie di indagine è stato, quindi, possibile attribuire i terreni interessati dalle fondazioni delle opere in progetto ad una delle categorie di sottosuolo richieste dalla N.T.C. 2008 utilizzando il parametro VS30 contemplato, comunque, nelle stesse Norme Tecniche sulle Costruzioni 2008 e di attribuire loro la frequenza di risonanza di picco del sito.

Il VS30 così ottenuto dalla prova HVSr, eseguita proprio sulla verticale in cui è stato eseguito il sondaggio P/1, presenta un valore pari a 365,97 per cui esso classifica il profilo stratigrafico del suolo di

fondazione del sito in oggetto appartenente alla categoria "B" ovvero Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Le condizioni topografiche caratterizzate da pendenze generalmente minori del 17% (10°), permettono di attribuire l'area in studio alla categoria topografia denominata T1 alla quale appartengono proprio quelle aree con pendii con inclinazione media minore di 15° (vedi tabella 3.2.IV delle N.T.C. 2008).

5.4 Carta degli scenari di rischio

La zona di discarica è stata indicata dall'Autorità di Bacino Liri-Garigliano-Volturno come area in assenza di Rischio idrogeologico, come può evincersi dalla Cartografia tematica dell'Autorità di Bacino. 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.

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

6. Esiti del Piano di investigazione e del Documento di 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 come descritto nei paragrafi precedenti, 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.

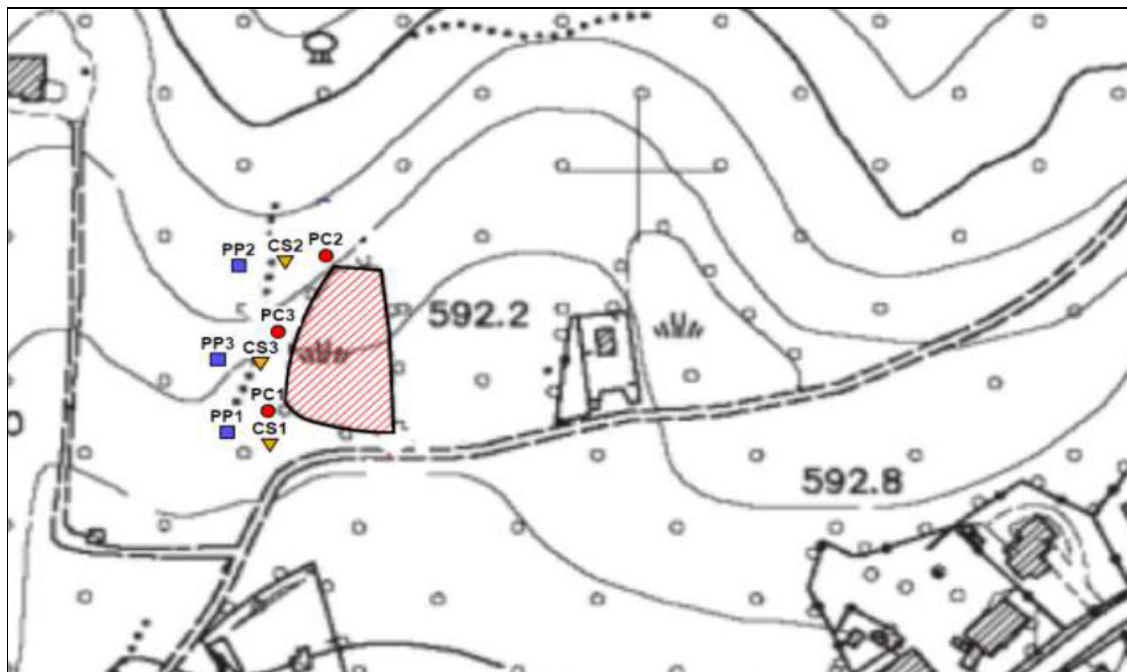
6.1 Esiti in ordine alle indagini eseguite e alle modalità di esecuzione

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. 152/06 (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.

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 falda: 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.



COMUNE DI MONTEFREDANE (AV)



Fig. 5 Aerofotogrammetria: piezometri e sondaggi

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.

6.2 Esiti e verifiche in ordine alle analisi di laboratorio

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

7. Il progetto esecutivo ed il ripristino ambientale

7.1 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 come previsto nel Progetto Definitivo 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.

Verrà poi effettuato il riabbancamento, dalla zona A alla zona B, dei rifiuti presenti nella fascia di rispetto del metanodotto (11,0 m), per una superficie di 210 mq (comprensiva di una fascia di sicurezza per le opere a farsi di ulteriori 6,0 m) ed un volume di circa 315 mc, considerando uno spessore medio di rifiuti di 1,50 m.

