



Consorzio Z.I.R. Chilivani - Ozieri

S.P. Ozieri - Mesu e Rios s.n.
07010 - Chilivani, Ozieri



Chilivani Ambiente

Chilivani Ambiente S.p.A.

Sede Legale e/o Centro Servizi
S.P. Ozieri - Mesu e Rios s.n.
07010 - Chilivani, Ozieri

***Procedura di VIA ex-post
ai sensi dell'art.29 c.3 del D. Lgs. 152/06 ssmmii***

**Discarica controllata per rifiuti non pericolosi dotata di
impianto di biogas in Loc. "Coldianu"
Comune di Ozieri (SS)
AMPLIAMENTO MODULO 1BIS**

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

Il Progettista:



A.R.T. STUDIO Ambiente Risorse Territorio srl
Via Ragazzi del 99, 5
10090 Buttigliera Alta (TO)

IL DIRETTORE TECNICO
Dr. Maurizio FIORE

Consorzio
COMMISSARIO LIQUIDATORE
Avv. Franco FIGUS

Chilivani Ambiente S.p.A.
AMMINISTRATORE DELEGATO
Ing. Manuela FODDIS

LUGLIO 2024

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
1.1	INTRODUZIONE	1
1.2	CLASSIFICAZIONE DELL'IMPIANTO PROPOSTO E ITER AUTORIZZATIVO	4
1.3	PROPONENTE	5
1.4	COMPLESSO IPPC "CHILIVANI AMBIENTE"	6
1.5	TITOLO DI DISPONIBILITÀ (MODULO 1)	11
1.6	APPROVAZIONI ED AUTORIZZAZIONI (MODULO 1)	12
1.7	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CATASTALE ED URBANISTICO	13
1.8	CONTESTO TERRITORIALE ORIGINARIO ED ATTUALE	17
1.9	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO PROPOSTO.....	21
1.10	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	22
1.10.1	Modulo 1 in post-esercizio.....	22
1.10.2	Nuovo Modulo 1bis (progetto attuale)	23
2.	DESCRIZIONE SINTETICA DEL MODULO 1 IN POST-ESERCIZIO	25
2.1	INTRODUZIONE	25
2.2	CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	27
2.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	29
2.3.1	Premessa	29
2.3.2	Rimodellamento morfologico del sito di deposito.....	29
2.3.3	Opere di stabilizzazione del versante e di "salvaguardia sul fronte cava e bacino".....	32
2.3.4	Opere di adeguamento del fondo vasca	32
2.3.5	Impermeabilizzazioni	33
2.3.6	Costruzione arginello provvisorio di fondo	34
2.3.7	Drenaggi	35
2.3.8	Gestione acque meteoriche esterne.....	36
2.3.9	Approvvigionamento idrico.....	36
2.3.10	Gestione biogas.....	37
2.3.11	Impianto antincendio	38
2.3.12	Opere e manufatti accessori	40
2.3.13	Viabilità.....	40
2.3.14	Opere di monitoraggio e controllo.....	41
2.4	MODALITA' OPERATIVE	48
2.4.1	Modalità di coltivazione	48
2.4.2	Gestione del percolato	48
2.4.3	Gestione del biogas.....	48
2.5	CHIUSURA E RIPRISTINO AMBIENTALE	51
3.	STATO ATTUALE DEL MODULO.....	60
3.1	GENERALITA'	60
3.2	STABILITA' E CEDIMENTI.....	61
3.3	INDAGINI INTEGRATIVE	63

4.	AMPLIAMENTO PROPOSTO – ASPETTI GENERALI.....	66
4.1	CONNOTAZIONE TECNICO-AMMINISTRATIVA DEL MODULO ESISTENTE E DELL'AMPLIAMENTO	66
4.2	MOTIVAZIONI - OBIETTIVI –BACINO DI UTENZA.....	68
4.3	COERENZA CON IL PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI.....	70
4.4	I RIFIUTI SMALTIBILI.....	72
5.	GESTIONE NEL PERIODO TRANSITORIO	73
6.	DESCRIZIONE OPERE ED IMPIANTI.....	76
6.1	SOLUZIONI TECNICHE PROPOSE E COERENZA CON LA NORMATIVA DI SETTORE.....	76
6.2	FASI COSTRUTTIVE.....	79
6.3	EVOLUZIONE TEMPORALE DELLE OPERE	80
6.4	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI COSTRUZIONE DELL'AMPLIAMENTO	81
6.4.1	Rilocalizzazione della sottostazione dell'impianto di estrazione del biogas.....	81
6.4.2	Riprofilatura area di sedime dell'argine di contenimento e costruzione fondazione	82
6.4.3	Costruzione argine di contenimento.....	85
6.4.4	Sbancamento dello strato di terreno vegetale e del sottostante strato di dreno.....	86
6.4.5	Eliminazione dei piezometri esistenti (modulo n.1)	87
6.4.6	Chiusura dei pozzi di drenaggio del biogas esistenti (modulo n.1).....	87
6.4.7	Impianto di estrazione del biogas residuo	87
6.4.8	Costruzione rilevato di ancoraggio dell'impermeabilizzazione della parete in roccia.....	90
6.4.9	Impermeabilizzazione modulo	91
6.4.10	Opere di drenaggio del percolato e del biogas	102
6.4.11	Separazione dei sub-moduli.....	113
6.4.12	Impianto antincendio	115
6.5	DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CHIUSURA	118
6.5.1	Chiusura provvisoria.....	118
6.5.2	Chiusura definitiva e regimazione acque meteoriche.....	118
6.6	RIPRISTINO AMBIENTALE	121
6.7	BILANCIO MATERIALI.....	122
6.8	IMPIANTI E SERVIZI	123
7.	MODALITÀ DI ESERCIZIO.....	124
7.1	GESTIONE DEI RIFIUTI CONFERITI	124
7.2	COLTIVAZIONE DELLA DISCARICA.....	143
7.3	ALTRE ATTIVITÀ DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO	144
7.3.1	Approvvigionamento materie prime.....	144
7.3.2	Gestione del percolato	144
7.3.4	Controllo delle fasi critiche, manutenzioni e depositi	147
7.4	ORGANI –PERSONALE -MANSIONI	148
7.4.1	Organizzazione Aziendale e Operativa.....	148
7.4.2	Mezzi d'opera.....	150
7.5	BILANCIO ENERGETICO.....	151
7.5.1	Consumi energetici.....	151
7.5.2	Produzione energetica	151

7.6	MISURE DI PREVENZIONE RISCHIO INCIDENTI.....	152
8	VERIFICHE PRELIMINARI	155
8.1	PREMESSA	155
8.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	156
8.3	PARAMETRI GEOTECNICI.....	157
8.4	PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE E AZIONI SISMICHE DI CALCOLO.....	161
8.5	STABILITA' INTERNA DEL RILEVATO DI MONTE IN TERRA RINFORZATA	163
8.6	MODELLAZIONE NUMERICA DEL RILEVATO DI DISCARICA	165
8.7	VERIFICHE DI STABILITA' DEI VERSANTI	175
8.8	PIANO DI INDAGINI IN CORSO D'OPERA	179
9.	SISTEMA DI MONITORAGGIO.....	181
9.1	INTRODUZIONE	181
9.2	CAMPIONAMENTO ACQUE DI FALDA (PIEZOMETRI).....	184
9.3	EMISSIONI IN ATMOSFERA	185
9.3.1	Qualità dell'aria ambiente.....	185
9.3.2	Emissione diffuse/fuggitive.....	185
9.3.3	Emissioni convogliate.....	186
9.3.4	Emissioni in acqua.....	186
9.3.5	Tenuta della geomembrana in HDPE	186
9.3.6	Percolato (qualità).....	187
9.3.7	Topografia dell'area di discarica	187
9.3.8	Rumore.....	188
10	COSTI DI COSTRUZIONE	189

➤ **Elaborati grafici**

➤ **Piani:**

1. Piano finanziario
2. Piano di gestione operativa
3. Piano di gestione post-operativa
4. Piano di monitoraggio e controllo
5. Piano di recupero ambientale

1 PREMESSA

1.1 INTRODUZIONE

Il presente progetto definitivo, viene redatto a corredo ed integrazione dell'istanza di VIA ex-post, inoltrata ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. n. 152/06, e s.m.i. e delle Direttive Regionali in materia di VIA, relativa alla **costruzione in ampliamento ed esercizio del modulo n.1 di discarica**, chiuso ed in post-esercizio, costituente parte integrante dell'impianto di smaltimento controllato di rifiuti speciali e urbani, di proprietà del Consorzio per la Zona di Sviluppo Industriale di Chilivani (in liquidazione) e gestito dalla società Chilivani Ambiente s.p.a., ubicato in località "Coldianu" del comune di Ozieri (SS) (**Fig.1.1/I**).

Tale ampliamento, della volumetria netta di m³ 100.466 e relativi impianti connessi e funzionali, è previsto quale sopraelevazione del modulo chiuso ed in post-esercizio, identificato come "Modulo 1" della discarica di cui sopra.

Proponente del presente progetto sono congiuntamente il **Consorzio per la Zona di Sviluppo Industriale di Chilivani (in liquidazione)** e la **società Chilivani Ambiente s.p.a.**, entrambi con sede presso il Centro Servizi della ZI Chilivani.

L'impianto proposto con il presente progetto verrà realizzato e gestito direttamente dalla Società Proponente stessa che, come meglio descritto nel seguito (v. cap.1.3), vanta un'esperienza consolidata nella gestione dei rifiuti.

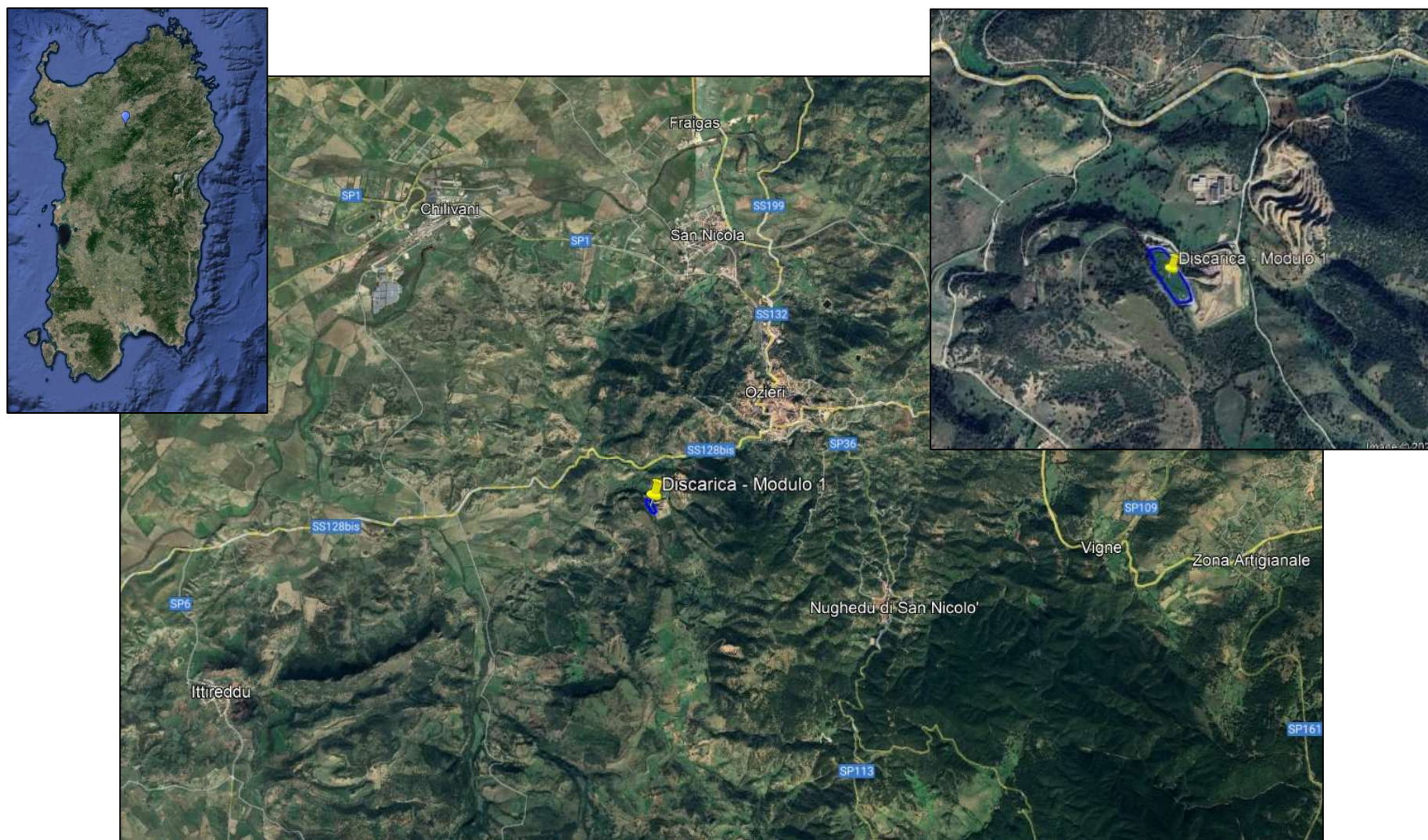


Figura 1.1/I: Corografia dell'area di interesse con indicazione del modulo n. 1 di discarica in post-esercizio

Il presente progetto viene redatto su incarico del Proponente, dalla società **A.R.T. Studio s.r.l. Ambiente Risorse Territorio** con sede in Torino.

Il Gruppo di lavoro è costituito da:

- ❖ Dr. Maurizio Fiore: coordinamento generale
- ❖ Dr. Ing. Cesare Castiglia
- ❖ Dr. Arch. Fabio Grasso
- ❖ Dr. Ing. Luca Soru
- ❖ Dr. Ing. Giacomo Spano
- ❖ Per. Agr. Emanuela Roggero
- ❖ Per. Agr. Francesco Fiore.

NOTA: Gli aspetti geologici, idrogeologici ed idrologici trattati negli elaborati di progetto e SIA, sono stati redatti a cura del Dr. Geol. Giovanna Farina e forniti dal Committente.

1.2 CLASSIFICAZIONE DELL'IMPIANTO PROPOSTO E ITER AUTORIZZATIVO

L'ampliamento, proposto:

- insistendo su un precedente modulo di discarica, attualmente in fase di post-esercizio, non prima d'ora sottoposto a VIA,
- avendo volumetria netta superiore a m³ 100.000,
- ricade, secondo quanto previsto dall'**Allegato A1 alla D.G.R. n. 11/75 del 24.03.2021** della Regione Autonoma della Sardegna, nella categoria di opere di cui al **punto 12** del richiamato Allegato *"Discariche di rifiuti urbani non pericolosi con capacità complessiva superiore a 100.000 metri cubi (operazioni di cui all'allegato B, lettere D1 e D5, della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006); discariche di rifiuti speciali non pericolosi (operazioni di cui all'allegato B, lettere D1 e D5, della parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006), ad esclusione delle discariche per inerti con capacità complessiva sino a 100.000 metri cubi"*.

Inoltre:

- ricade, per quanto previsto dall'**Allegato VIII al Decreto Legislativo n. 46/2014**, nella **categoria 5.4** *"Discariche che ricevono più di 10 Mg di rifiuti al giorno o con una capacità totale di oltre 25.000 Mg, ad esclusione delle discariche per rifiuti inerti"*;
- non ricade in aree tutelate ai sensi del Decreto Legislativo n. 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio);
- non ricade in aree o in prossimità di aree della Rete Natura 2000 (SIC, ZPS).

Per quanto sopra, il presente progetto è soggetto all'acquisizione:

- del giudizio di compatibilità ambientale ex-post, ai sensi dell'art. 29 del D.Lgs. n. 152/06, e smi e delle Direttive Regionali in materia di VIA regionale,
- dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA),

nell'ambito di due successivi procedimenti.

1.3 PROPONENTE

I Proponenti sono congiuntamente il Consorzio per la Zona di Sviluppo Industriale di Chilivani (in liquidazione), in qualità di proprietario dell'impianto e la società Chilivani Ambiente s.p.a., entrambi con sede presso il Centro Servizi della ZI Chilivani, i cui riferimenti sono riportati in seguito. Si segnala inoltre che la società Chilivani Ambiente s.p.a. è una società mista pubblico-privato, partecipata, quale socio di maggioranza, dal Consorzio per la Zona di Sviluppo Industriale di Chilivani (in liquidazione) e quale socio di minoranza dalla società Ecoserdiana s.p.a. con sede in Cagliari, via dell'Artigianato n. 6, P.IVA: 01643170929, Iscrizione CCIAA di Cagliari: n. 135234.

A. Consorzio per la Zona di Sviluppo Industriale di Chilivani (in liquidazione)

- Denominazione e Ragione sociale: Consorzio per la Zona di Sviluppo Industriale Chilivani – Ozieri
- Sede: c/o Centro Servizi Zona Artigianale S.P. Chilivani Mesu 'e Rios 07014 Chilivani – Ozieri (SS)
- P.IVA: 00855530903
- C. Fisc. 81000150904
- Iscrizione CCIAA di Sassari
- Legale Rappresentante: Avv. Franco Figus - Commissario liquidatore.

B. Chilivani Ambiente S.p.A.

- Denominazione e Ragione sociale: Chilivani Ambiente S.p.A.
- Sede: c/o Centro Servizi Zona Artigianale S.P. Chilivani Mesu 'e Rios 07014 Chilivani – Ozieri (SS)
- P.IVA e C. Fisc.: 01853420907
- Iscrizione CCIAA di Sassari
- Legale Rappresentante: ing. Foddìs Manuela – Amministratore Delegato.

1.4 COMPLESSO IPPC "CHILIVANI AMBIENTE"

L'attuale complesso impiantistico "Chilivani Ambiente" è sorto in località *Coldianu* del comune di Ozieri con la realizzazione del primo modulo di discarica (modulo 1), avente una volumetria-lorda di m^3 331.018 circa, di cui m^3 258.907 utili, in esercizio dal 1996 al 2004, oltre alle opere ed impianti connessi. La chiusura del modulo è avvenuta tra il 2005 ed il 2006 e la fase di post-chiusura è iniziata formalmente nel 2008.

Contestualmente alle ultime fasi di esercizio del predetto modulo 1, in adiacenza allo stesso verso est è stato realizzato, da parte del Consorzio ZIR di Chilivani, il modulo 2, della volumetria lorda di m^3 540.000, autorizzato con Determinazione del Direttore Servizio Gestione Rifiuti della RAS, n. 2871/IV del 03.12.2004 (**Fig. 1.4/I**).



Figura 1.4/I: Stato dei luoghi anno 2003 – Coltivazione discarica "modulo 1" e costruzione modulo 2

Successivamente, con il rilascio da parte della Provincia di Sassari dell'Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) n. 2 del 27.06.2012, è stato autorizzato un primo ampliamento del modulo per un'ulteriore volumetria netta di m^3 221.625.

Già nello stesso 2012, a fronte del protrarsi delle attività di ampliamento di cui sopra oltre i tempi originariamente previsti, il Consorzio ZIR di Chilivani, al fine di garantire la continuità operativa dell'impianto di smaltimento, richiese agli Enti competenti un ulteriore ampliamento (identificato come intervento emergenziale 1) di m^3 netti 50.000, autorizzato con l'AIA n. 3 del 04.12.2012.

Perseverando il protrarsi dell'ultimazione dell'ampliamento principale da m³ 221.625, nel 2014 il Consorzio ZIR richiese un ulteriore ampliamento (identificato come intervento emergenziale 2) di m³ 69.400 netti, autorizzato con l'AIA n. 4 del 10.12.2014. Con la stessa AIA furono autorizzate anche le seguenti attività:

- Recupero energetico del biogas, mediante realizzazione di un impianto di produzione di EE;
- Messa in riserva (R13) di carta, vetro, rifiuti metallici e plastica;
- Triturazione e riduzione volumetrica, con impianto mobile autorizzato, di rifiuti ingombranti CER 200307 e scarti inutilizzabili per il consumo e la trasformazione CER 020304, destinati al conferimento nella medesima discarica.

Nel 2023, in vista dell'esaurimento di tutte le volumetrie precedentemente autorizzate e nelle more di individuare ed approntare un nuovo sito di smaltimento, il Consorzio ZIR e Chilivani Ambiente s.p.a. hanno richiesto agli Enti competenti l'autorizzazione allo smaltimento, nell'ambito del modulo 2, di ulteriori 25.000 t di rifiuti, quale variante non sostanziale AIA, ai sensi della Circolare n.1 "Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC) dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente della Regione Autonoma della Sardegna. In seguito all'accettazione delle garanzie finanziarie da parte della provincia di Sassari, i conferimenti sono iniziati il 26.03.2024.

Nel 2023 il Consorzio ZIR di Chilivani e Chilivani Ambiente hanno inoltrato agli Enti competenti la richiesta di autorizzazione, corredata dal relativo progetto, per la costruzione ed esercizio di un impianto di trattamento di rifiuti ingombranti a fini di recupero. Tale progetto, in fase di autorizzazione, prevede la realizzazione e gestione di una piattaforma di recupero e valorizzazione di rifiuti Ingombranti e Imballaggi di Legno, Ferro, Plastica e Cartone, per un quantitativo pari a 9.000,00 tonn/anno.

Pertanto, attualmente il complesso IPPC, che occupa complessivamente una superficie di poco più di 10 ha, è costituito da:

- Modulo 1 di discarica in fase di post-gestione
- Modulo n.2 di discarica, comprensivamente autorizzato allo smaltimento di m³ 792.185 di rifiuti, attualmente in fase di esercizio
- Impianto mobile di triturazione rifiuti ingombranti;
- Messa in riserva (R13) di carta, vetro, rifiuti metallici e plastica;

e dai seguenti impianti ausiliari al servizio di entrambe i moduli di discarica:

- Locali e fabbricati per servizi vari;
- Impianti di drenaggio e deposito del percolato;
- Impianti di estrazione del biogas;
- Centrale di produzione di energia elettrica e torcia di combustione;
- Impianti antincendio;
- Impianto lavaggio ruote;

- Pesa;
- Deposito acqua e pozzo di emungimento;
- Impianti elettrici di rete e di emergenza;
- Viabilità interna;
- Rete di monitoraggio acque meteoriche e sotterranee;
- Centralina metereologica.

Lo stato attuale del complesso impiantistico è rappresentato in **figura 1.4/II**.

Il nuovo modulo di discarica, identificato come modulo n.1 bis, proposto con il presente progetto ricade all'interno del sopra descritto complesso e precisamente in sovrapposizione con il modulo 1 (**Fig. 1.4/III**). Esso sarà implementato degli impianti specifici (drenaggio del percolato e del biogas, impianto antincendio, raccolta acque meteoriche), mentre usufruirà di tutti gli impianti e servizi generali di cui sopra.

Le attività di accettazione e smaltimento dei rifiuti avvengono secondo le procedure previste dal Piano di Gestione operativa e da SGA approvati.

Il modulo n.1 della discarica in oggetto è stato costruito ed esercito nel lasso temporale compreso tra il 12.11.1988 (consegna dei lavori) ed il 23.06.2008 (Determina di chiusura n. 526 del Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio della RAS).

Successivamente, la Chilivani Ambiente Spa ha implementato un Sistema di Gestione Integrato (Qualità - Sicurezza - Ambiente) sin dal 2006, ed attualmente è in possesso delle seguenti certificazioni:

- UNI EN ISO 9001 - Prima acquisizione: 19.07.2006 - Certificato attuale n. 26110 scadente il 18.06.2027;
- UNI EN ISO 14001 - Prima acquisizione: 13.07.2006 - Certificato attuale n. 26113 scadente il 18.06.2027;
- UNI EN ISO 45001 - Prima acquisizione: 13.07.2006 - Certificato attuale n. 28923 scadente il 18.06.2027;
- Registrazione EMAS - Prima acquisizione: 06.06.2011 - Certificato attuale IT001350 scadente il 09.05.2025.

Pertanto, la Società di gestione dell'impianto ha applicato ed applica anche al modulo n.1 in post-esercizio della discarica le procedure previste dalle predette certificazioni, a decorrere dalla loro prima acquisizione.

La società si è dotata inoltre di modello organizzativo gestionale conforme al decreto legislativo 08/06/2001 n. 231 (MOG 231) sin dal 09/03/2012.



Figura 1.4/II: Stato attuale del complesso impiantistico



Figura 1.4/III: Ubicazione del modulo 1 bis

1.5 TITOLO DI DISPONIBILITÀ (MODULO 1)

Le aree su cui insiste il modulo n.1 della discarica di Coldianu sono di proprietà del Consorzio per la Zona Industriale di Interesse Regionale di Chilivani, socio di maggioranza della Chilivani Ambiente S.p.A..

Il titolo di disponibilità è stato originariamente acquisito dal Consorzio per la Zona Industriale di Interesse Regionale di Chilivani in seguito ad una procedura espropriativa. Infatti, trattandosi di opera di pubblica utilità, la società appaltatrice delle opere di costruzione del primo modulo, in conformità alla normativa allora vigente, aveva attivato la procedura di esproprio per pubblica utilità dei terreni su cui sarebbe dovuta sorgere l'opera.

Al fine di sospendere la predetta procedura espropriativa e di beneficiare delle maggiorazioni di indennizzo previste dalla norma a favore dei proprietari volontariamente cedenti, questi hanno acconsentito alla Cessione volontaria dei predetti terreni mediante atto pubblico.

Per quanto sopra, il Consorzio Industriale ha acquisito il titolo di disponibilità delle aree interessate alla realizzazione del modulo n.1 di discarica, mediante n. 2 atti notarili di *Cessione volontaria di aree al fine di evitare la procedura di esproprio*, stipulati entrambi in Ozieri, in data 22 febbraio 1995 dal Notaio Eugenio Castelli (**Allegato 1**), relativi ai terreni come in seguito identificati:

- terreno Foglio 74, mappali 45 e 49 rispettivamente di Ha 01.21.91 e 00.12.47: atto Repertorio n. 74104, Raccolta n. 16071;
- terreno Foglio 74, mappale 44 di Ha 02.56.68: atto Repertorio n. 79105, Raccolta n. 16075.

1.6 APPROVAZIONI ED AUTORIZZAZIONI (MODULO 1)

Le approvazioni ed autorizzazioni relative alla costruzione ed esercizio del modulo n.1 chiuso ed in post-esercizio sono le seguenti:

- Approvazione progetto originario: Comunicazione dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente prot. N. 7341 del 27.04.1987, nell'ambito della L. 01.03.1986, n. 64 "Primo piano annuale di attuazione del programma triennale di Sviluppo del Mezzogiorno 1987/1989.
- Approvazione della Perizia suppletiva e di variante n.1: Comunicazione dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente prot. N. 015787 del 18 gennaio 1991.
- Approvazione della Perizia suppletiva e di variante n.2: Comunicazione dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente prot. N. 26809 del 24 maggio 1994.
- Autorizzazione provvisoria per l'esercizio: Comunicazione dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente prot. N. 44955 del 30.01.1996.
- Autorizzazione all'esercizio- Proroga del termine di scadenza: Decreto dell'Assessore della Difesa dell'Ambiente prot. N. 37081 del 11.01.1999.
- Proroga dell'autorizzazione all'esercizio delle operazioni di smaltimento dei rifiuti ... (Art. 28 del D. Lgs. n. 22/97): Determinazione del Direttore generale dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente, prot. 3175 del 28 dicembre 2000.
- Approvazione del Piano di adeguamento ai termini del D. Lgs. n. 36/03. Inizio procedura di chiusura del primo modulo della discarica controllata per rifiuti non pericolosi per RSU, in località "Coldianu" comune di Ozieri: Determinazione n. 452/IV del 22 marzo 2005, del Direttore del Servizio Gestione rifiuti e siti contaminati dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente.
- Determinazione della chiusura del primo modulo della discarica controllata per rifiuti non pericolosi per RSU, in località "Coldianu" comune di Ozieri: Determinazione n. 526 del 23 giugno 2008, del Direttore del Servizio Gestione rifiuti e siti contaminati dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente.

Il testo integrale dei soprarichiamati documenti è contenuto nell'**Allegato 2**.

1.7 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, CATASTALE ED URBANISTICO

L'area su cui ricade il modulo di discarica in oggetto è ubicata a Sud/Ovest del territorio comunale di Ozieri, a ridosso di un versante collinare rivolto verso nord, in loc. "Coldianu" raggiungibile dalla S.S. 128 bis al km 66.

L'area interessata dal modulo n. 1 in esame ha un'estensione complessiva di circa m² 16.500 ed è stata interessata da pregressa attività estrattiva ed attualmente fa parte integrante del complesso della discarica costituito da più moduli ed impianti ausiliari e di servizio.

La quota altimetrica del predetto modulo è compresa tra + 440 m s.l.m. e + 470 m s.l.m..

Detta area è individuata nella cartografia ufficiale con i seguenti riferimenti baricentrici:

- Cartografia I.G.M.: al Foglio n. 480 - Sezione I, Mores (**Fig. 1.7/I**)
- Carta Tecnica Regionale (CTR): al Foglio n. 480 Sezione 010 (**Fig. 1.7/II**).

Le coordinate baricentriche (sistema Gauss-Boaga) dell'area sono:

Latitudine 40° 34' 11.05" N - Longitudine 8° 58' 44.17" E

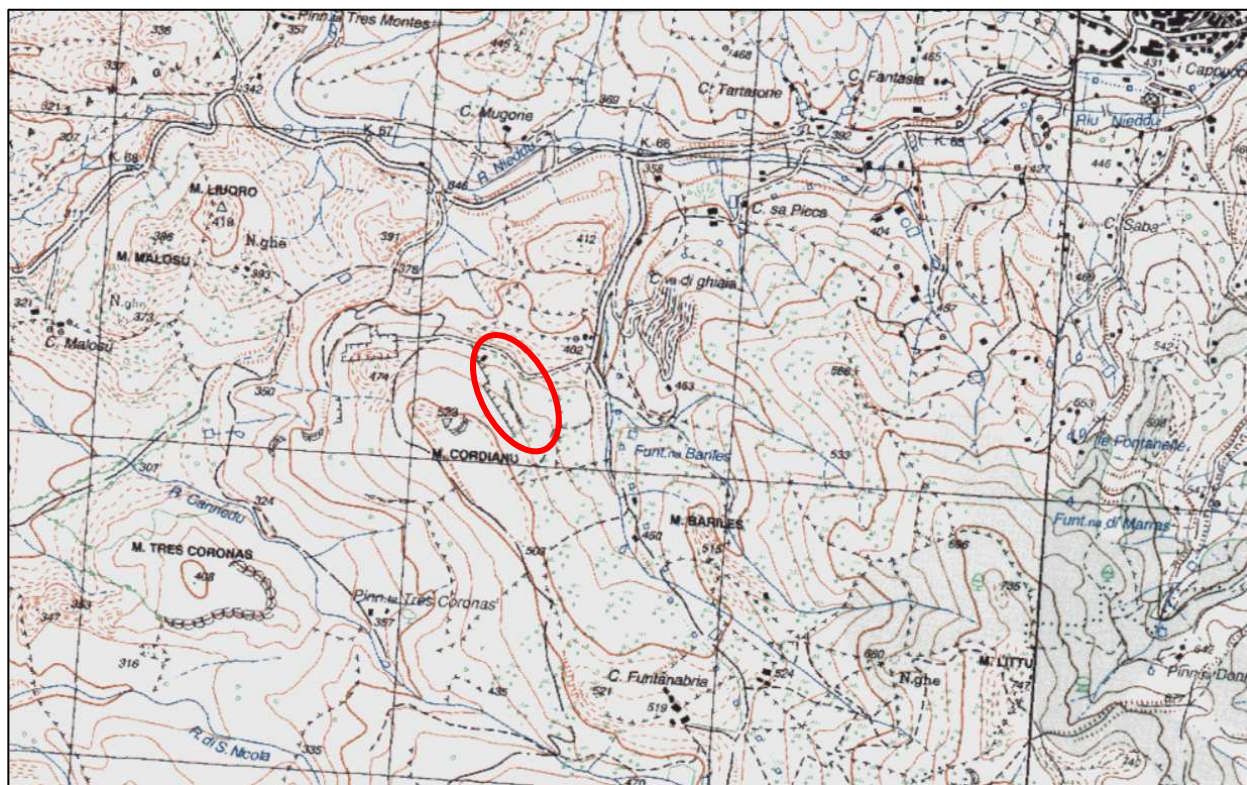


Figura 1.7/I: Inquadramento su cartografia IGM

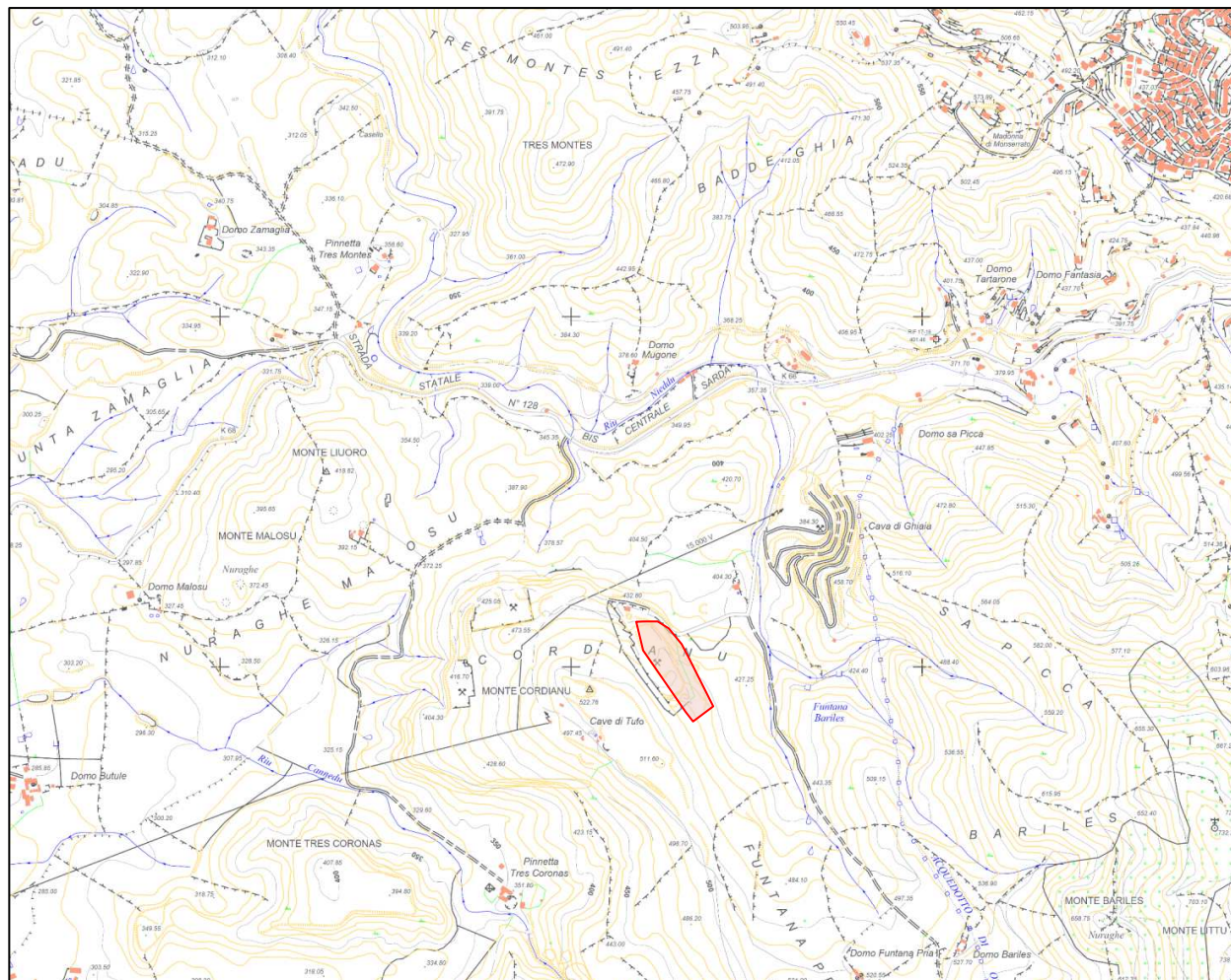


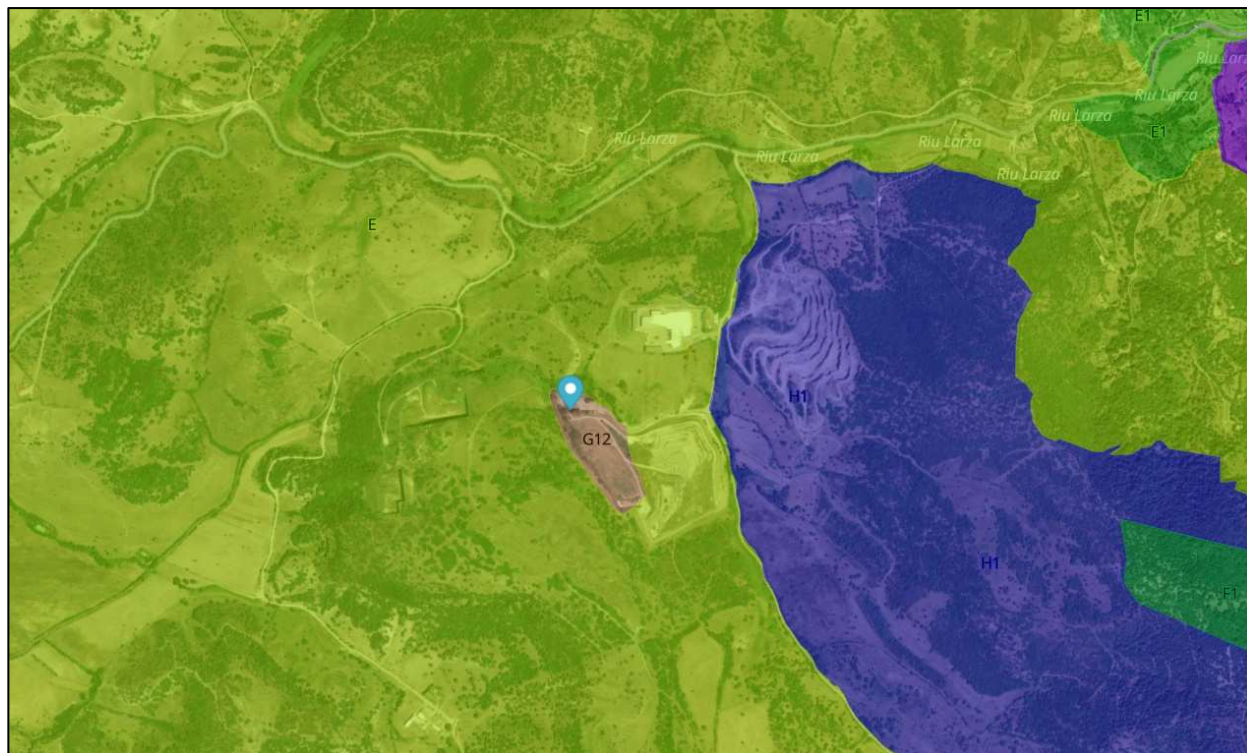
Figura 1.7/II: Inquadramento su Carta Tecnica Regionale (CTR)

Catastralmente l'area è censita al Foglio 47 – mappali nn. 95 e 103 del comune di Ozieri (**Fig. 1.7/III**).



Figura 1.7/III: Inquadramento su stralcio mappa catastale (Foglio 47 mappali 95 e 103)

Dal punto di vista urbanistico, il modulo n.1, all'epoca della sua realizzazione, era classificato dallo strumento urbanistico del comune di Ozieri come "Zona E – Agricola", mentre attualmente è inserito nel PUC come "Zona G12" (**Fig.1.7/IV**), specifica per la tipologia di impianto di servizi generali. La parte ampliata successivamente (Modulo 2) è ancora compresa in zona "E" agricola.



Legenda zonizzazione PUC comune di Ozieri	
E	Zone Agricole
G12	Zona per discarica consortile controllata
H1	Zone di salvaguardia

Figura 1.7/IV: Inquadramento su stralcio carta PUC comune di Ozieri (fonte: URBISMAP)

1.8 CONTESTO TERRITORIALE ORIGINARIO ED ATTUALE

L'ubicazione dell'area della discarica è riportata in **figura 1.8/I**; essa è facilmente raggiungibile percorrendo la S.S. 128 bis, da Mores verso Ozieri, quindi svoltando a destra in prossimità del Km 66, da dove per circa 600 m si percorre una stradina che serve anche la cava di Sa Picca e l'impianto di stabilizzazione produzione di compost di qualità ubicati poco più a valle. L'area si colloca sul versante settentrionale del Monte Coldianu, tra la strada delle cave e il suo pianoro sommitale a morfologia tabulare. L'area occupata dal modulo n. 1 si estende su una superficie di circa m² 16.500 all'interno ora di più vasto complesso impiantistico, completamente recintato, che occupa una superficie di circa 10 ha, comprendente attualmente, anche il modulo n.2 della discarica ed i relativi ampliamenti emergenziali, nonché le aree di servizio (**Fig. 1.8/II**).

A causa della morfologia articolata del territorio circostante l'intero impianto risulta perfettamente occultato alla vista da parte del traffico in transito sulla S.S. 128 bis.

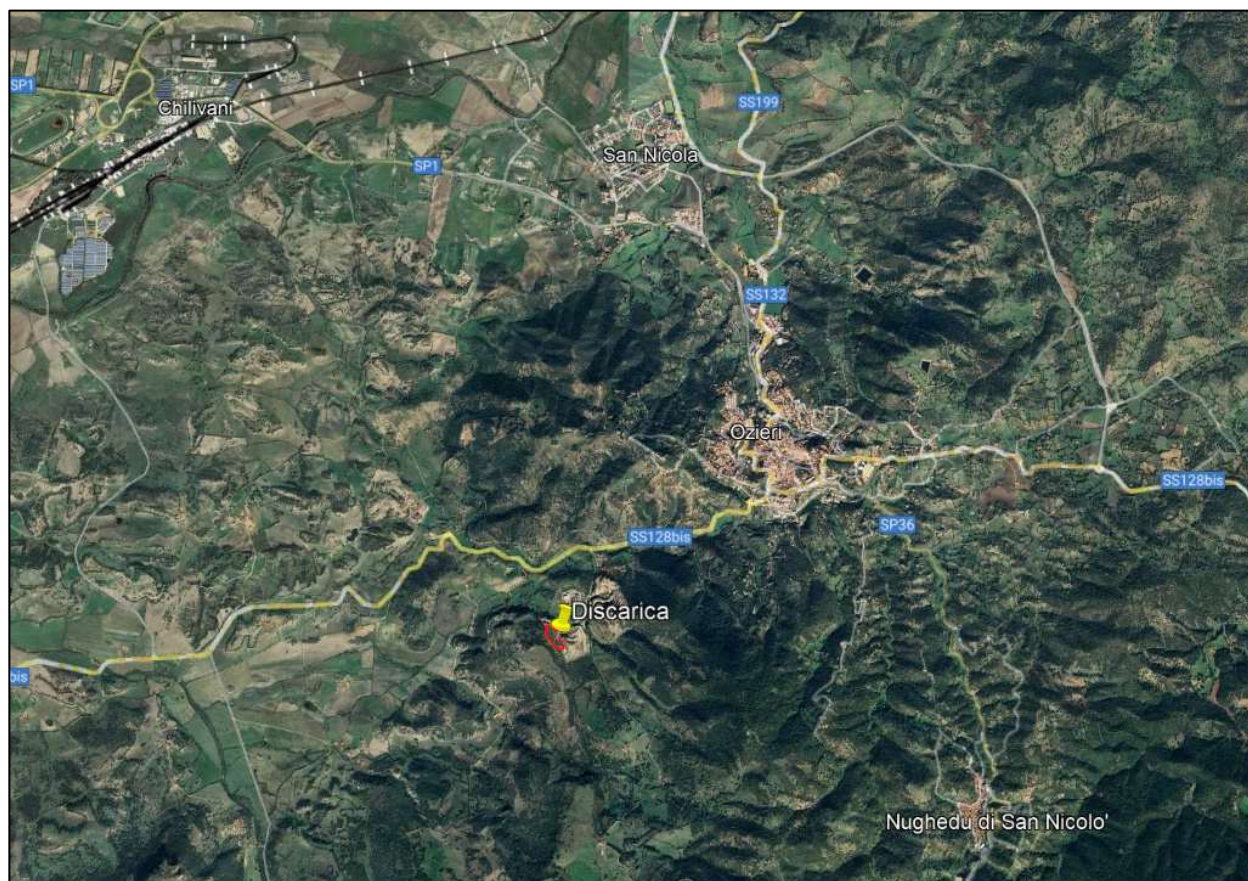


Figura 1.8/I: Ubicazione area discarica



Figura 1.8/II: Complesso impiantistico

All'epoca della costruzione del modulo n.1, il contesto territoriale era caratterizzato da una matrice agro-forestale costituita prevalentemente da colture arboree e da pascoli, interrotta esclusivamente dalla presenza di alcune cave di tufo, tra cui quella su cui è stata realizzata la discarica e quella prossima di inerti per edilizia (cava Sa Picca), mentre erano assenti altri insediamenti produttivi e residenziali, anche sparsi.

Attualmente il territorio non ha mutato sostanzialmente la connotazione originaria, fatto salvo che:

- di tutte le attività estrattive originariamente presenti è rimasta attiva solo la cava Sa Picca;
- l'area di discarica si è estesa con la realizzazione del modulo n. 2;
- è stato realizzato, a valle della discarica, tra questa e la S.S. 128 bis, l'impianto consortile di selezione, stabilizzazione e produzione di compost di qualità.

Il sito è raggiungibile attraverso la S.S. 128 bis., dal cui km 66 si diparte la strada vicinale *Sa Picca* che conduce all'impianto.

Il confronto fotografico dell'evoluzione dello stato dei luoghi è riportato nelle **figure dalla 1.8/III alla 1.8/VI**.



Figura 1.8/III: Stato dei luoghi anno 1977 – Coltivazione cava

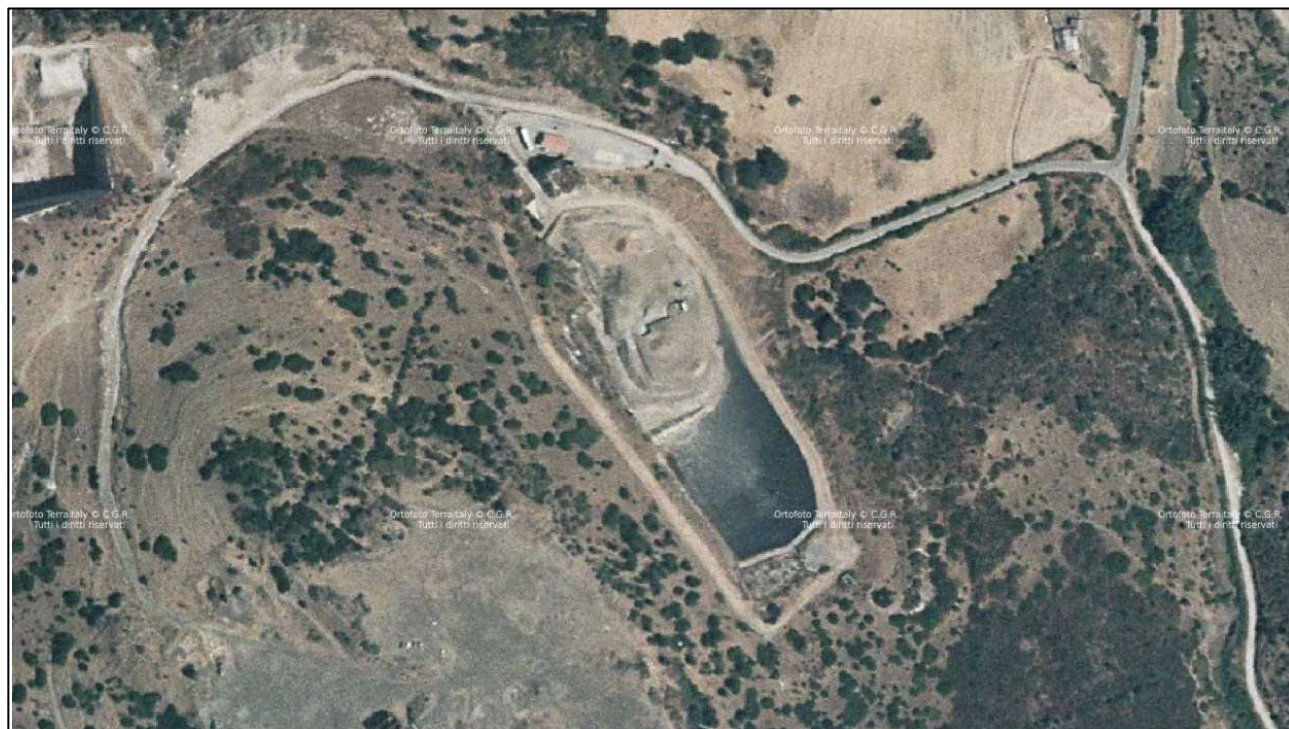


Figura 1.8/IV: Stato dei luoghi anno 1998 – Coltivazione discarica "modulo 1"



Figura 1.8/V: Stato dei luoghi anno 2003 – Coltivazione discarica “modulo 1” e costruzione modulo 2.



Figura 1.8/VI: Stato dei luoghi anno 2006 –Discarica “modulo 1” con chiusura e coltivazione modulo 2

1.9 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO PROPOSTO

Il presente progetto prevede la costruzione ed esercizio di un nuovo modulo (Modulo 1 bis) di discarica per rifiuti speciali e rifiuti urbani da realizzarsi sopra il pre-esistente modulo 1 in post-esercizio, senza che tra i due moduli sovrapposti si instaurino condizioni di continuità funzionale. Di fatto, la costruzione del nuovo modulo comporterà la rimozione esclusivamente dello strato di terra vegetale e del primo (più superficiale) orizzonte drenante, i cui materiali verranno recuperati e reimpiegati, al fine di posare il pacchetto impermeabilizzante di fondo del nuovo modulo direttamente in continuità con lo strato di argilla del capping del modulo esistente.

Il nuovo modulo verrà realizzato per steps successivi, avrà una volumetria utile di circa 100.466 m³ ed una morfologia gradonata, analoga al modulo sottostante.

Pertanto, le opere previste saranno le seguenti:

- rilocalizzazione della sottostazione dell'impianto di estrazione del biogas
- costruzione argine perimetrale in terra compattata
- rimozione dello strato di terra vegetale e di materiale drenante del capping
- sigillatura dei piezometri esistenti
- eliminazione/chiusura dei pozzi di drenaggio del biogas
- realizzazione nuove opere di captazione del biogas residuo modulo 1
- costruzione di ancoraggio dell'impermeabilizzazione della parete in roccia
- impermeabilizzazione fondo e versante nuovo modulo
- posa rete di drenaggio del percolato e connessione alla vasca di deposito
- posa rete di drenaggio del biogas
- rifacimento anello impianto antincendio
- chiusura del modulo e ripristino ambientale
- completamento reticolo di drenaggio acque meteoriche.

1.10 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

1.10.1 Modulo 1 in post-esercizio

La vita del modulo 1 attualmente in post-esercizio, compresa tra la fase di prima progettazione e la fase di chiusura, è durata circa 21 anni (1987 -2008), durante i quali la normativa ambientale generale e quella specifica di settore (gestione rifiuti) hanno subito significative trasformazioni. Pertanto, ogni fase di vita di questo impianto è stata assoggettata ad una differente normativa.

In particolare, i riferimenti normativi nazionali e regionali più significativi in materia di gestione dei rifiuti sono stati i seguenti (in ordine cronologico).

Normativa nazionale

- **D.P.R. n. 915/82** *"Attuazione delle Direttive (CEE) n. 75/442 relativa ai rifiuti, n. 76/403 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili e n. 78/319 relativa ai rifiuti tossici e nocivi."* (G.U. Serie generale n. 343 del 15.12.1982).
- **Deliberazione 27/07/2004 del Comitato Interministeriale** di cui all'art. 5 del DPR 915/82
- **D. Lgs. n. 22 del 05.02.1997 (Decreto Ronchi)** *"Attuazione della Direttiva 91/156/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi"* (G.U. n.38 del 15.02.1997).
- **D. Lgs. n. 36/2003** *"Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti"*
- **D. Lgs. n.152/2006 Parte Quarta** *"Norme in materia ambientale", parte IV - Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati.*
- **D. Lgs. n. 284 del 08/11/2006** *"Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 152/06.*
- **D. Lgs. n. 4 del 16/01/2008** *"Ulteriori disposizioni correttive e integrative del D. Lgs 152/06, recante norme in materia ambientale".*

Normativa regionale

- **Piano Regionale di smaltimento rifiuti.**
- **D.A. Difesa Ambiente n. 266/82.**
- **Piano Regionale di gestione dei rifiuti urbani**, approvato con DGR n.57/2 del 17.12.1998.

1.10.2 Nuovo Modulo 1bis (progetto attuale)

Il presente progetto di ampliamento è stato redatto in coerenza con la seguente normativa.

A. Normativa in materia di rifiuti

Normativa nazionale

- **D.Lgs. 152/2006 del 03/04/2006 e s.m.i.** -Parte Quarta "Norme in materia ambientale", parte IV - Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati
- **D.Lgs. 04/2008** "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 152/2006 recante norme in materia ambientale"
- **D.Lgs. 3/09/2020 n. 121** Attuazione Direttiva 2018/850/Ue ("Pacchetto economia circolare") – Norme in materia di discariche di rifiuti – Modifiche al D.Lgs. 36/2003

Normativa regionale

- **Circolare n.1 dell'Assessorato Difesa Ambiente della Sardegna – Comitato di Coordinamento IPPC** "Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento (IPPC)"
- **DGR 26/10 del 11 Maggio** "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica"
- **DGR 4/145 del 15 febbraio 2024** "Aggiornamento del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti – Sezione Rifiuti Urbani".

B. Normativa in materia di tutela delle acque

Normativa nazionale

- **D.Lgs. 3.04.2006 n. 152 Parte Terza – Tutela delle acque**
- **D.Lgs. 8 novembre 2006, n. 284** Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale
- **D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4** Ulteriori disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale

Normativa regionale

- **D.G.R. 10 dicembre 2008, n. 69/25** "Disciplina regionale degli scarichi"

C. Normativa in materia di inquinamento atmosferico

Normativa nazionale

- **D.Lgs. 351/99 del 4 agosto 1999** "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente"
- **Decreto legislativo n. 152 del 3/04/2006** "Norme in materia ambientale", Parte V e s.m.i.

D. Normativa in materia di inquinamento acustico

Normativa nazionale

- **DPCM 1 marzo 1991**, "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi nell'ambiente esterno"
- **Legge 26 ottobre 1995 n. 447** "Legge quadro sull'inquinamento acustico"
- **D.P.C.M. 14 novembre 1997** "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- **Decreto Ministro dell'Ambiente 16 marzo 1998**, "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"

Normativa regionale

- **Deliberazione n. 30/9 del 8 luglio 2005** "Criteri e linee guida sull'inquinamento acustico"
- **Deliberazione della Giunta Regionale 14 novembre 2008, n. 62/9.**

E. Normativa in materia di valutazioni ambientali e paesaggistiche

Normativa nazionale

- **D.Lgs. 152/2006** del 03/04/2006 e s.m.i. – Parte seconda, "Procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC)"
- **Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 07/03/2007** "Modifiche al DCPM 03/09/1999, Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22/02/1994 n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazioni di impatto ambientale"
- **D.Lgs. 04/2008 del 16/01/2008** "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.lgs. 152/06 recante norme in materia ambientale"
- **D.Lgs. 128/2010 del 29/06/2010** "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69"
- **D.Lgs. 104 del 16/06/2017** di recepimento della Direttiva 2014/52/UE in materia di Valutazione di Impatto Ambientale
- **D.Lgs. 46/2014** "Modifica al D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i. – Attuazione della Direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali"

Normativa regionale

- **Deliberazione di Giunta Regionale n.11/75 del 24/03/2021**, "Direttive regionali in materia di VIA e di provvedimento unico regionale in materia ambientale (PAUR).

2. DESCRIZIONE SINTETICA DEL MODULO 1 IN POST-ESERCIZIO

2.1 INTRODUZIONE

Visti gli stretti rapporti di connessione tra l'attuale modulo n. 1 in post-esercizio ed il nuovo modulo n. 1bis proposto, si ritiene utile fornire preliminarmente una descrizione sintetica dell'impianto esistente, per meglio comprendere le nuove opere proposte.

Il progetto di costruzione del modulo n.1 della discarica per rifiuti speciali e RSU in località "Coldianu" del comune di Ozieri, nasceva nell'ambito delle previsioni della L. 1/3/86 n. 64 "Primo piano annuale di attuazione del programma triennale di sviluppo del Mezzogiorno 1987/1989 ed era finalizzato alla realizzazione di una discarica consortile per lo smaltimento controllato dei rifiuti solidi urbani prodotti nell'allora comprensorio n.13, costituito da 18 comuni (**Fig. 2.1/I**), avente un'estensione di oltre 1.200 km² ed una popolazione servita dall'impianto di smaltimento, all'atto della progettazione di 40.752.

Considerato che il sito prescelto era costituito da una vecchia cava dismessa per cui il volume disponibile era definito dalla sua conformazione, il progetto quantificava la volumetria-lorda della discarica in 331.018 m³circa, di cui m³ 258.907 utili (volumetria netta) e stimava una vita utile dell'impianto di 7,16 anni.

La fase progettuale iniziale dell'intervento si è protratta dal 1987 al 1992, attraverso tre steps. Al progetto originario hanno fatto seguito n. 2 successive perizie suppletive e di variante per migliorarne le caratteristiche costruttive; la realizzazione dell'opera è avvenuta secondo quanto previsto dalla Perizia n.2, da cui sono state tratte le descrizioni tecniche e grafiche che seguono.

Il progetto di adeguamento al D. Lgs. n. 36/03 è avvenuto nel 2004, mentre quello di chiusura e di ripristino ambientale è stato redatto nel 2005. L'esercizio della discarica è iniziato nel 1996 e si è concluso nel 2004, mentre le opere di chiusura sono avvenute tra il 2005 ed il 2006; la fase di post-esercizio è iniziata con la presa d'atto regionale dell'avvenuta chiusura.

