

COMUNE DI TRAPANI



TRAPANI SERVIZI S.P.A.  
VIA DEL SERRO - C/DA BELVEDERE  
91100 TRAPANI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN LOTTO DI  
DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI DENOMINATO "TPS1"  
PRESSO IL SITO DI CONTRADA BORRANEA NEL TERRITORIO  
DEL COMUNE DI TRAPANI

Relazione Tecnico Illustrativa

**PROGETTO ESECUTIVO**

Consulenza alla Progettazione

  
Ingegneria  
Integrata  
Ambientale  
**via Sardegna, 33**  
**90144 Palermo (PA)**  
**Tel. 091 - 6788257**

ELABORATO  
**R.01**

LUGLIO 2019

Rev.1 SETTEMBRE 2019

Rev.2 GIUGNO 2020

Rev.3 LUGLIO 2020

**TRAPANI SERVIZI S.P.A.**

L'Amministratore Unico  
(Ing. Carlo Maria Guarnotta)

**Il Progettista**

Ing. Carlo Maria Guarnotta

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'AREA .....</b>	<b>4</b>
2.1	UBICAZIONE DELL'AREA.....	4
2.2	VINCOLI RICADENTI SULL'AREA .....	4
2.3	MORFOLOGIA E GEOLOGIA DELL'AREA.....	6
<b>3</b>	<b>L'INTERVENTO PROGETTUALE .....</b>	<b>9</b>
3.1	COERENZA DELL'INTERVENTO CON IL PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI .....	12
3.2	CRITERI DI VERIFICA SULLA CONFORMITA' DEI RIFIUTI DA AMMETTERE IN DISCARICA .....	14
3.3	MOVIMENTI DI TERRA.....	16
3.4	BARRIERA DI CONFINAMENTO E IMPERMEABILIZZAZIONI.....	20
3.5	OPERE PER LO SMALTIMENTO DEL PERCOLATO .....	22
3.6	OPERE DI REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	26
3.6.1	Provenienti dalle aree contermini .....	26
3.6.2	Ricadenti sulla strada di servizio .....	27
3.6.3	Ricadenti sulle scarpate del rilevato.....	39
3.7	ABBANCAMENTO DEI RIFIUTI E CONFIGURAZIONE FINALE DELLA DISCARICA .....	46
3.8	SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL BIOGAS .....	47
3.9	OPERE A CORREDO.....	48
3.9.1	Inclinometri.....	48
3.9.2	Bagni e servizi igienici.....	49
3.9.3	Viabilità interna.....	52
3.9.4	Rete antincendio.....	52
3.9.5	Abbattimento polveri .....	52
3.9.6	Recinzione.....	52

**TRAPANI SERVIZI S.P.A.**

PROGETTO DI REALIZZAZIONE LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI “TPS1”  
C/DA BORRANEA – TRAPANI

3.9.7	Barriera a verde .....	52
3.9.8	Sistema di monitoraggio e verifica tenuta telo.....	53

## 1 PREMESSA

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di una vasca di discarica per rifiuti non pericolosi, denominata “TPS1”, presso il sito di C.da Borranea ricadente nel territorio del Comune di Trapani.

La discarica di c/da Borranea, nella sua interezza, è presente nel Piano di gestione dei rifiuti della Regione Siciliana.

Il progetto della discarica è stato redatto nel rispetto dei criteri costruttivi e gestionali degli impianti di discarica di cui all’Allegato 1 (art. 3, comma 3 ed art. 9 comma 1) ed all’Allegato 2 (art. 8, comma 1 ed art. 9 comma 1) del D.Lgs. n° 36/03.

Il D.Lgs. 152/06, all’art. 29-bis “Individuazione e utilizzo delle migliori tecniche disponibili” comma 3 sancisce che “per le discariche di rifiuti [...] si considerano soddisfatti i requisiti tecnici di cui al presente titolo se sono soddisfatti i requisiti tecnici di cui al D.Lgs. 36/03 fino all’emanazione delle relative conclusioni sulle BAT”. Non essendoci state modifiche alle BAT né alla normativa specifica di settore ed essendo il progetto della discarica redatto in conformità al D.Lgs. n° 36/03, il progetto risulta conforme alle BAT.

Il presente intervento è inserito nell’O.C.D.P.C. n° 513/2018 emanata per fronteggiare l’emergenza derivante dalla situazione di criticità in atto nel territorio della Regione Siciliana nel settore dei rifiuti urbani.

Con D.D.S. 699 del 18/06/19 è stata rilasciata Autorizzazione Integrata Ambientale all’intervento in oggetto.

La presente relazione è stata revisionata al fine di chiarire ed integrare le richieste formulate dagli Enti coinvolti nel procedimento di autorizzazione.

Ferme restando le norme e i regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, ecc...) l’impresa che eseguirà i lavori di realizzazione della discarica dovrà attenersi a quanto previsto nel D.M. 27/10/17 “Criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici”.

## 2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

### 2.1 UBICAZIONE DELL'AREA

Nel sito della discarica di C.da Borranea sono presenti 8 vasche denominate A, B, C, D, E, F, G e H, di cui:

- A, B, C, D, E, G ed H esaurite (gestore IPPC Comune di Trapani);
- F e relativo ampliamento in fase di coltivazione (gestore IPPC Trapani Servizi s.p.a.).

Si rimanda alla Tav. EG.3 "Planimetria generale dello stato di fatto" per una visione d'insieme delle suddette vasche.

La zona oggetto dell'intervento è situata all'interno del confine della discarica di C.da Borranea, e precisamente confina ad est ed con terreno agricolo di altra proprietà, a nord e a sud con la strada interna della discarica, ad ovest con la strada interna che costeggia la vasca "G".

L'area interessata dall'intervento è identificata al Catasto Terreni al **foglio 284 p.lle n° 51, 473, 474, 475, 476 e 477**. Le suddette particelle risultano di proprietà della Trapani Servizi s.p.a. giusti atti di compravendita del 11/06/09 rep 60761 e del 13/09/18 rep 67693.

Dal punto di vista cartografico la discarica è ubicata:

- nella carta IGM 1:100.000 d'Italia nel foglio n. 257 "Castelvetrano" (TAV. 01);
- nella carta IGM 1:50.000 d'Italia tra i fogli n. 605 e 606 "Paceco" e "Alcamo";
- nella carta IGM 1:25.000 d'Italia nel foglio n. 257 IV N.E tavoletta "Dattilo";
- nella Carta Tecnica Regionale della Sicilia ricade nella sezione n. 605120 "Ponte della Cuddia" in scala 1:10.000;

### 2.2 VINCOLI RICADENTI SULL'AREA

Qui di seguito una disamina sull'area in esame dal punto di vista vincolistico; si rimanda all'elaborato EG.1 "Inquadramento territoriale" per un riferimento grafico.

L'intervento in esame ricade in area sottoposta a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n° 3267 del 31/12/1923.

L'area in esame non risulta gravata da vincoli paesaggistici e/o archeologici, stante il D.A. n° 2289 del 18/05/18, di rettifica delle tavole cartografiche 21.2 "Beni Paesaggistici" e 22.2 "Regimi normativi", recante ulteriori integrazioni e correzioni apportate al Piano Paesaggistico degli Ambiti 2 e 3 della Provincia di Trapani. Pertanto, a parere dello scrivente, non risulta applicabile l'art. 25 del D.Lgs. 50/16, in quanto:

- come riportato al comma 1 del suddetto articolo, la verifica preventiva dell'interesse archeologico deve essere eseguita ai fini dell'applicazione dell'articolo 28, comma 4, del codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42
- l'articolo 28, comma 4, del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 fa riferimento a "In caso di realizzazione di lavori pubblici ricadenti in aree di interesse archeologico [...]"

