

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

PROGETTO DI OTTIMIZZAZIONE DEL FRONTE PERIMETRALE E COMPLETAMENTO DEL SEDIME DELLA DISCARICA DI GRUMOLO DELLE ABBADESSE CON INCREMENTO DEI VOLUMI DI CONFERIMENTO

PROGETTO DEFINITIVO

Descrizione Elaborato

RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Edizione 01	Data: 30.04.2021	Rev.00	Data 30.04.2021
-------------	------------------	--------	-----------------

Ruolo	Tecnico	Ente / Società
Coordinamento Generale Progetto	Ing. Ruggero Casolin	Società Intercomunale Ambiente s.r.l.
Coordinamento Tecnico Progetto	Ing. Stefano Busana	Studio Tecnico Ing. Stefano Busana
Collaboratori:	Ing. Giulia Dal Corso	Valore Ambiente s.r.l.
	Geom. Gianluca Meneghin	
Coordinamento Sicurezza per la Progettazione:	Ing. Mauro Sofia	Studio di Progettazione Ing. Mauro Sofia
Coordinamento Studio di Impatto Ambientale:	Arch. Maria Dei Svaldi	Desam Ingegneria e ambiente s.r.l.
Estensori Studio di Impatto Ambientale:	Ing. Francesco Bertin	Desam Ingegneria e ambiente s.r.l.
	Ing. Andrea dei Svaldi	
	Dott. Paolo Criscione	
	Dott. Marco Zanta	
	Dott.ssa Bianca Pusterla	
Studio LCA Analisi Alternative	Dott. Alex Zabeo	
	Dott. Michele Molon	
Studio di Impatto odorigeno	Ing. Andrea Dian	Umwelt s.r.l.
	Ing. Alessandro Ramon	
Studio di Impatto Acustico (integrazione)	p.i. Antonio Trivellato	

Cod. file: RTI.pdf	Data emissione: 30.04.2021	Controllato:
--------------------	----------------------------	--------------

Società Intercomunale Ambiente s.r.l.

Via Quadri snc
Grumolo delle Abbadesse (VI)
t. +39.0444.583558 | info@sia.vi.it

sia
Società intercomunale ambiente

SOMMARIO

1	PREMESSA.....	6
2	MOTIVAZIONI STRATEGICHE E PROGRAMMATICHE.....	10
3	CRONISTORIA DELL'IMPIANTO ESISTENTE	12
4	ASPETTI NORMATIVI NELLE DISCARICHE – D.LGS 121/2020	18
5	LOCALIZZAZIONE, CLIMA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL SITO	19
5.1	GENERALITÀ.....	19
5.2	SITUAZIONE GEOLOGICA, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA.....	20
5.2.1	Generalità	20
5.2.2	Indagini geologiche di previsione	20
5.2.3	Riscontro della situazione geologica e idrogeologica in fase di scavo.....	25
5.3	SITUAZIONE IDROCHIMICA DELLE ACQUE SOTTERRANEE.....	26
5.4	VALUTAZIONE DELLA COMMISSIONE V.I.A. PROVINCIALE SULLO STUDIO GEOLOGICO.	28
5.5	INTEGRAZIONE DELLO STUDIO GEOLOGICO E GEOTECNICO	29
6	COMPLETAMENTO/RIPRISTINO DEL SEDIME	32
6.1	GENERALITÀ.....	32
6.2	LAVORI PROPEDEUTICI ALLA REALIZZAZIONE DELLA “NUOVA” VASCA	33
6.3	BARRIERE E STRATO DRENANTE DI FONDO.....	34
6.3.1	Generalità	34
6.3.2	Barriera geologica	34
6.3.2.1	Strato argilloso naturale di fondo.....	34
6.3.2.2	Diaframma plastico perimetrale	35
6.3.3	Strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo	36
6.3.3.1	Formazione della vasca “ripristinata” - Morfologia del fondo.....	36
6.3.3.2	Formazione dello strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo	36
6.3.4	Impermeabilizzazione artificiale delle sponde.....	37
6.3.5	Geomembrana.....	40
6.3.6	Geotessile di protezione.....	40
6.3.7	Strato di drenaggio del percolato.....	41
6.3.7.1	Generalità.....	41
6.3.7.2	Drenaggio granulare di fondo vasca	41
6.3.7.3	Drenaggio nelle sponde.....	42
6.3.8	Arginelli di separazione delle semivasche.....	43

6.4	INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI EMUNGIMENTO E RACCOLTA DEL PERCOLATO.....	44
6.4.1	<i>Generalità</i>	44
6.4.2	<i>Semivasca 18 A-B</i>	45
6.4.3	<i>Semivasca 18 C-D</i>	46
6.5	INTEGRAZIONE DEL SISTEMA DI ASPIRAZIONE E COLLETTAMENTO DEL BIOGAS.....	47
7	OTTIMIZZAZIONE DEL FRONTE PERIMETRALE	48
7.1	PREMESSA	48
7.2	CARATTERISTICHE E DIMENSIONAMENTO DEL <i>MURO</i>	49
7.2.1	<i>Schema di progetto</i>	49
7.2.2	<i>Analisi di stabilità</i>	52
7.3	STRATI DI COMPLETAMENTO DEL PARAMENTO INTERNO DEL <i>MURO</i>	55
7.3.1	<i>Generalità</i>	55
7.3.2	<i>Strati di tenuta</i>	56
7.3.3	<i>Sistema di drenaggio del paramento interno del Muro</i>	57
7.4	ATTRAVERSAMENTO DEL <i>MURO</i>	58
7.5	DETTAGLI ESECUTIVI.....	58
8	COMPLETAMENTO DELLA COPERTURA FINALE	59
8.1	GENERALITÀ.....	59
8.2	QUOTA MASSIMA E PENDENZA	59
8.3	COPERTURA PROVVISORIA	60
8.4	COPERTURA DEFINITIVA	62
8.4.1	<i>Generalità</i>	62
8.4.2	<i>Strato vegetale di finitura</i>	62
8.4.3	<i>Drenaggio ipodermico delle acque meteoriche</i>	63
8.4.4	<i>Strato di tenuta</i>	64
8.4.5	<i>Strato di rottura capillare e drenaggio del biogas – Sonde adacquatrici</i>	65
8.4.6	<i>Strato di regolarizzazione</i>	66
8.4.7	<i>Carichi indotti sul fondo a seguito della nuova configurazione</i>	67
9	NUOVA GEOMETRIA DELLA DISCARICA - VOLUME UTILE	68
9.1	GENERALITÀ.....	68
9.2	MODIFICHE INTRODOTTE DAL PROGETTO ESECUTIVO DEL 2011.....	68
9.3	SUCCESSIVI ARRETRAMENTI DEL FRONTE DISCARICA.....	69
9.4	VOLUME UTILE EFFETTIVO RELATIVO AL <i>PROGETTO DEL 2011</i>	69
9.5	VOLUME UTILE FUTURO	70

10 SISTEMA DI STOCCAGGIO E DEPURAZIONE DEL PERCOLATO	72
10.1 GENERALITÀ.....	72
10.2 IMPIANTO DI DEPURAZIONE IN SITU	72
10.3 SERBATOIO DI STOCCAGGIO	73
11 CAPTAZIONE E RECUPERO ENERGETICO DEL BIOGAS	75
11.1 GENERALITÀ.....	75
11.2 LINEAMENTI DELLA SITUAZIONE IMPIANTISTICA DEL <i>PROGETTO DEL 2011</i>	75
11.3 AGGIORNAMENTO DEL MODELLO PREVISIONALE DEL BIOGAS.....	76
11.4 RICONFIGURAZIONE DELLA RETE DI CAPTAZIONE DEL BIOGAS	77
11.4.1 Generalità	77
11.4.2 Descrizione delle modifiche apportate alla rete di captazione.....	77
11.4.3 Confronti con le dotazioni del Progetto del 2011	78
11.5 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE RECUPERO ENERGETICO	79
12 RIFIUTI CONFERITI – VITA UTILE	80
12.1 TIPOLOGIA DEI RIFIUTI IN INGRESSO - FLUSSI DI CONFERIMENTO.....	80
12.2 VOLUME UTILE - VITA UTILE DELL'IMPIANTO.....	81
13 MODALITÀ DI COLTIVAZIONE DELLA DISCARICA	82
14 RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE E DEL BIOGAS NEL TERRENO	85
15 STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO	86
15.1 GENERALITÀ.....	86
15.2 STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO IN FASE OPERATIVA.....	87
15.3 STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO IN FASE POST-OPERATIVA	89
15.3.1 Premessa	89
15.3.2 Modello previsionale di produzione del percolato in fase post-operativa.....	90
16 ASPETTI IDRAULICI - COMPATIBILITA' IDRAULICA	92
16.1 PREMessa	92
16.2 SITUAZIONE IDROGRAFICA DELLA ZONA DELLA DISCARICA	93
16.3 REGIMAZIONE IDRAULICA DELLA COPERTURA FINALE	95
16.4 INVARIANZA IDRAULICA IN GESTIONE OPERATIVA	100
16.5 TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	103
16.6 COEFFICIENTE UDOMETRICO A DISCARICA COMPLETATA	104
17 MODIFICHE AI PIANI DI CUI AL NUOVO D.LGS 36/2003	105

17.1	GENERALITÀ.....	105
17.2	PIANO DI GESTIONE OPERATIVA	105
17.3	PIANO DI RIPRISTINO AMBIENTALE.....	106
17.4	PIANO DI GESTIONE POST-OPERATIVA	110
17.5	PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO	111
17.6	PIANO ECONOMICO FINANZIARIO E TARIFFARIO	111
17.6.1	<i>Generalità – Vita utile della discarica</i>	<i>111</i>
17.6.2	<i>Costi di allestimento della discarica.....</i>	<i>112</i>
17.6.3	<i>Costi residui del pretrattamento.....</i>	<i>113</i>
17.6.4	<i>Spese tecniche.....</i>	<i>113</i>
17.6.5	<i>Costi di gestione operativa.....</i>	<i>113</i>
17.6.6	<i>Spese generali e utili d’impresa</i>	<i>114</i>
17.6.7	<i>Costi di gestione post-operativa</i>	<i>114</i>
17.6.8	<i>Tariffa di conferimento</i>	<i>115</i>

1 PREMESSA

Con l'emissione della Circolare a firma del Direttore dell'Area Tutela e Sviluppo del Territorio di Regione Veneto prot. n. 477961, del 15 novembre 2017, si chiedeva «*a tutti i Gestori di discariche, qualora nei propri percolati sia riscontrata la presenza di PFAS, di provvedere allo smaltimento degli stessi presso idonei impianti di trattamento termico, ovvero presso impianti di trattamento chimico-fisico di rifiuti dotati di appositi apprestamenti per l'abbattimento di questi composti.*» Tale Circolare, con tutta evidenza, poneva di fatto le basi per una radicale rivisitazione del processo di trattamento del percolato da discarica per RSU, alla luce della conclamata presenza in tale reflu di composti perfluoroalchilici (denominati PFAS), ancorchè in concentrazioni limitate.

La *Società Intercomunale Ambiente* (di seguito denominata anche *SIA SRL*), Concessionaria per la realizzazione, gestione operativa e post-operativa della discarica per rifiuti non pericolosi/urbani di Grumolo delle Abbadesse, a fronte dell'emergenza che si veniva a creare nei depuratori della Regione Veneto (nonché della correlata, sensibile, lievitazione dei prezzi di smaltimento), provvedeva a predisporre un progetto di depurazione del percolato in situ, basato sul processo ad osmosi inversa e riavviamento del *concentrato* in discarica, attualmente in via di implementazione. Ciò nondimeno, il recentissimo D. Lgs 121/2020¹, sembra precludere quest'ultima opzione, talchè il *concentrato* da osmosi inversa dovrà essere avviato a smaltimento presso impianti esterni idonei al trattamento dei PFAS. Detto scenario comporta, con tutta evidenza, un rilevante incremento dei prezzi di gestione del percolato rispetto a quelli finora applicati, oltre ai pesanti effetti sui costi di gestione post-operativa, generando un insostenibile aumento della tariffa di conferimento.

A fronte di tale situazione, peraltro comune a tutte le discariche per RSU, la soluzione che la Regione Veneto sembra voler perseguire per il contenimento dei suddetti rilevanti impatti tariffari è improntata sull'individuazione, laddove possibile, di aumenti volumetrici delle discariche².

¹DECRETO LEGISLATIVO 3 settembre 2020, n. 121, recante l'attuazione della Direttiva (UE) 2018/850, che modifica la Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. (GU Serie Generale n.228 del 14-09-2020). Sul tema in esame, pur non vietando esplicitamente la pratica del ricircolo del percolato in discarica, il nuovo Decreto ha cassato il passo dell'All.1 al D.Lgs 36/2003 che adombrava tale possibilità:

«2.3. CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO – La concentrazione del percolato può essere autorizzata solo nel caso in cui contribuisca all'abbassamento del relativo battente idraulico; il *concentrato* può rimanere confinato all'interno della discarica.»

² Questa ipotesi è stata esposta in più occasioni, anche pubbliche, da dirigenti regionali.

Peraltro, tale impostazione è simile, nella sua essenza, a quella contenuta nella «*DELIBERAZIONE DEL CONSIGLIO REGIONALE* n. 30 del 29 aprile 2015, recante il *Piano regionale di gestione dei rifiuti urbani e speciali. Decreto legislativo n. 152 del 2006* e successive modifiche e integrazioni e *Legge regionale n. 3* del 2000 e successive modifiche e integrazioni (Proposta di deliberazione amministrativa n. 91)», che, all'Art.15 - Norme particolari per le discariche di rifiuti, laddove gli ampliamenti di discariche per RSU sono consentiti solo nel caso di conclamata insufficienza del Fondo per la gestione post-operativa. Il comma 1 così recita:

«1. Sulla scorta dei dati consolidati nel presente Piano, non è consentita l'approvazione di nuove volumetrie di discarica per rifiuti non pericolosi e pericolosi, compresi gli ampliamenti delle discariche esistenti. Tale divieto va applicato almeno fino al 31/12/2020.»

Il successivo comma 2, tuttavia, precisa quanto segue:

«2. Le condizioni per la deroga al divieto di cui al comma 1 ricorrono esclusivamente nei seguenti casi: [...]

c) per le sole discariche per rifiuti urbani, approvate anteriormente all'entrata in vigore del D. Lgs n. 36/2003, e ai sensi dello stesso classificate come discariche per rifiuti non pericolosi, per le quali si evidenzia la motivata necessità di dar corso ad aumenti volumetrici mirati a sopperire eventuali aumenti tariffari correlati all'adeguamento dei costi per la gestione post-operativa, previo assenso del Comune competente per territorio».

In questo quadro, tenendo anche conto della cruciale importanza ambientale della disponibilità di un adeguato Fondo per la gestione post-operativa della discarica, SIA SRL propone una soluzione di incremento volumetrico della discarica basata sulle seguenti condizioni essenziali:

1. l'ottimizzazione di gran parte del fronte perimetrale della discarica, basata su una soluzione originale di contenimento del corpo rifiuti entro argini alti e acclivi;
2. il completamento del sedime disponibile, mantenendo tuttavia l'invaso entro l'attuale perimetro del diaframma plastico. Con ciò si intende la formazione di un'ulteriore vasca nel lotto in proprietà, così da occupare l'intera area compresa entro il diaframma perimetrale³.

In tal guisa, pertanto, si potranno conseguire i seguenti obiettivi:

- mantenimento della discarica entro l'attuale perimetro dell'esistente diaframma plastico, nell'ambito del confine di proprietà, senza occupazione di nuove aree esterne;
- mantenimento della quota massima fuori terra della discarica entro il valore attuale;
- creazione di un volume utile ai nuovi apporti di rifiuti, tale da garantire una tariffa di conferimento sostenibile, a fronte della copertura dei maggiori costi di trattamento del percolato e della conseguente formazione di un adeguato Fondo per la gestione post-operativa della discarica.

Da ultimo, la soluzione in oggetto si caratterizza per l'innovativa proposta di ricomposizione ambientale, basata, in primis, sulla realizzazione di colture floristiche nell'ambito del paramento acclive a vista dell'argine perimetrale.

La proposta di ottimizzazione del fronte perimetrale in oggetto costituisce una modifica dell'attuale sistema barriera superficiale della discarica, che, al netto del modesto ampliamento in fregio (il completamento del sedime disponibile entro il diaframma plastico), **mantiene inalterati l'area e la quota massima dell'attuale discarica.**

Così come configurata, pertanto, detta modifica lascia sostanzialmente immutati gli altri contenuti del *Progetto di ampliamento del 2011*⁴, che saranno, pertanto, confermati nel presente *Progetto*, fatti salvi i necessari adeguamenti da apportare alle modalità gestionali e alle opere non ancora realizzate, eventualmente introdotti dalla Normativa successiva al 2011, **segnatamente, a seguito di quanto previsto dal già citato D.Lgs 121/2020** e/o allorchè siano ravvisabili opportune modifiche migliorative non sostanziali.

Il presente *Progetto definitivo* si propone di sviluppare le succitate modifiche, **mantenendo, laddove non espressamente citato, i contenuti del Progetto di ampliamento del 2011.** Pertanto, saranno sviluppate le

³ Vale la pena ricordare sin d'ora che il *Progetto di ampliamento del 2011* (vedi oltre) comprendeva, **nella sua versione preliminare**, tutta l'area del sedime disponibile entro il diaframma plastico, ma fu successivamente ridotto per conformarlo ai volumi ritenuti sufficienti nelle previsioni dell'allora vigente *Piano Regionale Rifiuti* (2005).

⁴ Il Progetto di ampliamento attualmente implementato, così come denominato nella ricostruzione del cap. 3, *Progetto del 2011*. Trattasi del corpo di elaborati approvati con DGP n.149 del 27 aprile 2010 ed emendati dalle modifiche introdotte dal *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012* e dal *Progetto esecutivo della finitura a verde*. Nel presente *Progetto* saranno considerati gli elaborati così come aggiornati a seguito delle succitate modifiche.

parti modificate, le eventuali aggiunte e, nel caso di trattazione di argomenti non oggetto di modifica, saranno richiamati i passi essenziali del *Progetto del 2011*, nonché forniti i necessari rimandi.

Nel presente elaborato sono utilizzate le seguenti principali abbreviazioni dei termini più frequentemente utilizzati:

- Il presente *Progetto definitivo* = **Progetto**;
- Società Intercomunale Ambiente S.r.l. = **SIA SRL**;
- Consorzio per l'Igiene dell'Ambiente e del Territorio di Vicenza = **CIAT**;
- Discarica per rifiuti non pericolosi/urbani di Grumolo delle Abbadesse = **Discarica**;
- Rifiuti solidi urbani = **RSU**;
- Progetto preliminare di ampliamento della discarica, datato settembre 2008, approvato dal CIAT = **Progetto preliminare di ampliamento**;
- Progetto definitivo di ampliamento della discarica di cui al Decreto di approvazione della Giunta provinciale n.149 del 27 aprile 2010, inizialmente intestato al CIAT e successivamente volturato a SIA SRL con deliberazione della Giunta Provinciale n.75 del 5 aprile 2011, così come emendato dalle modifiche introdotte dal *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012* e dal *Progetto esecutivo della finitura a verde* (Cfr. cap. 3) = **Progetto del 2011**;
- Composti perfluoroalchilici = **PFAS**;
- Decreto Legislativo 36/2003, così come riconfigurato dal D.Lgs 121/2020 = **Nuovo D.Lgs 36/2003**;
- Autorizzazione Integrata Ambientale = **AIA**;
- Direzione dei Lavori = **DL**;
- Argine perimetrale in terra rinforzata = **Muro**;
- Geocomposito drenante = **GCD**;
- Polietilene ad alta densità/Polietilene a bassa densità = **HDPE/LDPE**.

L'elaborato è articolato nella seguente gerarchia, denominazione e formattazione dei titoli:

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e complemento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento

X CAPITOLO

X.X PARAGRAFO

x.x.x Sottoparagrafo

x.x.x.x Punto

2 MOTIVAZIONI STRATEGICHE E PROGRAMMATICHE

La principale motivazione che ha indotto SIA SRL a predisporre il presente *Progetto* nasce dalla necessità di garantire la continuità al sistema di smaltimento dei rifiuti urbani attualmente operativo nell'ambito del bacino "Vicenza". Con il prossimo esaurimento dei volumi attualmente disponibili, infatti, si creerebbe una criticità per la continuità dei servizi di raccolta e smaltimento.

Questo aspetto è approfondito nel *Quadro Programmatico dello Studio d'Impatto Ambientale*, cui si rimanda.

In questa sede basti ricordare quanto segue.

La discarica in oggetto si pone nell'ambito della gestione integrata dei rifiuti, inserita nell'ATO (Ambito Territoriale Ottimale) regionale, come collocazione di smaltimento definitivo di "fine vita" dei rifiuti urbani.

Con *DGRV n.13 del 21 gennaio 2014 – Ambiti territoriali ottimali*, la Regione del Veneto ha individuato 12 bacini territoriali gestiti da Consigli di bacino che svolgono funzioni di organizzazione e controllo diretto del servizio di gestione integrata dei rifiuti urbani. Nel caso specifico, l'ambito denominato "Vicenza" che accorpa i precedenti bacini (VI1-Vicenza, VI2-Schio, VI3-Arznano-Chiampo) e la città di Vicenza, è rappresentato da 92 comuni (630.000 abitanti serviti).

La Determinazione n.1 del 22.02.2021 del Consiglio di Bacino "Vicenza", che avvalorava un precedente atto (prot.36/2020) del 17/02/2020 tra le società Alto Vicentino Ambiente s.r.l. (AVA), SIA SRL e Valore Ambiente s.r.l., concerne la pianificazione allo smaltimento e gestione dei rifiuti urbani (dal 01.01.2021 al 31.12.2021) **nei casi di fermo temporaneo dell'impianto di termovalorizzazione sito in Comune di Schio. Nella Determinazione si evidenzia il ruolo strategico di supporto della Discarica di Grumolo durante i periodi di "fermo impianto" del termovalorizzatore, per il conferimento della quota parte residua dei rifiuti urbani non trattabili, ovvero il conferimento del rifiuto secco residuo provenienti dal Bacino "Brenta".**

D'altronde, questa pianificazione di bacino muove i suoi passi dal precedente piano provinciale 2014 che indicava le seguenti strategie di intervento per il sistema di trattamento del rifiuto urbano residuo:

- ⇒ Definizione di uno scenario impiantistico unitario finalizzato all'ottimizzazione su scala di Ambito provinciale;
- ⇒ Inclusione nella pianificazione anche dei flussi a smaltimento derivanti dallo scarto del trattamento dei RSU;
- ⇒ Utilizzo del termovalorizzatore AVA di Schio prioritariamente per lo smaltimento dei Rifiuti Urbani;

Il citato piano provinciale, del resto, recepiva l'impostazione nata dall'accordo avviato fin dal 2009 tra le società che gestivano l'impiantistica dedicata al trattamento rifiuti ovvero:

- ⇒ Il termovalorizzatore (gestito da AVA SRL, Alto Vicentino Ambiente);
- ⇒ la discarica di Grumolo delle Abbadesse (allora gestita da Valore Ambiente S.r.l. poi trasferita a SIA SRL);

⇒ la piattaforma di travaso, con pretrattamento e selezione meccanica di M. Crocetta (gestita da Valore Ambiente S.r.l.) come nodo di ripartizione dei flussi di smaltimento nella città di Vicenza a comuni conferitori

accordo finalizzato ad efficientare i rispettivi impianti, in una logica di integrazione e di sinergia nella gestione dei rifiuti in ambito provinciale per raggiungere l'obiettivo di un adeguato utilizzo del termovalorizzatore e di un prolungamento della vita utile della discarica.

Coerentemente ai principi cardine evidenziati sia dalla Normativa Europea che Nazionale, nonché Locale, SIA SRL, alla luce dei succitati volumi utili residui presso la Discarica di Grumolo delle Abbadesse, che al 1.1.2021 ammontano a 151.215,00 m³, per una durata stimata di 3,43 anni dalla stessa data, ha predisposto il presente *Progetto*, al fine di garantire la continuità temporale del sistema di gestione dello smaltimento nell'ambito territoriale ottimale "Vicenza" sia in termini di disponibilità di volumi utili che di servizio attualmente in essere.

Come accennato nel precedente capitolo, l'implementazione del presente *Progetto* consentirà altresì di adeguare il Fondo costituito per la gestione post-operativa della discarica per far fronte ai maggiori costi di smaltimento del percolato indotti dalla succitata problematica dei PFAS.

Stante il già menzionato ridotto volume utile residuante all'attualità dal *Progetto del 2011*, i necessari accantonamenti futuri per adeguare detto Fondo, in carenza del nuovo volume utile, genererebbero insostenibili incrementi tariffari.

Questo aspetto sarà approfondito nel *Piano economico-finanziario e tariffario*.

3 CRONISTORIA DELL'IMPIANTO ESISTENTE

- 25.02.1983 Viene costituito il *Consorzio per l'Igiene dell'Ambiente e del Territorio di Vicenza (CIAT)*, trasformato ai sensi della L. 142/90 il 14.10.1994. il CIAT è costituito da 45 Comuni (tra i quali Vicenza) con lo scopo di gestire le attività di raccolta e smaltimento dei rifiuti urbani e assimilati.
- 18.06.1992 Il primo atto rilevante dell'iter autorizzativo relativo all'impianto di smaltimento di Grumolo delle Abbadesse risale al 18 giugno 1992, quando la C.T.R.A., con atto n.1490, dava parere favorevole al progetto di discarica controllata, precedentemente approvato dal CIAT (delibera n.26 del 5 giugno 1992) e dal Comune di Grumolo d. A. (delibera n.13 del 19 maggio 1992).
- 18.02.1993 Successivamente, il progetto passava il vaglio della VII Commissione Consiliare Regionale (18 febbraio 1993) e veniva approvato con prescrizioni dalla Giunta Regionale con delibera n.3592 del 30 luglio 1993; l'approvazione divenne definitiva con il D.G.R. n.4650 del 12 ottobre 1993. Nelle suddette prescrizioni vi era l'obbligo della rappresentazione del progetto con l'aggiunta di idonea impiantistica per la selezione del rifiuto e la messa a dimora della sola frazione secca. La data d'inizio lavori veniva fissata al 1° gennaio 1993 e l'ultimazione il 28 febbraio 1995.
- 02.12.1993 Il CIAT ripresentava il progetto di variante che recepiva le prescrizioni (installazione di un impianto di separazione secco-umido a bocca discarica e l'igienizzazione in loco della frazione organica) e la C.T.R.A., con atto n.1823 del 2 dicembre 1993, esprimeva parere favorevole subordinato all'osservanza di alcune ulteriori prescrizioni di carattere tecnico.
- 29.12.1993 Successivamente, con delibera n. 2638 del 29 dicembre 1993, la Giunta Regionale approvava il progetto con le prescrizioni della C.T.R.A.
- 20.09.1994 Il progetto di adeguamento, contenente le succitate prescrizioni, veniva approvato dalla Giunta Regionale con decreto n.2323 del 20 settembre 1994.
- 23.06.1994 La sentenza del T.A.R. del Veneto n.1040 del 23 giugno 1994, stabiliva l'annullamento della deliberazione di Giunta Regionale n.3592 del 30 luglio 1993, invalidando così l'intero iter amministrativo. Tale sentenza accoglieva le istanze relative a ricorsi inoltrati da pubbliche amministrazioni e cittadini interessati dall'impianto. I lavori venivano sospesi il 1° dicembre 1994.

La Regione successivamente inoltrava appello al Consiglio di Stato, contestando i rilievi tecnici e di ubicazione dell'impianto sollevati dal T.A.R.

Nello stesso tempo il CIAT ripresentava alla Giunta Regionale il progetto, tenendo conto degli aspetti contestati dal T.A.R., chiedendone la riapprovazione.

- | | |
|------------|---|
| 16.03.1995 | La C.T.R.A. riformulava il parere positivo sul progetto (voto n.5147 del 16 marzo 1995), seguita dal parere positivo, dell'11 aprile 1995, della VII Commissione Consiliare |
| 30.05.1995 | La Giunta Regionale, con delibera n.3092 del 30 maggio 1995 (esecutiva dal 1° febbraio 1996), riapprovava il progetto. I lavori riprendevano il 7 marzo 1996. |
| 27.03.1996 | Il T.A.R. del Veneto, con Ordinanza n.505 del 27 marzo 1996, sospendeva l'ultimo decreto della Giunta Regionale. I lavori venivano nuovamente sospesi |
| 24.07.1996 | Con sentenza n. 1425 del 24 luglio 1996, il T.A.R. del Veneto rigettava i ricorsi e i lavori potevano riprendere. La prima vasca era ultimata il 28 giugno 1999. |
| 13.07.1999 | Con decreto n.1351 del 13 luglio 1999 la Giunta Provinciale di Vicenza, nell'attesa del collaudo funzionale dell'impianto di pretrattamento, rilasciava l'autorizzazione provvisoria all'esercizio fino al 31 gennaio 2000. |
| 14.07.1999 | Inizio dei conferimenti nella prima semivasca della discarica. |
| 30.01.2000 | Con decreto n.102 del 30 gennaio 2000, la Giunta Provinciale di Vicenza rilasciava proroga dell'autorizzazione provvisoria all'esercizio della discarica fino al 30 maggio 2000, subordinando il proseguimento dell'attività di trattamento della frazione organica alla presentazione di un rapporto tecnico sulla gestione dell'igienizzazione. |
| 30.05.2000 | Con decreto n. 959 del 30 maggio 2000 la Giunta Provinciale di Vicenza rilasciava l'autorizzazione definitiva all'esercizio dell'impianto di pretrattamento meccanico e della discarica fino al 30 maggio 2005. L'art.4 del decreto sanciva, di fatto, la sospensione dell'attività d'igienizzazione in loco, prescrivendo l'allontanamento dalla frazione organica verso altri impianti di igienizzazione. |
| 27.06.2001 | Con delibera 263/34909 del 27 giugno 2001 la Giunta Provinciale di Vicenza approvava il progetto di captazione e termodistruzione del biogas, conseguente al parere favorevole espresso dalla C.T.P.A. del 12 giugno 2001. |
| 11.11.2002 | Atto di trasferimento del ramo d'azienda da S.I.R. S.r.l., precedente gestore, a Valore Ambiente S.r.l. Quest'ultima società è del Gruppo AIM, con unico socio il Comune di Vicenza. |
| 30.12.2002 | Con delibera n.503/68036 del 30 dicembre 2002 la Giunta Provinciale di Vicenza approvava il Progetto di Adeguamento della discarica, che implementava le osservazioni del "tavolo tecnico" costituito dai Consulenti del Comune di Grumolo Delle Abbadesse, del CIAT e della Società Concessionaria. |
| 20.02.2003 | Con decreto n.315/9501 Amb. la Provincia di Vicenza rilasciava l'autorizzazione all'esercizio dell'impianto con le nuove disposizioni approvate con il suddetto Progetto di Adeguamento. |
| 17.03.2004 | Con D.G.P. n. 122 prot. 15033 del 17 marzo 2004 la Provincia di Vicenza provvedeva all'approvazione stralcio del "Piano di adeguamento di cui all'art.17 del D.Lgs 36/2003". In tale decreto veniva differita l'approvazione della copertura definitiva poiché il progetto |

prevedeva una soluzione “equivalente” da sottoporre a parere del Ministero competente.

- 19.05.2004 Con D.G.P. n. 228 prot. 27689 del 19 maggio 2004 la Provincia di Vicenza provvedeva all’approvazione definitiva del *“Piano di adeguamento di cui all’art.17 del D.Lgs 36/2003”*.
- 22.07.2004 Con D.G.P. n. 66 prot. 43999 del 22 luglio 2004 la Provincia di Vicenza rilasciava nuova autorizzazione all’esercizio con revoca della precedente autorizzazione, in conseguenza della D.G.P. n.228 che approvava in via definitiva il *“Piano di adeguamento al D.Lgs 36/2003”*.
- 31.03.2008 Con D.G.P. n. 24115/AMB del 31/03/08, la Provincia di Vicenza rilasciava il *“Provvedimento provvisorio e ricognitivo di AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA”* ai sensi del D.Lgs. 59/05 e della normativa regionale e provinciale di riferimento. Facevano parte integrante del provvedimento la succitata Autorizzazione all’esercizio della discarica n. 66/suolo rifiuti/2004 prot. 43999/amb del 22.07.2004 e la modifica all’Autorizzazione all’esercizio n.66/04 e revoca provvedimento di diffida n. 140 del 29.12.2004, prot. 10487/amb. del 24.02.2005.
- 06.2008 Nel giugno 2008 veniva presentato alla Provincia di Vicenza il Progetto della copertura definitiva, stante l’inerzia delle risposte richieste dalla Provincia stessa sulla succitata soluzione “equivalente” proposta dal CIAT. La progettazione proposta recepiva integralmente le prescrizioni del D.Lgs 36/2003, configurando quindi un pacchetto di copertura con due strati di drenaggio di spessore minimo pari a 50 cm. Detta proposta progettuale veniva presentata contestualmente al nuovo piano tariffario valido dal 1° gennaio 2009. Tale piano tariffario veniva approvato dalla provincia con Delibera 592 del 30 dicembre 2008.
- 09.11.2008 Con nota del 9 novembre 2008, prot. 182, la Società Concessionaria presentava al CIAT il *Progetto preliminare di ampliamento* della discarica. Tale progetto, che consisteva dell’ampliamento in fregio del sedime e in ribaulatura di parte della discarica esistente, con le medesime modalità realizzative, prevedeva l’intera occupazione del lotto acquisito e, successivamente, circuitato dal diaframma plastico
- 29.11.2008 Il *Progetto preliminare di ampliamento* della discarica veniva sottoposto all’attenzione dell’Assemblea del CIAT nella seduta del 29 novembre 2008, nel corso della quale l’Assemblea stessa approvava l’Ordine del Giorno prot. n.11/292, facendo fra l’altro propria la succitata proposta di ampliamento della discarica, come soluzione del problema dell’emergenza RSU del Bacino. A seguito di ciò, il Direttore del CIAT, con nota n.301 del 9 dicembre 2008, provvedeva a trasmettere ufficialmente all’ATO il suddetto O.d.G., oltre al *Progetto preliminare* in parola.
- 24.12.2008 Con nota prot. n.2 del 24 dicembre 2008, il Presidente dell’ATO R.U. Vicentino comunicava al CIAT che il C.d.A., nella seduta del 12 dicembre 2008, confermava l’interesse dell’Autorità d’Ambito, poiché l’ampliamento prospettato avrebbe consentito

di evitare a buona parte del territorio provinciale di entrare in crisi dal successivo autunno per la mancanza di impianti di smaltimento dei rifiuti secchi residui. Data l'urgenza, invitava il CIAT a proseguire, in nome e per conto dell'ATO, affidando l'incarico per la progettazione definitiva, comprensiva dello Studio di Impatto Ambientale, della domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale e di tutti gli altri elaborati previsti in materia di rifiuti, vale a dire tutto quanto è necessario per ottenere l'autorizzazione definitiva. Tale indirizzo veniva trasmesso dal CIAT alla Società Concessionaria con nota prot. n. 10 del 13 gennaio 2009.

La Società Concessionaria provvedeva a redigere il Progetto definitivo sulla scorta degli elementi contenuti nel *Progetto preliminare di ampliamento* approvato dal CIAT, che, come detto, prevedeva l'intera occupazione del lotto acquisito e, successivamente, confinato dal diaframma plastico. Parimenti, sulla scorta delle previsioni di tale *Progetto preliminare* veniva avviato lo Studio Geologico richiesto nella progettazione definitiva, effettuato nei mesi di febbraio-marzo del 2009.

- 04.03.2009 Con nota prot. n.43 del 4 marzo 2009, il CIAT comunicava alla Società Concessionaria che l'ATO, a seguito di approfondimenti effettuati con la Regione Veneto, richiedeva una riduzione del volume dell'ampliamento, al fine di ottemperare alle indicazioni del vigente Piano rifiuti provinciale. Nella medesima nota si confermava la data di consegna del Progetto definitivo, completo di Studio di Impatto Ambientale, al 20 marzo 2009. Alla data della nota il Progetto definitivo era pressochè completato, compresa la Campagna geognostica e lo Studio geologico che, pertanto, faceva riferimento al completo utilizzo del sedime disponibile, come da *Progetto preliminare* approvato. Il nuovo schema scaturiva dalla mera eliminazione delle ultime quattro due, lasciando inalterato tutto il resto, diaframma perimetrale in primis. Il completamento del *Progetto definitivo* secondo lo schema del *Progetto preliminare*, a pochi giorni dalla consegna, è riconosciuto dal CIAT nella medesima nota del 4 marzo 2009, allorchè precisa: «*Per quanto riguarda la spesa aggiuntiva per il progetto, derivante dalla sua modifica per ridurre il volume da 770.000 mc a "circa 500.000 mc", derivante da cause non imputabili allo scrivente Consorzio, potrà comunque provvedere il CIAT con il proprio bilancio, previa una sua precisa quantificazione.*»
- 10.04.2009 In data 10 aprile 2009, il CIAT, presentava il *Progetto definitivo di ampliamento*, secondo lo schema richiesto dall'ATO
- 27.04.2010 Il Decreto di approvazione emesso dalla Giunta provinciale n.149 del 27 aprile 2010, inizialmente intestato al CIAT, è stato successivamente volturato a SIA con deliberazione della Giunta Provinciale n.75 del 5 aprile 2011.
- 12.02.2011 Costituzione della *Società Intercomunale Ambiente S.r.l. (SIA SRL)*, gestore dell'impianto, partecipata dal CIAT al 51 % e da Valore Ambiente S.r.l.al 49%.
- 31.03.2011 Sottoscrizione, da parte di SIA SRL, di convenzione con l'autorità d'ambito Territoriale Ottimale "ATO VICENTINO R.U." per la realizzazione e la gestione dell'ampliamento della discarica di Grumolo delle Abbadesse, nonché per il completamento e la gestione post-operativa della parte esistente.