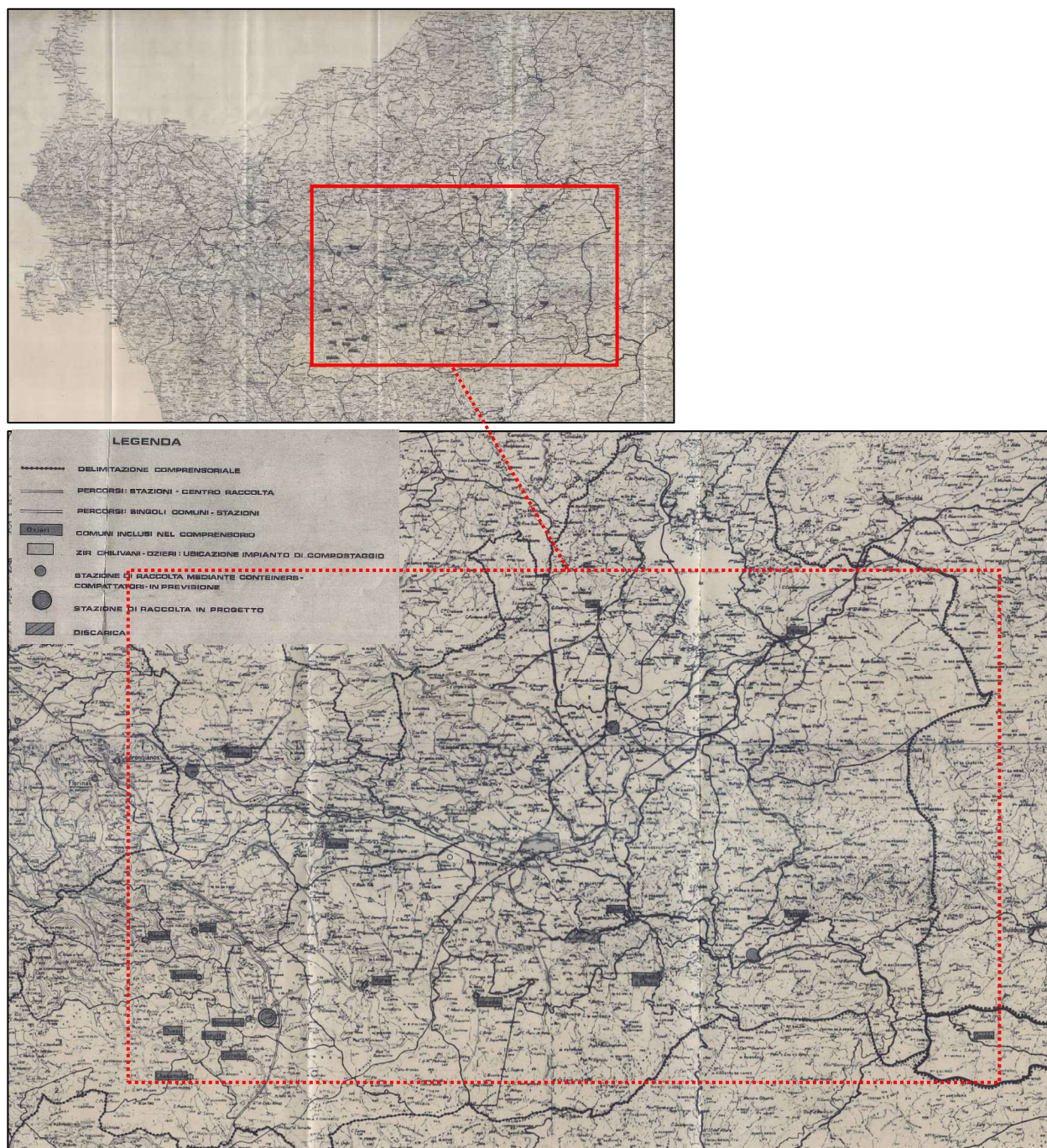


Figura 2.1/I: Comprensorio n. 13

2.2 CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

Il sito individuato per la realizzazione della discarica è ubicato lungo le pendici del monte Coldianu, in comune di Ozieri e coincide con un'area di cava di tufo dismessa, posta a mezza costa ed accessibile da una strada di interesse locale che si diparte dal km 66 della S.S. 128 bis.

Nel suo insieme, il sito era essenzialmente costituito da **(Fig. 2.2/I)**:

- l'area di coltivazione di cava vera e propria, della superficie di circa m^2 16.500, avente una morfologia sub-concava (a vasca), è delimitata verso nord, est e ovest da un orlo rialzato, residuo della pregressa coltivazione mineraria, integrato con nuove arginature e verso sud da una parete verticale in roccia di circa m 40 di altezza. Il bacino presenta una pendenza trasversale da nord verso sud ed una pendenza longitudinale est-ovest ed un fondo originariamente irregolare, residuo dell'attività estrattiva pregressa.
- un'area sub-pianeggiante, posta a quota inferiore alla precedente, della superficie di circa m^2 1.700, a cui si attesta la strada di accesso.
- una pista di arroccamento che collega i due siti.

Il contesto litologico in cui si inserisce l'intero sito è caratterizzato da una formazione di tufo **(Fig. 2.2/II)**, originariamente impiegato quale materiale per l'edilizia, avente sia buone caratteristiche di portanza, in grado di sopportare il sovraccarico generato dalla discarica, sia modesta permeabilità, in grado di garantire un buon presidio naturale, in caso di fallanze nel sistema di impermeabilizzazione della discarica.

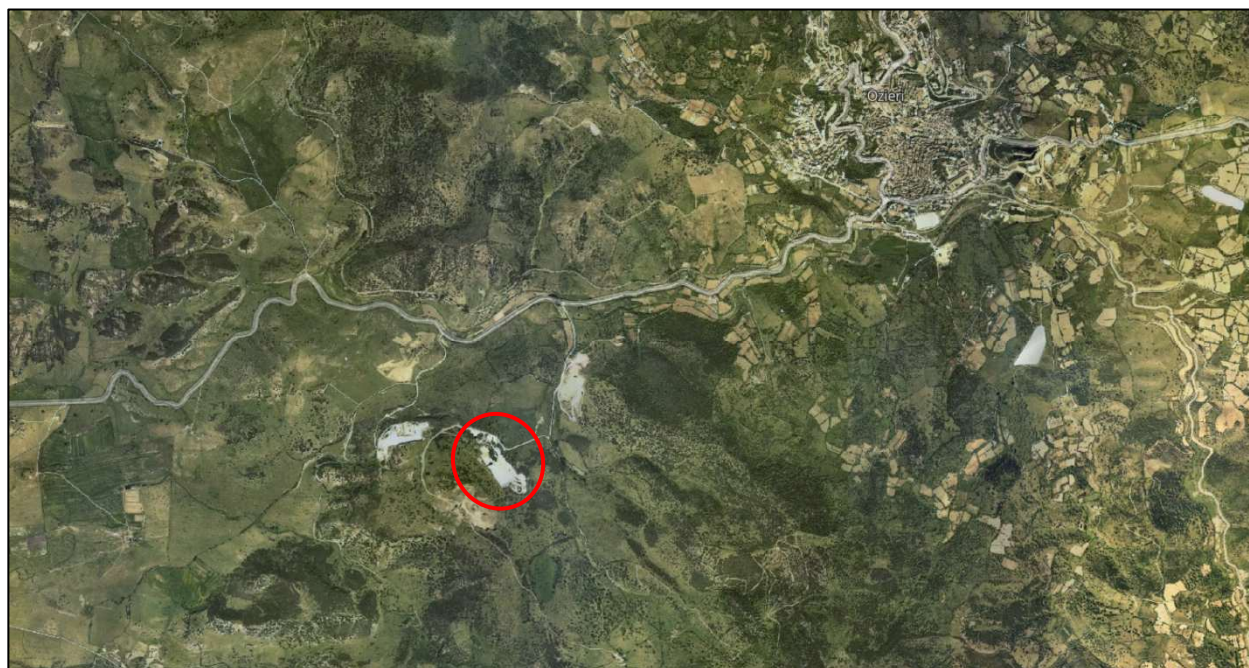


Figura 2.2/I: Il sito ante-operam - Stato dei luoghi anno 1977 – Nel cerchio rosso coltivazione cava



Figura 2.2/II: Caratterizzazione litologica del sito

2.3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.3.1 Premessa

Tenuto conto della sommarietà descrittiva delle relazioni di progetto (originario e successive varianti), la descrizione che segue, degli elementi costruttivi della vasca di abbancamento e delle opere connesse, viene fatta essenzialmente attraverso:

- l'esame delle Relazioni di progetto e degli atti autorizzativi;
- l'interpretazione degli elaborati grafici allegati alla Perizia suppletiva e di variante n. 2, del progetto di adeguamento al D. Lgs. n. 36/03 e di chiusura e ripristino ambientale;
- la lettura del computo metrico estimativo costituente parte integrante della predetta Perizia suppletiva e di variante n. 2;
- la memoria storica di personale presente durante la fase di costruzione e dei primi abbancamenti.

2.3.2 Rimodellamento morfologico del sito di deposito

L'area si colloca a mezza costa sul versante settentrionale del Monte Coldianu, tra la strada delle cave e il suo pianoro sommitale. L'area occupata dal modulo n.1 si estende su una superficie lorda di circa m² 16.500 all'interno del più vasto complesso impiantistico, completamente recintato, che attualmente occupa una superficie di circa 10 ha, comprendente anche il modulo n. 2 della discarica ed i relativi ampliamenti, nonché le aree di servizio (**Fig. 2.3/I**).



Figura 2.3/I: Complesso impiantistico Chilivani Ambiente- Stato attuale

La vasca di stoccaggio del primo modulo di discarica è stata impostata sul sedime di una ex cava di tufo dismessa, posto a mezza costa (**Fig. 2.3/II**) e delimitato verso sud da una parete rettilinea e verticale di tufo e lungo il perimetro nord ed ovest da un ciglio rialzato dello stesso materiale, il tutto a formare una concavità a fondo e pareti irregolari con pendenza trasversale da nord verso sud e longitudinale da est verso ovest.

Il predetto ciglio è costituito, per la parte basale da materiale (tufo) in banco e per la parte soprastante da materiale lapideo di riporto a differente granulometria (sfridi di coltivazione di cava). Lo spessore dello strato di riporto è compreso tra 17 m e 22 m dal piano della pista. Tale stratigrafia risulta dall'indagine geoelettrica sismica, riportata in **figura 2.3/III**.

Originariamente l'accesso all'area di coltivazione mineraria avveniva attraverso due piste di arroccamento, che si dipartivano dal piazzale basale dell'area di cava, intorno a quota + 453,0/+456,0 m s.l.m.

Lo stato dei luoghi originario è riportato nella **tavola 1-Progetto Variante 2**.



Figura 2.3/II: Area di sedime del modulo n.1 (ante operam)

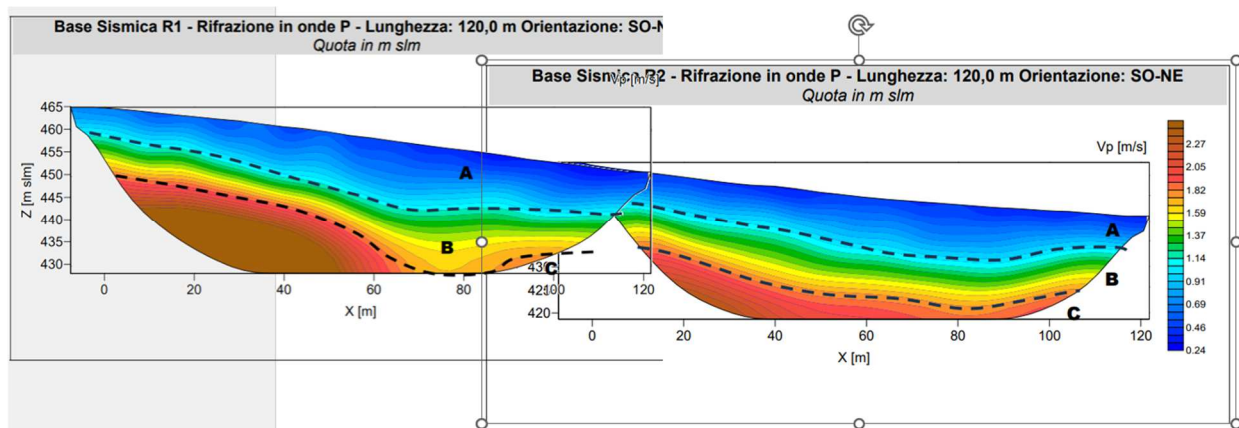


Figura 2.3/III: Risultati indagine geoelettrica sismica

Per la realizzazione della discarica, il progetto prevedeva una preliminare regolarizzazione del fondo e delle pareti dell'intera area al fine di consentire la regolare posa del pacchetto di impermeabilizzazione. Tale intervento di scavo in roccia dura da mina, ma senza l'uso di esplosivo, ha interessato una volumetria di circa m^3 25.000 di materiale. La situazione plano-altimetrica a fine scavo (piano di imposta del pacchetto di impermeabilizzazione) è riportata in **tavola 2-Progetto Variante 2** e nelle sezioni delle **tavole 12 e 13-**

Progetto Variante 2. Nella stessa tavola plano-altimetrica sono riportata anche le seguenti opere accessorie:

- l'ultimo tratto della viabilità di accesso all'impianto (strada delle cave, regolarizzata), fino al piazzale di servizio
- il piazzale di servizio, già regolarizzato intorno a quota + 455/456 m s.l.m., con l'impronta dei n.2 fabbricati previsti
- la strada interna all'impianto di collegamento tra il piazzale di servizio e l'estremità est della vasca. Detta strada ha una larghezza di m 4,00 ed una pendenza media del 12%.

La predetta strada di accesso al sito costituisce anche il limite nord e ovest dell'area di abbancamento e le sue quote altimetriche costituiscono il ciglio superiore della vasca.

2.3.3 Opere di stabilizzazione del versante e di "salvaguardia sul fronte cava e bacino".

Al fine di prevenire distacchi di materiale lapideo dal fronte sud del sito e di mettere in sicurezza l'area sottostante, è stata prevista la posa di una rete paramassi a maglie romboidali, in acciaio a doppia torsione, sulla superficie della parete rocciosa. Tale rete è stata adeguatamente ancorata a monte della parete ed al piede della stessa (**Tav. 16-Progetto Variante 2**). In particolare, al piede della parete è stato realizzato un muro di ancoraggio in c.a., fondato sul fondo vasca. Detto muro, elevato su una fondazione in magrone, ha una sezione ad L e spessore di m 0,60, mentre l'altezza è variabile lungo il suo sviluppo longitudinale. La planimetria, la sezione-tipo e le singole sezioni sono riportati in **tavola 11-Progetto Variante 2**.

2.3.4 Opere di adeguamento del fondo vasca

Essendo state rilevate delle fessurazioni superficiali nella roccia di fondo del bacino il progetto ha previsto la loro sigillatura mediante la formazione di crene della dimensione di m 0,20 x 0,30 di profondità lungo tutto lo sviluppo delle fessurazioni, da riempirsi con cls additivato con correttivo antiritiro. La planimetria del bacino con l'indicazione schematica delle fessurazioni e la sezione-tipo della crena è riportata in **tavola 9-Progetto Variante 2**.

Inoltre, nella fascia più depressa della vasca, è stata creata una cunetta nel tufo in sito della larghezza di m 3,0, successivamente riempita in parte con uno strato di sabbia, su cui è stato posato un tubo in PVC microfessurato di diametro di 125 mm, a sua volta ricoperto con un "bauletto" di altro materiale drenante (ghiaia), avvolto in un TNT. Detto tubo drenante, alla sua estremità nord (punto più depresso – quota di circa 455 m s.l.m.) è stato connesso con un tubo cieco in PVC di diametro di 125 mm, a sua volta

incamiciato con un ulteriore tubo in cemento vibro compresso di diametro di 300 m, il tutto protetto da un manufatto cementizio, nel tratto di attraversamento della base dell'argine nord della vasca, per confluire in un pozzetto posto in prossimità della strada di accesso alla discarica, intorno a quota 455 m s.l.m., scaricante nella cunetta stradale (**Tav. 3-Progetto Variante 2**).

2.3.5 Impermeabilizzazioni

L'impermeabilizzazione della vasca, come illustrato nella **tavola 10-Progetto Variante 2**, è stata realizzata come segue (a partire dal basso verso l'alto):

A. FONDO VASCA:

- m 1,0 di argilla compattata ($K=10^{-6}$ cm/s)
- Tessuto non tessuto 4,0 mm
- Geomembrana in HDPE 2,0 mm

B. ARGINI:

- argilla compattata ($K=10^{-6}$ cm/s) di spessore variabile da m da 1,0 a m 0,15 a partire dal fondo vasca verso il ciglio superiore
- Tessuto non tessuto 4,0 mm
- Geomembrana in HDPE 2,0 mm

C. PARETE SUD

L'impermeabilizzazione della parete sud, a partire dal fondo vasca regolarizzato, è stato realizzato, per steps successivi, in progress con l'avanzare degli abbancamenti, mediante la realizzazione di una struttura in terra compattata, a sezione trapezoidale, addossata alla parete in roccia ed impermeabilizzata alla base con un doppio strato argilla, rispettivamente di 0,30 e 0,50 m di spessore, con intercalato un geocomposito in HDPE e sulla scarpa e berma sommitale mediante posa di un materassino bentonitico, accoppiato ad una geomembrana in HDPE saldata ad estrusione, entrambe immorsate in una canaletta in sommità del rilevato. La sezione tipo del manufatto (**Fig. 2.3/IV**) ha le seguenti dimensioni:

- base maggiore: m 9,50
- base minore: m 1,50
- altezza m 5,0

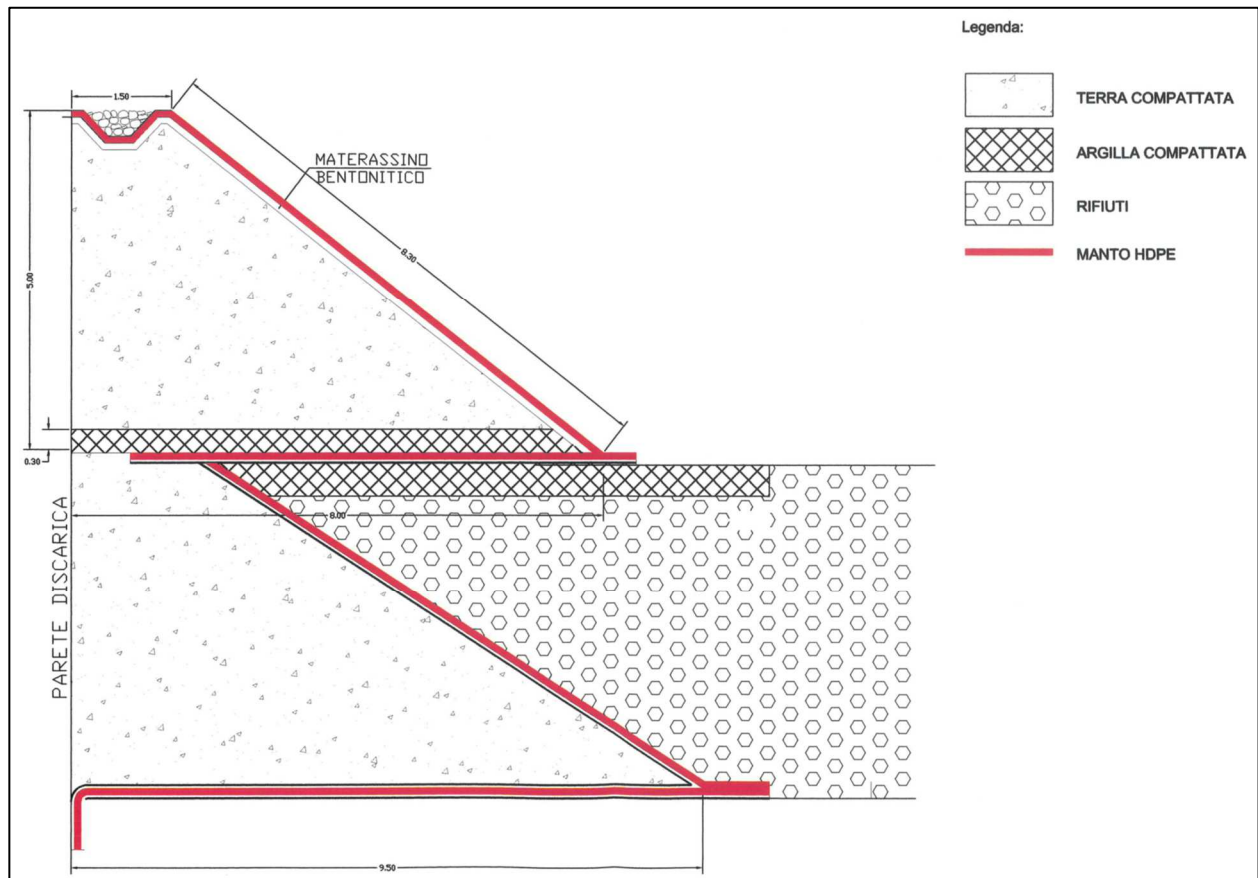


Figura 2.3/IV: Impermeabilizzazione parete sud

L'immorsamento perimetrale della geomembrana e del TNT dell'impermeabilizzazione di fondo vasca, sui lati ovest, nord e est del bacino è avvenuto mediante il loro ancoraggio in una trincea posta sul ciglio vasca, successivamente riempita con terriccio, mentre sul lato sud è avvenuto mediante immorsamento al muro di ancoraggio della rete di protezione (v. cap. 3.3) con profili di ancoraggio fissati al muro stesso.

I particolari della stratigrafia di impermeabilizzazione della vasca, la sequenza dei materiali e le modalità di immorsamento dei teli è rappresentata in **tavola10-Progetto Variante 2**.

2.3.6 Costruzione arginello provvisorio di fondo

Nella parte ovest della vasca, ad una distanza di circa m 40 dalla sua estremità, è stato previsto un arginello trasversale, presumibilmente per consentire, nella fase iniziale della coltivazione, una gestione separata del percolato dell'area di abbancamento, da quella delle acque meteoriche incidenti sull'area a monte predisposta, ma non ancora in esercizio. Detto arginello è rappresentato in planimetria e sezione-tipo in **tavola 15-Progetto Variante 2**.

2.3.7 Drenaggi

Il sistema di drenaggio del fondo vasca è stato realizzato mediante la posa di una rete di tubazioni micro fessurate in PVC, costituita da un collettore principale e da n. 8 ramificazioni laterali:

- un collettore longitudinale, con pendenza del 2% da est verso ovest, di diametro di 200 mm, posato parallelamente al piede della parete in roccia, tra la quota di m +460,0 s.l.m. e quella di m + 455,50 s.l.m. e terminante in prossimità del piede dell'argine ovest, punto in cui è stato connesso con un tubo cieco di raccordo con la vasca di raccolta del percolato
- una serie di n. 8 aste di drenaggio connessi con il predetto collettore, costituiti da tubazioni di diametro 125 mm posti in direzione tendenzialmente trasversale alla vasca. In testa ad ogni asta è previsto un pozzetto di "lavaggio dreni" (**Tav.5-Progetto Variante 2**).

Tutte le tubazioni sono posate direttamente sulla geomembrana di fondo vasca, senza alcuna protezione con materiale drenante e TNT.

Il collettore microfessurato, giunto in prossimità del piede dell'argine ovest, è raccordato con un tubo cieco in HDPE da 160 mm, a sua volta protetto da un controtubo da 200 mm, a sua volta incamiciato con un tubo in cls da 400 mm, il tutto contenuto in un manufatto cementizio con fondazione, di lunghezza pari alla base dell'argine. Il percolato defluisce verso la vasca di raccolta per gravità ed il flusso è regolato da una valvola a saracinesca ubicata a monte della vasca.

Alla stessa vasca è previsto che defluisca anche il percolato pompato e convogliato tramite eiettori dai pozzi trivellati realizzati per l'aspirazione del biogas, tramite una rete di tubazioni superficiali. Lo spurgo di tali pozzi dal percolato è fondamentale per la corretta aspirazione del biogas, in quanto l'accumulo in essi di percolato ne impedirebbe la corretta aspirazione del biogas.

Completa il sistema di drenaggio del percolato la vasca interrata di raccolta dello stesso, della capienza di m³ 115 circa, posta a valle della discarica, in prossimità ed esternamente dell'argine ovest, intorno a quota + 450 m s.l.m. m s.l.m. La vasca, parzialmente interrata, delle dimensioni lorde di m 5x5x5, oltre un vano tecnico, è realizzata in c.a. ed impermeabilizzata internamente con uno strato di malta cementizia lisciata, dello spessore di cm 3,0 ed è costituita da:

- una tubazione di immissione del percolato sul fondo vasca con relativa valvola
- una tubazione di aspirazione del percolato
- una botola di ispezione.

I dettagli costruttivi sono riportati in **tavole 4 e 5-Progetto Variante 2**.

Il dimensionamento della rete di drenaggio del percolato, come da progetto originario, è stato fatto assumendo i seguenti concetti e parametri di input:

- *"L'umidità contenuta nei rifiuti è inferiore alla capacità di saturazione dei rifiuti compattati per cui i rifiuti presentano una capacità di imbibizione dell'ordine di 300-400 l/m³"*
- per quanto sopra, il calcolo del percolato tiene conto solamente dell'apporto meteorico
- massimo apporto meteorico: 140,2 mm distribuiti in 6 giorni

- quantità di percolato prodotto (% di infiltrazione): 30% dell'evento meteorico
- superficie topografica dell'area di discarica: m² 10.500.

Sulla base di quanto sopra, l'impianto è stato dimensionato per una portata costante (nel periodo più critico) di 0,85 l/s.

La planimetria ed i particolari costruttivi del sistema di drenaggio e stoccaggio del percolato sono riportati in **tavola 4-Progetto Variante 2**.

2.3.8 Gestione acque meteoriche esterne

A monte del sito, alla sommità della parete rocciosa è stato realizzato un fosso di guardia in cls armato, a sezione rettangolare, avente una sezione netta variabile (minima di m 0,60x0,50), in grado di intercettare ed allontanare le acque meteoriche defluenti da monte. Tale fosso ha una doppia pendenza longitudinale e recapita, in parte, verso est in un compluvio naturale ed in parte verso ovest nella rete perimetrale di raccolta delle acque meteoriche dell'impianto, a sua volta defluente nel rio Bariles/Fonte Maria (**Tav. 6-Progetto Variante 2**).

In alcuni tratti, la parete di monte del canale funge anche da fondazione della recinzione in rete metallica.

Quantunque non sia stato reperibile/esistente un calcolo idraulico del suo dimensionamento, negli anni non si è mai rilevata una tracimazione di acque meteoriche sulla parete sottostante e quindi nel corpo di discarica.

Lungo il restante perimetro della vasca non è presente alcun altro presidio idraulico, in quanto, la strada che contorna gran parte della vasca ha pendenza trasversale verso l'esterno.

2.3.9 Approvvigionamento idrico

L'approvvigionamento idrico è avvenuto prima tramite una condotta allacciata alla rete idrica gestita da Abbanoa e successivamente avviene mediante pompaggio dell'acqua da un pozzo trivellato, della profondità di circa m 150,0, ubicato nel piazzale di servizio, che, previa clorazione e addolcimento, alimenta un serbatoio di 5.000 litri (**Tav.7-Progetto Variante 2**).

2.3.10 Gestione biogas

L'impianto di gestione del biogas, originariamente previsto contestualmente all'abbancamento dei rifiuti, anche se con una soluzione impiantistica quantomeno inusuale, non fu realizzato in fase di esercizio della discarica e sostituito, in fase di chiusura, da un sistema di estrazione più consono, in conformità alle prescrizioni impartite in sede di adeguamento della discarica al D. Lgs. n. 36/03.

L'impianto di aspirazione del biogas realizzato nel 2005 è costituito da:

- N° 10 pozzi trivellati per l'aspirazione del biogas del diametro di 600 mm, con raggio di influenza di 25 m circa; più una rete di captazione orizzontale, adiacente alla parete rocciosa verticale
- dalle tubazioni fessurate di drenaggio del biogas e del polmone in materiale drenante
- da uno strato di materiale inerte di regolarizzazione.

Il progetto prevedeva le seguenti componenti:

- sistema di captazione verticale
- rete di dreno orizzontale
- rete di raccolta superficiale biogas
- rete di raccolta superficiale del percolato
- circuito di ritardo
- sistema di aspirazione
- torcia di combustione con portata nominale pari a 300 m³/h.
- sistema di controllo e sicurezza
- quadro di analisi del biogas completo di analizzatore di O₂ e di CH₄.

Successivamente al completamento della copertura finale, l'impianto è stato integrato con:

- l'installazione degli eiettori in ciascun pozzo;
- la realizzazione di una rete di drenaggio superficiale in PLT per il collegamento dei pozzi, tramite teste di pozzo, alla sottostazione dotata di separatore di condensa;
- il collegamento della sottostazione, tramite tubazione interrata in PLT al quadro di monitoraggio del biogas e infine al collegamento per la combustione in torcia;
- l'estrazione del percolato eventualmente depositatosi all'interno dei pozzi di captazione del biogas, pratica questa indispensabile per mantenerne al minimo il livello e per consentirne la loro continua funzionalità.

L'impianto così realizzato è stato successivamente collegato al nuovo modulo di discarica, attualmente in fase di esercizio e attualmente e sin dal 2014, il biogas è convogliato all'impianto di produzione di energia.

La distribuzione planimetrica dei pozzi di drenaggio del biogas è rappresentata in **figura 2.3/V**.

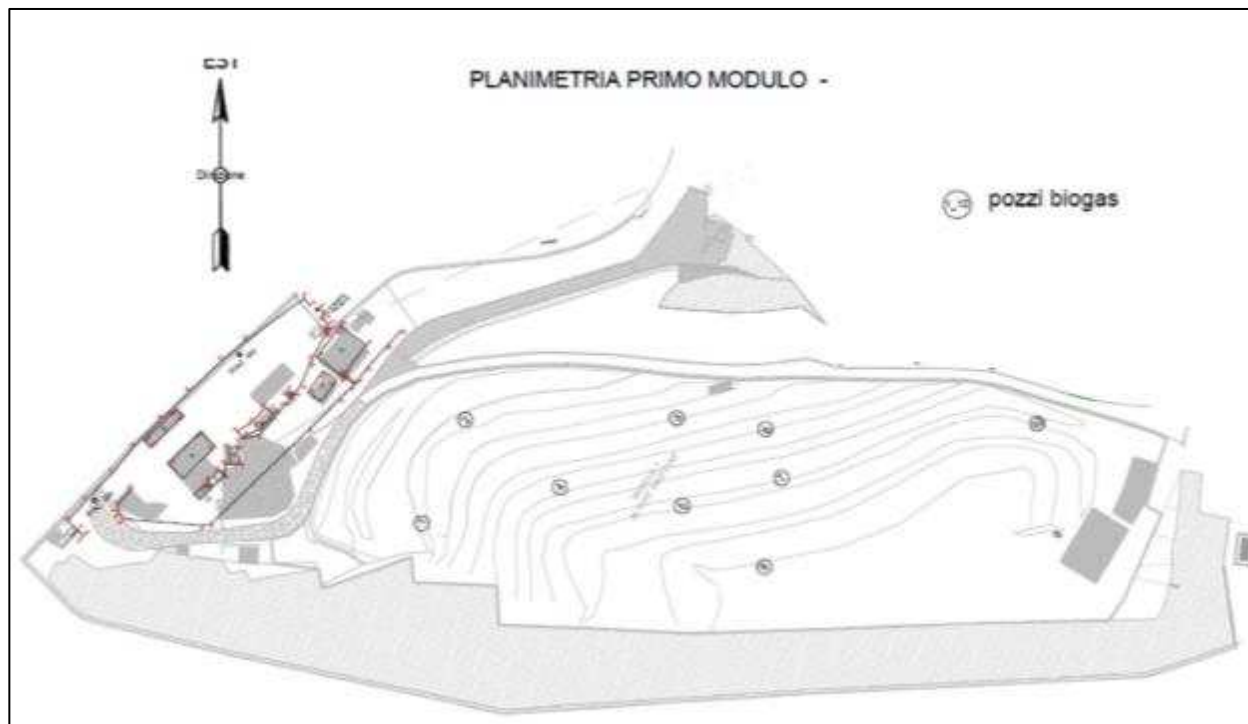


Figura 2.3/V: Planimetria pozzetti di estrazione del biogas

2.3.11 Impianto antincendio

L'impianto antincendio è costituito da:

- una vasca di accumulo dell'acqua, del volume di m³ 60 ubicata nel piazzale di servizio;
- un gruppo di pressione (pompa) alloggiato all'interno della vasca stessa ed alimentato sia dalla rete elettrica, sia dalla connessione ausiliaria al gruppo elettrogeno di emergenza;
- una condotta di alimentazione dell'anello di distribuzione in PEAD di diametro 90 mm;
- un anello di distribuzione ed alimentazione degli idranti, corrente lungo il perimetro del modulo (sul lato sud a monte della parete rocciosa), in PEAD di diametro 63 mm;
- n. 8 pozzetti di installazione degli idranti.

L'intero complesso impiantistico (moduli n. 1 e 2) sono dotati di CPI in corso di validità.

Lo schema grafico dell'impianto è riportato in **figura 2.3/VI** ed il particolare dei pozzetti di allaccio degli idranti in **figura 2.3/VII**.

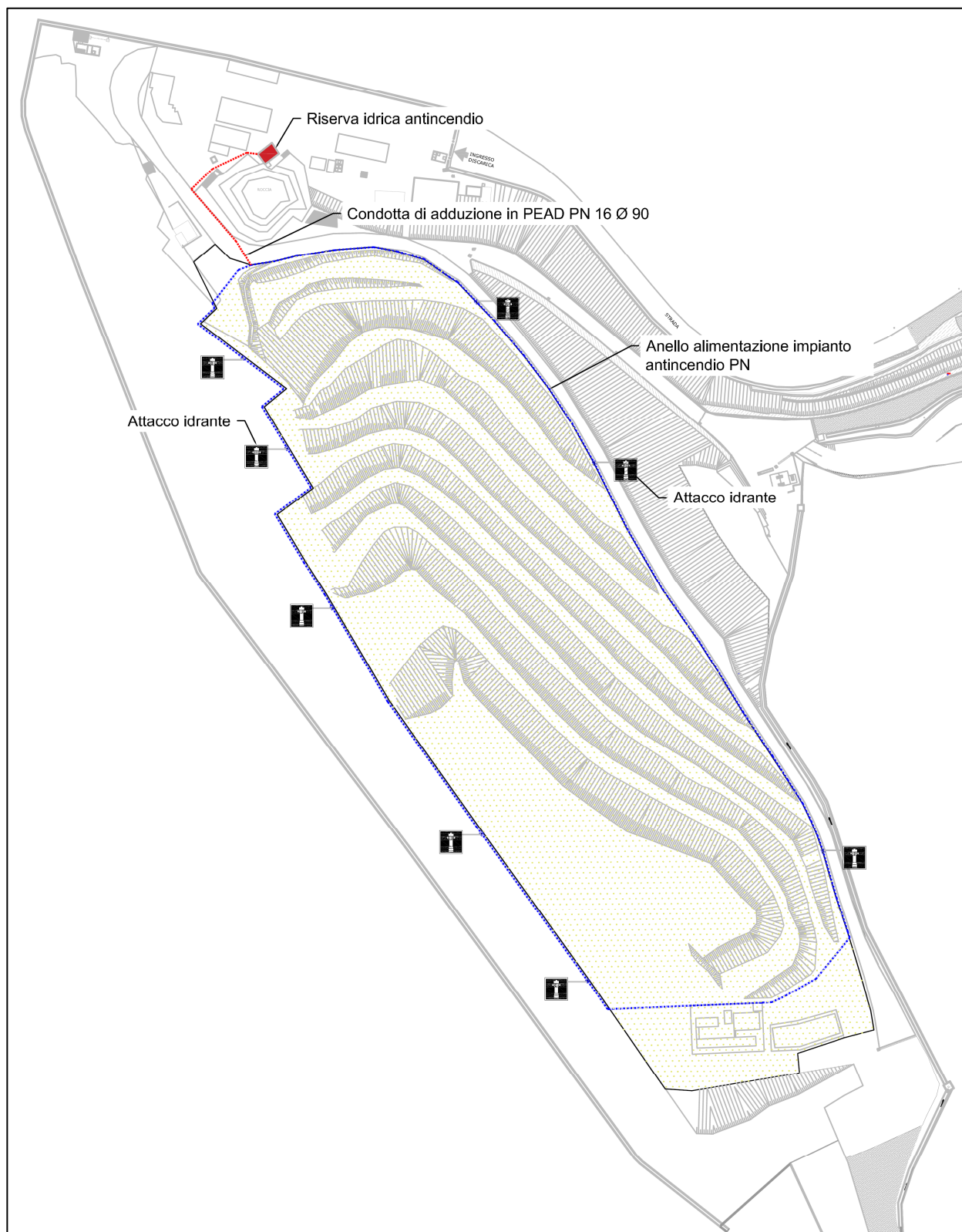


Figura 2.3/VI: Schema impianto antincendio



Figura 2.3/VII: Particolare pozzetti di allaccio idranti

2.3.12 Opere e manufatti accessori

Il progetto originario prevedeva che l'impianto di smaltimento fosse dotato, fin dall'origine, dei seguenti fabbricati ed impianti accessori (**Tavv. 7 e 8-Progetto Variante 2**):

- allaccio alla rete elettrica ENEL, mediante cabina a palo con trasformatore da 15 KVA e relativa rete di avvicinamento. La rete elettrica interna al sito è riportata in **tavola 8-Progetto Variante 2**.

I seguenti ulteriori impianti presenti accessori sono riportati in **tavole 7-17-Progetto Variante 2**:

- recinzione in rete metallica
- un locale al servizio del personale di m2 90 (ufficio pesa, servizi igienici, spogliatoi e magazzini)
- pesa a ponte;
- impianto lavaggio ruote;
- vasca accumulo percolato;
- impianto illuminazione;
- locale gruppo elettrogeno.

2.3.13 Viabilità

L'accessibilità al sito, ed in particolare al piazzale di servizio, posto a valle della vasca di abbancamento dei rifiuti, era previsto ed è stato realizzato mediante adeguamento della preesistente strada delle cave, per una lunghezza di circa 1100 m, mediante allargamento del sedime stradale fino a 4.0 m, realizzazione delle necessarie sovrastrutture e bitumazione del fondo.

Al modulo si accede mediante una pista pavimentata che, a partire dal piazzale di servizio, sale a mezza costa lungo il perimetro nord della vasca di abbancamento, fino a raggiungere l'area est in cui è ubicato l'impianto di produzione di energia elettrica. Tale pista ha una larghezza media di circa m 4,0 e si sviluppa su una lunghezza di circa m 350, con una pendenza media del 12-13%.

Detta pista è di fatto realizzata sull'argine nord della vasca di abbancamento, a sua volta costituito, per la parte basale, dal materiale lapideo (tufiti) in sito e per la parte superiore da materiale lapideo di riporto (sfridi di coltivazione di cava).

2.3.14 Opere di monitoraggio e controllo

La discarica è stata dotata dei seguenti sistemi fissi di monitoraggio e controllo.

- A. **Monitoraggio meteorologico**: la discarica è stata dotata, a partire dal 2004 di una centralina meteorologica ubicata nel piazzale di servizio, sopra il deposito idrico, in grado di rilevare i seguenti parametri, i cui valori vengono sistematicamente riportati nella Relazione annuale:
- precipitazioni;
 - temperatura;
 - direzione e velocità del vento;
 - evaporazione;
 - umidità atmosferica.
- B. **Monitoraggio acque sotterranee**: inizialmente il modulo n. 1 della discarica non era dotato di un sistema di monitoraggio delle acque sotterranee (poiché non previsto dalle norme di settore). A decorrere dal 2003-2004, contestualmente alla costruzione del modulo n.2, nel rispetto del Piano di adeguamento ai sensi del D.Lgs. 36/2003, l'intero impianto è stato dotato di n.4 piezometri, di cui 1 a monte idrogeologico del modulo n.2 di discarica (identificato come pozzo 4) e 3 a valle dello stesso modulo (identificati come pozzi 1, 2, 3) (**Fig. 2.3/VIII**), aventi le caratteristiche riportate in **tabella 2.3/I**.

Numero	Direzione	Posizione	Coordinata X	Coordinata Y	Z	Profondità	Quota fondo (m s.l.m.)
1	nord	valle	1498344,709	4491096,782	416,5664	9,2	407,3664
2	est	valle	1498532,725	4491016,907	416,4849	19,4	397,0849
3	sud	valle	1498543,707	4490918,138	416,0469	17,15	398,8969
4	ovest	monte	1498325,979	4490866,184	475,0523	20,15	454,9023

Tabella 2.3/I: Dati piezometri 1-4

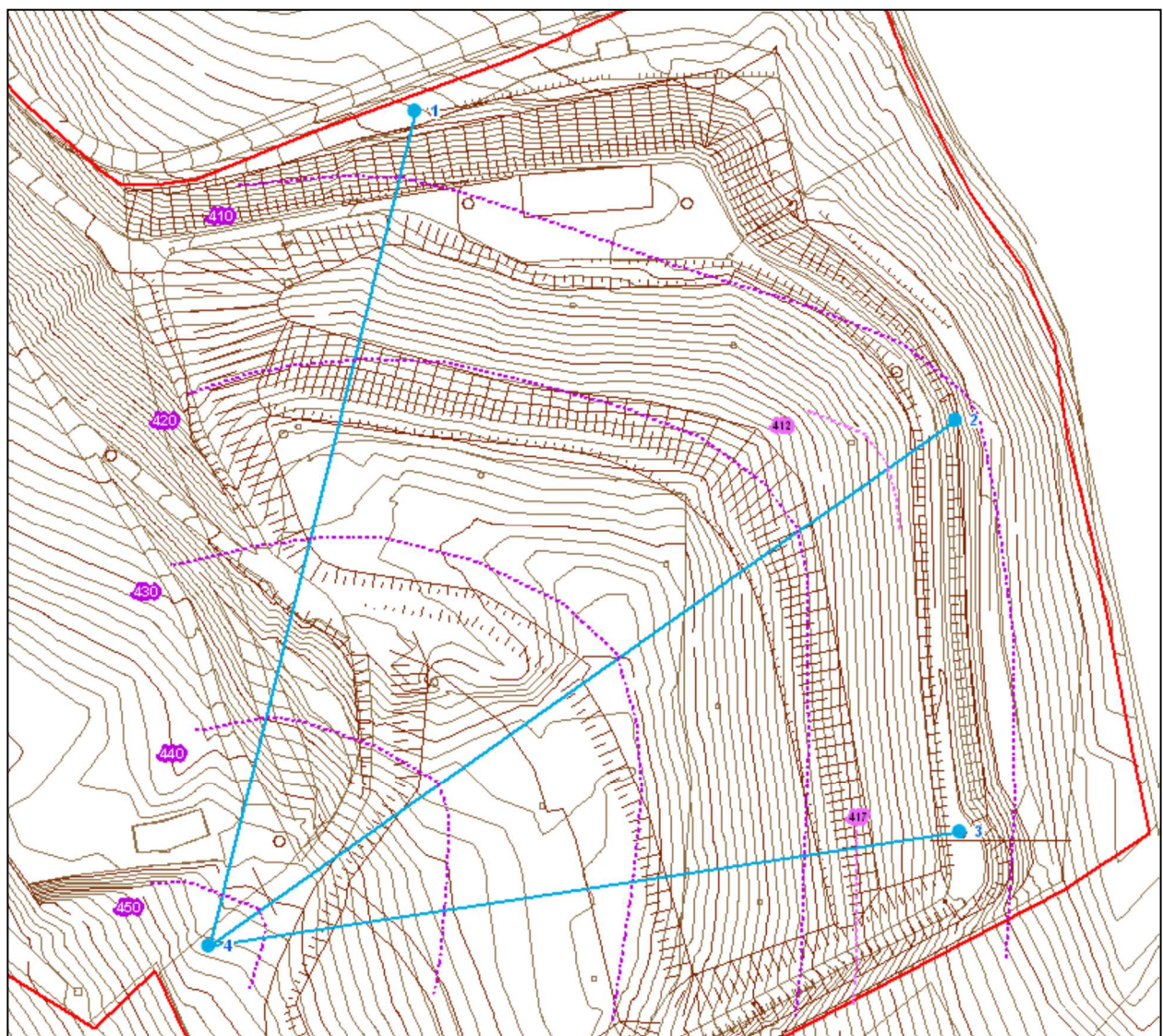


Figura 2.3/VIII: Ubicazione piezometri nn.1-4 (2004-2012)

Successivamente, nel 2012, la rete piezometrica è stata adeguata come segue, con n.6 nuovi piezometri di cui tre "a doppia canna" (Pz1/bis, Pz6, Pz4/bis-ter) e tre a "canna singola, identificati con le seguenti sigle:

- PZ1/bis/s (falda superficiale) / PZ1/bis/p (falda profonda) – successivamente chiuso in fase di realizzazione dell'ampliamento del secondo modulo, considerato che lo stesso era posizionato nell'area autorizzata per 'ampliamento della vasca
- PZ2/bis (falda profonda)
- PZ3/bis (falda profonda)
- PZ4/bis (falda profonda) / PZ4/ter (falda superficiale) - Sterile
- PZ5 (falda superficiale)
- PZ6/p (falda profonda) / PZ6/s (falda superficiale) - Sterile.

Il PZ4/bis rappresenta il punto più a monte idrogeologico dell'impianto, a ridosso della recinzione della proprietà. I suddetti piezometri sono utilizzati per il monitoraggio sia del II modulo e relativo ampliamento che del I Modulo in post esercizio.

L'ubicazione della rete piezometrica è riportata in **figura 2.3/IX**.

Attualmente, la rete piezometrica in esercizio è quella riportata in **figura 2.3/X** e lo schema costruttivo dei piezometri in **figura 2.3/XI**.

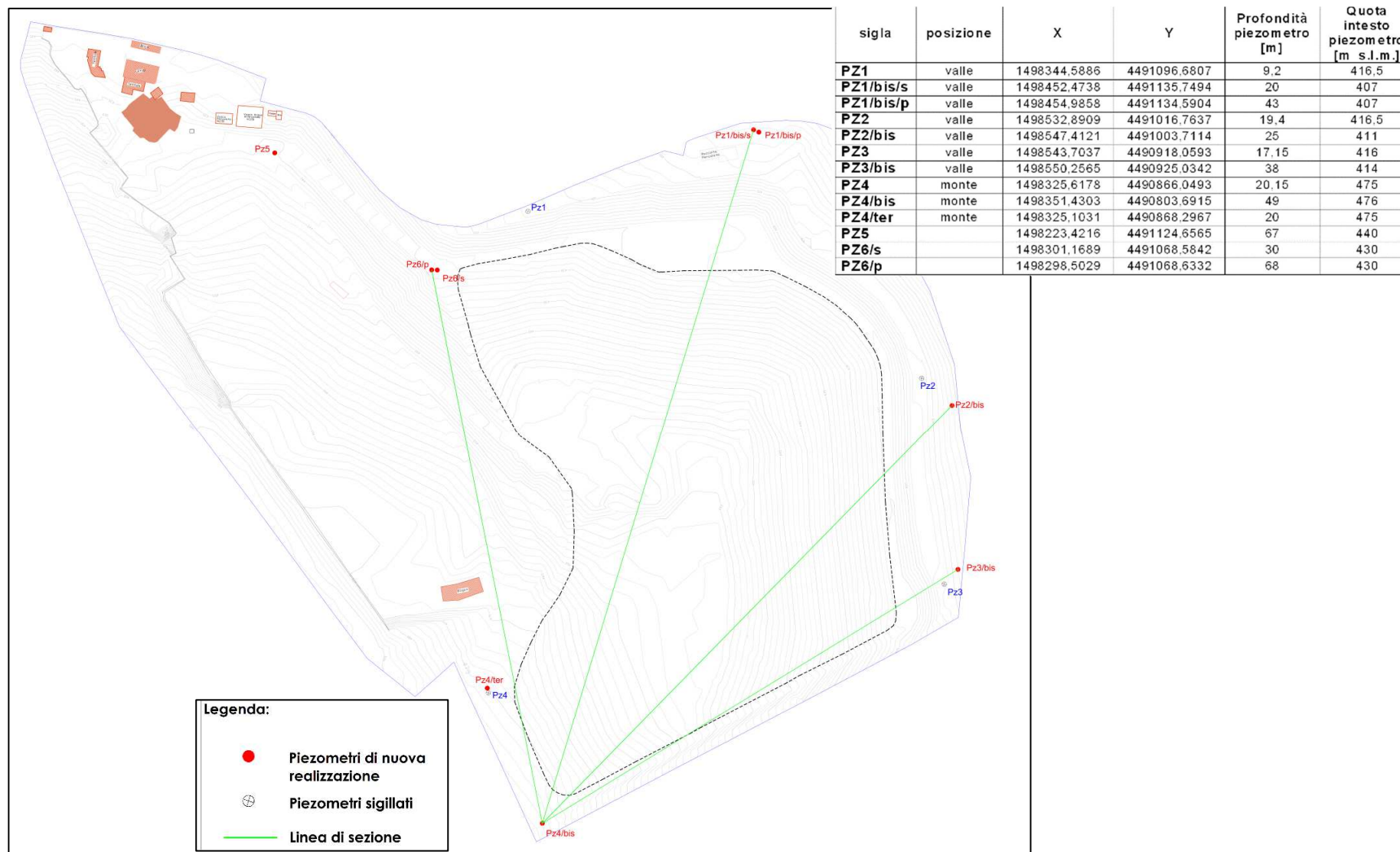


Figura 2.3/IX: Rete piezometrica dal 2012

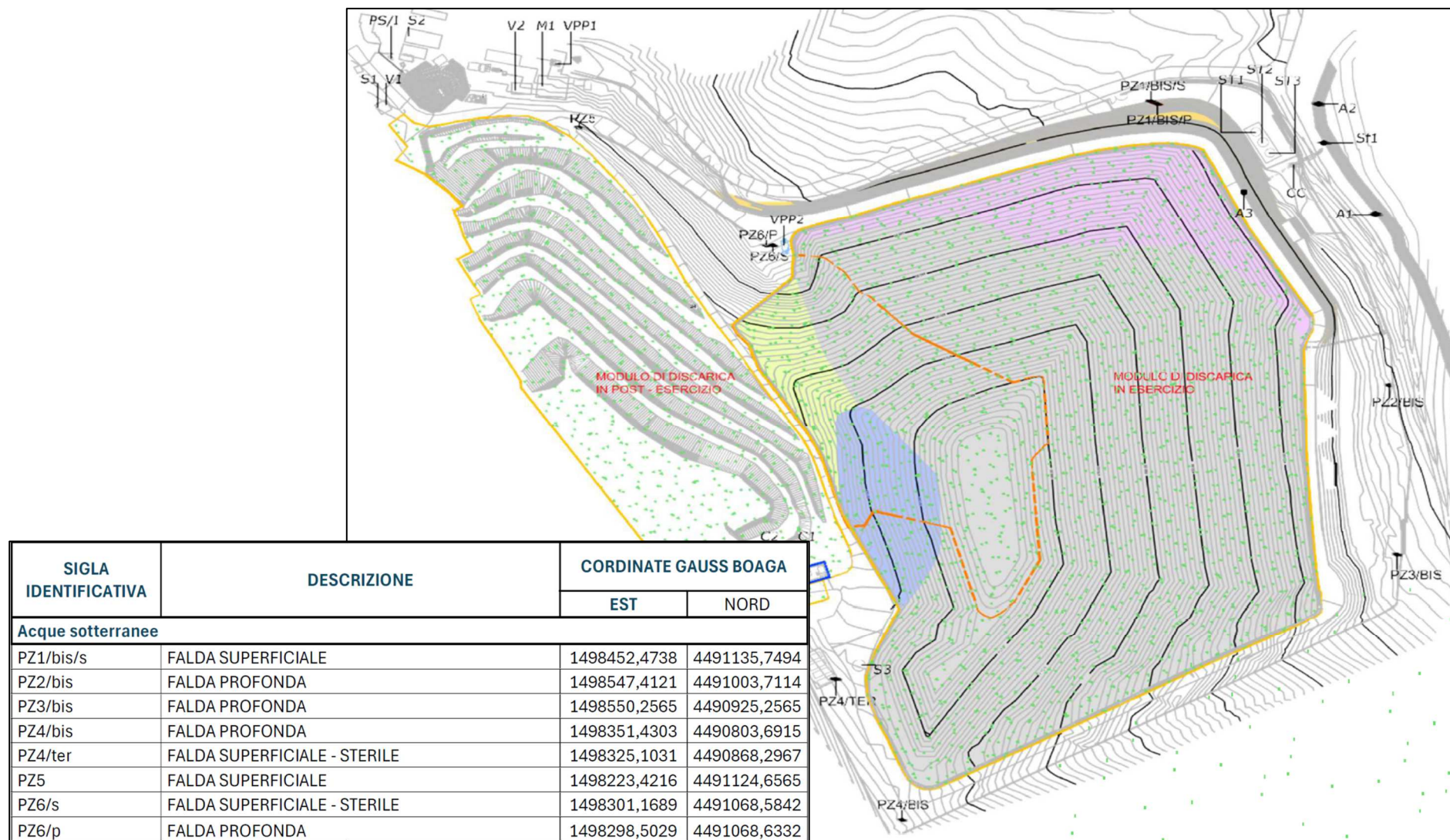


Figura 2.3/X: Rete piezometrica attuale

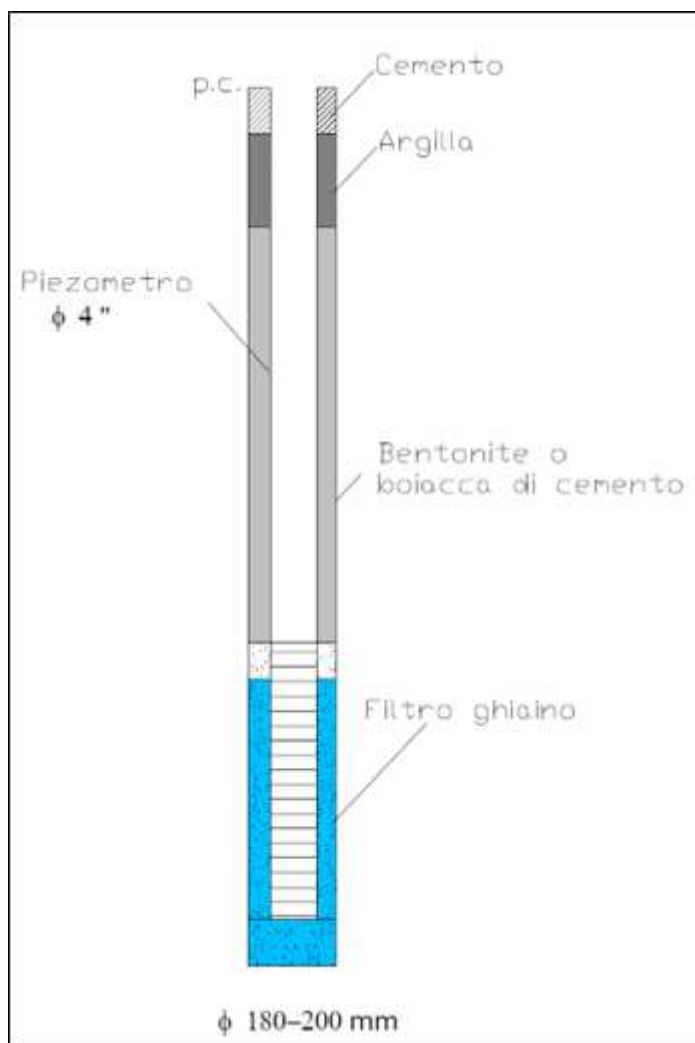


Figura 2.3/XI: Schema costruttivo piezometri realizzati nel 2012

Quantunque questi piezometri siano stati realizzati prevalentemente per monitorare il modulo n. 2 di discarica, di fatto, essendo alcuni di essi ubicati a valle idrogeologico di tutto il complesso impiantistico, questi fungono anche da punti di monitoraggio per il modulo n. 1. Solo qualora dal monitoraggio di detti pozzi emergessero delle non conformità, sarebbe difficile attribuirne univocamente la sorgente.

C. Monitoraggio delle acque superficiali/meteoriche: considerato che:

- in fase di esercizio le acque meteoriche incidenti sul corpo di discarica ed infiltrate nei rifiuti sono andate a costituire percolato;
- le modalità di chiusura del modulo n. 1 ed il sistema di drenaggio delle acque meteoriche incidenti fa sì che esse defluiscano verso la strada pavimentata posta a nord e quindi, attraverso la rete generale di raccolta delle acque pluviali del complesso impiantistico, previo transito in un pozzetto di monitoraggio posto a valle del modulo n. 2, scaricate nel rio Bariles/Fonte Maria.

- D. **Monitoraggio di tenuta della guaina:** il modulo 1 è dotato di un sistema di tubazioni microfessurate (n.9), di diametro di 70 mm alloggiate in uno strato di materiale drenante sottomanto, confluenti in una batteria terminale (in progetto denominata pozzi spia,) esterna al modulo, e periodicamente monitorata, al fine di verificare la tenuta della geomembrana.