Tale asserzione è confermata dal parere della Soprintendenza per i Beni Culturali ed Ambientali di Trapani n° 4999 del 23/10/18, ribadito con nota prot. 2379 del 09/05/19, rilasciato durante la procedura di autorizzazione dell'intervento (PAUR), nel quale è precisato che *"l'area di intervento [...] non risulta gravata da vincoli paesaggistici e/o archeologici; pertanto, per quanto sopra, questa Soprintendenza non ravvisa motivi ostativi alla realizzazione dell'intervento"*

Alla luce di quanto sopra esposto non si è ritenuto procedere all'attivazione della procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico.

Inoltre, con riferimento al punto 2.1 dell'allegato 1 al suddetto D.Lgs. n° 36/03, il sito non ricade:

- in aree individuate ai sensi dell'art. 17 comma 3 lettera m) della L. 18/05/89 n° 183;
- in aree individuate dagli artt. 2 e 3 del D.P.R. 08/09/97 n° 357;
- in territorio sottoposto a tutela ai sensi del D.Lgs. 29/10/99 n° 490;
- in area naturale protetta sottoposta a misura di salvaguardia ai sensi dell'art.6, comma 3, della Legge 06/12/91 n° 394;
- in area di rispetto di cui all'art. 21, comma 1, del D.Lgs. 11/05/99 n° 152;
- in area interessata da carsismo superficiale né da processi geologici superficiali o profondi;
- in area interessata da faglie attive o area a rischio sismico di 1° categoria.

Per quest'ultimo aspetto si fa notare, come è possibile desumere dall'allegato stralcio planimetrico allo S.I.A., identificato come Carta geologica, che l'area è interessata solo marginalmente da una faglia; in ogni modo si allega (Allegato 1) alla presente la relazione geologica all'uopo predisposta, a firma del Dott. Rizzuto, dalla quale si evince che la faglia non è attiva.

Infine, come è possibile dedurre dagli allegati stralci planimetrici allo S.I.A., identificati come "Carta della pericolosità e del rischio geomorfologico" e "Carta dei dissesti", l'area interessata dalla realizzazione della vasca identificata come TPS1 non è coinvolta dal vincolo del P.A.I.. Per quest'ultimo aspetto si fa notare che, comunque, il Dipartimento Ambiente – Area 2 dell'ARTA, con nota prot. 2128 del 12/01/18 (Allegato 2), ha osservato che il parere di compatibilità geomorfologico viene rilasciato solo per l'attività edilizia e di trasformazione del territorio che ricade in aree classificate a pericolosità molto elevata (P4) ed elevata (P3) ed ha comunicato che nel primo aggiornamento utile del P.A.I. del Comune di Trapani verrà corretto l'errore grafico

contenuto nel D.P.R. n° 314 del 16/07/17 che interessa il dissesto identificato con il codice 051-9TP-001 per il quale non viene riportata la campitura del livello di pericolosità (P1) ma quella relativa alla tipologia di dissesto.

## 2.3 MORFOLOGIA E GEOLOGIA DELL'AREA

Le formazioni geologiche che si riscontrano nel sito in esame e nel suo intorno fanno parte sia del dominio Pre-Panormide, che dei depositi tardorogeni e postorogeni.

Nello specifico, come meglio rappresentate nelle tavole allegate allo studio geologico, si distinguono:

- *Calcilutiti di dattilo;*
- *Calcari e arenarie glauconitiche di Monte Luziano argille;*
- *Formazione di Pasquasia;*
- *Sistema di Borromia;*
- *Sistema di Capo Plaia;*
- *Depositi alluvionali*

L'assetto strutturale dell'area è il risultato dell'interazione delle fasi tettoniche che si sono avute a partire dal Miocene fino al Pliocene. Sono difatti distinguibili tre gruppi di unità tettoniche sovrapposte con geometrie di ramp-flat e vergenti generalmente verso i quadranti meridionali.

Il territorio di Trapani e in particolare l'area in esame presenta nel suo complesso una situazione geomorfologica abbastanza regolare. Tale regolarità è indubbiamente legata alla diversa risposta agli agenti esogeni da parte dei diversi litotipi affioranti e alle complicate strutture tettoniche.

Il sito in oggetto ricade in un'area compresa tra Trapani, Marsala e Salemi; attorno a tale area il paesaggio si presenta pianeggiante con rilievi poco marcati e di forma tabulare, tipici dei terrazzi marini calcarenitici e sabbiosi. Le pendenze medie sono attorno all'8% ed è possibile riscontrare ad ovest del sito in esame una grande direttrice idrografica (rappresentata dal *Fiume della Marcanzotta*) che assume in questa porzione di territorio un andamento meandriforme.

Il sito in oggetto ricade all'interno del Bacino idrografico del fiume Birgi (051) – Area territoriale tra il Bacino idrografico del fiume Birgi ed il Bacino idrografico del Fiume Lenzi Baiata (050), così come previsto dal Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico (P.A.I.)

L'assetto idrogeologico dell'area oggetto di studio è il risultato dell'interazione delle caratteristiche idrodinamiche delle litologie affioranti ed in sottosuolo e della situazione geologica/tettonica. Le caratteristiche idrogeologiche dei sedimenti che caratterizzano il sottosuolo dell'area in esame sono

in stretta relazione sia con la morfologia che con i caratteri strutturali e tessiturali dei litotipi medesimi.

Dal rilevamento geologico che è stato esteso ad un'areale più ampio del sito in esame, i terreni affioranti nella zona di Contrada Montagnola Cuddia della Borranea possono essere suddivisi, dal punto di vista idrogeologico, in base ad una valutazione qualitativa del grado di permeabilità; essi si distinguono in:

- Terreni a permeabilità elevata: di essi fanno parte i depositi alluvionali attuali, i depositi fluviali e lacustri del sistema di Capo Plaia ed i "rifiuti" dell'area in esame;
- Terreni a permeabilità da bassa a media: di essi fanno parte il sistema di Borromia, le formazioni di Pasquasia e le calcareniti glauconitiche di Monte Luziano;
- Terreni a permeabilità da molto bassa a nulla: di essi fanno parte le argille di Monte Luziano e i calcilutiti di Dattilo.

Dallo studio idrogeologico si è evidenziata l'idoneità del sito in aderenza ai requisiti prescritti dal D.Lgs. n° 36/03, rilevandosi un'adeguata impermeabilità e tenuta della formazione di base, e l'assenza assoluta di circolazione idrica sotterranea. Inoltre dalle osservazioni fatte si sottolinea che:

- sono assenti pozzi per uso irriguo o domestico nel raggio di 50 metri dall'ubicazione del realizzando impianto di smaltimento;
- non esistono falde idriche le cui oscillazioni massime possano giungere a profondità tali da interferire con le percolazioni provenienti dalla vasca di discarica in progetto;
- non sono presenti fiumi, sorgenti o pozzi per la derivazione di acque per uso potabile nel raggio di 200 m dall'ubicazione della nuova vasca, così come confermato nel paragrafo 6 della relazione geologica, pertanto, non esistono particolari prescrizioni ai sensi dell'art. 21 comma 7 del D.L.vo 152/99 modificato dal D.L.vo 258/2000;
- il sistema di filtraggio settico naturale costituito dal terreno stesso, agisce facilitando lo smantellamento di eventuali molecole nitrogeniche in particelle semplici facilmente assimilabili e praticamente non inquinanti;
- i luoghi appaiono stabili dal punto di vista gravitativo e non si ravvisano elementi che possono alterare in un prossimo futuro le condizioni di equilibrio da essi raggiunte;
- non esistono tracce e/o forme riconducibili a deflussi concentrati delle acque meteoriche che possano determinare invasioni del lotto da parte di tributi idrici provenienti da monte e fenomeni erosivi concentrati

Per ulteriori dettagli idrogeologici si rimanda agli elaborati che costituiscono la consulenza geologica redatta dal dott. Geol. Gaetano Rizzuto.