- 01.06.2011 Inizio dei conferimenti nei nuovi volumi in ampliamento.
- 08.08.2011 A favore di SIA SRL è stata altresì emessa l'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA), n.13 dell'8 agosto 2011.
- 12.10.2011 Con nota del 12 ottobre 2011 (acquisita agli Atti con protocollo n.70726 del 12 ottobre 2011), SIA sottoponeva alla Provincia di Vicenza il *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012*, contenente le seguenti modifiche/integrazioni al Progetto del 2011:
- Proposta di Variante non sostanziale della barriera minerale di confinamento delle sponde;
 - Proposta di Variante non sostanziale della fascia di collegamento fra discarica esistente e l'ampliamento;
 - Rimodulazione dell'assetto planimetrico delle vasche, connessa alla distanza dai confini;
 - Definizione dei materiali del pacchetto di copertura dell'intera discarica, compreso lo strato drenante del biogas;
 - Gestione dei teli di ricopertura giornaliera e del capping provvisorio;
 - Definizione della rete provvisoria "well-point" di aggettamento delle acque nella prima coppia di semivasche;
 - Modifiche all'impianto di pretrattamento e dei mezzi d'opera;
 - Allacciamenti alla rete MT
- 15.05.2012 Con Verbale di Deliberazione n. 150 del 15 maggio 2012 la Giunta Provinciale prendeva atto e faceva proprie le valutazioni espresse dalla Commissione Provinciale V.I.A. sull'elaborato di cui al precedente punto. Dette valutazioni stabilivano che le succitate modifiche non «*possano comportare notevoli ripercussioni negative sull'ambiente e/o impatti diversi rispetto a quelli in base ai quali è stato espresso il parere di compatibilità ambientale.*»
- 15.05.2012 Nella medesima data del 15 maggio 2012, con prot. n. 36765, la Provincia di Vicenza, acquisiva agli Atti il *Progetto esecutivo della finitura a verde*, presentato da SIA, in adempimento a quanto prescritto al punto 41 del provvedimento di AIA n. 13 dell'8 agosto 2011. Detta prescrizione derivava dal già menzionato DGP n. 149 del 27 aprile 2010 che, al punto 3.1 richiedeva tale progetto, da sottoporre a giudizio di compatibilità ambientale. Tale progetto, a firma del Dott. Forestale Andrea Rizzi, riformulava radicalmente il Piano di ripristino ambientale del progetto approvato, prevedendo cospicui strati aggiuntivi di terreno "vegetale" nell'ambito della copertura finale della discarica.
- 22.02.2013 Con nota Prot. n. 13712 /AMB del 22 febbraio 2013, la Provincia di Vicenza riteneva idoneo il citato *Progetto esecutivo della finitura a verde* poiché avrebbe consentito di «*perseguire positivi obiettivi riguardo: biodiversità e funzionalità ecologia.*»

In base a ciò, nel prosieguo della trattazione, per *Progetto del 2011* si intende il corpo di elaborati approvati con DGP n.149 del 27 aprile 2010 emendati dalle citate modifiche introdotte dal *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012* e dal *Progetto esecutivo della finitura a verde*.

4 ASPETTI NORMATIVI NELLE DISCARICHE – D.LGS 121/2020

La riproposizione di un capitolo dedicato agli aspetti normativi delle discariche è quantomai opportuna all'epoca della redazione del presente *Progetto*; infatti, come già citato in *Premesse*, proprio la disciplina in oggetto è stata sensibilmente modificata con la promulgazione del recente *DECRETO LEGISLATIVO 3 settembre 2020, n. 121*, recante l'attuazione della *Direttiva (UE) 2018/850*, che modifica la *Direttiva 1999/31/CE* relativa alle discariche di rifiuti. (*GU n.228 del 14 settembre 2020*).

Il D.Lgs 121/2020, infatti, **abroga il DECRETO MINISTERIALE 27 settembre 2010** recante la *Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005*. (*GU n. 281 del 1° dicembre 2010*)⁵, traferendone i contenuti (non tutti) nella nuova versione del D.Lgs 36/2003.

Inoltre, con ricadute anche più importanti nella progettazione e gestione delle discariche, **il D.Lgs 121/2020 modifica varie parti del D. Lgs 36/2003**, talune, come si vedrà, di notevole importanza.

Alla luce di ciò, il D.Lgs 121/2020 “riconfigura” il D.Lgs 36/2003 che, com'è noto, costituisce le B.A.T.⁶ nella progettazione e gestione delle discariche.

Pertanto, per comodità, di seguito tale riconfigurazione sarà denominata *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

L'importanza di tale aggiornamento normativo, che, oltre a riformulare i criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, dettaglia in modo talora analitico gli aspetti legati alla progettazione e gestione delle discariche, richiede un opportuno approfondimento che, passo passo, fornisca anche il confronto fra il nuovo articolato e la previgente normativa.

Tale analisi di dettaglio è contenuta nell'allegato “D16” alle Schede AIA.

La rilevanza delle novità introdotte dal D.Lgs 121/2020 rende altresì necessaria, nei capitoli dedicati alle singole componenti della discarica, un'adeguata sottolineatura dei seguenti temi:

- il puntuale riferimento alla nuova disciplina sull'argomento trattato;
- il confronto con la previgente disciplina;
- le eventuali conseguenze della nuova normativa anche sulle opere già autorizzate, nell'intento di migliorare la qualità dell'opera nel suo complesso.

⁵ «Art. 2 - *Abrogazioni e disposizioni transitorie*, comma 1 del D.Lgs 121/20:

1. *Il decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 27 settembre 2010 è abrogato. I limiti previsti dalla tabella 5, nota lettera a), dell'articolo 6 del citato decreto ministeriale continuano ad applicarsi fino al 1° gennaio 2024.*»

⁶ B.A.T.: *Best Available Techniques* (Migliori tecniche disponibili).

5 LOCALIZZAZIONE, CLIMA E INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL SITO

5.1 Generalità

Trattandosi di una modifica dell'esistente discarica che non prevede ulteriori occupazioni di superfici rispetto a quella confinata dal diaframma perimetrale, gli argomenti sostanziali del presente capitolo sono pressoché immutati rispetto alla trattazione svolta nell'omologo cap. 4 del *Progetto del 2011*, cui si rimanda per eventuali dettagli.

L'ubicazione della discarica, con le relazioni fra questa e le infrastrutture del luogo, è riportata nelle **Tavv.1 e 2**.

Alcune considerazioni di carattere idrologico, legate all'aggiornamento della pluviometria del sito, saranno sviluppate nel cap.16.

Il completamento del sedime disponibile con una nuova vasca, identica a quelle già realizzate⁷, richiede pur sempre la realizzazione di uno scavo di circa 6 m di profondità; tale circostanza rende opportuno un richiamo alla situazione geologica e idrogeologica del sito⁸, sviluppato nel successivo paragrafo.

Saranno poi svolte alcune considerazioni sulle caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee, legandole anche alle corrette definizioni, per il sito in esame, di "falda" e "acquifero".

Sarà successivamente riportato un giudizio sulla situazione geologica e idrogeologica del sito, particolarmente interessante perché espresso da uno specialista della materia all'uopo incaricato dalla Commissione V.I.A. provinciale all'epoca dell'iter approvativo del *Progetto del 2011*.

Pur disponendo di una vasta mole di dati derivanti dalle varie campagne geognostiche e dalla più che ventennale azione di scavo, monitoraggio e controllo, **è parso opportuno integrare la conoscenza geologica, geotecnica e geodinamica del sito con ulteriori contributi**, segnatamente per l'introduzione di un'opera importante quale il *Muro* perimetrale.

Tale integrazione è descritta nell'ultimo paragrafo e approfondita nell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico*.

È importante puntualizzare che lo studio geologico qui riportato riguarda l'intero sito interessato dal diaframma plastico perimetrale, **compresa quindi la zona di completamento del sedime in oggetto**.

⁷ Si vedrà oltre, come, invero, siano state introdotte modeste modifiche, legate all'applicazione letterale del nuovo D.Lgs 121/20.

⁸ Va fin d'ora riferito che i carichi pseudo-geostatici connessi ai nuovi conferimenti in ribaulatura, conseguenti alla realizzazione del nuovo argine perimetrale più alto, non genereranno sollecitazioni aggiuntive sul piano di posa, poiché, come più volte accennato, la quota massima della discarica rimarrà inalterata. Come si vedrà oltre, l'applicazione del D.Lgs 121/20 e l'adozione di un nuovo paradigma nella ricomposizione ambientale del sito consentiranno finanche una riduzione delle sollecitazioni su detto piano di posa.

Come accennato nel punto relativo al 04.03.2009 del cap.3, infatti, il **Progetto preliminare di ampliamento**, da cui è derivata una prima versione del Progetto definitivo, comprensivo della Campagna geognostica/Studio geologico di seguito riassunti, comprendeva tutto il lotto confinato dal diaframma plastico e, solo successivamente, è stata stralciata una vasca di discarica così da uniformare il volume di ampliamento alle indicazioni nell'allora vigente *Piano Regionale Rifiuti* (2005).

È di tutta evidenza che la caratterizzazione geologica e idrogeologica del sito, segnatamente per quanto attiene l'accurata quantificazione delle grandezze geotecniche e idrogeologiche relative a una fascia di notevole profondità, era stata finalizzata alla definizione, con notevole grado di accuratezza, delle caratteristiche della barriera geologica, vale a dire dello strato argilloso profondo e del diaframma plastico di cinturazione.

Con tali obiettivi, contestualmente alla redazione della succitata prima versione del progetto definitivo, era stata condotta la Campagna d'indagini geologiche e idrogeologiche di seguito richiamata.

Tale puntualizzazione è particolarmente opportuna per significare compiutamente e ribadire la natura del "completamento del sedime" proposto nel presente *Progetto*: non tanto, quindi, un "completamento" nel senso di "aggiunta" di nuova superficie non debitamente investigata dal punto di vista geologico, idrogeologico e geotecnico, quanto un "ripristino" di una vasca, del tutto identica a quelle esistenti, in un'area compresa nel diaframma di cinturazione, che, all'epoca dell'indagine geologica e idrogeologica, era parte del progetto di ampliamento e, come tale, approfonditamente investigata.

5.2 Situazione geologica, geotecnica e idrogeologica

5.2.1 Generalità

Come accennato nel precedente paragrafo, la situazione geologica, geotecnica e idrogeologica non è mutata rispetto a quella riscontrata nelle precedenti fasi progettuali della discarica, segnatamente quella più recente e approfondita relativa al *Progetto del 2011*.

È opportuno, pertanto, richiamarla, utilizzando la medesima trattazione del *Progetto del 2011*⁹, per le implicazioni che questa comporta nel progetto della nuova vasca di completamento/ripristino del sedime disponibile entro il perimetro del diaframma plastico.

5.2.2 Indagini geologiche di previsione

La stratigrafia schematica dell'area interessata dalla discarica esistente all'epoca della redazione del *Progetto del 2011*, desunta dai progetti e dalle risultanze dello scavo finora effettuato, era configurabile in quattro litozone abbastanza distinte, denominate, a partire dal piano campagna (p.c.):

⁹ Il testo è stato talora rivisto, contestualizzandolo all'attualità.

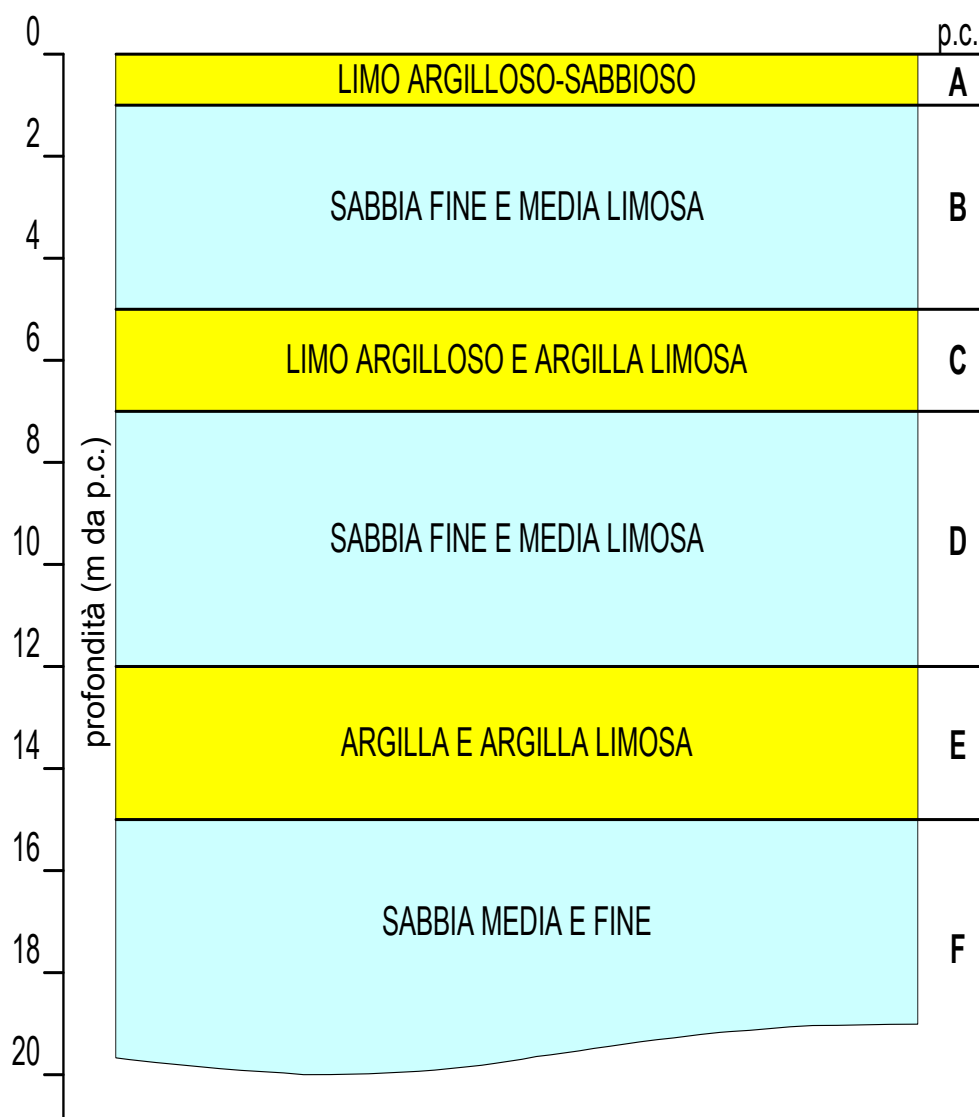
- Orizzonte A. Costituito da alternanze di livelli di argilla, limo e sabbia, con tutti i vari termini di transizione fra un litotipo ed un altro. Lo spessore, a partire dal p.c., è molto variabile, da un minimo di 6,14 m a un massimo di 9,22 m. Sono presenti sacche di terreno più permeabile, contenenti acqua, confinate da terreno meno permeabile. Questo strato è sede dello scavo dell'invaso della discarica, avente una profondità dal p.c., di circa 6 m.
- Orizzonte B. Costituito da sabbie grigie da medie a fini, talora limose. Detto orizzonte sabbioso rappresenta il contenitore del primo acquifero confinato sottostante la discarica in oggetto. Lo spessore dello strato, profondo mediamente 11,5 m dal p.c., è variabile da 2,2 m a 4,8 m. La permeabilità media assegnata allo strato è di $3 \cdot 10^{-6}$ m/s.
- Orizzonte C. Costituito da argille prevalenti e argille limose di colore grigio-azzurro, con plasticità da media ad alta. Lo spessore varia da un minimo di 2,6 m, ad un massimo di 4,1 m. Detto orizzonte rappresenta la prima separazione netta, estesa su tutta l'area, degli acquiferi confinati ed è parte integrante della barriera geologica. La permeabilità varia fra $2,24 \cdot 10^{-10}$ e $5,51 \cdot 10^{-10}$ m/s.
- Orizzonte D. Costituito da alternanze di limi, argille e sabbie, con variazioni laterali. Detto strato è stato investigato da un sondaggio per 15,58 m. La permeabilità media assegnata è pari a quella dell'orizzonte B.

Lo studio geologico della SINERGEO S.r.l. di Vicenza, condotto nei mesi di febbraio-marzo del 2009, specificamente nell'area ove sono state (e saranno) ricavate le vasche dell'ampliamento, ha evidenziato il seguente quadro litostratigrafico di sintesi, desunto dall'osservazione delle carote di sondaggio (Cfr. per i dettagli la *Relazione geologica* annessa al *Progetto del 2011* e i successivi aggiornamenti):

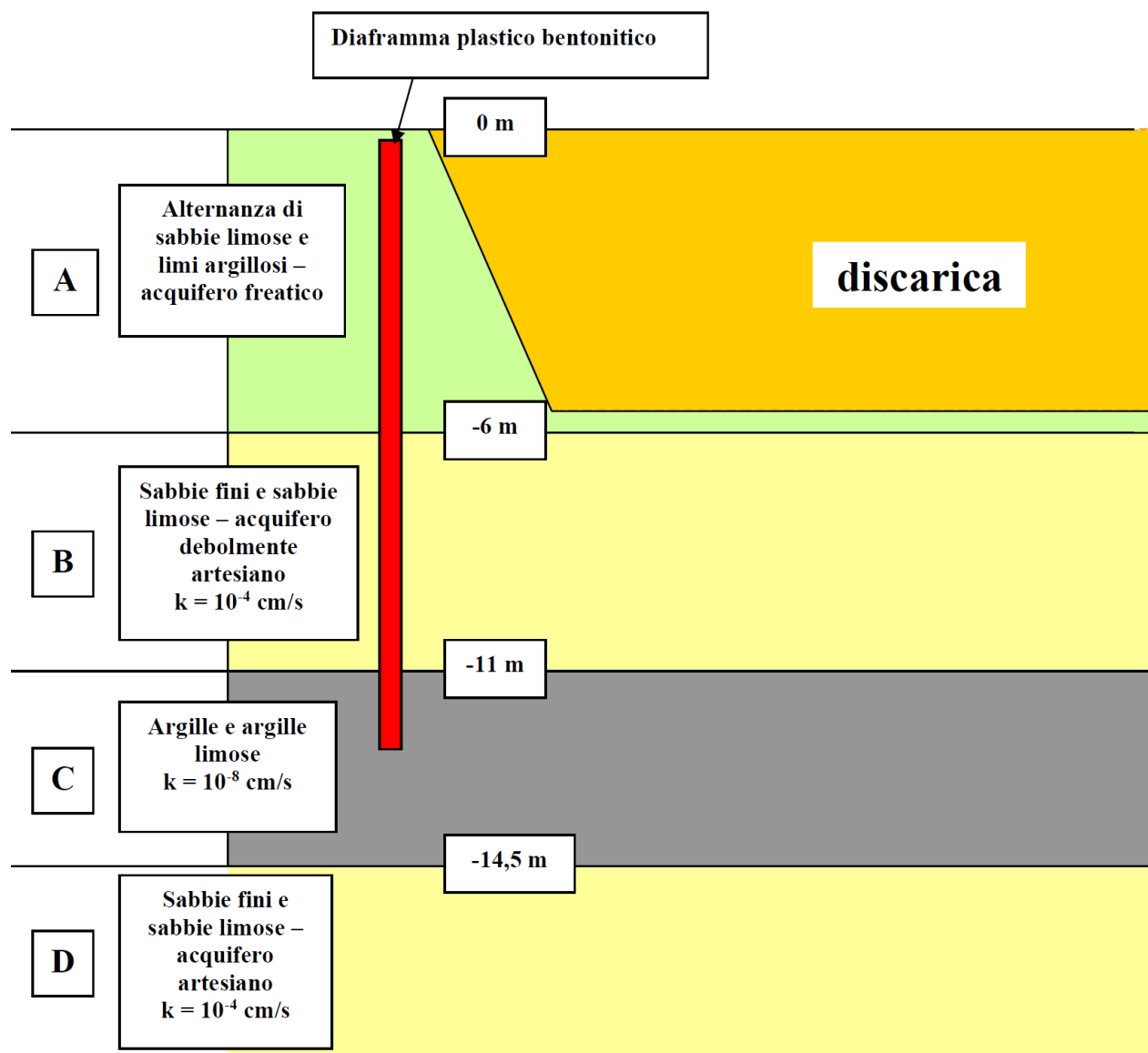
- **Orizzonte A:** limo argilloso o limo sabbioso fino alla profondità variabile tra 0.6 e 1.7 m e spessore medio di circa 1 m;
- **Orizzonte B:** sabbia fine e media talora limosa con intercalazioni di orizzonti di limo sabbioso. Profondità del bottom variabile tra 4 e 6 m. Potenza media ca. 4 m;
- **Orizzonte C:** limo argilloso e argilla limosa con bottom fino a profondità tra 5 e 8 m. Spessore di circa 2 m;
- **Orizzonte D:** sabbia fine e media talora limosa con intercalazioni di orizzonti di limo sabbioso. Profondità del bottom variabile tra 11 e 12.5 m. Potenza media di ca. 5 m;
- **Orizzonte E:** argilla e argilla limosa. Profondità massima del bottom tra 15 e 16 m. Spessore di ca. 3 m;
- **Orizzonte F:** sabbia media e fine. Nei sondaggi più profondi, a partire da 20 m, si rileva in alcuni casi la presenza di un arricchimento in componente limosa, ma dalle informazioni disponibili non è possibile garantire se tale livello coesivo sia continuo in tutta l'area, costituendo di fatto il bottom del terzo strato sabbioso, o se si tratti solo di lenti isolate.

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



Pur nella maggiore articolazione della definizione stratigrafica, la ricostruzione fornita dalla SINERGEO confermava la configurazione stratigrafica “semplificata” definita in sede di progetto della discarica precedente all’epoca della redazione del *Progetto del 2011*, e qui sotto riportata.



Il dato fondamentale per la definizione delle caratteristiche del sito, da punto di vista della barriera geologica, era la conferma dello spessore e della bassa permeabilità dell'argilla posta nell'*Orizzonte C* (dello schema "semplificato" testè riportato).

Gli esiti delle prove di laboratorio annesse alla Campagna geognostica del *Progetto del 2011* sono riassunte nella tabella di pagina successiva e riguardano gli 8 campioni indisturbati prelevati nel citato *Orizzonte C*.

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



Sond. (n)	Camp. (n)	Profondità (m)	Descrizione	W(%)	γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	WL (%)	WP (%)	IP (%)	P.P.(kPa)	Torv (kPa)	K _{ed} (m/s)
S1	C	13,50-14,10	argilla limosa grigia con sottili venature di limo	38,1	18,22	26,33	49	31	18	88-98	31-33	
S2	C	13,60-14,20	argilla grigia con punti limosi	50,2	16,75		71	41	30	88-118	31-34	2,69E-10
S2	C	13,50-14,20	argilla limosa grigia con rari punti scuri torbosi	38,9	17,84		51	29	22	59-98	25-31	1,27E-10
S4	C	13,50-14,10	argilla più o meno limosa, molle	39,5	18,08		48	28	20	29,59	15-18	5,14E-10
S5	B	13,50-14,10	argilla grigia con punti limosi, poco compatta	55,8	16,13	25,63	86	41	45	98-108	41-42	
S6	B	13,50-14,10	argilla limosa grigia con rari punti scuri torbosi, poco compatta	38,1	17,98		49	31	18	98-108	31-36	6,32E-10
S7	C	13,40-14	argilla grigia con punti limosi	51,1	17,22		82	34	48	78-98	34	1,58E-10
S8	C	13,00-13,50	argilla limosa grigia	39,3	17,73	26,46	51	29	22	69-98	29,38	

Si noti l'ottima qualità delle argille in oggetto, testimoniata anche dai valori dell'indice di plasticità, oltre che dai parametri geotecnici speditivi.

Il range di valori di permeabilità è pressochè identico a quello della Campagna del 1992, annessa al progetto della parte meno recente di discarica:

fra $2,24 \cdot 10^{-10}$ e $5,51 \cdot 10^{-10}$ m/s nel 1992, fra $1,27 \cdot 10^{-10}$ e $6,32 \cdot 10^{-10}$ m/s nella Campagna del 2009.

Anche la situazione degli acquiferi rilevata dalla SINERGEO conferma sostanzialmente quella definita nell'area della discarica esistente all'epoca della redazione del *Progetto del 2011*:

Il **primo acquifero**, alloggiato entro l'orizzonte geo-litologico B [A nello schema "semplificato"], si trova al di sotto del primo strato superficiale di materiali fini limoso-argillosi. Esso è caratterizzato da:

- una sostanziale eterogeneità spaziale in termini di composizione dei materiali, con locali lenti e intercalazioni di livelli limosi;
- potenza variabile tra 3 e 5 m;
- una superficie piezometrica in equilibrio con la pressione atmosferica o, al più, debolmente risaliente, che induce a classificare il sistema idrico come freatico o semi-confinato.

Il **secondo acquifero**, che compete all'orizzonte litostratigrafico D [B nello schema semplificato], si trova tra circa 7 e 12 m di profondità. Da un punto di vista compositivo si presenta maggiormente uniforme rispetto a quello più superficiale. La superficie piezometrica è risaliente fino a circa 2 m dal piano campagna. Il sistema idrico evidenzia, pertanto:

- caratteri propri di un acquifero confinato;
- una separazione idraulica dal primo acquifero e da quello sottostante.

Il **terzo acquifero**, più profondo, si trova a partire da circa 15 m per spingersi fino alla massima profondità raggiunta dalle indagini. Lo spessore di questo orizzonte appare, in prima analisi, pari ad almeno 5 m. Anche in questo caso, come nel precedente, la falda mette in luce caratteristiche tipiche degli acquiferi confinati, con superficie piezometrica che si pone a circa 3 m di profondità dal piano campagna. Il livello di argilla limosa soprastante, spesso circa 3 metri, risulta sufficientemente potente e continuo da garantire l'isolamento di questo corpo acquifero da quelli più superficiali.

La velocità media del deflusso idrico sotterraneo dell'acquifero superficiale è stimata mediamente in 0,6 m/anno, che conferma la valutazione di 1 m/anno delle precedenti stime, come pure è sostanzialmente confermata la direzione dei primi due flussi idrici.

5.2.3 Riscontro della situazione geologica e idrogeologica in fase di scavo

L'*Orizzonte A* [nello schema "semplificato"], nella zona della discarica, è stato (e sarà) in gran parte oggetto di scavo e rimozione del terreno per la formazione delle vasche.

Il riscontro effettuato nel corso di dette attività ha confermato in pieno le previsioni degli studi testè illustrati, rilevando la mutevole stratigrafia dell'orizzonte in oggetto: a lenti, talora anche cospicue e, in talune zone delle vasche più occidentali, approfondite, di sabbia fine, si alternano strati limosi, talora più sabbiosi, talora argillosi.

In vista del parziale riutilizzo di tali terreni nella realizzazione della discarica, le varie aliquote omogenee sono stoccate in cantiere e, in vista del riutilizzo, sottoposte a prove di classificazione geotecnica (Cfr. par.5.5).

5.3 Situazione idrochimica delle acque sotterranee

Fin dal *Progetto del 2011* è stata posta, nella sua corretta evidenza, la situazione idrochimica delle acque sotterranee nella zona del sito in esame.

Innanzitutto, nel sottopar. 8.2.5 della *Relazione tecnico-illustrativa*, si argomentava quanto segue, relativamente al corretto significato dei termini “falda” e “acquifero”:

«8.2.5 Condizioni di rispetto delle distanze dalle falde

Il rispetto delle distanze dalle falde, di cui alle prescrizioni del D.Lgs 36/2003 [rimaste immutate nel Nuovo D.Lgs 36/2003], è garantito dalla particolare conformazione della barriera geologica esistente.

Ai fini della localizzazione di una discarica, infatti, è importante definire la “falda” da proteggere tramite le barriere di una discarica (geologica e di confinamento) e a cui riferire le distanze dal sistema barriera di confinamento.

All'uopo, torna assai utile la definizione tratta dalle linee guida CTD, di seguito riportata:

“C.39 – Si definisce “falda” una massa idrica in movimento e con presenza continua e permanente, che circola all'interno di un “acquifero”. Quest'ultimo viene definito come “corpo permeabile in grado di immagazzinare e trasmettere un quantitativo idrico tale da rappresentare una risorsa di importanza socioeconomica, cioè utilizzabile per fornire l'approvvigionamento idrico per i diversi usi legati all'attività umana. Ai fini della caratterizzazione del sito non costituiscono una falda i livelli discontinui e/o di modesta estensione presenti all'interno e al di sopra di una litozona a bassa permeabilità.”.

La “falda” con siffatte caratteristiche, fin dal primo progetto della discarica esistente, è quella che scorre nell'acquifero D [posto sotto il cospicuo orizzonte argilloso C].

[...]»

La precisazione qui riportata, con tutta evidenza, riguardava prioritariamente gli aspetti idrogeologico-strutturali del sottosuolo, concludendo che, da questo punto di vista, l'unica “falda” meritevole di tale definizione era quella al di sotto dell'*Orizzonte C*, poiché significativa in termini di coefficiente di immagazzinamento e di carico idraulico.

Ciò nondimeno, detta precisazione, con tutta evidenza, non entrava pienamente nel merito della definizione sopra proposta dal CTD, allorché non forniva adeguati ragguagli sulle reali caratteristiche della falda; in altri

termini: costituiva o meno, **anche dal punto di vista idrochimico**, una «risorsa di importanza socioeconomica, cioè utilizzabile per fornire l'approvvigionamento idrico per i diversi usi legati all'attività umana.»?

A tal proposito, già la *Relazione geologica* relativa *Progetto del 2011*, al par. 8.2 riportava quanto segue:

«Si osservano alcuni superamenti dei valori di soglia imposti dal D.Lgs. 152/06 (Tab. 2, All. 5, Titolo 5 alla Parte IV). Essi riguardano i seguenti elementi distribuiti nei tre corpi idrici sotterranei:

- Primo acquifero [Orizzonte A]: Manganese (piezometri IA, IIIA, IVA);
- Secondo acquifero [Orizzonte B]: Arsenico (piezometro IIB), Ferro (piezometri IB, IIB, IIIB), Manganese (piezometri IB, IIB, IIIB, IVB);
- Terzo Acquifero [Orizzonte D]: Arsenico (piezometri IC, IIC, IIIC, IVC), Ferro (piezometro IVC), Manganese (piezometro IIIC).

La provenienza di Ferro, Manganese e Arsenico nelle acque di falda in un contesto di bassa pianura come quello in studio, appare essere legata a fattori del tutto naturali, quali la composizione mineralogica delle litologie del sottosuolo e i caratteri chimico-fisici anossico-riducenti dell'ambiente sub-aereo, in grado di mobilizzare i metalli e portarli in soluzione ...».

Dunque, **tutte le acque sotterranee presenti nel sito sono caratterizzate dalla presenza di Arsenico, Ferro e Manganese in concentrazioni maggiori alle CSC del D.Lgs 152/2006, come rilevato nell'attività di monitoraggio avviata fin dal primo lotto di discarica.**

Come si evince dalla *Relazione geologica*, il chimismo delle acque, riferito all'epoca delle indagini (2009) è rilevabile dalla seguente tabella (*I falda* = Orizzonte B, *Falda profonda* = Orizzonte D):

I falda	Conc. (µ/l)	CSC D. lgs 152 (µ/l)	% superam.
Arsenico	16	10	60%
Ferro	1.010	200	405%
Manganese	161	50	222%
Falda profonda			
Arsenico	57	10	470%
Ferro	983	200	392%
Manganese	66	50	32%

Come detto, la situazione è costantemente monitorata in sede di PSC, **confermando la scarsa qualità di tutte le acque sotterranee del sito.**

5.4 Valutazione della Commissione V.I.A. provinciale sullo Studio geologico.

Per la valutazione dei delicati aspetti geologici e idrogeologici connessi all'ampliamento della discarica, contenuti nel *Progetto del 2011* e nell'annesso *Studio di Impatto Ambientale*, la Commissione V.I.A. provinciale ha costituito un'apposita Sottocommissione coordinata dal Dott. Geol. Eric Pavan.

Vale la pena riassumere le principali valutazioni di tale Sottocommissione, in quanto "parte terza", denominate: «*Contributo alla bozza di Istruttoria per la pratica "CIAT – Progetto di ampliamento della discarica di Grumolo delle Abbadesse (VI)"*», con l'enfaticizzazione dei passaggi più significativi:

«2.1 – Possibilità di sfruttamento della prima "falda": la questione quantitativa

Il gradiente idraulico della prima falda da p.c. è talmente modesto (valori tra 0,08 ÷ 0,1%) da non garantire una velocità di flusso della falda idrica tale da poter essere sfruttata in termini di produttività, né ora, né in futuro.

[Il flusso idrico] impiega ben 10 anni per compiere un percorso di 6 m dell'acquifero, ammesso (e non concesso) che il gradiente idraulico si mantenga sempre sugli stessi valori. Credo sia evidente a tutti, a questo punto, che sfruttare una falda con queste caratteristiche di trasmissibilità a scopo acquedottistico, non ha alcuna utilità per la popolazione.

Ne sia prova il fatto che non esistono opere di presa ad uso acquedottistico nel raggio di 3 km dal sito in esame. Inoltre, i pochi pozzi idrici che esistono in ambito rurale e che intercettano l'acquifero più superficiale sono anch'essi improduttivi per i limitati bisogni domestici.

Simili argomentazioni valgono, inoltre, anche per i due acquiferi posti più in profondità (ovvero quello a partire dai 7 m da p.c. e quello a partire da 15 m da p.c.) [...].

2.2 – Caratteri qualitativi delle acque sotterranee

Le acque di tutte le tre falde idriche individuate nel sottosuolo sono state diffusamente campionate utilizzando i piezometri messi in opera. I risultati delle analisi non sono per nulla confortanti in termini di qualità [...]

La direzione di flusso della acque di falda indica che le stesse provengono da direzioni a monte [...]

Molti studi e pubblicazioni svolte sulla qualità delle acque in territori di bassa pianura condotti non solo in Veneto ma anche in Emilia-Romagna e Lombardia, affermano che tali acque sotterranee presentano spesso valori anomali di Arsenico, Ferro e Manganese che le rendono scarsamente utilizzabili fino ad essere considerate nocive in termini di salute umana. Alla luce di questi studi e di osservazioni e campionamenti pluriennali, tali elementi vengono considerati, a ragione, contaminanti naturali. [...]

Incrociando tutti questi elementi non si può di certo affermare che sia la discarica la fonte di contaminazione delle acque medesime.

Tutti i dati relativi alle condizioni geologico-stratigrafiche, interfacciati con la situazione idrogeologica ed idrochimica in possesso ci permettono di affermare che la risorsa acqua, oggetto di discussione, non è sfruttabile in termini acquedottistici e di conseguenza non ha rilevanza socio-economica (come richiesto al p.to C.39 delle linee guida CTD).

[...]

4 – Setto bentonitico

*Nel momento in cui le condizioni geologico-stratigrafiche ed idrogeologiche sono arcinote e i risultati del modello geologico-idrogeologico del sottosuolo lo rendono molto cautelativo nei confronti di eventuali contaminazioni delle matrici ambientali da fuoriuscite del percolato [...] il setto bentonitico non diventa un astuto escamotage per rendere idoneo il sito, come alcuni vorrebbero far credere, **ma deve essere visto in termini di aumentata impermeabilità volta a garantire maggior sicurezza e rispetto delle matrici stesse, fermo restando condizioni geologiche ed idrogeologiche del sottosuolo favorevoli.***

5- Conclusioni

*In base a quanto più sopra specificato, in base ai risultati del modello geologico-idrogeologico del sottosuolo, alle osservazioni condotte direttamente in discarica, ed infine alle controdeduzioni dell'estensore e progettista dell'intervento, concludo dicendo che **le condizioni del sito appaiono favorevoli al progetto di ampliamento della discarica di Grumolo delle Abbadesse.** In particolare, le condizioni geologiche e idrogeologico-idrauliche, danno adeguate garanzie sul rispetto delle matrici ambientali direttamente ed indirettamente coinvolte.*

[...]

5.5 Integrazione dello Studio geologico e geotecnico

Il rilievo topografico della fascia perimetrale della discarica e della zona della “nuova” vasca 18 è riportato nella **Tav.3**.

Come accennato a inizio capitolo (Cfr. par. 5.1), pur disponendo di una vasta mole di dati derivanti dalle varie campagne geognostiche e dalla più che ventennale azione di scavo, monitoraggio e controllo, è parso opportuno integrare la conoscenza geologica e geotecnica del sito con ulteriori contributi, segnatamente per l'introduzione di un'opera importante quale il Muro perimetrale.

Tale integrazione, descritta nel dettaglio nell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico*, si è resa viepiù necessaria a completamento del quadro conoscitivo del sito della discarica, **anche dal punto di vista geodinamico**, come richiesto dalle più recenti *Norme tecniche per le costruzioni* (NTC2018, approvate con Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018), fondamentale per il conseguimento dei dati di input dei più sofisticati modelli di calcolo del Muro (Cfr. par. 7.2).

In tal senso, le informazioni integrative in oggetto corroborano quanto sopra affermato in merito alla completezza dell'analisi geologica e geotecnica fornita nel presente *Progetto*, in linea con l'impostazione del D.Lgs 121/2020 in tema di «*identificazione della natura dei terreni e degli ammassi rocciosi presenti nell'area e dello schema di circolazione idrica del sottosuolo*» (Cfr. L'Art.1 - lett. i del D.Lgs 121/2020). Detto Decreto, infatti, raccomanda un'accurata analisi delle «*grandezze fisico-meccaniche che contribuiscono alla scelta della localizzazione dell'opera, alla sua progettazione e al suo esercizio*».

Un primo approfondimento successivo all'epoca del *Progetto del 2011*, iniziato nel 2015, si proponeva di valutare, con un articolato Studio geotecnico¹⁰, l'idoneità di una specifica frazione del terreno da scavo nella realizzazione della barriera minerale di copertura. Gli esiti di tale studio hanno consentito, in particolare, **di individuare uno specifico range dell'Indice di Plasticità I_p , $7 \div 50$, correlandolo ai Coefficienti di permeabilità** (Cfr. par. 3.4 delle *Specifiche tecniche*), così da definire prove speditive preliminari in specifiche zone di deposito di tali terreni da scavo individuate nella campagna di prove.