La distribuzione planimetrica della rete di monitoraggio, le caratteristiche di posa dei dreni ed i particolari costruttivi del sistema di monitoraggio sono rappresentati in **tavola 4-Progetto Variante 2.**

2.4 MODALITA' OPERATIVE

2.4.1 Modalità di coltivazione

La coltivazione della discarica è avvenuta mediante l'abbancamento dei rifiuti per celle predefinite, come riportate in **tavola 14-Progetto Variante 2** e per strati successivi dello spessore massimo di 2,0, fino al raggiungimento della morfologia finale di progetto, caratterizzata da un profilo gradonato a partire dalla pista di accesso verso la parete di roccia. I rifiuti abbancati nella cella in coltivazione sono stati giornalmente compattati e ricoperti con terra reperita esternamente all'impianto. Il modulo di discarica è stato suddiviso in celle di conferimento giornaliero il cui ordine di colmata ha determinato i percorsi che i mezzi di trasporto hanno seguito per conferire i rifiuti in discarica.

L'accesso al modulo dalla fascia di disimpegno è stato realizzato mediante una rampa in terra e misto di cava in corrispondenza della cella colmata per prima; l'accesso alle celle successive è avvenuto attraverso quelle in precedenza riempite, costipate e ricoperte con la terra di protezione.

I mezzi d'opera impiegati per la coltivazione della discarica ed attività accessorie sono stati i seguenti:

- pala cingolata
- compattatore di discarica.

Il personale impiegato per lo svolgimento di tutte le operazioni inerenti la gestione ordinaria dell'impianto di discarica è stato mediamente di 5 -6 unità, mentre le attività di monitoraggio e controllo sono state sempre affidate a Soggetti (laboratori/professionisti) esterni indipendenti.

2.4.2 Gestione del percolato

Come descritto in precedenza, il sistema di raccolta del percolato è costituito da tubazioni in PLT che convogliano il liquame per caduta e lo accumulano nell'apposita vasca di stoccaggio [V1].

Il percolato prodotto dal 1° modulo di discarica è ed è stato conferito in impianti di trattamento esterni autorizzati.

2.4.3 Gestione del biogas

Solo ad esaurimento delle volumetrie, si è proceduto alla realizzazione del sistema di captazione e drenaggio del biogas e al convogliamento dapprima per la sua combustione in torcia. e poi successivamente, dal 2014, al motore di produzione di energia.

Successivamente al completamento della copertura finale del modulo, realizzata con modalità previste dal piano di adeguamento e dettagliatamente descritte nel successivo capitolo 5, si è provveduto al completamento del sistema, con:

- l'installazione degli eiettori in ciascun pozzo;
- alla realizzazione di una rete di drenaggio superficiale in PLT per il collegamento dei pozzi, tramite teste di pozzo, alla sottostazione dotata di separatore di condensa;
- al collegamento della sottostazione, tramite tubazione interrata in PLT al quadro di monitoraggio del biogas e infine al collegamento per la combustione in torcia;
- all'estrazione del percolato eventualmente depositatosi all'interno dei pozzi di captazione del biogas, pratica questa indispensabile per mantenerne al minimo il livello e per consentirne la loro continua funzionalità.

L'impianto nelle sue linee principali è costituito dalle seguenti sezioni:

- pozzi di captazione trivellati (nel modulo in post-esercizio), dotati di testa di pozzo in numero di 9;
- rete di captazione e di connessione dei pozzi alla sottostazione;
- sottostazione dotata di collettori di scaricatori di condensa e valvole di regolazione del flusso per ogni condotta in arrivo;
- condotte di collegamento dai collettori alla stazione di arrivo;
- stazione di arrivo costituita da un collettore, scaricatore di condensa, valvole di segnalazione, stacchi per prelievo del biogas da analizzare;
- circuito di ritardo, costituito dalle condotte e dalle valvole di intercettazione automatica, in caso di presenza di miscele esplosive;
- sistema di analisi del biogas, dotato delle prese; armadio di contenimento dell'analizzatore; analizzatore dei seguenti parametri: CH₄, CO₂, O₂; apparecchiature accessorie e di sicurezza. Le apparecchiature sono alloggiate in apposito locale con rilevatore di presenza di metano;
- sala controllo costituita da un locale ove è ubicato il pannello di controllo di tutti i parametri rilevati dall'impianto per il controllo e messa in sicurezza;
- sistema di aspirazione, costituito da un compressore centrifugo dotato di motore in esecuzione antideflagrante dotato di condotte di collegamento in ingresso o uscita, valvole di sezionamento, derivazione per lo scarico in atmosfera durante la fase di avviamento dell'impianto, termostati, pressostati
- compressore:
 - portata 300 Nm³/h
 - prevalenza 300 mbar
 - alimentazione elettrica 380 V; 50 Hz; potenza 9 kW;

- torcia costituita da: basamento, camicia in acciaio termoresistente con rivestimento ceramico per combustione ad alta temperatura (1200 °C) e con un tempo di ritenzione di 0,5 sec, sistema di controllo della temperatura e bruciatore.
- sistema di rilevazione in continuo delle misure di:
 - portata del biogas inviato alla torcia di combustione
 - temperatura di combustione della torcia
 - valore in % del metano nel biogas
 - valore in % dell'ossigeno nel biogas
- acquisizione in continuo dello stato dei principali elementi costituenti l'impianto quali:
 - impianto in funzione
 - impianto in preallarme
 - impianto in allarme
 - apertura aria combustione torcia
 - chiusura aria combustione torcia
 - aspiratore torcia in marcia
 - aspiratore torcia in anomalia termica
 - contatore aspirazione torcia
 - contatore combustione biogas
 - altre segnalazioni di variazione di assetto on/off di altri elementi disponibili individuati come essenziali.

2.5 CHIUSURA E RIPRISTINO AMBIENTALE

I lavori di realizzazione della copertura finale e ricostituzione ambientale del primo modulo di discarica iniziati a febbraio 2005 e completati nel marzo 2006 sono stati i seguenti:

- **Capping**

- a) posa di uno strato di materiale inerte di regolarizzazione per la messa in opera degli strati sovrastanti;
- b) trivellazione dei pozzi di aspirazione del biogas e realizzazione di una rete drenante sub-superficiale per la captazione del biogas;
- c) installazione delle tubazioni di drenaggio del biogas e del polmone in materiale drenante nei pozzi trivellati;
- d) posa di uno strato di materiale drenante e di rottura capillare dello spessore di 0,5 m;
- e) posa di uno strato compattato di argilla dello spessore di 0,5m $K \geq 10^{-8}$ m/s.;
- f) posa di un secondo strato di materiale drenante dello spessore di 0,5 m;
- g) posa di terreno agrario dello spessore di 1 m, idoneo allo sviluppo di specie vegetali di ricopertura per il ripristino ambientale del sito;
- h) regimazione delle acque meteoriche superficiali;
- i) realizzazione dell'impianto irriguo di soccorso;
- j) idrosemina di prati armati per assicurare nel tempo maggiori margini di sicurezza atti a prevenire fenomeni erosivi.

- **Biogas**

- a) installazione delle teste di pozzo per l'aspirazione del biogas e degli eiettori per l'aspirazione del percolato formatosi nei pozzi trivellati;
- b) installazione della centrale di aspirazione del biogas, del quadro di analisi del biogas completo di analizzatore di O₂ e di CH₄ e della torcia di combustione;
- c) installazione della rete di collegamento del biogas dai 10 pozzi di captazione e dalla rete sub-superficiale alla sottostazione e da qui alla centrale di aspirazione;
- d) installazione della linea pneumatica per l'aspirazione del percolato tramite gli eiettori montati nelle teste di pozzo;
- e) installazione della linea di trasporto del percolato, tramite gli eiettori montati sulle teste di pozzo, alla vasca di stoccaggio;
- f) messa in funzione del sistema di estrazione e trattamento del gas.

Nel seguito si riportano sinteticamente le caratteristiche principali delle singole fasi di intervento, tratte dal documento tecnico originario, come approvate dagli Enti competenti.

Fase 1: posa di uno strato di materiale inerte di regolarizzazione sull'intera superficie del modulo propedeutica alla successiva posa del primo strato drenante (**Fig. 2.5/I**)



Figura 2.5/I: Stesa strato di regolarizzazione

Fase 2: Trivellazione di n.9 pozzi di aspirazione del biogas e realizzazione di una rete drenante sub-superficiale per la captazione del biogas di circa 150 m., realizzata sulla sommità del modulo, in adiacenza alla parete rocciosa verticale

Fase 3: Installazione delle tubazioni di drenaggio del biogas e del polmone in materiale drenante nei pozzi trivellati. La tubazione di drenaggio è costituita da una sonda fessurata in HDPE De 160 S5, collegata con la parte di tubazione emergente attraverso un manicotto elettrico di giunzione D 160. Il polmone drenante dei pozzi è costituito da pietrisco di natura silicea. La sigillatura dei pozzi è stata effettuata con uno strato di argilla compattata dello spessore di m. 0,90 di conducibilità idraulica di 10^{-8} m/s.

Fase 4: Posa di uno strato di drenaggio del gas e di rottura capillare dello spessore di 0,5 m sull'intera superficie del modulo, protetto da eventuali intasamenti mediante utilizzo di materiale lapideo inerte di natura silicea proveniente da una cava di Buddusò (SS) (**Fig. 2.5/II**).

L'intervento è stato eseguito in due tempi:

1. formazione di un primo strato dello spessore di 25 cm costituito da pietrisco con granulometria variabile tra i 30 e 70 mm. con esclusione di materiale di granulometria superiore ai 70 mm;
2. secondo strato di 25 cm. (a completamento dello spessore previsto di 0,5m) costituito da pietrisco con granulometria variabile tra i 18 e 30 mm. con l'esclusione di materiale di granulometria inferiore a 18 m.



Figura 2.5/II: Stesa strato di rottura capillare

Fase 5. posa di uno strato compattato di argilla dello spessore di 0,5m. $K \geq 10^{-8}$ m/s (**Fig. 2.5/III**).

E' stato impiegato un materiale costituito da argille bentonitiche di caratteristiche. Lo strato di impermeabilizzazione è stato realizzato in due fasi consecutive, per ognuna della quali è stata eseguita la stesa di uno strato di circa 25cm., fino a raggiungere lo spessore complessivo minimo compattato previsto di 50 cm realizzato con opportune pendenze per evitare il ristagno delle acque piovane permeate dallo strato superficiale di ricopertura.



Figura 2.5/III: Posa argilla

Fase 6: Posa del secondo strato drenante dello spessore di 0,5 m (**Fig. 2.5/IV**). Lo strato drenante (protetto da eventuali intasamenti in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra gli strati di argilla e di drenaggio del biogas) è stato realizzato attraverso l'impiego di pietrisco di materiale lapideo inerte di natura silicea (ghiaia 30/70 mm.) e materiale lapideo inerte di natura calcarea (mezzanello 20/30 mm e pietrisco 30/60 mm).



Figura 2.5/IV: Stesa strato drenante superficiale

Fase 7: Posa di terreno agrario dello spessore di 1 m, idoneo allo sviluppo di specie vegetali di ricopertura per il ripristino ambientale del sito, proveniente dai livelli più superficiali di terreni ubicati nella piana su cui ricade l'area industriale di Muros-Cargeghe (**Fig. 2.5/V**).



Figura 2.5/V: Stesa terreno agrario

Fase 8: Regimazione delle acque meteoriche superficiali (**Figg. 2.5/VI e 2.5/VII**). Per garantire il regolare deflusso delle acque superficiali dai piani e dai pendii, sono state realizzate “canalizzazioni drenanti superficiali” (realizzate con breccie silicee con sottostante materassino bentonitico) che assicurano un regolare e adeguato deflusso ed allontanamento delle acque. Tali opere costituiscono i collettori di scarico degli accumuli idrici, localizzati nelle porzioni più depresse dei piani e delle berme. I collettori drenanti sono così costituiti:

- geotessile 500g/mq / materassino bentonitico
- breccie pezzatura 30x70



Figura 2.5/VI: Canalette di drenaggio acque meteoriche



Figura 2.5/VII: Canalette di drenaggio acque meteoriche

Fase 9: Impianto di captazione e gestione del biogas. Il sistema è stato implementato attraverso la realizzazione di due reti di dreno orizzontale, del biogas in adiacenza alla parete rocciosa verticale del modulo. Il collettore drenante è formato da un letto di pietrisco siliceo in cui è stata posizionata una tubazione fessurata di captazione e di trasporto del biogas collegata a N° 3 tubazioni verticali. Il sistema ha le seguenti caratteristiche (**Figg. 2.5/VIII e 2.5/IX**):

- N° 10 pozzi trivellati del diametro di 600 mm, con raggio di influenza di 25 m circa;
- dreno intermedio di captazione alla quota regolarizzazione dei piani, di circa 150 m., collegato a 3 tubazioni verticali e a 3 barilotti d'aspirazione.
- dreno superficiale di captazione alla quota di finale del terreno di ricopertura, di circa 90 m. collegato al collettore di pozzo 9;
- 9 teste di pozzo;
- 9 collettori biogas alla sottostazione;
- 1 collettore finale alla centrale d'analisi – torcia;
- 2 linee pneumatiche per estrazione percolato dai pozzi;
- 9 linee trasporto percolato dai pozzi;
- 1 linea di trasporto percolato alla vasca di raccolta;

- sistema di aspirazione (sottostazione);
- torcia di combustione;
- sistema di controllo e sicurezza;
- quadro di analisi del biogas completo di analizzatore di O_2 e di CH_4 .



Figura 2.5/VIII: Sottostazione rete drenaggio biogas



Figura 2.5/IX: Torcia di combustione biogas

Fase 10: Idrosemina - Stabilità dei pendii. Al fine di assicurare nel tempo maggiori margini di sicurezza atti a prevenire fenomeni erosivi, è stato effettuato un intervento di idrosemina con alcune specie erbacee perenni a radici profonde ed estremamente resistenti "*prati armati*" (Fig. 2.5/X).



Figura 2.5/X: Idrosemina

Fase 11: Impianto irriguo di soccorso. L'area d'intervento è stata dotata di un impianto irriguo di soccorso, fondamentale nel supporto vegetativo dei "*prati armati*" soprattutto nel primo ciclo vegetativo, periodo stimato perché l'efficacia dell'impianto di consolidamento vada a regime. L'impianto è stato eseguito attraverso la copertura di tutto il sito con irrigatori Naan 501-U, gestiti con un numero minimo di 7 settori a comando manuale (saracinesca) ed una rete di mandata principale costituita da tubo in polietilene (prevalentemente sezioni Ø 63 e Ø 50). La rete di mandata dell'impianto è posata sul piano di campagna al fine di rendere più agevoli le verifiche ed eventuali interventi di manutenzione. L'impianto irriguo è stato allacciato ai pozzetti della rete antincendio, attraverso l'innesto di una colonnina detta "collo di cigno per idranti sottosuolo" che attraverso la doppia uscita orientabile, consente di separare l'innesto per le manichette antincendio, dalla presa dell'impianto irriguo (Figg. 2.5/XI e 2.3/VII).



Figura 2.5/XI: Impianto irriguo di soccorso

3. STATO ATTUALE DEL MODULO

3.1 GENERALITA'

Sotto l'aspetto morfologico, attualmente il modulo n. 1 si presenta come un rilevato gradonato, totalmente inerbito, delimitato:

- verso nord e nord-ovest, dalla pista di accesso alla sommità del modulo n. 2 ed all'impianto di produzione di EE;
- verso est dall'impianto di produzione di energia elettrica;
- verso sud da una parete rocciosa.

Attualmente il modulo è oggetto delle ordinarie attività di manutenzione e monitoraggio previste dal progetto di chiusura approvato e dal PMC, oltre che da indagini ed accertamenti particolari effettuati a decorrere dal 2023 (v. cap. 3.3), dettagliatamente descritti nell'**appendice 1**.

3.2 STABILITA' E CEDIMENTI

Dall'esame visivo del corpo di discarica, così come confermato dai rilievi topografici effettuati periodicamente, non si evidenziano situazioni di instabilità generale o puntuale del modulo, né segni evidenti di scivolamento del capping o di qualche strato del pacchetto di chiusura su quelli sottostanti.

Per contro, dai rilievi topografici effettuati, risulta che i cedimenti attesi, dovuto all'assestamento e compattazione progressiva dei rifiuti hanno, nel tempo, assunto valori compresi tra pochi cm in corrispondenza del limite nord della vasca di deposito (lungo la pista) e circa m 3,0 in prossimità del limite sud della vasca, in corrispondenza della parete rocciosa (**Fig. 3.2/I**). Tali cedimenti, direttamente proporzionali allo spessore dei rifiuti abbancati, possono considerarsi normali, stante il lasso temporale intercorso dalla fine degli smaltimenti.

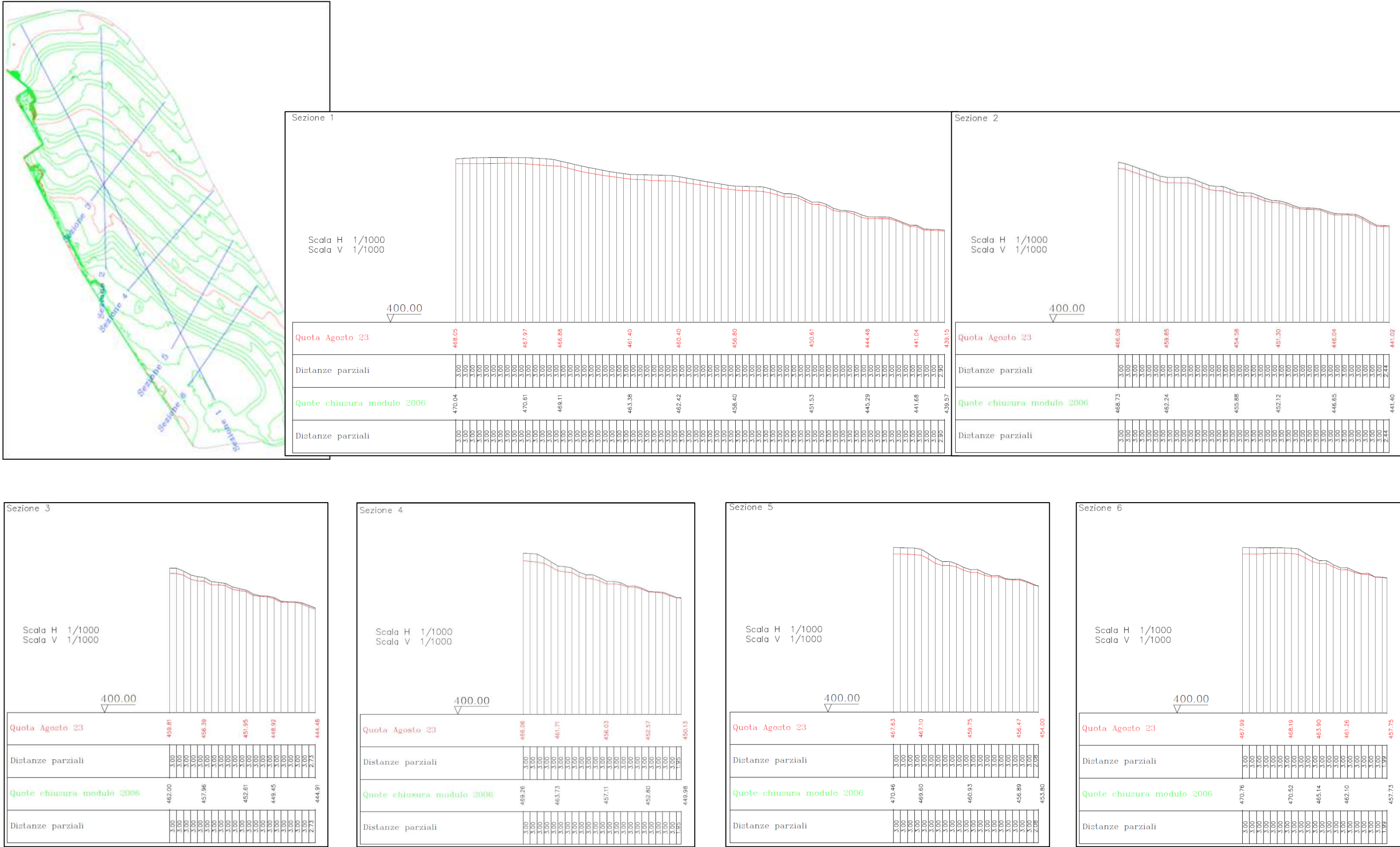


Figura 3.2/I: Cedimenti

3.3 INDAGINI INTEGRATIVE

In seguito al verificarsi di una riduzione di portata della tubazione di drenaggio del percolato, rilevata nel 2023, il Gestore ha intrapreso tutta una serie di indagini per accertare lo "stato di salute" della discarica, che sono proseguite anche nel 2024, la cui conclusione, secondo il cronoprogramma delle attività, comunicato agli Enti, dovrebbe avvenire entro il mese di giugno 2024. Le attività di indagine riguardano in particolare:

- la presenza e distribuzione del percolato nel corpo dei rifiuti, mediante realizzazione ed emungimento di n. 11 piezometri;
- la funzionalità dei pozzi di drenaggio del biogas;
- lo stato di conservazione ed integrità del capping.

Per quanto concerne le modalità di svolgimento delle indagini ed i risultati emersi si rimanda all'**appendice 1**, mentre qui, in estrema sintesi, si riportano le conclusioni.

Per quanto riguarda la presenza di percolato, contrariamente a quanto desunto dalle prime indagini, la sua presenza risulta di fatto localizzata e di modesta entità, tant'è che un solo piezometro risulta produttivo.

Per quanto riguarda la funzionalità dei pozzi di drenaggio del biogas è risultato che, di tutti i pozzi esistenti, solamente 1 è attivo, mentre gli altri sono intasati di percolato e privi di capacità di estrazione del biogas.

In seguito a tale riscontro è stato commissionato un monitoraggio ed uno studio volti a:

- quantificare le emissioni diffuse di biogas e metano;
- stimare la producibilità residua (biogas e metano).

In sintesi, il monitoraggio ha evidenziato una produzione di metano pari a $2,95 \times 10^{-3}$ mg/m²/s ($1,35 \times 10^{-3}$ mg/m²/s sospendendo i dati anomali), prossima al valore di riferimento EA ($1,0 \times 10^{-3}$ mg/m²/s per discariche con copertura definitiva), che rapportato all'intera superficie della discarica corrisponde a 46 mg/s ed a 0,23 m³/h di metano, nonché a 0,38 m³/h di biogas LFG60. Pertanto, la situazione riscontrata evidenzia una bassa emissività del modulo. La rappresentazione isopotenziale del modulo è riportata nella figura seguente (**Fig. 3.3/I**).

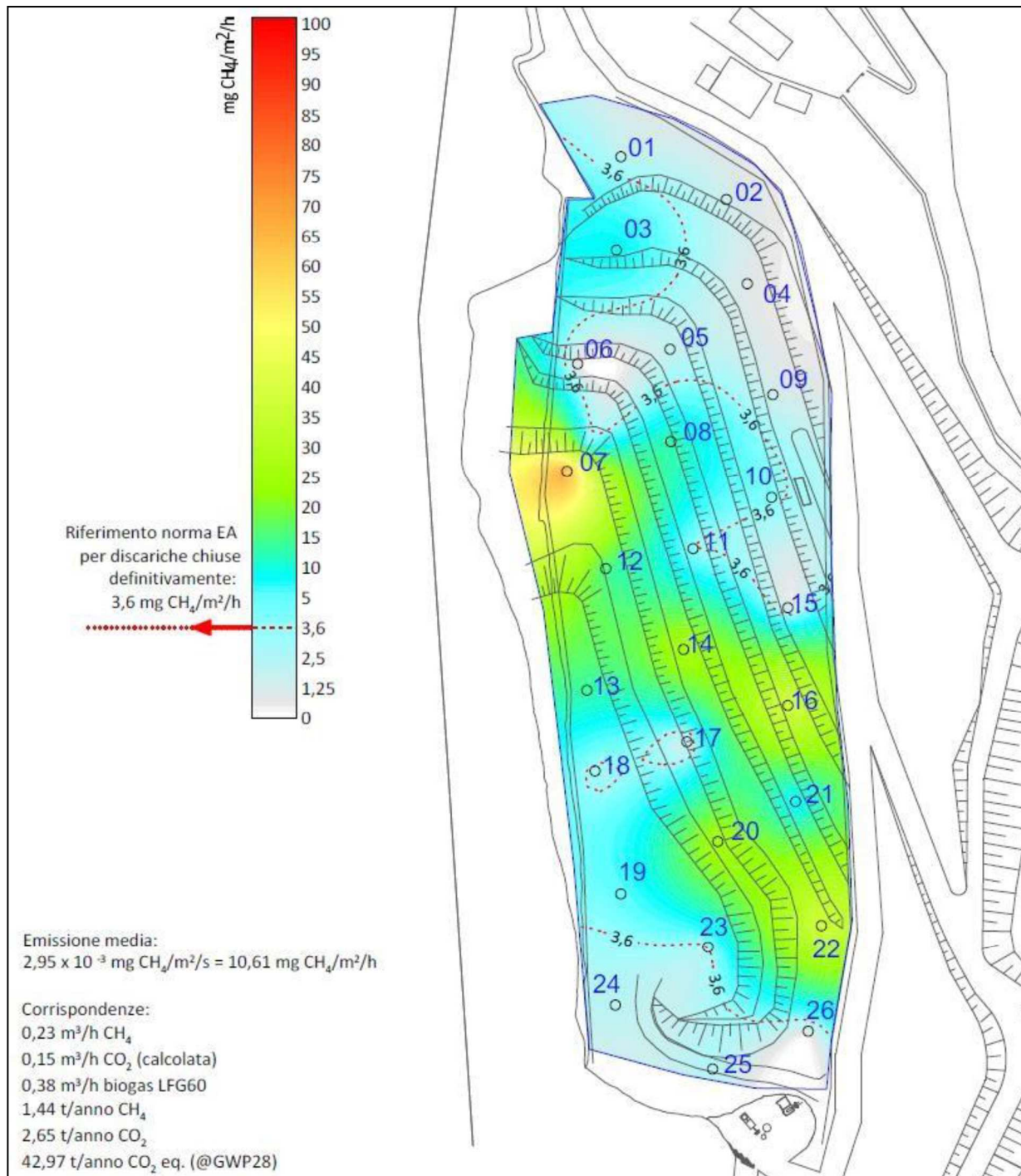


Figura 3.3/I: Rappresentazione isopotenziale delle emissioni di biogas

Per quanto concerne la producibilità futura di biogas, lo studio previsionale, sulla base di tutti i parametri specifici considerati, ha stimato una produzione compresa tra circa 25 m³/h nel 2024 e 4 m³/h nel 2045, come rappresentato in **figura 3.3/II**.

Per ogni approfondimento si rimanda all'**appendice 2**.

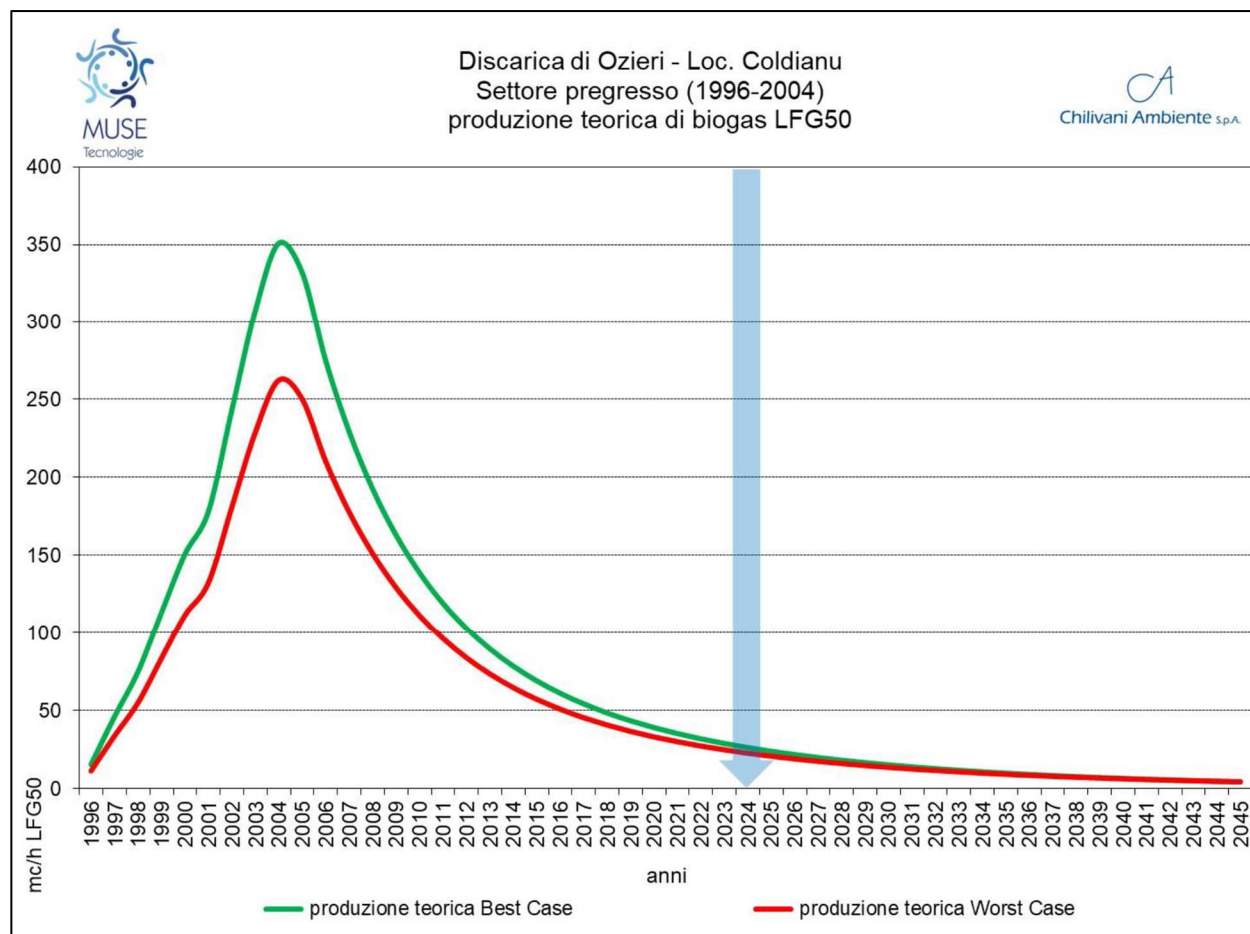


Figura 3.3/II: Produzione totale di biogas

Per quanto attiene l'integrità del capping, dai sondaggi effettuati è emerso che, seppure in misura differente, il pacchetto di chiusura del modulo ha subito nel tempo delle alterazioni ed in particolare, sia rispetto allo spessore dei vari strati. In tale ambito, per un maggior dettaglio dello stato del capping, si rimanda al REPORT INTERMEDIO INDAGINI PRIMO MODULO a cura della Dott.ssa Geol. Giovanna Farina (Appendice 1).

4. AMPLIAMENTO PROPOSTO – ASPETTI GENERALI

4.1 CONNOTAZIONE TECNICO-AMMINISTRATIVA DEL MODULO ESISTENTE E DELL'AMPLIAMENTO

Il modulo n.1 attuale si configura, ai sensi del D.Lgs. 36/03 e s.m.i., come una discarica in fase di post-gestione, in seguito all'esaurimento delle volumetrie autorizzate ed alla realizzazione delle opere di chiusura e ripristino ambientale.

Poiché normalmente non è previsto un uso diretto (produttivo o di fruizione) della superficie corticale delle discariche in post-gestione, la normativa ne prevede normalmente una riqualificazione di carattere ecologico e paesaggistico, attraverso interventi di rinaturalizzazione che comportano la creazione di un substrato edafico adeguato, che il D.Lgs. 36/03 e s.m.i. ha definito in uno strato di terreno agrario dello spessore di almeno m 1,0, avente anche funzione di protezione degli strati/materiali sottostanti.

Essendo il terreno agrario particolarmente permeabile, sempre al fine di preservare gli orizzonti sottostanti, il Legislatore ha previsto che ad esso fosse sottoposto uno strato di materiale drenante, avente specifici requisiti di permeabilità.

Il punto 2.4.3 dell'Allegato 1 al D.Lgs. 36/03 definisce i criteri e le funzioni che deve avere la copertura finale della discarica e nel seguito ne descrive la composizione della struttura multistrato.

Essendo la riqualificazione usuale e più frequente delle discariche quella con finalità ecologico-paesaggistica, il Legislatore ha individuato il primo strato di copertura con requisiti *"... che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ..."*.

Tuttavia, tale strato edafico ed il sottostante strato drenante non risultano perentori, qualora, il ripristino ambientale preveda altre destinazioni d'uso della superficie, ad esempio l'installazione di centrali fotovoltaiche, a condizione che lo strato superficiale assolva adeguatamente alla funzione protettiva degli strati sottostanti.

Pertanto, anche la temporanea rimozione dello strato di terreno vegetale e del sottostante strato drenante, non inficia, neppure temporaneamente, il concetto di chiusura della discarica, se:

- 1) non intervengono condizioni di deterioramento degli strati sottostanti e vengono conseguentemente meno i criteri/obiettivi di cui al richiamato punto 2.4.3 dell'Allegato 1;
- 2) se funzionale alla sostituzione dello strato superficiale di copertura "classico" (terra agraria vegetata) con un diverso elemento di protezione degli elementi sottostanti.

Nel presente caso, il progetto proposto, pur prevedendo la rimozione dello strato edafico e drenante del capping del modulo in post-gestione per sostituirlo con una struttura più performante, non compromettendo:

- l'isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno,
- la minimizzazione dell'infiltrazione d'acqua,

- la minimizzazione dei fenomeni di erosione,

non inficia l'isolamento del corpo di discarica, né la sua autonomia funzionale e tantomeno la sua connotazione di discarica in post-gestione.

La costruzione dell'ampliamento in sovrapposizione del modulo esistente, attraverso una struttura totalmente autonoma, il cui sistema di fondo (pacchetto di impermeabilizzazione multistrato), oltre che fungere da ulteriore protezione del capping sottostante (più efficace di quella originaria), rappresenta un elemento di sicura discontinuità funzionale tra i moduli sovrapposti, non può che considerarsi una nuova discarica.

Tutto ciò premesso, l'ampliamento proposto:

- non compromette, neppure temporaneamente, l'integrità del modulo chiuso esistente, in quanto non vengono meno gli obiettivi della chiusura previsti dalla norma
- non modifica lo *status* giuridico del modulo n. 1 in post-gestione, in quanto lo stesso mantiene immutate le sue caratteristiche di autonomia funzionale
- non può che assumere la connotazione giuridica e amministrativa di nuova discarica, non condividendo con il modulo esistente alcun elemento funzionale.

4.2 MOTIVAZIONI - OBIETTIVI –BACINO DI UTENZA

Il modulo 2 di discarica, attualmente in esercizio e prossimo ad esaurire le volumetrie disponibili, è stato recentemente (V. cap.1.4) autorizzato ad un ulteriore smaltimento di 25.000 t di rifiuti che, secondo il trend attuale dei conferimenti, fa presumere una vita residua di ulteriori 12 mesi a decorrere dal mese di luglio 2024, momento in cui, in assenza di un nuovo modulo di smaltimento, l'impianto dovrà sospendere l'attività.

Pertanto, è evidente che il Proponente si sia adoperato per ricercare nuove alternative e che, sulla base degli esiti di un pregresso studio di fattibilità, tra le alternative possibili, abbia optato per quella proposta con il presente progetto, ritenuta per diversi motivi tecnico-operativi, economici ed organizzativi la più rispondente alle esigenze del Gestore.

Il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti –Sezione Rifiuti Urbani, approvato con DGR n. 4/145 del 15.02.2024, al capitolo 9.4.2 Tab. 9.5 *"Stima della volumetria di discarica per il transitorio"* prevede ottimisticamente, per la discarica di Ozieri, una volumetria necessaria:

- per il periodo 2024-2029 di m³ 80.000,
- per il periodo 2030-2035 di m³ 19.000,

a fronte di una volumetria disponibile stimata al 2024 di m³ 45.000, da cui risulta un deficit di fabbisogno netto di m³ 54.000.

Tenuto conto che di fatto la volumetria disponibile al mese di luglio 2024 sarà di circa 30.000 m³, il fabbisogno netto, secondo i dati di Piano sarebbe di circa m³ 66.000, oltre almeno una quota parte dei 27.500 m³ di ceneri e scorie prodotte dal termovalorizzatore di Tossilo fino al 2029.

NOTA: qualora l'avvio del termovalorizzatore di Tossilo si protraesse oltre il tempo previsto dal Piano, il minor quantitativo di ceneri e scorie sarebbe abbondantemente compensato dal maggior apporto di flusso residuale.

Di fatto, sulla base della situazione reale del bacino di utenza, i conferimenti futuri sono stimati in:

- non meno di 25.000/30.000 t/a fino all'entrata in esercizio del termovalorizzatore di Tossilo,
- successivamente circa 15.000 t/a.

Sulla base dei predetti conferimenti attesi, l'ampliamento proposto, sarà in grado di soddisfare la domanda di smaltimento per un periodo minimo di circa 3,0 e 3,5 anni nel caso di differimento per tempi lunghi dell'entrata in esercizio del termovalorizzatore di Tossilo e massimo di circa 5-6 anni nel caso di avviamento del termovalorizzatore entro l'anno corrente.

Pertanto, la motivazione del presente progetto va ricercata nel fatto che l'ampliamento proposto risulta indispensabile per coprire, almeno parzialmente il fabbisogno di smaltimento dei rifiuti urbani del bacino del Centro-Nord Sardegna per diversi anni, in conformità con le indicazioni di Piano.

La soluzione progettuale proposta si pone i seguenti obiettivi principali:

- concorrere in misura significativa al soddisfacimento del fabbisogno di smaltimento dei rifiuti urbani nell'ambito del Centro-Nord Sardegna;
- massimizzare la nuova volumetria disponibile
- accelerare la realizzazione dell'opera (anche attraverso la costruzione modulare dell'ampliamento)
- minimizzare i costi di investimento, incidenti sulla tariffa di smaltimento
- evitare nuovo consumo di suolo
- utilizzare tutti gli impianti e strutture pre-esistenti
- favorire la necessaria riqualificazione del capping del modulo 1 in post-chiusura, senza oneri specifici.

Come previsto dal vigente Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti –Sezione Rifiuti Urbani ed ancor più in seguito alla situazione contingente, derivante dal protrarsi dell'entrata in esercizio del termovalorizzatore di Tossilo, la discarica di Chilivani Ambiente avrà come bacino di utenza buona parte dell'ambito territoriale del Centro-Nord Sardegna.

4.3 COERENZA CON IL PIANO REGIONALE DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI.

Per quanto riportato nel paragrafo precedente, è dimostrato che la discarica di Chilivani Ambiente, secondo il vigente Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti –Sezione Rifiuti Urbani, rappresenta l'impianto di riferimento per lo smaltimento dei rifiuti urbani prodotti nell'area del Centro-Nord Sardegna, per cui la sua coerenza con il Piano, sotto questo aspetto, è acclarata.

Lo stesso Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti –Sezione Rifiuti Urbani, al capitolo 13 definisce i *"Criteri per l'individuazione delle aree non idonee alla localizzazione degli impianti di smaltimento e recupero di rifiuti e criteri per la definizione dei luoghi adatti allo smaltimento e recupero dei rifiuti"* individuando, in particolare, i fattori escludenti, quelli limitanti riclassificabili a escludenti ed i fattori preferenziali.

Nel caso specifico, l'area di sedime del progetto proposto, oltre che essere già sede di un analogo impianto di smaltimento, anche se realizzato in epoca antecedente alla definizione dei precitati criteri di ubicazione, non possedere alcun fattore escludente o limitante previsto dal PRGRU e possiede la prevalenza dei fattori preferenziali, sia sotto l'aspetto fisico/strutturale, che di localizzazione.

Sotto l'aspetto fisico, il sito:

- il nuovo modulo di discarica costituisce l'ampliamento di un impianto di smaltimento pre-esistente, condizione preferenziale sancita sia dalla normativa nazionale che regionale (privilegiare gli ampliamenti rispetto ai nuovi impianti);
- era originariamente costituito da un'area degradata da pregressa attività estrattiva (fattore preferenziale), solo in parte ripristinata con il modulo n. 1, di cui parte del fronte di scavo rimane tuttora esposto;
- insiste su di una formazione geologica caratterizzata da bassa permeabilità (fattore preferenziale);
- presenta buone caratteristiche idrogeologiche (fattore preferenziale). Nell'area in esame, le litologie presenti ed appartenenti alle unità vulcaniche delle tufiti sono scarsamente permeabili;
- nell'area di interesse, si rileva una trascurabile circolazione idrica sotterranea;
- presenta buone caratteristiche di stabilità (fattore preferenziale). Le litologie che costituiscono il fondo del modulo esistente ed il fronte di appoggio del nuovo modulo, presentano condizioni geotecniche ottimali.

Sotto l'aspetto della localizzazione, il sito:

- è ubicato a ridosso (verso sud) di un rilievo collinare e sotto una parete rocciosa sub-verticale (fattore preferenziale). Tale posizione fa sì che l'azione del vento dominante (Maestrale) non favorisca la dispersione di eventuali contaminanti, a favore di condizioni di turbolenza locale con la loro ricaduta sul sito.
- è ubicato distante da zone di approvvigionamento idrico, con assenza di falde idriche nel sottosuolo per una profondità di oltre 100 m dal piano di imposta della discarica (fattore preferenziale).

- è ubicato in posizione pressoché baricentrica al bacino di utenza (fattore preferenziale).
- è dotato di buona accessibilità sia di avvicinamento che locale (fattore preferenziale).
- è ubicato distante (oltre 2.000 m) dal centro urbano più prossimo (Ozieri) e non meno di m 400 dall'insediamento residenziale sparso, più prossimo (fattore preferenziale).

4.4 I RIFIUTI SMALTIBILI

Nel nuovo modulo in progetto verranno smaltite sicuramente le stesse tipologie merceologiche di rifiuti attualmente conferiti nel modulo n.2, che sono riconducibili alle seguenti principali categorie:

- rifiuti prodotti dal trattamento meccanico (EER 19 12 12), che rappresentano oltre il 70% del totale;
- compost fuori specifica/biostabilizzato (EER 19 05 03), che rappresenta oltre il 10% del totale;
- rifiuti ingombranti (EER 20 03 07), che rappresenta oltre il 9,0% del totale;

a cui si aggiunge una quota residuale di altri vari EER.

Inoltre, nel nuovo modulo, verranno smaltite le ceneri prodotte dal termovalorizzatore di Tossilo, nonché altri rifiuti prodotti nel territorio, riconducibili all'elenco di EER autorizzati.

L'elenco dei codici EER attualmente autorizzati e per cui si richiede l'autorizzazione è riportato nell'**allegato 3**.

5. GESTIONE NEL PERIODO TRANSITORIO

Nel presente caso per periodo transitorio si intende il tempo intercorrente tra la presentazione del presente progetto di ampliamento e la realizzazione del nuovo modulo in sopraelevazione.

Come riportato nel precedente capitolo 3, in sintesi, il modulo n. 1:

- a. è stato chiuso dal 2006 ed è formalmente in post-esercizio dal 2008,
- b. sotto l'aspetto della stabilità non presenta criticità,
- c. i cedimenti monitorati sono coerenti con quelli attesi per una discarica di rifiuti urbani indifferenziati,
- d. non ha mai manifestato anomalie del sistema di impermeabilizzazione della vasca (interferenze con le acque sotterranee).

Le indagini recenti ed il Piano di indagini in corso (20023-2024) (**Appendice 1**) hanno evidenziato quanto segue:

A. Percolato

Le nuove attività messe in essere al fine di modellizzare il Modulo 1, e stabilire la natura e distribuzione del percolato, si sono basate sia su metodi indiretti che diretti.

La sintesi dei due approcci ha evidenziato che gli "accumuli" di percolato sono localizzati nel settore orientale del Modulo, mentre nel settore centrale, direttamente insistente sul fondo vasca, non è presente alcun battente.

Tale condizione è resa possibile dalla geometria della stessa vasca, che nel settore dell'argine orientale presenta un profilo "gradonato".

Sulla base dei dati raccolti e degli elaborati grafici del progetto originario, si ritiene che alcune sezioni delle "gradonature" non garantiscano la sufficiente pendenza per consentire l'allontanamento "naturale" del percolato, che pertanto permane in una condizione di "ristagno".

Le attività di emungimento, poste in essere attraverso una pompa inserita nel piezometro 10 (caratterizzato dal maggior battente) riportano il progressivo svuotamento della "sacca di accumulo" con un trend in costante diminuzione.

B. Scarico di fondo vasca.

In seguito agli interventi di ripristino funzionale effettuati, la portata dello scarico nella vasca V1 si è incrementata e si ritiene compatibile con il percolato presente nel modulo.

C. Caratteristiche e funzionalità del capping.

In seguito agli ulteriori accertamenti e prove specifiche sulle caratteristiche idrauliche del pacchetto di chiusura ed in particolare dello strato di argilla, è emerso quanto segue:

- Il capping è presente in modo omogeneo su tutta la superficie del modulo con le seguenti caratteristiche stratigrafiche:
 - 1.10 metri terreno vegetale a prevalente componente argillosa

- 0.50 metri ghiaia
- 0.30 metri argilla
- 0.50 metri ghiaia

L'argilla, come riportato nel precedente Report, risulta di potenza inferiore a quella posata durante la realizzazione del capping (0.50cm), dovuta alla tecnica richiesta dalla stessa Norma, che prevede il rullaggio dell'argilla sul fondo ghiaioso e il successivo rullaggio del tetto ghiaioso sul fondo in argilla. Tale tecnica operativa, ha sicuramente portato alla destrutturazione dei primi e degli ultimi 5/10 cm del pacchetto di argilla.

Stabilita, una potenza massima dell'argilla di circa 30 cm, l'analisi del "funzionamento" del capping, si è incentrata sulla valutazione del coefficiente di permeabilità del livello argilloso.

I valori ottenuti, in linea con quanto richiesto dalla L36/2004, caratterizzano questo livello come impermeabile e pertanto capace di assolvere alla funzione di isolamento dei sottostanti rifiuti.

Il minor spessore, seppur non in linea con quanto richiesto dalla norma, garantisce comunque un presidio idraulico efficace, supportato sia dalla pendenza del profilo di abbancamento (che facilita i moti superficiali rispetto all'infiltrazione profonda) che dalla presenza di uno spessore di suolo, di circa 1,00 metro, a composizione, prevalentemente argillosa.

Sulla base di quanto verificato e approfondito, si ritiene che il pacchetto capping, così strutturato e omogeneamente distribuito, assolva alla funzione di isolamento del corpo rifiuti.

D. Biogas.

Per quanto concerne il drenaggio del biogas, quantunque l'attuale rete di captazione risulta solo parzialmente funzionante, come riportato nell'**Appendice 2**, la situazione, in sintesi, è la seguente:

- la produzione attuale di biogas è modesta
- la producibilità futura è in progressiva rapida riduzione
- le emissioni fuggitive sono limitate

per cui, nelle more di adeguare l'impianto di estrazione alla costruzione dell'ampliamento (v. cap. 6), si ritiene di non intervenire sull'impianto attuale.

Pertanto, a fronte della situazione sopra rappresentata, non si riscontrano criticità tali da richiedere interventi di ripristino funzionale del modulo ed in particolare:

- nuove opere di emungimento del percolato
- interventi di reintegrazione funzionale del capping
- interventi di riattivazione della rete drenante del biogas

e tantomeno non si rilevano controindicazioni alla realizzazione della sopraelevazione proposta, la cui costruzione potrà contribuire di per sé, anche a migliorare la situazione attuale del modulo esistente.

Il Proponente ritiene che sia impossibile prevedere interventi di adeguamento strutturale del modulo n.1, i cui tempi di realizzazione finirebbero per coincidere con i lavori di costruzione del nuovo modulo.

Tuttavia, il Gestore intende adoperarsi per gestire al meglio il periodo transitorio come sopra definito:

1. continuando il monitoraggio del percolato nei nuovi piezometri installati;
2. continuando l'emungimento del percolato dai piezometri produttivi, ad integrazione del drenaggio di fondo, al fine di minimizzare la presenza di percolato nel modulo;
3. adottare, in fase di ampliamento, i seguenti accorgimenti operativi previsti dal presente progetto (v. cap.6):
 - suddividere la realizzazione dell'ampliamento in due sub-moduli successivi, in modo tale da minimizzare il tempo di esposizione agli agenti atmosferici della superficie interessata dalle nuove opere,
 - ridurre ulteriormente tale tempo di esposizione attraverso un'ottimale sequenza delle lavorazioni,
 - mantenere integro lo strato di materiale argilloso del capping esistente;

6. DESCRIZIONE OPERE ED IMPIANTI

6.1 SOLUZIONI TECNICHE PROPOSE E COERENZA CON LA NORMATIVA DI SETTORE

Il D.Lgs. n. 36/03, così come riproposto ed aggiornato dal D.Lgs. n. 121/2020 definisce, tra l'altro, le modalità e criteri costruttivi delle discariche, finalizzati a limitare ogni possibile interferenza dell'impianto con le matrici ambientali. In questo ambito, particolare attenzione e rigore viene posto nel definire i criteri minimi di impermeabilizzazione del fondo e delle sponde delle discariche.

In particolare, a differenza del precedente D.Lgs. 36/03, il D.Lgs. 121/2020 prevede la possibilità, soprattutto per l'impermeabilizzazione e drenaggio delle sponde, il ricorso anche a materiali sintetici, purché in grado di garantire una protezione idraulica almeno equivalente, in termini di tempo di attraversamento, a quella fornita dal materiale argilloso compattato ($K \leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ per il fondo e $K \leq 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$ per le pareti). Ai fini dell'equivalenza, il tempo di attraversamento da rispettare, nell'ipotesi di un carico idraulico di 0,3 m, non devono essere inferiori a 25 anni, per le discariche per rifiuti non pericolosi.

Soprattutto per quanto concerne il fondo della discarica, i predetti criteri trovano motivazione nel fatto che su di esso tende ad accumularsi il percolato di infiltrazione nel corpo dei rifiuti abbancati, ipotizzato dalla norma, generante un carico idraulico di 0,3 m, nell'ipotesi di un ottimale emungimento.

Tale ipotesi, verosimile per il fondo, non trova rispondenza pratica per le pareti, in quanto declivi e pertanto, tale limite, per esse, viene assunto come misura di ulteriore cautela.

Di fatto, mentre la stesa e compattazione di più strati omogenei di spessore non superiore a m 0,25 del materiale argilloso sul fondo, normalmente sub-orizzontale della discarica, non comporta difficoltà tecnico/operative, ben diversa può presentarsi la difficoltà a realizzare la stessa operazione sulle pareti, quando queste hanno pendenza intorno o superiore a 30° . In questo caso, l'ottimale ed omogenea compattazione, per esperienza pregressa, risulta difficoltosa soprattutto per i seguenti motivi operativi:

- 1) la difficoltà di movimentazione di rulli compressori di dimensioni/peso tali da garantire la necessaria compattazione;
- 2) il rischio (concreto) che il movimento del rullo compressore in direzione dall'alto verso il basso, trascini verso valle parte dell'ultimo strato di argilla, alterandone localmente lo spessore.

Presumibilmente anche per questi motivi, unitamente all'evoluzione qualitativa dei materiali sintetici, il D.Lgs. n.121/2020, prevede, ove necessario, il ricorso a tali materiali. Per altro, i materiali sintetici, marchiati CE, sono sottoposti a controlli di fabbrica che ne garantiscono una omogeneità, non riscontrabile nei materiali naturali e nelle modalità di compattazione tradizionali.

In particolare, si ricorda che un geocomposito bentonitico dello spessore superiore a 7 mm e di peso non inferiore a $5,0 \text{ kg/m}^2$ garantisce normalmente una permeabilità non superiore a $K < 4 \times 10^{-13}$.

Nel presente caso, l'area di abbancamento del nuovo modulo non presenta una conformazione tradizionale (fondo vasca e pareti), bensì i rifiuti verranno abbancati sulla superficie declive e gradonata

del modulo sottostante, solamente delimitata da un argine di contenimento al piede da tre lati (**Figg. 6.1/I e 6.1/II**).

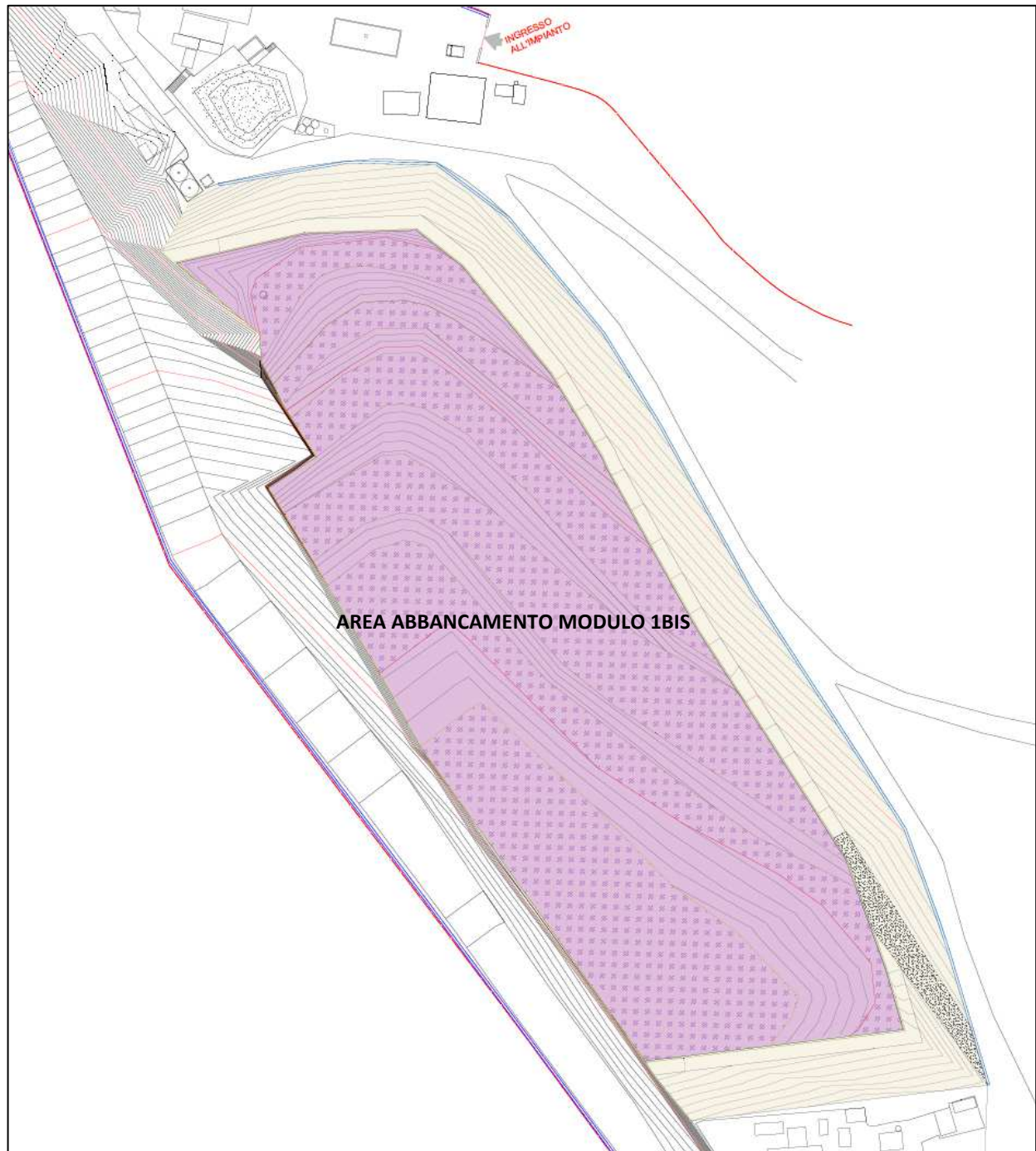


Figura 6.1/I: Planimetria dell'area di abbancamento

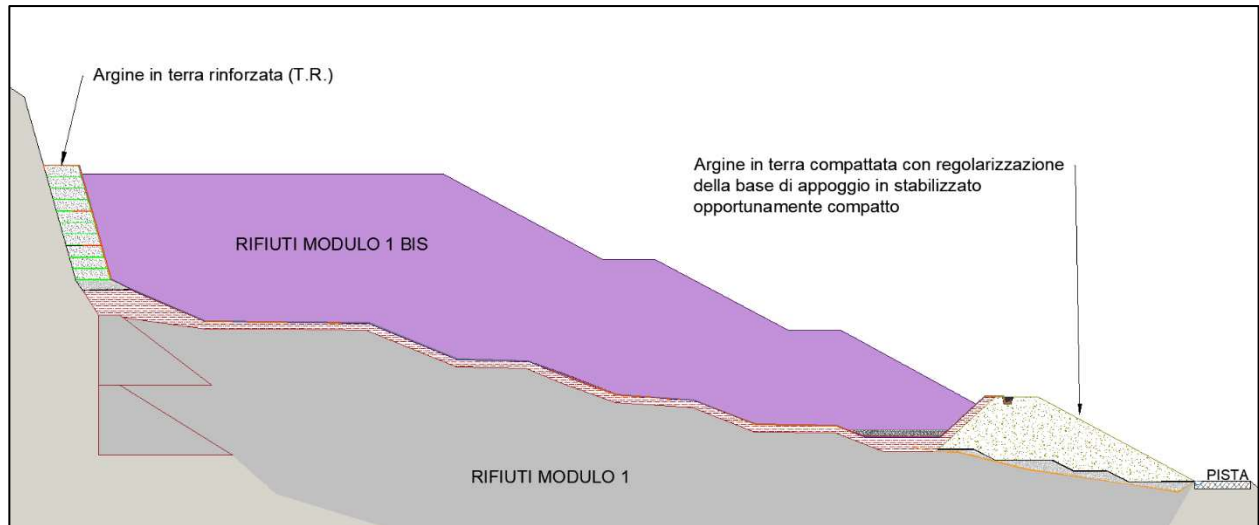


Figura 6.1/II: Sezione-tipo dell'area di abbancamento

Tale conformazione fa sì che, in questo caso:

- sotto l'aspetto morfologico, non siano, di fatto, nettamente distinguibili i due settori (fondo e pareti);
- sotto l'aspetto funzionale, stante l'acclività di tutta l'area, avente una doppia pendenza (longitudinale est-ovest e trasversale sud-nord), il percolato defluisca per gravità verso i punti più depressi coincidenti con l'area a ridosso dell'argine di contenimento, per accumularsi poi nel punto più depresso dell'intero modulo (estremo ovest).