La caratterizzazione geologica dei terreni di base ed il continuo monitoraggio ambientale delle matrici quali le acque sotterranee ha consentito, oltre ad escludere la presenza di falde e di circolazione idrica, di definire come la formazione di base costituisce di per sé barriera geologica naturale entro cui potere confinare la nuova vasca per discarica per rifiuti non pericolosi.

### 3 L'INTERVENTO PROGETTUALE

A seguito dei preliminari rilievi del sito e della caratterizzazione, si è configurato l'intervento attraverso le seguenti fasi:

- interpretazione delle indagini geologiche;
- identificazione della morfologia della vasca e dei movimenti di terra da attuarsi;
- identificazione delle modalità di realizzazione della barriera di confinamento dei rifiuti;
- realizzazione del sistema di controllo del percolato;
- controllo e smaltimento delle acque meteoriche di ruscellamento esterno all'area;
- identificazione dei percorsi della viabilità, della rete idrica antincendio, e di abbattimento delle polveri;
- abbancamento dei rifiuti, configurazione finale della discarica - recupero dell'area.
- realizzazione del sistema di controllo del biogas;

L'attività per le quali si chiede l'autorizzazione sono le **operazioni di recupero R11 e R13**, di cui all'allegato C alla Parte IV del D.Lgs. 152/06 e di **smaltimento D1 e D15**, di cui all'allegato B alla Parte IV del D.Lgs. 152/06.

Il **volume stimato** per il quale si chiede l'autorizzazione all'abbancamento è stato calcolato graficamente con il metodo delle sezioni ragguagliate ed è pari a circa **325.000 m<sup>3</sup>**.

VOLUME DI ABBANCAMENTO			
		Distanza	Area
		[m]	[mq]
sezione	0	0	-
sezione	1	5	1.641,71
sezione	2	20	2.368,84
sezione	3	20	3.044,52
sezione	4	20	2.752,55
sezione	5	20	2.176,66
sezione	6	20	1.809,23
sezione	7	20	1.416,45
sezione	8	20	744,27
sezione	9	20	570,80
sezione	10	20	284,76
sezione	11	20	85,26
sezione	0-0	8	-

**TRAPANI SERVIZI S.P.A.****PROGETTO DI REALIZZAZIONE LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI "TPS1"  
C/DA BORRANEA – TRAPANI**

	Volume	
	[mc]	
area 0-1	4.104,27	
area 1-2	40.105,48	
area 2-3	54.133,66	
area 3-4	57.970,76	
area 4-5	49.292,12	
area 5-6	39.858,93	
area 6-7	32.256,78	
area 7-8	21.607,17	
area 8-9	13.150,72	
area 9-10	8.555,56	
area 10-11	3.700,14	
area 11-0-0	341,03	
	<b>325.076,61</b>	<b>mc</b>

I rifiuti, trattati secondo l'attuale normativa, saranno depositati e costipati mediante l'utilizzo di mezzi meccanici cingolati, cercando di ottenere nella massa il maggiore peso specifico che normalmente tende a  $0,9 \text{ t/m}^3$ , così come previsto dall'art. 8 del D.D.S. 699 del 18/06/19.

Di seguito si riporta un riepilogo di codici CER autorizzati all'accesso alla piattaforma nel rispetto dei criteri di ammissibilità di cui al D.M. del 27/09/10:

Elenco A) Rifiuti che possono essere ammessi in discarica dopo essere stati preventivamente trattati presso l'impianto di c.da Belvedere e comunque nel rispetto dei criteri di ammissibilità di cui al D.M. del 27 settembre 2010

**CER DESCRIZIONE RIFIUTI**

- 19 05 01 Parte di rifiuti e simili non compostata
- 19 05 03 Compost fuori specifica
- 19 12 12 altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11

Elenco B) Rifiuti che possono essere ammessi in discarica nel rispetto dei criteri di ammissibilità di cui al D.M. del 27 settembre 2010 e ss.mm.ii.

**CER DESCRIZIONE RIFIUTI**

- 17 05 04 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03

19 05 01	parte di rifiuti urbani e simili non compostata
19 05 02	parte di rifiuti animali e vegetali non compostata
19 05 99	rifiuti non specificati altrimenti
19 08 01	vaglio
19 08 02	rifiuti dell'eliminazione della sabbia
19 09 04	carbone attivo esaurito
19 09 05	resine a scambio ionico saturate o esaurite
19 09 99	rifiuti non specificati altrimenti
19 12 07	legno diverso da quello di cui alla voce 19 12 06
19 13 02	rifiuti solidi prodotti dalle operazioni di bonifica dei terreni, diversi da quelli di cui alla voce 19 13 01
20 02 02	terra e roccia
20 02 03	altri rifiuti non biodegradabili
20 03 03	residui della pulizia stradale
20 03 06	rifiuti della pulizia delle fognature
20 03 99	Rifiuti urbani non specificati altrimenti

I rifiuti cui al codice CER 19.12.12 che hanno subito il trattamento presso l'impianto di c.da Belvedere sono conferiti in balle pressate e legate aventi sezione circa 110 x 110 cm.

I rifiuti cui al codice CER 19.05.01 provenienti dall'Impianto di c.da Belvedere sono conferiti sfusi su cassoni scarrabili.

Le altre tipologie di rifiuto che vengono conferite direttamente in discarica senza subire il trattamento preventivo dell'impianto, possono essere conferite sfuse o anche imballate oppure all'interno di big-bags.

I rifiuti CER 191212 provenienti da impianti di selezione convenzionati per RD verranno ammessi con analisi merceologica che attesti che il MOP (Materiale Organico Putrescibile) sia inferiore al 15%.

I rifiuti CER 200303 "Rifiuti da spazzamento stradale" così come previsto dalla tabella 8 inserita nelle linee guida dell'ISPRA n. 145/2016, relative ai "Criteri tecnici per stabilire quando il trattamento non è necessario ai fini dello smaltimento di rifiuti in discarica ai sensi dell'art. 48 della Legge 28/12/2015 n. 221", verranno ammessi in discarica previo loro trattamento, in alternativa "la valutazione della necessità di ricorrere a tale trattamento potrebbe essere limitata alla sola effettuazione di analisi merceologica finalizzata alla determinazione del contenuto percentuale di materiale organico putrescibile, non superiore al 15% (incluso il quantitativo presente nel

sottovaglio < 20 mm). Ai fini delle analisi merceologiche sono da intendersi materiali organici putrescibili le frazioni putrescibili da cucina, giardino ed altre frazioni organiche quali carta cucina, fazzoletti di carta e simili, ecc....

I rifiuti CER 200306 verranno ammessi qualora palabili e con contenuto di sostanza secca maggiore del 25%.