Altresì, nella medesima campagna, sono state definite le modalità di posa in opera e di controllo post-operam dello strato minerale della copertura definitiva, testando un *Dumper* di cantiere come mezzo di compattazione (Cfr. par. 3.3 dell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico*).

Più di recente (marzo 2021), nell'ambito della redazione del presente *Progetto*, è stata condotta un'ulteriore Campagna d'indagini sui terreni da scavo, i cui lineamenti ed esiti sono riportati nel cap. 4 dell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico*. Segnatamente, tale Campagna era finalizzata all'acquisizione di ulteriori informazioni su tali terreni, disponibili in significative quantità nel sito, soprattutto per quanto attiene la resistenza a taglio, in vista di un potenziale impiego nella costituzione del Muro in terra rinforzata.

Dal par. 4.3 dell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico* si evince che **l'angolo di attrito interno φ' è variabile fra $31,7^\circ$ e $34,6^\circ$, con un valore di $34,1^\circ$ relativo al terreno "misto"¹¹, mentre la coesione c' varia fra 1,5 e 10,9 kPa, con il "misto" a 7,8 kPa. Da tali esiti sono stati desunti i parametri di resistenza a taglio assunti nei calcoli del Muro** (Cfr. punto. 4.4.1.4 del *Fascicolo di analisi e calcoli*).

Le caratteristiche del *Muro*, caratterizzato da dimensioni e rigidità diverse rispetto a quelle di un argine tradizionale, hanno altresì richiesto un approfondimento della caratterizzazione dei terreni di fondazione, sia per valutarne la capacità portante nell'ambito dell'interazione suolo-struttura, sia per investigarne le caratteristiche dinamiche, richieste nelle verifiche sismiche dell'opera. Alla luce di ciò, nell'ambito della succitata Campagna d'indagini svolta nel marzo del 2021 (Cfr. cap. 5 dell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico*) sono state eseguite prove specifiche volte a completare le informazioni in tal senso della Campagna relativa al *Progetto del 2011*.

In particolare, il focus ha riguardato i terreni in profondità (fino a 30 m) e la fascia perimetrale interessata dal *Muro* e non sufficientemente indagata nella precedente Campagna.

¹⁰ Studio condotto presso la discarica di Grumolo delle Abbadesse nell'ambito del Dottorato di Ricerca di Ingegneria Geotecnica: *Studio dell'influenza del grado di compattazione e di saturazione nel comportamento idraulico e meccanico dei terreni*, del Ph. D. Student Micol Schepis dell'Università Mediterranea degli Studi di Reggio Calabria - Dipartimento DICEAM (Ingegneria Civile, Ambientale, Energia e Materiali), con i Docenti Supervisor: Prof. Ing. Nicola Moraci, del citato DICEAM, e il Prof. Ing. Marco Favaretti del Dipartimento ICEA dell'Università di Padova.

Da questo sono stati successivamente tratti due contributi pubblicati su riviste internazionali:

N. Moraci, M. Schepis, S. Busana, G. Cortellazzo, M. Favaretti, M.C. Mandaglio - *Design and construction of a compacted clay liner in the cover system of a MSW landfill using not standard procedures*. Canadian Geotechnical Journal (CGJ) - 55: 1182-1192 (2018).

G. Cortellazzo · M. C. Mandaglio · S. Busana · M. Favaretti · N. Moraci - *A New Approach for the Design, Construction and Control of Compacted Mineral Liners of a MSW Landfill Capping*. International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering (2020).

¹¹ Campione derivato dal mix di tre tipi di terreni da scavo.

Gli esiti hanno confermato quanto già emerso dal precedente quadro conoscitivo, sia in termini di stratigrafia, sia di caratteristiche geotecniche dei terreni.

L'analisi sismica del *Muro* come accennato, ha richiesto un'opportuna investigazione delle caratteristiche dinamiche del suolo e del sottosuolo del sito della discarica. Con questo intento, il 25 marzo 2021 è stata condotta, a cura della IND.A.G.O. S.n.c. di Rovigo, un'indagine sismica con la tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves¹²), che basata sulla misura delle onde superficiali eseguita con un dispositivo lineare di sensori sismici e con sorgenti artificiali. Dalla curva di dispersione sperimentale è possibile caratterizzare il sottosuolo in termini di variazione della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_{sv}), e quindi del modulo di rigidezza al taglio dinamico (G_0), in funzione della profondità.

La descrizione del metodo e gli esiti delle prove sono riportate nel cap. 6 dell'*Integrazione dello studio geologico e geotecnico*

L'informazione più importante fornita da tali prove, nel caso in esame, è costituita dalla stima della V_{seq} richiesta dalle NTC2018. L'indagine ha permesso la determinazione dell'andamento della velocità delle V_s fino a circa 32 m di profondità, evidenziando, in linea con quanto evidenziato dai sondaggi geognostici, i repentini salti di velocità rispettivamente a circa 6 m, 9 m e 15 m da p.c., che segnano il passaggio dai terreni coesivi alle sabbie più consistenti.

Per quanto attiene la caratterizzazione del tipo di suolo ai sensi delle NTC, trattasi di tipo C ($S = 1.5$ secondo le NTC).

Vengono altresì fornite le tabelle recanti la classificazione del sito e lo spettro di risposta elastico relativo, ricavato considerando una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (tempo di ritorno 475 anni, avendo considerato una classe d'uso II dal momento che si tratta di una discarica di RSU). Tale condizione corrisponde allo stato limite ultimo di salvaguardia della vita (secondo NTC).

Da ultimo, è stato valutato il potenziale rischio di liquefazione degli orizzonti sabbiosi: questo rischio non sussiste grazie alle velocità V_s relativamente elevate e comunque tali da non evidenziare il fenomeno della liquefazione come un rischio concreto per l'area in esame.

¹² Analisi multicanale di onde superficiali.

6 COMPLETAMENTO/RIPRISTINO DEL SEDIME

6.1 Generalità

Il completamento del sedime disponibile prevede la realizzazione di una nuova vasca di forma del tutto identica a quella delle vasche esistenti e/o da realizzare nell'ambito del *Progetto del 2011*, salvo modeste modifiche nella realizzazione della barriera di confinamento legate all'applicazione letterale del nuovo D.Lgs 121/2020.

L'inquadramento "formale" dell'intervento di completamento del sedime testè delineato richiede innanzitutto un'opportuna riproposizione di un importante concetto sviluppato nel precedente capitolo: è, infatti, importante puntualizzare che **lo studio geologico riassunto nel cap. 5 riguarda l'intero lotto interessato dal diaframma plastico perimetrale, compresa quindi la zona di completamento del sedime.**

Come accennato nel cap. 3, infatti, il *Progetto preliminare di ampliamento*, sfociato poi in una prima versione del *Progetto definitivo*, comprensivo della Campagna geognostica/Studio geologico riassunti nel cap. 5, comprendeva tutto il lotto confinato dal diaframma plastico e, solo successivamente, è stata stralciata una vasca di discarica, in ottemperanza al volume di ampliamento previsto nell'allora vigente Piano Regionale Rifiuti (2005).

È di tutta evidenza che la caratterizzazione geologica e idrogeologica del sito, segnatamente per quanto attiene l'accurata quantificazione delle grandezze geotecniche e idrogeologiche relative a una fascia di notevole profondità, era stata finalizzata alla definizione, con notevole grado di accuratezza, delle caratteristiche della barriera geologica, vale a dire lo strato argilloso profondo e del diaframma plastico di cinturazione.

Con tali obiettivi, **contestualmente alla redazione della succitata prima versione del progetto definitivo**, era stata condotta la Campagna d'indagini geologiche e idrogeologiche richiamata nel cap. 5.

Tale puntualizzazione è particolarmente opportuna per ribadire la natura del "completamento del sedime" proposto nel presente Progetto: non tanto, quindi, un "completamento" nel senso di "aggiunta" di nuova superficie non debitamente investigata dal punto di vista geologico, idrogeologico e geotecnico, quanto un "ripristino" di una vasca, del tutto identica a quelle esistenti, in un'area compresa nel diaframma di cinturazione, che, all'epoca dell'indagine geologica e idrogeologica, era parte del progetto di ampliamento e, come tale, approfonditamente investigata.

In altri termini, il "confine della discarica", inteso come il bordo della barriera geologica - la superficie totale del "cilindro di contenimento" -, così come definita dal D.Lgs 36/2003 (e confermata nel *Nuovo D.Lgs 36/2003*), rimane inalterato rispetto al *Progetto del 2011*.

Alla luce di quanto testè argomentato e sulla scorta di quanto riportato nel cap. 5 a proposito dell'accuratezza dell'indagine ivi riassunta, **si può affermare che la caratterizzazione geologica, idrogeologica e geotecnica del sito è in linea anche con il dettato del Nuovo D. Lgs 36/2003¹³.**

¹³ Cfr. sottopar.4.2.2, allorchè, con riferimento al *Nuovo D. Lgs 36/2003*, si evidenziava l'eshaustività della suddetta caratterizzazione nella progettazione delle opere prevista dal *Progetto del 2011* e dal presente *Progetto*.

Ciò premesso, il ripristino della configurazione prevista nel primigenio *Progetto preliminare di ampliamento* richiede la realizzazione di una coppia di “semivasche”¹⁴ poste nella zona compresa entro la cinturazione del diaframma, fra questo e l’ultima coppia di semivasche denominate 12 A-B e 12 C-D.

La superficie complessiva delle due semivasche a piano campagna è pari a 8.970 m².

La rappresentazione grafica delle semivasche è riportata nelle **Tavv.04** e **06**, mentre nella **Tav. 05** è rappresentata la nuova configurazione del corpo rifiuti dopo la realizzazione della vasca 18 e del *Muro* perimetrale.

La formazione della vasca 18 con i criteri illustrati richiede, nondimeno, una serie di lavori propedeutici, motivati dalla circostanza che l’adiacente vasca 12, nella situazione attuale derivata dal *Progetto del 2011*, è l’ultima dell’ampliamento autorizzato e una parte di essa, la semivasca 12 C-D è già stata completata, compresa la sponda sul lato della futura semivasca 18 C-D, e in fase di avanzata coltivazione.

Nei prossimi paragrafi saranno descritte le caratteristiche e le modalità di realizzazione della “nuova” vasca, a partire dai citati lavori propedeutici.

6.2 Lavori propedeutici alla realizzazione della “nuova” vasca

L’allineamento/collegamento della vasca 12 con la “nuova” vasca 18 richiede, come detto, una serie di lavori propedeutici, di seguito riassunti:

1. scavo della vasca 18 da piano campagna a quota di fondo, compresa l’attuale sponda della semivasca 12 C-D;
2. rimozione del pacchetto di impermeabilizzazione di sponda della semivasca 12 C-D;
3. contestuale rimozione di una porzione di rifiuti collocati nella semivasca 12 C-D, in fase di coltivazione, fino a creare uno spazio di lavoro a fondo vasca largo almeno 2 m. I rifiuti saranno collocati nei volumi disponibili alla coltivazione;
4. formazione dell’arginello di separazione fra le vasche 12 e 18, con le medesime modalità degli omologhi arginelli delle semivasche contermini;
5. rifacimento del pacchetto di fondo della semivasca 12 C-D nel tratto liberato dai rifiuti.

L’attività n. 3, che prevede la rimozione e il ricollocamento di circa 8.500 t di rifiuti già depositati, richiederà l’attivazione di provvedimenti per la sicurezza e la limitazione di potenziali diffusioni di aeriformi odorosi e pericolosi.

¹⁴ Con il termine “vasca” si intende un settore di coltivazione del sedime della discarica ottenuto tramite escavazione e individuato da un numero ordinale. Ogni vasca è suddivisa in due “semivasche” idraulicamente indipendenti. Le due semivasche sono separate da un arginello longitudinale.

Tale “indipendenza idraulica” è garantita dalla sagomatura a compluvio dei due “settori” che compongono la semivasca, che afferiscono ad un collettore di fondo rivolto verso un pozzo di raccolta e sollevamento del percolato. Ogni settore è individuato da una lettera da A a D, cosicché ogni semivasca, idraulicamente indipendente e dotata di un proprio punto di raccolta del percolato, è individuata da un ordinale e da una coppia di lettere “A-B” e “C-D”.

In precedenti documenti si è talora assegnata la denominazione di “vasca” a quella che nella presente nota è stata definita “semivasca”; ciò nondimeno, non possono sorgere dubbi sull’individuazione dell’oggetto in questione.

Per questi aspetti si veda anche il par. 9.3 del *Piano di gestione operativa*.

6.3 Barriere e strato drenante di fondo

6.3.1 Generalità

Come più volte accennato, la realizzazione delle due nuove semivasche “ripristinate” a completamento del sedime insiste nell’ambito della medesima barriera geologica della rimanente parte della discarica, concepita secondo i dettami delle norme vigenti all’epoca delle varie progettazioni.

Ciò nondimeno, si dimostrerà che, pur valutata secondo i criteri del *Nuovo D.Lgs 36/2003*, tale barriera si rivelerà ancora idonea a svolgere la sua funzione.

Per quanto attiene la barriera artificiale di confinamento delle vasche esistenti, anch’essa concepita secondo i dettami delle norme vigenti all’epoca delle varie progettazioni, si vedrà come il *Nuovo D.Lgs 36/2003* ne confermi la sostanziale validità; purtroppo, sarà necessario aggiornare qualche passo della progettazione di tale barriera nelle “nuove” semivasche in oggetto, come esposto nel corso del presente paragrafo.

6.3.2 Barriera geologica

La descrizione della barriera geologica della discarica è sviluppata dal par. 8.2 della *Relazione tecnico-illustrativa* del *Progetto del 2011*, di seguito riproposta con la contestualizzazione all’attualità del presente *Progetto* e i riferimenti al *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

Come illustrato nel cap. 5, la barriera geologica è costituita dal cospicuo strato di argilla, denominato *Orizzonte C* [schema “semplificato”], posto, nel perimetro del lotto in ampliamento che ospiterà anche le nuove vasche, fra 10,80 m e 11,60 m di profondità dal P.C. (Cfr. la *Relazione geologica* del *Progetto del 2011*), entro cui s’intesta un diaframma plastico perimetrale, atto a realizzare un “cilindro impermeabile” su fondo e pareti, entro il quale è realizzata la discarica esistente.

6.3.2.1 Strato argilloso naturale di fondo

La continuità spaziale dell’*Orizzonte C*, nell’area delle vasche in oggetto è stata indagata nel succitato studio della SINERGEO, ottemperando con ciò, come già accennato, la disposizione del *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

L’insieme dei sondaggi geognostici e delle prove ha consentito di determinare le seguenti caratteristiche dello strato in oggetto (Cfr. la *Relazione geologica* del *Progetto del 2011* e la tabella riassuntiva riportata nel sottopar. 5.2.1):

- strato di argilla e argilla limosa;
- spessore variabile da 2,70 a 4,30 m;

- plasticità da media ad alta, con I_p compreso fra 18 e 48;
- permeabilità mediamente dell'ordine di 10^{-10} m/s.

Le caratteristiche dello strato lo rendono idoneo a costituire una più che adeguata barriera geologica di fondo di una discarica per rifiuti non pericolosi, come attestato anche dal Nuovo D.Lgs 36/2003:

«La barriera geologica alla base e sulle sponde della discarica è costituita da una formazione geologica naturale che risponda a requisiti di permeabilità e spessore aventi un effetto combinato almeno equivalente in termini di tempo di attraversamento a quello risultante dai seguenti criteri:

discarica per rifiuti non pericolosi: conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s e spessore $s \geq 1$ m;»

6.3.2.2 Diaframma plastico perimetrale

Entrambi i progetti del diaframma plastico perimetrale, del 1992 e del 2011 prevedevano un setto da 25 cm di spessore, di profondità 12,5-13 m dal P.C., così da consentire l'immorsamento nello strato di argilla dell'Orizzonte C descritto nel precedente punto.

Rimandando ai progetti e soprattutto, agli Atti di Collaudo¹⁵ dei diaframmi per i dettagli, basti qui ricordare che era richiesta una permeabilità inferiore a $5 \cdot 10^{-11}$ m/s.

Va riferito che il Nuovo D.Lgs 36/2003 ha modificato il precedente dettato normativo in merito al "completamento artificiale" della barriera geologica qual è, nel caso in esame, il diaframma perimetrale. Infatti, dall'articolato si evince quanto segue, con evidenziato il nuovo testo in grassetto e la parte cancellata:

*«La barriera geologica, qualora non soddisfi naturalmente le condizioni di cui sopra [quelle espone nel precedente punto a proposito del fondo naturale argilloso] **può deve essere completata artificialmente con uno strato di materiale argilloso compattato di spessore pari ad almeno 0,5 m, anche accoppiato a geosintetici di impermeabilizzazione, che fornisca complessivamente una protezione idraulica equivalente in termini di tempo di attraversamento** ~~attraverso un sistema barriera di confinamento opportunamente realizzato che fornisca una protezione equivalente.~~»*

Opportunamente, di seguito, il Nuovo D.Lgs 36/2003 fornisce il criterio oggettivo di valutazione della "protezione idraulica equivalente", con evidenziato il nuovo testo in grassetto:

*«**Ai fini dell'equivalenza i tempi di attraversamento da rispettare, nell'ipotesi di un carico idraulico di 0,3 m, non devono essere inferiori ai 25 anni per le discariche per rifiuti non pericolosi [...].**»*

Nondimeno, di seguito, la norma consente altresì soluzioni progettuali particolari, come quella in esame, con evidenziato il nuovo testo in grassetto:

*«**Particolari soluzioni progettuali nel completamento della barriera geologica delle sponde potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m, a condizione che***

¹⁵ Nella realizzazione dell'integrazione del diaframma plastico relativa al Progetto del 2011 è stata impiegata, in un tratto limitato, una miscela alternativa. Ciò nondimeno, spessori e coefficienti di permeabilità sono risultati sempre migliori delle prescrizioni di progetto, come si evince dall'Atto di Collaudo del Dott. Ing. Ugo Bonato del 7 giugno 2012.

garantiscano comunque una protezione equivalente e previa approvazione dell'ente territoriale competente.»

Il tempo di attraversamento T_a del setto perimetrale di spessore minimo 0,25 m, assumendo la succitata permeabilità massima di $5 \cdot 10^{-11}$ m/s, con il carico idraulico indicato dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* pari a 0,30 m, deriva dal calcolo riportato nel par.2.2 del *Fascicolo di analisi e calcoli*: a fronte di un tempo di attraversamento di 132,12 anni il fattore di sicurezza è pari a 5,28; in altri termini, la **“soluzione equivalente” costituita dall’“integrazione della barriera geologica” con l’esistente diaframma perimetrale garantisce una protezione maggiore di oltre 5 volte la minima richiesta dal Nuovo D.Lgs 36/2003.**

6.3.3 Strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo

6.3.3.1 Formazione della vasca “ripristinata” - Morfologia del fondo

Nella formazione delle due semivasche “ripristinate”, tramite escavazione e a valle dei lavori propedeutici di cui al par. 6.2, saranno attuati i medesimi criteri posti in atto nelle più recenti vasche contigue, in linea con le prescrizioni del *Progetto del 2011*.

Entrando nel dettaglio, le quote e la sagomatura del fondo delle due semivasche saranno del tutto simili a quanto realizzato nelle semivasche contigue.

Ciò significa che le semivasche avranno pendenza trasversale del 5% verso il compluvio centrale di raccolta del percolato, e pendenza longitudinale dell’1% verso i pozzi di emungimento del percolato, come illustrato nella **Tav. 06**.

Nella fase di scavo dovrà essere ancora impiegato il sistema di aggettamento dell’acqua meteorica infiltrata nelle sabbie fini, soprattutto se presenti nei pressi del fondo scavo.

È importante sottolineare che tale sistema di aggettamento, tipo “well-point”¹⁶, dovrà deprimere il livello non tanto di una “falda” freatica, bensì dell’acqua presente nei livelli sabbiosi; infatti, nel caso in esame, il collegamento fra gli strati sabbiosi interni al diaframma con l’esterno¹⁷ è stato interrotto e, pertanto, trattasi di conseguire il mero aggettamento di un terreno, onde garantire lo scavo in condizioni ottimali.

6.3.3.2 Formazione dello strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo

Anche per quanto attiene la formazione dello *strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo*¹⁸ saranno confermati i criteri posti in atto nelle più recenti vasche contigue, in linea con le prescrizioni del *Progetto del 2011*.

¹⁶ Pozzi puntiformi.

¹⁷ Fra l’altro, come rilevato nel corso degli scavi delle vasche già realizzate, l’acqua è spesso presente in lenti sabbiose isolate.

¹⁸ Trattasi della denominazione introdotta dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

Lo strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo, in materiale argilloso di spessore minimo di 1 m, sarà realizzato con terreni simili a quelli già ampiamente testati nella realizzazione delle ultime vasche della discarica esistente.

Le caratteristiche richieste ai terreni che formano tale strato sono le seguenti:

- Coefficiente di conducibilità idraulica¹⁹ $k < 1 \cdot 10^{-9}$ m/s;
- Percentuale di materiale fine (passante al setaccio 200 ASTM) non inferiore al 25%;
- Indice di plasticità compreso fra 10 e 50%;
- Percentuale di ghiaia non superiore al 40%;
- Dimensioni massime dei grani pari a 50 mm.

Gli esiti delle verifiche effettuate sulle vasche già realizzate, segnatamente quelle relative all'ambito dei collaudi funzionali, hanno rivelato ottimi riscontri, sempre in linea con le caratteristiche minime prescritte nelle normative di riferimento.

Il Nuovo D. Lgs 36/2003, a proposito dello strato in esame, pone le seguenti prescrizioni:

«Lo strato minerale compattato deve avere spessore $s \geq 1,0$ m e conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-9}$ m/s, deve essere realizzato preferibilmente in strati uniformi compattati dello spessore massimo di 0,25 m, e deve avere caratteristiche idonee a resistere alle sollecitazioni chimiche e meccaniche presenti nella discarica. Le modalità costruttive e il valore della permeabilità dello strato minerale compattato possono essere determinate mediante campo prova in situ.»

Tali prescrizioni, ottemperate attuando le indicazioni del presente Progetto, sono sempre state rispettate nelle vasche già realizzate.

Per quanto concerne le i dettagli delle modalità esecutive dello strato in oggetto si rimanda al par.2.2 delle Specifiche tecniche.

6.3.4 Impermeabilizzazione artificiale delle sponde

Prima di entrare nel merito dell'impermeabilizzazione in oggetto è necessario illustrare la natura delle sponde in esame.

È stato già riferito che il primo progetto della discarica prevedeva la formazione delle vasche tramite scavo dei primi 6 m di terreno, con una scarpa di sponda 3:2 (circa 34° sull'orizzontale). La finitura di dette sponde consiste nella rullatura/lisciatura della superficie.

Lo scavo, secondo quanto riportato dall'ultima relazione geologica, interessa due strati che, nella definizione della SINERGEO (da non confondere con quella "semplificata" parimenti descritta nel par 5.2, sono così rappresentati:

¹⁹ Questo termine coincide con *Permeabilità idraulica* o, semplicemente, *Permeabilità*.

Pertanto, come si vedrà nel par.8.4, laddove si tratti di strato drenante del biogas sarà necessario precisare il fluido in esame e il relativo coefficiente di permeabilità.

«**Orizzonte A:** limo argilloso o limo sabbioso fino alla profondità variabile tra 0.6 e 1.7 m e spessore medio di circa 1 m;

Orizzonte B: sabbia fine e media talora limosa con intercalazioni di orizzonti di limo sabbioso. Profondità del bottom variabile tra 4 e 6 m. Potenza media ca. 4 m;»

I riscontri degli scavi finora effettuati confermano gli esiti della Campagna geognostica del 2009, evidenziando un contesto di terreni fini, con poche lenti di sabbia fine (spesso limosa) e, più frequenti, strati di limi-argillosi con coefficienti di permeabilità anche significativi²⁰.

Pertanto, la lavorazione finale delle sponde, che interessa un cospicuo spessore laterale di terreno, stimabile cautelativamente nell'ordine minimo di 0,3 m, unito alla natura **quantomeno** sabbio-limosa dei terreni, configura uno strato di tenuta con coefficiente di permeabilità che può essere assunto²¹ nell'ordine di $1 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Alla luce di ciò, gli ulteriori interventi previsti nelle vasche del *Progetto del 2011* sono da inquadrare come "integrativi", finalizzati a conseguire i seguenti obiettivi principali:

1. ottenimento di una protezione complessiva equivalente a quella del fondo;
2. semplicità e affidabilità della posa in opera su pareti abbastanza inclinate;
3. affidabilità dei giunti, in modo che gli elementi integrativi, **direttamente accoppiati al terreno rullato delle pareti di scavo**, costituiscano un valido presidio di impermeabilizzazione dei possibili orizzonti più permeabili del terreno a tergo.

La soluzione ritenuta più idonea per il conseguimento di detti obiettivi è quella proposta nel *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012*, che ha modificato la soluzione del primigenio *Progetto definitivo*.

Gli ottimi riscontri che tale soluzione, descritta nel prosieguo della trattazione, ha fornito nel tempo hanno fatto propendere per una sua piena riconferma.

Siffatta "integrazione" della barriera è costituita dalla sovrapposizione di n.3 geocompositi bentonitici, come riportato nel succitato *Progetto esecutivo* e nell'AIA vigente (Cfr. SCHEDA N. 2.7.1.4), di seguito descritto:

- **STRATO n. 1** geocomposito bentonitico tipo *MACLINE GCL W21 della MACCAFERRI*, o similari, a contatto con il terreno liscio delle sponde;
- **STRATO n. 2** geocomposito bentonitico tipo *MACLINE GCL NL 20 della MACCAFERRI*, o similari, intermedio, posato sul geocomposito indicato nel precedente punto;

²⁰ Tanto che, come si vedrà nel par. 8.4, è previsto il loro impiego, in parte già avvenuto, nella formazione della barriera minerale di copertura.

Talora, come riportato nell'Atto di Collaudo della semivasca 16 C-D, frazioni di tali terreni sono state impiegate a integrazione di terreni di provenienza esterna utilizzati nella realizzazione dello strato artificiale di fondo, che richiedevano un coefficiente di permeabilità finanche inferiore a 1×10^{-9} m/s.

²¹ Prove di permeabilità effettuate sui terreni sabbio-limosi e sabbiosi fini hanno evidenziato un coefficiente mediamente inferiore a 5×10^{-8} m/s.

- **STRATO n. 3** geocomposito bentonitico tipo *MACLINE GCL W21 della MACCAFERRI*, o similari, esterno, posato sul geocomposito indicato nel precedente punto.

La posa di tre strati di barriera, con caratteristiche controllate e di spessore relativamente sottile, consente di risolvere il problema dei giunti, stante l'elevata presenza di "coprigiunti". Infatti, i geocompositi vengono forniti in rotoli, di larghezza di circa 5 m: la posa dei rotoli su tutta lunghezza in senso trasversale, opportunamente raccordati al fondo sulla barriera argillosa da 1 m, avviene con sovrapposizione di circa 30 cm. Il sovrastante geocomposito è posato con sfalsamento dell'ordine di un terzo della larghezza e con pari sovrapposizione di 30 cm, coprendo così completamente il giunto dello strato inferiore. Analogo procedimento per il terzo strato.

Rimandando al par. 2.3 delle *Specifiche tecniche* per le caratteristiche di dettaglio dei materassini e per le modalità di posa e ancoraggio, basti qui riportare i valori limite delle prestazioni richieste:

- **STRATO n. 1:** Spessore minimo di **6 mm**; conducibilità idraulica $k < 1 \cdot 10^{-11}$ m/s;
- **STRATO n. 2:** Spessore minimo di **6 mm**; conducibilità idraulica $k < 5 \cdot 10^{-13}$ m/s;
- **STRATO n. 3:** Spessore minimo di **6 mm**; conducibilità idraulica $k < 1 \cdot 10^{-11}$ m/s.

Va riferito che il *Nuovo D.Lgs 36/2003*, pur migliorando il periodare e la nomenclatura tecnica, mantiene, su questo tema, il contenuto del precedente dettato normativo in merito all'assetto dello strato in oggetto lungo le sponde della discarica:

*«Lo strato di impermeabilizzazione artificiale lungo le sponde della discarica deve essere realizzato con uguali caratteristiche fisico-meccaniche e idrauliche a quelle dello strato di impermeabilizzazione artificiale di fondo. Deve inoltre essere garantita la continuità fisica fra i due sistemi di impermeabilizzazione. **Particolari soluzioni progettuali nella realizzazione del sistema di impermeabilizzazione artificiale delle sponde potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a condizione che garantiscano comunque una protezione equivalente e previa approvazione dell'ente territoriale competente.**»*

Il *Nuovo D.Lgs 36/2003*, peraltro, fornisce il criterio oggettivo di valutazione della "protezione idraulica equivalente":

«Ai fini dell'equivalenza i tempi di attraversamento da rispettare, nell'ipotesi di un carico idraulico di 0,3 m, non devono essere inferiori ai 25 anni per le discariche per rifiuti non pericolosi [...]».

Il calcolo del tempo di attraversamento T_a del pacchetto di tre geocompositi bentonitici sopra descritto e del succitato terreno rullato di sponda, sviluppato nel par.2.3 del *Fascicolo di analisi e calcoli*, conduce a un valore di **25,11 anni**.

Al rispetto del valore minimo prescritto dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*, la soluzione proposta unisce, come già detto, l'affidabilità dei giunti connessa alla particolare modalità di posa e sovrapposizione dei tre strati di materassini.

Parimenti, la semplicità e l'affidabilità dei giunti favorisce il conseguimento dell'altro fattore di notevole importanza richiesto dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*: la continuità fisica con lo strato impermeabilizzante di fondo.

6.3.5 Geomembrana

Al di sopra degli strati di impermeabilizzazione artificiale di fondo e pareti testè descritti, **a diretto contatto con questi**, è prevista, in continuità con le vasche già realizzate, la posa di una geomembrana liscia in *HDPE*, di spessore 2,5²² mm, giuntata per saldatura.

Detto spessore minimo rappresenta l'unica variazione nelle prescrizioni introdotte dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* in tema di barriere di fondo, rispetto alla precedente normativa. Infatti, a proposito della geomembrana in esame si rileva la seguente prescrizione:

«livello 2 b) geomembrana in HDPE, spessore > 2,5 mm, conforme alla norma UNI 1604645 per geomembrane lisce ed alla norma UNI 1604643 per geomembrane ad aderenza migliorata;»

mentre nella precedente versione del D.Lgs 36/2003 il minimo spessore era fissato in 2 mm.

Le caratteristiche, le modalità di saldatura e i controlli relativi alla geomembrana sono dettagliati nel par. 2.4 delle *Specifiche tecniche*.

6.3.6 Geotessile di protezione

Nella zona basale, al di sopra della geomembrana, è prevista la stesa di un geotessile, avente lo scopo di proteggerla eventuali asperità dei granuli del sovrastante strato drenante, soprattutto allorchè sarà sottoposta al carico del corpo rifiuti.

Tale componente, sempre presente nelle vasche già realizzate, è stato trattato nel *Nuovo D.Lgs 36/2003*:

«Tra lo strato di impermeabilizzazione artificiale e lo strato di drenaggio del percolato va inserito un opportuno strato di protezione, costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, al fine di evitare il danneggiamento del sistema di impermeabilizzazione durante la fase costruttiva e durante la fase di gestione della discarica.»

[...]

livello 2 c) opportuno strato di protezione, costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, al fine di evitare il danneggiamento del sistema di impermeabilizzazione a causa degli agenti atmosferici durante la fase costruttiva ed ai carichi agenti, durante la fase di gestione della discarica Il materiale artificiale può essere costituito da geotessile non tessuto (resistenza a trazione minima nelle due direzioni longitudinale e trasversale: 60 kN/m - norma UNI EN ISO 10319; resistenza al punzonamento statico minima: 10 kN - norma UNI EN ISO 12236; massa areica minima: 1200 g/m² - norma UNI EN 9864) o altro adeguato sistema di protezione per la geomembrana;»

Nel nostro caso, come detto, sarà posto in opera un geotessile non tessuto con le caratteristiche minime testè illustrate dalla norma.

²² Si richiama il refuso del D.Lgs 121/2020, che escluderebbe lo spessore "esattamente" pari a 2,5 mm, che rappresenta lo spessore massimo delle membrane di questo tipo in commercio.

Tale protezione non riguarderà la zona delle sponde, in cui la funzione in oggetto è garantita dal geocomposito drenante (GCD – punto 6.3.7.3); la presenza del geotessile di protezione, in tale zona, porterebbe nocumento alla funzione drenante del GCD.

Le caratteristiche e i controlli relativi a tale geotessile sono dettagliati nel par. 2.5 delle *Specifiche tecniche*.

6.3.7 Strato di drenaggio del percolato

6.3.7.1 Generalità

Sopra il suddetto geotessile di protezione è prevista la formazione dello strato drenante del percolato.

Il *Nuovo D.Lgs 36/2003* fornisce maggiori dettagli di tale componente rispetto a quanto disposto dalla precedente versione del Decreto:

«Al di sopra dello strato di impermeabilizzazione artificiale del fondo e delle sponde, deve essere previsto uno strato di drenaggio del percolato costituito da materiale granulare drenante con spessore $s \geq 0,5$ m e di idonea trasmissività e permeabilità in grado di drenare la portata di percolato prodotta nella fase di gestione e post-gestione. Limitatamente alle sponde con pendenza superiore a 30° lo strato drenante può essere costituito da uno strato artificiale di spessore inferiore con capacità drenante equivalente e raccordato al sistema drenante del fondo sub-pianeggiante.

[...]

livello 3) strato drenante: spessore $> 0,5$ m, permeabilità $k \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s, classi A1 e A3 della classificazione HRB AASHTO. Il materiale drenante deve essere costituito da un aggregato grosso marcato CE (indicativamente ghiaia/pietrisco di pezzatura 16-64 mm), a basso contenuto di carbonati (< 35 %), lavato, con percentuale di passante al vaglio 200 ASTM < 3 %; con granulometria uniforme, con un coefficiente di appiattimento < 20 (secondo UNI EN 933-3) e diametro minimo $d > 4$ volte la larghezza delle fessure del tubo di drenaggio.»

Nel nostro caso si configurano pertanto due situazioni:

- il fondo delle vasche, che sarà conformato alle prescrizioni di dettaglio del Decreto;
- le sponde, che, essendo più acclivi di 30° (circa 34°), saranno dotate di un geocomposito drenante.

Nei seguenti due punti saranno sviluppate le due soluzioni.

6.3.7.2 Drenaggio granulare di fondo vasca

Le caratteristiche dello strato granulare di fondo vasca sono simili a quelle dell'omologo componente delle vasche realizzate secondo il *Progetto del 2011*.

Nondimeno, il maggior dettaglio fornito dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* nel passo sopra richiamato consente di definire le seguenti caratteristiche:

- materiale drenante costituito da un aggregato grosso marcato CE, indicativamente ghiaia/pietrisco di pezzatura 16-64 mm, a basso contenuto di carbonati (< 35 %), lavato, con percentuale di passante

al vaglio 200 ASTM < 3%, con granulometria uniforme, con un coefficiente di appiattimento < 20 (secondo UNI EN 933-3) e diametro minimo $d > 4$ volte la larghezza delle fessure della tubazione di drenaggio;

→ spessore > 0,5 m;

→ coefficiente di permeabilità $k \geq 1 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Quest'ultimo valore appare francamente assai basso e pertanto, poco conservativo; probabilmente trattasi di un refuso.

Per questo motivo, alla luce della citata argomentazione, sarà assunto un coefficiente di permeabilità $k \geq 1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Come accennato sopra, nell'ambito del compluvio delle semivasche è posta una tubazione fessurata in HDPE per la raccolta del percolato, connessa ai pozzi di emungimento. In corrispondenza di tale tubazione è prevista la realizzazione di un'intumescenza con il medesimo materiale drenante granulare, alta 70 cm sopra la generatrice superiore della tubazione e larga 200 cm. Tale provvedimento, in continuità con le vasche già realizzate, si rende opportuno per ridurre le sollecitazioni sulla tubazione, grazie all'"effetto arco" attivato da siffatto rivestimento.

I dettagli del componente in oggetto sono riportati nel sottopar. 2.6.2 delle *Specifiche tecniche* e nella **Tav. 12**.

6.3.7.3 Drenaggio nelle sponde

Il *Nuovo D.Lgs 36/2003* introduce il dettaglio del drenaggio del percolato nelle sponde; nel caso di pendenza maggiore di 30°, come nel caso in esame (circa 34°) è prevista la possibilità di adottare soluzioni equivalenti. Nella versione precedente del Decreto tale provvedimento era indicato in modo esplicito solo nel fondo della discarica²³.

Peraltro, nelle vasche già realizzate il drenaggio del percolato nelle sponde era favorito dal provvedimento previsto nel *Piano di gestione operativa* annesso al Progetto definitivo approvato, che, al par.3.7, riservava alla porzione di volume posto fra il corpo rifiuti coltivato in cubi compattati e le sponde stesse il conferimento di rifiuti sciolti di pezzatura assimilabile a sabbia-ghiaia, con lo scopo di proteggere il pacchetto di protezione delle sponde dalle possibili azioni laceranti dei rifiuti compattati:

«È opportuno evidenziare alcuni aspetti peculiari della gestione di rifiuti imballati in cubi:

- *è necessario collocare rifiuti sciolti nello spazio compreso fra le balle confezionate e le scarpate, per trasmettere su queste ultime una pressione "idrostatica" uniforme, ed evitare il punzonamento della geomembrana;»*

²³ «Sul fondo della discarica, al di sopra del rivestimento impermeabile, deve essere previsto uno strato di materiale drenante con spessore $\geq 0,5$ m.»

Con il *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012* si forniva una connotazione più definita di tale strato, sia in termini quantitativi, sia nelle sue caratteristiche. Ciò anche per stimarne con precisione il volume, ascrivibile al novero dei “volumi tecnici”, come quelli relativi ai pacchetti di copertura e di fondo. Il recupero di tale volume tecnico è stato poi attuato nei successivi Piani tariffari, a decorrere da quello al 1° gennaio 2012.