Tenuto conto di tutto quanto in precedenza esposto, nel presente caso, si ritiene di considerare quale fondo vasca (area di possibile accumulo temporaneo del percolato), solamente l'area sub-pianeggiante a ridosso dell'argine di contenimento, la cui impermeabilizzazione avverrà con materiale argilloso compattato (v. cap. 6.4.9.1) e quale parete, tutta la superficie declive del modulo, in ogni caso non interessata da accumulo di percolato, la cui impermeabilizzazione avverrà mediante l'impiego di materiali sintetici (geocompositi bentonitici e geomembrana in HDPE), aventi i requisiti minimi previsti dal D.Lgs. 121/2020.

Analogamente a quanto previsto per l'impermeabilizzazione, anche per il drenaggio delle superfici declivi, nell'impossibilità tecnico-operativa di garantire la stabilità in loco di materiale lapideo granulare, si prevede il ricorso a materiali sintetici (geocompositi drenanti), aventi i requisiti minimi richiesti.

La verifica dei requisiti minimi richiesti dal D.Lgs. 121/2020, per i diversi materiali è riportata negli specifici paragrafi del presente capitolo.

6.2 FASI COSTRUTTIVE

Tenuto conto dei quantitativi annui di rifiuti prevedibilmente smaltibili, dei tempi di costruzione delle opere e dell'esigenza di mantenere integra per il maggior tempo possibile la parte del modulo n.1 non immediatamente interessata dalle opere, l'intera sopraelevazione verrà realizzata in due steps successivi: sub-modulo A, a partire da ovest verso est (parte più bassa del modulo attuale) e sub-modulo B, a seguire verso est (parte più alta). I due sub-moduli verranno temporaneamente realizzati in sequenza, in funzione dell'entità dei flussi di smaltimento; il primo sub-modulo verrà realizzato immediatamente dopo l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni e dovrà essere ultimato e collaudato entro il mese di giugno 2025.

La scelta della predetta sequenza trova motivazione nei seguenti aspetti:

- migliore possibilità di gestione del percolato;
- accesso all'area di lavorazione attraverso la parte del modulo 1 ancora integra (con capping).

In fase di costruzione e di esercizio del primo sub-modulo, tra il sub-modulo A e B verrà realizzato un arginello di separazione per evitare il deflusso delle acque meteoriche incidenti sulla parte di modulo in post-esercizio, non ancora interessata dalle opere, verso il sub-modulo A di ampliamento.

6.3 EVOLUZIONE TEMPORALE DELLE OPERE

In ordine cronologico, le opere di costruzione previste, per ogni sub-modulo, saranno le seguenti:

1. rilocalizzazione della sottostazione dell'impianto di estrazione del biogas (solo per sub-modulo A);
2. sbancamento strato superficiale del capping sull'area di sedime dell'argine di contenimento;
3. costruzione argine perimetrale in terra compattata e relativa fondazione;
4. rimozione dello strato di terra vegetale e di materiale drenante del capping sulla restante parte del sub-modulo;
5. sigillatura dei piezometri esistenti;
6. chiusura dei pozzi di drenaggio del biogas;
7. realizzazione di trincee drenanti il biogas residuo ed installazione dell'impianto di bioossidazione;
8. costruzione rilevato di ancoraggio dell'impermeabilizzazione della parete in roccia;
9. impermeabilizzazione area di abbancamento;
10. opere di drenaggio del percolato;
11. opere di drenaggio del biogas;
12. rifacimento anello impianto antincendio.

Ultimata la coltivazione di ogni sub-modulo, seguiranno le opere di:

13. chiusura provvisoria;
14. chiusura definitiva del sub-modulo e ripristino ambientale;
15. contestuale realizzazione del reticolo di drenaggio acque meteoriche.

6.4 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI COSTRUZIONE DELL'AMPLIAMENTO

6.4.1 Rilocalizzazione della sottostazione dell'impianto di estrazione del biogas

La sottostazione di collettamento della rete di aspirazione del biogas di entrambi i moduli di discarica è ubicata al piede del modulo 1, in adiacenza alla pista di servizio che delimita il modulo stesso e ricade in corrispondenza dell'impronta del nuovo argine di sopraelevazione. A questa sottostazione afferiscono sia le tubazioni di connessione con i pozzi del modulo n. 1 in post chiusura, sia il collettore dei pozzi del modulo n. 2 in esercizio.

Essendo incompatibile la sua posizione con l'ampliamento previsto, se ne prevede la rilocalizzazione nell'area dell'impianto di produzione di energia elettrica. La connessione tra il collettore del modulo 2 e la sottostazione nella nuova posizione, avverrà tramite la tubazione esistente che corre interrata lungo il ciglio della strada, al piede esterno del nuovo argine di contenimento del modulo in sopraelevazione.

L'ubicazione attuale e futura della sottostazione è riportata nelle **figure 6.4/I e 6.4/II**.



Figura 6.4/I: Ubicazione attuale sottostazione biogas

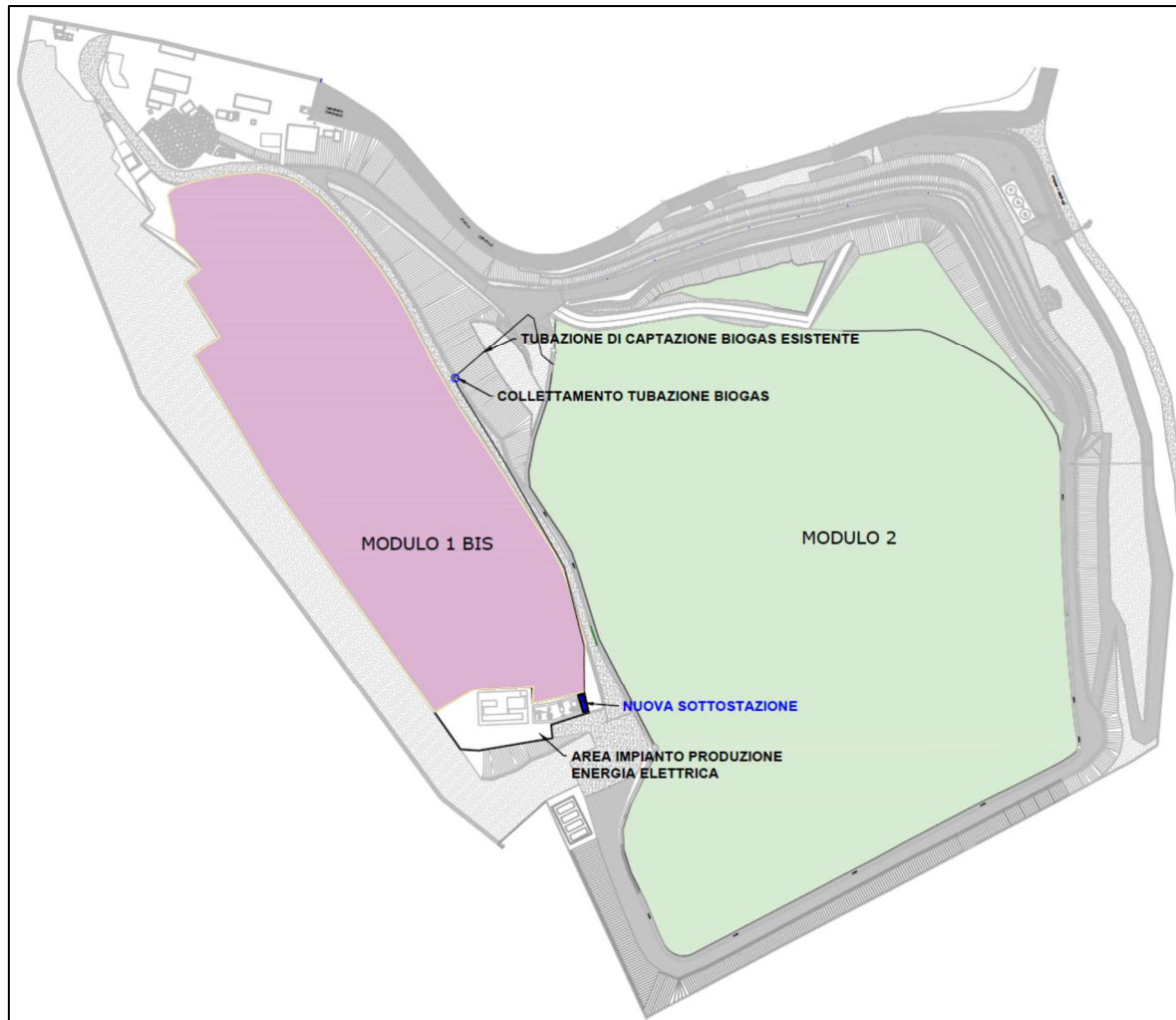


Figura 6.4/II: Ubicazione futura sottostazione biogas

6.4.2 Riprofilatura area di sedime dell'argine di contenimento e costruzione fondazione

Rimossa la sottostazione di collettamento del biogas, si procederà alla costruzione dell'argine di contenimento perimetrale dell'area di abbancamento.

Come risulta evidente dalla seguente **figura 6.4/III**, attualmente i rifiuti abbancati a quote superiori a quelle della pista di coronamento del modulo hanno un profilo gradonato a partire dal ciglio della pista stessa.

Preliminarmente, si renderà necessario riprofilare il capping del modulo 1 con l'asportazione dello strato di terra vegetale e del sottostante strato drenante, senza intaccare lo strato di argilla ed i sottostanti rifiuti, al fine di fare spazio alle nuove strutture (fondazione e corpo dell'argine) e depositarli provvisoriamente in un'area libera a valle della strada di accesso alla discarica (**Fig. 6.4/IV**).

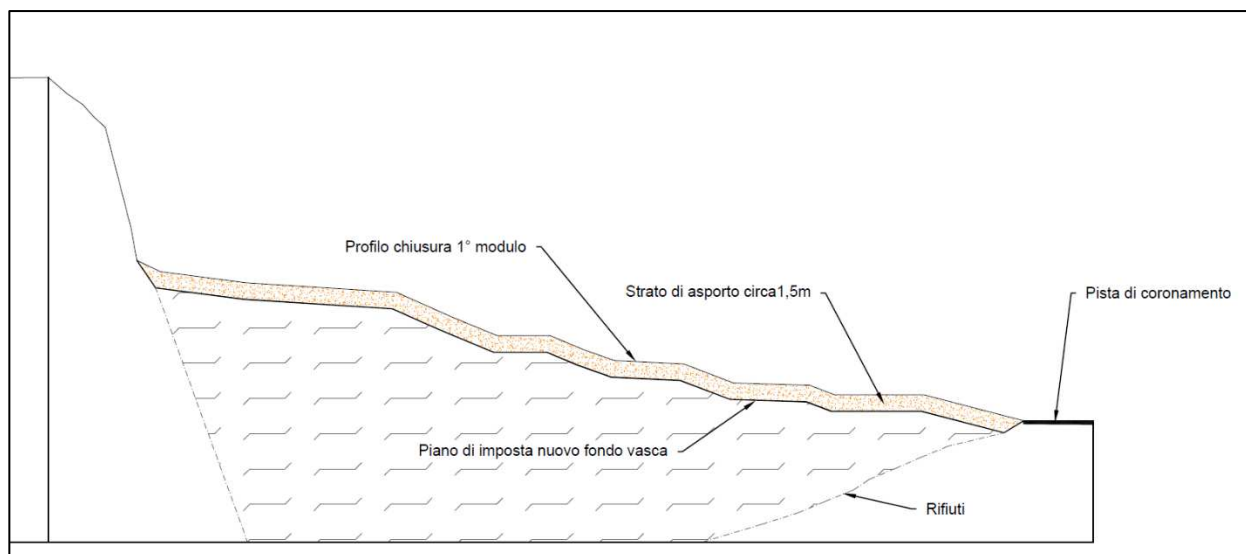


Figura 6.4/III: Profilo-tipo dei rifiuti abbancati



Figura 6.4/IV: Area di deposito temporaneo dei materiali di risulta

Completata la rimozione dei materiali di cui sopra, si procederà alla costruzione della fondazione dell'argine, secondo le seguenti modalità:

- regolarizzazione e compattazione della superficie di posa della fondazione;
- stesa di una geogriglia a nastri in polietilene ad alta tenacità (tipo Paralink) (**Fig. 6.4/V**) su tutta la superficie, avente la funzione di assorbire eventuali cedimenti localizzati in seguito al sovraccarico dell'argine;
- posa e stesa in più strati compattati di materiale misto di cava "stabilizzato", per uno spessore variabile.

Al fine di evitare di intaccare lo strato di impermeabilizzazione del modulo attuale ed i sottostanti rifiuti, la fondazione verrà gradonata su più livelli, a quote crescenti dall'esterno verso l'interno, secondo il profilo attuale del modulo (**Fig. 6.4/VI**). La nuova fondazione e l'argine soprastante, per l'ampiezza della loro impronta, costituiscono anche parte integrante del capping del modulo n.1, in sostituzione degli strati di terra e drenante rimossi. Tenuto conto della possibile non integrità/impermeabilità dello strato di argilla residuo, ad ulteriore garanzia, nella stessa area è prevista la posa di un geocomposito bentonitico sotto la fondazione, a contatto con l'argilla sottostante.

La sezione-tipo della fondazione è riportata in **tavola 5**.

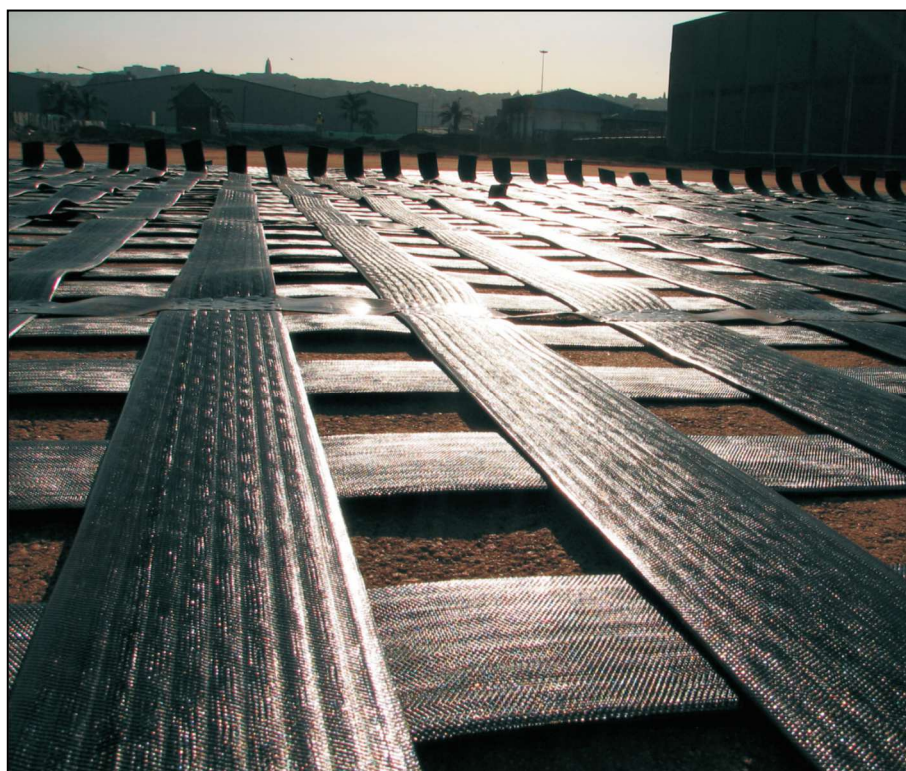


Figura 6.4/V: Esempio di geogriglia

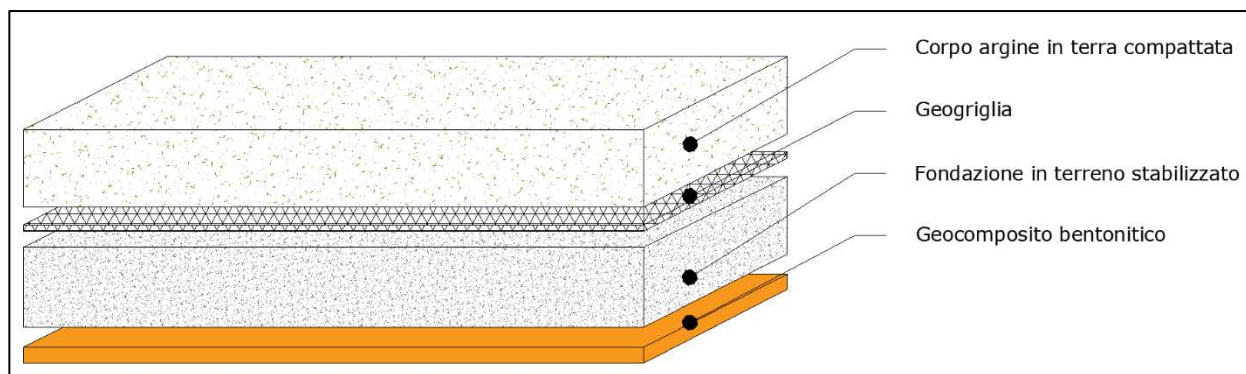


Figura 6.4/VI: Schema esemplificativo di fondazione

6.4.3 Costruzione argine di contenimento

Sulla fondazione di cui al capitolo precedente verrà costruito l'argine di contenimento e delimitazione dell'area di abbancamento. Questo argine, dello sviluppo lineare di circa m 330 delimiterà il modulo da tre lati (est, nord e ovest) e sarà intestato ai due estremi sud, contro la parete in roccia che delimita l'area da quel lato. Il rilevato avrà un'impronta variabile in funzione del preesistente profilo del modulo, derivante dai seguenti parametri geometrici:

- larghezza base: variabile;
- larghezza berma sommitale: m 3,0 (oltre impermeabilizzazione in argilla);
- altezza: m 6,0;
- pendenza paramento esterno: 30°;
- pendenza paramento interno 45°.

Tenuto conto che l'acclività longitudinale e trasversale dell'area di abbancamento dei rifiuti farà sì che tutto il percolato prodotto defluisca rapidamente verso le aree più depresse del modulo, coincidenti con il piede interno dell'argine, il paramento interno dello stesso verrà realizzato in argilla compattata, per uno spessore non inferiore a m 0,50.

In pratica il rilevato verrà costruito per strati successivi di materiale compattato, di spessore non superiore a m 0,25, costituiti, verso l'esterno, da tout-venant, avente le caratteristiche previste dalle specifiche tecniche di progetto e, verso l'interno, da argilla, avente, dopo la compattazione, un coefficiente di permeabilità $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s. (**Fig. 6.4/VII**).

La planimetria e le sezioni dell'argine sono riportate in **tavola 5**.

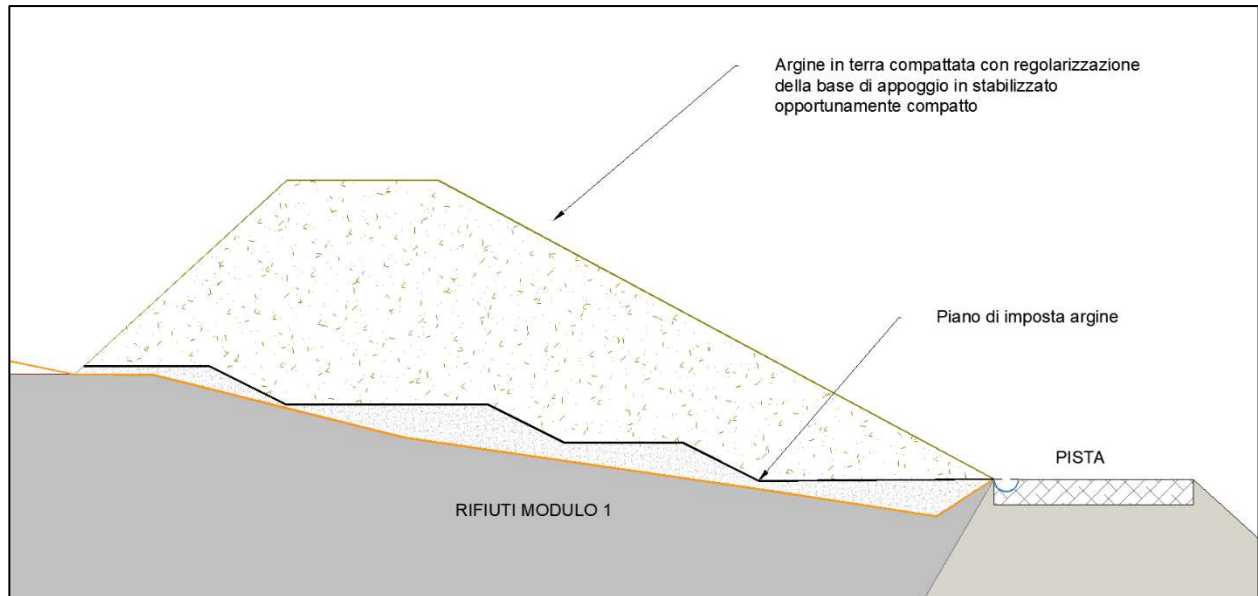


Figura 6.4/VII: Sezione tipo argine

6.4.4 Sbancamento dello strato di terreno vegetale e del sottostante strato di dreno

A partire dalla parte superiore del modulo n.1, verranno asportati, prima lo strato di terreno da coltivo, compresa la vegetazione prevalentemente erbacea presente e successivamente il sottostante strato di materiale drenante. Le operazioni di scavo avverranno per orizzonti omogenei, mantenendo, per quanto possibile, separati i due materiali di risulta. In particolare, la rimozione dello strato drenante, dovrà mettere completamente in luce il sottostante strato di materiale argilloso, senza intaccarne lo spessore.

I quantitativi in banco di materiali da rimuovere, sulla base delle risultanze del progetto esecutivo di chiusura del modulo, saranno indicativamente i seguenti:

- terra da coltivo: circa m³ 7.500-8.000,
- materiale drenante: circa m³ 3.750.

I materiali di risulta dallo sbancamento verranno temporaneamente depositati nell'area indicata in figura 6.4/IV in attesa di essere reimpiegati presumibilmente per la chiusura del modulo n. 2.

Al fine di salvaguardarne le caratteristiche chimico-fisiche e pedologiche, il terreno da coltivo verrà depositato in cumuli e tempestivamente rinverdito superficialmente mediante semina di specie erbacee.

6.4.5 Eliminazione dei piezometri esistenti (modulo n.1)

Nell'area di intervento sono attualmente presenti dei piezometri installati in tempi successivi per monitorare ed emungere la presenza di percolato nel corpo dei rifiuti. Al fine di evitare qualsiasi connessione tra il modulo esistente e la sua sopraelevazione, tali piezometri verranno disattivati. La loro disattivazione avverrà nel seguente modo:

- scavo dello strato di argilla circostante il piezometro
- taglio del piezometro in corrispondenza del piano basale dell'argilla
- sigillatura del piezometro con materiale a bassa permeabilità (bentonite, cemento o loro miscela, ecc.)
- riporto di argilla compattata a colmare lo scavo di cui sopra.

Così facendo, oltre che sigillare la cavità del piezometro, si ripristina l'integrità/continuità dello strato a bassa permeabilità del capping originario.

6.4.6 Chiusura dei pozzi di drenaggio del biogas esistenti (modulo n.1)

Nell'area di intervento sono attualmente presenti dei pozzi di drenaggio del biogas, realizzati contestualmente alla chiusura del modulo e collegati alla sottostazione e quindi all'impianto di produzione di energia elettrica ed alla torcia di combustione. Per le stesse ragioni di cui al punto precedente è tenuto conto del fatto che la prevalenza di essi risulta attualmente inattiva, se ne prevede la dismissione, tenuto anche conto della modesta produzione attuale e producibilità futura di gas da parte del modulo. A tal proposito, si rimanda all'**appendice 2**. Per quanto concerne le modalità di estrazione del biogas residuo, si rimanda al successivo paragrafo.

Previa sconnessione dalla testa del pozzo dalla tubazione di collegamento con la sottostazione, le modalità di sigillatura ed eliminazione dei pozzi avverrà analogamente a come previsto per i piezometri.

6.4.7 Impianto di estrazione del biogas residuo

Come riportato nell'appendice 2, la produzione attuale di biogas è modesta ed in progressiva rapida riduzione, per cui, come riportato nel paragrafo precedente, al fine di evitare interferenze tra i moduli sovrapposti e preso atto dell'inefficienza dei pozzi di estrazione esistenti, questi verranno rimossi.

Per garantire comunque la captazione, estrazione e trattamento del biogas residuo, tenuto conto della producibilità attesa durante la vita residua del modulo (da 23 a 4 Nm²/h) è previsto il ricorso al processo di biossificazione in situ, ritenuto il più confacente nel caso specifico, come risulta dall'immagine successiva (**Fig. 6.4/VIII**), da cui risulta evidente come la soluzione prevista sia coerente con i flussi attesi.

Portata biogas LFG50 (Nm ³ /h)			5	10	20	50	75	100	200	500	1000	>1000
Fase 1	Recupero energetico	RE										
Fase 2	Combustione in torcia	T										
Fase 3	Bio-ossidazione Centralizzata	BOC										
Fase 4	Bio-ossidazione in situ	BOIS										
Fase 5	Libera Emissione copertura ossidativa	LE										

Figura 6.4/VIII: Criteri di "prestazionalità" dei trattamenti del biogas

Per implementare tale sistema sono previste le seguenti opere (**Figg. 6.4/IX e 6.4/X**):

- scavo di n. 4 trincee drenanti, della profondità di circa 4,0 m nei rifiuti, da realizzarsi sulle berme del modulo n.1, dopo aver rimosso lo strato superficiale (v. paragrafo 6.4.4);
- riempimento delle trincee per almeno 3,0 m con materiale lapideo drenante;
- chiusura superficiale dello scavo con uno strato non inferiore a m 1,0 di argilla compattata, tale da ripristinare la continuità dello strato impermeabilizzante del modulo;
- in testa alla trincea, sulla base drenante verrà appoggiata un cilindro metallico (campana) con diametro di 800 mm e sviluppo di 3,0 metri. La campana sarà attrezzata con una sonda fessurata in HDPE De 140 mm mantenuta in asse da appositi centratori; nel contorno della sonda verrà posata ghiaia di granulometria 10 – 100 mm);
- nel contorno esterno della campana verrà immediatamente riportato il rifiuto proveniente dallo scavo adeguatamente compattato fino al rinfiamento completo del cilindro metallico;
- posizionamento di un coperchio sulla campana;
- connessione della campana al sistema di bio-ossidazione in situ (BOIS) ed avviamento del monitoraggio.

I dettagli progettuali ed i calcoli di dimensionamento ed efficienza saranno oggetto della progettazione esecutiva.

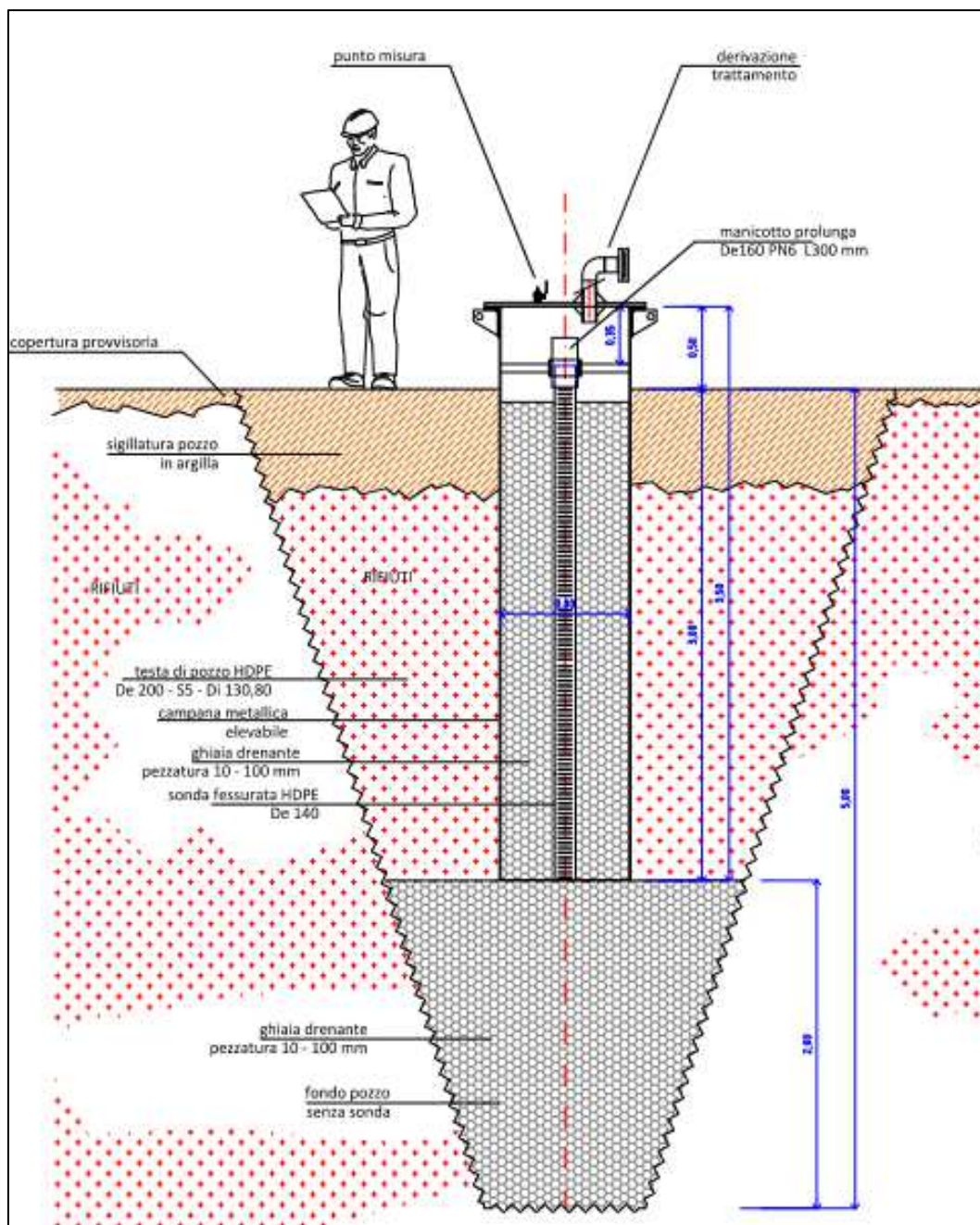


Figura 6.4/IX: Schema di messa in opera sistema di captazione

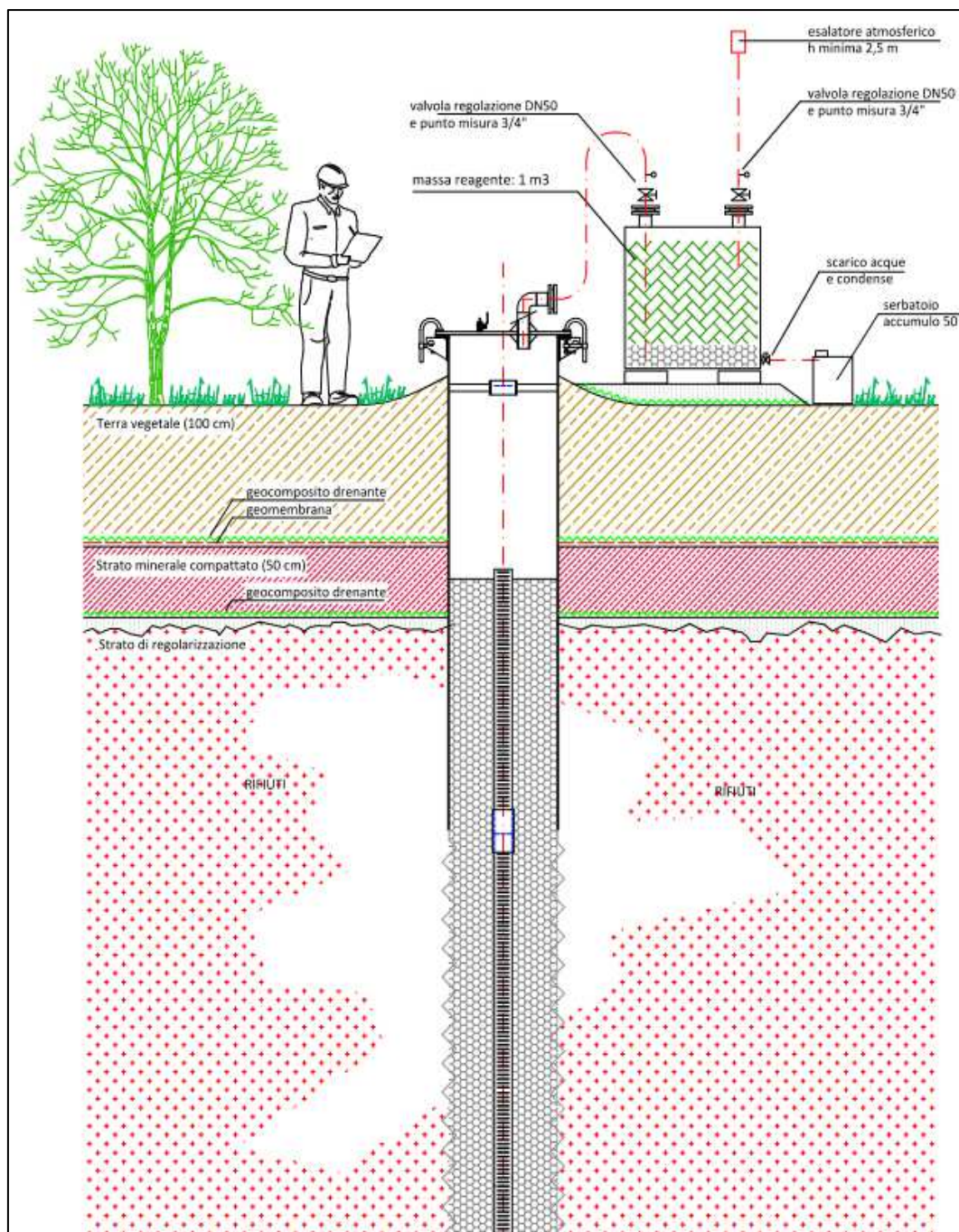


Figura 6.4/X: Schema del sistema di connessione del punto di captazione al BOIS

6.4.8 Costruzione rilevato di ancoraggio dell'impermeabilizzazione della parete in roccia

Nell'impossibilità di ancorare efficientemente il pacchetto impermeabilizzante alla parete in roccia verticale, delimitante il modulo verso sud, in analogia a quanto fatto per il modulo n.1, verrà realizzata una struttura *ad hoc*, costituita da una terra rinforzata monofacciale modulare, addossata alla parete

rocciosa (**Fig. 6.4/XI e Tav. 5**). Tale struttura, poggiante sul fondo del modulo chiuso ed in particolare sulla berma sommitale dell'analogo rilevato sottostante (Fig. 2.3/IV) e sopraelevata progressivamente al progredire degli abbancamenti, avrà i seguenti parametri geometrici di ogni modulo:

- base: m 2,5
- scarpa: 70°-75°
- altezza di ogni modulo: max 3,0 m
- altezza totale: m 7-8

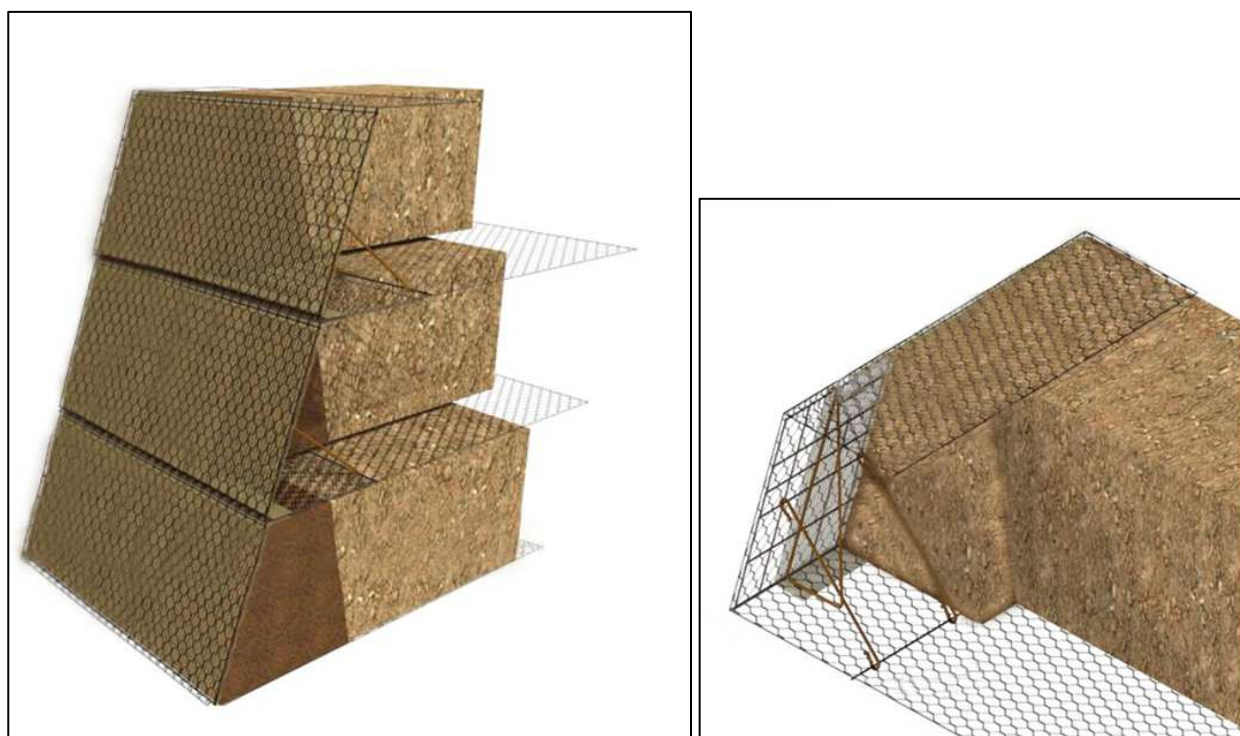


Figura 6.4/XI: Terra rinforzata monofacciale

6.4.9 Impermeabilizzazione modulo

L'impermeabilizzazione del modulo riguarderà:

- il paramento interno dell'argine
- il versante in roccia verso sud, limitatamente all'altezza di appoggio dei rifiuti
- l'intera superficie di abbancamento dei rifiuti

ed avverrà sia con la posa di argilla compattata, sia con materiale sintetico equivalente, accoppiati ad una geomembrana in HDPE, con modalità in parte differenti per le tre superfici di cui sopra.

6.4.9.1 Posa dell'argilla e/o materiale sintetico equivalente

A. Impermeabilizzazione del paramento dell'argine e della parte basale dell'area di abbancamento

Come riferito nel precedente paragrafo 6.1, questa è l'unica area di possibile accumulo temporaneo del percolato defluente da monte e, per questo motivo, è assimilabile, sotto il profilo funzionale, al fondo di una discarica "tradizionale". Per tale motivo, questa sezione, costituita dalla prima fascia basale della superficie di abbancamento, verrà impermeabilizzata, secondo quanto previsto dal D.Lgs. n. 36/03 e smi.

L'argine, come descritto nel precedente paragrafo 6.4.3 verrà realizzato per la parte interna direttamente in argilla compattata di spessore pari a 0,5 m con permeabilità $K \leq 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$, integrata da un geocomposito bentonitico con permeabilità $K < 7,0 \times 10^{-13} \text{ m/s}$ (**Figura 6.4/XII**).

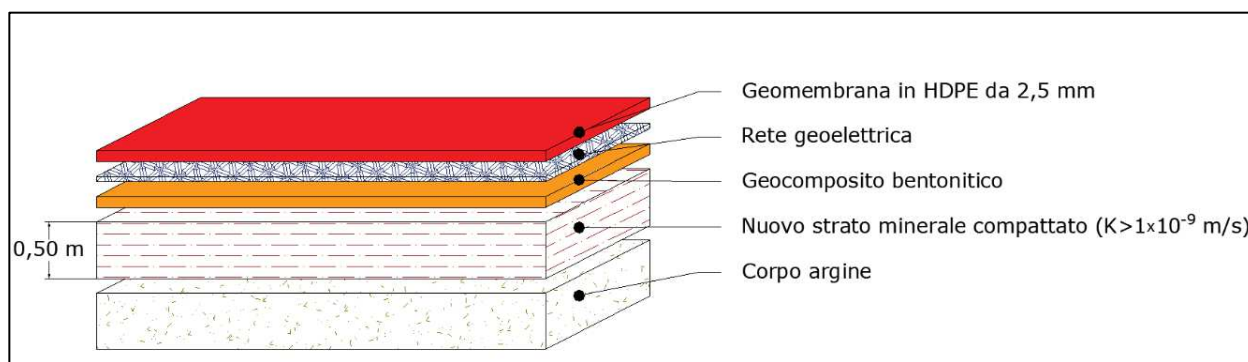


Figura 6.4/XII: Particolare pacchetto impermeabilizzazione paramento interno argine

L'impermeabilizzazione della fascia basale sub-pianeggiante dell'area di abbancamento in prossimità del piede dell'argine, avverrà riportando sul capping del modulo n. 1, senza soluzione di continuità con lo strato di argilla preesistente, uno strato di argilla compattata, stesa in strati non superiori a m 0,25, per uno spessore ulteriore di 1,0 m.

La stratigrafia dell'impermeabilizzazione del paramento interno dell'argine è riportata nella figura 6.4/XII, quella del pacchetto di impermeabilizzazione della superficie a ridosso dell'argine, è riportata nella **figura 6.4/XIII**.

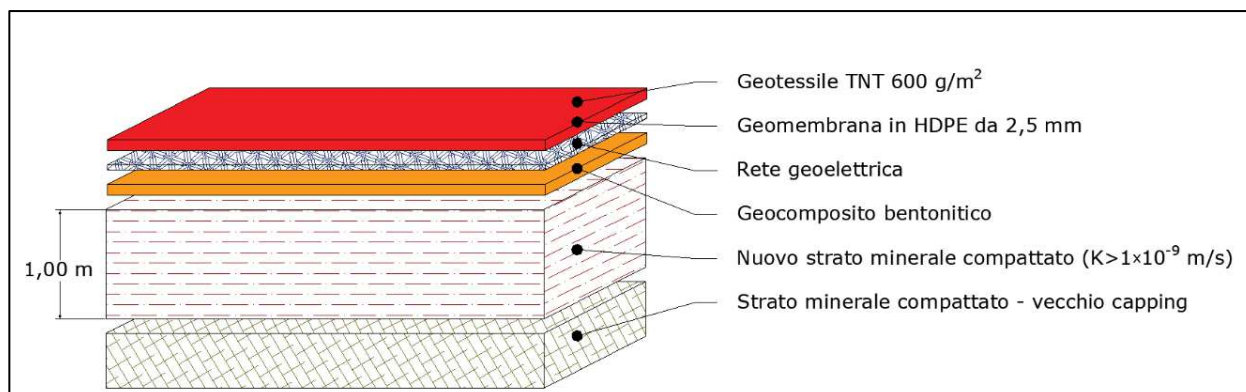


Figura 6.4/XIII: Particolare pacchetto impermeabilizzazione superficie a ridosso dell'argine

B. Impermeabilizzazione del versante in roccia

Come riferito nel precedente paragrafo 6.4.8, alla parete in roccia verrà addossata, per steps successivi, una terra rinforzata monofacciale, funzionale all'ancoraggio dello strato impermeabilizzante, che in questo caso sarà costituito da un geotessuto (TNT) di protezione appoggiato alla struttura, un geocomposito bentonitico accoppiato ad una geomembrana in HDPE di spessore di 2,0 mm. Il geocomposito bentonitico avrà le seguenti caratteristiche tecniche minime:

- massa @12% di umidità: 5000 g/m²
- permeabilità: <7,0 x 10⁻¹³m/s

Per ogni step di sopraelevazione del manufatto, il geocomposito verrà steso/srotolato dall'alto verso il basso ed immerso superiormente, sulla sommità della struttura, mentre al piede verrà sovrapposto, per almeno m 1,0, all'impermeabilizzazione di fondo del modulo. Lateralmente, le successive strisce di geocomposito bentonitico verranno sovrapposte per non meno di m 0,30. La geomembrana, anch'essa sovrapposta per almeno 1,0 m a quella del fondo, verrà saldata a doppia pista sia con questa, sia tra strisce successive.

I particolari costruttivi sono illustrati in **figura 6.4/XIV**.

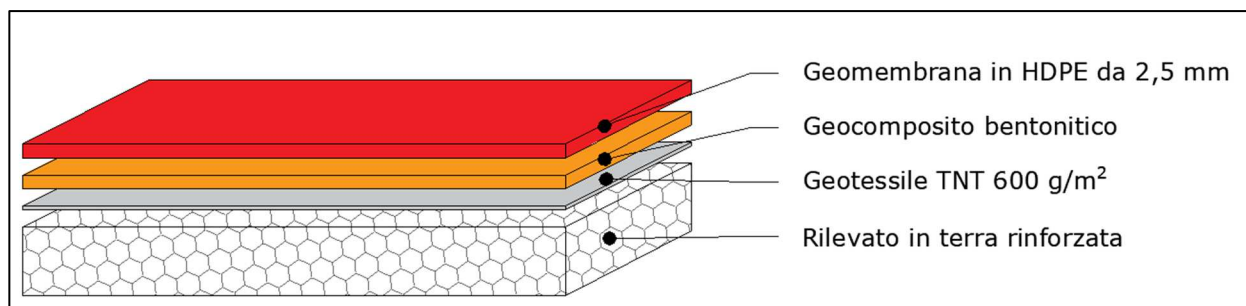


Figura 6.4/XIV: Particolare pacchetto impermeabilizzazione versante in roccia

C. Impermeabilizzazione dell'area di abbancamento

Quest'area, che ha una giacitura declive secondo due linee di pendenza (est-ovest e sud-nord) ed è gradonata con un'alternanza di berme sub-orizzontali e scarpate, dopo le opere preparatorie di cui al precedente paragrafo 6.4.4, si presenta ora con lo stato di argilla del capping del modulo chiuso in vista.

Al fine di:

- ricostituire l'integrità di questo orizzonte, localmente deteriorato, come riportato nel precedente capitolo 3.3;
- creare un piano di posa omogeneo e privo di elementi in grado di danneggiare il materiale impermeabilizzante da sovrapporre;
- migliorare la discontinuità funzionale tra il modulo n.1 in post-gestione e l'ampliamento proposto;

sul predetto strato verrà preliminarmente steso e compattato, nei limiti operativamente possibili, uno strato di argilla dello spessore minimo di m 0,5, su tutta la superficie, ad esclusione della fascia basale, già interessate dall'intervento di cui alla precedente lettera A).

Per favorire il deflusso naturale del percolato, sia libero, sia captato dalla rete di drenaggio (v. oltre) verso valle, il predetto spessore potrà essere localmente incrementato per conferire alle berme:

- una pendenza trasversale verso valle;
- una pendenza longitudinale verso i punti di collettamento del percolato.

Successivamente, su tutta la stessa superficie, verrà steso un geocomposito bentonitico avente le caratteristiche di cui alla precedente lettera B).

Il geocomposito verrà steso con le stesse modalità descritte in precedenza ed in particolare:

- la sovrapposizione longitudinale sarà non inferiore a m 1,0 e quella laterale a mm 0,30;
- sull'argine, il geocomposito verrà immerso in una canaletta posta sulla berma sommitale dell'argine.

Lo schema grafico è riportato in **figura 6.4/XV**.

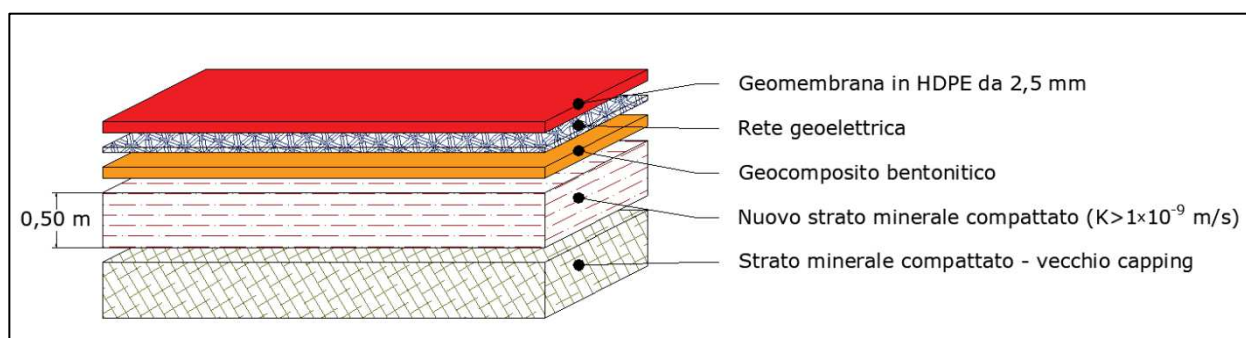


Figura 6.4/XV: Particolare pacchetto impermeabilizzazione area abbancamento

6.4.9.2 Posa della geomembrana e della rete monitoraggio geoelettrico

Monitoraggio geoelettrico

Al fine di monitorare l'integrità della geomembrana, tra questa ed il sottostante geocomposito bentonitico o strato di argilla, verrà installata una rete di controllo geoelettrico.

L'integrità della geomembrana in HDPE verrà verificata mediante il sistema Geoelectrical Monitoring System con il quale è possibile verificare nel tempo le variazioni della tenuta elettrica, e quindi idraulica, della geomembrana ed effettuare l'analisi della conducibilità elettrica del sottostante orizzonte di impermeabilizzazione in modo da escludere la presenza di eventuali *plume* di contaminazione.

Il sistema di monitoraggio previsto permette di ottenere con rapidità e precisione indicazioni puntuali sulla localizzazione del deterioramento di una barriera impermeabilizzante in HDPE posta ad impedire la diffusione degli inquinanti nel sottosuolo. Il metodo G.M.S. è basato sull'elevato contrasto di resistività elettrica della geomembrana in HDPE (10^{13} - 10^{16} Ohm/m) rispetto ai rifiuti ed al terreno di posa (20 - 200 Ohm/m).

Mediante la posa di una serie di elettrodi all'esterno e all'interno della discarica, l'applicazione di una tensione elettrica e la lettura del relativo potenziale elettrico, è possibile verificare la continuità dell'isolamento imposto dalla geomembrana. Gli elettrodi sono collegati via cavo ad un resistivimetro multicanale dove, tramite energizzazione elettrica della rete, viene acquisita e registrata la misura del potenziale elettrico (espresso in mV) in corrispondenza dei nodi della maglia di riferimento.

In condizioni di perfetta integrità fisica della geomembrana, la massa dei rifiuti è elettricamente isolata dall'ambiente circostante la discarica; in presenza di una lacerazione, la corrente fluirà attraverso la discontinuità fisica e il test elettrico permetterà di evidenziare le "anomalie" del campo elettrico, localizzate in corrispondenza della zona di discontinuità (**Fig. 6.4/XVI**).

Le anomalie nel potenziale elettrico sono quindi riconducibili alla presenza del passaggio preferenziale di corrente elettrica e quindi a potenziali lacerazioni nella geomembrana in HDPE.

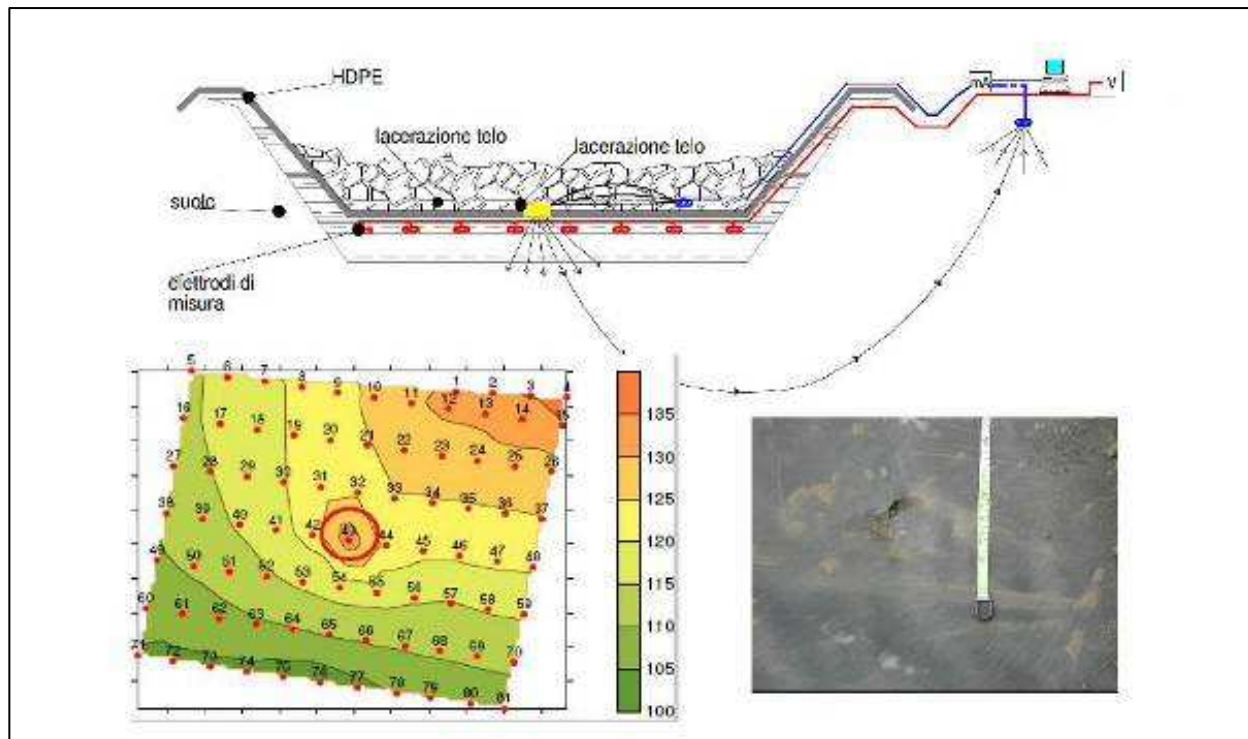


Figura 6.4/XVI: Andamento del potenziale elettrico in presenza di lacerazione della geomembrana in HDPE

La disposizione degli elettrodi nello strato di argilla di posa del manto impermeabilizzante permette di acquisire i dati geoelettrici per realizzare la tomografia 2D e 3D dei primi metri di terreno. Si riporta (**Fig. 6.4/XVII**) un esempio di tomografia 2D (Pseudosezione relativa ad alcuni elettrodi) su cui è stata impostata l'interpretazione della resistività elettrica in forma tridimensionale. Il trattamento della resistività elettrica in forma tridimensionale viene poi realizzato mediante apposito software specifico.

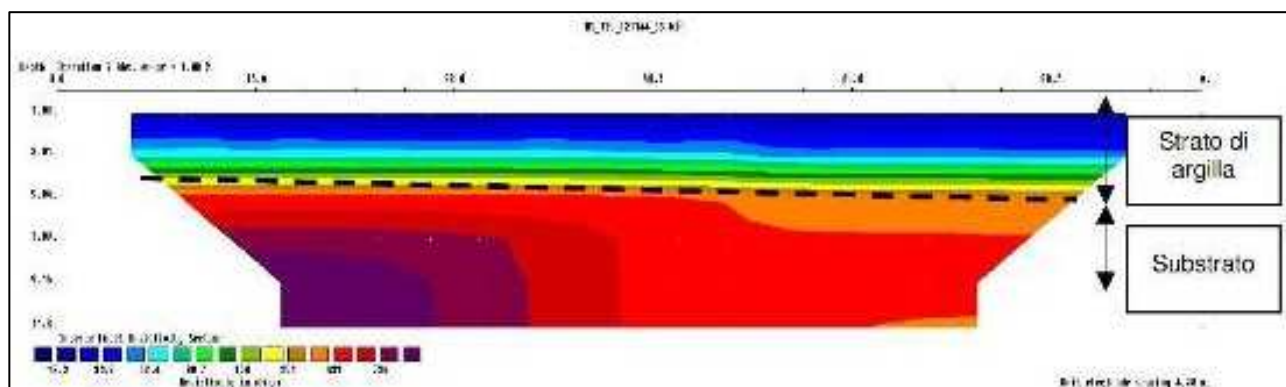


Figura 6.4/XVII: Esempio di pseudosezione geoelettrica

Posa geomembrana

Tutta la "vasca" di deposito dei rifiuti e quindi:

- paramento interno dell'argine,
- superficie di abbancamento,
- parete sud

verranno ulteriormente impermeabilizzati mediante la posa di una geomembrana in HDPE corrugato, dello spessore di 2,5 mm, elettrosaldato a doppia pista.

La geomembrana verrà ancorata a monte (sul manufatto a ridosso della parete in roccia), unitamente al geocomposito bentonitico, mentre a valle verrà immersa, sempre congiuntamente con il geocomposito, in una canaletta, successivamente colmata con cls a basso dosaggio (magrone).

Lo schema grafico della stratigrafia dell'impermeabilizzazione è riportato in **figura 6.4/XVIII**.