### 3.1 COERENZA DELL'INTERVENTO CON IL PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI

Nel paragrafo 8.7 della "Gestione del ciclo integrato dei rifiuti – Piano Stralcio" approvato con Delibera di Giunta n° 158 del 05/04/18 è riportato il fabbisogno transitorio dei volumi di discarica, stabilita per singola provincia, per il quinquennio 2019-2023.

Si riporta di seguito la tabella di stima:

TABELLA DI STIMA				
Provincia	ATTUALE Produzione RSU Tonnellate per anno *			
		RD ** al 35%	Fabbisogno Stima per anno 2019 - 2020 per tonnellate	Fabbisogno 2021-2023 RD 50% (media stima per anno) per tonnellate
Agrigento	206.528,8	72.284	134.290	103.264
Caltanissetta	105.748,1	37.011	68.737	52.874
Catania	539.577,7	187.519	352.058	269.788
Enna	60.855,4	21.299	39.556	30.428
Messina	302.195,0	105.768	196.427	151.097
Palermo	597.216,8	209.025	388.191	298.608
Ragusa	145.233,9	50.831	94.402	72.616
Siracusa	194.257,7	67.990	126.267	97.129
Trapani	205.498,3	71.924	133.574	102.749
<b>Sicilia</b>	<b>2.357.112</b>	<b>824.547</b>	<b>1.533.502</b>	<b>1.178.556</b>

Tale stima deve essere corretta applicando una riserva complessiva del 20 %, così come indicato nello stesso Piano Stralcio.

Pertanto, per la provincia di Trapani il fabbisogno complessivo è di

Anno 2019-2020:  $133.574 * 2 \text{ (anni)} = 267.148 \text{ tonnellate}$

Anno 2021-2023:  $102.749 * 3 \text{ (anni)} = \underline{308.247 \text{ tonnellate}}$

575.395 tonnellate

Pertanto applicando la percentuale di riserva complessiva del 20 %, così come indicato nello stesso Piano Stralcio, si ottiene, per la provincia di Trapani, un fabbisogno complessivo pari a:

$$575.395 * 1,20 = 690.474 \text{ tonnellate}$$

Le discariche previste nella provincia di Trapani, entrambe ricomprese nell'O.C.D.P.C. n° 513/2018 emanata per fronteggiare l'emergenza derivante dalla situazione di criticità in atto nel territorio della Regione Siciliana nel settore dei rifiuti urbani, sono:

Discarica proposta dalla SRR TP Nord

Volumetria stimata: 636.000 m<sup>3</sup> circa

Capacità di abbancamento in peso stimata autorizzata = 545.000 tonnellate

Discarica proposta dalla Trapani Servizi s.p.a. (identificata come TPS1)

Volumetria stimata: 325.000 m<sup>3</sup> circa

Capacità di abbancamento in peso stimata autorizzata =  $0,9 \text{ t/m}^3 * 325.000 = 292.000 \text{ tonnellate}$

Pertanto, la capacità di abbancamento in fase di autorizzazione nella provincia di Trapani è pari a 837.000 tonnellate, di poco superiore alla stima di fabbisogno ipotizzata nella Gestione del ciclo integrato dei rifiuti – Piano Stralcio.

A parere dello scrivente la discarica oggetto della presente progettazione può essere ritenuta coerente con il suddetto Piano Stralcio. A tal proposito si fa rilevare quanto segue:

- le discariche vasca F ed Ampliamento F (gestore IPPC Trapani Servizi s.p.a.) sono state oggetto negli ultimi anni, con reiterate Ordinanze Presidenziali, di conferimento extra provinciale e pertanto si sono di molto accorciate le prospettive di vita utile di dette vasche, alterando i calcoli di fabbisogno territoriale riportati nei Piani di gestione Rifiuti redatti dal 2012 fino ad oggi;
- la percentuale del 35 % ipotizzata nel Piano Stralcio è lontana dall'essere raggiunta in diverse province dell'isola; pertanto tale situazione potrebbe avere ripercussioni nella stima del fabbisogno delle capacità delle discariche sull'intero territorio regionale

### **3.2 CRITERI DI VERIFICA SULLA CONFORMITA' DEI RIFIUTI DA AMMETTERE IN DISCARICA**

Alla luce dell'art. 6 del D.M. 27/09/10, nell'impianto potranno essere smaltite le seguenti tipologie di rifiuti:

- i rifiuti urbani di cui all'art. 2 comma 1 lettera b) del D.Lgs. 36/03, classificati come non pericolosi nel capitolo 20 dell'elenco europeo dei rifiuti (codice CER) e sottoposti a trattamento, le frazioni non pericolose dei rifiuti domestici raccolti separatamente e i rifiuti non pericolosi assimilati per qualità e quantità ai rifiuti urbani;
- i rifiuti non pericolosi individuati in una lista positiva definita con decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, di concerto con i Ministri delle Attività Produttive e della Salute, sentito il parere della Conferenza Stato-Regioni;

I rifiuti di cui al comma 1, lettera a) sono ammessi in questa tipologia di discarica se risultano conformi a quanto previsto dall'art. 7 del D.Lgs. 36/03; non sono ammessi in discarica se risultano contaminati a un livello tale che il rischio associato al rifiuto giustifica il suo smaltimento in altri impianti.

Detti rifiuti non possono essere ammessi in aree in cui sono ammessi rifiuti pericolosi stabili non radio attivi.

Fatto salvo quanto previsto all'art. 10 "Deroghe" del D.M. 27/09/10, nelle discariche per rifiuti non pericolosi sono smaltiti rifiuti non pericolosi che hanno una concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25% e che, sottoposti a test di cessione di cui all'allegato 3, presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate in tabella 5 (limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi).

Fatto salvo quanto previsto all'art. 10 "Deroghe" del D.M. 27/09/10, nelle discariche per i rifiuti non pericolosi sono, altresì, smaltiti rifiuti pericolosi stabili non reattivi (cioè rifiuti che, sottoposti a trattamento preliminare, da esempio di solidificazione/stabilizzazione, vetrificazione, presentano un comportamento alla lisciviazione che non subisca alterazioni negative nel lungo periodo nelle condizioni di collocazione in discarica) che:

- a) sottoposti a test di cessione di cui all'allegato 3 presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate in tabella 5A;
- b) hanno una concentrazione in carbonio organico totale (TOC) non superiore al 5%;
- c) hanno il pH non inferiore a 6 e la concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25%;
- d) tali rifiuti non devono essere smaltiti in aree destinate ai rifiuti non pericolosi biodegradabili;

d-bis) sottoposti a idonee prove geotecniche dimostrano adeguata stabilità fisica e capacità di carico. Per tale valutazione è possibile riferirsi ai criteri di accettazione wac dell'Agenzia per la protezione dell'ambiente nel Regno Unito;

d-ter) sono sottoposti alla valutazione della capacità di neutralizzazione degli acidi, utilizzando i test di cessione secondo i metodi CEN/TS 14429 o CEN/TS 14997.

Inoltre in discarica per rifiuti non pericolosi è **vietato** il conferimento di rifiuti che:

- contengono PCB come definiti dal D.Lgs. 22 maggio 1999, n° 209, in concentrazione superiore a 10 mg/kg;
- contengono diossine o furani calcolati secondo i fattori di equivalenza dati nella tabella 4 del D.M. 3 agosto 2005, n° 201, concentrazione superiore a 0,002 mg/kg;
- contengono inquinanti organici persistenti di cui al regolamento (CE) n.850/2004 e successive modificazioni, non individuati nelle precedenti lettere a) e b), in concentrazioni superiori ai limiti di cui all'allegato IV del medesimo regolamento.