In quella sede, si indicava uno spessore di 70 cm di materiale simil-sabbioso tale da costituire una “zona cuscinetto” fra i rifiuti e la geomembrana, che, a fronte di un sviluppo delle sponde di 14.611,69 m², generava un volume tecnico da recuperare di 10.228,18 m³.

Nel medesimo *Progetto esecutivo* di precisava altresì che, come per altri volumi tecnici collocati nell’ambito delle vasche (la formazione di piste e lo strato drenante del biogas), sono ammissibili anche materiali con siffatte caratteristiche, ma rientranti nel campo dei rifiuti (inerti e/o non pericolosi) e/o sottoprodotti/MPS, la cui conferibilità sia compatibile con le caratteristiche della discarica in oggetto.

Entro tale cospicua “zona cuscinetto”, tenendo anche conto dell’elevata inclinazione delle sponde, il drenaggio del percolato è, con tutta evidenza, garantito.

Stante l’esplicito riferimento del *Nuovo D.Lgs 36/2003* ad uno strato drenante del percolato nelle sponde, nel presente Progetto è prevista la posa di un geocomposito drenante (GCD), costituito da un’anima drenante compresa fra una coppia di geotessili; il superiore con funzione di filtro nei confronti delle particelle più fini dei rifiuti.

Ciò nondimeno, la “zona cuscinetto” sopra illustrata sarà comunque mantenuta anche nella nuova vasca.

Come dimostrato nel par. 2.4 del *Fascicolo di analisi e calcoli*, il GCD prescelto, di spessore minimo 7 mm, le cui caratteristiche di dettaglio sono illustrate nel sottopar. 2.6.3 delle *Specifiche tecniche*, evidenzia prestazioni migliori dello strato drenante di fondo.

Detto GCD avrà altresì la funzione di protezione della geomembrana.

Il GCD sarà risvoltato al di sotto dello strato drenante granulare del fondo per almeno 2 m, così da assicurare la continuità idraulica del deflusso.

La configurazione del pacchetto di fondo e pareti è rappresentata nei Particolari 1 e 2 della Tav.11.

6.3.8 Arginelli di separazione delle semivasche

In continuità con la progettazione della discarica esistente, le due nuove semivasche in cui è suddivisa la nuova/ripristinata vasca 18, denominate 18 A-B e 18 C-D, saranno separate fra loro e dalla contigua vasca 12 (Cfr. i lavori propedeutici illustrati nel par. 6.2) tramite arginelli in argilla, con pendenza 1:1, altezza 1 m e larghezza sommitale di 60 cm.

Ciò consente la gestione autonoma di ogni semivasca.

Gli arginelli saranno costituiti da terreno argilloso con le stesse caratteristiche dello strato di impermeabilizzazione di fondo, compattato fino al raggiungimento della densità in sito almeno pari al 90% della densità ottimale da prova AASHTO Standard.

A finire, gli arginelli saranno completati con la geomembrana, collegata per saldatura con le geomembrane delle semivasche contigue, e con il geotessile tessuto di protezione, come illustrato nella **Tav.12**.

6.4 Integrazione del sistema di emungimento e raccolta del percolato

6.4.1 Generalità

La realizzazione della nuova vasca “ripristinata” richiede l’integrazione del sistema di emungimento e raccolta del percolato, poiché saranno aggiunti gli apporti delle due semivasche in oggetto.

Trattasi, in somma sintesi, dei collettori di fondo e dei connessi pozzi salienti a giorno.

Per quanto concerne il sistema di emungimento, raccolta e stoccaggio del percolato nel suo complesso è opportuno evidenziare fin da subito che subirà qualche variazione, a seguito delle seguenti circostanze:

- l’ottimizzazione del fronte perimetrale, che prevede la realizzazione del *Muro*, comporta alcune modifiche anche della configurazione delle tubazioni di convogliamento del percolato, nonché dei collettori dell’energia e dei segnali, che saranno trattate oltre;
- l’introduzione del depuratore in situ richiede una rivisitazione del sistema di stoccaggio provvisorio del percolato, che sarà trattata nel cap.10;
- la realizzazione della vasca 18 impone l’adeguamento della risalita a giorno del percolato della semivasca 5 A-B, tramite un pozzo verticale analogo a quelli previsti nelle vasche 6 A-B ÷ 10 A-B (Cfr. Progetto esecutivo del 2011).

Vale ora la pena di approfondire le prescrizioni, nuove o modificate, del *Nuovo D.Lgs 36/2003* sui temi in esame, al solito con evidenziate le variazioni rispetto al precedente *Decreto* (con le parti cancellate di quest’ultimo e le parti in grassetto di nuova formulazione):

«Il sistema di raccolta del percolato deve essere progettato e gestito in modo da:

- ~~minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo della discarica~~ ~~al minimo compatibile con i sistemi di sollevamento e di estrazione~~ **compatibilmente con le caratteristiche geometriche, meccaniche e idrauliche dei materiali e dei rifiuti costituenti la discarica e compatibilmente con i sistemi di sollevamento e di estrazione;**

- ~~prevenire intasamenti ed occlusioni per tutto il periodo di funzionamento previsto~~ **gestione operativa e post operativa della discarica; a tal fine, tra i rifiuti ed il sistema drenante non deve essere interposto materiale sintetico e/o naturale, con funzione filtrante, di conducibilità idraulica e porosità inferiori a quella del letto drenante;**

- **resistere all'attacco chimico dell'ambiente della discarica;**

- *sopportare i carichi previsti.*

- **garantire l'ispezionabilità del sistema.»**

Sul tema del battente idraulico minimo, il principale merito della nuova formulazione risiede nel fatto che è stato correlato non solo ai sistemi di sollevamento, come richiesto nella precedente versione del D.Lgs 36/2003, ma anche alle «*caratteristiche geometriche, meccaniche e idrauliche dei materiali e dei rifiuti costituenti la discarica*». Tale nuova e opportuna²⁴ disposizione è già stata implementata sin dal *Progetto del 2011*, proprio per tener conto della tipologia di rifiuti, in grado di sviluppare gas potenzialmente in grado di fluire attraverso il collettore fessurato di fondo del percolato. Per questo motivo, è stato ritenuto di garantire un maggior livello di sicurezza nei confronti di tale fenomeno facendo in modo che il battente di percolato sia sufficiente ad esercitare la funzione di “guardia idraulica” nei confronti della tubazione di fondo. Questa impostazione è stata condivisa dagli Enti preposti all'autorizzazione ed è stata recepita nell'AIA dell'8 agosto 2011, che prevede un battente massimo di un metro sulla quota media della semivasca idraulicamente tributaria di un pozzo.

Tornando all'integrazione del sistema di emungimento e raccolta connessa al completamento/ripristino della vasca 18, nei due successivi sottoparagrafi saranno dettagliati i componenti integrativi sopra enumerati.

6.4.2 Semivasca 18 A-B

In conclusione del sottopar. 6.3.7.2 si accennava al collettore di raccolta del percolato posto nel compluvio fra i settori di ogni semivasca, che adduce al pozzo saliente, ove è calata la pompa di estrazione.

In continuità con le vasche già realizzate, è prevista la posa di una tubazione fessurata in *HDPE* con diametro nominale 225 mm e classe di pressione minima PN 12,5, secondo la norma UNI 10910 (Cfr. sottopar. 2.6.4 delle Specifiche tecniche per i dettagli).

Analogamente a quanto previsto nel *Progetto del 2011*, il pozzo saliente del percolato dovrà emergere a giorno attraversando la copertura finale, in questo caso costituita dal *Muro*, mantenendo l'attuale direzione, determinata dall'appoggio della generatrice inferiore sulle sponde delle semivasche.

Ciò nondimeno, trattandosi dell'attraversamento, ancorchè in pochi punti, di una struttura in terra rinforzata, è opportuno che il diametro dei pozzi sia ristretto al minimo necessario ad assicurare le seguenti due attività:

- agevoli manovre di sollevamento/abbassamento delle pompe, per la loro gestione e manutenzione;
- ispezionabilità del sistema di emungimento del percolato, costituito dallo stesso pozzo saliente, come richiesto dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* (vedi oltre).

²⁴ L'interpretazione che taluni enti ed organismi di controllo forniscono di tale battente prevede la limitazione a 1 m, riferita alla zona ove è collocato l'impianto di sollevamento. Ciò, come qui dimostrato, non è a favore della sicurezza gestionale dell'impianto, proprio perché avulsa dagli altri aspetti della sua gestione.

Tale minimo, che pur garantisce un adeguato margine di sicurezza, sarà costituito da una tubazione da 315 PN16.

La soluzione individuata, illustrata nella **Tav.12**, prevede la realizzazione del pozzo saliente con le medesime modalità adottate in tutte le altre semivasche, realizzato in *HDPE* irrigidito con costolature, con diametro interno da 80 cm.

Detto pozzo, saliente dal fondo, sarà interrotto poco sotto il P.C., ove si innesterà la tubazione da 315 attraversante il *Muro*, che proseguirà fino in fondo ad intercettare la zona di pescaggio della pompa. Nel punto di giunzione sarà altresì disposto un fondello che eviterà l'ingresso dei rifiuti nell'intercapedine fra le due tubazioni.

Tale soluzione, stante la necessità di attraversamento del *Muro* di tutti i pozzi salienti da questo intercettati, sarà generalizzata.

Fin dalle prime semivasche realizzate, i pozzi salienti da 80 cm, pur irrigiditi dalle succitate costolature, hanno talora mostrato suscettibilità all'ovalizzazione²⁵, risolta realizzando rinfianchi in calcestruzzo leggermente armato nella zona mediana e basale dei pozzi, ad ulteriore irrigidimento delle strutture in *HDPE*. Tale metodo si è rivelato efficace e sarà riprodotto nel pozzo a servizio della semivasca in oggetto.

L'ispezionabilità del sistema prevista dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* è garantita dal diametro dei pozzi salienti, ancorchè ridotto rispetto alla precedente soluzione da 80 cm.

6.4.3 Semivasca 18 C-D

Tutte le considerazioni svolte nel precedente sottoparagrafo sono valide anche per la semivasca in oggetto.

L'unica variante riguarda la posizione del pozzo saliente, posto sul lato nord della semivasca, così da minimizzarne la lunghezza e agevolarne la venuta a giorno.

Per garantire l'emungimento del percolato della semivasca in questa configurazione sarà necessario sagomare la parte orientale del fondo vasca nel settore D in modo da trasferire il punto più depresso in corrispondenza della base del pozzo saliente, in continuità con l'analogo provvedimento posto in atto nelle semivasche 14 C-D ÷ 18 C-D (Cfr. **Tav.12**). Va, infatti, ricordato che tale punto di emungimento raccoglie le provenienze della semivasche 14 C-D ÷ 18 C-D, assolvendo così al ruolo che era stato assegnato, nel Progetto esecutivo del 2011, all'omologo pozzo della semivasca 12 C-D.

²⁵ Nell'ambito di uno studio generale sulla stabilità della discarica, condotto con un codice di calcolo agli elementi finiti [*Caratterizzazione meccanica degli RSU della discarica di Grumolo delle Abbadesse e applicazione di un modello costitutivo* – Tesi di Laurea di Alberto Sarzo – Relatore: Prof. Ing. M. Favaretti; Correlatori: Dott.Ing. S. Busana, Prof. Ing. G.P. Cortellazzo – Facoltà di Ingegneria dell'Università di Padova, 2007], è emerso che le tensioni indotte dai rifiuti sui pozzi in oggetto non risultavano tali da indurre particolari deformazioni, ragion per cui tale comportamento è da ascrivere principalmente alla disomogeneità dei carichi sulla tubazione, con sforzi ovalizzanti concentrati. Un certo ruolo può essere ascritto anche alle temperature generate dalla degradazione dei rifiuti, dell'ordine anche dei 40-50 °C.

6.5 Integrazione del sistema di aspirazione e collettamento del biogas

La realizzazione della nuova/ripristinata vasca 18 comporta la necessità di integrare il sistema di aspirazione e collettamento del biogas, a servizio del volume aggiuntivo di rifiuti.

Ciò nondimeno, come dimostrato nel cap.11, non sarà necessario aumentare la potenza della centrale di aspirazione, stante la sopravvenuta diminuzione della produzione di gas delle prime vasche implementate con il *Progetto del 2011* e, per quanto attiene il fabbisogno di prevalenza, grazie alla riconfigurazione della rete di aspirazione (segnatamente, dei collettori primari e dei presidi di gestione).

La configurazione del nuovo sistema di aspirazione e collettamento del biogas, illustrato nel cap.11, prevede la formazione di nuovi pozzi di aspirazione che, insieme con le sonde adacquatrici (Cfr. sottopar. 8.4.5), costituiscono gli elementi di estrazione del biogas dalla discarica. Altresì, è prevista la soprelevazione degli attuali pozzi del biogas, a seguito della ribaulatura della discarica nella fascia perimetrale.

Le caratteristiche e le modalità realizzative dei nuovi pozzi e del sopralzo degli esistenti sono dettagliate nel cap.4 delle *Specifiche tecniche* e nella **Tav. 13**.

7 OTTIMIZZAZIONE DEL FRONTE PERIMETRALE

7.1 Premessa

L'ottimizzazione del fronte perimetrale, come accennato in *Premessa*, consiste nel miglioramento dell'utilizzo dell'area disponibile, realizzando un fronte-discarica perimetrale il più possibile acclive.

Per conseguire questo obiettivo è proposta la realizzazione di un argine perimetrale in terra rinforzata (denominato "*Muro*"), con altezza dal P.C. dell'ordine dei 5 m, in sostituzione dell'attuale fronte perimetrale basato su un arginello di base e su un successivo raccordo alla sommità della copertura con pendenza dell'ordine del 7,6%.

Tale provvedimento riguarderà la parte di discarica planimetricamente più allargata, con l'esclusione, pertanto, della porzione in cui è già stata completata la copertura definitiva (Cfr. **Tavv. 04, 05 e 11**).

In questa linea si pone altresì, alla luce della lunga serie di osservazioni sugli assestamenti del corpo rifiuti compiuto dal 1999 ad oggi sulla discarica, una leggera correzione della pendenza minima della copertura, dal 7,62%, prevista nel *Progetto del 2011*, al 5%.

Tutto ciò prospetta la completa rivisitazione della copertura finale della discarica, di cui il *Muro*, peraltro, è parte integrante.

La particolare tecnologia della terra rinforzata si ritiene la più adatta nel conseguimento dell'obiettivo in oggetto, per i seguenti motivi:

- consente di realizzare strutture di contenimento in terra con un alto rapporto altezza/base, sfruttando così al massimo l'area disponibile;
- la struttura di contenimento è omogenea, dal punto di vista della rigidità, rispetto ai mezzi deformabili circostanti (rifiuti compattati e terreni fini di fondazione). Tale caratteristica, fra l'altro, la rende maggiormente idonea all'assorbimento delle azioni sismiche rispetto ad un classico muro in calcestruzzo.

Un importante fattore condizionante nel progetto del *Muro* è rappresentato dalla ridotta disponibilità di area compresa fra il perimetro della discarica e il confine, stante la necessità di assicurare un'adeguata viabilità di circuitazione della discarica anche nel periodo di gestione post-operativa.

Va peraltro ricordato che la soluzione prospettata presenta alcuni elementi che richiedono una particolare cura nella progettazione, tanto da rendere opportuno l'impiego di modelli matematici strutturali e di monitoraggio sul campo, che saranno approntati con la collaborazione del *Dipartimento Ingegneria Civile e Ambientale* (ICEA) dell'Università di Padova²⁶.

Altresì, sarà predisposta una specifica progettazione esecutiva del *Muro* che approfondirà in dettaglio i seguenti temi:

²⁶ La rispondenza delle previsioni sul comportamento del *Muro* espresse dai modelli matematici sarà oggetto di verifica nel primo settore di *Muro*, che sarà opportunamente monitorato nell'ambito di un programma di collaborazione con il Dipartimento ICEA dell'Università di Padova, sancito da una Convenzione con SIA SRL del marzo 2021.

- la formazione del *Muro* attraverso l'individuazione dei migliori ancoraggi disponibili e della corretta tecnica di posa in opera dei terreni (utilizzando i terreni da scavo delle vasche);
- l'impermeabilizzazione della parete interna del *Muro*, in continuità con quella delle scarpate delle vasche sotto il P.C., alla luce dei prevedibili sforzi di taglio da attrito negativo indotti dai rifiuti su siffatte pendenze;
- il drenaggio di percolato e biogas nel paramento interno del *Muro*;
- le modalità di attraversamento dei pozzi per la raccolta del percolato.

Alla luce di quanto sopra, pertanto, il presente *Progetto definitivo* fornirà gli elementi base per il dimensionamento del *Muro*, demandando l'approfondimento degli elementi strutturali alla successiva fase di progettazione esecutiva.

Da ultimo, la soluzione in esame si presta ad una particolare ricomposizione ambientale, segnatamente per quanto attiene il paramento esterno del *Muro*, laddove è qui prospettato, fra l'altro, un "giardino verticale" di dimensioni significative. Questo tema sarà però trattato oltre (Cfr. par.17.3).

7.2 Caratteristiche e dimensionamento del *Muro*

7.2.1 Schema di progetto

Il principio base di funzionamento di un rilevato in terra rinforzata risiede nella presenza, nell'ambito della terra costitutiva, di rinforzi caratterizzati da opportuna rigidità e resistenza a trazione in grado di attivarsi per effetto di carichi esterni o da peso proprio, garantendo così la monoliticità e la stabilità del rilevato.

Segnatamente, i carichi esterni sono costituiti dalla spinta pseudo-geostatica dei rifiuti a tergo, dalla copertura definitiva nei suoi strati costitutivi e dalle azioni sismiche. La spinta idrostatica potenzialmente generata dal percolato è trascurabile, stante la particolare cura posta nel drenaggio di liquidi e gas a tergo del muro).

Il raccordo fra la copertura definitiva sommitale con pendenza variabile fra il 5% e il 7%, e il *Muro*, che prevede un breve tratto di maggior pendenza, dell'ordine dei 15°, si rende necessario per garantire il deflusso oltre il *Muro* sia delle acque meteoriche superficiali, sia ipodermiche (Cfr. par. 16.3 e **Part. 4** della **Tav.11**).

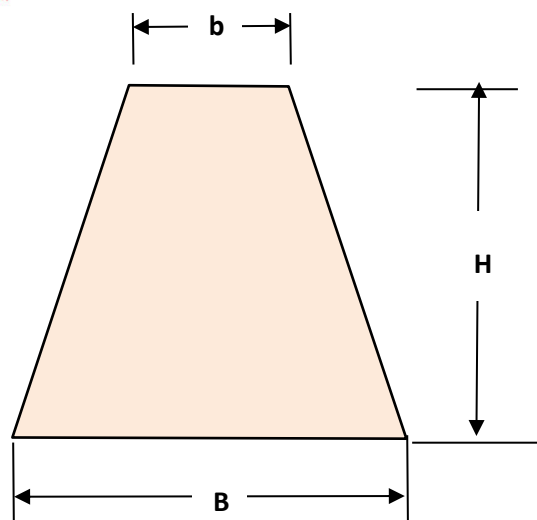
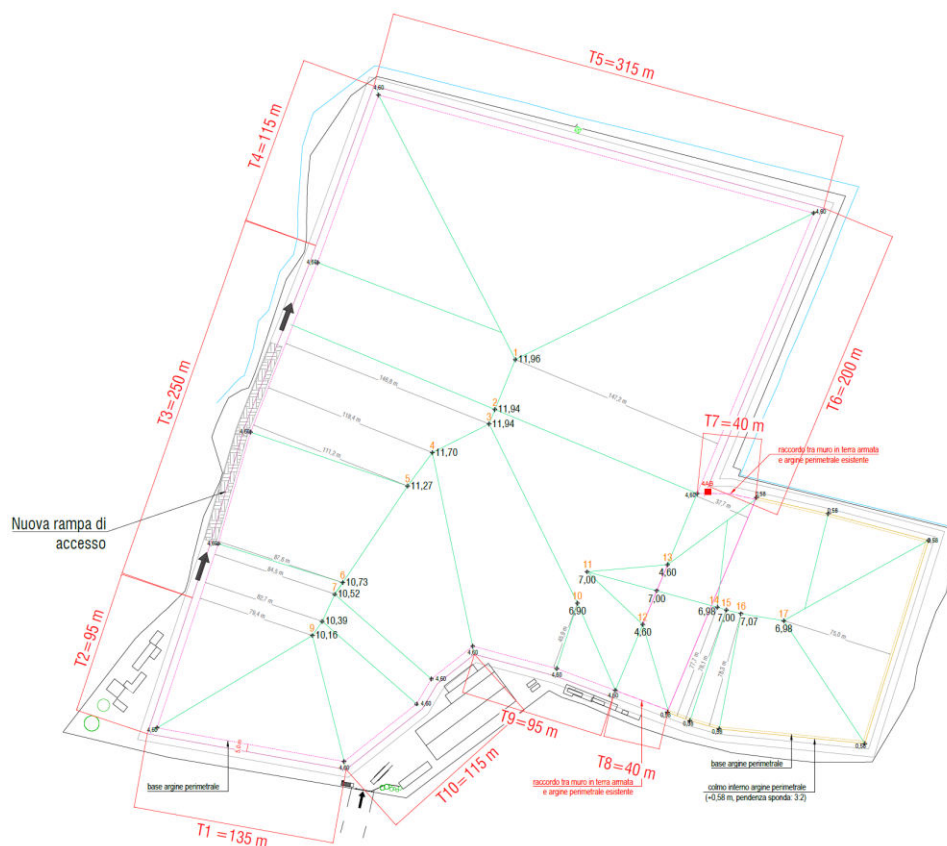
In merito alla sagoma di sezione del *Muro*, è stata accennata nel precedente paragrafo la ridotta disponibilità di area compresa fra il perimetro della discarica e il confine alberato, stante la necessità di assicurare un'adeguata viabilità di circuitazione della discarica anche nel periodo di gestione post-operativa.

Segnatamente, l'analisi delle larghezze disponibili comprese fra la discarica e il confine di proprietà ha evidenziato tratti di perimetro ove è possibile una base maggiore del *Muro* più estesa, mentre altri appaiono più angusti.

Tale analisi, con riferimento alla simbologia della planimetria di seguito riportata, che suddivide il perimetro in 10 tratti e al seguente schema della sagoma del *Muro* (trapezio isoscele con pendenza sull'orizzontale di 72°), evidenzia tre situazioni tipiche, riassunte nella seguente tabella.

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



tratti	lunghezza totale	H	B (max)	B (min)
	[m]	[m]	[m]	[m]
T1, T10	250	4,20	5,00	1,50
T2, T4, T5, T6, T9	820	5,00	5,00	1,50
T3	250	4,80	4,50	1,50

In generale, quindi, la base maggiore dovrà essere contenuta entro i 5 m, con l'unica eccezione di un tratto di circa 250 m, nella zona adiacente alla rampa di accesso, dove è richiesto il contenimento della base entro i 4,50 m.

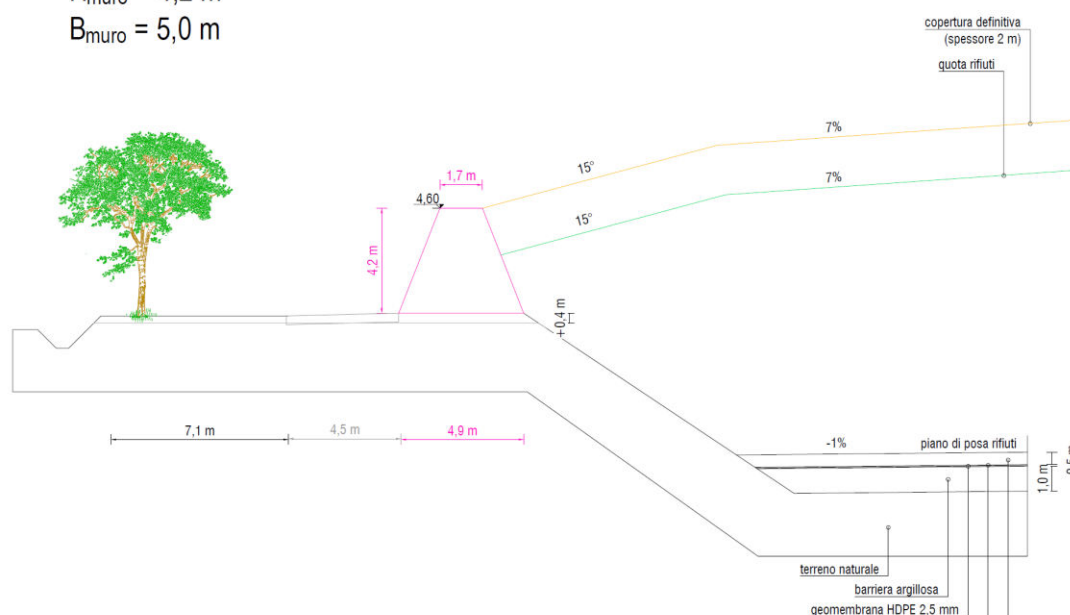
Le sezioni effettive del *Muro*, della copertura finale e del corpo rifiuti a tergo nei vari tratti sopra definiti sono rappresentate nelle seguenti figure, **che costituiscono le basi dello schema di calcolo**.

TRATTI T1 e T10

Lunghezza totale: 250 m

$H_{\text{muro}} = 4,2 \text{ m}$

$B_{\text{muro}} = 5,0 \text{ m}$

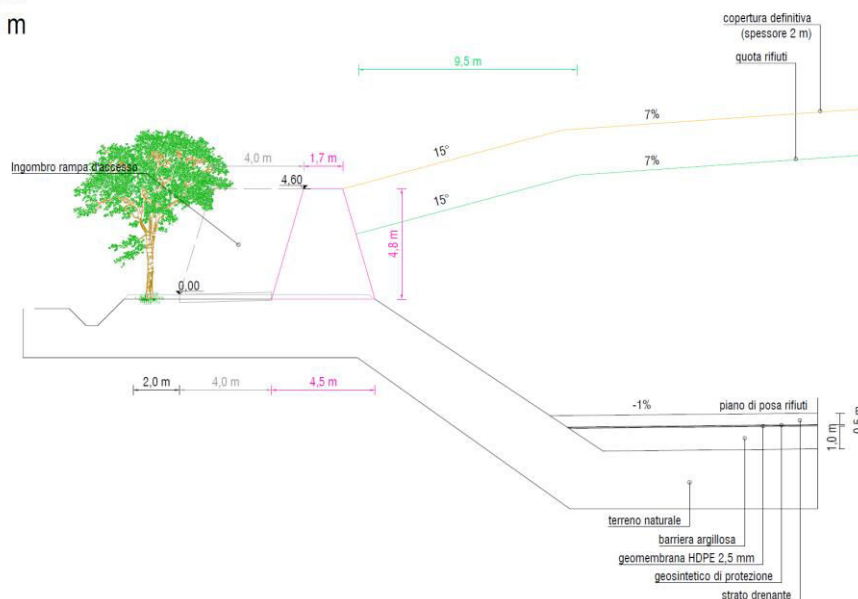


TRATTO T3

Lunghezza totale: 250 m

$H_{\text{muro}} = 4,8 \text{ m}$

$B_{\text{muro}} = 4,5 \text{ m}$



Il primo utilizza il metodo LEM (Limit Equilibrium Method – Metodo dell’Equilibrio Limite, che può essere definito “speditivo”, mediante il quale viene verificato l’intero *Muro* assoggettato, esternamente, ad una spinta di tipo attivo, ottenuta facendo riferimento alle teorie di Coulomb/Culmann, ed internamente fra ogni giacitura di geogriglia, alle spinte locali del terreno, cui si oppone la geogriglia stessa di rinforzo.

Il secondo approccio analizza il comportamento dell’opera mediante analisi numeriche agli elementi finiti (FEM). Il terreno di fondazione, i rifiuti/terreni sostenuti, il *Muro* e le strutture di rinforzo sono simulati mediante elementi dotati di opportune leggi costitutive. I valori delle spinte interne ed esterne agente sul muro e sollecitanti le strutture di rinforzo (geogriglie) derivano dalle analisi di deformazione dell’intero complesso, tenendo in considerazione la successione delle fasi costruttive. L’analisi FEM, che costituisce sostanzialmente un’analisi in condizioni di esercizio, può fornire anche indicazioni del Fattore di sicurezza dell’opera in condizioni di Stato Limite Ultimo.

In entrambi gli approcci, oltre alle verifiche del manufatto in condizioni statiche sono state svolte le verifiche in condizioni sismiche. A tal riguardo, le mappe di pericolosità sismica della normativa italiana (D.M. 14/01/2008) consentono l’identificazione, per il sito in esame, delle accelerazioni sismiche corrispondenti a prefissate probabilità di superamento nell’arco temporale di riferimento (tipicamente 50 anni ed indicato nelle normative vigenti come V_R).

- ⇒ **il metodo “speditivo”, basato su ben note teorie consolidate, ha il pregio di fornire utili risposte in termini “generali”, facilmente controllabili anche con calcoli manuali, che risultano molto affidabili in particolare nelle “verifiche esterne”. Meno definite, giocoforza, sono le verifiche “locali”, segnatamente sul comportamento dei rinforzi a fonte di geometrie particolari (risvolti, agganci, ecc.);**
- ⇒ **l’analisi a FEM, a fronte della complessità d’uso dei modelli e della difficoltà di controllarne sviluppo ed esiti, fornisce risposte complete e accurate anche a fronte di singolarità nella configurazione “locale” dei rinforzi, grazie anche all’analisi delle deformazioni.**

Proprio per le suddette motivazioni, l’abbinamento dei due approcci consente di giungere al risultato più affidabile e completo nell’analisi in oggetto.

Nel sottopar. 7.2.1 sono state illustrate le tre sezioni di progetto, rappresentative delle diverse situazioni del *Muro*, da cui di evince che le situazioni “tipiche” sono rappresentate dalle seguenti configurazioni (sempre con riferimento alla simbologia del trapezio del sottopar. 7.2.1):

<i>H</i> [m]	<i>B (max)</i> [m]	<i>b (min)</i> [m]
5,00	5,00	1,70
4,80	4,50	1,70

In sede di calcolo, nondimeno, è stato ritenuto opportuno sottoporre ad analisi una serie di sezioni più estesa, con lo scopo di “seguire” l’andamento dello stato tensionale in funzione di più combinazioni di altezza e base maggiore.

La sequenza di combinazioni analizzate è riportata nella seguente tabella:

H [m]	B [m]	b [m]
4,10	4,40	1,70
4,60	4,70	1,70
5,10	5,00	1,70
4,80	4,50	1,70

Le ultime due combinazioni, segnate in grassetto, sono rappresentative delle sezioni “tipiche” di progetto.

Gli esiti dell’analisi di stabilità sviluppata nei parr. 4.4, 4.5 e 4.6 del *Fascicolo di analisi e calcoli*, cui si rimanda per i dettagli, relativamente alla quattro sezioni indagate, hanno rivelato che:

⇒ le **verifiche di stabilità globale**, riferite ai seguenti scenari:

a fine costruzione del *Muro*, allorquando, in assenza dei rifiuti a tergo, la condizione ultima più gravosa consiste nella rottura globale del pendio verso l’interno della discarica, in condizioni di stato limite ultimo e di stato limite di salvaguardia della vita;

dopo la realizzazione della copertura finale, in condizioni di stato limite ultimo e di stato limite di salvaguardia della vita

evidenziano fattori di sicurezza sempre superiori ai limiti di Normativa;

⇒ le **verifiche dei rinforzi** costitutivi del *Muro*, realizzati tramite geogriglie in materiali polimerici, con resistenza ultima ≥ 55 kN/m, nonché della **geogriglia lungo il paramento interno del *Muro***, con resistenza ultima ≥ 110 kN/m

evidenziano valori di tiro di calcolo sempre inferiori al minimo ammissibile.

In conclusione, i risultati ottenuti dall’analisi di stabilità evidenziano che, sia in fase di costruzione, sia nella successiva fase operativa e post-operativa del *Muro*, i livelli di sicurezza sono adeguati e superiori a quanto richiesto dalla Normativa. A tal riguardo si deve anche tener presente che, per la tipologia dell’opera,

eventuali situazioni di sollecitazioni eccezionali possono comportare fenomeni deformativi rilevanti, ma non collassi “fragili” ed improvvisi di tutta l’opera.

Gli spostamenti verticali e orizzontali previsti sono del tutto compatibili con l’opera in sé e non determinano particolari problematiche.

Le caratteristiche di resistenza dei geosintetici di progetto sono idonee a resistere agli stati di sollecitazione a cui plausibilmente saranno assoggettati.

7.3 Strati di completamento del paramento interno del Muro

7.3.1 Generalità

Come accennato nel par. 7.1, il Muro in oggetto costituisce la parte basale della copertura finale della discarica, poichè spicca al di sopra del piano campagna, analogamente a quello che era il fronte perimetrale previsto dal *Progetto del 2011*, costituito dall’argine, dal raccordo e dagli attraversamenti dei pozzi salienti del percolato (questi ultimi saranno trattati nel prossimo paragrafo).

Il Muro, parimenti, dovrà garantire la funzione di contenimento (barriera minerale e geomembrana), oltre a quella di drenaggio del percolato che, in questa zona, è prioritariamente preposto all’abbattimento delle pressioni idrostatiche, particolarmente insidiose per la stabilità del manufatto. La posizione di tale drenaggio, a ridosso dei rifiuti, garantirà altresì l’evacuazione del biogas, per cui è prevista una funzione duale (percolato e biogas) del sistema drenante.

Pertanto, onde garantire le prestazioni richieste dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*, assumendo che il **Muro stesso espliciti la funzione di “finitura superficiale” di protezione idraulica e termica (assicurata nelle coperture dallo strato corticale di spessore maggiore o uguale a 1 m)** il paramento interno del Muro dovrà essere completato da una serie di elementi integrativi, di seguito illustrati, non prima però di aver ricordato le suddette prestazioni; nel *Decreto*, infatti, a proposito degli strati esteri della copertura definitiva, si legge quanto segue:

«La copertura deve essere realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, almeno dai seguenti strati:

«1. strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;

2. strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($k > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni. In ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo filtro naturale o di geotessile per prevenire eventuali intasamenti connessi al trascinamento del materiale fine dello strato superficiale di copertura;

3. strato minerale compattato dello spessore $s \geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale. [...] Particolari soluzioni progettuali nella realizzazione dello strato minerale compattato delle parti con pendenza superiore a 30° , che garantiscano comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m, a condizione che vengano approvate dall'ente territoriale competente.»

7.3.2 Strati di tenuta

Lo strato minerale del punto 3 prescritto dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* (spessore $s \geq 0,5$ m e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s) rappresenta il riferimento per le soluzioni alternative «che garantiscano comunque una protezione equivalente».

Come più volte argomentato a proposito delle barriere di fondo, il *Nuovo D.Lgs 36/2003* ha meglio definito la “protezione equivalente” rapportandole al “tempo di attraversamento” della barriera. Altresì, nella barriera di fondo, il *Decreto* ha introdotto il carico idraulico sulla barriera di 0,3 m.

È di tutta evidenza che nella barriera di copertura è meno probabile che si formino siffatti battenti; ciò nondimeno, nel calcolo della “protezione equivalente”, il “tempo di attraversamento” della barriera di riferimento, con spessore $s \geq 0,5$ m e conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-8}$ m/s, sottoposta a detto battente, costituisca, come testè accennato, il riferimento obbligato.

Avvalendoci delle considerazioni teoriche svolte nel par. 6.3, il tempo di attraversamento deriva dal calcolo riportato nel par. 4.7 del *Fascicolo di analisi e calcoli*, da cui si evince un valore pari a **2,64 anni**, che costituisce il termine cui riferire la soluzione alternativa proposta.

Questa consiste nella posa di due geocompositi bentonitici disposti a quinconce/coprigiunto analogamente a quanto previsto nell'integrazione della barriera delle sponde (Cfr. sottopar. 6.3.4.).

I geocompositi vengono forniti in rotoli, di larghezza di circa 5 m: la posa dei rotoli su tutto il paramento del *Muro* avviene con sovrapposizione di circa 30 cm. Il sovrastante geocomposito è posato con sfalsamento dell'ordine di un terzo della larghezza e con pari sovrapposizione di 30 cm, coprendo così completamente il giunto dello strato inferiore.

I valori limite delle prestazioni essenziali richieste ai materassini sono i seguenti:

- **STRATO n. 1:** Spessore minimo di **10 mm**; conducibilità idraulica $k < 1,5 \cdot 10^{-11}$ m/s;
- **STRATO n. 2:** Spessore minimo di **10 mm**; conducibilità idraulica $k < 1,5 \cdot 10^{-11}$ m/s.

Il calcolo del tempo di attraversamento di tale barriera, con un battente di 0,3 m, è riportato nel par. 4.7 del *Fascicolo di analisi e calcoli*, da cui si evince un valore di **2,82 anni**, maggiore di quello di riferimento.

Al di sopra della barriera minerale costituita dai geocompositi bentonitici testè descritti, **a diretto contatto con questi**, è prevista la posa di una geomembrana liscia in *HDPE*. Le caratteristiche, le modalità di posa e i controlli relativi alla geomembrana saranno definiti in sede di progettazione esecutiva (Cfr. par. 7.5).

7.3.3 Sistema di drenaggio del paramento interno del *Muro*

Come accennato nel sottopar. 7.3.1, il drenaggio del paramento interno al *Muro*, oltre che prescritto dalla normativa, si rende indispensabile in questa zona giacchè è prioritariamente preposto all'abbattimento delle pressioni idrostatiche, instabilizzanti per il *Muro*.

Come parimenti accennato, stante la sua posizione a ridosso dei rifiuti, tale drenaggio dovrà altresì garantire l'evacuazione del biogas che, pur esalando prioritariamente verso l'alto e/o attraverso i pozzi verticali di aspirazione già previsti, potrebbe concentrarsi in sacche a ridosso del paramento interno del *Muro*, soprattutto nella parte bassa.