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 fase di bonifica esecutiva vera e propria mediante la realizzazione dei diaframmi drenante ed impermeabile, al fine di assicurare una barriera idrogeologica alla contaminazione presente nel sito.

Infine sarà realizzato il *capping* sul corpo rifiuti e la sistemazione a verde dell'intera area oggetto d'intervento.

In sintesi il progetto esecutivo prevede gli interventi di seguito elencati:

- sistema di captazione ed eliminazione del biogas;
- sistema di captazione del percolato;
- raccolta acque meteoriche;
- cinturazione perimetrale;
- opere di consolidamento;
- capping superficiale;
- recinzione e sistemazione esterna;
- interventi di recupero ambientale;
- opere di monitoraggio ambientale;
- sistema antincendio.

7.2 L'eliminazione del biogas

I pozzi

Per eliminare il biogas nel corpo dei rifiuti verranno collocati quattro camini, 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.



Figg. 6-7 Particolare del pozzo di aspirazione e camini per l'eliminazione del biogas

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. Il collegamento tra i pozzi e la torcia statica di combustione, avverrà con tubazione in PEAD del diametro di 90-125 mm.

La torcia di combustione

La torcia statica di combustione del biogas, proveniente dai singoli pozzi di captazione collegati tra loro con tubazione in PEAD del diametro di 90-125 mm, sarà in acciaio inox, modello a camera chiusa, tipo *Conveco*, completa di barilotto di separazione della condensa e del telaio di supporto.

Avrà portata nominale max biogas: 100 mc/h e temperatura di combustione max: 900°C. La torcia sarà provvista di sistema di ritenzione della fiamma e di valvola di intercettazione che ne consenta lo spegnimento. Il camino di contenimento della fiamma sarà dimensionato affinché la stessa non sia visibile dall'esterno. Una protezione esterna integrale al supporto di fissaggio a terra consentirà il rispetto delle norme di sicurezza per gli operatori addetti all'impianto. La torcia sarà dotata di sistema automatico di controllo ed accensione di fiamma costituito da: controllo della temperatura di fiamma tramite termocoppia; sequenziatore dei cicli di accensione programmabile in funzione delle esigenze dell'impianto; accenditore ad alta energia installato sulla torcia statica; sistema elettronico automatico per il controllo visivo del regime di carica e dello stato di efficienza della batteria; contenitore in esecuzione stagna provvisto di telaio di supporto.

Il pannello fotovoltaico multicristallino avrà le seguenti caratteristiche: alimentazione 12 V; potenza minima 50 W; potenza massima 55 W; dimensione delle celle 62,4 x 156 mm. Sarà completo di regolatore e telaio di supporto per il fissaggio su platea in cls.

La torcia sarà dotata di comando del sistema di accensione automatica installato sulla torcia statica e del pannello fotovoltaico di ricarica della batteria, completo di supporto.

MODALITA' DI POSA

L'impiego della torcia statica richiede una serie di accorgimenti e di procedure operative ben definite al fine di evitare danni alle persone ed alle cose. Gli operatori addetti alla installazione del sistema devono essere dotati di idonee attrezzature antinfortunistiche ed essere a conoscenza dei rischi connessi a operare in zone in cui è presente gas infiammabile.

Si avrà cura, durante la posa dei vari componenti, di adottare le seguenti procedure:

- completa sigillatura, con argilla, bentonite o miscele similari, della zona circostante il sistema di chiusura definitivo o provvisorio del pozzo di captazione (testa pozzo definitiva o a crescita progressiva);
- esatto posizionamento dell'otturatore, all'interno della camicia di contenimento del pozzo, nel caso di pozzi di captazione a crescita progressiva;
- accensione, nel caso di mancanza del sistema automatico, da eseguirsi con un sistema che consenta di mantenere una distanza di sicurezza dalla torcia statica per evitare rischi di scottature;
- verificare che in prossimità della torcia statica non esistano fughe di biogas dal corpo della discarica;
- evitare di avvicinarsi alla torcia statica, principalmente di giorno ove a causa del colore azzurro della fiamma la stessa risulta invisibile;
- evitare contatti con la torcia statica, dopo la sua accensione.

7.3 Pozzi drenanti e di raccolta del percolato

L'area del corpo rifiuti non contiene alcun presidio di estrazione del percolato, pertanto, all'interno della vasca, nel corpo rifiuti, saranno realizzati 2 pozzi di estrazione mediante pompaggio, a profondità di circa 10 metri.

Essi saranno realizzati mediante perforazioni eseguite con trivella meccanica del diametro di 80 cm e tubo filtro previo riempimento esterno con ghiaia e ghiaietto 2-7 cm arrotondato di natura calcarea.