Possono essere, inoltre, smaltiti nelle discariche per rifiuti non pericolosi i seguenti rifiuti:

a) i rifiuti costituiti da fibre minerali artificiali, indipendentemente dalla loro classificazione come pericolosi o non pericolosi. Il deposito dei rifiuti contenenti fibre minerali artificiali deve avvenire direttamente all'interno della discarica in celle appositamente ed esclusivamente dedicate ed effettuato in modo tale da evitare la frantumazione dei materiali. Dette celle sono realizzate con gli stessi criteri adottati per le discariche dei rifiuti inerti. Le celle sono coltivate ricorrendo a sistemi che prevedano la realizzazione di settori o trincee. Sono spaziate in modo da consentire il passaggio degli automezzi senza causare la frantumazione dei rifiuti contenenti fibre minerali artificiali. Entro la giornata di conferimento, deve essere assicurata la ricopertura del rifiuto con materiale adeguato, avente consistenza plastica, in modo da adattarsi alla forma ed ai volumi dei materiali da ricoprire e da costituire un'adeguata protezione contro la dispersione di fibre. Nella definizione dell'uso dell'area dopo la chiusura devono essere prese misure adatte ad impedire il contatto tra rifiuti e persone;

b) i materiali non pericolosi a base di gesso. Tali rifiuti non devono essere depositati in aree destinate ai rifiuti non pericolosi biodegradabili. I rifiuti collocati in discarica insieme ai materiali a base di gesso devono avere una concentrazione in TOC non superiore al 5% ed un valore di DOC non superiore al limite di cui alla tabella 5a;

c) i materiali edili contenenti amianto legato in matrici cementizie o resinoidi in conformità con l'art. 7, comma 3, lettera c) del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, senza essere sottoposti a prove. Le discariche che ricevono tali materiali devono rispettare i requisiti indicati all'allegato



2 del presente decreto. In questo caso le prescrizioni stabilite nell'allegato 1, punti 2.4.2 e 2.4.3 del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 possono essere ridotte dall'autorità territorialmente competente.

Qualora la provenienza del rifiuto da smaltire in discarica determini il fondato sospetto di un eventuale superamento dei limiti stabiliti, l'autorità territorialmente competente può disporre l'effettuarsi di analisi specifiche, per verificarne la compatibilità.

Nell'art. 7 del D.M. 27/09/10, sono riportate le sottocategorie di discariche per rifiuti non pericolosi:

- a) discariche per rifiuti inorganici a basso contenuto organico biodegradabile;
- b) discariche per rifiuti in gran parte organici da suddividersi in discariche considerate bioreattori con recupero di biogas e discariche per rifiuti organici pretrattati;
- c) discariche per rifiuti misti non pericolosi con elevato contenuto sia di rifiuti organici o biodegradabili che di rifiuti inorganici, con recupero di biogas.

Secondo tali definizioni, la discarica di rifiuti non pericolosi in C.da Borranea nel Comune di Trapani appartiene alla sottocategoria c).

I criteri di ammissibilità per le sottocategorie di discariche vengono individuati dalle autorità territorialmente competenti in sede di rilascio dell'autorizzazione.

I criteri sono stabiliti, caso per caso tenendo conto delle caratteristiche dei rifiuti, della valutazione di rischio con riguardo alle emissioni della discarica e dell'idoneità del sito e prevedendo eventuali deroghe per specifici parametri.

### **3.3 MOVIMENTI DI TERRA**

I volumi di scavo e rilevato sono stati calcolati con il metodo delle sezioni ragguagliate, calcolando preliminarmente le superfici di scavo e di riporto delle sezioni significative (v. elaborati EG.5, EG.6 e EG.7).

Di seguito si riportano le tabelle di calcolo dei volumi per il raggiungimento del piano su cui impostare il pacchetto di impermeabilizzazione.

VOLUME DI SCAVO			
Sezione	Distanza	Area	Volume
[-]	[m]	[mq]	[mc]
area 0-1	5	390,25	975,625
area 1-2	20	294,83	6850,8
area 2-3	20	668,34	9631,7
area 3-4	20	968,79	16371,3
area 4-5	20	836,27	18050,6
area 5-6	20	887,72	17239,9
area 6-7	20	751,60	16393,2
area 7-8	20	484,89	12364,9
area 8-9	20	445,04	9299,3
area 9-10	20	304,73	7497,7
area 10-11	20	70,28	3750,1
area 11-0-0	8	0,00	281,12
			<b>118706,25</b>

Il volume delle materie da scavare per la realizzazione del piano di abbancamento della vasca di discarica è risultato pari a circa 118.700 m<sup>3</sup> circa.

Ai suddetti volumi ottenuti devono aggiungersi

- Il volume escavato necessario per la formazione del sottofondo (base di appoggio) dei rilevati (30 cm decorticamento):

$$15.085 * 0,3 = 4.525,5 \text{ m}^3$$

prevalentemente costituito da argille vegetate; tale volume sarà allocato sull'area di deposito

- Il volume escavato necessario per la riconformazione della barriera geologica pari a circa 15.168 m<sup>3</sup>, anch'esso calcolato con il metodo delle sezioni ragguagliate (si faccia riferimento all'elaborato EG.07 "Sezioni volumi scavo e riporto"); tale volume sarà allocato sull'area di deposito
- Il volume escavato necessario per la realizzazione delle geogriglie, pari a circa 7.933 m<sup>3</sup>, anch'esso calcolato con il metodo delle sezioni ragguagliate (si faccia riferimento all'elaborato EG.13.1 "Planimetria posiz. muri di sostegno e stabiliz. pendii"); tale volume sarà direttamente riutilizzato in cantiere e, pertanto, non sarà trasportato all'area di deposito

Ai fini di ottemperare a quanto previsto nel paragrafo 2.5.5 del D.M. 11/10/17 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" e, quindi, minimizzare il consumo di materie prime privilegiando l'impiego delle terre e rocce provenienti dagli scavi, si sono valutate, come appresso descritto, varie ipotesi progettuali per il riutilizzo integrale in sito del materiale escavato.

In considerazione del fatto che:

- le argille grigie possono essere utilizzate per la ricostituzione della barriera geologica naturale
- le argille vegetate e il detrito arenaceo possono essere utilizzati per il ricoprimento
- i limi argillosi, il detrito argilloso e le argille sabbiose possono essere utilizzati per la formazione di rilevati

si è ipotizzato di utilizzare

- l'argilla grigia per la riconformazione della barriera geologica di fondo, per un quantitativo pari a circa 15.168 m<sup>3</sup>
- i limi argillosi, il detrito argilloso e le argille sabbiose per la formazione dei rilevati di contenimento della vasca per un volume pari a circa 40.962 m<sup>3</sup>, calcolato con il metodo delle sezioni ragguagliate (si faccia riferimento all'elaborato EG.07 "Sezioni volumi scavo e riporto")

VOLUME DI RIPORTO				
Sezione	Distanza	Area	Volume	Volume TOT
[-]	[m]	[mq]	[mc]	[mc]
area 0		0		
area 1	5	99,35	248,375	
area 2	20	163,98	2633,30	
area 3	20	218,34	3823,20	
area 4	20	259,32	4776,58	
area 5	20	200,01	4593,28	
area 6	20	304,99	5049,98	
area 7	20	229,48	5344,73	
area 8	20	143,69	3731,70	
area 9	20	219,10	3627,88	
area 10	20	152,48	3715,80	
area 11	20	135,15	2876,27	
-	8	0,00	540,59	40.961,73

- i limi argillosi, il detrito argilloso e le argille sabbiose per la formazione dei rilevati delle strade di accesso in discarica e di controllo sottostante vasca pari a circa 2.465 m<sup>3</sup>

Il materiale restante sarà utilizzato per il ricoprimento giornaliero e nella fase di capping finale della discarica.