Per tutti questi motivi, è necessario predisporre un vero e proprio "sistema di drenaggio" del paramento interno del *Muro*, costituito dai seguenti elementi:

- geocomposito drenante a lamina cuspidata fra due geotessili tessuti, posato sulla geomembrana;
- sonde duali fessurate verticali, poste fra un collettore sommitale per il biogas e un collettore basale per il percolato (vedi i successivi punti), di diametro interno 60 mm e con passo di 5 m;
- collettore sommitale in *HDPE* di collettamento del biogas, posto in depressione, di diametro interno ≥ 120 mm;
- collettore basale in *HDPE* fessurato del percolato, racchiuso in un vespaio, di diametro interno ≥ 200 mm, in grado di raccogliere anche i deflussi del geocomposito drenante. Tale collettore sarà connesso ai pozzi salienti del percolato entro cui scaricherà i deflussi.

La posa in opera del geocomposito e delle sonde ivi appoggiate è facilitata dalla presenza di una geogriglia antiscivolamento posta lungo il paramento interno del *Muro* immediatamente sopra il pacchetto di strati, in grado di serrare il pacchetto di drenaggio e di proteggerlo dai rifiuti. A proposito di questi ultimi, al fine di favorire il drenaggio di biogas e percolato nei pressi del paramento interno del *Muro*, è previsto, in sede di coltivazione della discarica, la formazione di uno strato di rifiuti sciolti granulari a ridosso del paramento, di spessore pari ad almeno 1 m. in tutti i casi, la coltivazione in cubi compattati sarà interrotta a debita distanza da detto paramento.

La geogriglia in oggetto è stata interessata dall'analisi su modello numerico citata nel sottopar. 7.2.2: per questa è richiesta una resistenza ultima ≥ 110 kN/m.

Il sistema di drenaggio, insieme con tutto il pacchetto di strati sopra descritto, è riportato nel Part. 4 della Tav. 11.

7.4 Attraversamento del Muro

Analogamente a quanto previsto nel *Progetto del 2011*, i pozzi salienti del percolato dovranno emergere a giorno attraversando la copertura finale mantenendo l'attuale direzione, determinata dall'appoggio della generatrice inferiore sulle sponde.

Ciò nondimeno, trattandosi dell'attraversamento, ancorchè in pochi punti, di una struttura in terra rinforzata, è opportuno che il diametro dei pozzi sia ristretto al minimo necessario ad assicurare le seguenti due attività:

- agevoli manovre di sollevamento/abbassamento delle pompe, per la loro gestione e manutenzione;
- ispezionabilità del sistema di emungimento del percolato, costituito dallo stesso pozzo saliente, come richiesto dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* (Cfr. sottopar. 6.4.2).

Tale minimo, che pur garantisce un adeguato margine di sicurezza, è costituito da una tubazione da 315 PN16 entrante nel pozzo saliente in modo da dividerne la generatrice inferiore. Nel punto di giunzione sarà altresì disposto un fondello che evita l'ingresso dei rifiuti nell'intercapedine fra le due tubazioni.

L'attraversamento del *Muro* da parte della testè citata tubazione richiederà un adeguamento locale dei rinforzi, oltre a provvedimenti di sigillatura del pacchetto di impermeabilizzazione e drenaggio. Altresì, nell'intorno della tubazione nella zona di attraversamento dovranno essere disposti specifici cordoni bentonitici sigillanti.

L'attraversamento è rilevabile nella **Tav. 12**.

7.5 Dettagli esecutivi

In sede di progettazione esecutiva e di analisi sul campo del primo settore di *Muro*, oltre agli aspetti attinenti la progettazione di dettaglio e l'esecuzione del *Muro*, dovranno essere approfonditi i seguenti temi:

- ⇒ assetto dei rinforzi del *Muro* nell'intorno degli attraversamenti;
- ⇒ dettagli delle sigillature degli strati attraversati;
- ⇒ modalità di ancoraggio della geomembrana e, soprattutto della geogriglia antiscivolamento posta lungo il paramento interno del *Muro*;
- ⇒ specifiche tecniche dei materiali costituenti il pacchetto di strati.

8 COMPLETAMENTO DELLA COPERTURA FINALE

8.1 Generalità

È stato già accennato della funzione del *Muro* perimetrale come “parte basale” della copertura finale, le cui caratteristiche sono state esposte nel precedente capitolo.

Per quanto attiene, invece, alla rimanente parte della copertura finale, nella sua accezione più “tradizionale”, vale a dire la parte sommitale caratterizzata dal “pacchetto di strati”, con l’eccezione della parte già completata, le modifiche introdotte dal presente *Progetto* rispetto al *Progetto del 2011* e s.m.i., sono, in somma sintesi, le seguenti:

- **a parità di quota finale della copertura**, la pendenza minima sarà ridotta dal 7,62% al 5%;
- sarà semplificato, a parità di prestazioni, lo strato drenante ipodermico delle acque meteoriche, a seguito dell’entrata in vigore del *Nuovo D.Lgs 36/2003*;
- sarà eliminato l’inghiottitoio perimetrale, sostituito da una canaletta semicircolare di drenaggio delle acque meteoriche in *HDPE*, diametro interno 60 cm;
- sarà completamente rivista la ricomposizione finale, a seguito della mutata morfologia della discarica. Questa rivisitazione estetico-culturale, illustrata nel par. 17.3, sostituisce l’omologa ricomposizione contenuta nel *Progetto esecutivo del 2012* redatto dal Dott. For. Andrea Rizzi. Ciò nondimeno, come indicato in *Premessa* (Cfr. cap.1) e nel primo punto del presente articolato, **sarà mantenuta la quota massima della copertura indicata in quest’ultimo progetto**.

Va opportunamente segnalato che già il *Progetto del 2011* prevedeva l’impiego della geomembrana in copertura, anticipando così la relativa prescrizione introdotta dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

Nei successivi paragrafi saranno dettagliati i temi del capitolo in oggetto, con le necessarie enfattizzazioni relative alle succitate modifiche.

8.2 Quota massima e pendenza

L’obiettivo del presente *Progetto* di mantenere inalterata la quota massima prevista dal *Progetto approvato* richiede dapprima la puntuale ricostruzione di quest’ultima.

Le quote della copertura definitiva da conseguire nella situazione attuale, come si evince dalla *Cronistoria* del cap.3, sono fissate nel *Progetto esecutivo della finitura a verde*, a firma del Dott. Forestale Andrea Rizzi, che, su richiesta della Provincia di Vicenza, riformulava radicalmente il *Piano di ripristino ambientale* del *Progetto definitivo*, prevedendo cospicui strati aggiuntivi di terreno “vegetale” nell’ambito della copertura finale della discarica.

In questo progetto si dimostrava che il maggior carico connesso alla nuova configurazione della copertura non avrebbe comportato nocumento alcuno ai sistemi barriera della discarica.

Quest'ultima annotazione è di notevole importanza, poiché, come si dimostrerà nel sottopar. 8.4.7, le modifiche apportate dal presente *Progetto* alla copertura e alla ricomposizione finale comporteranno una apprezzabile riduzione della pressione pseudo-geostatica sul fondo.

Dalla Tav. 2 – *Sezioni di Progetto* del succitato Progetto esecutivo si evince che la quota massima si riscontra nella sez. T-T ed è pari a 13,96 m (riferita al caposaldo generale del sito); in questa posizione è previsto un sopralzo di terreno vegetale di 1,56 m, che si aggiunge al sottostante spessore di 1 m previsto dal *Progetto del 2011*.

La quota di 13,96 m (riferita al caposaldo generale del sito) costituirà pertanto la massima elevazione della nuova configurazione della copertura finale della discarica prevista dal presente *Progetto*.

Per quanto riguarda la pendenza minima della copertura finale, tenendo conto che attualmente è prevista del 7,62%, si ritiene che possa essere ridotta al 5%, stante l'andamento dei cedimenti osservato nel tempo, a seguito della coltivazione in cubi compattati, unita alla ridotta presenza di rifiuti rapidamente putrescibili che, nella parte basale, sono depositati da tempo.

Ciò nondimeno, si attuerà la stessa strategia posta in atto nel *Progetto del 2011* e aggiornata nel *Piano di gestione operativa*: la formazione di una copertura provvisoria per un periodo di almeno due anni, così da far maturare una consistente parte di cedimento²⁷ e, al contempo, l'accurato monitoraggio dei cedimenti volto alla verifica su modello dell'evoluzione dei cedimenti. Questa, nel lasso di tempo minimo di 2 anni (che la *DL* potrà aumentare a fronte di riscontri non univoci del modello), consentirà di orientare la finalizzazione della superficie sommitale del corpo rifiuti prima della formazione della copertura definitiva.

D'altronde, tale strategia è finanche sottesa dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*, allorchè è indicato quanto segue:

«Dopo due anni dall'ultimo conferimento, a seguito della valutazione di eventuali cedimenti secondari del corpo discarica, deve essere predisposto il sistema di copertura finale, da completarsi entro i successivi 36 mesi».

8.3 Copertura provvisoria

L'argomento è strettamente connesso a quanto argomentato in chiusura dell'ultimo paragrafo sulla strategia di valutazione dei cedimenti del corpo rifiuti prima di avviare la formazione della copertura definitiva.

²⁷ Secondo il modello di Sowers (*Settlement of waste disposal fills* - Proc. ICSMFE, Moscow - 1973), il più utilizzato e affidabile in questo tipo di analisi, il 30-40% dei cedimenti del corpo rifiuti avviene nel primo anno dalla deposizione (Cfr. cap.7 del *Fascicolo di analisi e calcoli*).

Nel passo del *Nuovo D.Lgs 36/2003* testè riportato traspare con tutta evidenza il punto di equilibrio che il Legislatore ha voluto individuare fra le due opposte esigenze:

- il “rapido” completamento della copertura definitiva, minimizzando con ciò la produzione di percolato e i possibili trafileamenti di biogas;
- assicurare la corretta formazione della copertura definitiva su piani con pendenze certe e assenza di avvallamenti. Infatti, eventuali concavità, generale o locali, non sono più correggibili con interventi superficiali, stante la presenza dei due strati drenanti.

D'altronde, la realizzazione dell'attuale copertura provvisoria, caratterizzata da notevoli spessori e con terreni fini performanti, nella grande maggioranza dei casi avrebbe costi assai elevati; ciò va tenuto in conto nella valutazione del succitato punto di equilibrio della norma.

Ciò nondimeno, il *Nuovo D.Lgs 36/2003* fornisce alcuni dettagli su tali coperture provvisorie:

«Prima dell'installazione della copertura finale, si può procedere alla realizzazione di una copertura provvisoria per il tempo necessario al raggiungimento delle condizioni di stabilità meccanica e biologica definita in progetto.»

La copertura provvisoria dovrà avere caratteristiche strutturali funzionali ai processi (meccanici, biologici e chimici) proposti in progetto per la discarica.

La copertura provvisoria dovrà comunque mantenere separati i rifiuti dall'ambiente esterno (consentendo il passaggio di gas e/o di liquidi laddove previsto dal progetto), garantire un regolare deflusso delle acque superficiali e consentire un equilibrato (seppur temporaneo) inserimento paesaggistico, avuto anche riguardo alla durata della stessa.»

Il primo passo dell'articolato sembra del tutto incoerente rispetto alla succitata quantificazione in “*dopo due anni*” del periodo intercorrente fra il completamento dei conferimenti e l'avviamento della formazione della copertura finale, pur mantenendo ferme, ancorchè in modo approssimativo, le condizioni propedeutiche a tale avviamento («*il raggiungimento delle condizioni di stabilità meccanica e biologica*»). È, infatti, impensabile il raggiungimento di tali condizioni in due soli anni dal completamento dei conferimenti. Parimenti incoerente è l'uso del verbo “può” a proposito della “possibilità” di realizzare una copertura provvisoria, adombrando quindi una “scelta” che, con tutta evidenza, confligge con il “dopo due anni” immediatamente precedente.

Letta nel suo complesso, tuttavia, la prescrizione in oggetto sembra confermare quanto sopra affermato in merito al punto di equilibrio perseguito dal Legislatore che, alla luce di tutto quanto sopra argomentato, sembra possa così riassumersi:

la copertura provvisoria, comunque performante e in grado di isolare i rifiuti dall'esterno, deve coprire un lasso di tempo il più possibile lungo, cosicché le condizioni di stabilità meccanica e biologica siano quantomeno sufficienti a garantire la previsione dell'evoluzione dei cedimenti del corpo rifiuti.

Questa cruciale impostazione introdotta dal *Nuovo D.Lgs 36/2002* è stata seguita nella gestione della Discarica di Grumolo delle Abbadesse fin dall'inizio della coltivazione, grazie anche ad un fattore peculiare determinante: la notevole disponibilità di terreno limo-argilloso da scavo.

Ciò ha consentito di formare coperture provvisorie di notevoli spessori, sempre superiori ad un metro, garantendo così prestazioni adeguate in un lungo periodo di tempo. Talora, in zone meno acclivi, sono stati posati teli in LDPE armato, conseguendo così ancor migliori garanzie di confinamento.

Questa strategia consente oggi di progettare un corpo rifiuti con pendenza minima prevedibile non inferiore al 5%.

Vieppiù, la connessione fra *Muro* e copertura definitiva rende inaccettabili significativi cedimenti del corpo rifiuti, stante la presenza dello scarico del deflusso ipodermico e, finanche del deflusso superficiale.

Pertanto, la strategia dettagliata nel *Piano di gestione operativa* sarà implementata e monitorata con cura, realizzando una copertura provvisoria con geomembrana e/o terreno da scavo limo-argilloso compattato, che sarà rimossa non prima di due anni dal completamento dei conferimenti.

8.4 Copertura definitiva

8.4.1 Generalità

La configurazione del pacchetto di strati costituenti la copertura definitiva non si discosta granché da quello già previsto nel *Progetto del 2011*, di cui si riproporranno i lineamenti nei successivi sottoparagrafi indicando le modifiche suggerite dal *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

Si procederà nell'illustrazione a partire dalla quota sommitale, determinata nel par. 8.2, dall'alto verso il basso.

Le modifiche apportate al sistema di drenaggio delle acque meteoriche di scorrimento superficiale saranno trattate nel par. 16.3. I riflessi di tali modifiche sulla copertura definitiva riguardano le modalità di captazione, che avverrà, come detto, per mezzo di una canaletta semicircolare posta nei pressi del perimetro sommitale, in luogo dell'inghiottitoio drenante previsto nel *Progetto del 2011*.

8.4.2 Strato vegetale di finitura

Lo strato vegetale di finitura superficiale, di spessore minimo 100 cm è il più esterno della copertura; esso riunisce le funzioni dello strato superficiale ad uso agricolo e di quello di protezione dalle azioni climatiche, come richiesto dal D.Lgs 36/2003, che nella definizione di questo strato non ha subito modifiche.

Stante l'opportunità di ottimizzare l'impiego del terreno da scavo in loco, concentrando la parte con maggiore valenza agronomica in superficie, è possibile realizzare tale strato in due parti (Cfr. anche il **Part.** 3 della Tav. 11):

- quella più superficiale, di 40 cm, composta specificamente da terreno con valenza agronomica, recuperato dallo scotico dell'area, su cui è possibile procedere alla ricomposizione finale;
- quella più profonda, di 60 cm, utilizzando terreno da scavo di pezzatura medio fine.

La principale funzione dello strato in oggetto, soprattutto nelle nostre zone, consiste nella protezione degli strati sottostanti dagli effetti connessi al gelo ai cicli alternati il gelo-disgelo, soprattutto nello strato minerale compattato.

Tali effetti, non sempre pienamente compresi nelle progettazioni dei capping impermeabili, possono compromettere seriamente le prestazioni della copertura²⁸.

I dettagli dell'impiego agronomico della copertura definitiva saranno illustrati nel par. 17.3, riguardante la ricomposizione finale del sito.

8.4.3 Drenaggio ipodermico delle acque meteoriche

La soluzione adottata nel *Progetto del 2011* per lo strato di drenaggio del deflusso ipodermico delle acque meteoriche si caratterizzava per l'inserimento di uno strato filtro-drenante autocicatrizzante, di spessore circa 50 cm, realizzato con sabbia da scavo delle vasche, di transizione fra lo strato di finitura vegetale (in terreno limo-sabbioso) e il sottostante tappeto drenante in geocomposito. Quest'ultimo era in grado di drenare ed esitare tutta l'acqua dell'afflusso ipodermico.

L'avvento del *Nuovo D.Lgs 36/2003* ha regolato nel dettaglio le caratteristiche di tale strato, come si evince dal seguente passo, enfatizzato nella parte di maggior interesse:

«2. strato drenante di materiale granulare con spessore $s \geq 0,5$ m di idonea trasmissività e permeabilità ($k > 10^{-5}$ m/s). Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni. In ogni caso lo strato drenante va protetto con un idoneo filtro naturale o di geotessile per prevenire eventuali intasamenti connessi al trascinamento del materiale fine dello strato superficiale di copertura;»

È di tutta evidenza che il *Nuovo D.Lgs 36/2003* ha "liberalizzato" l'impiego dei geocompositi drenanti (GCD) e, al contempo, "superato" il vincolo dello spessore minimo di 50 cm per tale strato.

²⁸ I seguenti Studi specifici hanno affrontato il tema in esame:

Sull'analisi di stabilità globale e sul comportamento ai cicli di gelo-disgelo del sistema di copertura della discarica di RSU di Lonigo (VI) – Tesi di Laurea Magistrale di Luca Pigaiani – Relatore: Prof. Ing. M. Favaretti; Correlatore: Dott.Ing. S. Busana, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Padova, 2002;

Geometric and geotechnical properties of the final capping for limiting the effects due to variations in external temperature – Tesi di Laurea Magistrale di Maria Beatrice Cavaliere – Relatore: Prof. Ing. M. Favaretti; Correlatore: Dott.Ing. S. Busana – Dip. ICEA dell'Università di Padova, 2020.

Il primo studio dimostrava che, nel clima dell'alta pianura veneta, una consistente parte corticale della copertura, anche maggiore di 60 cm, può essere interessata da congelamento e da cicli gelo-disgelo con conseguente perdita delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Ciò consente un'importante semplificazione della succitata soluzione prevista dal *Progetto del 2011*: la sostituzione del filtro-dreno in sabbia da 50 cm con un più performante geotessile di protezione della parte drenante del GCD²⁹.

Alla luce di quanto sopra argomentato, la soluzione adottata consiste in un GCD, a lamina cuspidata fra due geotessili tessuti, posato sulla sottostante geomembrana, su cui è direttamente impostato il sovrastante strato vegetale di finitura. Il geotessile superiore, verso lo strato vegetale, dovrà esplicare, come sopra illustrato, una adeguata funzione filtrante, mentre il geotessile inferiore avrà la funzione di protezione della sottostante geomembrana (Cfr. **Part.3** della **Tav. 11**).

Le caratteristiche di dettaglio del GCD sono riportate nel par. 3.2 delle *Specifiche tecniche*.

I calcoli idraulici del GCD sono sviluppati nel par. 3.2 del *Fascicolo di analisi e calcoli*.

La raccolta dell'acqua meteorica drenata avverrà tramite un collettore fessurato in HDPE Ø200, PN10, mentre l'evacuazione è affidata a tubazioni di calata in HDPE Ø200, PN10 posti con passo di 40 m, come illustrato nel **Part.4** della **Tav. 11**.

Per quanto attiene i calcoli idraulici di canalette e scarichi, i dettagli sono sviluppati nel par. 3.3 della *Relazione idraulica*.

8.4.4 Strato di tenuta

La soluzione qui illustrata è la riconferma della proposta contenuta nel *Progetto del 2011*, segnatamente nel *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012*.

Trattasi di una barriera minerale costituita da terreni limo-argillosi da scavo, di spessore minimo 50 cm e coefficiente di permeabilità massimo di $1 \cdot 10^{-8}$ m/s.

Come più volte accennato, i terreni con dette caratteristiche sono disponibili dagli scavi delle vasche, come si è avuto modo di dimostrare in occasione della realizzazione della prima parte della copertura definitiva.

Le caratteristiche di dettaglio dello strato minerale sono sviluppate nel par. 3.4 delle *Specifiche tecniche*.

Eventualmente, come indicato nel *Progetto del 2011*, è possibile additivare i terreni da scavo carenti di plasticità e permeabilità con bentonite sodica al 3%.

La barriera minerale sarà posata al di sopra di un geotessile di separazione dal sottostante strato di drenaggio del biogas, con le caratteristiche descritte nel par. 3.5 delle *Specifiche tecniche*.

Ma la principale "novità" introdotta dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* sullo strato in esame risiede nell'"integrazione" con un rivestimento impermeabile superficiale richiesta per la barriera minerale, come si evince dal punto che dettaglia le nuove prescrizioni sul tema, riportato con l'enfaticizzazione della parte d'interesse:

²⁹ Ovviamente, anche nella soluzione del *Progetto del 2011* era previsto un geotessile filtrante nel geocomposito; ciò nondimeno, la presenza del filtro-dreno sommitale non rendeva necessarie particolari definizioni relative alle prestazioni di tale componente.

«3. strato minerale compattato dello spessore $s \geq 0,5 \text{ m}$ e di conducibilità idraulica $k \leq 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$ **integrato da un rivestimento impermeabile superficiale**. Le modalità costruttive e il valore della permeabilità dello strato minerale compattato possono essere determinate mediante campo prova in situ. Lo strato minerale compattato **integrato dal geosintetico di impermeabilizzazione** dovrà essere protetto con un opportuno strato costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, per evitare il danneggiamento connesso agli agenti atmosferici ed ai carichi agenti durante la fase costruttiva [...]».

Come più volte riferito, tale integrazione è stata prevista sin dal *Progetto del 2011*, allorché, si proponeva una geomembrana in LDPE armato realizzata mediante la combinazione di un tessuto interno in HDPE che costituisce l'armatura di rinforzo del manto, sopra il quale, su entrambi i lati, viene laminato a caldo un doppio strato di LDPE, che fornisce l'impermeabilità.

Questo tipo di geomembrana viene fornito in partite giuntate in fabbrica di notevoli dimensioni, limitando al minimo le giunzioni in opera, realizzate tramite saldatura a doppia pista, anche per minimizzare i provvedimenti antivento.

Le caratteristiche di dettaglio della geomembrana in LDPE armato sono sviluppate nel par. 3.3 delle *Specifiche tecniche*.

La protezione della geomembrana testè descritta è garantita dal sovrastante geocomposito drenante.

La rappresentazione dello strato di tenuta è riportata nel **Part. 3** della **Tav. 11**.

8.4.5 Strato di rottura capillare e drenaggio del biogas – Sonde adacquatrici

Anche in questo caso viene confermata la soluzione già prevista dal *Progetto del 2011*. Infatti, il *Nuovo D.Lgs 36/2003* non introduce modifica alcuna rispetto alla precedente versione del *Decreto*. Da notare, per inciso, che per lo stato in oggetto non sono ammesse soluzioni alternative.

Pertanto, la soluzione progettuale prevede uno strato di materiali granulari, di spessore minimo 50 cm, confinato sulla superficie superiore, da un geotessile di separazione/transizione granulometrica. Le caratteristiche di quest'ultimo sono riportate nel par. 3.5 delle *Specifiche tecniche*.

Nei calcoli economici di tale strato, analogamente a quanto proposto nel *Progetto del 2011*, si tiene conto dell'impiego di materiali di scarto, compatibili però con la collocazione in discarica, visto che lo strato in oggetto giace interamente nel corso della discarica, al di sotto della barriera minerale di tenuta superficiale. **Tale opportunità, oltre a conseguire l'obiettivo di ridurre i costi dell'intervento, viene altresì incontro ad un'esigenza ambientale e sociale: la riduzione dei volumi di materiali da cava e la messa a disposizione di volumi utili per lo stoccaggio di terreni da bonifiche ambientali o similari, in epoca di carenza di discariche dedicate.**

Le caratteristiche chimiche dei materiali di scarto utilizzati, per ogni lotto omogeneo, di tali materiali, dovranno essere compatibili, secondo il *Nuovo D.Lgs 36/2003*, con la conferibilità di rifiuti in una discarica per rifiuti non pericolosi.

I materiali di scarto in oggetto saranno collocati all'interno di un "volume tecnico", appartenente alla copertura finale, che non si aggiunge al "volume utile" della discarica.

Nei costi dell'operazione saranno tenute in conto le spese della caratterizzazione chimica e geotecnica dei materiali, nonché di eventuali vagliature, dell'aggravio della organizzazione del cantiere e dell'amministrazione del soggetto gestore.

Nel par. 3.7 delle *Specifiche tecniche* sono riportati i dettagli di progetto e i requisiti granulometrici di tali materiali, tenendo conto della compatibilità con il sottostante strato di regolarizzazione. Sono altresì descritti i criteri di accettazione in discarica.

I calcoli di progetto dello strato sono riportati nei parr. 3.3 e 3.4 del *Fascicolo di analisi e calcoli*.

La rappresentazione dello strato di drenaggio del biogas è riportata nel **Part. 3** della **Tav. 11**.

È altresì confermata la realizzazione, nell'ambito dello strato di drenaggio del biogas, di "sonde drenanti adacquatrici" aventi la triplice funzione di:

1. captare il biogas saliente, drenato in depressione nello strato preposto, e avviarlo, tramite teste di pozzo, alla rete di aspirazione e collettamento del biogas verso il recupero energetico/termodistruzione in torcia;
2. costituire sfiati evacuatori nel caso di fuori servizio prolungato dell'impianto di aspirazione del biogas;
3. fornire eventuale liquido umidificante in settori dell'ammasso rifiuti "mummificati" a seguito della mancata percolazione di acque meteoriche infiltratesi. All'uopo, si potrà valutare l'impiego del permeato prodotto dall'impianto di depurazione a osmosi inversa del percolato.

È prevista la formazione di n. 25 zone drenanti nella copertura interessata dal *Progetto*, poste nell'ambito del drenaggio del biogas, distribuite uniformemente su tutta la superficie della copertura finale (Cfr. **Tav. 14**).

Tali zone drenanti sono costituite da "serpentine" realizzate tramite tubazioni microfessurate in *HDPE*, diam. 160 mm, immerse nello strato drenante del biogas. Tali "serpentine", di notevole lunghezza (variabile da zona a zona fra 100 e 200 m), saranno collegate a teste di pozzo, munite di valvole.

Per i dettagli e le modalità di posa in opera delle sonde si rimanda al par. 3.8 delle *Specifiche tecniche*.

8.4.6 Strato di regolarizzazione

Anche in questo caso viene confermata la soluzione già prevista dal *Progetto del 2011*, stante anche la circostanza che, su questo tema, il *Nuovo D.Lgs 36/2003* non introduce modifica alcuna rispetto alla precedente versione del *Decreto*, ribadendo che tale «strato di regolarizzazione [ha la] funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti».

Lo spessore dello strato di regolarizzazione dipenderà dall'irregolarità della sommità del corpo rifiuti e, con tutta evidenza, che rivestire, in sede di progetto, meramente carattere indicativo, ai soli fini economici.

Il requisito principale richiesto al materiale granulare che lo costituisce è di tipo granulometrico, stante la necessità di garantire la transizione fra lo strato del biogas e i sottostanti rifiuti.

Nel par. 3.6 delle *Specifiche tecniche* sono riportati i dettagli di progetto e i requisiti granulometrici di tali materiali. Sono altresì descritti i criteri di accettazione in discarica.

I calcoli di progetto dello strato sono riportati nel par. 3.4 del *Fascicolo di analisi e calcoli*.

La rappresentazione dello strato di regolarizzazione è riportata nel **Part. 3** della **Tav. 11**.

8.4.7 Carichi indotti sul fondo a seguito della nuova configurazione

Si è accennato nel par. 8.2 che la configurazione del *Progetto del 2001*, alla luce delle varianti indotte dal Progetto esecutivo del Dott. Rizzi, non avrebbe comportato nocumento alcuno ai sistemi barriera della discarica.

La nuova configurazione della copertura delineata nel presente paragrafo ha introdotto alcune modifiche rispetto alla precedente, che, a parità di quota massima, si riflettono sui carichi indotti sul fondo della discarica.

Segnatamente:

- lo strato di finitura vegetale si riduce di 1,56 m (Cfr. par. 8.2), tornando al valore minimo di normativa, pari a 1 m;
- lo strato filtro-drenante in sabbia, posto al di sopra del geocomposito drenante delle acque meteoriche è stato eliminato e il suo volume sarà occupato dal corpo rifiuti.

Assegnando indicativamente un peso di volume medio dei terreni di 18 kN/m^3 e dei rifiuti compattati di 9 kN/m^3 , **la pressione pseudo-geostatica sul fondo, nella nuova configurazione si ridurrà di $32,58 \text{ kN/m}^2$ rispetto alla configurazione prevista nel *Progetto del 2011*.**

9 NUOVA GEOMETRIA DELLA DISCARICA - VOLUME UTILE

9.1 Generalità

Il *volume utile* relativo al *Progetto definitivo del 2011*, inteso come il *volume totale* della discarica **al netto** dei *volumi tecnici* costituiti dalle barriere di fondo e di copertura, ammontava a 580.646,67 m³.

È importante sottolineare che nell'ampliamento della discarica regolato dal *Progetto del 2011* non è stata considerata una detrazione di volume per la formazione di *coperture giornaliere*, poiché queste sono realizzate con rifiuti adatti allo scopo (ceneri pesanti da incenerimento di RSU, scarti di vetro, ecc.) o tramite teli in LDPE armato.

In altri termini, il succitato *volume utile* derivava dal *volume totale* di un prisma la cui l'area di base e le quote erano definite graficamente dal Progetto approvato.

Successivamente, tuttavia, alcuni elementi che hanno delineato il prisma iniziale sono stati modificati, facendone variare al contempo il *volume utile*. Tali passaggi sono stati puntualmente rendicontati in sede di redazione dei Piani tariffari annuali³⁰, sulla scorta di rilievi topografici annuali, che rilevavano nel tempo l'evoluzione della discarica.

Nei successivi paragrafi saranno richiamati i passaggi che hanno portato alla quantificazione dell'effettivo volume utile del *Progetto del 2011*, seguiti dalla ricostruzione dell'aumento del volume introdotto dal presente Progetto.

9.2 Modifiche introdotte dal Progetto esecutivo del 2011

Con il *Progetto esecutivo di ampliamento e piano economico finanziario e tariffario a valere dal 01 gennaio 2012*, in sede di tracciamento delle vasche si introduceva un primo arretramento di 3 m del fronte ovest della discarica per garantire la fascia di manutenzione del fosso conterminale.

Nella stessa sede, come illustrato nel punto 6.3.7.3, si definiva il volume tecnico della "zona cuscinetto" di protezione/drenaggio delle sponde, quantificato in 10.228,18 m³, da recuperare.

La soluzione individuata per compensare tale riduzione del volume utile era rappresentata dall'allargamento della vasca 12 verso nord, di circa 10 m (Cfr. Tavv. 5bis, 6bis, 7 bis del medesimo Progetto esecutivo).

Pertanto, nel Piano tariffario al 1° gennaio 2012 il volume utile complessivo non mutava, rimanendo di 580.646,67 m³, stante il leggero aumento dell'area di base del prisma.

³⁰ Come si evince anche dal *Piano economico-finanziario e tariffario*, le variazioni del *volume utile* nelle tariffe amministrate in privativa generano correlate variazioni di tariffa, senza produrre vantaggi o svantaggi al gestore. Aumenti di *volume utile* comportano diminuzioni tariffarie, a tutto vantaggio dell'Utenza finale.

9.3 Successivi arretramenti del fronte discarica

Nelle successive fasi di tracciamento delle vasche sono state apportate ulteriori modifiche all'iniziale area a piano campagna dell'ampliamento della discarica, a seguito di varie circostanze³¹:

- è stato allineato il fronte sud dell'ampliamento a quello della vecchia discarica, arretrandolo di circa 9 m, ripristinando la distanza dal C. VIA QUADRI (Rio Settimino), fluente a sud della discarica, e migliorando la viabilità di servizio. Ciò ha comportato una perdita di volume di 14.910 m³;
- è stato arretrato di 3 m il bordo vasche sul fronte ovest, in corrispondenza del nuovo traliccio ENEL, migliorando così la viabilità di servizio. Ciò ha comportato una ulteriore perdita di volume di 8.490 m³.

9.4 Volume utile effettivo relativo al *Progetto del 2011*

L'analisi dell'effettivo volume utile totale della discarica è stata effettuata dal Topografo, Geom. Italo Giaretta in una relazione datata 30 marzo 2020.

Da questa si evince che il volume utile complessivo è pari a 600.738,00 m³.

Tenendo conto che detto volume utile scontava le perdite di volume ricostruite nel precedente paragrafo, va osservato che l'aumento rispetto all'iniziale stima di 580.646,67 m³ è da ascrivere all'assestamento del corpo rifiuti via via depositati nel tempo che, pur su valori percentuali modesti (stante la coltivazione in cubi compattati), si riverbera sull'intera superficie dell'ampliamento coltivata all'epoca del rilievo.

Come più volte accennato, tutti i passaggi sopra richiamati, via via che si sono potuti quantificare in modo preciso tramite rilievo topografico, sono stati acquisiti nei Piani tariffari annuali e sottoposti al vaglio della Commissione Tecnica Provinciale, propedeutico alle Deliberazioni di approvazione delle tariffe da parte della Provincia di Vicenza.

Il volume utile di 600.738,00 m³ rappresenta, pertanto, il valore di riferimento relativamente al *Progetto del 2011*.

Nel par. 12.2 sarà ricostruita, essenzialmente ai fini della determinazione della tariffa di conferimento al 1° gennaio 2022, la quota parte di tale volume ancora disponibile alla stessa data, assunta a riferimento per l'avviamento del presente *Progetto*.

³¹ Le stime periodiche dei volumi derivano da rilievi topografici ed elaborazioni effettuate dal Geom. Italo Giaretta.

9.5 Volume utile futuro

Come argomentato in più punti del presente elaborato, il *Progetto* in esame prevede le seguenti variazioni del corpo rifiuti derivante dal *Progetto del 2011*, il cui volume effettivo è stato ricostruito nel precedente paragrafo:

- ampliamento/ripristino planimetrico, con la realizzazione della vasca 18;
- modifica del fronte perimetrale tramite formazione del *Muro*;
- riduzione della pendenza minima in buona parte della discarica, dal 7,62% al 5%. Ciò comporterà un riporto di rifiuti, più accentuato in periferia;
- riporto generalizzato sulla discarica di uno strato uniforme di rifiuti, stante l'ottimizzazione dello spessore della copertura finale, a parità di quota esterna massima (Cfr. par. 8.2).

In ragione di ciò, il nuovo volume utile derivato dal presente *Progetto* può essere ascritto a tre apporti principali:

- a. l'ampliamento/ripristino planimetrico, con la realizzazione della vasca 18;
- b. il riporto generalizzato al di sopra della superficie sommitale del corpo rifiuti delineato dal *Progetto del 2011*;
- c. il volume compensativo dei cedimenti del corpo rifiuti.

I primi due apporti sono stati determinati tramite un mero calcolo geometrico, i cui elementi essenziali sono riportati nella **Tav. 17**.

In questa sono ricostruiti i volumi dei prismi fuori terra del corpo rifiuti, rispettivamente delineato dal *Progetto del 2011* (modificato come nella ricostruzione dei precedenti paragrafi) e dal presente *Progetto* (come testè articolato), oltre al volume entro terra del corpo rifiuti in corrispondenza della vasca 18.

Il volume "geometrico" dell'ampliamento è stato calcolato in 409.035,50 m³.

Per quanto attiene il volume derivante dalla compensazione dei cedimenti del corpo rifiuti, rimandando per i dettagli alla trattazione del cap.10 del *Piano di gestione operativa*, l'incremento stimato del volume utile ai conferimenti è di **33.600 m³**.

La stima del maggior volume utile disponibile ai conferimenti a seguito dell'implementazione del presente *Progetto* è pertanto pari alla somma di tali volumi, riassunti nella seguente tabella.

RELAZIONE TECNICO- ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e complemento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



<i>Provenienza</i>	<i>Maggior volume utile (m³)</i>
Da calcolo geometrico	409.035,50
Da cedimenti stimati	33.600,00
<i>TOTALI</i>	442.635,49

Nel seguito, si assumerà un volume utile del presente *Progetto* pari a 440.000 m².

10 SISTEMA DI STOCCAGGIO E DEPURAZIONE DEL PERCOLATO

10.1 Generalità

Nel par.6.4 è stata trattata la realizzazione della nuova vasca “ripristinata” n.18; da questo si evince che il sistema di raccolta del percolato è del tutto identico a quello delle vasche contermini, basato su collettori di fondo connessi a pozzi salienti a giorno. Questi, a seguito dell’attraversamento del Muro, sono stati modificati secondo le modalità illustrate nel par. 6.4 e nella **Tav. 12**.

Parimenti analogo è il sistema di emungimento e collettamento del percolato, delineato nel *Progetto del 2011*, sempre basato su pompe sommerse e linee di mandata, che però risentirà di modeste modifiche nella configurazione (non nella struttura impiantistica) generate dalla presenza del *Muro*³².

Le uniche modifiche a tale sistema riguardano la parte successiva e sono ascrivibili all’introduzione dell’impianto di depurazione in situ, citata sin dalle *Premesse*.

Da queste sin evince, infatti, quanto segue:

«[La] Concessionaria [...] provvedeva a predisporre un progetto di depurazione del percolato in situ, basato sul processo ad osmosi inversa e riavviamento del concentrato in discarica, attualmente in via di implementazione.

Ciò nondimeno, il recentissimo D. Lgs 121/2020³³, sembra precludere quest’ultima opzione, talchè il concentrato da osmosi inversa dovrà essere avviato a smaltimento presso impianti esterni idonei al trattamento dei PFAS).»

In ragione della nuova impostazione normativa, si è ritenuto di modificare la destinazione del *concentrato* prodotto dall’impianto di depurazione, trattato nel prossimo sottoparagrafo, avviandolo a trattamento esterno presso impianti autorizzati.

In tutti i casi, la drastica riduzione della produzione di refluo da avviare all’esterno consentirà di svolgere qualche considerazione sul serbatoio di stoccaggio.