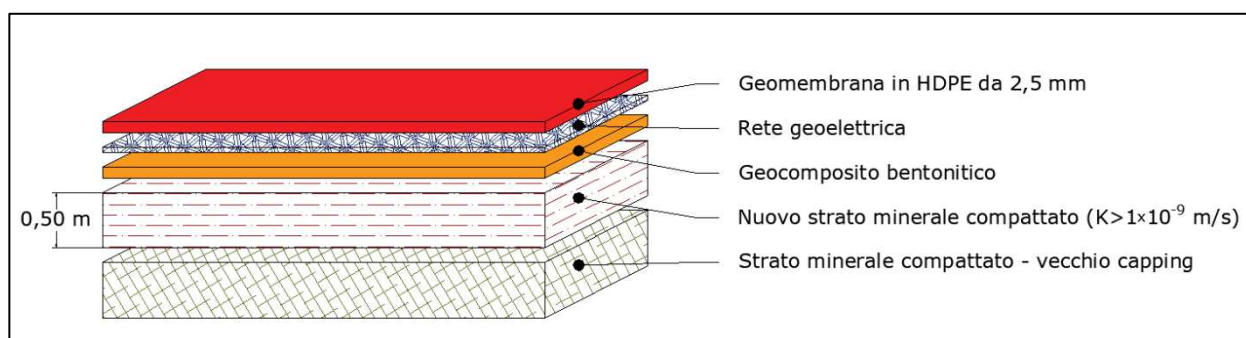


Figura 6.4/XVIII: Particolare pacchetto impermeabilizzazione area abbancamento

6.4.9.3 Verifica di idoneità dell'impermeabilizzazione adottata

Barriera di base prevista dal D.Lgs 121/2020

Le caratteristiche costruttive delle varie tipologie di discarica sono definite all'interno dell'Allegato 1 del D.Lgs. 121/20 che va a sostituire l'equivalente Allegato 1 del D.Lgs. 36/03. In particolare, per gli impianti per rifiuti non pericolosi e per rifiuti pericolosi, le caratteristiche della barriera di fondo e delle sponde sono definite al paragrafo 2.4.2.

Di seguito si riportano le indicazioni in merito riportate nel D.Lgs 121/2020: *"La barriera di base per discarica di rifiuti non pericolosi deve quindi comprendere dal basso verso l'alto:*

livello 1) barriera geologica naturale o completata artificialmente con spessore > 1 m e permeabilità $k < 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$;

livello 2 a) strato di impermeabilizzazione artificiale con spessore $s \geq 1$ m e permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s, impiegando terreni naturali o miscele di terreni compattati che garantiscono la permeabilità prescritta;

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;

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;

livello 3) strato drenante: spessore $> 0,5$ m, permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ 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.

		Descrizione
RIFIUTI		
3. DRENO sp. 0.5	Livello 3	STRATO DRENANTE • spessore $> 0,5$ m, permeabilità $k \geq 1 \times 10^{-5}$ m/s,
	Livello 2c	STRATO DI PROTEZIONE • idoneo materiale naturale o artificiale, • per evitare il danneggiamento durante la fase costruttiva e di gestione della discarica.
2a. IMPERMEABILIZZAZIONE ARTIFICIALE sp. 1.0m	Livello 2b	GEOMEMBRANA IN HDPE • spessore $> 2,5$ mm
1. INTEGRAZIONE sp. > 0.5 m (eventuale)	Livello 2a	STRATO DI IMPERMEABILIZZAZIONE ARTIFICIALE • spessore $s \geq 1$ m e permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s; • terreni argillosi compattati che garantiscono la permeabilità prescritta;
1. BARRIERA GEOLOGICA	Livello 1	BARRIERA GEOLOGICA NATURALE, (eventualmente completata artificialmente) • RNP: spessore ≥ 1 m e permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s • RP: spessore ≥ 5 m e permeabilità $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s

Soluzione proposta

Tuttavia, per quanto attiene all'impermeabilizzazione, il D.Lgs. n. 121/2020 consente, ove necessario, la sostituzione dello strato di argilla compattata, di spessore non inferiore a m 1,0, avente coefficiente di permeabilità $K \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s, a cui viene convenzionalmente attribuito un tempo di attraversamento non inferiore a 25 anni, nell'ipotesi di un carico idraulico pari ad almeno 0,3 m, con materiali sintetici alternativi a condizione che complessivamente forniscano una protezione idraulica equivalente in termini di tempo di attraversamento.

Nel presente caso, stanti le caratteristiche morfologiche del sito e le conseguenti difficoltà operative previste, il progetto prevede, per le superfici declivi, l'utilizzo di un sistema di impermeabilizzazione dell'area di abbancamento dei rifiuti alternativo al sistema multistrato classico, previsto dal D.Lgs. 36/03, così come modificato dal D.Lgs. n. 121/2020, con la sostituzione parziale dello strato di materiale a bassa permeabilità (argilla) dello spessore di m 1,0, accoppiato ad una geomembrana in HDPE, con materiali sintetici.

Alla luce delle considerazioni precedentemente riportate (considerazioni relative al motivo per cui non si riesce a realizzare pacchetto come da Decreto), la barriera di base del nuovo modulo di discarica in esame sarà realizzata, dal basso verso l'alto, dai seguenti orizzonti:

- strato minerale compattato, di spessore 0,5 m, già esistente, in quanto rappresentante l'orizzonte di argilla del capping superficiale del vecchio lotto (sul quale il nuovo lotto verrà realizzato);
- strato minerale compattato, di spessore 0,5 m, di nuova realizzazione e sovrastante l'orizzonte esistente (di cui al punto precedente);
- geocomposito bentonitico tipo Maccaferri Macline GCL WL20 o analogo con performance equivalenti;
- rete geoelettrica;
- geomembrana in HDPE spessore 2,5 mm;
- geocomposito drenante con doppio strato in TNT.

Di seguito la rappresentazione grafica del pacchetto sopra descritto (**Fig. 6.4/XIX**):

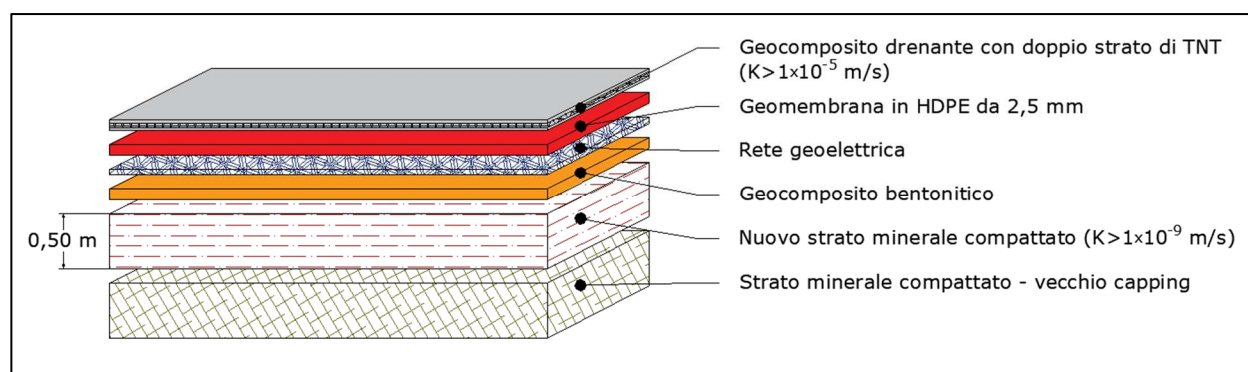


Figura 6.4/XIX: Pacchetto impermeabilizzazione

Per quanto concerne la permeabilità idraulica degli strati minerali (sia l'esistente, sia il nuovo strato da realizzare al di sopra dell'esistente), cautelativamente la verifica dell'equivalenza idraulica verrà effettuata adottando un valore di conducibilità idraulica pari a 1×10^{-8} m/s, superiore pertanto al valore previsto dal D.Lgs 121/2020 (1×10^{-9} m/s).

Tale assunzione cautelativa viene adottata per tenere conto di eventuali zone con possibile compattazione non ottimale dello strato minerale (ad esempio nelle zone a maggiore acclività) o con inclusioni di materiale a maggior permeabilità (in corrispondenza dell'orizzonte minerale preesistente derivante dal capping superficiale del vecchio modulo).

Verifica Equivalenza Idraulica della Barriera di Base

Metodologia di calcolo

La verifica di equivalenza è relativa al pacchetto di impermeabilizzazione proposto in sostituzione della barriera geologica e della barriera supplementare.

Adottando, in conformità a quanto previsto dal D.Lgs 121/2020, un battente di percolato sovrastante l'impermeabilizzazione di fondo pari a 0,30 m, deve essere verificata l'equivalenza, in termini di tempo di attraversamento a:

- la barriera geologica: conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s e spessore $s \geq 1$ m;
- lo strato minerale compattato: conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s e spessore $s \geq 1$ m.

Ne deriva che lo strato minerale in progetto deve essere equivalente a uno strato con conducibilità idraulica $k \leq 1 \times 10^{-9}$ m/s e spessore $s \geq 2$ m.

Per le verifiche di equivalenza in termini di tempo di attraversamento si impiegano le seguenti relazioni:

$$v = k \cdot i = k \cdot \frac{H + sp}{sp}$$
$$v = \frac{sp}{t}$$

in cui:

v = velocità di attraversamento

k = permeabilità

i = gradiente idraulico

H = battente idraulico

sp = spessore dello strato da attraversare

t = tempo di attraversamento

Sulla base di quanto sopra, il tempo di attraversamento risulta pertanto dato dalla seguente espressione:

$$t = \frac{sp}{k \cdot i} = \frac{sp^2}{k \cdot (H + sp)}$$

Nel caso di verifica in presenza di più orizzonti sovrapposti, il tempo totale di transito risulta determinato mediante sommatoria dei contributi dei singoli orizzonti.

In particolare, di seguito si riportano le espressioni utilizzate per la valutazione del gradiente idraulico e del tempo complessivo di attraversamento dell'impermeabilizzazione (geomembrana in HDPE esclusa):

$$i = \frac{H + \sum sp}{\sum sp}$$

$$t_d = \frac{1}{i} \sum \frac{sp}{k}$$

Di seguito si riportano le valutazioni del tempo di attraversamento, sia del pacchetto definito dal D.Lgs 121/2020, sia dal pacchetto di progetto previsto per la discarica in oggetto.

Determinazione tempo di attraversamento barriera di base definita da D.Lgs 121/2020

Applicando la formula sopra riportata allo strato di normativa, si ottiene che il tempo di attraversamento minimo dello strato di progetto risulta essere:

$$t_d = \frac{sp^2}{k \cdot (H + sp)} = \frac{2^2}{1 \times 10^{-9} \cdot (0.3 + 2)} = 55 \text{ anni}$$

Determinazione tempo di attraversamento barriera di base di progetto

Applicando le formule sopra riportate allo strato di progetto per la discarica in esame, risulta quanto segue:

$$i = \frac{H + \sum sp}{\sum sp} = \frac{0.3 + 1 + 0.0072}{1 + 0.0072} = 1.298$$

$$td = \frac{1}{i} \sum \frac{sp}{k} = \frac{1}{1.298} \left(\frac{0.5}{1 \times 10^{-8}} + \frac{0.5}{1 \times 10^{-8}} + \frac{0.0072}{7 \times 10^{-13}} \right) = 254 \text{ anni}$$

Come visualizzato, a discapito dell'assunzione conservativa relativa alla permeabilità dello strato minerale (assunzione adottata per tenere in considerazione eventuali zone a compattazione non ottimale o presenza di materiale estraneo nell'orizzonte di argilla derivante dall'esistente capping superficiale del lotto esistente) il tempo di attraversamento della barriera di fondo di progetto risulta pari a circa 254 anni, nettamente superiore al valore relativo allo strato da normativa, per cui la soluzione progettuale proposta risulta equivalente e migliorativa rispetto alla soluzione prevista dal D.Lgs 121/2020.

6.4.10 Opere di drenaggio del percolato e del biogas

Nel seguito vengono descritte congiuntamente le opere di drenaggio del percolato e del biogas, in quanto i due impianti sono in parte funzionalmente connessi.

6.4.10.1 Opere di drenaggio del percolato

Nel presente caso:

- considerato che la superficie di posa dei rifiuti, come meglio precisato nel precedente capitolo 6.1, può considerarsi, sotto l'aspetto funzionale, analoga alle sponde di una discarica tradizionale, fatta eccezione della fascia basale adiacente all'argine di contenimento perimetrale, in cui potrebbe formarsi un accumulo temporaneo di percolato;
- stanti le caratteristiche morfologiche particolari del sito, le operazioni di posa dei materiali naturali risultano particolarmente difficoltose con scarse probabilità di riuscita ottimale (risultati coerenti con i limiti normativi);
- tenuto conto che il D.Lgs. 121/2020 prevede espressamente che nel caso di sponde con pendenza superiore a 30° lo strato drenante naturale può essere sostituito con uno strato artificiale con capacità drenante equivalente,

il progetto prevede l'utilizzo di un sistema drenante costituito da:

- a. un geocomposito drenante steso sull'intera superficie di abbancamento e sul paramento interno dell'argine;
- b. in aggiunta a quanto alla lettera a), la posa di uno strato di materiale drenante naturale, nella fascia al piede dell'argine perimetrale di contenimento;
- c. una rete di tubazioni drenanti microfessurate;
- d. un sistema di emungimento e stoccaggio del percolato.

Il geocomposito avrà una permeabilità $K \geq 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$.

Il materiale drenante naturale sarà costituito da ghiaia con pezzatura 40-70 mm, o altro materiale con analoghe caratteristiche drenanti, per lo spessore medio di m 0,50.

Di seguito la rappresentazione grafica del pacchetto sopra descritto (**Figg. 6.4/XX e 6.4/XXI**):

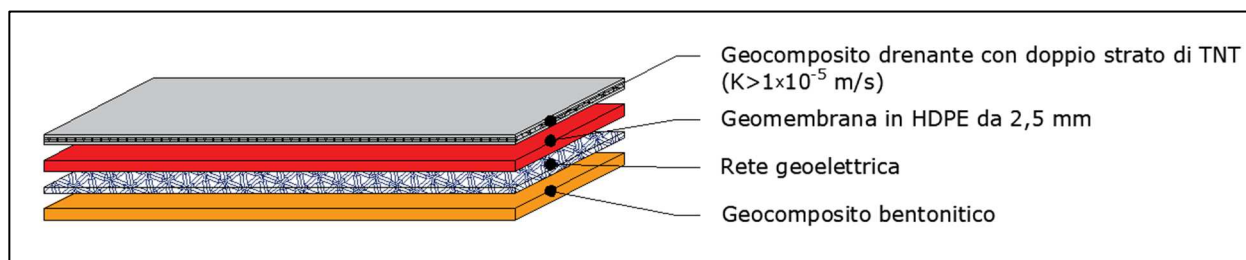


Figura 6.4/XX: Pacchetto impermeabilizzazione e drenaggio

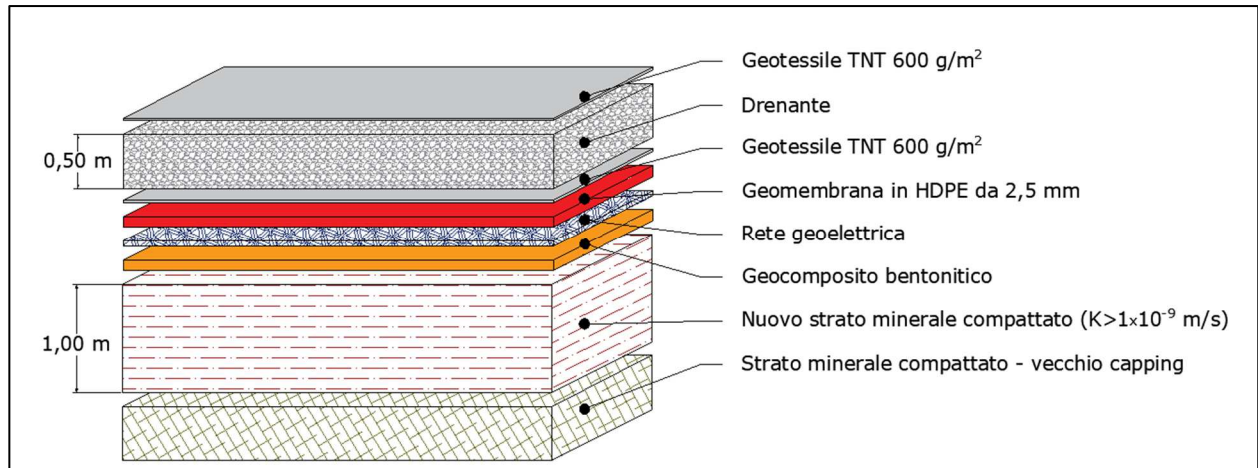


Figura 6.4/XXI: Pacchetto impermeabilizzazione con sistema drenante - Caso b)

Quantunque la morfologia generale dell'area di abbancamento favorisca naturalmente il deflusso rapido del percolato verso il piede dell'argine e da qui verso il punto più depresso del sito (punto di emungimento), evitando il formarsi di battenti, anche temporanei, sull'intera area, in via del tutto precauzionale, è stata prevista anche una rete di drenaggio, costituita da una serie di tubi microfessurati.

Tale rete sarà costituita da n. 6 tubi in HDPE, di diametro di mm 200, posati sulle berme, al piede della scarpata superiore e connessi a n.2 collettori perimetrali di diametro di 300 mm, sempre microfessurati, posati, l'uno lungo il limite sud del modulo, parallelamente alla parete in tufo e l'altro al piede dell'argine ed immerso nello strato di ghiaia.

Poiché le berme avranno una pendenza longitudinale da NE verso SW ed il collettore sud avrà una pendenza da E verso W, il deflusso sarà sempre garantito per gravità. Il collettore al piede dell'argine drenerà il percolato libero che, non intercettato dai dreni, defluirà lungo il piano di posa dei rifiuti.

I dreni sulle berme ed i collettori saranno rivestiti con un geotessuto TNT e protetti da uno strato di ghiaia.

La planimetria della rete di drenaggio è riportata in **tavola 9** ed i particolari costruttivi in **figura 6.4/XXII**.

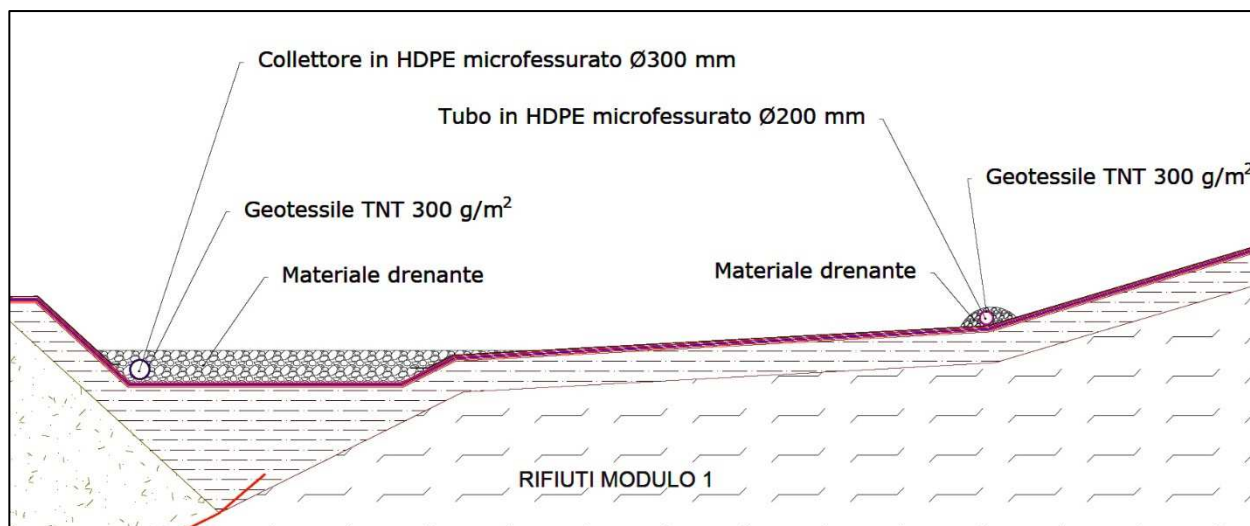


Figura 6.4/XXII: Particolari costruttivi rete di drenaggio

Il sistema di estrazione sarà costituito da un pozzo in HDPE, diametro 1000 mm, ubicato nel punto più depresso della discarica (estremo W), posato su una vasca di fondazione in c.a, dotato di una pompa sommersa avente una portata non inferiore a 50 l/min, direttamente connessa mediante tubazione ai serbatoi di stoccaggio del percolato, costituiti da n. 2 silos in acciaio inox da m³ 90 caduno, ubicati in prossimità dell'attuale vasca V1. La pompa sarà posizionata ad una profondità tale per cui le quote di innesco e disinnesco garantiranno la minimizzazione del battente di percolato nell'area di massimo accumulo (intorno al pozzo). La parte basale sia della vasca di fondazione che del pozzo saranno finestate per consentire l'ingresso del percolato libero e connessi con i tubi collettori.

Lo schema esemplificativo del pozzo di emungimento è riportato in **figura 6.4/XXIII**.

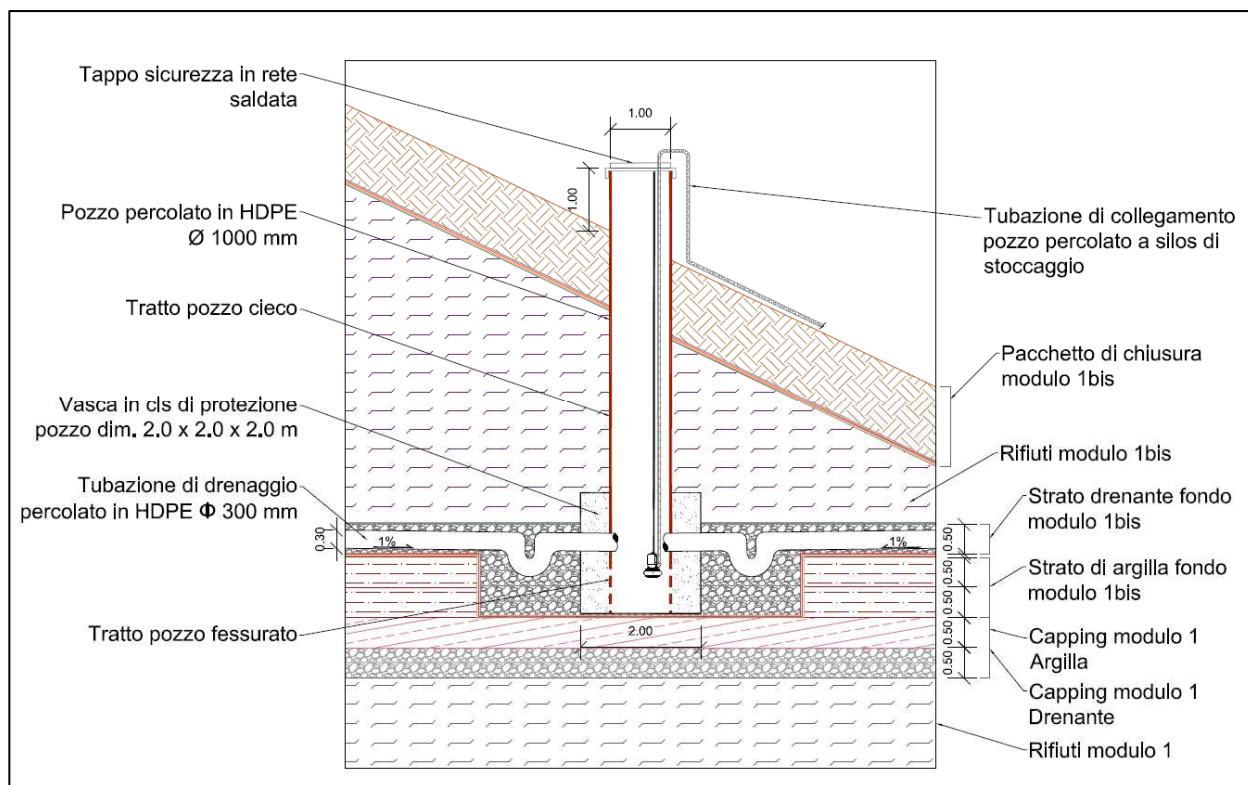


Figura 6.4/XXIII: Schema pozzo emungimento percolato

La rete di drenaggio del percolato dovrà allontanare anche il percolato attratto dai pozzi di drenaggio del biogas, per cui, detti pozzi, come meglio precisato nel seguito, saranno connessi con la rete di drenaggio di cui sopra (**Fig. 6.4/XXIV**).

Poiché il sistema di aspirazione del biogas deve essere tenuto in depressione, i collettori del percolato, interconnessi con il sistema di aspirazione del biogas, saranno dotato di un sifone, posizionato nella parte terminale prossima all'innesto con il pozzo di estrazione, necessario per garantire la depressione del sistema a monte.

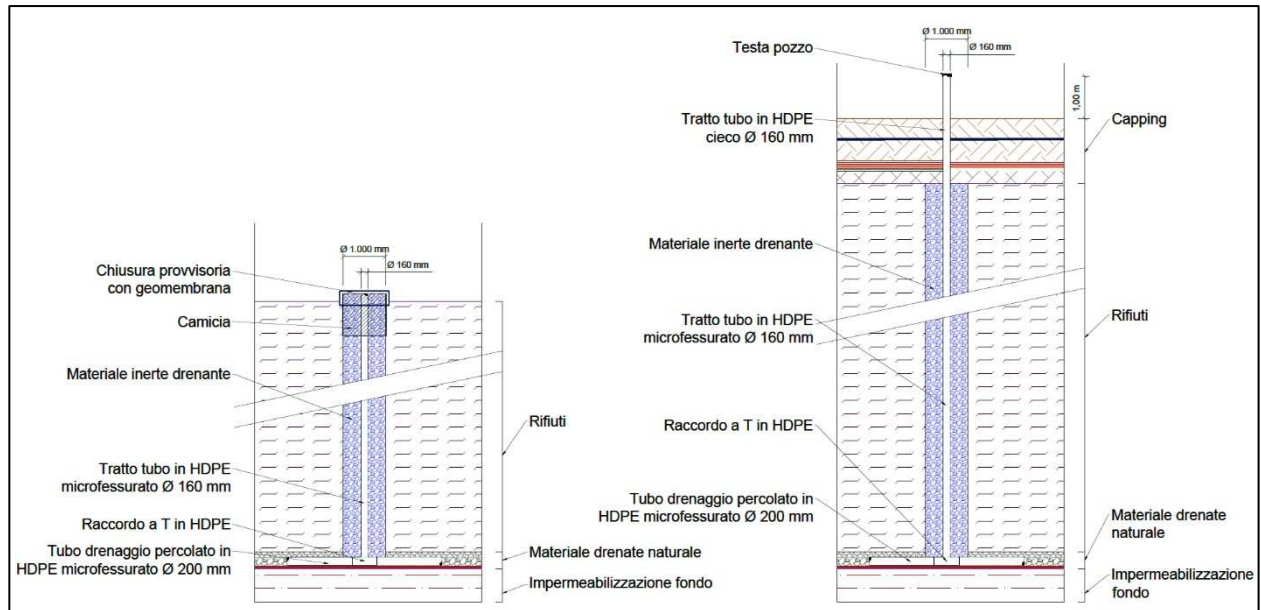


Figura XXIV: Schema pozzo estrazione biogas

6.4.10.2 Verifica Equivalenza Idraulica Orizzonte Drenante

In virtù della particolare configurazione della scarpata, come in precedenza riportato, si propone l'utilizzo di un geocomposito Marcato CE, MACDRAIN 108X, o equivalente.

Tale materiale sarà realizzato con una massa complessiva superiore a 2.000 g/mq e una resistenza al punzonamento di almeno 12 kN/ (EN ISO 12235).

Il prodotto garantirà la duplice funzione di sistema di protezione della membrana e di sistema di drenaggio dell'eventuale percolato.

Metodologia di calcolo

La portata idraulica collettata dall'orizzonte drenante di ghiaia è valutata adottando la legge di Darcy:

$$Q_{ghiaia} = K_{ghiaia} \cdot s \cdot i$$

in cui:

- Q_{GHIAIA} : portata unitaria orizzonte di ghiaia;
- K_{GHIAIA} : conducibilità idraulica ghiaia;
- s : spessore strato di ghiaia;
- i : gradiente idraulico.

La portata ammissibile del geocomposito Q_a è ottenuta applicando dei Fattori di Riduzione (Cancelli & Rimoldi, 1989; Koerner, 1994) alla portata longitudinale Q_L desunta dalla scheda tecnica del geocomposito:

$$Q_a = \frac{Q_L}{FS} = \frac{Q_L \cdot Flr}{RFin \cdot RFcr \cdot RFcc \cdot RFbc}$$

in cui:

- Q_L : portata longitudinale geocomposito (da scheda tecnica);
- $RFin$: Fattore di riduzione dovuta all'introflessione del geotessile nell'anima drenante a causa del carico applicato;
- $RFcr$: Fattore di riduzione dovuto al creep (deformazione a carico costante);
- $RFcc$: Fattore di riduzione dovuto all'occlusione dell'anima drenante da fattori chimici;
- $RFbc$: Fattore di riduzione dovuto all'occlusione dell'anima drenante da fattori biologici;
- Flr : Fattori di riduzione empirici legati alle diverse configurazioni di test dei materiali (test R/R – R/S – S/S).

Nel caso di valutazione della portata ammissibile dal geocomposito in condizioni di acclività differenti da quelle di test in cui la portata longitudinale del geocomposito è stata valutata, si ricorre ad una formula correttiva (Rimoldi, 1989):

$$Q_{i2} = Q_{i1} \cdot \sqrt{\frac{i_2}{i_1}}$$

in cui:

Q_{i1} = portata unitaria per il gradiente i_1 , ottenuta dai test [l/s/m o m²/s];

Q_{i2} = portata unitaria per il gradiente i_2 specifico [l/s/m o m²/s];

i_1 = gradiente idraulico utilizzato nei test;

i_2 = gradiente idraulico per cui si vuole calcolare la portata.

Term	Description	Indicative range
RF _{in}	Reduction Factor for intrusion of the filter geotextiles into the draining core	1,0 – 2,0
RF _{cr-Q}	Reduction Factor for flow rate due to compressive creep of the core	1,0 – 6,0
RF _{cc}	Reduction Factor for pore/volume reduction due to chemical clogging	1,0 – 1,5
RF _{bc}	Reduction Factor for pore/volume reduction due to biological clogging (not including applications in landfills)	1,0 – 1,3
RF _L	Reduction Factor for overall uncertainties on laboratory data and field conditions	1,0 – 1,5
Π RF	Product of all Reduction Factors for the site-specific conditions	1,0 – 35,1

Sulla base di *ISO TR 18228-4 Design using geosynthetics — Part 4: Drainage*, i coefficienti riduttivi sono riportati nella seguente tabella:

Il fattore di sicurezza finale FSG è dato dal rapporto tra la portata del geocomposito Q_a e quella dell'orizzonte drenante da normativa Q_D:

$$FS_G = Q_a / Q_D$$

Se $FS_G \geq 2.5$ allora il geocomposito è verificato.

Condizioni al contorno per la verifica:

1. *Gradiente*: pari a 0,21 (pendenza media)
2. *Contatto*: R/S tipico dell'applicazione del drenante tra una membrana ed uno terreno/rifiuto. Eventuali contatti in condizioni diverse possono essere a fattore di sicurezza (S/S) o di insicurezza (R/R). Si assume, di applicare un coefficiente correttivo di 0,6 per le portate stimate in condizione R/R (non cautelative)
3. *Carico* assunto a fattore di sicurezza pari a 200 kPa. Il carico è valutato come spinta orizzontale del rifiuto essendo il GCD posto in scarpata.

I coefficienti riduttivi scelti per il progetto di drenaggio delle scarpate sono di seguito riportati:

- RF_{in} = 1,10;
- RF_{cr} 1,22: valore ricavato dal DDS (DDS- Compressive Creep MD W1081-1101 allegato alla presente relazione) valido per il carico di 200 kPa e Tempo di progetto 100 anni
- RF_{cc} = 1,20 assunto sulla base delle prassi ingegneristiche;

- $RF_{bc} = 1,20$ assunto sulla base delle prassi ingegneristiche.
- FI_r = Fattori di riduzione empirici legati alle diverse configurazioni di test dei materiali. Per passare da test R/R a R/S si assume 0.6

I fattori di riduzione assunti per il calcolo del presente elaborato, sono assunti sulla base delle prassi ingegneristiche, e delle normative attualmente in vigore.

Il parametro indice della riduzione di spessore dovuto a effetti viscosi dei materiali è invece normato in accordo alla *ISO 25619-1:2008, Geosynthetics - Determination of Compressive behavior - Part 1: Compressive Creep Properties*.

Il prodotto deve quindi possedere la certificazione emessa da enti certificati terzi, in accordo a tale norma, con durata del test di almeno 10.000 h. La certificazione in accordo alla norma ISO 25619 permette di avere dati sperimentali più accurati rispetto a quelli ricavabili con prove accelerate sui materiali secondo ASTM D7361-07. Tali dati sono reperibili nel DDS- Compressive Creep MD W1081-1101.

I fattori viscosi possono influire sensibilmente sulle prestazioni idrauliche nel tempo di un geocomposito drenante, ed in assenza di prove specifiche si considera un fattore di riduzione mediamente tra 3 e 4 per i soli effetti di creep (figura 1).

La scelta di un prodotto certificato permette di ridurre l'alea di tale prestazione ottimizzando il design del gcd di progetto.

Al fine di inserire un ulteriore fattore di sicurezza della verifica i parametri di creep sono assunti in presenza di un carico di confinamento di 200 kPa sicuramente più gravoso delle condizioni di esercizio. Il tempo del fattore di creep RF_{cr} è pari a 100 anni.

Verifica equivalenza idraulica dreno

La verifica dell'equivalenza idraulica tra lo strato drenante previsto dalla normativa e quello di progetto prevede la valutazione della portata idraulica collettibile da tali orizzonti, sotto una determinata acclività del versante.

Ai fini della verifica, è stata valutata la pendenza media del versante, con un angolo pari a 12° e gradiente 0,21.

Per quanto concerne l'orizzonte drenante da normativa, essa risulta caratterizzata da:

- ➔ spessore: 0,5 m;
- ➔ conducibilità idraulica: assunta pari a $1 \cdot 10^{-3}$ m/s valore medio di un terreno granulare, sapendo che uno strato drenante di tale tipo ha solitamente una permeabilità variabile tra di $1 \cdot 10^{-2}$ m/s, e $1 \cdot 10^{-5}$ (valore minimo da normativa)

Applicando la legge di Darcy, per lo strato drenante previsto dalla normativa si ottiene una portata idraulica specifica (ai liquidi) pari a:

$$Q_{ghiaia} = K_{ghiaia} \cdot s \cdot i = 1 \cdot 10^{-3} \cdot 0.5 \cdot 0.21 = 1.05 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m} = 0.105 \text{ l/m/s}$$

Per quanto concerne l'orizzonte drenante da progetto, la portata ammissibile Q_a andrà valutata nelle stesse condizioni di esercizio, contatto R/S, pressione di confinamento 200 kPa, e gradiente pari a 0,21.

Il valore di partenza è quello di scheda tecnica per il MACCDRAIN W 108X al gradiente più prossimo a quelli relativi al caso in esame, ovvero quello pari a 0,1. Di seguito si riporta lo stralcio di interesse della scheda tecnica:

MacDrain®			W 108X			
GEOCOMPOSITO (GCO)						
Spessore a 2 kPa ^(1,3)	EN ISO 9863-1	mm	14.5 (+/- 12%)			
Spessore a 20 kPa ^(1,3)	EN ISO 9863-1	mm	-			
Massa areica ^(1,3)	EN ISO 9864	g/m ²	1945 (+/- 10%)			
Resistenza trazione - MD ^(2,4)	EN ISO 10319	kN/m	88 (- 12%)			
Capacità drenante nel piano- MD ^(1,2,4,5)	EN ISO 12958	l/m/s	(+/- 25%)			
		Proprietà a breve termine				
	Gradiente =	0.03	0.1	1.0	dopo 20anni ⁽⁵⁾	dopo 100anni ⁽⁵⁾
					1.0	1.0
Contatto morbido/morbido ⁽⁴⁾	20 kPa	-	-	2.76 ⁽²⁾	-	-
Contatto rigido/morbido ^(1,4)	20 kPa	0.40	0.72	2.88	-	-
	100 kPa	0.30	0.51	2.13	1.88	1.85
	200 kPa	0.20	0.38	1.79	1.36	1.14

Come visualizzato, la portata longitudinale in caso di contatto R/M, sotto un carico di 200 kPa e un gradiente pari a 0,1 risulta pari a 0,38 l/m/s.

Sulla base di tale valore, di seguito si riportano il valore di portata longitudinale opportunamente corretto per un valore di gradiente pari a 0,21:

$$Q_{i0.21} = Q_{i0.1} \cdot \sqrt{\frac{0.21}{0.1}} = 0.38 \cdot \sqrt{\frac{0.21}{0.1}} = 0.55 \text{ l/m/s}$$

Sulla base di tale valore, adottando la formula precedentemente riportata, viene valutata la portata ammissibile del geocomposito drenante:

$$Q_a = \frac{Q_L}{FS} = \frac{0.55}{1.10 \cdot 1.22 \cdot 1.20 \cdot 1.20} = 0.285 \text{ l/m/s}$$

Il rapporto prestazionale fra la soluzione di progetto e quella prevista dalla normativa risulta pertanto:

$$FSG = \frac{Q_a}{Q_{ghiaia}} = \frac{0.285}{0.105} = 2.715 > 2.50$$

Alla luce del valore di Fattore di sicurezza, la verifica di equivalenza risulta pertanto VERIFICATA e la soluzione progettuale proposta risulta pertanto equivalente e migliorativa rispetto alla soluzione prevista dal D.Lgs 121/2020.

6.4.10.3 Opere di drenaggio del biogas

La rete di captazione del biogas sarà realizzata progressivamente con l'avanzare degli abbancamenti, ma comunque avviata sempre prima del deposito dei rifiuti e sarà costituita da n. 9 pozzi di drenaggio. Per garantirne il funzionamento (evitarne l'intasamento di percolato), essa sarà innestata sulla rete di drenaggio del percolato. La distribuzione planimetrica dei pozzi (**Fig. 6.4/XXV e Tav. 9**) è stata prevista considerandone un raggio di influenza di ogni pozzo pari a 25 m.

Sotto l'aspetto costruttivo, ogni pozzo sarà costruito come segue e sopraelevato con il procedere degli abbancamenti:

- a. innesto di un tubo in HDPE microfessurato di diametro di 160 mm, direttamente sulla rete di drenaggio del percolato mediante raccordo a T;
- b. posa di un cilindro metallico (camicia) di diametro di m 1,0, intorno al tubo microfessurato;
- c. riempimento del cilindro con materiale drenante;
- d. addossamento dei rifiuti alla camicia;
- e. chiusura ermetica provvisoria della camicia con un foglio di polietilene;
- f. attivazione del sistema centralizzato di aspirazione;
- g. al raggiungimento della quota superiore provvisoria del pozzo da parte degli abbancamenti, sopraelevazione del pozzo con le stesse modalità di cui sopra.

Raggiunta la quota finale del pozzo (fine abbancamenti), lo stesso verrà sigillato con uno strato non inferiore a m 2,0-2,5 di argilla o bentonite e verrà posata la testa di pozzo.

Nel presente caso, il sistema di aspirazione del biogas verrà connesso con l'impianto di trattamento (impianto produzione di energia elettrica o combustione in torcia) esistente.

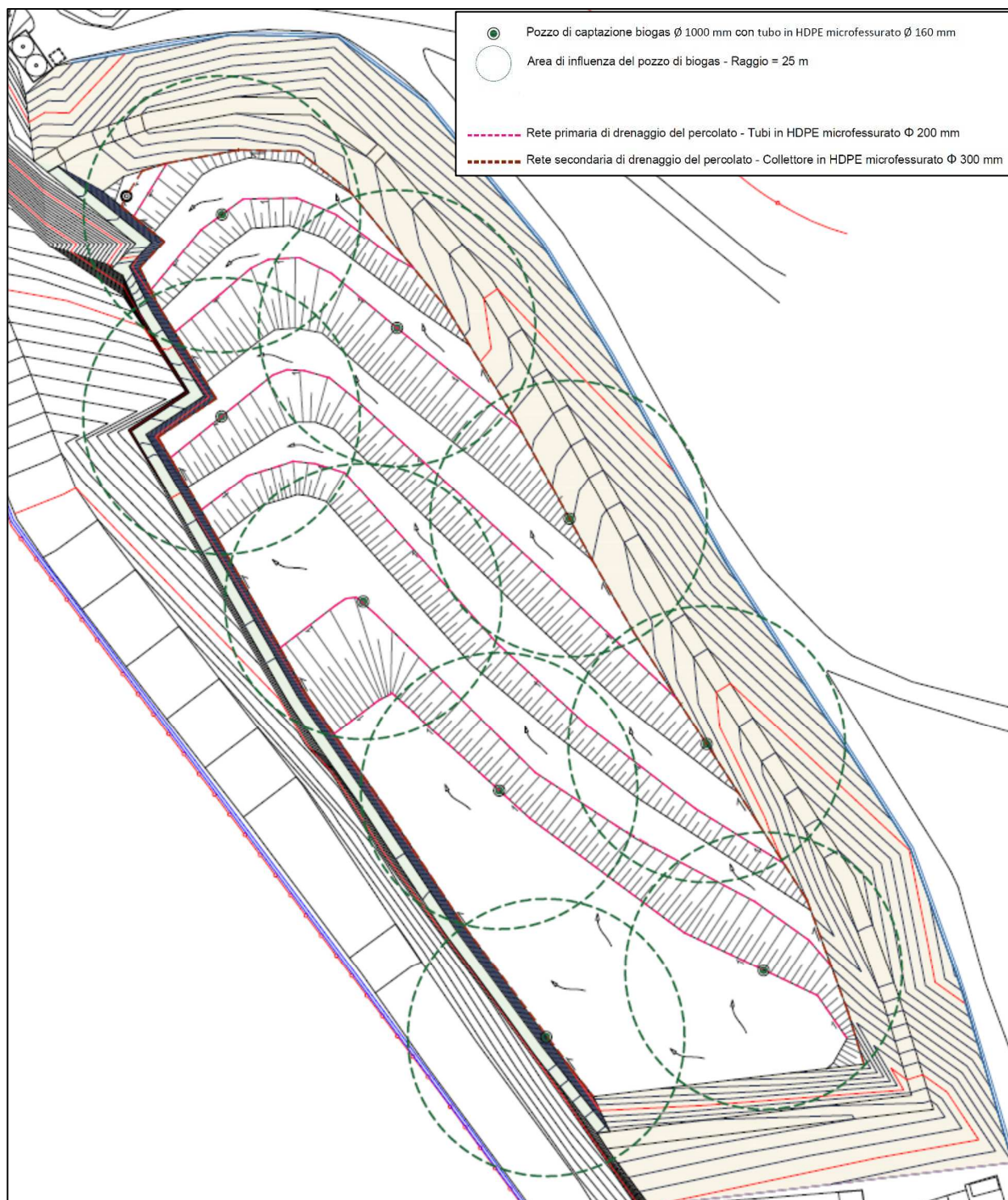


Figura 6.4/XXV: Distribuzione planimetrica dei pozzi di biogas

6.4.11 Separazione dei sub-moduli

Come riportato nel paragrafo 6.2 il nuovo modulo verrà realizzato in due steps successivi (sub-modulo A e sub-modulo B), al fine di limitare temporalmente le possibili interferenze delle nuove opere a carico del modulo n.1 in post-gestione.

Pertanto, mentre verranno realizzate le opere sul sub-modulo A e durante la sua coltivazione, il sub-modulo B rimarrà integro, fatto salvo il transito dei mezzi d'opera verso il sub-modulo A, su piste di servizio appositamente approntate.

Al fine di evitare che le acque meteoriche incidenti sul sub-modulo B, possano interferire con l'adiacente sub-modulo A in costruzione o in coltivazione, lungo il limite di separazione tra i due sub-moduli, verrà costruito un arginello di separazione in terra (**Figg. 6.4/XXIV e 6.4/XXV**).

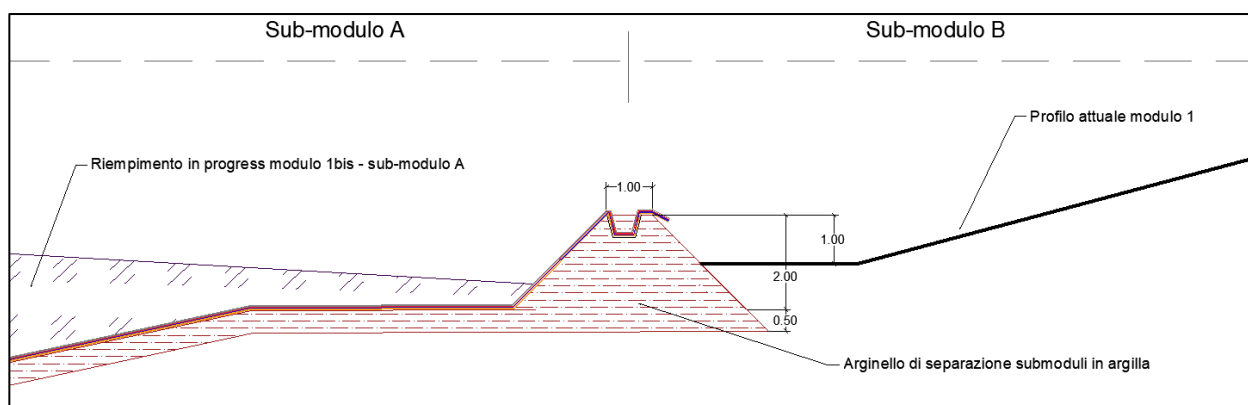


Figura 6.4/XXIV: Arginello di suddivisione sub-moduli

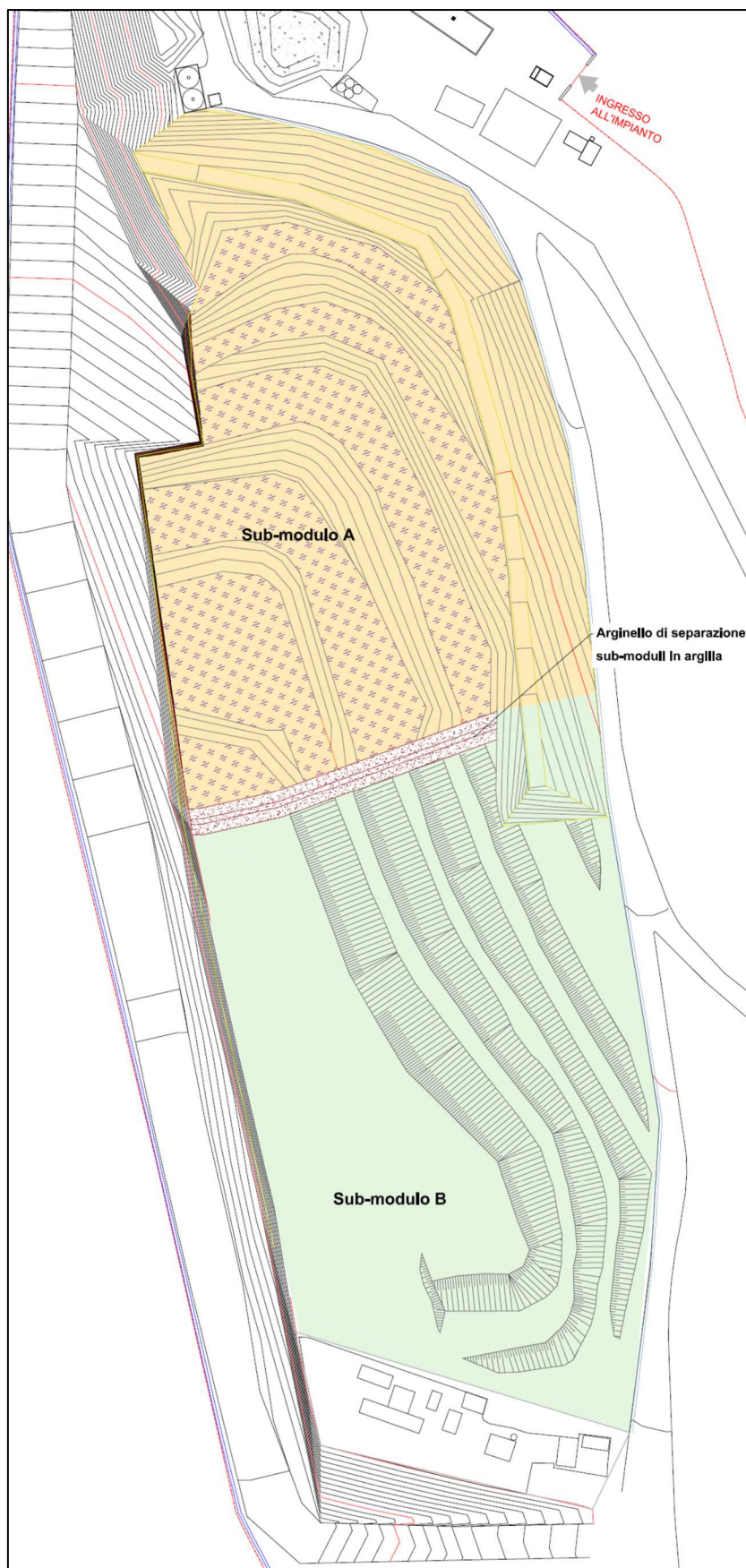


Figura 6.4/XXV: Planimetria suddivisione sub-moduli

6.4.12 Impianto antincendio

L'impianto antincendio attuale del modulo n. 1 è costituito da:

- una vasca di accumulo dell'acqua, in calcestruzzo armato, del volume di m³ 80, alimentata dal pozzo trivellato, ubicata nel piazzale di servizio;
- un gruppo di pressurizzazione antincendio, assemblato a norma UNI 12845, con portata di 57.7 m³/h e prevalenza di 87.3 m.c.a. di produzione *Xilem Lowara* con 2 pompe principali in grado di garantire la portata e prevalenza richiesta con ogni singola pompa. Le pompe proposte sono del tipo ad asse orizzontale, così come indicato dalla norma UNI 12845 perché il motore e la pompa possono essere rimossi indipendentemente. Le pompe proposte, con aspirazione assiale, sono dotate di parte rotante estraibile lato motore. Oltre al gruppo di pressurizzazione è stato installato il kit di aspirazione sottobattente, il kit di monitoraggio valvola a farfalla con leva, il kit misuratore di portata, il kit di monitoraggio della valvola a sfera da 2" per il flussimetro, il kit cono lato aspirazione DN 65x100 e quella della valvola di intercettazione DN 100. Il kit misuratore di portata installato ha un misuratore di portata a lettura diretta e la valvola di intercettazione a sfera del diametro 2". Le pompe sono alimentate sia dalla rete elettrica, sia dalla connessione ausiliaria al gruppo elettrogeno di emergenza e ha un'alimentazione idrica sempre disponibile a monte (riserva idrica) che è in grado di mantenere costantemente in pressione le tubazioni (poste a valle) e collegate ai terminali di erogazione;
- una condotta di alimentazione dell'anello di distribuzione in PEAD di diametro 90 mm;
- un anello di distribuzione ed alimentazione degli idranti, corrente lungo il perimetro del modulo (sul lato sud a monte della parete rocciosa), in PEAD di diametro 63 mm;
- n. 8 pozzetti di installazione degli idranti.

L'impianto attuale è stato approvato dal Comando Provinciale VV.FF. di Sassari, che ha rilasciato il CPI tuttora vigente (**Allegato 4**).

La planimetria dell'impianto sono riportati rispettivamente nelle precedenti figure 2.3/VI e 2.3/VII.

In seguito alla realizzazione dell'ampliamento, l'impianto attuale verrà mantenuto immutato per quanto concerne la vasca di accumulo, il gruppo di pressurizzazione e la condotta di alimentazione dell'anello di distribuzione, mentre verranno sostituiti l'anello di distribuzione ed i terminali di erogazione.

Il nuovo anello fisso di distribuzione, analogamente a quello esistente, si svilupperà lungo il perimetro del nuovo modulo ed in particolare:

- sul lato sud, a monte della parete in roccia
- lungo gli altri lati, sulla berma sommitale dell'argine di contenimento della discarica.

Esso sarà costituito da una tubazione in PEAD PN 16 da 63 mm, permanentemente in pressione, che alimenterà n. 8 spingarde, posti a distanza variabile, ognuno in grado di coprire un comparto antincendio di superficie inferiore a m² 4.000, come previsto dalla norma UNI 10779.

Le spingarde, saranno a comandi manuali, realizzate in lega leggera con rotazione e elevazione tramite leva con lancia Uni 45 e UNI 70. Le spingarde previste sono delle lance idriche in grado di erogare portate non inferiori a 120 l/min. con 2 bar di pressione disponibile al bocchello più sfavorito. I

terminali previsti potranno essere composti da 2 parti, di cui una fissa per il collegamento alla rete e una mobile che permette la rotazione e l'alzo del dispositivo di erogazione, oppure a corpo unico, costituito da un solo tubo modellato a "S" provvisto di due giunti di rotazione che ne permettono i movimenti. L'esecuzione dei movimenti avviene semplicemente con manovra manuale.

La planimetria dell'impianto è riportata in **figura 6.4/XXVI**.

I criteri di progettazione ed i calcoli idraulici di verifica verranno forniti nell'ambito della progettazione esecutiva dell'intervento.

In ogni caso,

- preso atto del D.M. Interno 26 luglio 2022 *"Norme tecniche di prevenzione incendi per gli stabilimenti e impianti di stoccaggio e trattamento rifiuti"*;
- atteso che il predetto D.M., per il combinato disposto degli artt. 5 e 2, c.2, prevedono l'adeguamento alla succitata norma entro anni 5 dall'entrata in vigore della stessa;
- acquisito dall'Ente competente (VV.FF.) il parere informale secondo cui sarebbe imminente l'emanazione di Circolari esplicative contenenti indicazioni specifiche per le differenti tipologie di impianti,

il Proponente si impegna ad ottemperare alle disposizioni in materia di prevenzione incendi entro il termine previsto dal richiamato D.M., in conformità con le disposizioni di futura emanazione.

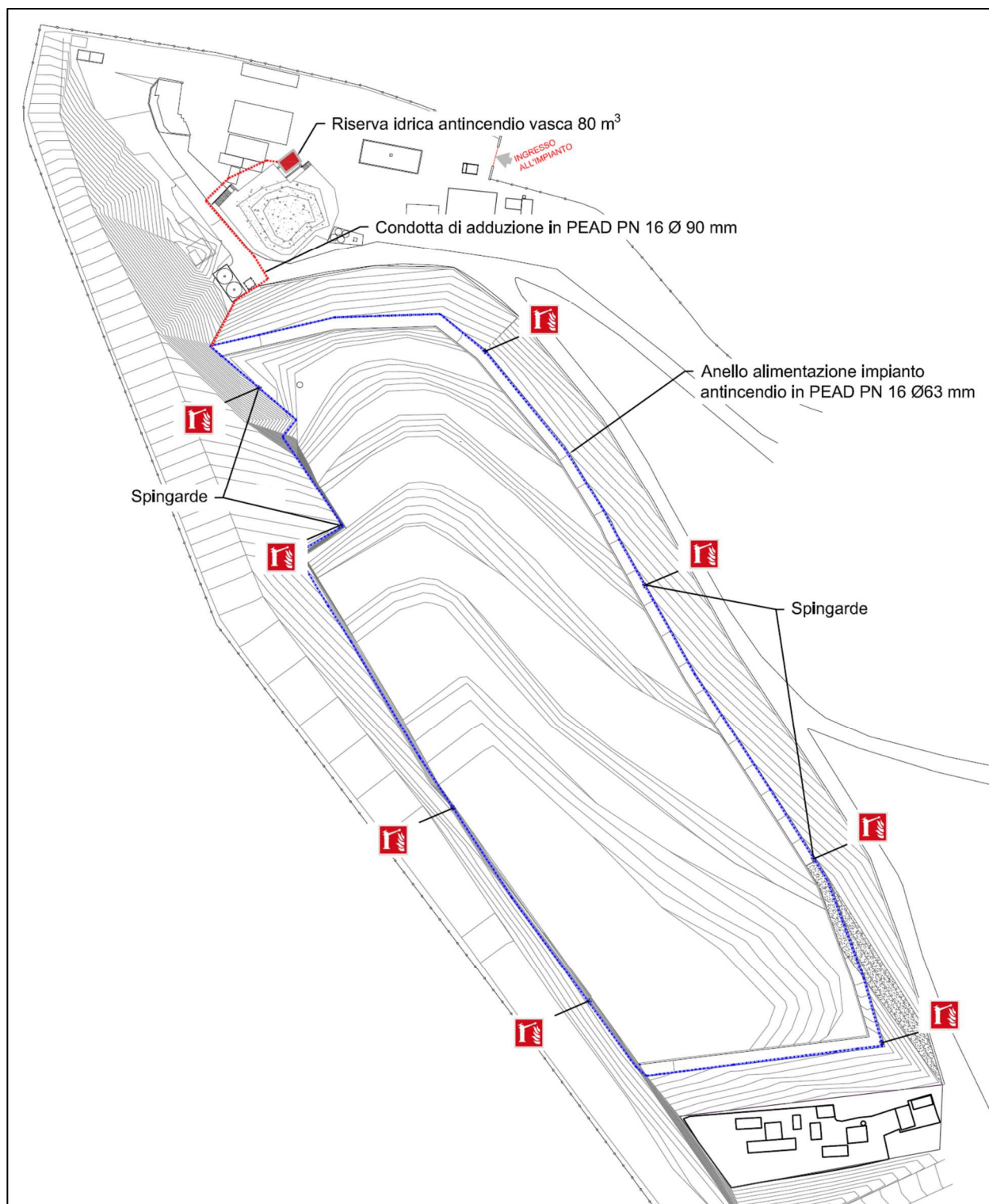


Figura 6.4/XXVI: Schema impianto antincendio modulo 1 bis

6.5 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI CHIUSURA

6.5.1 Chiusura provvisoria

Completata la coltivazione di ogni sub-modulo, in attesa di procedere alla chiusura definitiva, si provvederà alla chiusura provvisoria, volta prevalentemente a limitare l'infiltrazione di acque meteoriche nel corpo dei rifiuti e conseguente produzione di percolato.

Le operazioni previste sono:

- stesa di uno strato di materiale inerte di regolarizzazione e con funzione di antipunzonamento, di spessore variabile, ma sufficiente a salvaguardare l'integrità della geomembrana soprastante;
- posa di una geomembrana in LDPE dello spessore di mm 1,5, adeguatamente zavorrata.