Pertanto, in attuazione delle precedenti considerazioni

- un quantitativo pari a  $15.168 \text{ m}^3$  di argille grigie non viene trasportato al deposito, ma accantonato in cantiere ed immediatamente riutilizzato per la realizzazione della barriera geologica
- un quantitativo pari a  $40.962 + 2.465 = 43.427 \text{ m}^3$  di argille vegetate e detrito arenaceo saranno trasportati al deposito, ma non costipati perché subito riutilizzati per la realizzazione di rilevati

Per allocare temporaneamente il materiale proveniente dagli scavi, e non immediatamente riutilizzato, deve essere realizzato un deposito con tre rilevati di forma tronco piramidale, distinti per le suddette tipologie, aventi altezza massima pari a 9 m. Tale deposito sarà realizzato sul terreno, nella disponibilità della Trapani Servizi s.p.a., posto a circa 1.800 m dall'area di intervento. L'area di deposito intermedio è identificabile al Foglio n. 287 p.lla 5.

Si rimanda all'Elaborato EG.31 per l'individuazione dell'area di deposito con indicazione dei rilevati.

Su tale area devono essere predisposti i presidi di protezione idraulica dei rilevati, in particolare:

- le superfici superiori del rilevato devono essere realizzate con una pendenza dell'1 per mille verso il confine est del lotto per convogliare le acque meteoriche
- devono essere realizzati, sulle sponde e al piede del rilevato, canali di allontanamento delle acque piovane ricadenti sulla superficie del rilevato
- deve essere realizzato, al piede del rilevato lato est, un canale di convogliamento, del diametro minimo di 1 m, per convogliare le acque meteoriche verso l'impluvio esistente ubicato a sud

Si prevede di realizzare canali in terra al fine di rendere molto più agevole la manutenzione dei canali stessi; tale manutenzione deve essere condotta almeno con frequenza mensile su tutto il sistema di convogliamento ed allontanamento.

Così come previsto al punto 2.5.3 del D.M. 11/10/17, gli ambiti interessati dai fossi e torrenti (fasce ripariali) e da filari o altre formazioni vegetazionali autoctone devono essere recintati e protetti con apposite reti al fine di proteggerli da danni accidentali.

Nei periodi secchi, sia nel corso dei lavori che in fase deposito del materiale in attesa di riutilizzo, deve essere prevista l'irrorazione periodica del cumulo con mezzi mobili al fine di abbattere l'impatto ambientale dovuto allo spandimento di eventuali polveri.

Verificata la non contaminazione delle terre e rocce ai sensi dell'Allegato IV del D.P.R. 120/17, la scelta progettuale, dettata dalle caratteristiche proprie dell'intervento, prevede il riutilizzo integrale in sito delle terre e rocce escavate, secondo quanto di seguito riportato .

Così come previsto al punto 2.5.3 del D.M. 11/10/17, per tutte le attività di cantiere e trasporto dei materiali devono essere utilizzati mezzi che rientrano almeno nella categoria EEV (veicolo ecologico migliorato).

Nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione ambientale integrata, in base all'art. 24 del D.P.R. 120/17, è stata prevista la procedura per la tipizzazione delle terre di scavo e il deposito della parte in esubero in attesa di successivo utilizzo. È stato, pertanto, redatto il piano di riutilizzo in sito delle terre e rocce da scavo, al quale si rimanda per un maggiore livello di dettaglio.

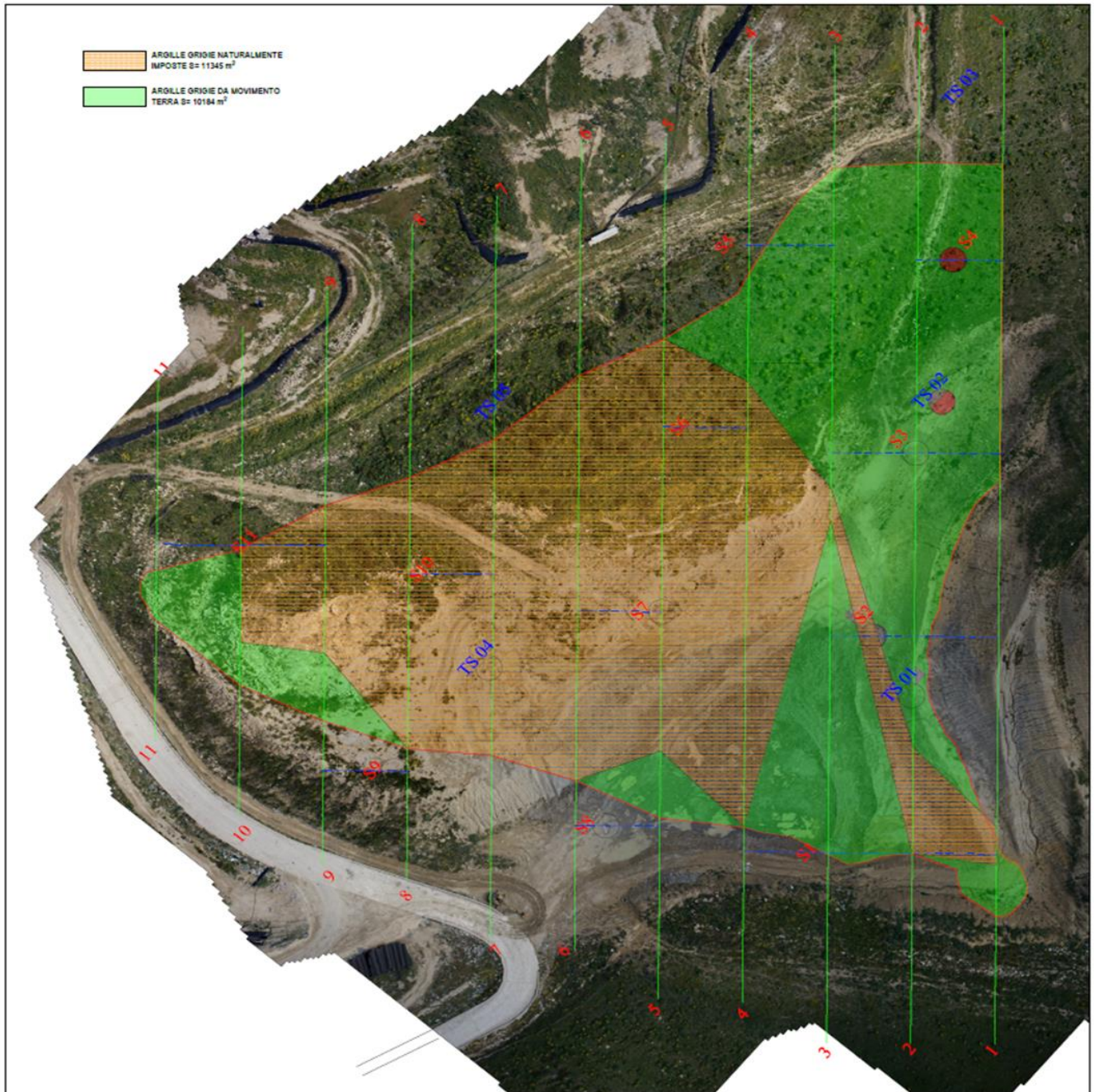
### **3.4 BARRIERA DI CONFINAMENTO E IMPERMEABILIZZAZIONI**

Le indagini condotte sui campioni, sia indisturbati che rimaneggiati, prelevati durante le indagini geologiche condotte nel 2017 sul sito hanno evidenziato misure di permeabilità comprese tra  $3,84 \times 10^{-8}$  cm/s e  $6,69 \times 10^{-8}$  cm/s (si veda Tabella 8 Relazione geologica e Tav 17 "Carta delle permeabilità").