10.2 Impianto di depurazione in situ

Come accennato in *Premesse* (Cfr. cap. 1) la predisposizione dell’impianto in oggetto si è resa opportuna stante la presenza di composti perfluoroalchilici (PFAS), ancorchè in concentrazioni modeste (ma pur sempre eccedenti i limiti imposti dalla Regione Veneto), nel percolato.

³² È opportuno segnalare che la definizione di dettaglio di tale configurazione impiantistica sarà demandata ad una specifica progettazione esecutiva.

³³ Il D.Lgs n. 121/2020 sul tema in esame, pur non vietando esplicitamente la pratica del ricircolo del percolato in discarica, ha cassato il passo dell’All.1 al D.Lgs 36/2003 che adombrava tale possibilità:

«2.3. CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO – La concentrazione del percolato può essere autorizzata solo nel caso in cui contribuisca all’abbassamento del relativo battente idraulico; il concentrato può rimanere confinato all’interno della discarica.»

L'approfondimento di tale tema, oltre alla descrizione dell'impianto di depurazione, è riportato nel relativo progetto approvato, cui si rimanda per i dettagli.

Infatti, il progetto dell'impianto di depurazione è parte di un procedimento amministrativo pregresso e non è parte della progettazione qui proposta.

Ai fini del presente *Progetto*, in questa sede basti riferire che trattasi di un processo di "filtrazione" a osmosi inversa del percolato, in grado di trattare 50 m³/giorno, che genera due flussi:

- *concentrato* destinato nel progetto a reimmissione in discarica ma, per quanto sopra accennato, da avviare a depurazione presso impianti esterni, stimabile nel 30-35% del percolato in ingresso all'impianto;
- *permeato*, ovvero il refluo depurato, con caratteristiche da scarico sul suolo e/o su corpo idrico, stimabile nel 65-70% del percolato in ingresso all'impianto.

La potenzialità di 50 m³/giorno, pari a una capacità di trattamento di 18.250 m³/anno, consente di far fronte a fabbisogno massimo in fase operativa, a settore aperto.

In fase post-operativa si prevede una progressiva diminuzione della produzione di percolato (Cfr. *Piano di gestione post-operativa*).

Il trattamento a osmosi inversa, oltre che per la semplicità di gestione, si impone, nel caso in oggetto, per la sua attitudine a trattenere nel *concentrato* i PFAS, valutata specificamente su impianto pilota.

A seguito della Circolare regionale n° 477961 del 15 novembre 2017 citata in *Premesse* sono state avviate indagini mirate a rilevare la presenza di PFAS nei singoli pozzi di percolato, che hanno evidenziato tracce di tali contaminanti in tutti i pozzi di percolato campionati, con concentrazioni spesso maggiori di quelle di riferimento imposte dalla Regione Veneto.

L'impianto è ubicato in un'area posta nella zona sud-orientale della discarica, nei pressi dello scarico denominato 1, come illustrato nella **Tav.12**.

10.3 Serbatoio di stoccaggio

Il serbatoio di stoccaggio/accumulo del percolato è stato oggetto di progettazione definitiva nell'ambito del *Progetto del 2011*.

In quella sede, il serbatoio di stoccaggio era ubicato in un'area posta a sud della discarica, nei pressi del confine fra le vasche in ampliamento e la discarica esaurita.

Nel progetto del depuratore, il serbatoio, ferme restando le dimensioni e le caratteristiche del manufatto, è stato avvicinato all'impianto di depurazione e, quindi, di collocato nella zona sud-orientale della discarica (Cfr. **Tav.12**)

Il serbatoio in oggetto è costituito da una serie di n. 6 volumi modulari in vetroresina posti su una vasca di raccolta in cls. La sua capacità di stoccaggio complessiva è di 213 m³ (180 m³ dai serbatoi e 33 dalla vasca).

I dettagli progettuali di tale manufatto sono sviluppati nella *Relazione di approfondimento e specifiche tecniche dei materiali* e nelle TAVV.8, 18 e 22 del *Progetto del 2011*, cui si rimanda.

Lo stralcio del serbatoio è comunque richiamato nella **Tav. 12**.

È di tutta evidenza che, con l'implementazione dell'impianto di depurazione in situ, la capacità di stoccaggio necessaria potrebbe essere ridotta, ancorchè siano da computare in aggiunta gli apporti della vasca 18.

L'eventuale riduzione della capacità di accumulo, da riservare al concentrato, dipenderà dai tempi di fuori servizio dell'impianto di depurazione per manutenzioni; queste valutazioni potranno essere più compiute allorchè sarà completato il periodo di avviamento dell'impianto.

In questa sede si ritiene di confermare l'attuale configurazione del serbatoio di stoccaggio.

11 CAPTAZIONE E RECUPERO ENERGETICO DEL BIOGAS

11.1 Generalità

Nel presente capitolo saranno trattati i temi relativi all'aggiornamento dell'attuale sistema di captazione e recupero energetico del biogas, a seguito delle modifiche introdotte dal presente *Progetto*.

Oltre alle modifiche connesse all'introduzione della vasca 18 e ai sopralzi dei pozzi di captazione, già trattate nel par. 6.5, le prestazioni del sistema in oggetto dovranno essere verificate alla luce della stima aggiornata della produzione di biogas, sia dal punto di vista delle dotazioni di aspirazione, sia del recupero energetico.

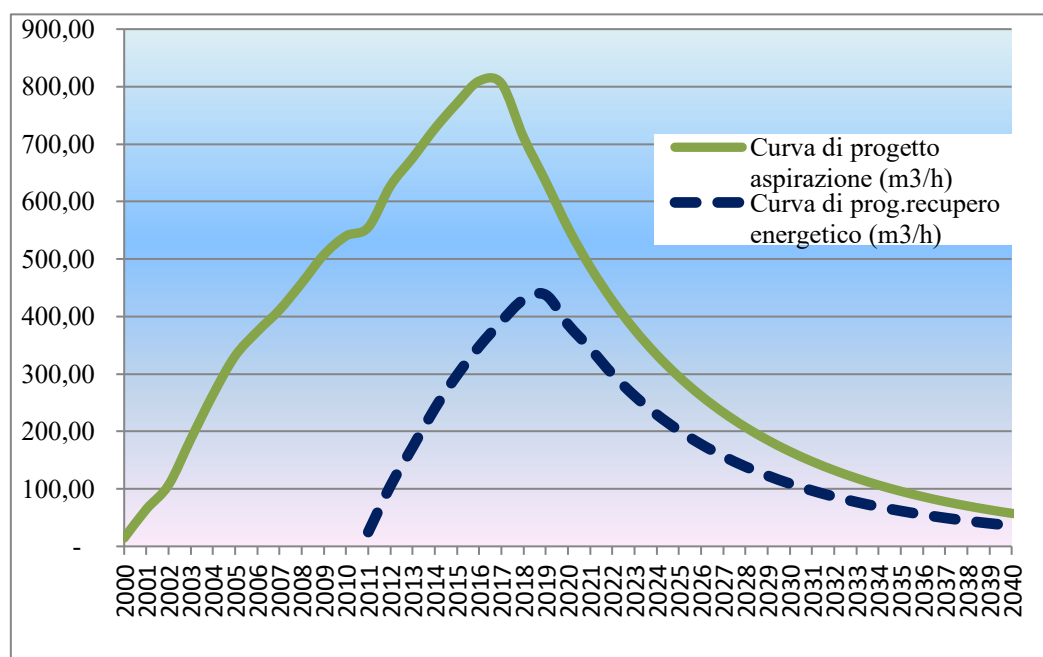
Inoltre, la modifica della fascia perimetrale connessa alla presenza del *Muro* renderà opportuna una modifica della distribuzione dei collettori di collettamento dei pozzi alla centrale di aspirazione.

Nei successivi paragrafi saranno sviluppati tali temi, a partire dalla sommaria ricostruzione delle prestazioni offerte dall'attuale configurazione impiantistica.

11.2 Lineamenti della situazione impiantistica del *Progetto del 2011*

Nel *Progetto del 2011* era stato sviluppato uno studio previsionale sulla produzione di biogas (Cfr. *Appendice sul biogas del Progetto del 2011*), in continuità con i modelli fino ad allora utilizzati.

In quella sede, in cui si prevedevano conferimenti pari a 75.000 t/anno, successivamente, com'è noto, drasticamente ridottisi, si stimavano gli andamenti della portata aspirata e del potenziale recupero energetico, come evidenziato nel seguente grafico.



Sulla scorta di tali prospettazioni è stato sviluppato il progetto del sistema di aspirazione/termodistruzione attualmente presente, nonché valutato il potenziale recupero energetico.

11.3 Aggiornamento del modello previsionale del biogas

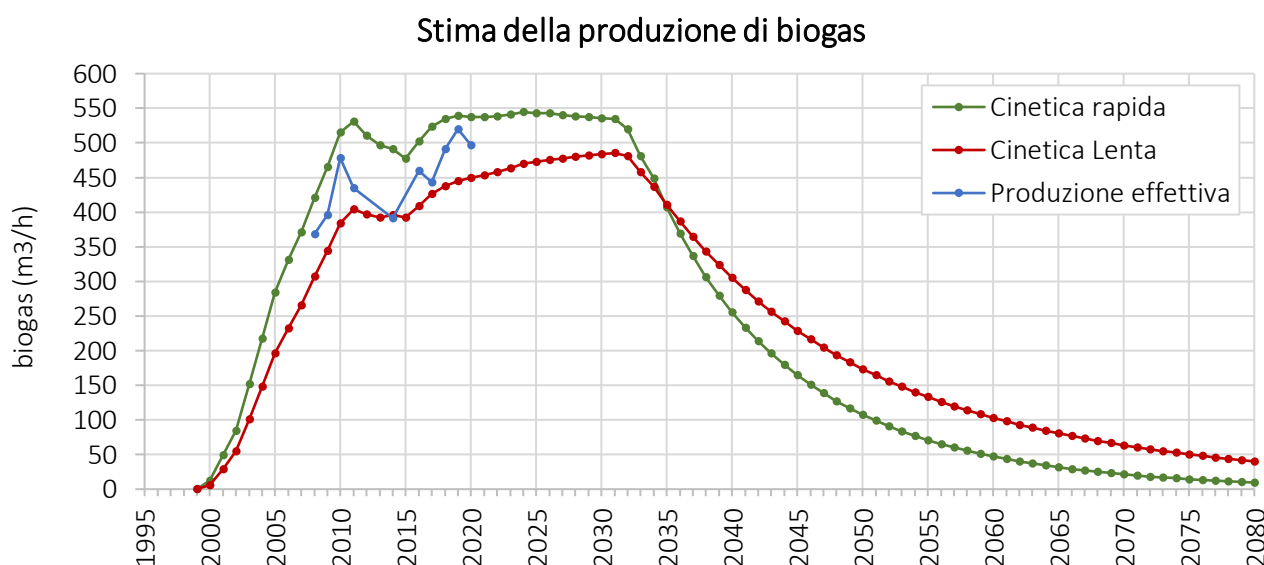
A oltre 10 anni dall'analisi di cui al precedente paragrafo che, come detto, considerava flussi annui assai maggiori di quelli effettivamente poi conferiti e, pertanto, configurava un'impiantistica del tutto conservativa, è parso necessario valutare la situazione all'attualità, alla luce dei conferimenti reali a consuntivo e dell'effettiva produzione di biogas, tenendo conto anche dei nuovi apporti dalla vasca 18 e della ribaulatura della discarica.

Nell'occasione, è stato impiegato un modello di concezione più moderna, descritto nel cap.8 del *Fascicolo di analisi e calcoli*. L'affidabilità del modello è stata verificata confrontandone i risultati con la produzione reale di biogas nel periodo 2007-2020.

In analogia con le precedenti analisi (Cfr. *Appendice sul biogas del Progetto del 2011*), sono stati considerati due possibili scenari, uno di cinetica rapida (cd. *best case – caso migliore*) e uno di cinetica lenta (cd. *worst case – caso peggiore*), al fine di rappresentare rispettivamente il sistema di captazione e di recupero energetico del biogas.

Le curve di produzione del biogas per i due scenari sono riportate nel grafico sottostante, insieme con la produzione effettivamente misurata.

Si noti come quest'ultima risulti ben compresa tra le due curve teoriche, a conferma dell'affidabilità del modello previsionale proposto.



11.4 Riconfigurazione della rete di captazione del biogas

11.4.1 Generalità

L'introduzione della vasca 18 richiede la formazione di nuovi pozzi di captazione che, insieme con le sonde adacquatrici, costituiscono gli elementi di estrazione del biogas dalla discarica (Cfr. par. 6.5 e sottopar. 8.4.5).

Ciò nondimeno, nel precedente paragrafo è stato dimostrato che la portata prodotta nel prossimo futuro sarà inferiore a quella prevista nell'*Appendice sul biogas* del *Progetto del 2011* che aveva fornito le basi per il progetto delle linee, della centrale di aspirazione e della torcia di termodistruzione degli sfiori.

L'introduzione del *Muro* perimetrale e di una nuova viabilità di servizio sulla copertura ha richiesto la razionalizzazione del percorso dei collettori primari e dei presidi di gestione. Questi ultimi, altresì, saranno ridotti di numero, tramite l'ottimizzazione delle connessioni alle linee secondarie.

Tale riconfigurazione della rete di aspirazione, descritta nel prossimo sottoparagrafo, comporta la necessità di verificare se:

- la prevalenza di aspirazione esplicita dalle dotazioni di centrale sia sufficiente a coprire le nuove esigenze;
- l'attuale disponibilità di tubazioni del collettore primario, di sviluppo anulare, sia idonea a coprire il nuovo percorso, di forma ramificata.

L'esito di tali verifiche, con i commenti conclusivi sull'idoneità delle attuali dotazioni impiantistiche di aspirazione e termodistruzione del biogas a coprire i fabbisogni futuri, costituirà il contenuto del sottoparagrafo successivo al prossimo.

11.4.2 Descrizione delle modifiche apportate alla rete di captazione

La nuova configurazione dei pozzi e delle teste di pozzo relative alle sonde adacquatrici è riportata nelle **Tavv. 13 e 14**.

Sono previsti nuovi pozzi, nella vasca 18, e sopralzi dei pozzi esistenti, laddove si renda necessario a seguito della ribaulatura del corpo rifiuti (Cfr. par. 6.5).

Come accennato, la presenza del *Muro* rende opportuna una revisione della configurazione delle linee primarie (collettori), con lo spostamento dei presidi di gestione, attualmente posti lungo il collettore perimetrale della discarica, in corrispondenza della nuova viabilità della copertura.

Ciò comporta un accorciamento e una semplificazione dei collettori primari, che assumeranno una configurazione ramificata e non anulare, con il pregio, fra l'altro, di liberare la viabilità perimetrale basale da un ulteriore sottoservizio.

La connessione con la centrale di aspirazione avverrà sfruttando la moderata pendenza offerta dalla zona a nord della copertura, non interessata dal *Muro* (Cfr. **Tav.13**).

Va peraltro osservato che i presìdi di gestione ubicati lungo tali nuove direttrici risentiranno, fino alla realizzazione della copertura definitiva, dei cedimenti previsti nella copertura provvisoria (Cfr. par. 8.3).

Per queste motivazioni, dovranno essere evitate fondazioni e membrature rigide.

Dettagli dei presìdi di gestione sono riportati nel par. 4.6 delle *Specifiche tecniche*.

11.4.3 Confronti con le dotazioni del *Progetto del 2011*

Nel cap. 9 del *Fascicolo di analisi e calcoli* sono stati sviluppati i calcoli fluidodinamici relativi alla riconfigurazione in oggetto, con lo scopo di giungere alle verifiche prospettate nel sottoparagrafo 11.4.1.

Tali calcoli hanno riguardato esclusivamente le componenti modificate dal presente *Progetto*, rispetto a quanto elaborato nella più volte citata *Appendice sul biogas del Progetto del 2011*.

Le elaborazioni hanno consentito formulare il quadro comparativo del fabbisogno di prevalenza con le dotazioni attuali, derivanti dal *Progetto del 2011*, riportato nella seguente tabella.

<i>Fabbisogno di prevalenza [mBar]</i>	<i>Pr. 2021</i>	<i>Pr. 2011</i>	<i>Delta</i>
Pozzi	13,00	13,00	0,00
Linee secondarie	1,00	1,00	0,00
Presìdi di gestione	30,00	30,00	0,00
Separatori di condense	10,00	10,00	0,00
Linee primarie	85,82	93,00	-7,18
Centrale	30,00	30,00	0,00
Totale	169,82	177,00	-7,18

Alla luce di ciò si può concludere che le dotazioni impiantistiche di aspirazione del biogas stimate nel presente *Progetto* richiederanno una prevalenza minore di quanto attualmente richiesto sulla scorta del *Progetto del 2011*.

Per comodità, le attuali dotazioni della centrale di aspirazione, torcia e recupero energetico sono riproposte nella **Tav. 15**.

Per quanto attiene la comparazione fra l'attuale disponibilità di tubazioni, da adattare alla situazione futura, nella seguente tabella sono dettagliati i confronti fra le lunghezze (in m) dei vari diametri (in mm):

<i>Diametri [mm]/Lunghezze [m]</i>	<i>Pr.2021</i>	<i>Pr. 2011</i>	<i>Delta</i>
DE 250	185	264	-79
DE 225	185	531	-346
DE 200	145	264	-119
DE 180	200	150	50
DE 160		63	-63
DE 140	105	264	-159
DE 125	120	57	63
DE 110	30	98	-68
DE 90	150	0	150
TOTALI	1.120	1.691	-571

Si noti come l'attuale dotazione di tubazioni sia notevolmente maggiore del fabbisogno futuro, segnatamente nei diametri maggiori. Ciò consentirà finanche di coprire le tratte con diametri maggiori dei minimi sopra individuati, riducendo ulteriormente il fabbisogno di prevalenza.

11.5 Valutazione del potenziale recupero energetico

La previsione del potenziale recupero energetico considerata nel *Progetto del 2011* era basata su portate dell'ordine di 400 m³/h, **che si prevedono pienamente confermate nel periodo 2020÷2030³⁴**, come si evince dal par. 11.3.

Pertanto, ai fini economico-tariffari, la redditività del recupero energetico che, al netto dei costi, andrà detratta dalla tariffa di conferimento³⁵, terrà conto di una produzione "sfruttabile" di biogas; la quantificazione di detta redditività, sviluppata nel cap.11 del *Piano economico-finanziario e tariffario*, deriva dall'aggiornamento di quanto in merito elaborato nel *Piano tariffario al 1° gennaio 2018*³⁶, che ha analizzato gli effetti delle diminuite incentivazioni della cessione del biogas sopravvenute dal 2013.

³⁴ È opportuno chiarire che il modello citato nel par. 11.3 è stato costruito a partire da ipotesi conservative: una maggior produttività dei rifiuti e un periodo di vita utile inferiore rispetto a quello dello scenario prospettato nel successivo capitolo, di 12,8 anni. Pertanto, tale conservatività andrebbe riferita, a rigore, al dimensionamento delle dotazioni di aspirazione e termodistruzione. Per quanto concerne la produzione di energetica, tuttavia, la produzione di 400 m³/h è collocata nel punto più depresso della "cinetica lenta" e sempre superato dalla produzione effettiva.

³⁵ In altri termini, ciò significa che lo sfruttamento de biogas non rappresenta una voce attiva per la società concessionaria, bensì un vantaggio per l'utenza finale.

³⁶ *Monitoraggio dello sfruttamento del biogas – Annesso al Piano tariffario al 1° gennaio 2018 – maggio 2017.*

12 RIFIUTI CONFERITI – VITA UTILE

12.1 Tipologia dei rifiuti in ingresso - Flussi di conferimento

Come più volte accennato, il presente *Progetto* si pone in continuità con l'attuale gestione della discarica, pertanto, in linea con quanto trattato nel cap. 2, il mix di rifiuti conferito annualmente all'impianto non subirà particolari variazioni rispetto a quanto riportato nell'ultimo Piano tariffario approvato dalla Provincia, a valere dal 1° gennaio 2020.

Anche per quanto attiene la tipologia dei rifiuti in ingresso non sono prevedibili particolari variazioni rispetto all'attuale gestione, regolata dall'A/A vigente.

Il mix prospettato dal 1° gennaio 2022, **assunto come caposaldo temporale della presente analisi**, sulla scorta delle suddette considerazioni, è illustrato nella seguente tabella, che riporta i flussi annui delle varie tipologie di rifiuti:

<i>Tipologia dei rifiuti conferiti dal 1° gennaio 2022 (stima) (t)</i>	<i>t/anno</i>
Quantità annua di RSU ingombranti	5.000,00
Quantità annua di RSU frazione secca	25.000,00
Quantità annua di rifiuti speciali non pericolosi secchi (RSNP)	5.000,00
Quantità annua di RSU da spazzamento	200,00
Quantità annua di minerali/ceneri pesanti	4.800,00
TOTALE	40.000,00

S'intende che tali flussi afferiscano al *Volume utile* della discarica (Cfr. il successivo paragrafo) e ne determinano la *Vita utile*. A questi vanno aggiunti gli eventuali rifiuti utilizzati come *Materiali di ingegneria* nei *Volumi tecnici* della discarica, quali, ad esempio, gli eventuali rifiuti conferiti nella formazione dello strato di drenaggio del biogas (Cfr. sottopar. 8.4.5) e di regolarizzazione (Cfr. sottopar.8.4.6) relativi alla copertura finale, o impiegati come piste provvisorie sul corpo rifiuti.

Va altresì ribadito, a tal proposito, che nella gestione corrente (e così è confermato per il nuovo volume introdotto dal presente *Progetto*), non è considerata una detrazione di volume per la formazione di *coperture giornaliere*, poiché queste sono realizzate con rifiuti adatti allo scopo (ceneri pesanti da incenerimento di RSU, scarti di vetro, ecc.) o tramite teli rimovibili in LDPE armato.

La stima del volume utile annuo occupato dal mix di rifiuti sopra delineato è annualmente effettuata utilizzando un modello empirico previsionale, messo a punto per approssimazioni successive nel corso della più che ventennale gestione della discarica, in grado di valutare il volume occupato da una determinata miscela di frazioni di rifiuti collocati in discarica, a partire da quantità note (i flussi conferiti), dalla percentuale

di frazioni “leggere” (come il RSU “secco”), “pesanti” (come le ceneri, i minerali, lo spazzamento, ecc.) e “ingombranti”, risalendo al peso di volume risultante del corpo rifiuti³⁷.

Tramite l’impiego di tale modello previsionale, la stima del volume annuo occupato dal mix di rifiuti riportato nella precedente tabella è di 42.729,89 m³/anno.

12.2 Volume utile - Vita utile dell’impianto

La valutazione del volume utile residuo al 1° gennaio 2022 è dato della somma dei seguenti contributi:

- volume residuo dalla gestione del *Progetto del 2011*;
- nuovo volume introdotto dal presente *Progetto*.

La prima componente è stimata a partire dall’ultimo rilievo topografico disponibile e dal modello previsionale citato nel precedente paragrafo.

La stima, sviluppata nel par. 2.2 del *Piano economico-finanziario e tariffario*, conduce a un volume utile residuo al 1° gennaio 2022 di **107.194,91 m³**.

La seconda componente, rappresentativa del volume utile introdotto dal presente *Progetto*, è stata ricostruita nel par. 9.5 e ammonta a **440.000 m²**.

Complessivamente, pertanto, il volume utile disponibile al 1° gennaio 2022, ipotizzando che l’implementazione del presente Progetto avvenga proprio da tale data, ammonta a 547.194,91 m³.

A fronte di un siffatto volume utile disponibile e tenendo conto della stima del volume utile annuo occupato dai nuovi conferimenti svolta nel precedente paragrafo, pari a 42.729,89 m³/anno, la vita utile della discarica al 1° gennaio 2022 è quantificabile in 12,81 anni.

³⁷ Il modello, descritto nell’Annesso al *Piano tariffario* al 1° gennaio 2020, istituisce un “effetto scomparsa”, rappresentativo della compenetrazione dei “pesanti” nei vuoti dei “leggeri” e calcola i pesi di volume delle due principali componenti del corpo rifiuti. L’assestamento nel tempo dei vari parametri ha portato detto modello a un buon livello di precisione, stante la periodica “correzione” dei volumi a seguito del confronto con i volumi effettivi desunti dai rilievi topografici periodici.

13 MODALITÀ DI COLTIVAZIONE DELLA DISCARICA

L'argomento di questo capitolo, sviluppato nel cap. 9 del *Piano di gestione operativa e di coltivazione*, contempla alcuni aspetti di carattere generale, già posti in atto nell'attuale e passata gestione.

Questi, di seguito richiamati, si inseriscono in un *Piano di coltivazione*, illustrato nel par. 9.3 del *Piano di gestione operativa e di coltivazione*, e nella **Tav. 07**, specificamente concepito per contemperare le peculiari esigenze di realizzazione del *Muro* e la formazione della viabilità nelle zone di coltivazione interne al perimetro del *Muro*.

Segnatamente, la definizione preventiva di dettaglio della sequenza delle fasi di coltivazione, denominata per l'appunto *Piano di coltivazione*, si rende particolarmente necessaria, nel caso in esame, stante una serie di particolarità dell'intervento:

1. la correlazione fra la realizzazione del *Muro* e la formazione del corpo rifiuti;
2. la particolare conformazione dei volumi di coltivazione, posti fra il *Muro* e l'attuale corpo rifiuti, che richiede una dettagliata definizione delle fasi di deposito dei rifiuti;
3. la ridotta disponibilità della viabilità di accesso e transito alle aree di coltivazione, nonché l'esiguità delle piste perimetrale e sommitali.

I succitati aspetti generali sono, invece, i seguenti:

- a. i rifiuti che possono dar luogo a dispersione di polveri o ad emanazioni moleste dovranno essere al più presto ricoperti con strati di materiali adeguati; altresì, saranno implementati specifici sistemi di contenimento/abbattimento delle polveri o di modalità di conduzione della discarica atti ad impedire la dispersione delle stesse;
- b. i rifiuti saranno prevalentemente conferiti in balle compattate, così come risultanti dal pretrattamento di riduzione volumetrica tramite pressa imballatrice (Cfr. il *Progetto del 2011*). I vuoti fra blocco e blocco sono colmati dal deposito di rifiuti sciolti e, negli spazi più ridotti, da rifiuti granulari, quali scorie da incenerimento, rifiuti da spazzamento, ecc. Ciò comporta una serie di vantaggi in fase di gestione, il principale dei quali è proprio la linearità della coltivazione: i rifiuti, una volta confezionati in blocchi, vengono caricati su camion e trasportati presso la zona di coltivazione. Qui avviene la formazione del corpo rifiuti attraverso la disposizione dei blocchi a quinconce, per livelli successivi, realizzata con l'ausilio di una macchina operatrice. **Da rilevare il fatto che, nell'impianto in oggetto, i mezzi delle ditte conferitrici non sono avviati alla discarica; lo scarico avviene nel capannone di pretrattamento posto nei pressi dell'ingresso, subito dopo la pesa, con evidenti vantaggi in termini di sicurezza degli operatori e di pulizia delle strade di viabilità esterna;**

- c. le balle compattate saranno dapprima collocate nei pressi delle sponde e del *Muro*, a debita distanza per non danneggiare gli strati di geosintetici ivi collocati e via via dislocati lungo le semivasca fino al completo riempimento del volume sotto il P.C., riempiendo la “zona cuscinetto” (fra sponde e balle compattate) con rifiuti sciolti. Successivamente, si procede al deposito dei blocchi al di sopra del piano campagna, garantendo ovviamente un’adeguata pendenza provvisoria in fase di coltivazione e procedendo in analogia nei riguardi della protezione degli strati di geosintetici collocati sul paramento interno del muro;
- d. per quanto attiene la stabilità del corpo rifiuti in fase di abbancamento, uno studio specifico sulla stabilità della discarica esistente³⁸ evidenzia come i fronti di avanzamento del rilevato siano stabili fino ad un’altezza massima di 6 m con angolo minimo sulla verticale di 30°, comprendendo fra le azioni instabilizzanti quelle generate dalle macchine operatrici sulla sommità del pendio. Ciò nondimeno, la morfologia del fronte di abbancamento assumerà l’aspetto di una “gradonata”, con pendenze inferiori all’angolo limite testè definito. Tale ultima precisazione va nella direzione indicata dalle specifiche prescrizioni del *Nuovo D. Lgs.36/2003* in tema di “progettazione” del corpo rifiuti e, segnatamente, dei seguenti passi:

«Nel progetto occorre definire le modalità di posa in opera dei rifiuti in termini di spessore degli strati, ampiezza dell’abbancamento e inclinazione in accordo alle verifiche di stabilità effettuate predisponendo apposito piano di abbancamento. [...] Le operazioni di scarico dei rifiuti e il successivo abbancamento devono essere effettuati in modo da garantire la stabilità della massa di rifiuti e delle strutture collegate.»

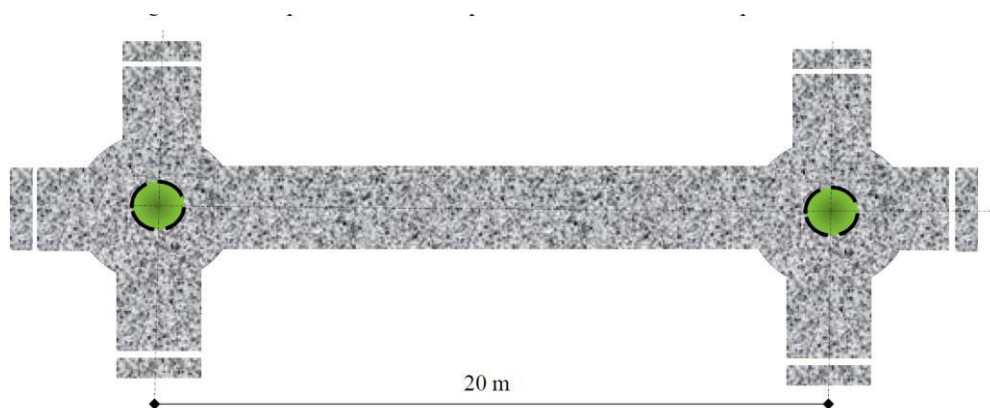
- e. in continuità con la coltivazione delle vasche di cui al *Progetto del 2011*, saranno realizzate “espansioni drenanti” orizzontali tramite la formazione di trincee/strati di materiale più grossolano volti a collegare i pozzi di captazione del biogas e generare così flussi “avvolgenti” le balle compattate³⁹, sia per migliorare la captazione del biogas, sia per favorire l’eventuale umidificazione dei rifiuti. Le espansioni hanno lunghezza di circa 20 m per lato, per cui sono in grado di unire i pozzi (che hanno, effettivamente, interasse di circa 20 m); sono realizzate circa ogni 5 metri in verticale (5 balle compattate). Nel seguente schema planimetrico sono schematizzate tali espansioni (Cfr. **Part.1** e **Part.2** della **Tav. 13**).

³⁸ *Caratterizzazione meccanica degli RSU della discarica di Grumolo delle Abbadesse e applicazione di un modello costitutivo* – Tesi di Laurea di Alberto Sarzo – Relatore: Prof. Ing. M. Favaretti; Correlatori: Dott. Ing. S. Busana, Prof. Ing. G.P. Cortellazzo – Facoltà di Ingegneria dell’Università di Padova, 2007.

³⁹ Tale pratica, messa in atto in tutte le vasche di cui al *Progetto del 2011*, è stata formalizzata nell’ambito del *Progetto di modifica non sostanziale della copertura finale*, del maggio 2015. Tale documento interno di SIA contiene vari approfondimenti e dettagli esecutivi, oltre a modeste modifiche la cui “non sostanzialità” è stata sottoposta al Collaudatore in corso d’opera che, con nota del 4 giugno 2015 «[...] valuta il progetto della copertura finale “modifica non sostanziale” in quanto opera di miglioramento e di modesta entità e quindi da non autorizzarsi in via preventiva».

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



- f. Sui rifiuti conferiti nelle vasche, al termine di ogni giornata lavorativa, è realizzata una copertura temporanea, costituita da teli removibili, e/o definitiva, formata da materiali granulari, con lo scopo di evitare l'esalazione di cattivi odori e/o che uccelli e roditori possano insediarsi. Nel caso di coperture giornaliere con materiali granulari, questi saranno costituiti prevalentemente da rifiuti autorizzati e inseriti nell'A/A⁴⁰. La loro granulometria garantirà il corretto deflusso dei fluidi generati nel corpo della discarica, dall'alto verso il basso, e del biogas dal corpo rifiuti verso il sistema di drenaggio, captazione e collettamento superficiale. È importante sottolineare che i teli di ricopertura giornaliera provvisoria devono essere asportati prima della posa di un altro strato di rifiuti. I terreni o i rifiuti di ricopertura giornaliera non devono avere Coefficiente di permeabilità inferiore a $1 \cdot 10^{-5}$ m/s (vanno evitate granulometrie più "chiuse" delle sabbie medie).

⁴⁰ Ciò anche perché nella discarica in oggetto non è previsto un "volume tecnico", da sottrarre al "volume utile", dedicato alle coperture giornaliere.

14 RETE DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE E DEL BIOGAS NEL TERRENO

Il ripristino della vasca n.18, posta nell'ambito dell'area compresa entro il diaframma, non comporterà alcuna variazione della rete di monitoraggio delle acque sotterranee e del biogas, stante la più volte ricordata collocazione di questa all'interno dell'esistente diaframma plastico perimetrale.

Per la descrizione della rete attualmente presente si rimanda al cap.11 della *Relazione tecnico-illustrativa* e alle Tavv. 10 e 21 del *Progetto del 2011*.

Per comodità tale rete è stata riproposta nella Tav. 16.

15 STIMA DELLA PRODUZIONE DI PERCOLATO

15.1 Generalità

La valutazione dei costi di gestione della discarica nel suo complesso, sia in fase operativa, sia post-operativa, richiede prioritariamente la stima della quantità di percolato prodotto, visto che i costi di smaltimento di tale rifiuto liquido costituiscono una quota importante dei costi di gestione.

Tale quota è viepiù rilevante nel caso, come quello in esame, di presenza di PFAS nel percolato (Cfr. par. 10.2), allorchè si possono rilevare sensibili aumenti dei costi di smaltimento rispetto alle quotazioni pregresse (Cfr. par. 7.3 del *Piano economico finanziario e tariffario*).

Nel presente capitolo saranno stimate le produzioni di percolato previste nella fase di *Gestione operativa* e dopo la chiusura della discarica che, se riferita alla copertura definitiva, si colloca nella fase di *Gestione post-operativa*.

La corretta stima della produzione del percolato deve, infatti, tener conto di due diverse fasi:

1ª fase: percolato in formazione durante il periodo di coltivazione della discarica;

2ª fase: percolato in formazione a settori chiusi, dopo il completamento e l'inerbimento della superficie della copertura definitiva (Gestione post-operativa).

Per quanto attiene la trattazione sulle dinamiche che presiedono la formazione del percolato, basate essenzialmente sul bilancio idrologico della discarica, si rimanda al par. 16.1 della *Relazione tecnico-illustrativa* del *Progetto del 2001*, che riporta, fra l'altro, i riferimenti di importanti contributi di letteratura sull'argomento.

In questa sede basti ricordare che la produzione di percolato varia precipuamente in funzione della presenza e dell'efficienza della barriera di copertura. A titolo orientativo, da riscontri di letteratura confermati da esperienze dirette osservate anche nella discarica di Grumolo delle Abbadesse, la produzione media annua di percolato **riferita all'afflusso meteorico** può essere così stimata:

→ nelle zone in coltivazione, prive di qualsiasi copertura:	65-75%;
→ nelle zone con copertura provvisoria priva di geomembrana:	20-25%;
→ nelle zone con copertura provvisoria con geomembrana:	7-10%;
→ nelle zone con copertura definitiva:	1-2%.

Nel prossimo paragrafo sarà proposta la stima della produzione di percolato nella fase operativa di coltivazione della discarica, mentre nel successivo si tratterà la fase di gestione post-operativa.

15.2 Stima della produzione di percolato in fase operativa

L'avanzato stato di coltivazione della discarica esistente, iniziata nella seconda metà del 1999, ha consentito di accumulare una serie di esperienze e di osservazioni tali da delineare, in modo sufficientemente approssimato, la dinamica della produzione di percolato dell'intera discarica. Sulla scorta di tali evidenze è possibile svolgere le seguenti considerazioni, propedeutiche alla formulazione di una stima previsionale della produzione complessiva di percolato nel prossimo futuro della gestione operativa della discarica.

Innanzitutto, si osserva che a coltivazione della discarica avviata sono presenti contemporaneamente tutte le fattispecie delineate nel precedente paragrafo: sono infatti individuabili zone in coltivazione prive di qualsiasi copertura; zone con copertura provvisoria priva di geomembrana, zone con copertura provvisoria con geomembrana e zone con copertura definitiva.

Come trattato nel par. 8.3, la copertura provvisoria, normalmente realizzata dopo il raggiungimento della quota di progetto dei rifiuti, è costituita da uno strato di spessore maggiore di un metro, talora accoppiato a una geomembrana in LDPE armato (provvedimento posto in atto in alcune zone della copertura provvisoria della "vecchia discarica"). La copertura definitiva già completata riguarda invece una parte della "vecchia discarica" avente un'area di circa 30.500 m².

Ai fini della stima della produzione futura di percolato in fase operativa è utile analizzare i dati relativi all'avviamento delle vasche dell'ampliamento del *Progetto del 2011*, poiché i fronti aperti introdotti da tali vasche sono di dimensioni notevoli e fra loro sostanzialmente simili.

Nella seguente tabella sono riportati i valori del percolato smaltito dall'intera discarica dal 2008 al 2019 e, dal 2011, anche il confronto con le piovosità complessive annue registrate dalla stazione di Montegalda (M) e dalla stazione locale (G). Queste ultime sono disponibili da quando la stazione è stata attivata.