6.5.2 Chiusura definitiva e regimazione acque meteoriche

6.5.2.1 Chiusura definitiva

La chiusura definitiva verrà realizzata dopo che ogni sub-modulo avrà raggiunto la necessaria stabilità morfologica (cedimenti residui conformi a quanto previsto dalla normativa vigente).

Preliminarmente alla realizzazione del capping definitivo, verrà rimossa la copertura provvisoria e, se necessario, ripristinato/integrato lo strato di regolarizzazione.

Quindi si procederà alla realizzazione del sistema multistrato, mediante la realizzazione, sulla superficie sommitale dei rifiuti, del capping, pronto per la successiva rivegetazione, secondo quanto previsto dal D.Lgs. 121/2020.

Tenuto conto della particolare morfologia del sito, così come già previsto per l'impermeabilizzazione del piano di posa dei rifiuti, anche per la formazione del capping, si prevede, ove non diversamente possibile, il ricorso a materiali sintetici.

Pertanto, la stratigrafia del pacchetto di chiusura della discarica sarà la seguente, a partire dal basso verso l'alto (**Tav. 8 e Fig. 6.5/I**):

- strato di regolarizzazione dei rifiuti (integrazione, se necessaria);
- strato drenante e di rottura capillare per dissipare eventuali formazioni di gas costituito da geocomposito drenante con doppio strato di TNT ($K > 10^{-5}$ m/s);
- strato minerale a bassa permeabilità costituito da geocomposito bentonitico ($k \leq 1 \times 10^{-8}$ m/s);
- geomembrana in HDPE (spessore 1,5 mm);
- strato drenante costituito da geocomposito drenante con doppio strato di TNT ($K > 10^{-5}$ m/s);

- strato di terreno vegetale di 0,5 m;
- geogriglia;
- strato di terreno vegetale di 0,5 m.

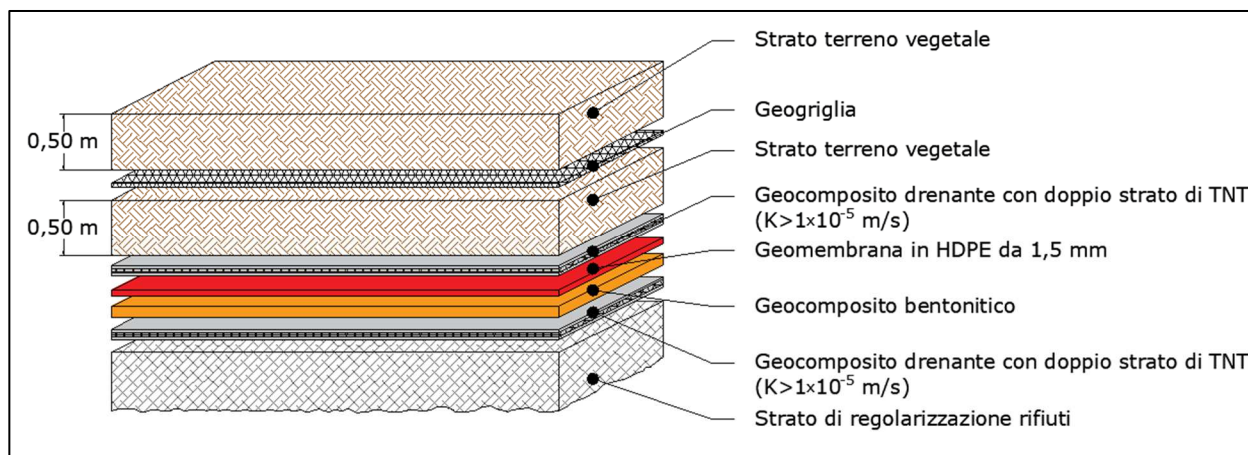


Figura 6.5/I: Stratigrafia capping discarica

6.5.2.2 Regimazione acque meteoriche

Attualmente, le acque meteoriche incidenti sulle aree poste a sud del modulo, al di sopra della parete in roccia, vengono intercettate da un canale di guardia in c.a, posto lungo la recinzione e costruito contestualmente all'approntamento del modulo n.1, che scarica le acque in parte nel compluvio naturale posto ad est (rio Fonte Maria) ed in parte verso ovest.

Le acque meteoriche incidenti direttamente sul modulo vengono in parte drenate dalle canalette realizzate in fase di chiusura del modulo, che a loro volta scaricano sulla pista pavimentata di coronamento al modulo ed in parte ruscellano sulla superficie declive del modulo verso la stessa pista.

Con la realizzazione dell'ampliamento, la regimazione delle acque meteoriche sul lato sud rimarrà immutata, mentre verrà razionalizzata quella sul nuovo modulo.

La conformazione morfologica finale del modulo in ampliamento sarà gradonata e costituita da un'alternanza di scarpate e berme con pendenza longitudinale verso est-nord est, terminanti a ridosso dell'argine di contenimento.

In funzione di tale conformazione morfologica generale del sito e della pendenza longitudinale delle singole berme da NE verso SW, la regimazione delle acque meteoriche avverrà come segue:

- su ogni berma verrà realizzata una canaletta in lamiera zincata ondulata di sezione semicircolare (**Fig. 6.5/II**), incassata nello strato di terra vegetale, in grado di raccogliere ed allontanare l'acqua di ruscellamento defluente dalla scarpata soprastante e scaricarle in un canale collettore a cui saranno connesse, posto lungo il limite sud del modulo, al piede della parete in roccia, a sua volta

interconnesso con il reticolo idrico già presente nel complesso impiantistico. Tenuto conto della pendenza media di detto canale, al fine di rallentare la velocità di deflusso, lo stesso verrà interrotto con una serie di pozzetti di rallentamento e sedimentazione, di cui l'ultimo verso valle fungerà anche da punto di campionamento;

- b) internamente al modulo e parallelamente alla berma sommitale dell'argine di coronamento verrà realizzato un secondo canale di collettamento delle acque di ruscellamento superficiale, eventualmente non intercettate dalle canalette di cui sopra, analogo a quelli precedenti, con pendenza da est verso ovest, interrotto anch'esso, da pozzetti di rallentamento e sedimentazione.
- c) al I piede del paramento esterno dell'argine, verrà realizzata una canaletta stradale grigliata in c.a. vibro compresso, di raccolta delle acque meteoriche incidenti sul paramento esterno dell'argine, integrata dalla posa sulla pavimentazione stradale, di una cordatura di separazione tra queste acque e quelle di prima e seconda pioggia incidenti sulla pista. L'acqua raccolta nella cunetta verrà scaricata nel reticolo preesistente, nel punto ad ovest del piazzale di servizio.

Lo schema grafico del reticolo idrico è riportato in **tavola 8**.

Lo studio idraulico di dimensionamento del reticolo idrico è riportato in **appendice 3**.

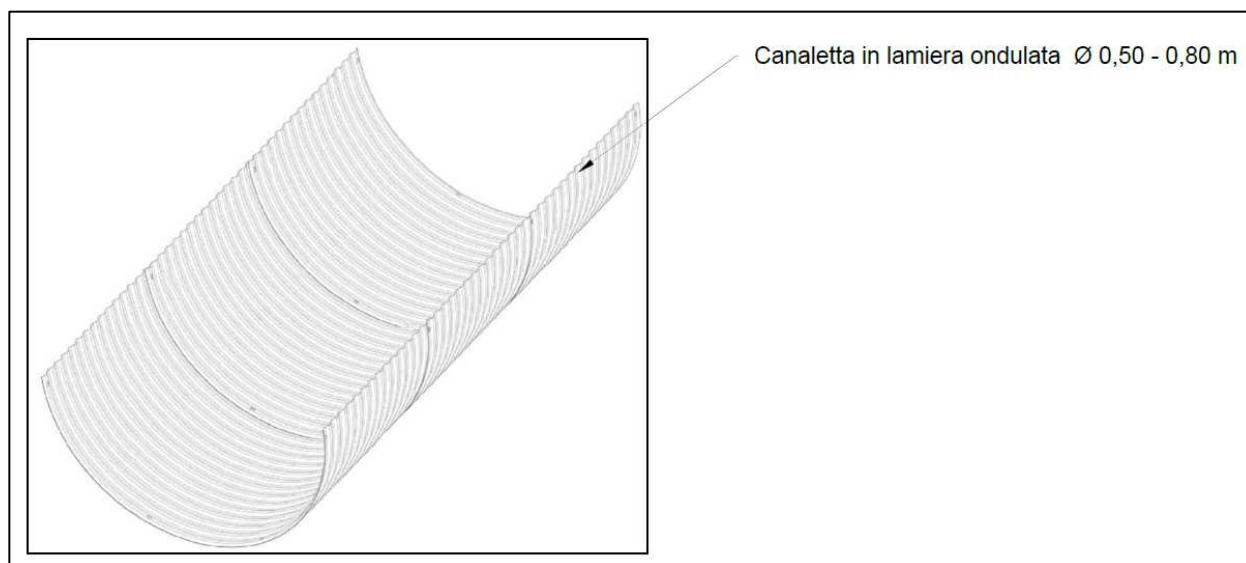


Figura 6.5/II: Esempio di canaletta in lamiera zincata ondulata di sezione semicircolare

6.6 RIPRISTINO AMBIENTALE

La rinaturalizzazione della superficie sommitale della discarica e dell'argine di contenimento avverrà mediante la ricostituzione del cotico erboso, intercalato da arbusti, in analogia alla situazione attuale del sito.

In considerazione dell'acclività dell'area, al fine di evitare fenomeni erosivi dello strato di terreno vegetale, dovuti al ruscellamento delle acque meteoriche prima della formazione del manto erbaceo, l'inerbimento avverrà, su tutte le superfici, mediante la posa di una biostuoia preseminata, adeguatamente fissate al suolo mediante graffe metalliche o pioli. Qualora dopo il primo ciclo vegetativo l'inerbimento non risultasse sufficientemente esteso ed omogeneo, potrà essere integrato con una idrosemina rinforzata.

L'inerbimento verrà integrato con l'impianto di specie arbustive autoctone, con sesto di impianto naturaliforme.

Questi interventi avverranno con la seguente sequenza:

- rinaturalizzazione del paramento esterno dell'argine: subito dopo la sua costruzione;
- rinaturalizzazione della superficie di chiusura della discarica: contestualmente alla chiusura definitiva di ogni sub-modulo.

Poiché l'intera area, a recupero effettuato, dovrà assumere un aspetto di seminaturalità ed i caratteri agro-forestali e paesaggistici del contesto del territorio, si preferisce limitare l'irrigazione di soccorso alla sola fase iniziale di impianto (due stagioni) ed alla sola vegetazione arbustiva.

Gli interventi di manutenzione sistematica si limiteranno al primo periodo di 3-4 anni dall'impianto ed avranno prevalentemente la funzione di garantire uno sviluppo della copertura vegetazionale soddisfacente. Successivamente, la manutenzione avrà prevalentemente la funzione di garantire l'evoluzione spontanea dell'intervento.

La scelta delle specie, le modalità operative ed i criteri distributivi delle stesse dovranno avvenire secondo quanto previsto dalle Specifiche tecniche.

Per ulteriori dettagli si rimanda al Piano di ripristino ambientale.

6.7 BILANCIO MATERIALI

Il bilancio materiali naturali necessari per la costruzione dell'ampliamento proposto è il seguente:

- a) terreno agrario di recupero dalla rettifica del capping del modulo n.1: m³ 15.130 circa
- b) materiale prevalentemente lapideo di recupero dalla rettifica del capping del modulo n.1: m³ 7.565 circa;
- c) materiale misto di cava (stabilizzato) per fondazione argine perimetrale: m³ 9330 circa;
- d) materiale terroso (tout-venant) per costruzione corpo argine perimetrale: m³ 35.760 circa;
- e) materiale di riempimento per costruzione terra rinforzata a ridosso della parete rocciosa: m³ 4.400 circa;
- f) materiale argilloso per impermeabilizzazioni: m³ 6.200 circa;
- g) materiale lapideo drenante: m³ 1.120 circa;
- h) materiale terroso di regolarizzazione capping: m³ 3.800 circa;
- i) terra agraria: m³ 11.860 circa.

6.8 IMPIANTI E SERVIZI

L'ampliamento proposto:

- facendo parte di un complesso IPPC attualmente in esercizio;
- non richiedendo impianti e servizi diversi da quelli attualmente in uso,

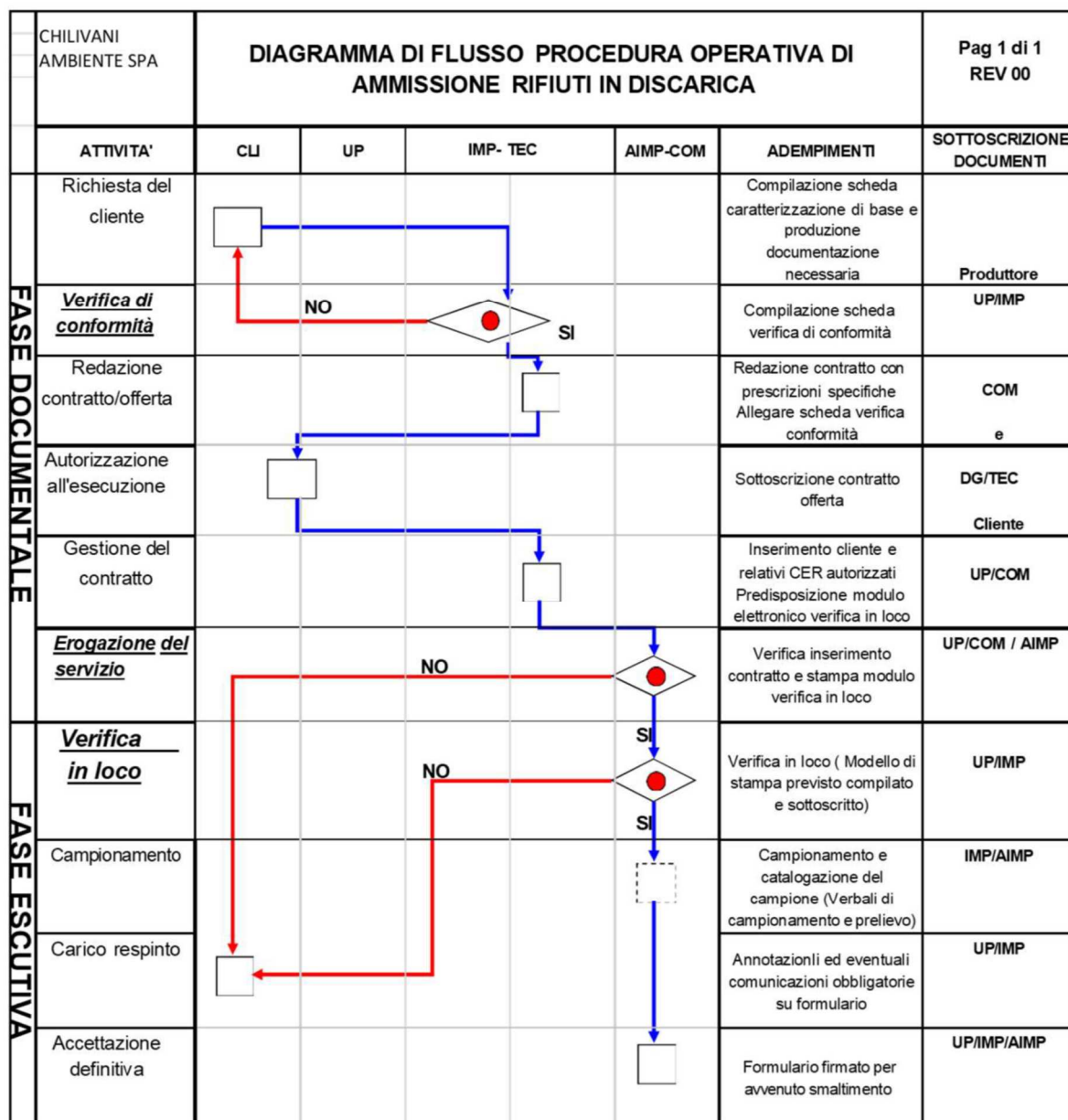
non necessità di ulteriori opere/impianti diversi da quelli in precedenza descritti.

7. MODALITÀ DI ESERCIZIO

NOTA: Le modalità attuali e pregresse di gestione dei rifiuti e di conduzione generale dell'impianto, nel seguito descritte, verranno mantenute invariate durante la gestione del nuovo modulo, fatta eccezione per alcuni aspetti di abbancamento che potranno essere adattati alla nuova configurazione plano-altimetrica del modulo stesso.

7.1 GESTIONE DEI RIFIUTI CONFERITI

Il conferimento dei rifiuti in impianto è effettuato seguendo una rigida procedura che prevede diverse fasi, dalla richiesta di conferimento, alla identificazione del rifiuto, alla sua accettazione, che si concretizza con una autorizzazione specifica (omologa), fino al conferimento in impianto e il successivo abbancamento. Ma la gestione dell'impianto, oltre che la gestione diretta del rifiuto conferito comporta in parallelo altre attività relative p.e. alle manutenzioni dell'impianto e delle apparecchiature e mezzi, al controllo e smaltimento del percolato e alla gestione del biogas, ecc.. Lo schema seguente (**Fig. 7.1/I**) illustra le principali fasi delle operazioni che si svolgono in discarica.



Legenda:

	Punto critico di controllo
CLI	CLIENTE
UP	UFFICIO PESA
TEC	RESPONSABILE TECNICO
COM	RESPONSABILE COMMERCIALE
IMP	RESPONSABILE IMPIANTO DISCARICA
DG	DIREZIONE GENERALE
AIMP	SUPPORTO RESP.IMP.DISCARICA

Figura 7.1/I: Procedura/fasi di ricezione e pesa rifiuti

Tutta la procedura viene seguita direttamente dal personale tecnico della società, formato allo scopo e coordinato dal responsabile tecnico dell'impianto e coadiuvato, nel caso si rendesse necessario, da esperti consulenti esterni. I rapporti con i clienti produttori di rifiuti, i fornitori di prodotti e servizi e gli addetti alla gestione dell'impianto sono gestiti con procedure standardizzate.

In particolare, si prevedono le seguenti sottofasi per quanto attiene il rifiuto in ingresso all'impianto:

- A: omologa,
- B: accettazione,
- C: registrazione e presa in carico rifiuto.

A: Sottofase omologa

A seguito di richiesta di conferimento di rifiuti nell'impianto in oggetto, l'ufficio commerciale richiede al cliente le informazioni sui rifiuti trasmettendo il modulo di caratterizzazione di base da compilare e firmare a cura del produttore.

Sulla base delle informazioni relative alla tipologia e provenienza del rifiuto, l'ufficio commerciale trasmette l'offerta economica al cliente, contenente oltre alle condizioni economiche, anche le clausole relative alle modalità di conferimento dei rifiuti.

A seguito di approvazione dell'offerta economica da parte del cliente, l'ufficio accettazione trasmetterà al cliente l'autorizzazione al conferimento (Omologa smaltimento rifiuto), previa verifica dell'iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali del trasportatore.

A1-Caratterizzazione di base: Viene effettuata dal produttore secondo una apposita scheda eventualmente accompagnata da una relazione tecnica, con la cadenza prevista all'art. 2 c.3 del D.M. 27/09/10, così come recepito dal D.Lgs. 121/2020, e prevede:

- a. compilazione della Scheda di caratterizzazione di base comprensiva di tutte le informazioni, che ricalcano i requisiti fondamentali di cui al punto 2 dell'Allegato 1 al D.M. 27/09/10 e smi. La scheda di caratterizzazione di base, oltre ad indicare i quantitativi annui e le frequenze di conferimento, dovrà avere i seguenti contenuti minimi:
 - fonte ed origine dei rifiuti;
 - le informazioni sul processo che ha prodotto i rifiuti (descrizione e caratteristiche delle materie prime e dei prodotti);
 - descrizione del trattamento dei rifiuti effettuato ai sensi dell'art. 7, comma 1 del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 o una dichiarazione/relazione tecnica che spieghi perché tale trattamento non è considerato necessario, secondo le L.G. ISPRA;
 - i dati sulla composizione dei rifiuti e sul comportamento del percolato quando sia presente;
 - aspetto dei rifiuti (odore, colore, ecc.);

- codice EER attribuito;
 - informazioni che dimostrano che i rifiuti non rientrano tra le esclusioni di cui all'art. 6, comma 1 del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36;
 - categoria di discarica alla quale i rifiuti sono ammissibili;
 - se necessario, le precauzioni supplementari da adottare da parte della discarica;
- b. eventuale individuazione delle variabili principali (parametri critici) per la verifica di conformità di cui all'art. 3 del D.M. 27/09/10.

A2- Caratterizzazione di base: Qualora i rifiuti siano soggetti alla caratterizzazione analitica, questa deve essere svolta nel rispetto del punto 3 dell'allegato 1 al D.M. 27/09/10 e smi. In particolare, le prove previste per determinare le caratteristiche dei rifiuti devono sempre comprendere quelle destinate a verificarne la conformità.

Non è necessario effettuare la caratterizzazione analitica qualora il rifiuto rientri nei casi di cui al punto 4 dell'allegato 1 al D.M. 27/09/10 e smi, ed in particolare non risulta pratico effettuare tale tipo di analisi. Rientrano in tale esclusione i rifiuti contenuti nell'allegato B alla Delib. G.R. n. 15/22 del 13/04/2010 "Lista dei rifiuti speciali non pericolosi da non caratterizzare analiticamente".

A3-Verifica di conformità: Viene effettuata da parte del gestore della discarica almeno una volta l'anno e ripetuta ad ogni variazione significativa del processo che origina il rifiuto, con prelievo di un campione presso il produttore o in ingresso all'impianto di smaltimento e prevede:

- a. esame della documentazione presentata dal produttore;
- b. eventuale sopralluogo presso il produttore per visionare il rifiuto e/o il luogo e il processo da cui è generato il rifiuto;
- c. se dall'esame di quanto sopra, il rifiuto viene giudicato ammissibile e se il rifiuto non appartiene alle categorie escluse dalla caratterizzazione analitica, si procede al campionamento per la verifica di conformità di cui al punto successivo.
- d. con frequenza minima annuale il gestore tramite laboratorio di analisi convenzionato provvede a prelevare un campione di rifiuto da conferire e a verificarne la conformità analitica ai criteri di accettazione in discarica previsti dal D.M. 27/09/10 e smi, in base alla tipologia del rifiuto. Il campione del rifiuto sottoposto ad analisi verrà conservato presso il laboratorio incaricato ad eseguire il campionamento e le analisi o presso l'impianto di discarica per un periodo di due mesi, a disposizione dell'autorità competente.
- e. se i risultati dell'analisi eseguita dal gestore confermano l'ammissibilità del rifiuto in discarica, i conferimenti possono iniziare o proseguire.
- f. se i risultati dell'analisi eseguita dal gestore evidenziano l'inammissibilità del rifiuto in discarica, si procederà a non autorizzarne i conferimenti o a sospenderli, richiedendo al produttore quali azioni

correttive intenda mettere in atto al fine di rendere conforme il rifiuto ai criteri di accettazione previsti dal D.M. 27/09/10 e smi. Un'eventuale assenza di risposta o in ogni modo una risposta ritenuta non esaustiva determinerà la revoca dell'autorizzazione al conferimento di tale rifiuto.

- g. eventuali risposte esaustive dovranno essere verificate con apposito controllo analitico prima del riavvio dei conferimenti. Della sospensione e dell'interruzione definitiva dei conferimenti è data notifica agli organi di controllo. La scheda di caratterizzazione e l'eventuale documentazione analitica sono conservate per un periodo di cinque anni.

A4-Verifica di conformità: Viene effettuata su ogni carico di rifiuti e prevede:

- a. Controllo del formulario di identificazione dei rifiuti e di tutta la documentazione di accompagnamento
- b. Verifica della conformità delle caratteristiche dei rifiuti indicate nel formulario di identificazione
- c. Ispezione visiva di ogni carico di rifiuti conferiti in discarica prima e dopo lo scarico.

B: Sottofase accettazione

Gli automezzi che trasportano i rifiuti hanno accesso all'impianto, rispettando la segnaletica interna e le eventuali file di attesa, provvedono alla prima pesatura (peso lordo) sulla pesa dislocata nel piazzale di servizio.

Sono ammessi in impianto solo mezzi muniti di regolare iscrizione all'Albo Nazionale Gestori Ambientali sia in conto terzi che in conto proprio, come prescritto dalle norme vigenti in materia. All'arrivo in impianto viene effettuata su ogni carico di rifiuti la verifica in loco consistente nelle seguenti azioni:

- a. controllo del formulario di identificazione rifiuti e di tutta la documentazione di accompagnamento dei rifiuti,
- b. verifica della conformità delle caratteristiche dei rifiuti indicate nella caratterizzazione di base e nel formulario di identificazione,
- c. ispezione visiva di ogni carico di rifiuti conferiti prima e dopo lo scarico,
- d. conformità del mezzo di trasporto (verifica che la targa del mezzo sia inserita nel provvedimento di iscrizione all'Albo Gestori Ambientali);

Inoltre, viene controllato che i veicoli non presentino problemi di tenuta dei rifiuti e/o liquidi di percolazione. Qualora, dalla verifica in loco, il rifiuto risulti non ammissibile, il carico è respinto e dell'evento è data notifica agli organi di controllo.

Terminate le operazioni di scarico dei rifiuti il veicolo si reca direttamente alle operazioni di pesatura per la determinazione della tara e ritiro della documentazione.

C: Sottofase di Registrazione e presa in carico rifiuto

Accertata la corrispondenza del rifiuto ed effettuate le verifiche di cui alle fasi precedenti, il trasportatore può procedere allo scarico dei rifiuti nell'area indicata dagli operatori. Tutte le operazioni di carico e scarico dei rifiuti sono annotate nel registro di carico e scarico dell'impianto, regolarmente vidimato come previsto dalle norme vigenti in materia. La procedura operativa suddetta che comprende sia una preliminare fase documentale, sia una successiva fase esecutiva, vengono gestite da diversi soggetti preposti alle diverse attività.

La modulistica-tipo, utilizzata per documentare le fasi di omologa/accettazione del rifiuto, è riportata nel seguito.



Sede Legale: Z.I.R. Chilivani c/o Centro Servizi 07014 Ozieri (SS) - Tel. / Fax 079 758736
Impianto: Loc. "Coldianu" - Ozieri (SS) - Tel. 079 770024 Fax 079 770367 - e-mail: discarica@chilivaniambiente.it
www.chilivaniambiente.it e-mail: info@chilivaniambiente.it

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

RIFERIMENTI NORMATIVI:	• D.lgs. n. 152/06 e s.m.i.	• Decisione n. 2000/532/CE
	• D.lgs. n. 116/2020 e s.m.i.	• Decisione n. 2014/955/UE Rettificata
RIFERIMENTI AUTORIZZATIVI:	• Direttiva 2008/98/CE	• D.lgs. n. 36/2006 e s.m.i.
	• Regolamento n. 1357/2014/UE	• D.lgs. n. 121/2020 e s.m.i.
	• A.I.A. N° 4/2014 Provincia di Sassari	• Decreto Direttoriale MITE n. 47/2021
		• Reg. UE 2019/1021 e s.m.i.

1 PARTI INTERESSATE	
1.1 PRODUTTORE /DETENTORE DEL RIFIUTO	
Ragione sociale e sede legale:	
<div></div> <div></div> <div></div>	
P.IVA:	Codice fiscale:
Legale rappresentante o responsabile delegato alla firma della presente scheda	
(inserire nome e cognome)	
Luogo di produzione/detenzione del rifiuto	
<div></div> <div></div> <div></div>	
Persona di riferimento c/o unità produttiva (inserire nome e cognome):	
<div></div> <div></div> <div></div>	
N° di telefono :	Indirizzo e-mail:
Autorizzazione impianto di produzione (compilare solo per impianti di gestione rifiuti e trattamento acque reflue): Aut. n. del Scadenza Rilasciata da: Operazioni di recupero/smaltimento autorizzate (All. B o C del D.Lgs. 152/06): Provvedimento di accettazione delle garanzie finanziarie n. del	

Pag. 1 di 9

Mod. 10 03 rev. 6 data 30/11/2023

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

2	DESCRIZIONE DEL RIFIUTO
Codice dell'Elenco Europeo dei Rifiuti (Decisione n° 955/2014/UE e s.m.i.):	
Descrizione del Codice EER (Decisione n° 955/2014/UE e s.m.i.):	
Denominazione attribuita al rifiuto (se diversa da precedente):	
Tipologia di rifiuto: <input type="checkbox"/> Rifiuto speciale non pericoloso, smaltibile in discarica per rifiuti non pericolosi, previa caratterizzazione analitica, <input type="checkbox"/> altro:	
Il Produttore ha provveduto ad effettuare la corretta attribuzione del codice EER e la classificazione del rifiuto sulla base del Decreto Direttoriale MITE n. 47/2021? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

3	DESCRIZIONE DEL PROCESSO PRODUTTIVO DI ORIGINE E DELLA COMPOSIZIONE DEL RIFIUTO
3.1	GESTIONE DEL RIFIUTO (AI SENSI DELL'ALL.5 DEL D.LGS. 36/03 E S.M.I.)
<input type="checkbox"/> RIFIUTI REGOLARMENTE GENERATI NEL CORSO DELLO STESSO PROCESSO SI ALLEGA RELAZIONE (di verifica dei requisiti di cui all'All. 5 punto 3 lettera a). Documento del	
<input type="checkbox"/> RIFIUTI NON GENERATI REGOLARMENTE La presente scheda si riferisce esclusivamente al lotto così identificato:	
<p><i>(N.B.: I rifiuti non generati regolarmente nel corso dello stesso processo e nello stesso impianto sono quelli che non fanno parte di un flusso di rifiuti ben caratterizzato. In questo caso è necessario determinare le caratteristiche di ciascun lotto e la loro caratterizzazione di base deve tener conto dei requisiti fondamentali indicati nella presente scheda. Per tali rifiuti, devono essere determinate le caratteristiche di ogni lotto; pertanto, non deve essere effettuata la verifica di conformità)</i></p>	
3.2	QUANTITÀ PREVISTA
Produzione annua prevista (ton/anno):	
Quantità annua di conferimento prevista (ton/anno):	
Periodo previsto per il conferimento:	

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

3.3	ATTIVITÀ DA CUI SI ORIGINA IL RIFIUTO
<p>Il rifiuto si genera da:</p> <p><input type="checkbox"/> raccolta rifiuti in ambito urbano;</p> <p><input type="checkbox"/> impianto di gestione rifiuti;</p> <p><input type="checkbox"/> impianto trattamento acque reflue;</p> <p><input type="checkbox"/> attività diversa da quelle sopra elencate (specificare):</p>	
3.4	Fonte e processo produttivo di origine del rifiuto
<p><input type="checkbox"/> SI ALLEGA RELAZIONE di cui al punto 3.1</p>	
3.5	MATERIE PRIME, SOSTANZE, PREPARATI UTILIZZATI NEL PROCESSO
<p><input type="checkbox"/> SI ALLEGA RELAZIONE di cui al punto 3.1</p> <p><input type="checkbox"/> Nel processo produttivo del rifiuto non vengono utilizzate materie prime (Nota:)</p>	

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

3.6	DESCRIZIONE MERCEOLOGICA DEL RIFIUTO	
Composizione merceologica del rifiuto <i>(indicare le % delle componenti)</i>	CLASSI MERCEOLOGICHE	%
	• <i>Materiale organico putrescibile di origine diversa (carta cucina, fazzoletti di carta e simili)</i>	
	Altri materiali diversamente classificati (SPECIFICARE)	
	•	
	•	
	•	
	•	
	•	

3.7	ALTRE INFORMAZIONI (DA COMPILARE SOLO PER IMPIANTI DI TRATTAMENTO RIFIUTI)
Il rifiuto deriva da operazioni di trattamento di rifiuti urbani ⁽¹⁾ ? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Il rifiuto deriva dal trattamento di rifiuti urbani indifferenziati (Codice EER 20.03.01 e/o 20.03.99)? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Inserire una descrizione dei rifiuti in ingresso al trattamento che origina il rifiuto oggetto di omologa (indicare codice EER)	
Si esclude che i rifiuti in ingresso al trattamento derivino da operazioni di trattamento di rifiuti urbani indifferenziati (codici EER 20.03.01 – 20.03.99)? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	
Per rifiuti identificati con codice EER 19.12.12: il rifiuto è prodotto da impianto di trattamento di rifiuti differenziati da RSU sito in Regione Sardegna? SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	

(1) Rifiuti urbani come definiti nell'art. 183 c. del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

4 TRATTAMENTO DEL RIFIUTO	
Il rifiuto è stato sottoposto a trattamento: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> (in caso affermativo specificare il tipo di trattamento)	
<input type="checkbox"/> Solidificazione	<input type="checkbox"/> Vagliatura
<input type="checkbox"/> Stabilizzazione	<input type="checkbox"/> Disidratazione
<input type="checkbox"/> Selezione e Cernita	<input type="checkbox"/> Essiccazione
<input type="checkbox"/> Altro trattamento:	
.....	

5 CARATTERISTICHE GENERALI DEL RIFIUTO	
Natura del rifiuto:	<input type="checkbox"/> Organica a bassa biodegradabilità (es. plastica, gomma e simili) <input type="checkbox"/> Mista a bassa biodegradabilità <input type="checkbox"/> Inorganica
Tendenza a produrre percolato	<input type="checkbox"/> bassa <input type="checkbox"/> media <input type="checkbox"/> alta
Comportamento del percolato (se presente)	<input type="checkbox"/> vedi analisi allegate (eluato) <input type="checkbox"/> altro

6 CARATTERISTICHE FISICHE DEL RIFIUTO	
Morfologia:	
<input type="checkbox"/> Materiale in pezzi massivi <input type="checkbox"/> Materiale grossolano <input type="checkbox"/> Materiale granulato <input type="checkbox"/> Materiale in polvere <input type="checkbox"/> Materiale prevalentemente in pezzatura bidimensionale (ad es. fogli, nastri, ecc.) <input type="checkbox"/> Materiale fangoso e/o pastoso palabile <input type="checkbox"/> Altro:	
Odore: <input type="checkbox"/> Assente/impercettibile <input type="checkbox"/> Presente (se presente compilare Qualità e Intensità)	
QUALITÀ:	<input type="checkbox"/> Vegetale <input type="checkbox"/> Terroso <input type="checkbox"/> Chimico <input type="checkbox"/> Sgradevole <input type="checkbox"/> Altro
INTENSITÀ:	<input type="checkbox"/> Appena percettibile <input type="checkbox"/> Debole <input type="checkbox"/> Distinto <input type="checkbox"/> Forte <input type="checkbox"/> Altro.....
Colore:	
Stato fisico: <input type="checkbox"/> solido non polverulento <input type="checkbox"/> solido polverulento <input type="checkbox"/> fangoso palabile	

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

7 MODALITA' DI DETENZIONE E GIACITURA DEL RIFIUTO			
<input type="checkbox"/> in big-bag <input type="checkbox"/> in contenitori <input type="checkbox"/> in contenitori scarrabili <input type="checkbox"/> in cumulo	<input type="checkbox"/> al chiuso	<input type="checkbox"/> sotto tettoia o simile <i>(es. coperto da telo impermeabile)</i>	<input type="checkbox"/> all'aperto
<input type="checkbox"/> altro:			

8 INFORMAZIONE SULLA GESTIONE DEL CONFERIMENTO IN DISCARICA	
Periodicità di conferimento: <input type="checkbox"/> conferimento una tantum <input type="checkbox"/> conferimenti settimanali costanti <input type="checkbox"/> altro:	
<input type="checkbox"/> conferimenti giornalieri costanti <input type="checkbox"/> conferimenti mensili costanti	
Modalità di conferimento: <input type="checkbox"/> sfuso in cassone scarrabile <input type="checkbox"/> sfuso in walking floor <input type="checkbox"/> confezionato in balle reggettate	
<input type="checkbox"/> sfuso in ribaltabile <input type="checkbox"/> confezionato in sacconi <input type="checkbox"/> altro:	
Precauzioni supplementari Devono essere prese delle precauzioni particolari da parte del gestore della discarica e/o dagli addetti che in essa operano? <div style="text-align: right;"> <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI </div>	
Se SI indicare quali: <input type="checkbox"/> precauzioni allo scarico per l'abbattimento di eventuali polveri: <input type="checkbox"/> altro:	

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

9	DICHIARAZIONE A CURA DEL PRODUTTORE/DETENTORE DEL RIFIUTO
<p>Il sottoscritto nella sua qualità di della ditta con riferimento alla presente scheda descrittiva di caratterizzazione di base del rifiuto,</p> <p style="text-align: center;">D I C H I A R A</p> <p>di assumersi ogni responsabilità per tutte le informazioni contenute nella stessa e nei relativi allegati;</p> <p style="text-align: center;">richiede la predisposizione di</p> <p><input type="checkbox"/> Nuova omologa <input type="checkbox"/> Rinnovo/aggiornamento d'omologa in merito al rifiuto speciale non pericoloso oggetto della presente scheda.</p> <p>Inoltre, in ottemperanza ai disposti del D.Lgs. n. 36/2003 e s.m.i. (si richiamano in particolare gli artt. 6,7, 7-bis, 7-ter, 7 quater, 7-quinques, 7-sexies, 11 e allegati 3, 4, 5 e 6)</p> <p style="text-align: center;">si trasmette quanto segue</p> <p><input type="checkbox"/> autorizzazione dell'impianto di gestione rifiuti (solo rifiuti provenienti da impianto di stoccaggio / trattamento / recupero);</p> <p><input type="checkbox"/> fotografia del rifiuto rappresentativa della giacitura e delle caratteristiche morfologiche del rifiuto;</p> <p><input type="checkbox"/> certificato analitico di classificazione e caratterizzazione del rifiuto (con vigenza non inferiore a 12 mesi).</p> <p>Data: Timbro e firma:</p>	

SCHEDA DESCRITTIVA DI CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO

11

DICHIARAZIONE A CURA DEL PRODUTTORE/DETENTORE DEL RIFIUTO

Il sottoscritto nella sua qualità di della
ditta..... con riferimento alla
presente scheda descrittiva di caratterizzazione di base del rifiuto, assumendosi la relativa responsabilità,

DICHIARA

- di assumersi ogni responsabilità per tutte le informazioni contenute nella presente scheda e nei relativi allegati;
- che quanto riportato nella presente scheda descrittiva di caratterizzazione di base contiene si riferisce al rifiuto che sarà oggetto del conferimento presso la discarica gestita da Chilivani Ambiente S.p.A.;
- che quanto riportato nel certificato analitico allegato alla presente scheda descrittiva di caratterizzazione di base si riferisce al rifiuto che sarà oggetto del conferimento presso la discarica per rifiuti non pericolosi ed urbani di Coldianu;
- che il rifiuto oggetto della presente scheda è ammissibile in discarica per rifiuti non pericolosi ai sensi del D.Lgs. n. 36/2003 e s.m.i. e nel rispetto dei criteri di ammissibilità prescritti dall'AIA vigente ;
- di aver accertato che non sia possibile riciclare o recuperare i rifiuti oggetto della presente scheda;
- che eventuali variazioni del ciclo produttivo, tali da influire sulle caratteristiche del rifiuto in oggetto, verranno compiutamente segnalate e che in tal caso verrà predisposta una nuova caratterizzazione di base del rifiuto;
- che ai fini della classificazione del rifiuto e dell'identificazione del rifiuto nell'elenco codici E.E.R. di cui alla Decisione 2000/532/CE e s.m.i., sono stati adottati i criteri e le procedure previsti dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i., dalle norme europee vigenti (Decisione 2000/532/CE e s.m.i. – Regolamento UE n. 1357/2014 – Regolamento UE n. 997/2017) e dalle Linee Guida SNPA approvate con Decreto direttoriale MiTE n. 47/2021.

In virtù di quanto sopra dichiarato e avendo preso visione delle prescrizioni autorizzative vigenti per la discarica per rifiuti non pericolosi ed urbani di Coldianu

CERTIFICA

che il rifiuto oggetto della presente caratterizzazione è conforme ai criteri di ammissibilità e alle prescrizioni autorizzative della discarica per rifiuti non pericolosi ed urbani di Coldianu in Comune di Ozieri.

Data:

Timbro e firma:

FAC SIMILE RELAZIONE TECNICA TIPO

(ALLEGATO ALLA CARATTERIZZAZIONE DI BASE DEL RIFIUTO)

Il sottoscritto Sig. _____, nella sua qualità di _____ della Ditta/Società _____ con sede in _____ Prov. _____ P.IVA _____ provvista dell'autorizzazione _____, che opera nel settore della gestione dei rifiuti urbani/speciali non pericolosi,

(consapevole delle sanzioni penali previste dall'art. 76 del D.P.R. 28.12.2000 n. 445 per le ipotesi di falsità in atti e dichiarazioni mendaci)

Attesta quanto segue

A) ORIGINE E TRATTAMENTO DEL RIFIUTO AI FINI DELL'AMMISSIBILITÀ IN DISCARICA

1) La società _____ è autorizzata a svolgere presso l'impianto le seguenti operazioni preliminari allo smaltimento/recupero:

(Commento: descrivere in modo sintetico uno o più processi tra quelli indicati a cui viene sottoposto il rifiuto)

☐ OPERAZIONI DI CERNITA compresa la raccolta differenziata effettuata presso il luogo di produzione

☐ TRATTAMENTO FISICO (specificare) _____

☐ TRATTAMENTO TERMICO (specificare) _____

☐ TRATTAMENTO CHIMICO (specificare) _____

☐ TRATTAMENTO BIOLOGICO (specificare) _____

☐ ALTRO (specificare) _____

2) Il Rifiuto è stato regolarmente generato nel corso dello stesso processo:

(N.B: vedi allegato 5, comma 7bis, al D.Lsg 121/2020 -Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti.-)

(Barrare una casella)

SI ☐ NO ☐

In caso positivo:

a) Descrivere le materie prime, dei prodotti utilizzati nel processo produttivo e dei materiali potenzialmente presenti nel rifiuto;

(N.B: indicare eventuale documentazione allegata utile allo scopo (es. schede di sicurezza, ecc.)

b) Descrivere in dettaglio il processo produttivo e ove necessario la fase da cui si genera il rifiuto

(N.B: per impianti di gestione rifiuti descrivere le operazioni effettuate sui rifiuti in ingresso; per gli impianti che effettuano solo deposito preliminare inserire informazioni in merito al produttore iniziale del rifiuto)

3) La società, per le operazioni suindicate, è autorizzata ad accettare presso l'impianto i seguenti rifiuti _____.

4) La tipologia del rifiuto prodotto è classificato in base alla codifica del catalogo europeo
EER _____; EER _____, EER _____

5) Classificazione del rifiuto prodotto dal proprio impianto:

☐ rifiuto speciale non pericoloso rientrante nella definizione di cui all'art. 184, art. 1, comma 3 lettera g) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e NON deriva dalla selezione meccanica di rifiuti solidi urbani.

☐ rifiuto speciale non pericoloso e deriva dalla selezione meccanica di rifiuti solidi urbani

B) CONDIZIONI DI AMMISSIBILITÀ IN DISCARICA *(previste dal D.Lgs. 36/2003 e smi):*

- 1) Descrizione merceologica dei rifiuti in ingresso con le relative proporzioni e provenienza/origine dei rifiuti.
- 2) Rapporti di prova di analisi storiche con set analitico relativo all'ammissibilità in discarica e alla classificazione del rifiuto;
- 3) Caratterizzazione analitica.

(Barrare una casella):

☐ **NON NECESSARIA** in quanto, con riferimento al D.Lgs. 36/03 Art. 7-quinques, Comma 2, il proprio rifiuto è classificato come non pericoloso nel capitolo 20 dell'elenco europeo dei rifiuti ovvero sussistano le condizioni di cui all'Allegato 5 punto 4. *(N.B.: In quest'ultimo caso il Produttore deve fornire adeguata documentazione con particolare riguardo ai motivi per cui i rifiuti, non sottoposti a caratterizzazioni analitiche, sono ammissibili ad una determinata categoria di discarica)*

(Commento: p.e. i rifiuti sono elencati in una lista positiva o tutte le informazioni relative alla caratterizzazione dei rifiuti sono note e ritenute idonee dall'autorità territorialmente competente al rilascio dell'autorizzazione)

☐ **NECESSARIA**, *(N.B.: in questo caso il produttore deve allegare: - Certificato analitico della Caratterizzazione di Base del Rifiuto. Il certificato analitico dovrà essere rilasciato da laboratorio accreditato ISO 17025 per i parametri della matrice rifiuti previsti dalla Tab 5 dell'allegato 4 e per il campionamento ai sensi della norma UNI 10802. - Copia del relativo Verbale di Campionamento secondo le modalità previste dalla Norma UNI 10802)*

(Commento: Le Caratterizzazioni analitiche consentono di ottenere le informazioni necessarie per identificare la tipologia di un rifiuto. Infatti, oltre alle caratteristiche dell'eluato, se non è nota la composizione dei rifiuti questa deve essere determinata mediante caratterizzazione analitica. Le determinazioni analitiche previste per determinare le tipologie di rifiuti devono sempre comprendere quelle destinate a verificarne la conformità. La determinazione delle caratteristiche dei rifiuti, la gamma delle determinazioni analitiche richieste e il rapporto tra caratterizzazione dei rifiuti e verifica della loro conformità dipendono dal tipo di rifiuti.)

In conclusione, considerato che il rifiuto può essere smaltito in discarica in quanto:

☐ con riferimento al comma 5, Art. 7, D.Lgs. 36/03 non contiene e/o non è contaminato da inquinanti organici persistenti conformemente a quanto previsto Reg. UE n. 2019/1021 e s.m.i..

☐ con riferimento al Comma 2, lettera h) Allegato 5 D.Lgs. 36/03 non rientrante nelle casistiche di cui all'art. 6 del D.Lgs 36/2003;

MOD 10 03a – Rev. 0 del 30/11/2023

☐ con riferimento ai divieti generali di smaltimento in discarica (art. 7-quinques, D.Lgs. 36/03) rispetta i limiti di cui alla tab-5 bis dell'allegato 4, e non rientra nell'esclusioni di cui all'art. 7-quinques, comma 7, lettera a), b) e c),

Il sottoscritto, dichiara che l'operazione di smaltimento D1, costituisce la condizione imprescindibile per una efficiente e razionale gestione dei rifiuti, nel rispetto e salvaguardia dell'ambiente.

Luogo e data

Timbro e firma

 Chilivani Ambiente s.p.a.	OMOLOGA SMALTIMENTO RIFIUTI	Pagina 1 di 1
---	------------------------------------	----------------------

Impianto discarica controllata per rifiuti non pericolosi Loc. Coldianu – Ozieri

Autorizzazione Integrata Ambientale N. 04 del 10.12.2014

OMOLOGA	N. _____	VALIDITA' DAL _____ AL _____
CLIENTE		
REFERENTE		
CONTATTI	MAIL _____	TEL _____
PEC		

Vista la conformità della seguente documentazione del:

PRODUTTORE	
LUOGO DI PRODUZIONE	
CER	
DESCRIZIONE RIFIUTO	

CARATTERIZZAZIONE DI BASE	DEL _____
---------------------------	-----------

CARATTERIZZAZIONE ANALITICA	<input type="checkbox"/> NON NECESSITA DI CARATTERIZZAZIONE ANALITICA
	<input type="checkbox"/> ANALISI CHIMICA DEL PRODUTTORE LAB. _____ N. _____ del _____
VERIFICA ANALISI DI OMOLOGA	<input type="checkbox"/> ANALISI CHIMICA DI OMOLOGA LAB. _____ N. _____ del _____

Orari di apertura impianto: Lunedì – Sabato: **7³⁰ - 13³⁰**

La data dello scarico dovrà essere programmata con almeno 24 ore di anticipo

Dovrà essere presentata per ogni accesso in impianto la seguente documentazione:

- per ogni singolo trasporto dovrà essere compilato il "formulario di identificazione rifiuti" - art. 193 D.Lgs. 152/2006;
- per i rifiuti che necessitano di caratterizzazione analitica, nel formulario dovrà essere indicata e allegata l'analisi effettuata per l'elaborazione della caratterizzazione di base

Dati da riportare sul formulario:

Destinazione: **CHILIVANI AMBIENTE S.p.A. - Discarica controllata Loc. "Coldianu" 07014 Ozieri (SS)**

Codice fiscale: **01853420907** - Autorizzazione: **A.I.A N. 04 del 10/12/2014**

N.B. qualora il rifiuto non sia conforme a quanto dichiarato nella caratterizzazione di base e non sia accompagnato da tutta la documentazione richiesta, il carico sarà respinto.

Resp. Autorizzazione

Data

7.2 COLTIVAZIONE DELLA DISCARICA

I rifiuti conferiti in discarica vengono abbancati e costipati con idonei mezzi meccanici (fino ad una densità di circa 0,9 - 1 t/m³) in strati dello spessore massimo di 2 metri senza tener conto del costipamento dovuto alla fermentazione e del conseguente abbassamento.

La coltivazione della discarica avviene attraverso una regolare successione delle celle, per evitare massicce infiltrazioni di acque meteoriche e la diffusione di cattivi odori.

Giornalmente, al termine dei conferimenti, la superficie di coltivazione è ricoperta con uno strato di terra miscelato talvolta al bio-stabilizzato dello spessore minimo di 15-20 cm, al fine di contenere le emissioni diffuse e limitare il trasporto di materiali leggeri da parte del vento, nonché ridurre l'impatto visivo della discarica.

Nell'ampliamento proposto, l'accesso al modulo avverrà dalla pista pavimentata che lo delimita verso nord. dalla fascia di disimpegno viene realizzato mediante una rampa in terra e misto di cava in corrispondenza della cella che sarà colmata per prima; l'accesso alle celle che dovranno essere colmate successivamente avverrà attraverso quelle in precedenza riempite, costipate e ricoperte con la terra di protezione. In caso di scarico di rifiuti polverulenti gli operatori provvedono all'abbattimento delle polveri mediante un sistema di nebulizzazione d'acqua costituito da un sistema di ugelli alimentato da un apposito serbatoio in dotazione del mezzo antincendio acquistato nel 2020 dalla Società. Al fine di evitare la dispersione dei rifiuti leggeri all'esterno del modulo, sono presenti reti fisse lungo il perimetro del modulo e schermi mobili in funzione delle aree di abbancamento e dei venti predominanti. Gli schermi sono costituiti da pali dotati di reti metalliche infissi nel corpo della discarica. Gli eventuali rifiuti sparsi nel sito sono raccolti periodicamente dagli addetti alle operazioni di pulizia, insaccati e successivamente interrati nel modulo.

Al fine della verifica del rispetto delle volumetrie assentite nelle aree attive, come detto precedentemente, vengono effettuati i rilievi topografici con frequenza semestrale; le rilevazioni topografiche del corpo di discarica consentono di calcolare la volumetria occupata e quella ancora disponibile per il deposito dei rifiuti.

7.3 ALTRE ATTIVITÀ DI ESERCIZIO DELL'IMPIANTO

7.3.1 Approvvigionamento materie prime

Gli approvvigionamenti delle materie prime avvengono in base alle esigenze di produzione ed in quantità tali da stoccare i materiali per brevi periodi e comunque limitati alle quantità previste dalle autorizzazioni in essere. Le materie prime sono consegnate in impianto direttamente da fornitori o da trasportatori, che accedono alle aree di stoccaggio a loro consentite, su indicazione degli addetti della discarica. I soggetti terzi che hanno accesso nell'impianto sono informati sui rischi presenti e sulle procedure di emergenza ed evacuazione, mediante consegna di apposito opuscolo informativo. Dal luogo di stoccaggio i materiali, in base alle loro dimensioni e caratteristiche, possono essere movimentati dagli operatori interni tramite terna e/o autocarro. Le materie prime che maggiormente pervengono da fonti esterne sono le seguenti:

➤ Terra di ricopertura

La terra di ricopertura è acquistata per fabbisogni settimanali, viene approvvigionata periodicamente e stoccata in area interna al modulo in coltivazione in prossimità della zona di abbancamento rifiuti, per una quantità di circa 30-40 m³ a carico. Il suo impiego per la copertura dei rifiuti è complementare al riutilizzo del compost fuori specifica e biostabilizzato, in ottemperanza alla prescrizione dell'autorizzazione in vigore.

➤ Oli e Gasolio

Gli oli sono stoccati in strutture di adeguate caratteristiche strutturali e sono dotati di bacini di contenimento opportunamente dimensionati. In particolare, il gasolio viene stoccato in un serbatoio fuori terra omologato da 5.000 litri, dotato di bacino di contenimento e idonea copertura. La struttura è posizionata in area raggiungibile dai mezzi operativi dell'impianto in condizioni di sicurezza. Ai fini antincendio lo stoccaggio di oli e gasolio è autorizzato con attestazione prevenzione incendi. L'area è dotata di estintore carrellato a polvere da 45 kg e da un estintore a polvere da 5 kg. (vedi Piano di Emergenza).

7.3.2 Gestione del percolato

Il percolato, formatosi a causa dell'umidità contenuta nei rifiuti e per l'infiltrazione delle acque meteoriche nel corpo della discarica, è raccolto per ogni modulo, da un impianto predisposto a tale scopo, composto da tubazioni fessurate, posizionate sul fondo della discarica al di sopra dello strato di impermeabilizzazione e collegata ad una tubazione di convogliamento verso le vasche di accumulo temporaneo.

Il percolato residuo del Modulo n.1 in post-esercizio viene drenato da una rete di tubazioni fessurate posizionata sul fondo del modulo e raccolta tramite una tubazione principale che per caduta convoglia il

percolato alla vasca di stoccaggio. Il flusso è regolato da una valvola a saracinesca ubicata a monte della vasca. La vasca di stoccaggio ha le seguenti caratteristiche:

Vasca 1 [V1]: vasca interrata in calcestruzzo armato da 115 m³. Il percolato è inviato alla vasca per caduta tramite la tubazione principale posizionata sul fondo della discarica.

Il percolato prodotto dal II Modulo viene drenato da una rete di tubazioni fessurate posizionata sul fondo della vasca e raccolto tramite tubazioni principali che si diramano secondo una direttrice che convoglia il percolato al punto di maggiore depressione e tramite pompe sommerse, all'interno di pozzi, inviato allo stoccaggio.

Attualmente il percolato raccolto all'interno della discarica viene stoccato sia all'interno della **vasca 2 [V2]**, che nei **tre silos** in acciaio inox, con le seguenti caratteristiche:

- Vasca 2 [V2]: vasca in calcestruzzo armato fuori terra da 50 m³. Il percolato, attraverso una tubazione principale collegata al pozzetto di ispezione ubicato all'interno del modulo, viene rilanciato tramite una pompa sommersa alla vasca V2 ubicata ad una quota superiore al fondo del modulo di discarica. Il flusso è regolato da una valvola a saracinesca ubicata a monte della vasca.
- Silos [ST1-ST2-ST3]: N° 3 serbatoi in acciaio inox fuori terra da 90 m³ cadauno, che garantiscono un volume di stoccaggio complessivo per il modulo 2, pari a 320 m³.

Il percolato prodotto dal nuovo modulo in ampliamento (Modulo 1 bis) e raccolto dal sistema di drenaggio di fondo verrà, tramite un pozzo di emungimento dedicato, dotato di pompa sommersa, e di idonea tubazione, scaricato in 2 serbatoi in acciaio inox da 90 m³ caduno, che saranno ubicati in prossimità della vasca V1.

Giornalmente si provvede al controllo del livello di riempimento dei serbatoi di stoccaggio del percolato dotato di un sistema di controllo di livello che interrompe il funzionamento delle pompe di sollevamento dei pozzi al fine di evitare fuori uscite incontrollate di liquame. Dalle vasche e silos di stoccaggio il percolato viene prelevato tramite cisterna e conferito ad impianto di trattamento autorizzato allo scopo.

L'operatore addetto alla gestione del percolato durante la giornata lavorativa provvede al controllo dello svuotamento in automatico dei pozzi di raccolta, alla verifica dei livelli di stoccaggio e alla risoluzione delle eventuali emergenze.

Il biogas generato dalla fermentazione anaerobica dei rifiuti conferiti nella discarica è captato, tramite una rete di pozzi di drenaggio. Il biogas aspirato dai moduli di discarica è interamente riutilizzato nel gruppo di produzione di energia elettrica ad eccezione dei periodi di fermo per manutenzione in cui entra in esercizio la torcia di emergenza. Si precisa che la produzione di biogas deriva essenzialmente dal modulo in esercizio, in quanto la produzione del modulo è scarsa.

Pertanto, le misurazioni dei parametri vengono effettuate esclusivamente sul flusso totale all'impianto di recupero.

Con la costruzione ed entrata in esercizio del Modulo in ampliamento 1 bis, ferme restando le modalità di captazione del biogas dal Modulo n.2:

- verrà modificato il sistema di captazione del biogas residuo dal modulo n.1 in post-gestione, attualmente presentante criticità funzionali (v. capitolo 3.3)
- verrà implementato un nuovo impianto di captazione del biogas dal nuovo modulo, connesso anch'esso all'impianto di produzione di energia elettrica e combustione in torcia esistente.

Relativamente alla verifica della qualità del biogas, le analisi verranno ancora svolte mensilmente, prelevando il campione sulla rampa gas in ingresso al gruppo di produzione di energia elettrica, dopo aver subito 2 stadi di refrigerazione, 1 a monte (in depressione) e 1 a valle (in pressione) della soffiante, che consente l'aspirazione del biogas dai Moduli di discarica, al fine di eliminare il più possibile l'umidità residua contenuta nel biogas.

La torcia di combustione si attiva automaticamente tramite PLC, quando il motore si spegne per le attività di manutenzione o causa guasti imprevisti di tipo meccanico o elettrico.

In ogni caso tutto il sistema rimane disattivo in caso di problematiche dovute alla rete del Gestore Elettrico Nazionale, in particolare quando sussistono condizioni meteo avverse e per l'assenza di energia elettrica che alimenti la soffiante di aspirazione biogas dal corpo rifiuti e alimentazione del gruppo di produzione.