Purtuttavia dal confronto tra le sezioni geologiche, ricostruite sulla base delle colonne stratigrafiche contenute nell'elaborato Indagini geognostiche marzo 2019 (Allegato 1), e le sezioni di scavo previste per la realizzazione della discarica è stato rilevato che, in alcuni punti, il fondo scavo possa non ricadere nelle argille grigie a struttura omogenea molto consistenti (permeabilità da bassa a nulla con coefficiente di permeabilità  $10^{-7} < k < 10^{-8}$  cm/s). Pertanto, ai sensi del paragrafo 2.4.2 Allegato 2 al D.Lgs. 36/03, è necessario ricostituire artificialmente la barriera geologica, attraverso un sistema barriera di confinamento, realizzato con uno strato di argilla, ricompattato, prelevato in posto (argilla grigia) di spessore di 2 m, tale da garantire una conducibilità idraulica  $k$  minore di  $10^{-9}$  m/s.

Si riporta in seguito una planimetria con l'ubicazione indicativa dell'area soggetta alla ricostituzione artificiale della barriera geologica.

Durante l'esecuzione degli scavi sarà necessaria una verifica diretta in sito delle previsioni effettuate a seguito dei sondaggi geognostici per definire l'esatta estensione dell'area soggetta alla ricostituzione artificiale della barriera geologica.



Oltre alla barriera geologica di confinamento della vasca, è stata prevista la posa di un pacchetto multistrato, progettato secondo quanto prescritto dal paragrafo 2.4.2 Allegato 2 al D.Lgs. 36/03 e secondo quanto prescritto al punto 2 dell'art. 1 del D.A. 154/GAB del 11/04/19 *“si deve prevedere la collocazione di un pacchetto di impermeabilizzazione del fondo vasca composto da un doppio telo in HDPE tipo ruvido ed un sistema di monitoraggio e controllo per individuare eventuale formazione di percolato fra i due strati di telo impermeabilizzante, attraverso la realizzazione di due reti raccolta percolato: una sopra telo e l'altra sotto telo”*.

Pertanto sul fondo, dal basso verso l'alto il pacchetto completo prevede:

- geomembrana in HDPE (spessore 2 mm)
- geotessile non tessuto in polipropilene
- strato drenante con materiale granulare arido (pietrisco) (spessore 30 cm); all'interno di questo strato devono essere posizionate le tubazioni per la raccolta "d'emergenza" del percolato con diam  $\phi$  125
- geocomposito bentonitico a base sodica
- geomembrana in HDPE (spessore 2 mm)
- geocomposito drenante costituito da geostuoia a protezione della tubazione (diam  $\phi$  200)
- sabbione a protezione del pacchetto impermeabilizzante (spessore  $\geq$  50 cm); all'interno di questo strato devono essere posizionate le tubazioni per la raccolta "ordinaria" del percolato con diam  $\phi$  200

Le arginature in rilevato garantiscono ugualmente un'adeguata tenuta idraulica in quanto costituite da materiali argillosi, modificati e costipati, e assicureranno valori di permeabilità analoghi a quelli della formazione in sito. Tuttavia per ulteriore garanzia di tenuta, come sopra riferito, si è previsto, in aggiunta al pacchetto impermeabilizzante previsto dalla normativa, un materasso continuo di geocomposito a base di bentonite sodica tale da garantire una conducibilità idraulica  $k$  minore a  $10^{-9}$  m/s.

Pertanto sulle sponde, dal basso verso l'alto il pacchetto completo prevede

- geocomposito bentonitico con una conducibilità idraulica  $k$  minore o uguale a  $10^{-9}$  m/s
- geocomposito bentonitico a base sodica
- geomembrana in PEAD (spessore 2 mm)
- geocomposito drenante costituito da geostuoia

### 3.5 OPERE PER LO SMALTIMENTO DEL PERCOLATO

Per quel che riguarda la gestione del percolato, sul fondo della vasca, opportunamente sagomato, verrà realizzata la rete di intercettazione e convogliamento con tubazioni di drenaggio microfessurate in HDPE e diametro DN 200 mm, annegate in uno strato drenante con materiale granulare arido (sabbione).

Nello strato suppletivo sottostante verrà realizzata la rete di intercettazione e convogliamento con tubazioni di drenaggio microfessurate in HDPE e diametro Dest 125 mm, annegate in uno strato drenante con materiale granulare arido (pietrisco).



Il fondo delle vasche sarà realizzato in pendenza (0,2%) pertanto il percolato defluirà per gravità verso le condotte di captazione principali e contestualmente, sempre per gravità, verso i punti di estrazione (ordinario e di emergenza), posti a quota minima di fondo vasca.

E' prevista per la rete di raccolta percolato la realizzazione di 9 pozzi di ispezione in HDPE DN 1200. Nella fase di realizzazione della discarica saranno posti in opera, per ogni pozzo, solo i primi due elementi prefabbricati, aventi un'altezza complessiva pari a circa due metri; con il proseguire dell'abbancamento dei rifiuti il gestore deve procedere all'aggiunta di elementi prefabbricati. Questo procedimento sarà eseguito fino al raggiungimento della quota prevista in progetto; l'intervento sarà completato con il progetto di chiusura della discarica.

Si rimanda all'elaborato EG.10 "Planimetria rete di captazione percolato" per un riferimento di dettaglio.

Nei punti di estrazione (ordinario e di emergenza) sarà collocato un presidio di raccolta, ispezione e controllo, costituito da una tubazione prefabbricata in cls DN 1200 mm, entro il quale sarà collocata la pompa di sollevamento (deve essere sempre prevista anche una pompa di riserva).

Da qui il percolato verrà emunto e, attraverso una condotta in HDPE da 75 mm contenuta all'interno di un'ulteriore condotta da 250 mm sempre in HDPE (tubazione incamiciata), verrà fatto confluire nei serbatoi di raccolta del percolato previste nella zona di valle.

Su questa condotta è prevista, in corrispondenza dei serbatoi, l'installazione di un misuratore di portata per controllare il percolato prodotto e stoccato. Prima dell'ingresso ai serbatoi è prevista l'installazione di saracinesche di intercettazione ed una valvola di ritegno in modo da evitare il reflusso di liquido.

Il sistema di stoccaggio del percolato sei vasche prefabbricate in cav da 25 m<sup>3</sup> ciascuna per un complessivo volume pari a 150 m<sup>3</sup>.

I serbatoi saranno dotati di apparecchiature idrauliche di sezionamento e svuotamento.

La stima di produzione del percolato si è basata sui principali fattori che governano la formazione dello stesso e cioè:

- disponibilità idrica (piovosità, presenza di falde, eventuale ricircolo di percolato, ecc...);
- caratteristiche della superficie di copertura (tipo di terreno e di vegetazione, presenza o meno di uno strato di sigillatura dei rifiuti, pendenza e configurazione topografica);
- modalità di impermeabilizzazione del fondo e delle pareti della discarica.