Il tubo filtro avrà funzione drenante e sarà dotato di un pozzetto in cls prefabbricato e del coperchio in ghisa posto in superficie per l'ispezione ed il controllo. Per l'estrazione del percolato verrà utilizzata una

elettropompa sommersa di sollevamento: tali acque verranno convogliate in una vasca interrata impermeabile di stoccaggio provvisorio, prima del prelievo definitivo.

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.



Figg. 8-9 Vasca di raccolta del percolato e Pozzetto della rete fognaria del percolato in PEHD con giunzione a T

7.4 Raccolta acque meteoriche

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 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 6,0 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.



Figg. 10-11 Costruzione di un dreno suborizzontale e posa in opera di canaletta in geocomposito

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 posa in opera di idonea canaletta in geocomposito, con pendenze non superiori al 5%, e pozzetti intermedi e/o briglie di salto idraulico.

Le acque raccolte dai due sistemi drenanti (*acque bianche*) verranno convogliate nel fosso colatore esistente, previa risagomatura del terreno del canale a cielo aperto.

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.

7.5 Diaframma drenante, barriera idraulica e diaframma impermeabile

Il diaframma drenante sarà realizzato a valle e sul lato ad ovest dell'area di discarica, al fine di allontanare le acque di circolazione sotterranea dal corpo rifiuti, mediante una sequenza di perforazioni eseguite con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità media di 10,0 m al fine di attestare la testa dei pali di almeno 1 m nel substrato impermeabile di argille marnose. Il foro sarà successivamente completato mediante il 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. La barriera idraulica, con le stesse caratteristiche del diaframma drenante, avrà una lunghezza di 115,0 m ed una profondità media di 10,0 m al fine di attestare la testa dei pali di almeno 1 m nel substrato impermeabile di argille marnose.

Saranno realizzati tre pozzi 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.

A valle e sul lato ad ovest del diaframma drenante, per una lunghezza di 60,0 m, sarà realizzato un diaframma impermeabile mediante perforazione con trivella meccanica del diametro di 50 cm e profondità media di 11,0 m, fino ad attestarsi nel sottostante substrato impermeabile per almeno 1 m. Il foro verrà riempito con una miscela di acqua, cemento e bentonite, nonché munito di telo impermeabile. In ultimo si precisa che il diaframma impermeabile sarà realizzato con pali secanti.

7.6 Opere di consolidamento

Per il contenimento del capping verranno realizzati, al piede dell'ammasso di RSU, gabbioni in rete di acciaio e pietrame di varia pezzatura e rinverdimento del paramento esterno.

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.

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.

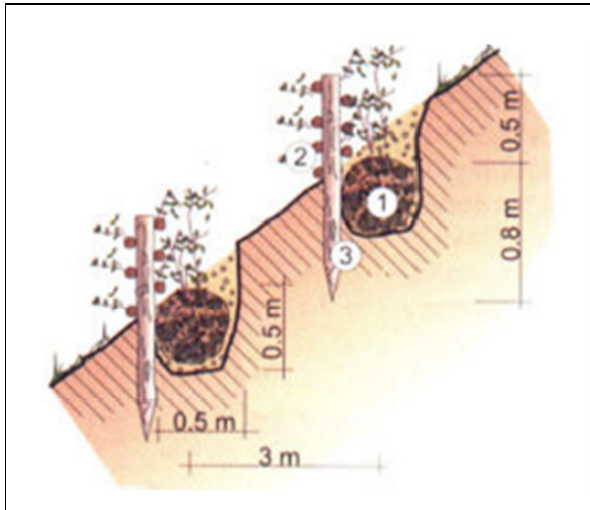
I diversi elementi scatolari sono collegati tra di loro in modo da realizzare una **struttura continua e monolitica**: le operazioni di legatura sono effettuate con filo di acciaio delle stesse caratteristiche di quello utilizzato per le rete a doppia torsione oppure con punti metallici meccanizzati ad alta resistenza. L'**efficienza e la durata nel tempo** richiedono anche l'uso di pietrame di alto peso specifico, non friabile e nemmeno 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 sovrizzo) sempre previa una verifica di stabilità della nuova sezione. **La modularità delle 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. Inoltre a monte dei gabbioni verranno inserite balaustre di delimitazione in legno.