Relativamente alle verifiche della presenza di emissioni fuggitive di biogas dai moduli, le analisi continueranno ad essere svolte mensilmente sui 4 punti cardinali sul perimetro esterno della discarica.

7.3.4 *Controllo delle fasi critiche, manutenzioni e depositi*

Con la realizzazione del nuovo Modulo tutte le seguenti attività continueranno ad essere svolte come in passato, come sotto descritto.

Tutti i mezzi, le attrezzature e gli impianti sono soggetti a controlli periodici e a manutenzioni programmate, come previsto dai manuali di uso e manutenzione. A tal fine vengono effettuate ispezioni con frequenza prefissata a tutte le attrezzature, a cura di personale interno.

➤ **Impianti elettrici:**

gli impianti elettrici di messa a terra della discarica sono verificati con frequenza biennale a cura di professionista abilitato dal Ministero delle attività produttive che rilascia adeguato verbale di verifica.

➤ **Disinfestazione e derattizzazione:**

sono svolti interventi periodici di derattizzazione e disinfestazione finalizzati a ridurre il richiamo e la proliferazione di ratti e insetti e la conseguente potenziale diffusione di malattie legate alla loro presenza. Gli interventi sono effettuati da una ditta specializzata che rilascia specifici Rapporti di Intervento conservati presso l'impianto a evidenza delle attività svolte.

➤ **Recinzione e cancelli di accesso:**

l'accesso alla discarica è consentito solo in presenza del personale di sorveglianza. Periodicamente è effettuata la verifica dell'integrità della rete perimetrale e del cancello d'accesso all'impianto provvedendo alle eventuali manutenzioni straordinarie e ripristini di parti ammalorate. Sono svolte verifiche mensili e interventi di manutenzione ordinaria periodiche in caso di necessità.

➤ **Rete di raccolta e smaltimento acque meteoriche:**

con frequenza mensile si procede a verificare l'efficienza della rete e al ripristino delle condizioni originarie, con eventuale rimozione di detriti e ripristino della funzionalità del sistema di smaltimento. Il nuovo modulo non prevede la realizzazione di nuove opere di regimazione idraulica o scarichi finali esterni al modulo stesso.

➤ **Viabilità interna ed esterna:**

la manutenzione della viabilità interna ed esterna della discarica è garantita prestando particolare attenzione alla rimozione di eventuali ostacoli e al ripristino degli avvallamenti oltre alla pulizia periodica.

➤ **Impianto di illuminazione e videosorveglianza:**

le piste interne alla discarica e il perimetro recintato sono dotate di pali di illuminazione e telecamere per la sorveglianza dell'impianto e delle sue attrezzature. Il sistema di videosorveglianza viene monitorato e fatto oggetto di manutenzione da parte di una ditta specializzata.

Così come la manutenzione straordinaria e periodica dell'impianto di illuminazione è affidata ad un operatore esterno di fiducia.

7.4 ORGANI –PERSONALE -MANSIONI

7.4.1 Organizzazione Aziendale e Operativa

La Chilivani Ambiente Spa, è una società mista pubblico-privata costituita nel 1999, che opera nel campo ambientale ed in particolare nella gestione di un impianto di scarico controllato per RSU e non pericolosi e trasporto rifiuti non pericolosi.

Si riporta di seguito l'organigramma aziendale semplificato che indica la struttura organizzativa dell'azienda.

Le attività di gestione operativa dell'impianto di discarica controllata sono effettuate dal personale della società Chilivani Ambiente anche avvalendosi di consulenti esterni.

Di seguito si riporta l'assetto organizzativo con particolare riferimento ai responsabili delle varie aree/unità nelle quali si articola l'attività di gestione:

- Responsabile Tecnico per la gestione della discarica: Ing. Fabrizio Cioccolo;
- Referente IPPC rispetto prescrizioni AIA: Ing. Fabrizio Cioccolo;
- Capocantiere della discarica: Arch. Nicolò Pittalis;
- Vice capocantiere: Antonio Testoni;
- n. 1 Caposquadra che coordina le attività operative impartite dal Capocantiere;
- n. 2 impiegati amministrativi addetti alla gestione finanziaria ed amministrativa della società;
- n. 2 addetti alla pesa per la verifica dei conferimenti con particolare riferimento alla pesatura, coerenza tra carico sui mezzi e formulari e gestione dei registri di carico e scarico;
- n. 6 conduttori di mezzi d'opera e autoveicoli aziendali che in funzione delle necessità operative, provvedono alla gestione delle macchine operatrici a loro affidate;
- n. 1 operatore per la gestione dell'impianto di produzione di energia elettrica da biogas compresa la rete di captazione ed adduzione dello stesso;
- n. 2 operatori di impianto per l'espletamento delle attività di carattere generale di conduzione.

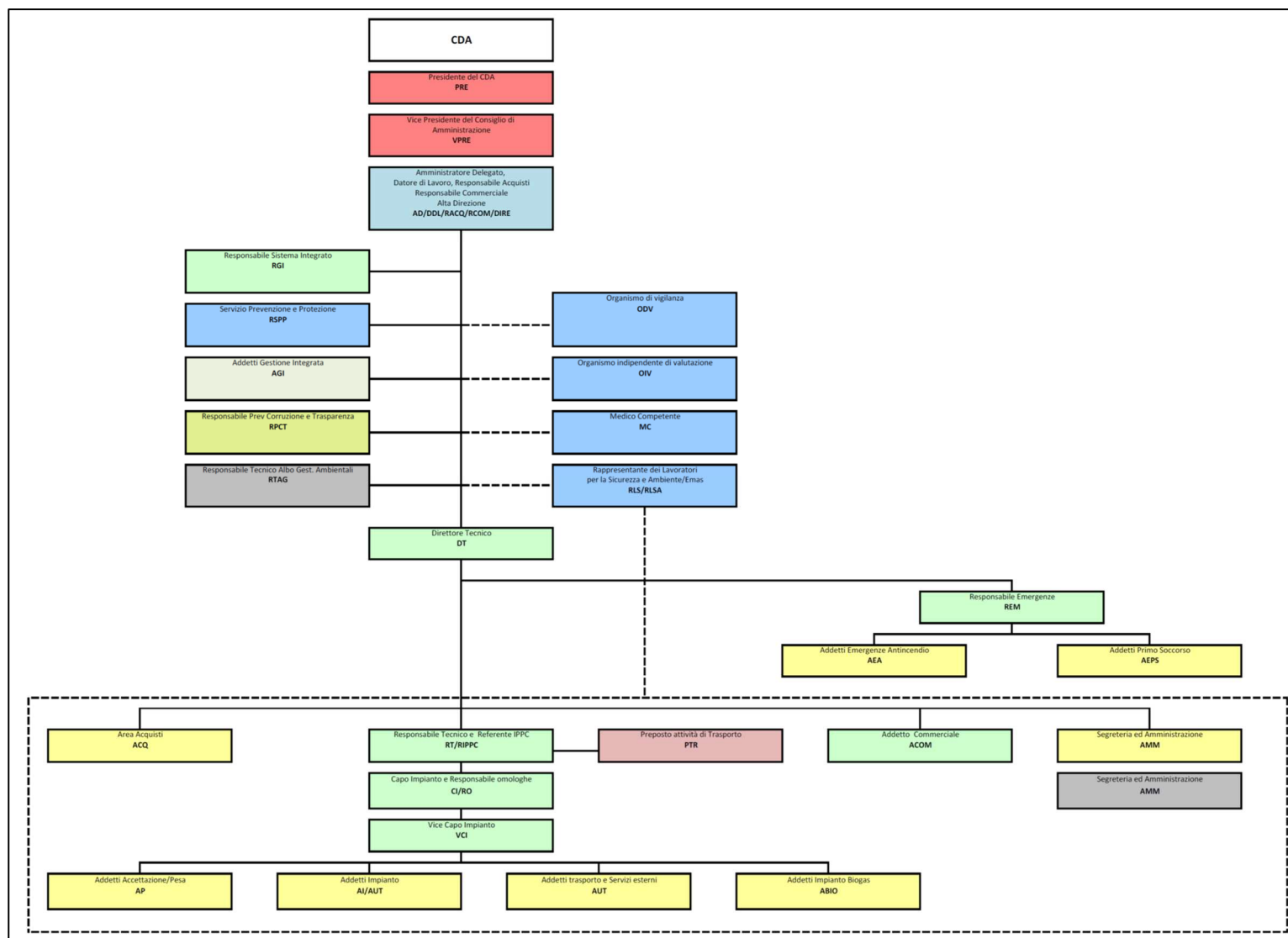


Figura 7.4/I: Organigramma funzionale della Chilivani Ambiente Spa

7.4.2 Mezzi d'opera

Per le varie attività operative la società dispone dei seguenti mezzi:

- n. 1 compattatore CAT 826H
- n. 1 pala cingolata CAT 953 D;
- n. 1 pala cingolata CAT 963 D
- n. 1 escavatore CAT 323 D;
- n. 1 escavatore CAT 323 D;
- n. 1 terna JCB;
- n. 2 trattori stradali
- n. 3 semirimorchi con cisterna;
- n. 4 autocarri;
- n. 1 autocompattatore;
- n. 1 mezzo antincendio IVECO 135E23W.

Le attività di monitoraggio della discarica e di manutenzione straordinaria degli impianti tecnologici e delle infrastrutture sono affidate ad imprese/società esterne specializzate nei settori di interesse.

7.5 BILANCIO ENERGETICO

7.5.1 Consumi energetici

Tutti gli impianti e macchinari saranno alimentati a gasolio o con energia elettrica, derivata mediante una nuova linea interrata lungo la viabilità.

Nel seguito, sulla base:

- della capacità produttiva media di smaltimento dell'impianto;
- dei consumi medi attesi di gasolio sulla base di realtà simili;
- dei consumi medi attesi di energia elettrica sulla base di realtà simili,

viene fornita una stima dei consumi energetici unitari, espressi in Kwh/Mg di rifiuto smaltito, derivanti dai consumi di energia elettrica e di gasolio

Assumendo i seguenti parametri medi per la gestione della discarica:

- smaltimento di circa 22.000 Mg/a di rifiuti;
- consumo di gasolio: 16.800 litri/a;
- consumo di energia elettrica: 20.800 Kwh/a,

si ottiene che l'incidenza di consumo energetico complessivo (energia elettrica + gasolio), espresso in Kwh di circa 203.500 Kwh/a, da cui ne deriva un consumo unitario di circa 9,25 Kwh/Mg di rifiuto smaltito.

7.5.2 Produzione energetica

Il complesso IPPC è dotato di un impianto di produzione di energia elettrica, alimentato a biogas di discarica, costituito da un motore Jenbacher che sviluppa una potenza massima a pieno carico di 300 kw. Tuttavia la progressiva diminuzione di biogas prodotto dai rifiuti conferiti, imputabile alla loro composizione merceologica (prevalentemente sovrall e residui di triturazione di rifiuti ingombranti), fa sì che la quantità di gas complessivamente prodotta ultimamente (<200 Nm³ /h) sia insufficiente ad alimentare il motore e debba pertanto essere bruciata in torcia.

In funzione di quanto sopra, per il futuro, prudenzialmente non si considera, nel bilancio energetico del complesso, una produzione di energia elettrica.

7.6 MISURE DI PREVENZIONE RISCHIO INCIDENTI

Nel seguito sono riportate le attività da svolgere nel caso si verificano condizioni straordinarie, come indicato al paragrafo 2 dell'Allegato 2 del D.Lgs. 36/2003.

<u>ALLAGAMENTI</u>
<p><u><i>Scenario:</i></u></p> <p>Il verificarsi di eventi di eccezionale piovosità potrebbe provocare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - danni ai sistemi di regimazione idrica con conseguente possibile confluenza delle acque meteoriche dall'esterno verso le vasche di abbancamento della discarica; - allagamento di settori della discarica e conseguente rischio di instabilità della massa dei rifiuti.
<p><u><i>Misure di prevenzione:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - controllare le condizioni meteo a mezzo bollettino meteorologico; - mantenere in perfetto stato di manutenzione la rete di regimazione idrica; - pianificare i ruoli del personale, i mezzi da utilizzare e le attività da svolgersi in caso di emergenza.
<p><u><i>Gestione dell'emergenza e modalità d'intervento:</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - in caso di necessità le squadre di intervento composte dal personale e dai mezzi in dotazione alla discarica, intraprendono le azioni definite e preventivamente pianificate; - ove necessario per complessità e/o durata dell'intervento si attivano altri uomini e/o mezzi provenienti dall'esterno per far fronte all'emergenza (VV.FF); - in caso di impraticabilità della viabilità di accesso ad aree della discarica il personale del sito si attiva (su indicazione dei responsabili) per ripristinare tale accessibilità utilizzando mezzi già presenti in discarica; - qualora sia necessario si attiveranno quelle azioni di limitazione di accesso eventualmente ritenute opportune come la sospensione temporanea degli accessi e/o dei conferimenti.
<u>INCENDI</u>
<p><u><i>Scenario:</i></u></p> <p>Verificarsi di incendio in discarica che interessa il corpo dei rifiuti o le aree circostanti, macchine operatrici e/o strutture di servizio.</p>

Misure di prevenzione:

- Provvedere alla copertura tempestiva dei rifiuti potenzialmente infiammabili;
- Dotare la discarica di cumuli di materiali inerti e terra per un rapido intervento con ruspe guidate da operatori dotati di tute di tessuto ignifugo;
- Dotare la discarica di impianto fisso di estinzione incendi e di estintori nei presidi delle aree esterne e nei locali di servizio.

Gestione dell'emergenza e modalità d'intervento:

- chiunque si accorga di un incendio in atto deve darne comunicazione all'addetto guardiana della discarica, il quale in attesa di ulteriori notizie provvede alla sospensione temporanea degli accessi e/o dei conferimenti;
- nel caso in cui l'incendio abbia limitata entità, utilizzare del materiale inerte per il soffocamento dello stesso, impiegando, eventualmente, la pala meccanica in dotazione la cui guida è affidata ad operatore dotato di tuta di tessuto ignifugo;
- per incendi limitati che interessino le macchine operatrici o le strutture di servizio della discarica, utilizzare gli estintori in dotazione al presidio;
- incendi che non possono essere estinti seguendo le indicazioni di cui ai punti precedenti o per incendi rilevanti richiedere tempestivamente l'intervento dei VV.FF.

ACQUE SOTTERRANEE

Scenario:

Superamento dei livelli di guardia degli indicatori di contaminazione delle acque sotterranee e conseguente possibile inquinamento della falda sottostante l'area della discarica per danneggiamento dei sistemi di impermeabilizzazione.

Misure di prevenzione:

- il Sistema di impermeabilizzazione del fondo e delle pareti della discarica è costituito da manto in HDPE (spessore 2,5 mm) sovrastante lo strato di argilla compattata e protetta da geotessile di tipo tessuto non tessuto;
- il Sistema di controllo del percolato è collocato nello strato drenante fra telo e sottotelo e presenta pozzi di controllo periodicamente monitorati; l'eventuale fuoriuscita dello stesso dal manto impermeabile principale è intercettato dal sistema di controllo;
- monitoraggio mediante analisi periodica della qualità della falda idrica prelevata dai pozzi di monitoraggio controllo e spurgo, disposti a monte e valle della discarica in modo da rilevare l'eventuale presenza di contaminazione.

Gestione dell'emergenza e modalità d'intervento:

Qualora si dovessero riscontrare parametri anomali dell'acqua di falda, si procede a:

- immediata ricampionatura ed analisi della falda e del percolato;
- confronto dei valori dei parametri fuori standard con quelli di riferimento (prima dell'entrata in esercizio della discarica);
- accertata la concreta possibilità di fuga del percolato si procederà alla fase di bonifica articolata in due azioni contemporanee:
 - ripristino, se possibile, della continuità dell'impermeabilizzazione;
 - decontaminazione della falda mediante attivazione di MISE e/o MISO, consistenti in realizzazione di barriera idraulica.

SVERSAMENTO ACCIDENTALE DI RIFIUTI

Scenario:

Durante le operazioni di trasferimento, a seguito di eventi accidentali potrebbe verificarsi lo spandimento dei rifiuti al suolo esternamente alle aree di abbancamento.

Misure di prevenzione:

Esecuzione corretta delle operazioni di carico/scarico e movimentazione dei rifiuti lungo la viabilità dedicata.

Gestione dell'emergenza e modalità d'intervento:

- per i *rifiuti solidi* non pulverulenti si provvede al recupero immediato del materiale ed al trasporto nel settore di smaltimento attivo;
- per i *rifiuti fangosi* si delimita l'area di sversamento con una cordolatura in loppa al fine di bloccare lo spandimento delle acque di imbibizione e di permettere il loro assorbimento. Successivamente tutto il materiale, cordolatura compresa, viene inviato al settore di smaltimento attivo;
- per i *rifiuti pulverulenti* si procede all'umidificazione superficiale degli stessi al fine di rendere il materiale riprendibile, per il suo successivo smaltimento in discarica, limitando i fenomeni di aerodispersione.

8 VERIFICHE PRELIMINARI¹

8.1 PREMESSA

Nel presente capitolo vengono sviluppate le verifiche di sicurezza del nuovo modulo per rifiuti, con particolare riferimento ai seguenti temi:

- verifiche di stabilità;
- stabilità interna del rilevato perimetrale in terra rinforzata (lato sud);
- stabilità interna del rilevato perimetrale in terra naturale compattata (lato nord);
- stabilità generale del nuovo modulo di discarica;
- verifiche dei sistemi di protezione ambientale;
- verifica della geomembrana di fondo;
- verifiche strutturali del sistema di raccolta del percolato.

Documentazione di riferimento

Il presente studio fa riferimento alle seguenti relazioni specialistiche:

- Relazione Tecnica Sulle Indagini Geofisiche (Tomografia Elettrica- Sismica a Rifrazione- M.A.S.W.) (Geoservice, 2024), fornita dal Committente;
- Rapporti di prova, forniti dal Committente, relativi ad analisi di laboratorio (Peso specifico apparente e densità apparente) dei rifiuti del modulo n.1, eseguite da Ekosystems s.r.l. –Porto Torres nel mese di maggio 2024.

¹ In **appendice 4**, si riporta la relazione delle verifiche di sicurezza del modulo 1bis, redatte dall'Ing. Cesare Castiglia.

8.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- NTC 2018 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 17 Gennaio 2018.
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7- Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni'.

8.3 PARAMETRI GEOTECNICI

Le caratteristiche meccaniche dei terreni che saranno utilizzati per la costruzione della discarica (argine perimetrale e barriere di fondo) sono state descritte mediante parametri assunti dall'esperienza nella costruzione di altre discariche di rifiuti simili.

Come previsto nella relazione di progetto, in corso d'opera, sarà necessario eseguire prove in sito ed in laboratorio sui materiali sia in fase di qualificazione sia in fase di esecuzione, al fine di verificare che i materiali utilizzati siano conformi alle ipotesi progettuali.

Resistenza al taglio dei rifiuti

Secondo la letteratura tecnica, la resistenza al taglio dei rifiuti varia sensibilmente in base alla merceologia dei rifiuti stessi ed alle modalità di abbancamento e anche la determinazione della stessa mediante prove in sito risente della mancanza di correlazioni specifiche, non essendo applicabili quelle formulate per i terreni naturali. L'incertezza di determinazione è anche maggiore a bassi stati tensionali, nei quali è determinante l'effetto della suzione dovuta alle condizioni non sature.

Secondo un approccio basato sull'esperienza, come dimostrato anche nella seguente **figura 8.3/I**, è stato utilizzato il criterio proposto da Bray (2009), secondo il quale:

- la coesione efficace è pari a $c' = 15$ kPa
- l'angolo di attrito interno è pari a $\varphi' = 36^\circ$.

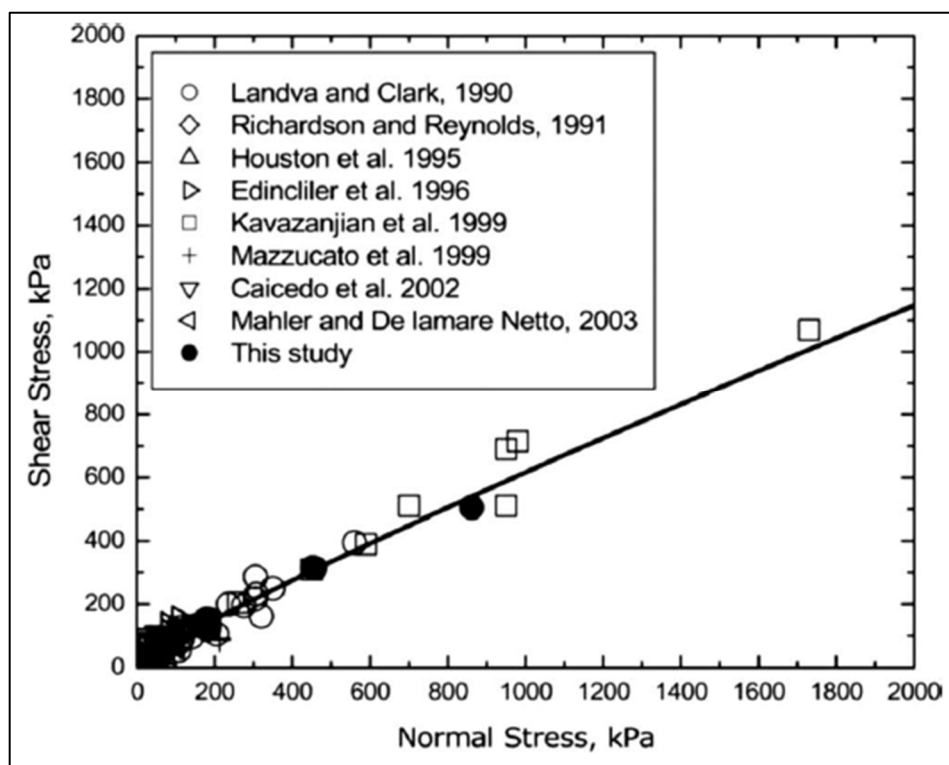


Figura 8.3/I: Resistenza dei rifiuti RSU secondo Bray (2009)

Compressibilità e peso di volume dei rifiuti

Per quanto riguarda il peso di volume dei rifiuti già presenti in sito, sulla scorta delle prove di laboratorio commissionate dalla Chilivani (v. cap. 8.1), è stato assunto un valore medio di 0.5 kN/m^3 , indice di una compattazione meccanica bassa o assente in fase di abbancamento. Per i rifiuti di nuovo conferimento è stato ipotizzato un peso di volume pari a 10 kN/m^3 .

In assenza di informazioni di dettaglio sullo stato di esaurimento dei fenomeni di mineralizzazione all'interno dei rifiuti già abbancati in sito, si assume che i cedimenti dilazionati nel tempo della base di imposta della nuova discarica possano essere trascurati e che, nell'ambito del presente studio, la deformabilità dei rifiuti è di interesse limitatamente agli aspetti di compressibilità meccanica, comunemente indicata come "short term" (di breve periodo).

La rigidità dei rifiuti è affetta da incertezze del tutto simili a quelle che contraddistinguono la caratterizzazione della resistenza al taglio, esposte al paragrafo precedente. Nell'ambito della letteratura tecnica sono presenti numerosi studi basati su casi reali che propongono correlazioni tra la velocità delle onde di taglio misurata nei rifiuti e le caratteristiche di compressibilità.

In particolare, facendo riferimento a Zekkos (2014) e Kola (2023) possono essere identificate le seguenti correlazioni che legano il coefficiente di compressibilità primaria C'_c (e quindi il modulo edometrico $M=Ed$) alla velocità delle onde di taglio V_s ed alla tensione media p ed alla pressione atmosferica $P_a=0.10 \text{ MPa}$

$$C'_c = a \exp(-bV_s)$$

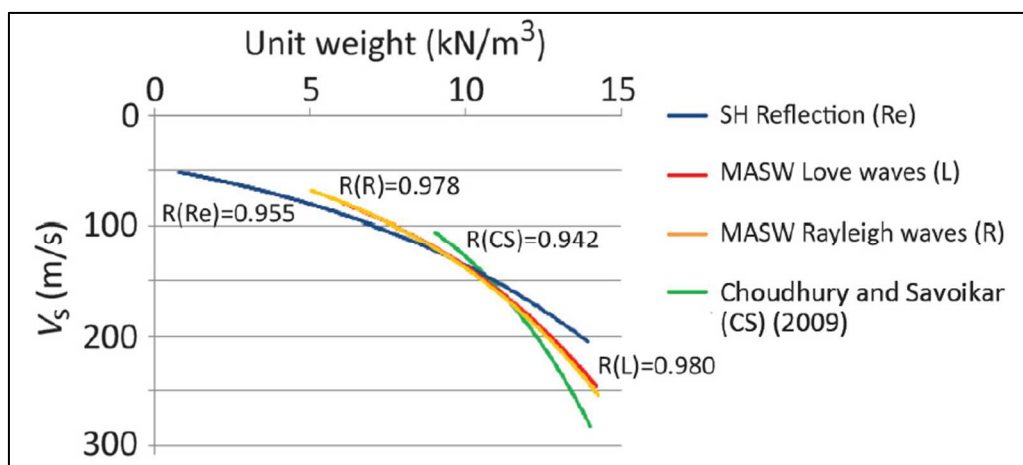
$$a = 2.56399 \times 10^{-1} (p'/P_a)^{(-0.76/(p'/P_a))}$$

$$b = 8.5541 \times 10^{-3} (p'/P_a)^{(-0.36/(p'/P_a))}$$

$$p = (\sigma_1 + 2\sigma_3)/3,$$

$$M = 2.303 \sigma'_v / C'_c,$$

Per rifiuti con un peso di volume pari a 5 kN/mc si può assumere una velocità di propagazione delle onde di taglio dell'ordine di $80\text{-}100 \text{ m/s}$, come illustrato nella **figura 8.3/II** seguente. (Chodbury, 2009).



Il coefficiente di Poisson dei rifiuti varia in funzione del contenuto in gomma e plastica (Landva, 2000) e per il caso in esame è stato assunto pari a $\nu=0.25$

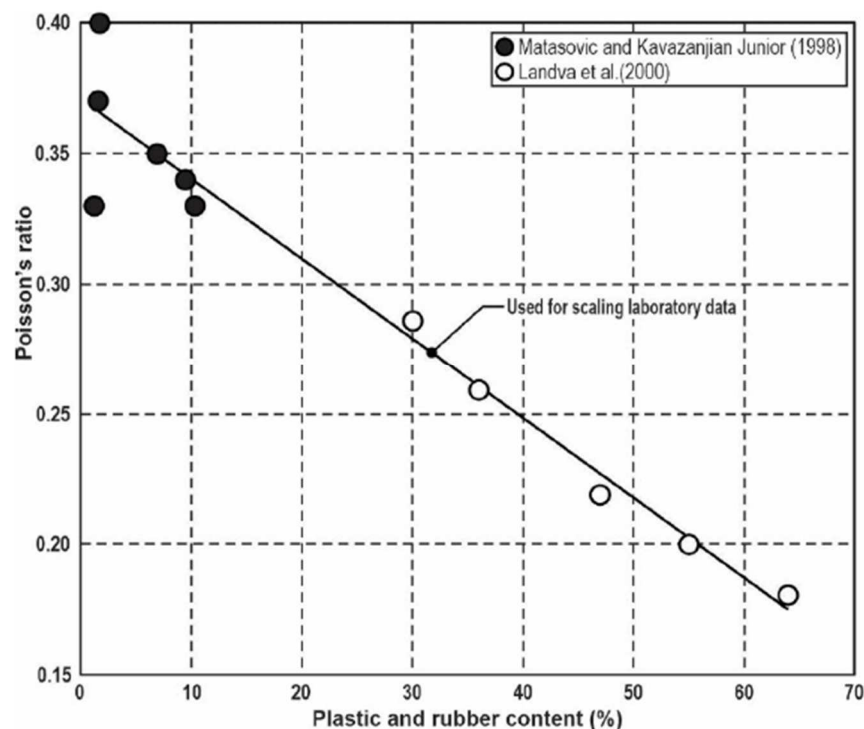


Figura 8.3/II: Velocità di propagazione delle onde di taglio



Si può calcolare il valore del modulo edometrico ad una profondità pari a quella media dello spessore di rifiuti nella sezione di verifica (15m), ottenendo un modulo edometrico $M=0.6$ MPa. Il modulo di Young è correlato al modulo edometrico dall'espressione:

$$E_{YO} = \frac{M(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}$$

Nelle condizioni di calcolo sopra esposte, il modulo elastico medio dei rifiuti già abbancati (modulo 1) è quindi pari a $E = 0.48$ MPa. Per i rifiuti di futuro abbancamento è stato seguito il medesimo procedimento assumendo un peso di volume pari a 10 kN/m^3 , ottenendo un modulo elastico $E=3$ MPa.

Parametri dei materiali geosintetici

I parametri dei materiali geosintetici (Geomembrana in HDPE e geogriglie di rinforzo) sono stati assunti sulla base delle indicazioni delle schede tecniche dei prodotti diffusi in commercio e riassunte nella seguente tabella:

Liner Name	Liner Color	Liner Type	Tensile Modulus (MN/m)	Tensile Strength (peak) (MPa)	Tensile Strength (residual) (MPa)
HDPE		Geosynthetic	0.4	0.0425	0.0425
Geogriglie		Geosynthetic	0.5	0.045	0.045

Si specifica che:

- i parametri relativi alla geomembrana in HDPE sono relativi alla resistenza a snervamento del materiale, mentre quella a rottura è pari a 0.065 MPa/m;
- i parametri relativi alle geogriglie sono pari al valore nominale di calcolo, che comprende anche i coefficienti di riduzione delle resistenze (il cui prodotto è pari circa a 1.8).

8.4 PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE E AZIONI SISMICHE DI CALCOLO

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni introducono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. La "pericolosità sismica di base", è pertanto l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica viene data su un reticolo di riferimento composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio nazionale ed è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1.mi.ingv.it/>).

Le stesse N.T.C. forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_r considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno (espressa in $g/10$);
- F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- TC^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito non è sintetizzata più dall'unico parametro (a_g), ma dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, dalla vita nominale e dalla classe d'uso dell'opera.

I valori di F_0 , a_g e TC^* , per le isole sono tabellati in funzione dei T_r ed allegati alla norma NTC e sono validi per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri. Gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di a_g , F_0 , TC^* uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola. I valori di tali dati sono riportati nella tabella seguente.

	a_g	F_0	TC^*
TR=30	0,186	2,61	0,273
TR=50	0,235	2,67	0,296
TR=72	0,274	2,70	0,303
TR=101	0,314	2,73	0,307
TR=140	0,351	2,78	0,313
TR=201	0,393	2,82	0,322
TR=475	0,500	2,88	0,340
TR=975	0,603	2,98	0,372
TR=2475	0,747	3,09	0,401

L'amplificazione stratigrafica per il sito in esame è variabile a seconda del cinematisimo considerato:

- se si considera l'intero rilevato di rifiuti, si può assumere che sia fondato direttamente su suolo rigido;
- la parte di rifiuti in sopraelevazione è posizionata su oltre 20m di rifiuti a bassa velocità di propagazione delle onde di taglio. In assenza di valutazioni più approfondite si assume la massima amplificazione stratigrafica, pari a $S_s=1.8$

Trattandosi di un rilevato costruito in versante, si assume anche una amplificazione topografica pari a $ST=1.2$.

Nel caso più gravoso si ha pertanto:

- $a_{max}=S_s \times ST \times a_g = 1.8 \times 1.2 \times 0.5 = 1.08$
- $k_h = b \times a_{max} / g = 0.04$
- $k_v = 0.5 \times k_h = 0.02$

8.5 STABILITA' INTERNA DEL RILEVATO DI MONTE IN TERRA RINFORZATA

Per un terreno di riempimento uniforme, esiste un angolo limite di pendenza limite fino alla quale una pendenza non rinforzata può essere costruita in sicurezza. Per un materiale non coesivo e asciutto, l'angolo limite della pendenza è uguale all'angolo di attrito del suolo. Una pendenza con un angolo maggiore dell'angolo limite di pendenza è una pendenza ripida; per costruire un terrapieno con una pendenza ripida è necessario fornire alcune forze aggiuntive per mantenere l'equilibrio.

Il metodo più semplice è posizionare orizzontalmente alcuni strati di rinforzo nella pendenza in modo che i rinforzi possano resistere alle forze orizzontali, aumentando così le tensioni di taglio ammissibili. Le forze che devono essere applicate al suolo per mantenere l'equilibrio possono essere sommate in una forza lorda che lavora in direzione orizzontale, ovvero la direzione del rinforzo.

Per la verifica della possibilità di costruire un rilevato rinforzato con pendenza del paramento pari a 70° sono stati utilizzati gli abachi proposti da Jewell (1991). Questi abachi, definiti per diversi valori del rapporto delle pressioni interstiziali r_u (i.e., 0.0, 0.25 e 0.50) permettono, noti il valore della pendenza del paramento β e l'angolo di attrito interno del materiale Φ , di calcolare i seguenti coefficienti:

- Reazione orizzontale richiesta (K_{req}) ai geosintetici per contrastare le spinte orizzontali, legata alla resistenza a trazione dalla relazione $P_a = 0.5 \times k_{req} \times \gamma \times H^2$ dove H è l'altezza del rilevato g il peso di volume del terreno di riempimento. La resistenza richiesta al singolo rinforzo, ipotizzando l'impiego di rinforzi uguali e con spaziatura costante d , è quindi pari a $T = P_a / (H/d)$
- Rapporto tra lunghezza dei rinforzi (L) e altezza (H) per prevenire l'instabilità interna $(L/H)_{ovrl}$
- Rapporto tra lunghezza dei rinforzi (L) e altezza (H) per prevenire lo scorrimento sui piani di rinforzo $(L/H)_{ds}$.

Nella **figura 8.5/I** si riportano le condizioni assunte alla base del calcolo e gli abachi progettuali utilizzati per il dimensionamento. In particolare, si specifica che:

- per quanto riguarda i geosintetici di rinforzo è stato selezionato un geosintetico tipo Maccaferri Green Terramesh con resistenza nominale pari a 50 kN/m;
- il materiale di riempimento è stato ipotizzato di tipo granulare con angolo di attrito interno pari a 40° e peso di volume pari a 15 kN/m³.

Si osserva che le lunghezze minime per il controllo dell'instabilità interna sono controllate dal requisito per lo scivolamento generale $(L/H)_{ovrl}$, che risulta dimensionante per il caso specifico, mentre requisito di resistenza è ampiamente compreso entro le prestazioni nominali dei geosintetici selezionati.

Si osserva tuttavia che il rilevato in terra rinforzata previsto in progetto non ricopre una funzione di supporto, essendo costruito in aderenza alla parete rocciosa retrostante, ed ha dimensioni largamente sufficienti a garantirne la stabilità nei confronti dei cinematismi di rottura interni. Tuttavia, poiché i cedimenti derivanti dalla compressione dei rifiuti possono dare luogo a rotazioni del piano di imposta ed a conseguente instabilità del manufatto, si raccomanda di costruire il rilevato per sopraelevazioni

successive seguendo l'abbancamento dei rifiuti, mantenendo l'altezza fuori terra a quote non superiori a 2.5m rispetto al piano dei rifiuti adiacenti.

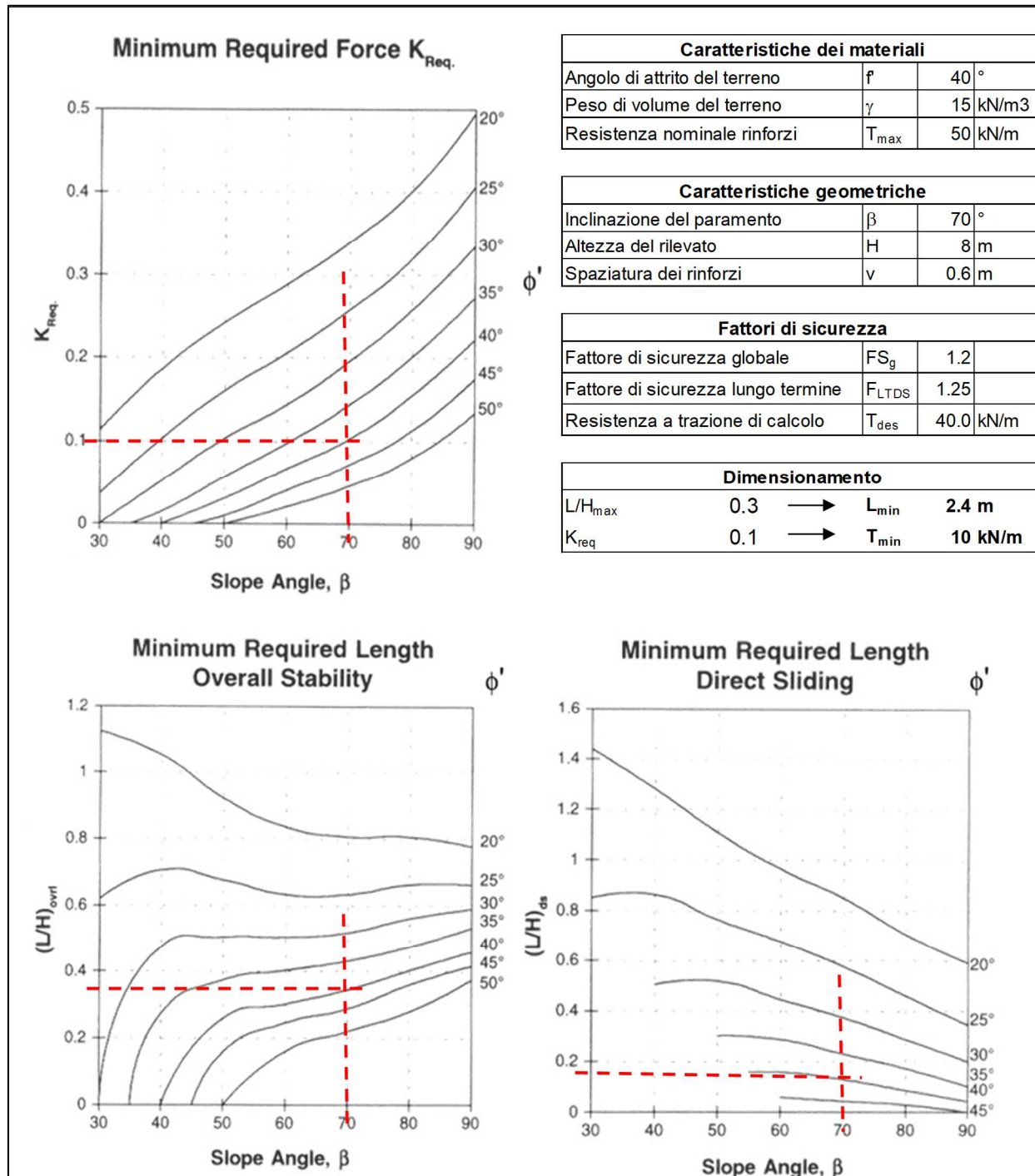


Figura 8.5/1: Verifica interna terra rinforzata

8.6 MODELLAZIONE NUMERICA DEL RILEVATO DI DISCARICA

È stato preparato un modello numerico della discarica lungo una sezione tipologica rappresentativa del rilevato di ampliamento, mediante una simulazione completa in campo bidimensionale basata sul metodo degli elementi finiti mediante il software RS2 della Rocscience.

Il modello numerico è stato utilizzato al fine di:

- ottenere una previsione dei cedimenti elastici in corrispondenza dei fondi di discarica e delle distorsioni angolari indotte al fine della verifica della sicurezza delle barriere ambientali;
- stimare il carico verticale agente sulle tubazioni per la gestione del percolate installate sul fondo della discarica esistente al fine della verifica della sicurezza strutturale delle stesse;

Nelle **figure 8.6/I, 8.6/II e 8.6/III** è illustrata la sezione di calcolo, ubicata nel settore est della discarica in prossimità della Sezione 6 di progetto.



Figura 8.6/I: Ubicazione della sezione di calcolo e curve di livello del fondo vasca

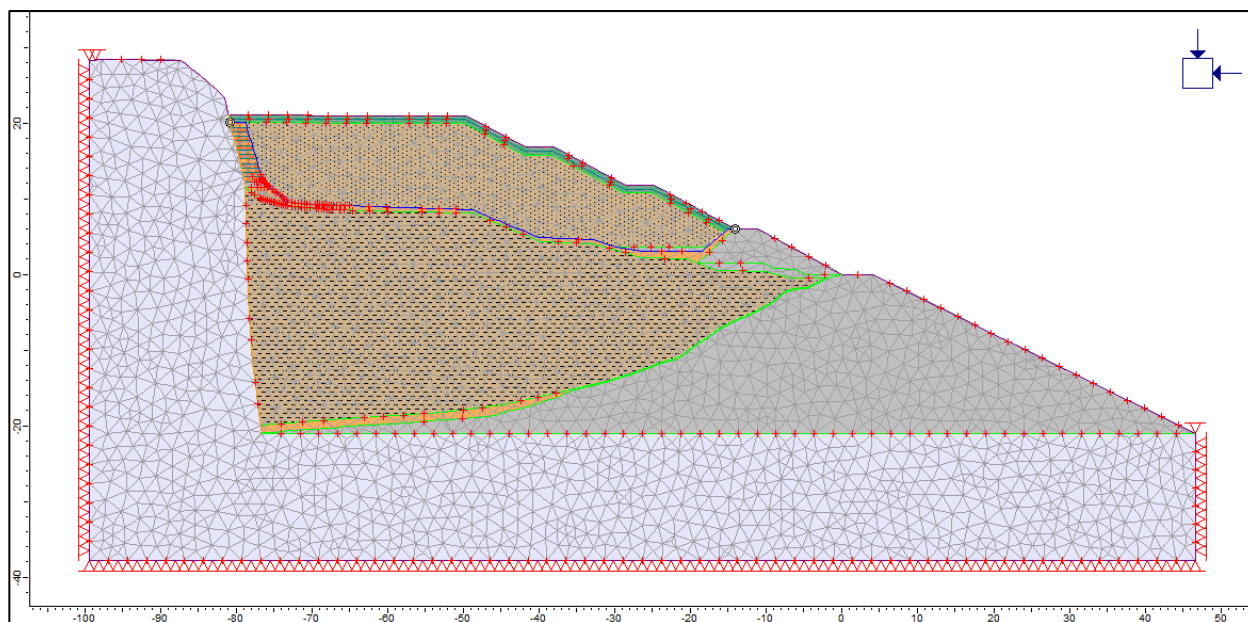


Figura 8.6/II: Discretizzazione FEM

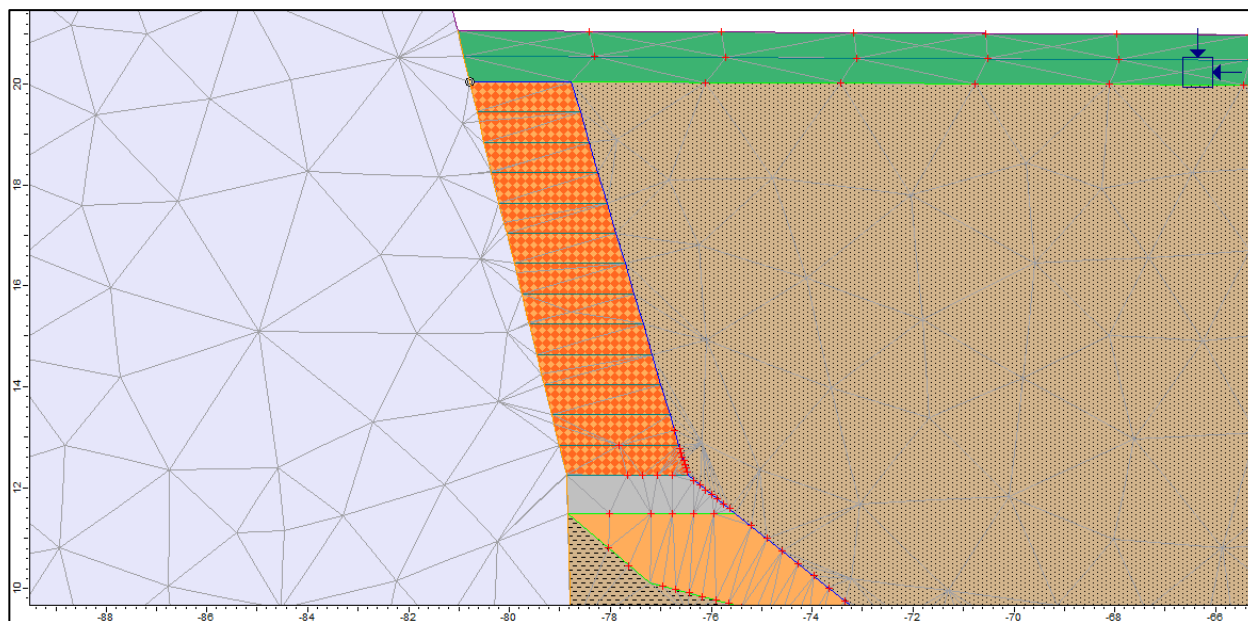


Figura 8.6/III: Dettaglio dell'argine in terra rinforzata

Material Name	Material Color	Unit Weight (MN/m ³)	Poisson's Ratio	Young's Modulus (MPa)	Peak Tensile Strength (MPa)	Peak Friction Angle (degrees)	Peak Cohesion (MPa)
Bedrock		0.027	0.3	20000	0	35	10.5
TerraArmata		0.015	0.3	10	0	40	0
ToutVenant		0.018	0.3	100	0	42	0.002
Rifiuti OLD		0.005	0.25	0.5	0	36	0.015
Rifiuti NEW		0.01	0.4	3	0	36	0.015
Argilla		0.027	0.3	50	0	28	0.05
Vegetale		0.02	0.3	50	0	36	0.005

Tabella 8.6/I: Legenda cromatica e parametri meccanici dei materiali

Risultati

Nei paragrafi seguenti si illustrano gli esiti della simulazione ad elementi finiti, con dettaglio sui temi di rilevanza progettuale (cedimenti delle barriere di fondo, tensioni sui geosintetici).

Nella **figura 8.6/IV** sono riportati, sotto forma di campitura a colori e di valori puntuali, i cedimenti verticali previsti al termine della costruzione della copertura del lotto in sopraelevazione.

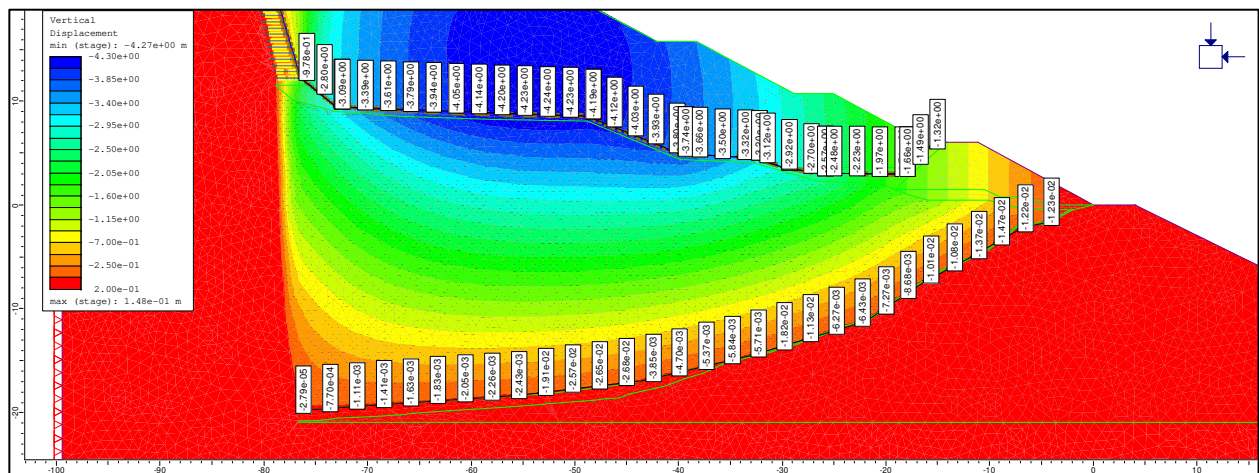


Figura 8.6/IV: Cedimenti verticali in corrispondenza delle barriere di fondo

Gli effetti dei cedimenti in termini di tensioni indotte sulla geomembrana in HDPE installata sul fondo del lotto in sopraelevazioni sono riportati, in termini di tensioni di trazione, nelle **figure 8.6/V e 8.6/VI**.

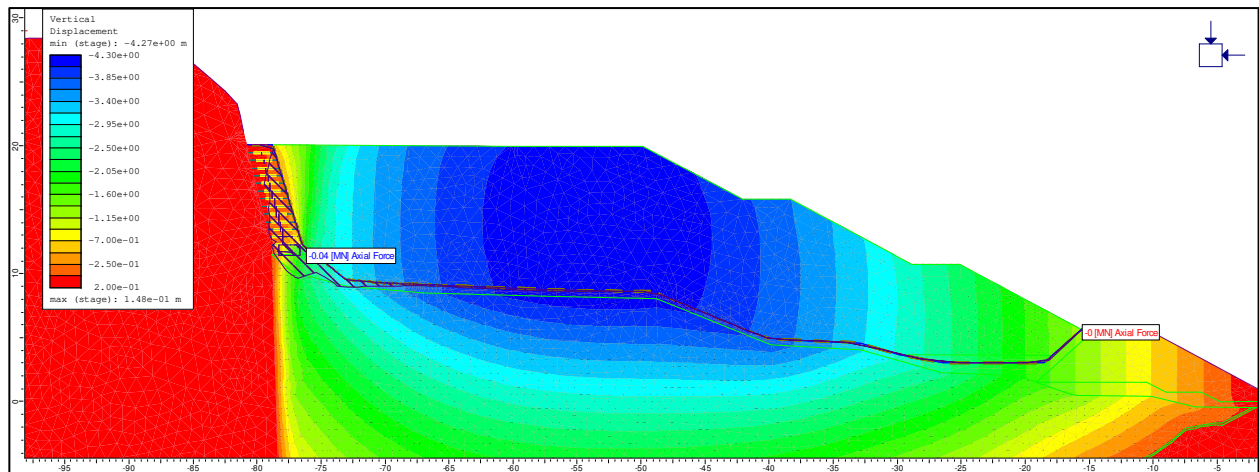


Figura 8.6/V: Cedimenti e trazione nella geomembrana

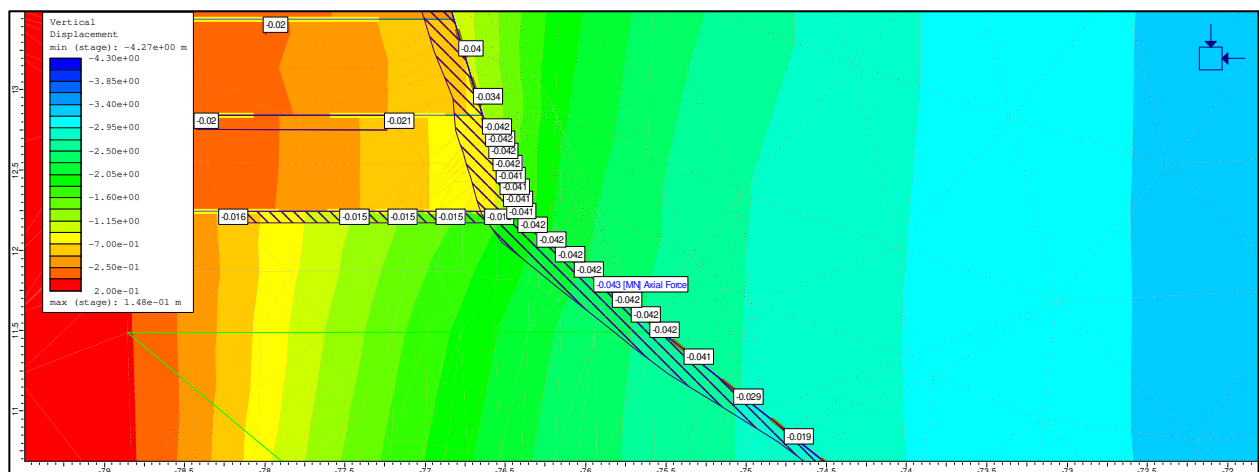


Figura 8.6/VI: Cedimenti e trazione nella geomembrana (dettaglio)

Nella seguente **figura 8.6/VII** si riportano i valori della tensione verticale indotta al termine della costruzione in corrispondenza dei fondi dei due lotti.

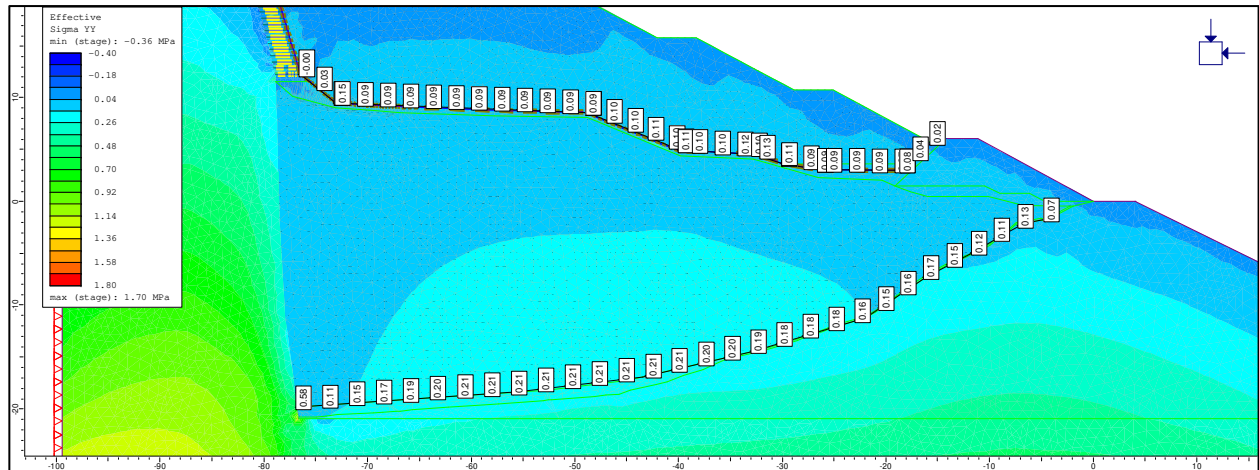


Figura 8.6/VII: Tensione verticale

Considerazioni sugli effetti delle deformazioni

Per la valutazione dell'ammissibilità dei cedimenti calcolati sulle prestazioni delle barriere ambientali sono stati utilizzati i seguenti criteri:

- per quanto riguarda l'effetto sulle geomembrane in HDPE, la tensione calcolata è stata comparata con i valori limite a snervamento ed a rottura;
- per quanto riguarda l'effetto delle distorsioni angolari sugli strati di argilla compattata, il valore della distorsione angolare ammissibile ($\text{cedimento}/\text{distanza} = \epsilon/L_0$) è stato posto pari a 9.5% sulla base delle evidenze di letteratura basate su test in centrifuga (Jessberger, 1991);
- il raggio di curvatura ammissibile per tubazioni in PEAD è funzione del rapporto dimensionale normalizzato $\text{SDR} = d_n/e_n$, dove d_n è il diametro esterno nominale e e_n lo spessore di parete. In base alle indicazioni riportate nelle schede tecniche dei prodotti più diffusi si può assumere $r_{\text{amm}} = 25 \times d_n$ per tubazioni con SDR inferiore a 17. Su di un tratto di tubazione di lunghezza $L < r_{\text{amm}}$, ipotizzando l'assenza di deformazioni longitudinali, l'angolo massimo di deformazione può essere assunto pari a $\alpha = L/r_{\text{amm}}$. Il cedimento differenziale ammissibile Δc fra le estremità del tratto di tubazione considerato, è quindi pari a:

$$\Delta c = r_{\text{amm}} - r_{\text{amm}} \times \sin(90 - \alpha) = r_{\text{amm}} - r_{\text{amm}} \times \cos(\alpha) = r_{\text{amm}} [1 - \cos(L / r_{\text{amm}})]$$

Di seguito si riportano i dettagli delle valutazioni effettuate.

- tensioni sulla geomembrana: come evidenziato nella **figura 8.6/VIII** seguente, le tensioni di trazione sulla geomembrana sono ovunque inferiori al limite di snervamento (0.0425 MN/m), anche se valori prossimi al limite (ma comunque inferiori al valore a rottura) possono essere previsti in corrispondenza del punto angoloso alla base della parete in terra rinforzata. Si raccomanda pertanto di prevedere nel punto specifico la costruzione di un raccordo del telo evitando giunzioni ad angolo.

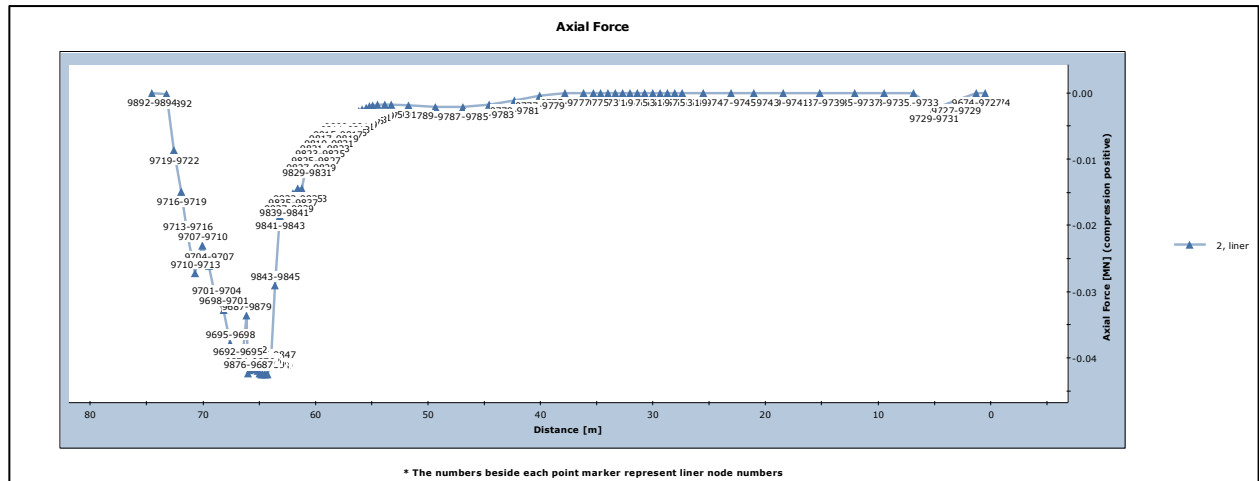


Figura 8.6/VIII: Tensioni sulla geomembrana

- cedimenti differenziali dell'argilla del lotto in sopraelevazione: nella **figura 8.6/IX** seguente si riportano i valori del cedimento calcolato e le relative distorsioni angolari. Si rileva che le distorsioni angolari potrebbero assumere superiori ai massimi raccomandati dalla letteratura tecnica (9.5%) nelle aree perimetrali del fondo, con relativo possibili locali incrementi della permeabilità della barriera per via della formazione di fratture. Si raccomanda pertanto l'aggiunta di un geocomposito bentonitico con spessore minimo di 7mm ad integrazione della barriera minerale per compensare l'effetto di eventuali danneggiamenti localizzati.