ANNO	SMALTIMENTO PERCOLATO	PIOVOSITÀ	INDICE	Medie (1)	Medie (2)	Medie (3)
	(t - m³)	(mm)	m³/mm	m³/mm	m³/mm	m³/mm
2008 (M)	7.956,56					
2009 (M)	8.005,86					
2010 (M)	8.688,00					
2011 (M)	10.424,16	755,2	13,80			
2012 (M)	6.445,70	821,8	7,84	7,66	10,32	12,54
2013 (M)	9.639,04	1.277,2	7,55			
2014 (M)	14.209,64	1.436,6	9,89	12,97		
2015 (M)	13.870,52	728,8	19,03			
2016 (M)	14.510,72	1.000,8	14,50	16,33	14,77	
2017 (M)	12.141,50	631,2	19,24			
2018 (G)	12.140,41	1.020,0	11,90	13,21		
2019 (G)	17.271,78	1.206,0	14,32			

Per meglio comprendere l'andamento della produzione di percolato nel tempo è stato istituito un indice che fornisce il rapporto fra il percolato smaltito nell'anno e la piovosità dello stesso anno. Così, ad esempio, nel 2016 sono stati prodotti 14,50 m³ di percolato ogni mm di pioggia.

A questo punto della trattazione, vale la pena accennare alla probabile dinamica di formazione del percolato in fase operativa, così come desunta dalle succitate esperienze e osservazioni più che ventennali sulla discarica in esame.

Gli afflussi meteorici sulle zone aperte in coltivazione producono, come evidente, il maggior volume di percolato rispetto al piovuto; come accennato, tale percentuale si aggira sul 60-70%. Il rimanente occupa la cosiddetta "capacità di campo" del corpo rifiuti (i), contribuisce alla formazione di biogas (ii), defluisce in evaporazione (iii). Percentuali ancor maggiori possono generarsi nei primi periodi di coltivazione delle vasche, allorché la quantità di rifiuti è modesta e limitata arealmente. Soprattutto nel caso di precipitazioni brevi e intense, la produzione di percolato può lievitare e presentarsi sostanzialmente sincrona rispetto agli eventi, come accaduto, ad esempio, nel 2019. La "restituzione" del percolato da parte del corpo rifiuti imbibito, tuttavia, non avviene, come nel caso testé citato, in modo sincrono: l'acqua, al netto della capacità di campo, attiva un moto di filtrazione per gravità (peraltro facilitato dagli strati drenanti descritti nel cap. 13) che raggiunge il drenaggio di fondo e il sistema di emungimento del percolato anche negli esercizi successivi a quello in cui si sono verificati gli eventi meteorici. Vieppiù, la capacità di campo tende a ridursi con l'incremento delle pressioni pseudo-geostatiche connesse alla formazione dello stesso corpo rifiuti.

La prova di tale dinamica si ha osservando i dati dei due bienni 2013-2014 e 2018-2019, caratterizzati tutti da notevoli precipitazioni: oltre alla produzione "diretta" in vasche poco riempite di rifiuti si noti la produzione "indiretta", dovuta al ritardo nella "restituzione" del percolato.

La presenza di notevoli zone di coltivazione aperte rende, come detto, particolarmente sensibile la produzione di percolato rispetto alle precipitazioni. Ciò nondimeno, tale dinamica, negli anni, tende a raggiungere, al netto della variazione di piovosità, il suo equilibrio, testimoniato, su una scala temporale biennale, dall'andamento degli indici delle *Medie* (1).

È tuttavia parimenti evidente che, via via che si realizzano nuove vasche, ancorché successivamente completate e dotate di copertura provvisoria, si aggiungono ulteriori produzioni, pur ridotte al 20-25% del piovuto (nel caso di coperture provvisorie prive di geomembrana). L'indizio più chiaro di quest'ultimo elemento è rappresentato dall'incremento dell'indice dei due ultimi bienni indagati, pari a 14,77 m³/mm.

Per la stima di produzione nel successivo biennio 2021-2022 estrapolando tale impostazione può prendersi a riferimento il succitato indice degli ultimi due bienni, pari a 14,77 m³/mm e moltiplicarlo per la precipitazione media annua degli anni dal 2011 al 2019, pari a 986,4 mm, che conduce ad una produzione di 14.571,12 m³/anno.

Ragguagliando tale produzione all'aumentata superficie esposta con l'introduzione della vasca 18 e assumendo un fattore di sicurezza che tenga conto dell'aleatorietà di tali elaborazioni, pari al 10%, la stima di produzione del prossimo biennio si aggirerebbe sui 17.300,00 m³/anno.

Nel caso in oggetto, trattasi di porre le basi per la stima dell'eventuale integrazione del Fondo già costituito, tenendo conto, come più volte accennato, della problematica dei PFAS nel percolato, che comporta la lievitazione del costo unitario di smaltimento.

Nel successivo sottoparagrafo sarà proposto un modello di valutazione nel tempo della produzione di percolato, basato sull'andamento della produzione in fase operativa trattata nel precedente paragrafo.

15.3.2 Modello previsionale di produzione del percolato in fase post-operativa

In una recente Perizia sulla congruità del Fondo per la *Gestione post-operativa*, elaborata nell'ambito della preparazione del Piano tariffario a valere dal 1° gennaio 2018 (Cfr. *Premessa del Piano di gestione post-operativa*), si proponeva un modello di produzione di percolato a copertura definitiva completata, basato sull'ipotesi che l'infiltrazione da tale copertura si attestasse sul 2% del piovuto. Questa assunzione appariva più conservativa di quella del *Progetto del 2011*, allorché tale percentuale era dell'1,75% del piovuto. Secondo autorevoli riscontri di letteratura citati nel punto 4.3.2 del *Piano di gestione post-operativa*, una copertura con drenaggio ipodermico e geomembrana posta sopra lo strato minerale argilloso è in grado di limitare l'infiltrazione di acque meteoriche nell'ordine di grandezza massimo dell'1% del piovuto.

Assumendo la medesima piovosità media annua del *Progetto del 2011*, pari a 1.100 mm/anno, il calcolo delle portate di infiltrazione a regime nell'intera discarica è dettagliato nella seguente tabella:

Precipitazione media annua [mm/anno]	1.100
Precipitazione annua di calcolo [$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{anno}$]	1,10
% di infiltrazione attraverso la barriera impermeabile	2%
Quantità unitaria di percolato prodotta [$\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{anno}$]	0,02200
Area totale della copertura [m^2]	157.000
Produzione annua di percolato sull'intera area [m^3/anno]	3.454
Produzione giornaliera di percolato sull'intera area [m^3/g]	9,46

È di tutta evidenza però che tale produzione è attesa "a regime", vale a dire allorquando a generare la produzione di percolato sia solamente tale portata di infiltrazione, venendo a cessare il contributo della migrazione del percolato di imbibizione verso il sistema di drenaggio ed emungimento di fondo.

Si ipotizza, pertanto, una graduale diminuzione della produzione di percolato dal valore riscontrato nell'anno di chiusura definitiva dei settori, assunto pari a 15.000 m^3 (sulla conservatività di tutte queste assunzioni si veda il punto 4.3.2 del *Piano di gestione post-operativa*).

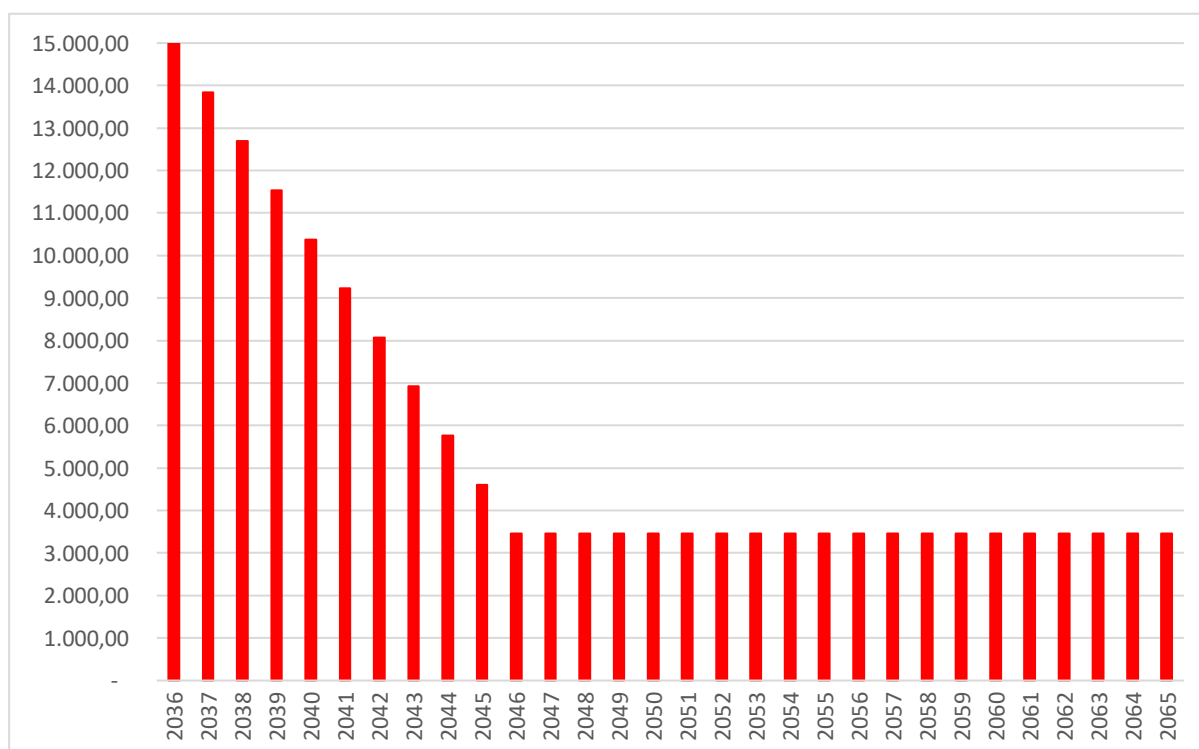
Nel par. 15.2 della *Relazione tecnico-illustrativa* si stimava in 1-2 anni il periodo di migrazione del percolato verso il fondo, in particolare nella parte in ampliamento, dotata di drenaggio intermedio costituito in fase di coltivazione.

Ciò nondimeno, stante la notevole potenziale alea che permea siffatte elaborazioni, si è ritenuto cautelativamente di considerare un periodo di transizione di 10 anni, così da sopravvalutare la produzione di percolato nel periodo di transizione.

Per quanto riguarda i tempi di avviamento della *Gestione post-operativa*, dal par. 15.3 della *Relazione tecnico-illustrativa* si evince che questa è prevista dal 1° gennaio 2036 e si protrarrà per almeno 30 anni, quindi fino a tutto il 2065.

Alla luce di ciò, la produzione di percolato stimata nell'intero periodo di *Gestione post-operativa* è riassunta nella seguente tabella e nel successivo grafico.

ANNO	PRODUZIONE (m ³)
2036	15.000,00
2037	13.845,40
2038	12.690,80
2039	11.536,20
2040	10.381,60
2041	9.227,00
2042	8.072,40
2043	6.917,80
2044	5.763,20
2045	4.608,60
2046 ÷ 2065	3.454,00



16 ASPETTI IDRAULICI - COMPATIBILITA' IDRAULICA

16.1 Premessa

L'argomento del presente capitolo, dettagliato nella *Relazione idraulica*, costituisce l'integrazione e l'aggiornamento dell'omologo Allegato al *Progetto del 2011* denominato *Appendice sugli scarichi delle acque meteoriche*, di cui richiama i contenuti ritenuti ancora attuali.

Vale la pena premettere che, analogamente a quanto affermato in occasione del *Progetto del 2011*, la discarica risultante dalla riconfigurazione introdotta dal presente *Progetto* non recherà sostanziali trasformazioni del territorio tali da modificarne il regime idraulico.

Nell'*Appendice sugli scarichi delle acque meteoriche* del *Progetto del 2011*, in sintesi, gli aspetti idraulici connessi alla presenza della discarica venivano declinati come segue:

1. l'intera discarica allora prevista non avrebbe generato variazioni di sorta al regime idraulico del sito. Ciò si deduceva dal mantenimento delle caratteristiche della superficie finale della copertura, anch'essa coltivata in modo analogo rispetto alla preesistente area agricola, oltre alle opere di drenaggio e collettamento delle acque meteoriche verso la rete di canali di scolo presente nella zona. Tale asserto veniva dimostrato tramite: (i) verifiche idrauliche eseguite sui canali medesimi, assumendo, in via cautelativa, un coefficiente di deflusso triplo⁴¹ rispetto a quello indicato per le aree agricole dalla *DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 1322 del 10 maggio 2006* e s.m.i. in materia di "Invarianza idraulica"; (ii) rilevazioni dei tiranti d'acqua in occasioni di eventi meteorici brevi e intensi, sempre negli stessi canali;
2. il sistema di scollamento e accumulo temporaneo delle acque di prima pioggia del piazzale svolgeva in modo adeguato la sua funzione, recapitando al ricevitore finale portate non sincrone con le punte di piena degli apporti da scorrimento superficiale dell'area della discarica;
3. le portate emunte dal sistema well-point, allorquando fossero presenti (nella fase di scavo e prima coltivazione delle semivasche), costituivano una modesta aliquota rispetto alle succitate punte di piena.

Nella nuova configurazione della discarica prevista dal presente *Progetto*, che introduce un modesto aumento della superficie della copertura (peraltro anch'esso con finitura a verde), la pendenza minima del capping, nella gran parte della superficie, diminuirà al 5% (dall'attuale 7,62%), contribuendo con ciò ad aumentare il tempo di corrivazione⁴² alla canaletta perimetrale e, con esso, a diminuire le portate di punta.

⁴¹ Si badi bene: tale assunzione non andava letta come ammissione di "maggiore impermeabilità" della superficie, così come sotteso nella ratio della *Deliberazione* in materia di *Invarianza idraulica* citata oltre, quanto un *fattore di sicurezza* nella verifica idraulica dei canali di scolo contermini.

⁴² La quantificazione di tale aumento non è peraltro agevole in siffatti contesti, caratterizzati intrinsecamente da notevoli approssimazioni.

Altre modifiche sono correlabili all'introduzione del *Muro* perimetrale che, come si dimostrerà, stanti anche le opere di regimazione delle acque meteoriche superficiali, non genererà parimenti aggravii in termini di portate di punta.

A proposito delle opere di regimazione delle acque che interessano la copertura, il presente *Progetto* prevede la sostituzione dell'inghiottitoio drenante perimetrale con una canaletta a pelo libero, meno suscettibile all'intasamento da parte delle particelle di terreno nella prima fase di formazione della ricomposizione finale e di più agevole manutenzione.

Queste ultime considerazioni configurano un'integrazione della *Relazione idraulica* limitata alle verifiche delle variazioni testè illustrate, che, per quanto affermato, condurranno alla piena conferma della situazione derivante dal *Progetto del 2011*. In particolare, detta conferma riguarderà l'aspetto concernente la *trasformazione del Territorio* connessa alla presenza della discarica.

In tal senso, tuttavia, nel corso della *Gestione operativa* della discarica, fin dall'avviamento della formazione delle nuove vasche, sono stati attuati provvedimenti temporanei "di cantiere" per contenere le portate di piena destinate al Fosso consortile posto a sud della discarica. Tale procedura è stata informata a uno *Studio* specifico condotto nella discarica in esame.

L'articolazione dell'Allegata *Relazione idraulica* vede dapprima la trattazione degli aspetti idraulici connessi alla discarica post-ricomposizione finale, vale a dire in fase di *Gestione post-operativa*. Nella *Relazione idraulica* sono richiamati i passi salienti dell'*Appendice sugli scarichi delle acque meteoriche* del *Progetto del 2011*, segnatamente per quanto riguarda la situazione idrografica della zona della discarica e gli scarichi nei ricevitori finali. Con l'occasione è stato aggiornato all'attualità il campione di dati pluviometrici brevi e intensi utilizzato nei calcoli idraulici; peraltro, gli eventi più critici si sono verificati prima dell'implementazione del *Progetto del 2011* (in particolare, nel 2005) e, pertanto, i loro effetti sono già compresi nella trattazione dell'*Appendice sugli scarichi delle acque meteoriche* del *Progetto del 2011*.

Seguirà la trattazione dei succitati provvedimenti temporanei "di cantiere" posti in essere nel corso della *Gestione operativa* della discarica, finalizzati al contenimento delle portate di piena destinate al Fosso consortile posto a sud della discarica, garantendo così l'invarianza idraulica dell'intervento in tutte le sue fasi.

Da ultimo, sarà sviluppata la parte riguardante l'unica significativa (anche se di modesta estensione in rapporto alle dimensioni complessive del sito) parte del sito oggetto di impermeabilizzazione permanente: l'area servizi, cui seguirà la stima del coefficiente udometrico complessivo del sito.

Nei prossimi paragrafi saranno richiamati i punti salienti dei temi testè citati, rimandando alla *Relazione idraulica* per gli approfondimenti.

16.2 Situazione idrografica della zona della discarica

Confermando quanto dimostrato nel *Progetto del 2011*, in scala più generale (idonea agli intenti pianificatori), il sito appartiene ad un'area esclusa da rischi di esondazione.

Passando alla scala locale, di dettaglio, il sito della discarica insiste su un'area interessata da un reticolo superficiale di modesti scoli di drenaggio, talora più cospicui (denominati "fossi"), alcuni dei quali circuitano i lotti della discarica.

Gran parte di detti scoli è privata, di proprietà dei titolari dei fondi, che provvedono direttamente al loro mantenimento in efficienza. Per quanto riguarda i contermini, la manutenzione è svolta dallo stesso personale di gestione della discarica, che provvede periodicamente alla loro risagomatura.

L'unico fosso che presenta caratteristiche da "corpo idrico" naturale, ancorchè di modeste dimensioni, scorre a sud del perimetro della discarica e assume la denominazione di *C. Via Quadri* (detto anche *Settimino*). Esso è caratterizzato da portata pressochè persistente, tale da poterlo considerare, con l'eccezione di pochi periodi secchi, un corso d'acqua perenne: con riferimento a quanto osservato nel corso degli anni si può affermare che la portata naturale sia presente per oltre 240 giorni annui⁴³.

Nel *C. Via Quadri*, utilizzato anche per l'irrigazione dei fondi agricoli contermini, attualmente convergono anche gli scarichi autorizzati dall'AIA relativi alle acque sotterranee temporaneamente estratte dal sistema "well-point" ai fini dell'approntamento delle vasche, e delle acque meteoriche dei piazzali esterni (Cfr. Scheda AIA N.2.5.4). Nello stesso corso d'acqua è altresì previsto lo scarico del *permeato* dell'impianto di depurazione.

Da quanto affermato dal personale addetto alla *Gestione operativa* della discarica, si evince che non sono stati osservati particolari casi di esondazione del *C. Via Quadri*, anche in occasione di eventi estremi.

In occasione di un recente rilievo topografico delle sezioni dei fossi, effettuato nel novembre 2020, è emersa la necessità di provvedere alla risagomatura dei fossi, così da conseguire gli obiettivi di capacità di portata delineati nella *Relazione idraulica*.

Il *Progetto del 2011* definiva 5 punti di scarico delle acque meteoriche provenienti dalla discarica nei due tratti di fosso ricevitori 2A-G e 2B-N (così definiti nella *Relazione idraulica*, in cui ne è altresì calcolata la capacità di portata), che sono quindi stati autorizzati nell'ambito dell'approvazione del *Progetto* stesso.

Il ripristino della vasca n. 18, introdotto con il presente *Progetto*, non richiederà ulteriori scarichi.

Tali punti di scarico, sono indicati nella planimetria schematica del successivo paragrafo e meglio dettagliati nella **Tav.09**.

⁴³ Questa conclusione è stata formulata in sede di *Domanda di Concessione Idraulica* all'Ente competente - il *Consorzio di Bonifica BRENTA* di Cittadella (PD) - per lo scarico presso il *C. Via Quadri* del *permeato* da trattamento ad osmosi inversa del percolato della discarica. La persistenza della portata nella misura riportata costituiva una delle condizioni per ammettere il *permeato* con i limiti di *tab.3 – D.Lgs 152-2006*.

16.3 Regimazione idraulica della copertura finale

Nella *Premessa* di capitolo si affermava che nella nuova configurazione della discarica prevista dal presente *Progetto*, che introdurrà un modesto aumento della superficie della copertura (peraltro anch'esso finito a verde), nella gran parte della superficie della copertura la pendenza minima diminuirà al 5% (dall'attuale 7,62%), contribuendo con ciò ad aumentare il tempo di corrivazione alla canaletta perimetrale e, con esso, a diminuire le portate di punta.

Altre modifiche riguardano l'introduzione del *Muro* perimetrale; nel medesimo paragrafo si affermava altresì che, stanti le opere di regimazione delle acque meteoriche superficiali, la presenza del *Muro* non produrrà aggravii in termini di portate di punta.

A proposito delle opere di regimazione delle acque che interessano la copertura, il presente *Progetto* prevede la sostituzione dell'inghiottitoio drenante perimetrale con una canaletta a pelo libero, meno suscettibile all'intasamento da parte delle particelle di terreno nella prima fase di formazione della ricomposizione finale e di più agevole manutenzione.

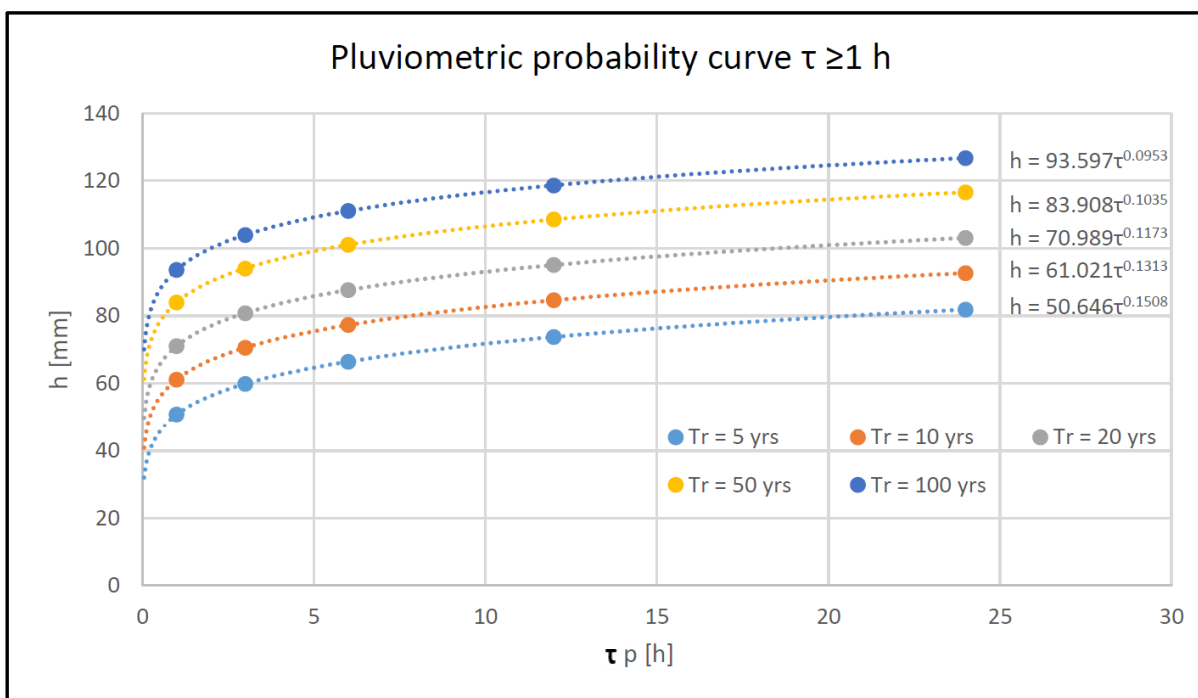
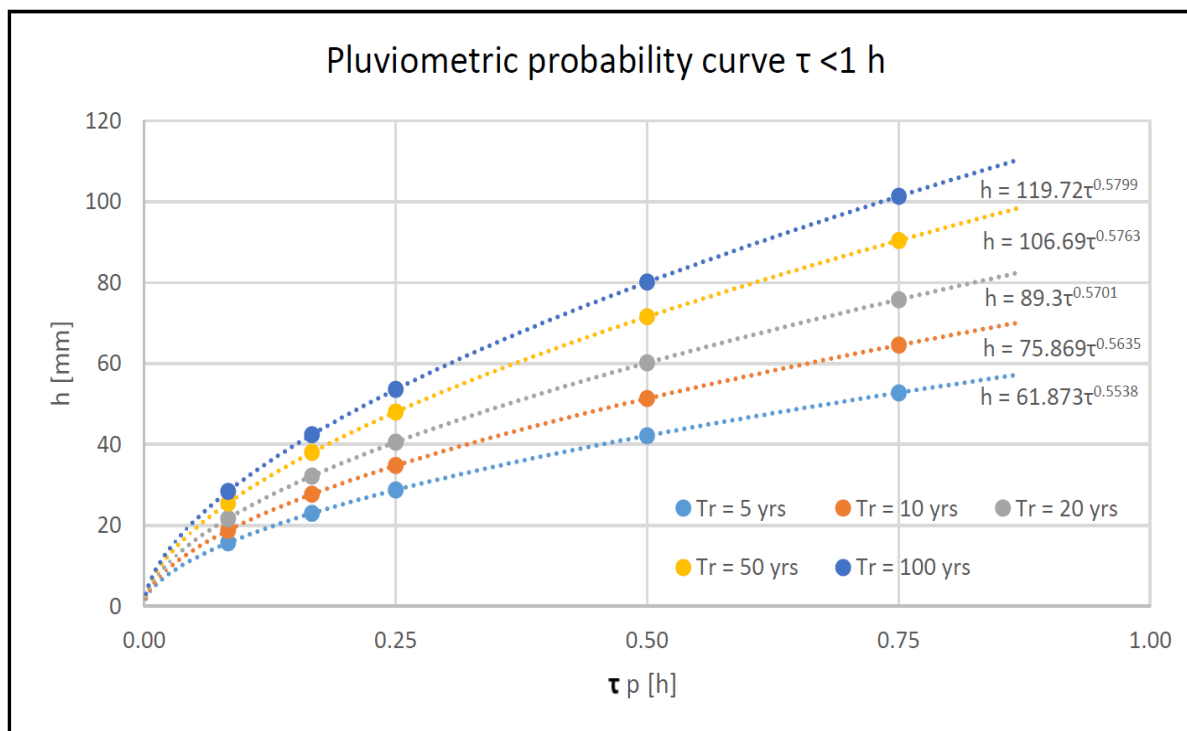
Queste ultime considerazioni configurano un'integrazione della *Relazione idraulica* limitata alle verifiche delle variazioni testè illustrate, che, per quanto affermato, condurranno alla piena conferma della situazione derivante dal *Progetto del 2011*. In particolare, detta conferma riguarderà l'aspetto concernente la *trasformazione del Territorio* connessa alla presenza della discarica.

La pluviometria del sito è stata determinata elaborando un adeguato campione di precipitazioni brevi e intense relative al sito in esame: fra il 1992 e il 2019, rese disponibili dalla stazione termopluviometrica più prossima al sito della discarica - Montegalda, gestita dall'ARPAV che dista circa 5 km.

Dalle elaborazioni sono state determinate le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica del sito per vari valori del tempo di ritorno, riportate nelle successive tabelle e grafici, sempre separate per tempi di pioggia τ minori o maggiori di un'ora.

		τp [mins]				
		5	10	15	30	45
		h [mm]				
Tr [yrs]	5	15.63	22.94	28.71	42.15	52.76
	10	18.70	27.64	34.74	51.34	64.51
	20	21.66	32.15	40.51	60.15	75.79
	50	25.48	37.99	47.99	71.55	90.39
	100	28.34	42.36	53.59	80.10	101.33

		τp [hrs]				
		1	3	6	12	24
		h [mm]				
Tr [yrs]	5	50.65	59.77	66.36	73.68	81.80
	10	61.02	70.49	77.21	84.57	92.63
	20	70.99	80.75	87.59	95.01	103.05
	50	83.91	94.01	101.00	108.51	116.57
	100	93.60	103.93	111.03	118.62	126.72



Le principali opere di regimazione della copertura consistono in due canalette perimetrali: una sommitale e una basale.

La canaletta sommitale, già descritta nel par. 8.4 e nel **Part. 4** della **Tav. 11**, avrà forma semicircolare di diametro interno 0,60 m, ed è preposta alla raccolta e al convogliamento verso le tubazioni di calata sub-verticali, disposte con un passo di 40 m, del deflusso meteorico “efficace” dell’intera copertura definitiva della discarica. L’inclinazione delle tratte di canaletta verso le tubazioni di calata è dell’1%. Le canalette sono previste in *HDPE*.

A fronte della portata di punta con tempo di ritorno di 50 anni, il riempimento è stimato del 57%, corrispondente a un tirante sul fondo di 0,172 m.

Si può pertanto concludere che la canaletta sommitale proposta è in grado di smaltire in sicurezza la portata di punta prevista.

Il dimensionamento sovrabbondante della canaletta sommitale contribuirà a formare una quota parte dell’invaso necessario a garantire l’invarianza idraulica dell’intervento, come illustrato oltre.

Le tubazioni di calata, colleganti la canaletta sommitale con quella basale con passo di 40 m, sono appoggiate al *Muro* e, pertanto, presentano una notevole pendenza, assunta ai fini del calcolo in 70°. Sono costituite da una tubazione *HDPE* Ø200, - PN10, con *Ks* assunto pari a 70 m^{1/3}/s.

La configurazione di tali tubazioni di calata è illustrata nel **Part. 4** della **Tav. 11**

In virtù della notevole pendenza delle calate la tubazione prescelta è ampiamente sufficiente a garantire il deflusso della portata di punta prevista, con un tirante sul fondo di 0,073 m.

Si può pertanto concludere che la tubazione di calata proposta è in grado di smaltire in sicurezza la portata di punta prevista.

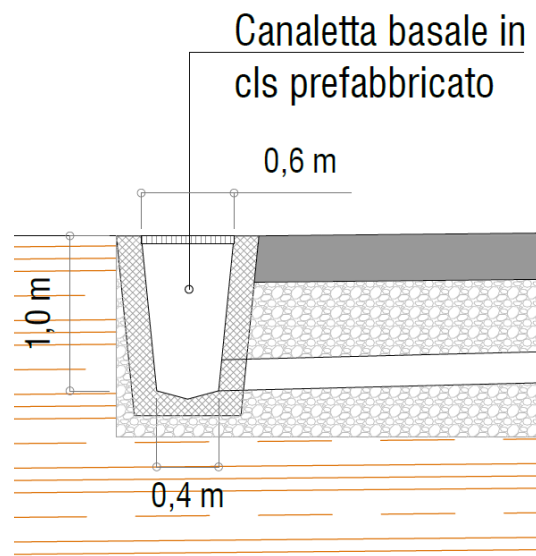
La canaletta perimetrale basale, preposta alla raccolta e al convogliamento verso gli scarichi degli apporti meteorici della copertura finale della discarica, ivi veicolati tramite le tubazioni di calata, è composta da elementi prefabbricati in CIs, interrati e dotati di copertura in grigliato a P.C.

La sezione è unica: trapezoidale, con base minore netta 0,40 m, base maggiore netta 0,60 m e profondità netta di 1,00 m, mentre le pendenze dipendono dalla disponibilità di gradiente verso i 5 scarichi disponibili, **con un valore minimo dello 0,01%.**

Nella seguente figura, tratta dal **Part. 4** della **Tav. 11** è riportata la sezione della canaletta basale, mentre il percorso è illustrato nella **Tav. 09**.

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



Nella seguente planimetria schematica sono riportati detti tronchi di canaletta, definiti ipotizzando la pendenza costante da un punto di massima quota (segmento nero) allo scarico. La denominazione “superiore” e “inferiore” è riferita al verso della planimetria.



Considerando le portate di punta con *Tempo di ritorno* T_r di 50 anni, le portate negli scarichi sono riassunte nella seguente tabella, i cui dettagli sono illustrati nella *Relazione idraulica*.

<i>Tronchi di canaletta afferenti gli scarichi</i>	<i>L [m]</i>	<i>N. calate</i>	<i>Q [m³/s]</i>	<i>Q scarico [m³/s]</i>	<i>i [%]</i>	<i>Tirante [cm]</i>	<i>Vel. [m/s]</i>
Scarico 1 - tronco superiore	93,45	3	0,035	0,140	0,01%	41,39	0,20
Scarico 1 - tronco inferiore	350,94	9	0,105		0,01%	89,69	0,24
Scarico 2 - tronco superiore	111,00	3	0,035	0,082	0,01%	41,36	0,20
Scarico 2 - tronco inferiore	140,92	4	0,047		0,01%	50,51	0,20
Scarico 3 - tronco superiore	312,95	8	0,093	0,128	0,01%	82,34	0,23
Scarico 3 - tronco inferiore	119,55	3	0,035		0,01%	41,31	0,20
Scarico 4 - tronco superiore	179,61	5	0,058	0,140	0,01%	58,94	0,22
Scarico 4 - tronco inferiore	251,11	7	0,082		0,01%	75,30	0,23
Scarico 5 - tronco superiore	140,04	4	0,047	0,105	0,01%	50,51	0,21
Scarico 5 - tronco inferiore	191,43	5	0,058		0,01%	58,83	0,22

Il potenziale tirante medio si attesta sui 60 m in regime di portata di punta, pur con pendenze motrici assai ridotte, dell'ordine di 0,01%.

Si può pertanto concludere che la canaletta basale proposta è in grado di smaltire in sicurezza la portata di punta prevista.

Il dimensionamento sovrabbondante di tale componente, si rende opportuno per garantire la disponibilità di un significativo volume d'invaso appena a monte dei punti di scarico, che contribuisce alla regolarizzazione del regime idraulico nella canaletta e all'ulteriore mitigazione delle punte di piena; vieppiù, tale volume contribuisce alla limitazione del coefficiente udometrico all'uscita dal perimetro della discarica (vedi oltre).

Per quanto attiene l'impatto delle portate della copertura sulla rete esterna, i due tratti di fosso ricevitori degli scarichi della discarica, le portate di punta degli scarichi sono riassunte nella successiva tabella.

	<i>[m³/s]</i>
Portata max scarico N.1	0,140
Portata max scarico N.2	0,082
Portata max scarico N.3	0,128
Portata max scarico N.4	0,140
Portata max scarico N.5	0,105

Dalla planimetria schematica sopra riportata si evince che gli scarichi N.1, N.2 e N.3, per una portata complessiva di 0,35 m³/s, afferiscono al tratto di fossi 2B-N, mentre gli scarichi N.4 e N.5, per una portata complessiva di 0,245 m³/s, afferiscono al tratto di fossi 2A-G.

Nella seguente tabella sono confrontate tali portate con le capacità di portata massime dei due tratti di fossi ricevitori, così come stimate nel sottopar. 2.2.5 della *Relazione idraulica* una volta effettuati i lavori di manutenzione/risagomatura dei fossi.

	<i>Q scaricata</i> [m ³ /s]	<i>Capacità di portata</i> [m ³ /s]	%
Tratto di fossi 2B-N	0,350	1,42	24,63%
Tratto di fossi 2A-G	0,245	1,11	22,06%

Si noti la relativa esiguità dell'apporto della copertura della discarica sulle portate dei fossi in questione. Ciò è da ascrivere anche al particolare contesto idrografico del sito, caratterizzato da frequenti fossi e scoli, utilizzati anche a fini irrigui.

Da ultimo, vale la pena ribadire che l'unico corso d'acqua, nel senso compiuto del termine e oggetto di valutazione consortile, è il **C. VIA QUADRI** (altrimenti denominato *Settimino*). Stante la rapidissima dinamica di formazione delle punte di piena, gli apporti meteorici di punta che rivestono interesse per tale fosso sono quelli esitati *direttamente* nel suo corso (Cfr. anche il successivo paragrafo); gli altri flussi, che giungeranno nel suo alveo risentendo dell'effetto "invaso" generato dal volume dei fossi tributari, risulteranno poco o per nulla significativi per la formazione delle piene nel **C. VIA QUADRI**.

16.4 Invarianza idraulica in gestione operativa

Come più volte accennato, la discarica risultante dalla riconfigurazione introdotta dal presente *Progetto*, parimenti a quanto affermato per l'attuale configurazione della discarica (*Progetto del 2011*), non recherà, a ricomposizione finale completata, trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico pregresso.

Tale conclusione, da sola, dimostrata nella trattazione dei precedenti paragrafi, delinea l'ottemperanza del presente *Progetto*, **inteso come strumento di rappresentazione della "trasformazione del Territorio" indotta dalla discarica**, nel conseguimento dell'obiettivo dell'"invarianza idraulica" ai sensi della *DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE n. 1322 del 10 maggio 2006* e s.m.i.

Ciò nondimeno, come accennato in *Premessa* di capitolo, in sede di *Gestione operativa* della discarica, vale a dire nel corso della realizzazione delle semivasche, della coltivazione della discarica e della formazione della copertura provvisoria, si possono verificare situazioni in cui superfici scolanti sono caratterizzate da coefficienti di deflusso maggiori di quello insito nelle preesistenti aree agricole.

In ragione di ciò, fin dall'avviamento della formazione delle nuove vasche del *Progetto del 2011*, sono stati attuati provvedimenti temporanei "di cantiere" per contenere le portate di piena destinate al **C. VIA QUADRI** posto a sud della discarica.

È essenziale ribadire che i provvedimenti in oggetto sono provvisori “di cantiere” e, pertanto, sono finalizzati a mitigare situazioni temporanee. Alla luce di ciò, sono da inquadrare nella prassi della *Gestione operativa* del “cantiere discarica” e non negli interventi “definitivi” di mitigazione nel caso di aumenti “permanenti” del coefficiente di deflusso a seguito di “impermeabilizzazione” di ampie superfici.