Figg. 12-13 Gabbionate di contenimento

Inoltre sulla base di quanto riscontrato in sede di sopralluoghi e di quanto previsto in progetto, verranno eseguiti interventi integrativi di ingegneria naturalistica che tendano alla rinaturalizzazione ed al consolidamento dei versanti instabili mediante viminate con talee. Verranno perciò eseguite a valle del metanodotto e nei punti ove si rileva la maggiore possibilità di erosione del terreno, viminate in legno con talee di specie arbustive autoctone che sono strutture di stabilizzazione superficiale in legname disposte trasversalmente alla linea di massima pendenza del versante. Le viminate verranno poste in opera nelle zone di terreno particolarmente acclivi ed a rischio di erosione. La formazione di piccoli gradoni lineari sorretti dalle strutture in legname determina la riduzione dell'azione erosiva sul versante, grazie all'azione di trattenimento esercitata dal gradone, consentendone il rapido rinverdimento e il rapido attecchimento delle talee di specie arbustive e/o arboree che saranno messe a dimora a monte della viminata. Le viminate offerte sono costituite da picchetti in legno lunghi 1,30 m ed infissi nel terreno per almeno 2/3 della loro lunghezza con un interasse di ca. 1m. Tra i picchetti, verrà posizionato un intreccio di rami e pertiche legnose verdi, a monte delle quali verranno messe in opera talee. Queste opere permetteranno al tempo stesso il controllo dell'erosione superficiale trattenendo il terreno in occasione delle piogge e la rinaturalizzazione del versante oggetto di intervento.



Figg. 14-15 Vimate con talee

7.7 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.

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 eseguito con tecnica agronomica con spessore complessivo maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e consenta di proteggere 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 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 4.
3. rivestimento impermeabile superficiale costituito un materassino di tipo bentonitico, costituito da bentonite sodica anidra (argilla proveniente dalla decomposizione di ceneri vulcaniche, caratterizzata da una bassissima permeabilità e da una altissima plasticità), generalmente in polvere, racchiusa tra due geotessili; lo spessore complessivo è di circa 0,5-1 cm e la permeabilità garantita è dell'ordine di 10^{-9} cm/s. Nel dettaglio il geocomposito dovrà avere una massa superficiale totale, con contenuto di umidità della bentonite del 12%, non inferiore a 5,2 kg/mq, uno spessore non inferiore a 5 mm, una resistenza a trazione in direzione longitudinale (MD) non inferiore a 5,2 kg/mq (norma EN ISO 10319), con un allungamento non superiore al 70%, una permeabilità non maggiore di 5×10^{-11} m/s con pressione di confinamento laterale di 35 kPa e sovraccarico superiore di 15 kPa, una resistenza al peeling in direzione longitudinale non inferiore a 65N.
4. strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, 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. 16-17 Posa in opera del geocomposito e particolare degli elementi costruttivi

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

7.8 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 di altezza cm 200.

L'accesso all'area sarà garantito dalla realizzazione di un ingresso, chiuso da cancello carraio, dalla strada comunale Visciglieto, di dimensioni tali da permettere il transito di veicoli speciali per la raccolta dell'eventuale percolato dall'apposita vasca e da un cancello pedonale posto a valle per agevolare le operazioni di manutenzione e gestione dell'area accessibile mediante una pista di servizio. Inoltre per delimitare la zona posta a valle del metanodotto si prevede la realizzazione di una fascia di piantumazione attiva con *Laurus Nobilis* ogni 50 cm.

7.9 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 loro apparato radicale, di tipo superficiale, ostacola con molta efficacia il fenomeno del ruscellamento delle acque meteoriche e, di conseguenza, dell'erosione stessa. Inoltre nella zona di valle denominata Zona A e in quella immediatamente al di sotto del metanodotto verrà eseguita l'idrosemina di piante perenni a radicazione profonda in grado di contribuire alla decontaminazione dell'area stessa.

8 Monitoraggio della stabilità del pendio e controllo biologico delle acque

Verrà collocata una rete di piezometri per controllare il livello della falda, così come riportato nella tavola progettuale relativa al *monitoraggio*.

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.

9 Il sistema antincendio

Il sistema antincendio prevede la fornitura e posa in opera di n°02 estintori a polvere, omologati secondo DM del 20/12/82, con valvola a pulsante, valvola di sicurezza a molla e manometro di indicazione di carica e sistema di controllo della pressione tramite valvola di non ritorno Da 12 kg, classe 43 A 183BC, e relativi cassetta e cartello di segnalazione.

10 Conclusioni

La redazione del presente *Progetto Esecutivo* è finalizzata, sulla base delle risultanze prima del *Piano di Caratterizzazione* e del relativo documento di *Analisi del Rischio* e successivamente del *Progetto Definitivo*, nonché del successivo D.D. n°44 del 17/03/2015 di approvazione della **variante al Progetto Operativo**, già approvato con D.D. n°11 del 15/05/2014, a realizzare la bonifica e la messa in sicurezza permanente della ex discarica di RSU rispetto a quelle che sono:

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

In ultimo il presente progetto è volto a definire un *Piano di sorveglianza* 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.