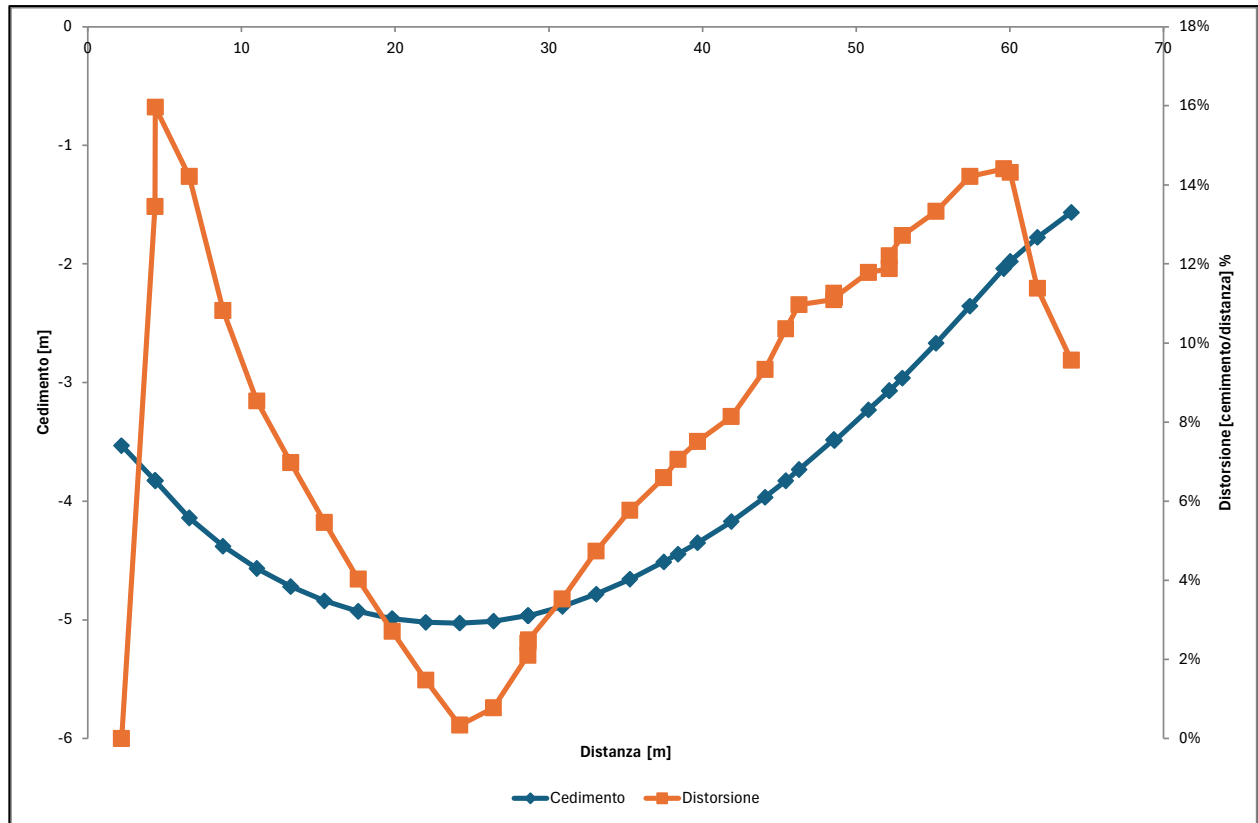


Figura 8.6/IX: Cedimenti e distorsioni del fondo del lotto in sopraelevazione

- Cedimenti differenziali dell'argilla del lotto esistente: come apprezzabile dalla **figura 8.6/X** seguente, i cedimenti indotti nel fondo della discarica esistente e quindi le relative distorsioni sono trascurabili.

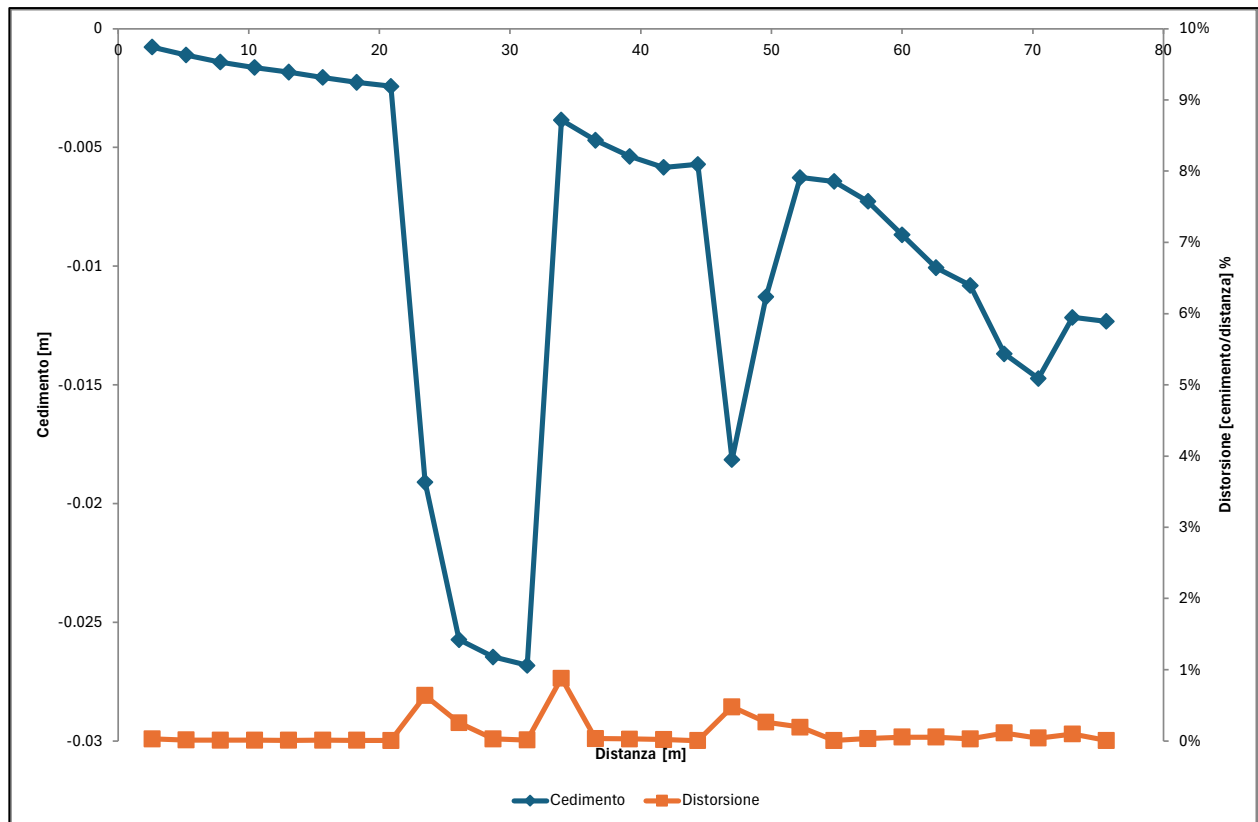


Figura 8.6/X: Cedimenti e distorsioni del fondo del lotto esistente

- Distorsioni indotte sulle tubazioni: essendo i cedimenti del fondo della discarica attuale trascurabili, non si prevedono danneggiamenti delle tubazioni esistenti a causa di distorsione indotte dal lotto in sopraelevazione.

Tensioni indotte sul sistema di smaltimento del percolato

La verifica è stata condotta su tubazioni $\Phi 200-300$ mm PN10, in corrispondenza del punto di massima copertura, considerando che sulla sezione delle tubazioni il carico verticale calcolato dal modello numerico, rappresentate nella **figura 8.6/XI** seguente.

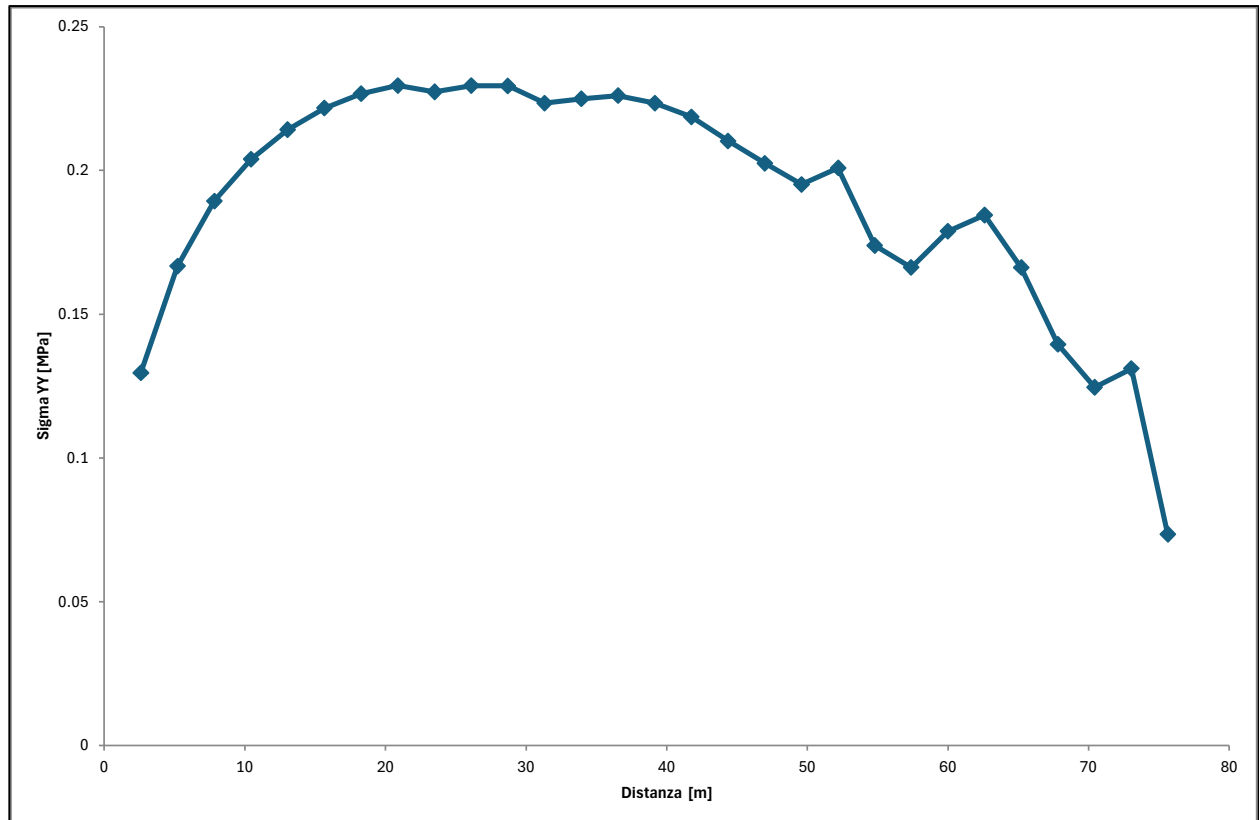


Figura 8.6/XI: Tensione verticali sul fondo della discarica esistente

Per la verifica della deformabilità del tubo è stata utilizzata la formula di Spangler, valida nell'ipotesi di un anello elastico semplicemente appoggiato lungo la generatrice inferiore e sottoposto ad un carico sull'intera semisezione del tubo:

$$RD = \frac{0.083D^3 \cdot (Q \cdot D)}{8 \cdot E \cdot \frac{s^3}{12} + 0.061 \cdot E' \cdot D^3} \cdot \frac{1}{D} \%$$

in cui:

- RD deformazione percentuale del diametro
- D diametro medio del tubo
- E modulo di elasticità del tubo
- E' modulo di reazione orizzontale del terreno
- s spessore del tubo
- Q carico verticale agente

La verifica è soddisfatta se il rapporto di deformazione RD (calcolato rispetto al diametro medio del tubo) è inferiore al 5% (Norma ANSI/AWWA C951/1981).

Nel calcolo sono stati introdotti i seguenti parametri:

- D diametro medio del tubo = 200-300 mm
- E modulo di elasticità del tubo = 1000 N/mm²
- E' modulo di reazione orizzontale del terreno = 20 N/mm²
- s spessore del tubo = 12-19 mm
- Q carico verticale agente = 229 kN/m²

Per la verifica a schiacciamento occorre invece controllare che il fattore di sicurezza FS derivante dal rapporto tra la pressione critica del tubo ($P_{critica}$) e pressione di esercizio ($P_{esercizio}$) sia superiore a 2 (Moser, 1990):

$$FS = \frac{P_{critica}}{P_{esercizio}} \geq 2.$$

Per il calcolo della pressione critica ammissibile per il tubo si è applicata la seguente formula (Meyerhof e Baake, 1963):

$$P_{critica} = 2 * \left\{ \left[\frac{E'}{1 - \mu^2} \right] \cdot \left[\frac{EI}{r^3} \right] \right\}^{1/2}$$

i cui fattori sono gli stessi citati in precedenza.

La tabella sottostante riporta i valori numerici delle verifiche effettuate come descritto ai paragrafi precedenti, che risultano tutte soddisfatte.

Verifica schiacciamento

Carico critico (prim.)	3859	kPa
Carico critico (second.)	3558	kPa
Carico max (Q_{max})	229	kPa
F.S. (primarie)	16.8	> 2
F.S. (secondarie)	15.5	> 2

Verifica ovalizzazione

RD (primarie)	1.368	%
RD (secondarie)	1.393	%
RD ammissibile	5	%
Verifica (primarie)	Superata	
Verifica (second.)	Superata	

8.7 VERIFICHE DI STABILITA' DEI VERSANTI

Le verifiche sono state eseguite mediante il metodo dell'equilibrio limite globale, soluzione di Morgenstern e Price (GLE) con il codice Slide della Rocscience.

Il DM 17 gennaio 2018 prescrive di considerare nello sviluppo delle verifiche i valori di progetto sia delle proprietà geomeccaniche, sia delle azioni gravanti, determinati applicando ai valori caratteristici, in funzione della combinazione indicata dalla normativa, i coefficienti parziali riportati nelle successive **tabelle 8.7/I e 8.7/II**.

Nel caso statico le verifiche sono sviluppate, in accordo a quanto previsto dal paragrafo 6.8 della normativa relativo alle opere di materiali sciolti e fronti di scavo, secondo l'Approccio 1, Combinazione 2 (A2+M2+R2), con un coefficiente parziale per le verifiche di sicurezza $\gamma_R = 1.1$.

Per la verifica in condizioni sismiche, facendo riferimento a quanto riportato nel paragrafo 7.11.4 della normativa, devono essere posti pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici, impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti $G_2^{(1)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.1. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1}

Tabella 8.7/I: Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (Tabella 6.2.I delle NTC 2018)

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 8.7/II: Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (Tabella 6.2.II delle NTC 2018)

Dal punto di vista analitico, poiché la fattorizzazione dei parametri caratteristici del criterio di Hoek e Brown non è dettagliata nella normativa, le verifiche sono state eseguite con riferimento ai parametri caratteristici dell'ammasso roccioso (non fattorizzati) riguardando i seguenti fattori di sicurezza minimi:

- nel caso statico: $FS_{min} = \gamma_{\phi,c} \times \gamma_r = 1.375$
- nel caso sismico: $FS_{min} = 1.2$

Le **figure 8.7/I, 8.7/II, 8.7/III e 8.7/IV** seguenti riportano i risultati delle simulazioni eseguite sia per il caso statico che per il caso dinamico pseudostatico (sismico) in due scenari di verifica:

- scivolamento generale del corpo rifiuti;
- scivolamento del lotto superiore: questa condizione corrisponde alla verifica dell'interazione tra nuovi rifiuti e nuovo argine.

Per ogni analisi sono evidenziate tutte le superfici di calcolo, identificate automaticamente dal codice utilizzato, e la superficie a minor fattore di sicurezza individuata per ciascuna simulazione.

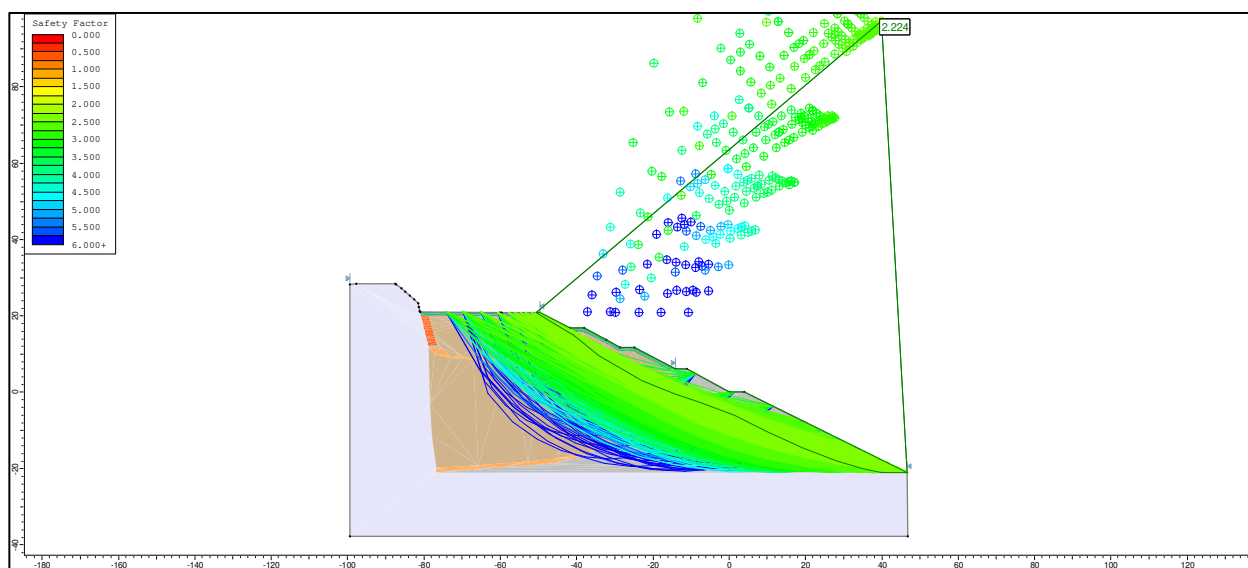


Figura 8.7/I: Stabilità dei versanti - caso statico - $fs_{min}=2.224$

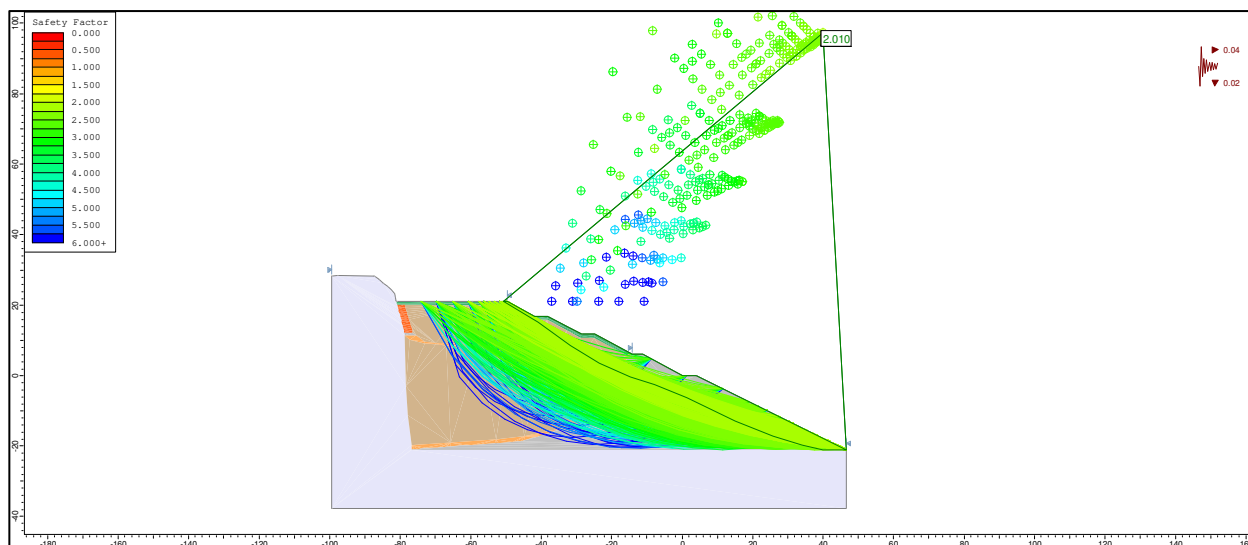


Figura 8.7/II: Stabilità dei versanti - caso sismico - $f_{s_{min}}=2.010$

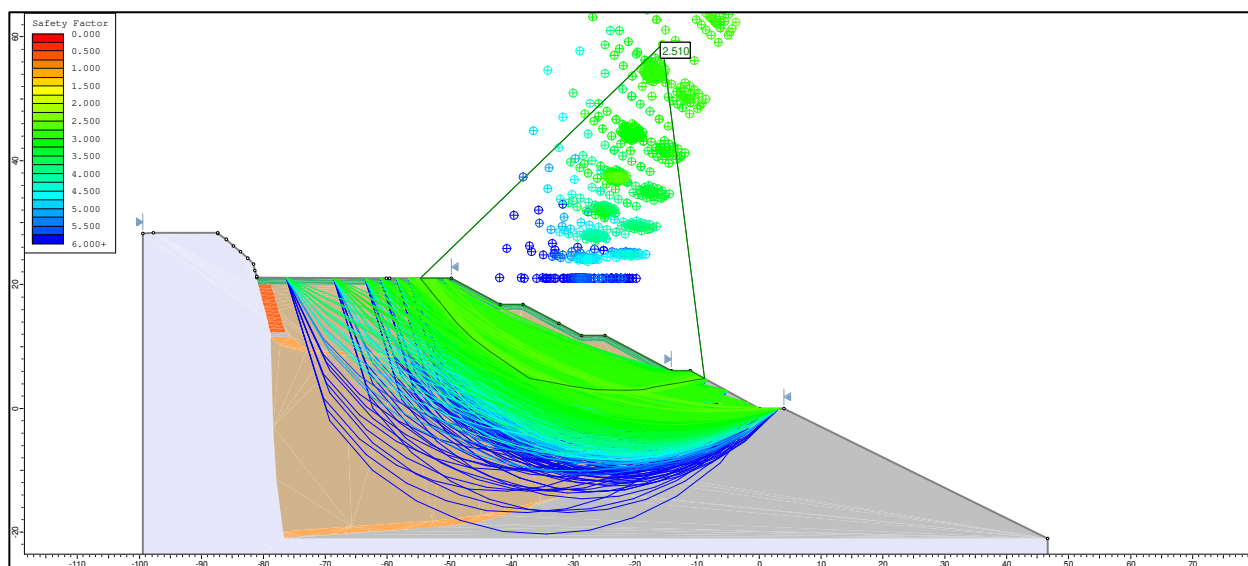


Figura 8.7/III: Stabilità del NUOVO ARGINE - caso statico - $f_{s_{min}}=2.510$

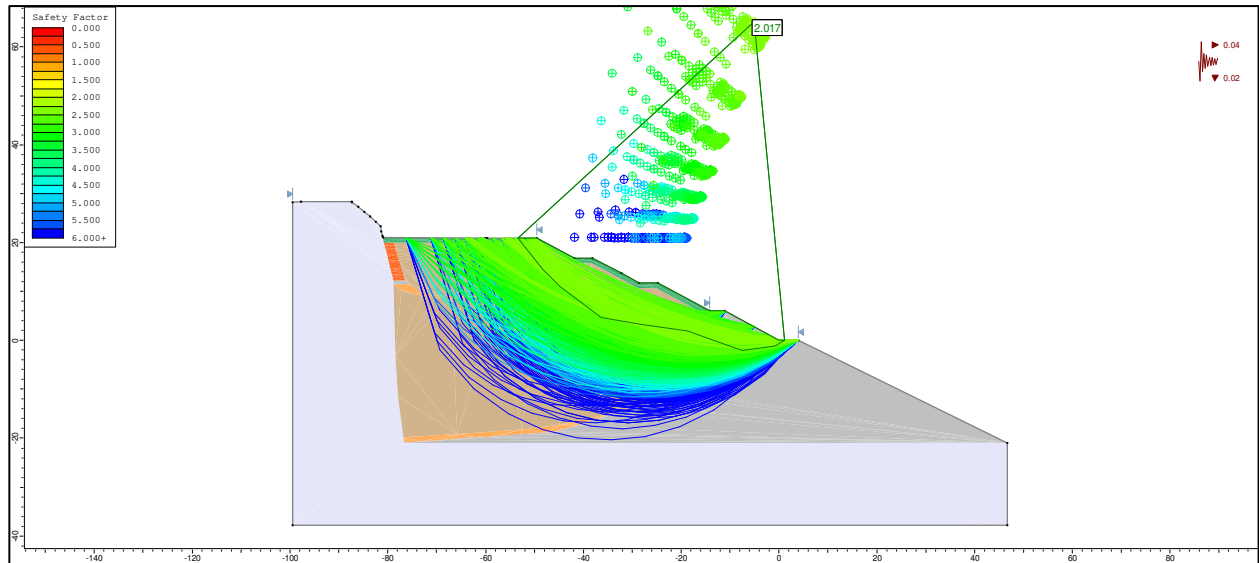


Figura 8.7/IV: Stabilità del NUOVO ARGINE - caso SISMICO - $f_{smin}=2.017$

I fattori di sicurezza sono superiori ai minimi disposti dalla normativa vigente e la verifica della stabilità generale è quindi positivamente soddisfatta.

CONCLUSIONI

Le verifiche di sicurezza statica hanno fornito esito positivo e si raccomanda quanto segue:

- poiché i cedimenti derivanti dalla compressione dei rifiuti potrebbero dare luogo a rotazioni del piano di imposta ed a conseguente instabilità del manufatto, si raccomanda di costruire il rilevato in terra rinforzata adiacente alla parete rocciosa di monte procedendo per sopraelevazioni successive che seguano l'abbancamento dei rifiuti, mantenendo l'altezza fuori terra del rilevato a quote non superiori a 2.5m rispetto al piano dei rifiuti adiacenti;
- a causa della bassa compattazione dei rifiuti che costituiscono la discarica esistente, si stima che, come esito dei cedimenti indotti dalla costruzione del nuovo lotto:
 - le tensioni di trazione sulla geomembrana del fondo della nuova discarica possano localmente raggiungere valori prossimi al limite di snervamento, rimanendo comunque inferiori al limite a rottura, in particolare in corrispondenza del punto angoloso alla base della parete in terra rinforzata. Si raccomanda pertanto di prevedere nel punto specifico la costruzione di un raccordo del telo evitando giunzioni ad angolo;
 - le distorsioni angolari indotte nel fondo in argilla della nuova discarica possano localmente raggiungere valori superiori ai massimi raccomandati dalla letteratura tecnica, con relativo possibile aumento dei valori di permeabilità. Si raccomanda pertanto l'aggiunta di un geocomposito bentonitico con spessore minimo di 7 mm ad integrazione della barriera minerale per compensare l'effetto di eventuali danneggiamenti localizzati.

8.8 PIANO DI INDAGINI IN CORSO D'OPERA

Per motivi di sicurezza, si ritiene necessario prevedere un piano di prove geotecniche in sito e in laboratorio in corso d'opera finalizzate a confermare la correttezza dei valori dei parametri utilizzati nei calcoli precedenti e quindi la validità delle verifiche condotte, sulla base delle caratteristiche effettive dei materiali utilizzati e dei rifiuti abbancati.

Sarà onere della Direzione Lavori verificare in corso d'opera che i risultati delle prove eseguite siano conformi ai risultati delle verifiche contenute nella presente relazione.

Nella seguente tabella (**Tab. 8.8/I**) si riporta una proposta di massima del piano di prove che andrà implementata in un apposito documento con l'indicazione precisa delle modalità, delle quantità e dell'ubicazione.

Materiali	Peso di volume	Prove triassiali ⁽¹⁾	SPT ⁽²⁾
Materiale di riporto di fondazione	3	3	
Materiale per la costruzione dell'argine	6	6	
Capping: terreno vegetale	3	3	
Rifiuti	6	6 ⁽³⁾	3

Tabella 8.8/I: Piano delle prove proposto

Nb. Le quantità sono da ritenersi minime.

- ⁽¹⁾ Le prove triassiali in laboratorio sono consolidate, non drenate, con misura delle pressioni neutre.
- ⁽²⁾ Si intende in n. 3 punti planimetrici, ogni 1,5 m lungo la verticale fino a raggiungere lo strato sottostante.
- ⁽³⁾ Se possibile, in funzione delle caratteristiche dei rifiuti.

Le caratteristiche e l'idoneità dei materiali saranno accertate mediante le seguenti prove di laboratorio.

- analisi granulometrica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- determinazione del limite liquido e dell'indice di plasticità sull'eventuale porzione di passante al setaccio 0,4 UNI 2332;
- prova di compattazione AASHTO.

Le prove andranno distribuite in modo tale da essere sicuramente rappresentative dei risultati conseguiti in sede di preparazione dei piani di posa degli elementi di rinforzo, in relazione alle caratteristiche dei terreni utilizzati.

Inoltre, riguardo al rilevato costituente l'argine sono previste le seguenti prove:

- **Compattazione**

Ogni strato sarà messo in opera con un grado di compattazione pari al 95% del valore fornito dalle prove Proctor (ASTM D 1557).

- **Prove di controllo**

Prima che venga messo in opera uno strato di terreno nel rilevato, quello precedente dovrà essere sottoposto alle prove di controllo e possedere i requisiti di costipamento richiesti.

La frequenza delle prove specificata nella tabella sottostante (**Tab. 8.8/II**) deve ritenersi come indicativa e potrà essere diminuita o aumentata, secondo quanto prescritto dalla Direzione Lavori in considerazione della maggiore o minore omogeneità granulometrica dei materiali portati a rilevato e della variabilità nelle procedure di compattazione.

Le prove successive devono intendersi riferite a quantitativi appartenenti allo stesso strato di rilevato.

Tipo di Prova	Primi 3000 m³ prove ogni (m³)	Oltre i primi 3000 m³ prove ogni [m³]
Classif. CNR - UNI 10006	1.500	3.000
Costipazione AASHTO Mod. CNR	1.500	3.000
Densità in sito CNR 22	250	1000
Carico su piastra CNR 9 - 70317	800	2.000
Controllo umidità	*	*

Tab. 8.8/II: Prove sui terreni del rilevato

9. SISTEMA DI MONITORAGGIO

9.1 INTRODUZIONE

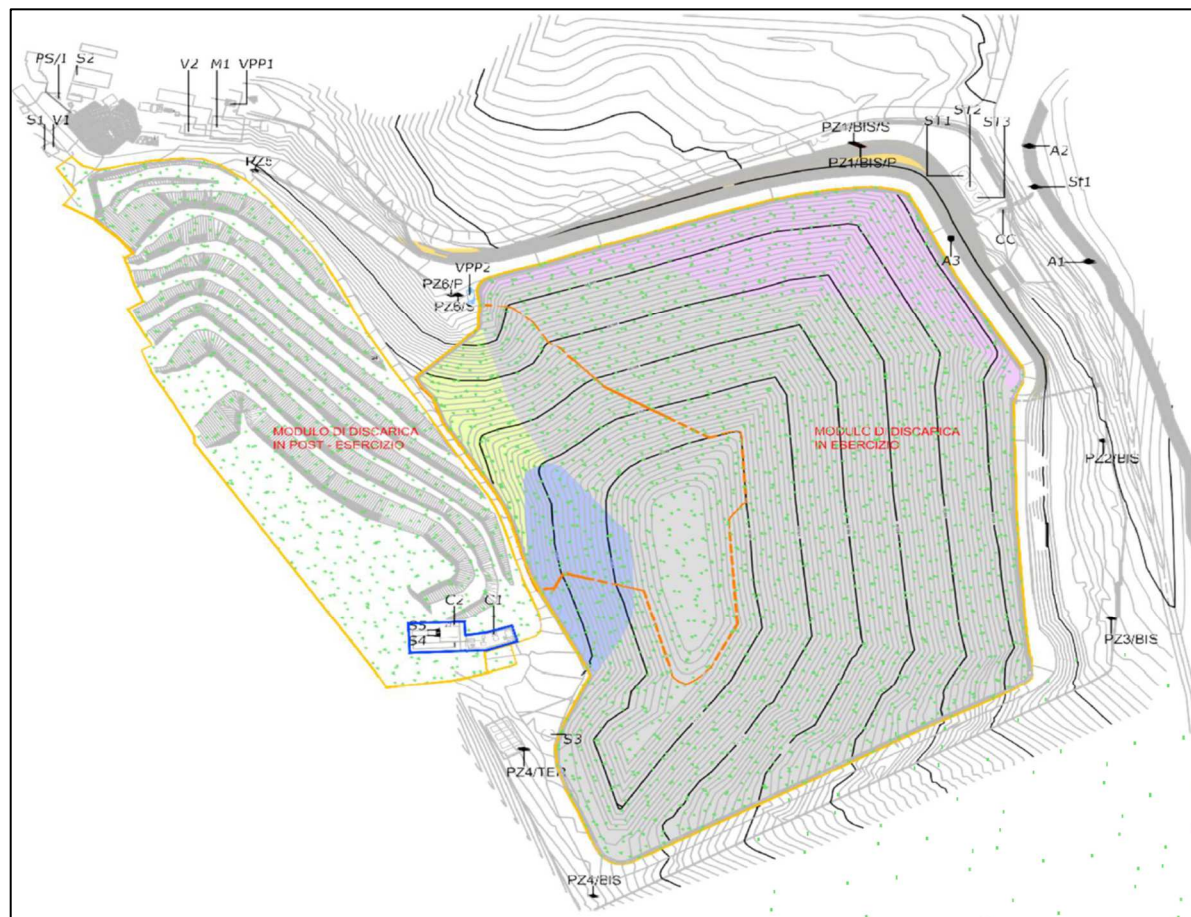
L'impianto attuale è dotato di un sistema di monitoraggio che consente di tenere sotto controllo le interferenze della discarica nei confronti delle matrici ambientali, che risponde a quanto previsto dal PMC e dal SGA adottato.

L'impianto di smaltimento è costituito da molteplici sorgenti emissive ed essendo alcuni punti di monitoraggio ubicati in posizione tale da intercettare le eventuali anomalie generate da qualsiasi componente dell'impianto stesso, il sistema di monitoraggio in atto deve considerarsi per lo più riferito all'intero complesso IPPC, piuttosto che a singole componenti/parti.

Il gestore svolge tutte le attività di monitoraggio previste dalla AIA e PMC, anche avvalendosi di società terze, con cui la Chilivani Ambiente spa stipula contratti annuali per la fornitura del servizio di campionamento e analisi. Nella tabella e figura seguenti (**Tab. 9.1/I** e **Fig. 9.1/I**) vengono indicate le attività attualmente svolte in merito ai controlli delle matrici ambientali e l'ubicazione dei punti di monitoraggio.

Tipologia di intervento	Frequenza	Componente ambientale interessata	Totale monitoraggi nel periodo di validità del piano
Monitoraggio aria a valle e a monte discarica	Mensile	Aria	12 /anno
Campionamento e analisi percolato	Trimestrale/Annuale	Acque sotterranee, suolo e sottosuolo	4 /anno + 2 /anno
Campionamento e analisi acque di falda (piezometri a monte e a valle impianto)	Trimestrale	Acque sotterranee	4 /anno
Campionamento e analisi acque Rio fonte Maria	Semestrale	Acque superficiali	2 /anno
Campionamento e analisi acque di ruscellamento	Prima dello scarico in acque superficiali (frequenza minima trimestrale)	Acque superficiali	4-8 /anno
Campionamento e analisi biogas in ingresso torcia	Semestrale	Aria	2 /anno
Campionamento e analisi biogas	Mensile	Aria	12 /anno
Monitoraggio fumi uscita torcia	Annuale	Aria	1 /anno
Valutazione impatto acustico	Triennale		
Audit energetico	Triennale		

Tabella 9.1/I: Elenco delle attività di monitoraggio



PUNTI DI CONTROLLO			
SIGLA IDENTIFICATIVA	DESCRIZIONE	COORDINATE GAUSS BOAGA	
		EST	NORD
Acque sotterranee			
PZ1/bis/s	FALDA SUPERFICIALE	1498452,4738	4491135,7494
PZ2/bis	FALDA PROFONDA	1498547,4121	4491003,7114
PZ3/bis	FALDA PROFONDA	1498550,2565	4490925,2565
PZ4/bis	FALDA PROFONDA	1498351,4303	4490803,6913
PZ4/ter	FALDA SUPERFICIALE - STERILE	1498325,1031	4490868,2967
PZ5	FALDA SUPERFICIALE	1498223,4216	4491124,6565
PZ6/s	FALDA SUPERFICIALE - STERILE	1498301,1689	4491068,5842
PZ6/p	FALDA PROFONDA	1498298,5029	4491068,6332
Sottosuolo			
PS/I	POZZI SPIA SOTTOMANTO - I MODULO	1498146,9780	4491154,0810
PS/II/1	POZZI SPIA SOTTOMANTO - II MODULO – 1 LOTTO	1498343,9810	4491069,8630
PS/II/2	POZZI SPIA SOTTOMANTO - II MODULO – 2 LOTTO	1498331,7520	4491008,0640
PS/II/3	POZZI SPIA SOTTOMANTO - II MODULO – 3 LOTTO	1498369,3880	4490917,9840
Acque superficiali			
Sf1	SCARICO AL RIO FONTE MARIA	1498514,8670	4491104,4470
A1	CAMPIONAMENTO ACQUE RIO A MONTE SCARICO	1498519,3600	4491076,3350
A2	CAMPIONAMENTO ACQUE RIO A VALLE SCARICO	1498495,2210	4491127,3190
A3	CAMPIONAMENTO ACQUE METEORICHE	1498460,9130	4491086,1390
Aria			
C1	TORCIA BIOGAS	1498280,4120	4490908,3730
C2	CAMINO IMPIANTO PRODUZIONE E.E	1498300,7040	4490917,8750
M1	CENTRALINA METEO	1498177,1250	4491131,3370
MA1	QUALITA' DELL'ARIA A MONTE DEL PUNTO DI SCARICO	VARIABILE	
MA2	QUALITA' DELL'ARIA A MONTE DEL PUNTO DI SCARICO	VARIABILE	
Stoccaggio rifiuti			
V1	VASCA 1 PERCOLATO I MODULO	1498114,1500	4491123,4270
V2	VASCA 2 PERCOLATO II MODULO	1498169,1610	4491133,4530
ST1	SILOS 1 PERCOLATO II MODULO	1498496,8900	4491117,3200
ST2	SILOS 2 PERCOLATO II MODULO	1498499,6190	4491112,5450
ST3	SILOS 3 PERCOLATO II MODULO	1498502,3480	4491107,7690
S1	AREA STOCCAGGIO RIFIUTI MANUTENZIONE MEZZI	1498143,3610	4491129,1060
S2	AREA STOCCAGGIO OLI NUOVI MEZZI D'OPERA	1498152,6481	4491164,7990
S3	SERBATOIO GASOLIO DA 5000 LITRI	1498340,7279	4490888,4908
S4	STOCCAGGIO OLI NUOVI IMPIANTO PRODUZIONE E.E.	1498296,0110	4490913,8830
	STOCCAGGIO OLI ESAUSTI IMPIANTO PRODUZIONE E.E.	1498295,9320	4490915,8370
VPP1	VASCA PRIMA PIOGGIA 1	1498216,5560	4491149,4590
VPP2	VASCA PRIMA PIOGGIA 2	1498308,4040	4491063,7920

Figura 9.1/I: Ubicazione punti di monitoraggio

9.2 CAMPIONAMENTO ACQUE DI FALDA (PIEZOMETRI)

Relativamente alla qualità delle acque sotterranee, nella discarica di Coldianu sono stati realizzati nell'anno 2012 sei piezometri di cui tre "a doppia canna" (Pz1/bis, Pz6, Pz4/bis-ter) e tre a "canna singola, identificati con le seguenti sigle:

- PZ1/bis/s (falda superficiale) / PZ1/bis/p (falda profonda) - Chiuso
- PZ2/bis (falda profonda)
- PZ3/bis (falda profonda)
- PZ4/bis (falda profonda) / PZ4/ter (falda superficiale) - Sterile
- PZ5 (falda superficiale)
- PZ6/p (falda profonda) / PZ6/s (falda superficiale) - Sterile.

Il PZ4/bis rappresenta il punto più a monte dell'impianto, a ridosso della recinzione della proprietà.

I suddetti piezometri sono utilizzati per il monitoraggio sia del II modulo e relativo ampliamento che del I Modulo in post esercizio.

I monitoraggi periodici previsti dal PMC sono i seguenti:

- misurazione del livello piezometrico delle acque con frequenza minima mensile mediante l'uso di un freatimetro
- campionamento e analisi della qualità delle acque sotterranee, con frequenza trimestrale, affidati ad un laboratorio specializzato.

Poiché, l'ampliamento proposto insisterà sul predetto modulo in post-esercizio, la rete piezometrica attuale risulta idonea a garantire anche il monitoraggio delle acque sotterranee rispetto al nuovo modulo ed i parametri monitorati, saranno i medesimi.

In presenza di eventuali criticità rilevate dalla rete piezometrica, posta a valle idrogeologico di tutti i moduli di discarica (attuali e futuri), l'identificazione della sorgente (modulo responsabile della criticità), potrà avvenire attraverso l'esame dei dati di monitoraggio sotto manto, di cui i singoli moduli sono/saranno dotati.

9.3 EMISSIONI IN ATMOSFERA

9.3.1 Qualità dell'aria ambiente

Come previsto dal PMC, con frequenza mensile si è provveduto al monitoraggio della qualità dell'aria mediante il campionamento di due punti lungo la direttrice principale del vento, a monte e a valle del fronte di avanzamento dei rifiuti della discarica.

In occasione di ciascun campionamento, eseguito da personale specializzato di società terze accreditate, detti punti sono identificati da coordinate geografiche riportate nei rapporti di prova. I parametri monitorati con frequenza mensile ed i rispettivi valori limite, intesi come incremento tra valore di valle rispetto al valore di monte, sono riportati nella seguente **tabella 9.3/I**.

Punto emissione	Fase	parametro	valore limite
Modulo in esercizio (a monte e a valle del modulo) MA1 - MA2	Spargimento e Compattazione rifiuto	polveri totali	0,45 mg/3
		mercaptani	< 0,98 mg/3
		H ₂ S	< 1,00 mg/3
		Ammoniaca	< 1,00 mg/3
		Velocità del Vento	-
		Direzione del Vento	-
		Temperatura	-

Tabella 9.3/I: Parametri monitorati qualità dell'aria ambiente

Con l'entrata in esercizio del modulo 1 bis, lo stesso monitoraggio verrà esteso anche al nuovo modulo.

9.3.2 Emissione diffuse/fuggitive

Il gestore effettua il monitoraggio delle emissioni diffuse/fuggitive di biogas nel Modulo di discarica in esercizio, secondo le "Linea guida EA – "Guidance on monitoring landfill gas surface emissions – LFTGN07 v2 2010" per la valutazione del flusso di biogas, al fine di determinare i valori dei parametri richiesti necessari per soddisfare la normativa IPPC alla quale l'impianto deve sottostare.

Il monitoraggio in campo prevede la determinazione del flusso di CO₂ e di CH₄.

Con l'entrata in esercizio del modulo 1 bis, lo stesso monitoraggio verrà esteso anche al nuovo modulo.

9.3.3 Emissioni convogliate

Attualmente vengono monitorate, secondo quanto previsto dal PMC, le emissioni convogliate in atmosfera della torcia di combustione e del motore dell'impianto produzione di energia elettrica, a cui afferiscono tutte le produzioni di biogas generate dai moduli di discarica in esercizio ed in post-esercizio.

Poiché anche il sistema di captazione del biogas del nuovo modulo sarà commesso agli impianti di produzione di energia elettrica e combustione attualmente in esercizio, non sono previsti nuovi monitoraggi in seguito alla sua entrata in esercizio.

9.3.4 Emissioni in acqua

Lo scarico delle acque meteoriche di ruscellamento avviene nelle acque superficiali del rio Fonte Maria, nel rispetto dei parametri stabiliti nella tabella 3 all'Allegato 5 della Parte III del D.lgs. 152/2006. Tali acque provenienti dalla canalizzazione perimetrale del modulo di discarica in esercizio, sono caratterizzate soprattutto dalla presenza di sabbia e terriccio; pertanto, prima dello scarico, vengono

convogliate in una apposita vasca [CC], al fine di separare i solidi sospesi.

Come previsto dal PMC i monitoraggi riguardano sia la qualità delle acque, prima della loro immissione nel reticolo idrico superficiale, sia il monitoraggio del corpo idrico ricettore, a monte e valle del punto di scarico.

Pertanto, l'impianto di smaltimento è dotato di un unico scarico finale, in cui confluiscono tutte le acque meteoriche.

Poiché le acque meteoriche defluenti dal nuovo modulo in ampliamento verranno convogliate nella rete di scarico esistente, a monte della vasca di sedimentazione, non sono previsti ulteriori nuovi punti di monitoraggio.

L'ampliamento proposto non comporta variazioni al sistema in uso di gestione delle acque di prima e seconda pioggia.

9.3.5 Tenuta della geomembrana in HDPE

Ogni modulo è dotato di un proprio sistema di monitoraggio di tenuta della geomembrana di fondo vasca.

Per il Modulo n.1, il sistema di controllo consiste in una rete di tubi microfessurati, convergenti in un punto di monitoraggio.

Per quanto concerne il modulo in ampliamento il monitoraggio è previsto mediante

una rete geoelettrica posta al di sotto del telo in HDPE. L'integrità del telo viene controllata mediante il sistema *Geoelectrical Monitoring System* con il quale è possibile verificare nel tempo le variazioni della tenuta elettrica, e quindi idraulica, della geomembrana in HDPE mediante l'analisi della conducibilità elettrica della sottostante linea di impermeabilizzazione (argilla compattata) in modo da escludere la presenza di eventuale contaminazione.

9.3.6 Percolato (qualità)

Le caratteristiche chimico-fisiche del percolato vengono attualmente monitorate con frequenza trimestrale per il modulo n.2 in esercizio e con frequenza semestrale per il modulo n.1 in post-esercizio, per i parametri previsti dal PMC.

La realizzazione dell'ampliamento (Modulo 1 bis) prevede che il percolato prodotto confluisca in 2 nuovi serbatoi in acciaio inox, della capienza di m³90 caduno, da ubicarsi in prossimità della vasca V1, all'interno di una vasca di contenimento in c.a. impermeabilizzata. I serbatoi saranno connessi al pozzo di emungimento tramite una tubazione fissa e dotati di valvola di limitazione dello scarico al raggiungimento del 90% del volume totale e relativo segnale di allarme.

9.3.7 Topografia dell'area di discarica

A. Stabilità dell'argine.

Completata la costruzione dell'argine di contenimento, sulla sua berma sommitale verranno posizionate delle mire topografiche (**Fig. 9.3/I**). Con la frequenza prevista dal PMC verranno effettuati dei rilievi topografici, appoggiati a capisaldi predefiniti, volti a verificare la stabilità del manufatto ed in particolare:

- assestamenti del corpo arginale;
- movimenti traslatori rispetto all'asse originario;
- deformazioni locali del paramento esterno.



Figura 9.3/I: Esempio di mira topografica

B. Cedimenti/Assestamenti Modulo n.1

Poiché l'ampliamento è previsto in due fasi (sub-modulo a e B), durante la costruzione ed esercizio del sub-modulo A, continuerà il monitoraggio degli assestamenti del sub-modulo B, nelle stesse sezioni topografiche finora monitorate.

C. Volume rifiuti abbancati

Con frequenza semestrale, durante la fase di esercizio, verrà effettuato il rilievo topografico dei volumi abbancati nel semestre, per differenza tra l'ultimo rilievo e quello del semestre precedente, ed il calcolo della volumetria utile residua. Prima dell'entrata in esercizio di ogni sub-modulo, verrà eseguito il rilievo dello stato di fatto effettivo dell'area di abbancamento.

9.3.8 Rumore

Con la frequenza prevista dal PMC vengono effettuati i monitoraggi delle emissioni acustiche nelle stazioni individuate lungo il perimetro della discarica e pertanto riferite a tutte le attività in essa svolte. Pertanto, con la realizzazione dell'ampliamento, non è prevista alcuna implementazione del monitoraggio in essere.

10 COSTI DI COSTRUZIONE

Nel seguente computo metrico estimativo sono riportati i costi di costruzione, chiusura e recupero ambientale dell'impianto, applicando prevalentemente i prezzi unitari desunti dal vigente prezziario regionale dei LL.PP. della Regione Sardegna.

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO					
OPERE PREPARATORIE					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo in €
1	Allestimento del cantiere	1,00	a corpo	5.000,00	5.000,00
2	Scavo di sbancamento in sez. larga per asporto di terreno vegetale e strato drenante (sp. tot. m 1,5) e deposito nell'ambito del cantiere	22.693,50	m ³	3,53	80.108,06
3	Chiusura piezometri esistenti in modulo n.1	11,00	N°	1.000,00	11.000,00
4	Chiusura pozzi biogas esistenti, comprensiva di asportazione tubazioni e smaltimento materiali di risulta	10,00	N°	2.000,00	20.000,00
5	Spostamento sottostazione biogas	1,00	a corpo	10.000,00	10.000,00
6	Scavo in sezione obbligata per formazione trincea di drenante biogas modulo n.1	563,00	ml	9,18	5.168,34
7	Fornitura e posa materiale lapideo per formazione trincea drenante biogas modulo n.1	1.689,00	m ³	30,00	50.670,00
8	Fornitura e posa argilla per chiusura trincea drenante biogas modulo n.1	563,00	m ³	40,00	22.520,00
9	Fornitura ed installazione campana e BIO-BOX per bioossidazione biogas modulo n.1	9,00	N°	4.000,00	36.000,00
Totale					€ 240.466,40
COSTRUZIONE ARGINE E STRUTTURA IN TERRA RINFORZATA					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo
1	Provvista, stesa e compattazione materiale terroso (stabilizzato) per formazione fondazione argine	9337,81	m ³	31,14	290.779,51
2	Provvista e stesa di geogriglia tipo Paralink per fondazione argine	7274,70	m ²	7,61	55.360,46
3	Provvista e posa geocomposito bentonitico per fondazione argine	6302,95	m ²	9,00	56.726,54
4	Provvista, posa e compattazione in sezione obbligata di terreno per costruzione corpo argine	35762,09	m ³	30,00	1.072.862,70
5	Provvista e stesa di geogriglia tipo Paralink per fondazione terra rinforzata	636,31	m ²	7,61	4.842,30

6	Provvista, stesa e compattazione materiale terroso (stabilizzato) per formazione fondazione terra rinforzata	500,00	m ³	31,14	15.570,00
7	Provvista e posa struttura di rinforzo per manufatto in terra rinforzata tipo Terramesch	1583,42	m ²	150,00	237.512,25
8	Provvista e posa terra di riempimento struttura in terra rinforzata	4400,00	m ³	30,00	132.000,00
9	Provvista e posa di geotessile TNT (600 gr/m ²) di rivestimento manufatto in terra rinforzata	2200,00	m ²	6,01	13.222,00
10	Costruzione canaletta semicircolare in cemento vibrocompresso con griglia carrabile (diametro m 0,50) al piede del paramento esterno argine e connessione con pozzetto esistente	292,60	ml	131,79	38.561,75
Totale					€ 1.917.437,51
IMPERMEABILIZZAZIONI					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo
1	Provvista, posa e compattazione argilla per impermeabilizzazione fondo vasca e paramento interno argine	6200,00	m ³	40,00	248.000,00
2	Provvista e stesa geocomposito bentonitico (comprese sovrapposizioni e sfridi) su fondo vasca, paramento interno argine, paramento terra rinforzata	12949,44	m ²	9,00	116.545,00
3	Provvista e posa rete geoelettrica di controllo perdite sottomanto, comprese apparecchiature di monitoraggio e collegamenti elettrici	10906,79	m ²	4,50	49.080,56
4	Provvista e posa di geomembrana in HDPE corrugato (sp. 2,5 mm) completa di saldature e collaudo, per impermeabilizzazione vasca e paramenti interni argine e manufatto in terra rinforzata	12949,44	m ²	13,00	168.342,78
5	Scavo in sezione obbligata per canalette trapezia da B 1,3*b 0,35*h 0,50 necessarie all'immorsamento geomembrana e geocompositi su argine e manufatto in terra rinforzata	320,00	m	9,18	2.937,60
6	Fornitura e posa in opera di magrone per immorsamento geomembrana e geocompositi su argine e manufatto in terra rinforzata	217,26	m ³	171,03	37.157,29
Totale					€ 622.063,23

DRENAGGIO PERCOLATO					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo
1	Provvista e posa materiale arido drenante (30-70 mm)	1.120,00	m ³	32,14	35.996,80
2	Provvista e posa di geotessile TNT (600 gr/m ²) di rivestimento manufatto in terra rinforzata	3000,00	m ²	6,01	18.030,00
3	Provvista e posa geocomposito drenante (k>= 10-5 m/s)	12.949,44	m ²	20,89	270.513,89
4	Provvista e posa tubazione microfessurata e filettati in HDPE diametro 200 mm PN 10	627,00	m	68,75	43.106,25
5	Provvista e posa tubazione microfessurata e filettati in HDPE diametro 315 mm PN 10	488,00	m	152,50	74.420,00
6	Costruzione in opera pozzo di impianto di emungimento percolato composto da: vasca di fondazione in c.a. vibrocompresso, (2,0x2,0 H2,0), pozzo in HDPE diametro 1000 mm, tubazione di raccordo con serbatoi di stoccaggio, valvole di by-pass, sistema di allarme ed interruzione flusso, connessione elettrica	1,00	a corpo	16.000,00	16.000,00
7	Provvista e posa di pompa sommersa per percolato di discarica, con portata non inferiore a 50 l/min, prevalenza > 10 m, completa di filtro antiparticolato e connessione elettrica	1,00	N°	720,00	720,00
8	Provvista e installazione di serbatoi cilindrici verticali in acciaio inox da m ³ 90 cad. per stoccaggio percolato	2,00	N°	85.000,00	170.000,00
9	Costruzione in opera di vasca di contenimento in c.a. impermeabilizzata da m3 170 netti	1,00	a corpo	40.000,00	40.000,00
Totale					€ 668.786,94
IMPIANTO BIOGAS					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo
1	Provvista e posa tubazioni HDPE microfessurate diametro 200, compresi giunti a T	65,00	m	68,75	4.468,75
2	Provvista e posa di materiale arido pezzatura 30-70 mm per formazione pozzi	65,00	m ³	32,14	2.089,10
3	Provvista e installazione testa di pozzo	9,00	N°	410,00	3.690,00
Totale					€ 10.247,85

IMPIANTO ANTINCENDIO					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo
1	Smontaggio anello di distribuzione, pozzetti e opere di presa idranti esistenti e smaltimento materiali di risulta	1,00	a corpo	€ 20.000,00	€ 20.000,00
2	Provvista e posa tubazione in PEAD PN 16 da 63 mm	550,00	m	€ 19,89	€ 10.939,50
3	Provvista e posa spingarde e relative opere di connessione, valvole ed accessori vari	8,00	N.	€ 520,00	€ 4.160,00
Totale					€ 35.099,50
CHIUSURA - REGIMAZIONE IDRAULICA - RIPRISTINO AMBIENTALE					
Codice	Descrizione	q.tà	u.m.	p.u.	Importo
1	Provvista e posa di materiale terroso di regolarizzazione (spessore medio 0,30 m)	3.816,96	m ³	15,00	57.254,36
2	Provvista e posa di geocomposito drenante ($k \geq 10^{-5}$ m/s)	11.863,00	m ²	20,89	247.818,07
3	Provvista e posa di geocomposito bentonitico (peso > 5000 g/m ²)	11.863,00	m ²	9,00	106.767,00
4	Provvista e posa di geomembrana in HDPE (spessore 1,5 mm)	11.863,00	m ²	8,00	94.904,00
5	Provvista e posa di geocomposito drenante ($k \geq 10^{-5}$ m/s)	11.863,00	m ²	20,89	247.818,07
6	Provvista e posa di geogriglia	11.863,00	m ²	6,64	78.770,32
7	Provvista e stesa di terra vegetale	11.863,00	m ³	37,12	440.354,56
8	Provvista e posa di canalette metalliche semicircolari -diametro 0,50 m su argini	526,00	m	25,77	13.555,02
9	Provvista e posa di canalette metalliche semicircolari -diametro 0,80 m (piede argine in terra)	437,00	m	51,00	22.287,00
10	Provvista e posa di pozzetti e connessioni varie	4,00	a corpo	42,00	168,00
11	Provvista e posa di biostuoia preseminata su paramento esterno argine	4.851,00	m ²	7,40	35.897,40
12	Provvista e impianto di specie arbustive ed arboree autoctone	600,00	cad.	9,93	5.958,00
Totale					€ 1.351.551,80
Totale					€ 3.494.101,43
Totale con chiusura e ripristino ambientale					€ 4.845.653,22