Le fattispecie di superfici esposte alle precipitazioni meteoriche presenti nella discarica in fase di *Gestione operativa* sono le seguenti:

settori aperti in coltivazione. In questo caso le acque di pioggia non producono deflussi verso l'esterno, poiché la maggior parte di esse si trasforma in percolato migrante verso il fondo (tipicamente nell'ordine del 70% del piovuto), mentre la grossa parte del rimanente defluisce per evaporazione e/o viene trattenuto dai rifiuti (tale aliquota viene denominata anche “capacità di campo”);

copertura provvisoria o definitiva priva di vegetazione. In questo caso la superficie si presenta simile a una finitura agricola priva di vegetazione. Secondo quanto indicato dalla succitata *Deliberazione*, può essere assegnato un coefficiente di deflusso φ pari a 0,6. Ciò, in analogia con quello convenzionalmente assunto nelle strade in terra battuta;

copertura provvisoria inerbita. In questo caso la superficie si presenta simile a una finitura agricola con vegetazione e, pertanto, potrebbe esserle assegnato un coefficiente di deflusso φ pari a 0,1. Ciò nondimeno, stanti i seguenti due fattori: (i) trattasi di inerbimento spontaneo e non sempre uniforme, (ii) non è presente un drenaggio ipodermico al di sotto della copertura provvisoria (Cfr. il successivo punto), può essere assunto un coefficiente di deflusso φ pari a 0,2;

copertura definitiva a regime. In questo caso la superficie si presenta del tutto analoga a una finitura agricola, con vegetazione sviluppata e uniforme (in grado di attivare un cospicuo deflusso per evapotraspirazione) e con la presenza del drenaggio ipodermico sotto lo strato vegetale⁴⁴. È pertanto possibile assegnare un coefficiente di deflusso φ pari a 0,1.

Ai fini della valutazione del deflusso di punta proveniente dalla discarica verso il C. *Via Quadri* in fase di *Gestione operativa* lo scenario più gravoso coincide con la fase in cui è appena completata la copertura provvisoria delle vasche relative all'ampliamento implementato con il *Progetto del 2011*, nella parte rivolta verso il corso d'acqua in esame. Infatti, in presenza di significative zone di copertura provvisoria non inerbita rivolte verso tale fosso e in assenza della canaletta perimetrale basale, stante il brevissimo tempo di corrivazione, in occasione di eventi brevi e intensi potrebbero generarsi significative punte di piena, con coefficienti idrometrici maggiori di quelli che si sarebbero registrati nella fase ante-intervento con le superfici agricole coltivate.

Nel cap. 4 della *Relazione idraulica* è stata proposta e sviluppata una soluzione originale, peraltro già posta in atto da tempo, per conseguire la mitigazione delle portate di piena in caso di eventi meteorici brevi e intensi. Questa consiste nella realizzazione di “capacità modulari” in fregio al piede della discarica, rivolte

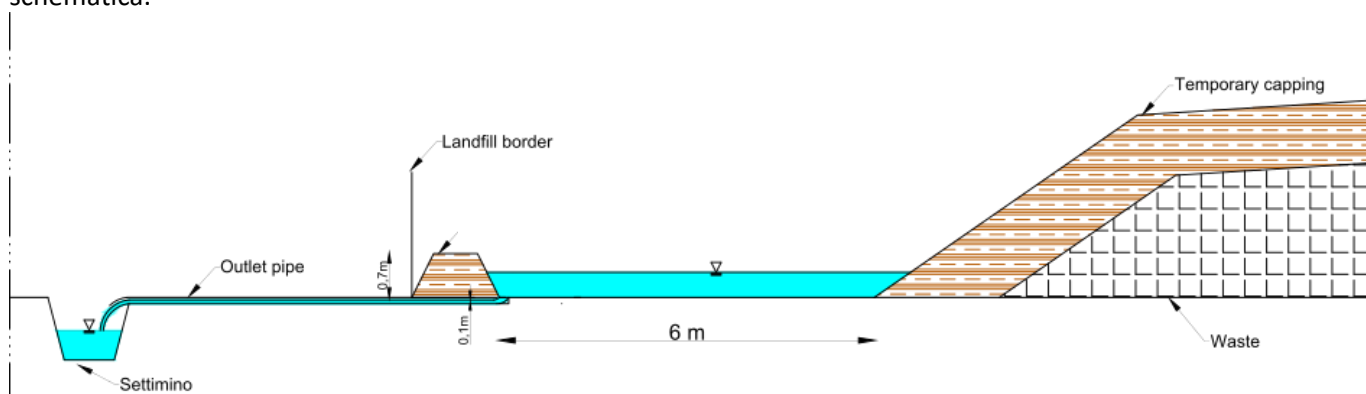
⁴⁴ L'azione di tale drenaggio nella valutazione del coefficiente di deflusso della superficie è legata all'attivazione del deflusso ipodermico sotto lo strato vegetale, scongiurando così la completa saturazione dello strato di coltivo nel caso di eventi meteorici brevi e intensi e, con ciò, mitigando il deflusso efficace di ruscellamento.

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento

verso le succitate zone di copertura provvisoria non ancora inerbita, in grado di immagazzinare l'acqua quando e dove necessario, parallelamente ai lavori di formazione del capping provvisorio.

Orientativamente, le capacità sono concepite in moduli di 50 metri confinati da arginelli provvisori di altezza generalmente di 50 cm, realizzati con terreno di scavo - ampiamente disponibile in cantiere - e muniti di una tubazione di scarico nel fosso ricevitore di diametro pari a 10 cm, come illustrato nella seguente sezione schematica.



Tale provvedimento di cantiere esplica la sua funzione solamente durante gli eventi meteorici brevi e intensi, consentendo, con la rimozione di brevi tratti di arginelli, l'agevole traffico dei mezzi negli altri periodi. All'uopo, il completamento temporaneo degli arginelli avverrà a seguito di segnalazioni meteo di eventi consistenti.

Va altresì ricordato che, nel caso in esame, la formazione dei "moduli" avviene in fase di *Gestione operativa*, quindi con l'impianto presidiato dal personale preposto a tale *Gestione*; pertanto, la pulizia delle luci di scarico è frequente e accurata.

I calcoli idraulici di invarianza idraulica dei moduli forniscono la stima della portata massima defluita e del relativo coefficiente udometrico, riassunti nella seguente tabella, tratta dalla *Relazione idraulica*.

Larghezza moduli [m]	50,00
Lunghezza minima moduli [m]	7,00
Area di base modulo [m ²]	350,00
H moduli - settore più ristretto [m]	0,70
Volume max moduli [m ³]	245,00
Diametro tubazione scarico [m]	0,10
Area tubazione A [m ²]	0,00785
Coefficiente contrazione luce C_q	0,30
Battente massimo h [m]	0,65
Portata massima defluita Q [m ³ /s]	0,0084
Coefficiente udometrico [l/s/ha]	12,94

16.5 Trattamento delle acque di prima pioggia

La configurazione dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia affluenti sul piazzale e sui fabbricati della zona servizi è leggermente diversa da quella prevista dal cap. 4 dell'*Appendice sugli scarichi delle acque meteoriche* del *Progetto del 2011*, stante il successivo recepimento delle disposizioni applicative in ordine agli obblighi in materia di acque meteoriche di dilavamento e acque di lavaggio dall'art.39 del *Piano Tutela Acque* della Regione Veneto.

Premesso che il trattamento delle acque di dilavamento dell'area servizi si attua solo nel corso della fase di Gestione operativa della discarica, la revisione progettuale sviluppata in sede esecutiva si proponeva, in primis di razionalizzare il sistema di raccolta, scolmamento e trattamento delle acque di pioggia dell'area servizi, attraverso l'introduzione di un sistema di trattamento "in continuo".

In sintesi, le modifiche proposte rispetto alla configurazione dell'impianto di trattamento previsto nel *Progetto del 2011* sono le seguenti:

- razionalizzazione della rete di raccolta delle acque meteoriche;
- inserimento del sistema di scolmamento e trattamento delle acque di pioggia "in continuo".

L'impianto è costituito da:

pozzetto scolmatore finalizzato a garantire il trasferimento delle acque di dilavamento alla fase di depurazione con portate che non siano superiori alla portata massima di progetto e di inviare direttamente al ricettore finale, mediante by-pass, la portata in eccesso. L'elemento impiegato ha dimensioni planimetriche 125x130 cm, h = 100 cm (+ 20 cm di copertura), carrabile al traffico pesante, con foro per chiusino in ghisa da 60x60 cm. Questo consente il trattamento di una portata dell'ordine di 50 l/s, relativa a un piazzale di 5.000 m². I reflui in uscita alla bocca più depressa, che costituiscono le acque di prima pioggia, sono inviate a depurazione;

dissabbiatore, primo elemento della depurazione, è una vasca di calma in cui avviene la separazione dal refluo delle sostanze e particelle in sospensione che hanno una densità più elevata (sabbie, ghiaia, limo, pezzetti di metallo e di vetro, ecc.) e più bassa (oli, grassi, foglie, ecc.) di quella dell'acqua. È stata implementata una vasca in grado di trattare 50 l/s, di dimensioni planimetriche 246x220 cm, h = 200 cm (+ 20 cm di copertura), entrata/uscita DN. 250, carrabile al traffico pesante di prima categoria, con due fori di ispezione da 60x60 cm con chiusino in ghisa. È altresì dotata di deflettore in acciaio inox AISI 304 in entrata;

disoleatore, modulo di separazione degli oli, munito di filtro a coalescenza. Le particelle oleose, più leggere, si collocano in superficie e vi rimangono in strati successivi; il dispositivo di chiusura automatica evita che l'olio possa defluire allo scarico. Le particelle oleose in sospensione vengono tratteneute da un filtro a stretta maglia plastica che le aggrega per coalescenza formando una pellicola; al raggiungimento di un certo spessore si staccano e risalgono in superficie.

Il volume utile complessivo del sistema è pari a 16 m³, a fronte dei 14,30 m³ indicati nel progetto.

L'impianto è realizzato con vasche prefabbricate interrate in c.a.v.

I reflui in uscita, avviati ad apposito pozzetto di ispezione, sono in linea con i limiti analitici di Tab. 3 – All. 5 – D.Lgs 152/2006, e restituiti al ricettore finale, come già detto, tramite il medesimo scarico, autorizzato dalla vigente AIA.

Il sistema di trattamento descritto in questo paragrafo è illustrato nella **Tav. 10**.

16.6 Coefficiente udometrico a discarica completata

Come più volte affermato, si ribadisce che, a discarica completata e con ricomposizione finale attiva (copertura finale e opere di regimazione completate con colture pienamente sviluppate), non vi saranno particolari effetti sull'idraulica del sito relativamente alla trasformazione della superficie.

Ciò nondimeno, non va sottaciuto che, rispetto al precedente assetto agricolo del sito, si riscontrano due elementi che, con riferimento al confronto testè proposto, potrebbero potenzialmente generare punte di piena negli scarichi:

1. una porzione della superficie in oggetto è pavimentata e/o di copertura di edifici;
2. la fascia perimetrale della discarica interessata dal *Muro* è inclinata rispetto alla pendenza prevalente della copertura (da 5% al 7%).

In termini quantitativi, tuttavia, detti elementi costituiscono una componente esigua della superficie del sito e il sistema di regimazione interna delle acque meteoriche favorirà in modo significativo la regolarizzazione del regime idraulico, a fronte delle portate di punta a seguito di eventi brevi e intensi.

A dimostrazione di ciò, dal cap.6 della *Relazione idraulica* si evince che, con una disponibilità di accumulo maggiore di circa 1.200 m³, le precipitazioni critiche con tempo di ritorno di 50 anni genererebbero un coefficiente udometrico in uscita dal sito dell'ordine di 10 l/s/ha.

Tenendo conto che, pur trascurando le varie capacità minori disponibili (come le vasche e le canalizzazioni dell'impianto di prima pioggia), le due canalette perimetrali forniscono volumi di laminazione pari a 1.242 m³, **si può concludere che le due canalette di progetto, così come dimensionate, sono sufficienti a garantire l'obiettivo perseguito, giustificando con ciò il loro sovradimensionamento.**

17 MODIFICHE AI PIANI DI CUI AL NUOVO D.LGS 36/2003

17.1 Generalità

Nel presente capitolo saranno riassunti i lineamenti e le modifiche apportate ai Piani *di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa, di sorveglianza e controllo* (o di *monitoraggio e controllo*), *finanziario* allegati al *Progetto*, essenzialmente dovute (i) all'implementazione di modalità operative più razionali e/o non compiutamente illustrate nel *Progetto del 2011*, (ii) a varianti connesse al presente *Progetto*, nonché (iii) a seguito dell'avvento del *Nuovo D.Lgs 36/2003*.

Pertanto, su quest'ultima fattispecie, va riferito fin da subito che il contenuto dell'Allegato 2 - *Piani di gestione operativa, di ripristino ambientale, di gestione post-operativa, di sorveglianza e controllo, finanziario* è rimasto del tutto identico a quello della precedente versione del D.Lgs 36/2003.

Con ciò, viene confermata l'impostazione degli omologhi Piani annessi al *Progetto del 2011*.

Nei seguenti paragrafi saranno riassunti i temi qui delineati.

17.2 Piano di gestione operativa

Fra le novità introdotte dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* spicca la nuova disciplina sull'ammissibilità dei rifiuti in discarica: nel Piano è indicato il riferimento allo sviluppo delle Procedure connesse.

Al solito, nel Piano sono altresì sviluppati gli aspetti correlati alle modifiche introdotte con il presente *Progetto*, demandando a brevi riassunti i temi in sostanziale continuità con l'attuale gestione, informata all'omologo Piano del *Progetto del 2011*.

L'introduzione del *Muro* perimetrale molto acclive ha richiesto la definizione accurata di un particolare *Piano di coltivazione*, trattato anche nel cap.13, che contiene le modalità di formazione del corpo rifiuti, con riferimento alla viabilità interna al rilevato e alle modalità di limitazione della produzione di percolato. Trattasi, con tutta evidenza, di attività rientrante nella *Gestione operativa* della discarica, tanto che il Piano in oggetto è denominato *Piano di gestione operativa e di coltivazione*.

L'introduzione del *Muro* ha altresì richiesto una particolare attenzione all'evoluzione dei cedimenti del corpo rifiuti, cui è dedicato uno specifico capitolo.

La predisposizione di un depuratore in sito ha richiesto una parziale rivisitazione del capitolo riguardante la gestione operativa del percolato, che prevede lo smaltimento verso impianti esterni del solo *concentrato* da osmosi inversa.

17.3 Piano di ripristino ambientale

Il Piano di ripristino ambientale sostituisce il *Progetto esecutivo della finitura a verde*, a firma del Dott. Forestale Andrea Rizzi, che riformulava radicalmente il *Piano di ripristino ambientale* del *Progetto del 2011*, prevedendo cospicui strati aggiuntivi di terreno “vegetale” nell’ambito della copertura finale della discarica. Altresì, tale progetto prevedeva una zona alberata, in espansione dalla barriera arborea perimetrale, proprio in corrispondenza del sedime della vasca 18, introdotta con il presente *Progetto*.

La sostituzione, con tutta evidenza, è motivata essenzialmente dalla modifica del fronte perimetrale, che introduce un elemento di notevole rilevanza proprio sul versante estetico-ambientale: un Muro, caratterizzato da un paramento esterno di altezza significativa, che trasforma radicalmente la prospettiva visiva della discarica nel suo complesso.

Questa circostanza, unita all’aumentata disponibilità, con l’introduzione della vasca 18, di superficie sommitale a bassa pendenza, ha reso viepiù importante la proposizione di un adeguato progetto di ricomposizione estetico-ambientale. Per questo motivo, è stata richiesta la collaborazione dell’Università di Padova che, in uno specifico Studio, ha prospettato una soluzione innovativa, illustrata, pur in forma ridotta, nel Piano.

Ciò nondimeno, il tema si presta ad accogliere esigenze e sensibilità diverse, segnatamente della Comunità locale.

Il Piano in oggetto è suddiviso nei seguenti capitoli:

1. ricomposizione del rilevato discarica;
2. piantumazioni e opere esterne al rilevato;
3. adeguamento estetico del capannone della zona servizi (capitolo non strettamente attinente al tema ma proposto per completezza).

A sua volta, il primo capitolo è stato suddiviso nei seguenti temi:

- a. giardino verticale, nella parte rivolta verso l’ingresso del *Muro* perimetrale;
- b. ricomposizione del rimanente tratto di *Muro*;
- c. ricomposizione della copertura sommitale finale.

La parte peculiare del succitato Studio dell’Università di Padova⁴⁵ ha riguardato la prospettazione e l’analisi del cosiddetto “giardino verticale”, che interessa il Muro nella zona d’ingresso dell’attuale Area servizi, per uno sviluppo di circa 300 m, corrispondenti a circa 1.500 m².

In ragione di tale peculiarità, contrapposta al contenuto “tradizionale” delle rimanenti parti del ripristino, il Piano è stato strutturato come segue:

⁴⁵ Strategie di ripristino ambientale nella vita post-operativa della discarica di Grumolo delle Abbadesse.

1. definizione di dettaglio del giardino verticale, stante la citata peculiarità, sia tecnologica, sia agronomica, sia d'impatto estetico-paesaggistico;
2. proposta di ricomposizione, solo indicativa, del rimanente tratto di *Muro* e della copertura sommitale finale. Quest'ultima, in particolare, con la presenza del *Muro*, perde la sua precedente "centralità" dal punto di vista dell'impatto visivo e i temi progettuali hanno riguardato sostanzialmente le modalità di coltivazione delle essenze ritenute idonee a conseguire gli obiettivi della proposta;
3. proposta di modifica/integrazione delle piantumazioni e opere esterne al rilevato;
4. proposta di adeguamento estetico del capannone della zona servizi.

La proposta progettuale illustrata nel *Piano di ripristino ambientale*, una volta condivisi i lineamenti con gli Enti e recepite le sensibilità locali, sarà resa operativa previa una successiva progettazione esecutiva.

Nelle seguenti ricostruzioni grafiche sono riassunte le caratteristiche della ricomposizione ambientale sviluppata nel *Piano* in oggetto, a partire dalla prospettiva dall'ingresso, con il *giardino verticale* e la mascheratura in *COR-TEN* del capannone. Seguono la vista ravvicinata del muro e la ricomposizione dell'intero sito.

Nella Tav.08 è illustrato lo schema planimetrico della ricomposizione nel suo insieme, comprensiva delle barriere arboree perimetrali.

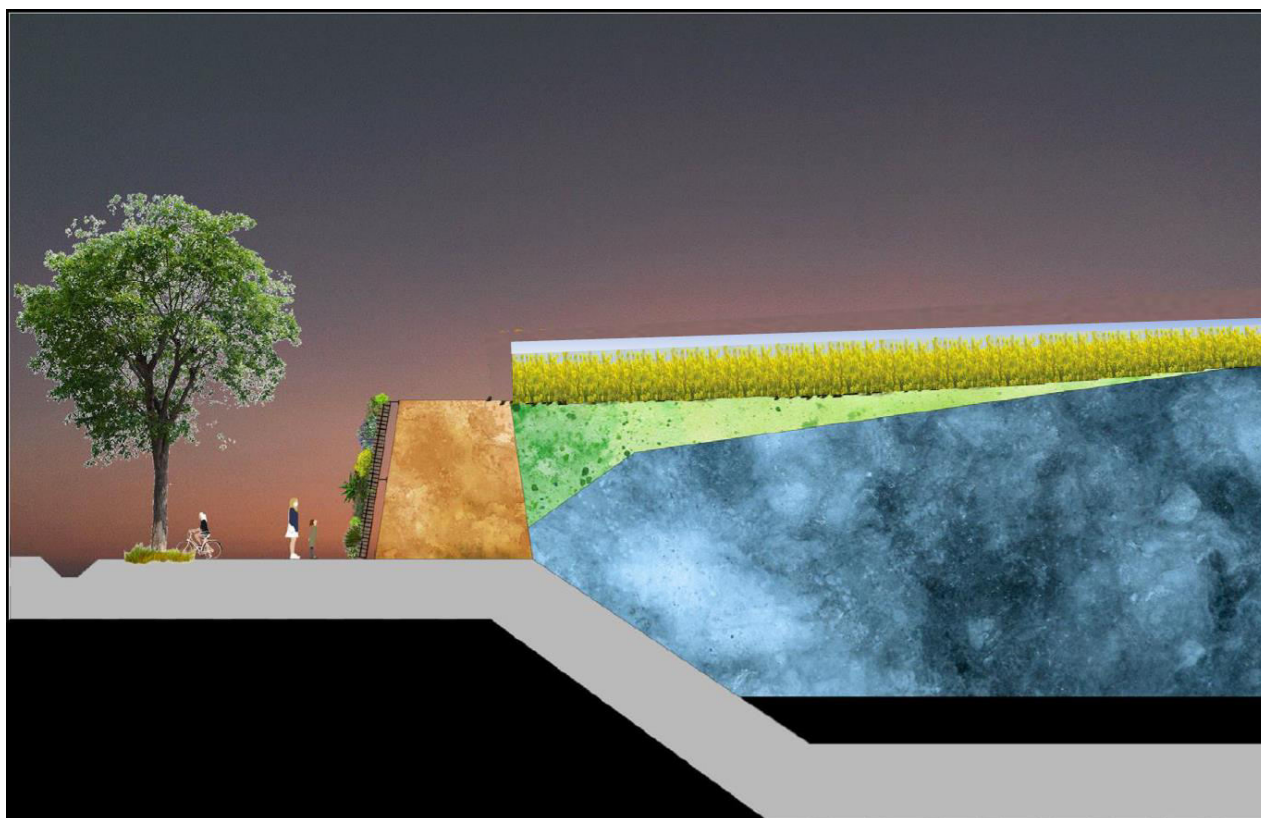


Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



RELAZIONE TECNICO- ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e complemento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



17.4 Piano di gestione post-operativa

Il Nuovo D.Lgs 36/2003, che pur conferma l'impostazione dell'omologo Piano annesso al *Progetto del 2011*, ha, nondimeno, il merito di introdurre un'importante novità, destinata a condizionare il periodo di *Gestione post-operativa*: la proposizione di criteri oggettivi per la valutazione della dismissione in sicurezza della discarica.

Infatti, l'Art.1, lett. o del D.Lgs 121/2020 introduce una modifica all'Art. 13 del D.Lgs 36/2003 – *Gestione operativa e post-operativa*, aggiungendo il comma 6-bis:

«6-bis. La fine del periodo di gestione post — operativa deve essere proposta dal gestore e deve essere ampiamente documentata con una valutazione del responsabile tecnico sull'effettiva assenza di rischio della discarica, con particolare riguardo alle emissioni da essa prodotte (percolato e biogas). In particolare, deve essere dimostrato che possono ritenersi trascurabili gli assestamenti della massa di rifiuti e l'impatto ambientale (anche olfattivo) delle emissioni residue di biogas. Per quanto riguarda il percolato deve essere dimostrato che il potere inquinante del percolato estratto è trascurabile, ovvero che per almeno due anni consecutivi la produzione del percolato è annullata. Tali valutazioni debbono essere effettuate attraverso apposita analisi di rischio effettuata ai sensi dell'allegato 7 al presente decreto. Deve inoltre essere verificato il mantenimento di pendenze adeguate al fine di consentire il deflusso superficiale diffuso delle acque meteoriche.»

Appare di tutta evidenza la rilevanza di questa aggiunta, che ha il merito di indicare i criteri di completamento della *Gestione post-operativa* della discarica. Segnatamente, introduce lo strumento dell'Analisi di rischio nella valutazione in oggetto, indicando gli obiettivi da conseguire al termine del periodo di *Gestione post-operativa* della discarica.

All'uopo, è opportuno rilevare che tali obiettivi:

- ⇒ la trascurabilità del potere inquinante del percolato estratto
- ⇒ l'annullamento della produzione di percolato per almeno due anni consecutivi

non sembra debbano necessariamente manifestarsi contestualmente: **il conseguimento di uno solo di tali obiettivi è sufficiente per conseguire le condizioni di dismissione in sicurezza della discarica.**

La modifica del fronte perimetrale con l'introduzione del *Muro* introduce attività non presenti nella precedente versione del Piano (annesso al *Progetto del 2011*) in particolare sul tema della gestione e manutenzione della finitura a verde, che hanno richiesto un'opportuna integrazione.

Va altresì rimarcata l'importante conseguenza della ribaulatura generale della discarica sull'effettiva durata della *Gestione post-operativa*: porzioni di discarica coltivate da molti anni saranno comunque gestite per almeno 30 anni dalla chiusura che, proprio per l'effetto della menzionata ribaulatura, sarà sensibilmente posticipata rispetto alle previsioni, con evidenti riflessi positivi sul piano ambientale.

Per il resto, il Piano in oggetto ricalca i contenuti del precedente Piano annesso al *Progetto del 2011*, peraltro richiamati con gli opportuni aggiornamenti.

17.5 Piano di sorveglianza e controllo

Come riferito nel par. 17.2, fra le novità introdotte dal *Nuovo D.Lgs 36/2003* spicca la nuova disciplina sull'ammissibilità dei rifiuti in discarica, argomento dettagliato nel *Piano di sorveglianza e controllo*.

Per il resto, il contenuto dell'elaborato in oggetto non si discosta granché dall'omologo proposto nel *Progetto del 2011*.

17.6 Piano economico finanziario e tariffario

17.6.1 Generalità – Vita utile della discarica

Il contenuto del presente paragrafo rappresenta la sintesi dei contenuti del *Piano economico-finanziario e tariffario*, cui si rimanda per i dettagli.

Dal punto di vista normativo, il *Nuovo D.Lgs 36/2003* non ha modificato la struttura del *Piano* che, pertanto, **è rimasto del tutto identico a quello della precedente versione del D.Lgs 36/2003. Con ciò, viene confermata l'impostazione dell'omologo Piano annesso al Progetto del 2011.**

L'implementazione delle modifiche illustrate nel presente *Progetto*, prevista dal 1° gennaio del 2022, si inserirà nella gestione del volume residuo dal *Progetto del 2011* che, alla suddetta data, non sarà ancora completata.

Pertanto, si tratterà di “proseguire” da tale data la gestione del nuovo volume di ampliamento “innestato” nel volume residuo dal Progetto del 2011, riprendendo i Piani tariffari redatti annualmente.

Nell'ambito di tale continuità gestionale, a partire dal 1° gennaio 2022 si dovrà quindi tener conto delle novità introdotte dal presente *Progetto*, le principali delle quali, sull'argomento del *Piano* in oggetto, riguarderanno i seguenti temi:

- i costi delle nuove opere, segnatamente quelli di realizzazione della vasca 18 e del *Muro* perimetrale;
- i costi di gestione del percolato a seguito della presenza dei PFAS, sia in fase operativa, sia, soprattutto, in fase post-operativa.

Detti maggiori costi, nondimeno, sono da intendersi quelli “aggiuntivi” rispetto ai già previsti per le opere relative al *Progetto del 2011*; a titolo di mero esempio, la canaletta perimetrale di base sarà qui computata per la parte eccedente la quantità relativa alla precedente configurazione.

Il caposaldo di riferimento temporale del Piano tariffario è fissato del 1° gennaio del 2022, ipotizzando che il presente Progetto possa essere implementato da tale data.

Il volume utile complessivo della discarica dal 1° gennaio 2022 di 547.194,91 m³, che comporta una vita utile alla stessa data di 12,81 anni (Cfr. par.12.2).

17.6.2 Costi di allestimento della discarica

I costi di allestimento della discarica da considerare nel Piano al 1° gennaio 2022 sono costituiti dalla somma dei costi di realizzazione residuanti dal *Progetto del 2011* e dei nuovi costi aggiuntivi introdotti dal presente *Progetto*.

I primi derivano dall'evoluzione registrata nei Piani tariffari annuali, mentre i secondi sono ricostruiti nell'analisi svolta in sede di *Computo metrico estimativo* allegato al *Piano economico-finanziario e tariffario*.

Dal CME si evincono i seguenti nuovi costi di realizzazione, suddivisi per capitoli:

CAPITOLO	COSTO (€)
Integrazione della viabilità interna	128.990,72
Allestimento della vasca 18	1.723.040,22
Copertura finale della vasca 18	403.133,02
Integrazione del sistema di emungimento e stoccaggio del percolato	10.027,08
Integrazione del sistema di captazione e termodistruzione del biogas	275.345,64
Demolizioni e rimozioni	89.357,23
Opere varie, di finitura e accessorie	490.071,84
Muro in terra rinforzata	3.623.877,57
Oneri per la sicurezza (3%)	202.315,30
TOTALE	6.946.158,62

In continuità con gli omologhi piani pregressi, tali costi sono suddivisi fra:

- ⇒ **costi “iniziali”**, che costituiscono gli investimenti necessari per avviare le opere;
- ⇒ **costi “in esercizio”**, sostenuti in corso d'opera, contestualmente all'erogazione delle tariffe di conferimento.

Dall'analisi del CME si stima che:

- ⇒ i costi “iniziali” siano dell'ordine del 10% del totale, pari a **694.615,86 €**. Questi sono posti in ammortamento finanziario al tasso⁴⁶ del 6,0%;
- ⇒ i costi “in esercizio”, pari a **6.251.542,76 €**, non maturando oneri finanziari sono solamente aggiornati ISTAT per la quota residua di ogni esercizio annuale.

⁴⁶ Il tasso di ammortamento proposto dal 1° gennaio 2022 è inferiore a quello applicato nei precedenti Piani, pari al 6,5%, stante la situazione economico-finanziaria attuale e prevedibile dal 1° gennaio 2022.

Nel par. 5.3 del *Piano economico-finanziario e tariffario* sono ricostruiti i costi complessivi di allestimento della discarica, comprensivi delle quote residuanti dal *Progetto del 2011*, al 1° gennaio 2022.

In sintesi, i costi complessivi di allestimento della discarica al 1° gennaio 2022 sono i seguenti:

Costi "iniziali" (in ammortamento) al 1° gennaio 2022 [€]	2.803.085,50
Costi "in esercizio" al 1° gennaio 2022 [€]	7.853.127,91

17.6.3 Costi residui del pretrattamento

Il presente *Progetto* non introduce nuovi costi da ascrivere alla fase di pretrattamento dei rifiuti; pertanto, gli unici costi da considerare in questa sede sono quelli residuanti dall'evoluzione tariffaria del *Progetto del 2011*.

Nel par. 5.4 del *Piano economico-finanziario e tariffario* sono ricostruiti tali costi, al 1° gennaio 2022, tutti in ammortamento finanziario.

In sintesi, i costi complessivi dell'impianto di pretrattamento al 1° gennaio 2022 sono i seguenti:

Costi "iniziali" (in ammortamento) al 1° gennaio 2022 [€]	637.413,51
---	-------------------

17.6.4 Spese tecniche

Parimenti ai costi di allestimento della discarica e dell'impianto di pretrattamento, l'importo per Spese tecniche al 1° gennaio 2022 è costituito dai costi residuanti il Progetto del 2011 e dai costi ascrivibili al presente *Progetto*.

Mantenendo la consueta suddivisione fra costi "iniziali" (in ammortamento) e costi "in esercizio", nel cap.6 del *Piano economico-finanziario e tariffario* sono ricostruiti gli importi delle Spese tecniche.

In sintesi, i costi complessivi per spese tecniche al 1° gennaio 2022 sono i seguenti:

Costi "iniziali" (in ammortamento) al 1° gennaio 2022 [€]	403.605,87
Costi "in gestione" al 1° gennaio 2022 [€]	368.731,53

17.6.5 Costi di gestione operativa

Rispetto ai precedenti costi di gestione operativa, la situazione attuale mostra il notevole incremento degli oneri di smaltimento del percolato dovuto alla più volte citata presenza di tracce di PFAS nel percolato. Infatti, lo smaltimento del *concentrato* da osmosi inversa, pur in quantità assai ridotta rispetto al percolato totale, risente della difficoltà di reperire, a distanze ragionevoli dal sito, idonei impianti di smaltimento.

La voce *percolato* registra altresì un cospicuo incremento dovuto anche all'aumento della produzione annua, ricostruita nel par. 15.2, dovuto, in primis, alla presenza di notevoli superfici esposte, conseguenza della prevalente coltivazione in ribaulatura del nuovo volume.

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



Per il resto, segnatamente per l'altra voce preponderante, il costo del personale, non si segnalano particolari variazioni rispetto alla situazione corrente attuale, stanti anche la sostanziale continuità nel flusso e nella tipologia dei rifiuti conferiti e l'ottimizzazione della gestione dell'impianto conseguita nei molti anni di attività.

Nel cap. 7 del *Piano economico-finanziario e tariffario* sono ricostruiti tali costi di gestione operativa, riassunti nella seguente tabella.

COSTI ANNUI DI GESTIONE OPERATIVA	€/anno
personale	439.577,55
consumi mezzi d'opera	104.838,15
consumi elettrici	75.838,25
manutenzioni	145.891,72
percolato in gestione	702.696,60
consumi di materiali (teli infrastrato, filo di ferro, ecc.)	96.571,99
monitoraggi assestamenti e ambientali	98.716,70
aggottamento acque	30.066,00
gestione del Verde et al.	50.000,00
formazione piste per accessi gestione discarica	21.046,20
consulenze per l'attività industriale e la sicurezza	65.143,00
servizi per il personale	19.041,80
fideiussioni e assicurazioni	35.077,00
servizi vari	28.061,60
TOTALE	1.912.566,57

17.6.6 Spese generali e utili d'impresa

In continuità con i precedenti Piani tariffari, sui costi di realizzazione e sui costi di gestione operativa saranno applicate le medesime aliquote, rispettivamente del 10% e dell'8%, per *Spese generali* e *Utili d'impresa*.

17.6.7 Costi di gestione post-operativa

L'incremento dei costi di trattamento e smaltimento del percolato citato nel sottopar. 17.6.7 riverbera i suoi effetti anche nel fabbisogno di Fondo per la gestione post-operativa. Infatti, a fronte della produzione di percolato nella fase post-chiusura, stimata nel par. 15.3, si dovranno accantonare ulteriori fondi a copertura del succitato incremento.

Un altro elemento di novità su questo tema, introdotto dal presente *Progetto*, riguarda i maggiori costi di gestione e manutenzione del verde, connessi alla ricomposizione ambientale proposta nel *Piano di ripristino ambientale*.

Il tema della verifica della congruità del Fondo accantonato per la gestione post-operativa ha costituito uno dei principali motivi di approfondimento introdotti con il *Piano tariffario 2018* (Cfr. Annesso 2 al *Piano 2018*). In quella sede era stato elaborato un modello previsionale per tale verifica di congruità, nota la stima dei costi e ipotizzati i parametri da assumere nell'analisi finanziaria.

Nel cap. 7 del *Piano economico-finanziario e tariffario*, utilizzando il medesimo modello, è stata aggiornata l'analisi di congruità del Fondo accantonato alla luce delle succitate novità introdotte dal presente *Progetto*, fornendo la quantificazione del Fondo da costituire a partire dal 1° gennaio 2022 per sostenere i costi della Gestione post-operativa, stimato nell'ordine complessivo di 13.000.000 €. La costituzione di detto Fondo richiede l'applicazione, dal 1° gennaio 2022, di un'aliquota tariffaria di 11,79 €/t sui rifiuti "leggeri" e di 1,85 €/t sui "pesanti".

È opportuno segnalare fin d'ora il notevole incremento del Fondo che nella citata Perizia annessa al Piano tariffario al 1° gennaio 2018, ammontava a 7.808.590,77 €: trattasi di un incremento di 5.126.832,20 €, con un'aliquota sui "leggeri" che passa da 4,00 a 11,79 €/t. Tale incremento è essenzialmente attribuibile, come già accennato, al riverbero nel tempo della lievitazione dei costi di trattamento del percolato a seguito della ben nota questione dei PFAS.

17.6.8 Tariffa di conferimento

Sulla scorta dei costi di realizzazione e gestione testè stimati, è possibile determinare la tariffa di conferimento dei rifiuti in discarica dal 1° gennaio 2022.

La ricostruzione delle incidenze tariffarie delle varie voci di costo e degli Utili d'impresa è riportata nel Quadro finale del par. 12.3 del *Piano economico-finanziario e tariffario*, redatto in continuità con i precedenti Piani, segnatamente dall'ultimo approvato dalla Provincia, a valere dal 1° gennaio 2020.

Si segnala un incremento della detrazione tariffaria connessa alla valorizzazione del biogas nell'utilizzo presso le utenze elettriche interne, stante il nuovo volume di rifiuti potenzialmente biogassificabili (Cfr. cap.11).

Al solito, le quantità di rifiuti in ingresso di riferimento nella valutazione delle incidenze tariffarie non sono quelle effettivamente conferite, bensì le "equivalenti", determinate per tener conto della minor capacità contributiva di alcune frazioni "pesanti" (ceneri, rifiuti minerali, ecc.), nonché del minor peso di volume dei rifiuti ingombranti

Alla luce di tutto ciò, la tariffa di conferimento in discarica dei rifiuti urbani in privativa dal 1° gennaio 2022, composta di tre aliquote: (i) costo industriale ricostruito nel succitato Quadro finale; (ii) ecotassa; (iii) contributo ai Comuni contermini, è riportata nella seguente tabella (in €/t):

ELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA

Progetto di ottimizzazione del fronte perimetrale e completamento del sedime della
Discarica di Grumolo delle Abbadesse con incremento dei volumi di conferimento



	costo industriale	contributo Comuni	ecotassa	totale
RSU	102,40	10,33	7,75	120,48
Ingombranti	126,77	10,33	7,75	144,85

Si noti, in conclusione, il modestissimo aumento del costo industriale rispetto al precedente Piano approvato al 1° gennaio 2020 (101,35 €/t), pari a 1,05 €/t (circa l'1%).

Con ciò è reso evidente l'effetto dell'implementazione del presente *Progetto*, che ha consentito, a fronte del sostanziale mantenimento dell'attuale tariffa, la copertura dei maggiori costi di gestione del percolato in fase operativa e post-operativa, pur gravati da una sensibile lievitazione del costo unitario di smaltimento, da 22,24 €/m³ a 39,04 €/m³, dell'ordine del 76%.

Va altresì osservato che tale lievitazione è stata registrata con l'introduzione del D.Lgs 121/2020 (Cfr. nota N.1 del cap.1 della *Relazione tecnico-illustrativa*), che ha precluso la possibilità di riavviare il *concentrato* da osmosi inversa in discarica. Pertanto, il *concentrato* dovrà essere avviato a smaltimento presso impianti esterni idonei al trattamento dei PFAS.