La stima del volume di percolato da addurre al trattamento è stata effettuata sulla base del bilancio idrologico applicato al corpo discarica; questo bilancio può essere espresso dalla seguente relazione:

$$L = P - R + R^* - Et + J + I_s + I_G + (U_s + U_w) + B$$



dove:

- $L$  = volume di percolato;
- $P$  = precipitazione meteorica;
- $R$  = ruscellamento superficiale;
- $R^*$  = ruscellamento superficiale da aree esterne alla discarica;
- $Et$  = evapotraspirazione;
- $J$  = irrigazione e/o ricircolo del percolato;
- $I_S$  = acque di infiltrazione da corpi idrici superficiali (es. falde subalvee);
- $I_G$  = acque di infiltrazione da falde idriche sotterranee;
- $U_S$  = variazioni del contenuto d'acqua del materiale di copertura;
- $U_W$  = variazioni del contenuto d'acqua nei rifiuti;
- $B$  = produzione o consumo di acqua associabile alle diverse reazioni biochimiche di degradazione aerobica ed anaerobica della sostanza organica contenuta nei rifiuti.

Nel caso specifico si può affermare che:

- il principale flusso di ingresso è rappresentato dalle precipitazioni piovose ( $P$ ): una parte cospicua di esse non penetra all'interno del deposito, visto che si è provveduto a ricoprirlo con terreno argilloso, ma si allontana per ruscellamento sulla superficie ( $R$ ), mentre un'altra aliquota ritorna all'atmosfera attraverso fenomeni di evapotraspirazione ( $Et$ );
- un altro contributo al flusso in ingresso potrebbe essere dato dal ruscellamento superficiale da aree esterne ( $R^*$ ) e/o dal ricircolo del percolato ( $J$ ): nel nostro caso questi contributi sono nulli in quanto il sistema di canali di gronda impedisce che qualsiasi ruscellamento esterno possa raggiungere il corpo rifiuti e non è possibile praticare nessun ricircolo di percolato;
- un ulteriore contributo alla possibile formazione di percolato (soprattutto a lungo termine) è dovuto alle variazioni del contenuto d'acqua del materiale di copertura ( $U_S$ ) e dei rifiuti depositati ( $U_W$ ); infatti, nella fase iniziale di produzione di percolato, sia il materiale di copertura sia i rifiuti non si trovano generalmente in condizioni di saturazione e sono in grado di assorbire anche notevoli quantità d'acqua che viene, nel tempo, rilasciata;
- l'ultimo contributo, positivo o negativo, alla formazione di percolato si ha in corrispondenza della produzione o consumo di acqua associabile alle diverse reazioni biochimiche di degradazione aerobica ed anaerobica della sostanza organica contenuta nei rifiuti; tale contributo è comunque praticamente trascurabile.

L'analisi di produzione del percolato è stata condotta sulla scorta di dati ampiamente confortati dalla letteratura. Tali dati permettono di assumere alla base dei calcoli progettuali una produzione di percolato pari  $10 \text{ m}^3$  per ettaro per giorno.

Dal bilancio idrologico riportato in relazione si giunge in ogni caso ad un approccio pratico operativo per procedere con la verifica della rete di drenaggio e raccolta percolato.

Nel periodo di coltivazione della discarica, in presenza di terreno di copertura provvisoria, la portata media annua di percolato si può stimare con l'ausilio della formula seguente:

$$Q_{p,media} = 0,2 \div 0,3 \cdot P \cdot A \cdot \left(\frac{1}{1000}\right)$$

dove:

$Q_{p,media}$  = Portata media annua di percolato nel periodo di esercizio ( $\text{m}^3/\text{anno}$ );

P = Precipitazione media annua ( $\text{mm}/\text{anno}$ );

A = Superficie intercettante del i-esimo settore ( $\text{m}^2$ );

Nel periodo di post-esercizio della discarica, in presenza di geomembrana perfettamente impermeabile, la portata media annua di percolato si può stimare pari a zero.

Nel caso in esame al fine di ottenere il volume di percolato prodotto in un anno a causa delle precipitazioni che insistono sulla vasca, si possono assumere i seguenti valori:

“A” pari alla superficie totale della vasca (circa  $20.000 \text{ m}^2$ );

“P” (a vantaggio di sicurezza) pari alla massima precipitazione annua totale degli ultimi cinque anni disponibili (2011-2015) tratta dagli Annali Idrologici pubblicati sul sito dell'Osservatorio delle Acque (583 mm);

“0,3” (a vantaggio di sicurezza) quale coefficiente di trasformazione da pioggia lorda a pioggia netta.

Dalle superiori assunzioni di base si calcola una portata di percolato prodotto in un anno pari a  $Q = 3'498 \text{ m}^3/\text{anno}$ . Data la capacità di stoccaggio del percolato pari a  $V = 150 \text{ m}^3$  la frequenza di svuotamento sarebbe pari a:

$$f_{media,mensile} = \left(\frac{Q}{V}\right) / 12$$

e, quindi, una frequenza di svuotamento pari a 1,9 svuotamenti al mese.

I sei serbatoi devono essere installati all'interno di un bacino di contenimento, anch'esso in cemento armato, delle dimensioni di  $18,5 \times 7 \times 1,5 \text{ m}$ , avente quindi capacità di circa  $194 \text{ m}^3$ , ovvero superiore ad un terzo del volume complessivo dei serbatoi, così come indicato dal punto 8 dell'Allegato all'Ordinanza Commissariale 7 dicembre 2001.

Il bacino di stoccaggio è sistemato in posizione facilmente accessibile per i periodici controlli e/o necessarie manutenzioni da parte del personale autorizzato.

Allo stato attuale non è in programma la realizzazione di un impianto di trattamento del percolato; pertanto si procederà al prelievo e smaltimento così come eseguito per le vasche attualmente gestite da questa società.

I mezzi utilizzati per lo smaltimento del percolato non riescono a procedere lungo la viabilità interna della discarica in presenza di asfalto bagnato e pertanto in particolari condizioni meteo non potrebbero raggiungere i serbatoi di raccolta percolato. È necessario, quindi, prevedere un'ulteriore condotta in HDPE da 90 mm, contenuta all'interno di una condotta da 250 mm sempre in HDPE (tubazione incamiciata), per consentire comunque, anche nel caso di particolari condizioni del manto stradale interno al sito, il prelievo del percolato. Tale condotta collegherà i serbatoi ad un punto di prelievo posto sulla S.P. 43. Il posizionamento di tale condotta è previsto, fuori terra (così da essere costantemente ispezionabile), tra la strada di servizio esistente e la recinzione che delimita il sito di discarica. In corrispondenza del punto di prelievo, oltre gli opportuni presidi idraulici, è prevista un'area impermeabilizzata, munita di piccolo cordolo e pozzetto a tenuta per il contenimento di eventuali colaticci.

### **3.6 OPERE DI REGIMENTAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE**

#### **3.6.1 Provenienti dalle aree contermini**

Al fine di evitare il ruscellamento delle acque pluviali, provenienti dalle aree contermini, sono già presenti sul sito due canali di gronda esterni a tutta l'area della discarica. I due canali di gronda perimetrali, realizzati con scavo a sezione trapezia, fanno confluire le acque meteoriche presso i corpi ricettori superficiali, posti a nord ed ad est.

La vasca in progetto è esposta a fenomeni di ruscellamento di acque pluviali solo da sud est, essendo per gli altri tre lati confinante con il sito di discarica. In progetto, quindi, è stato previsto a sud est, un canale di gronda, realizzato con manufatti in cls armato prefabbricato, che si diramerà in due rami, in modo da sfruttare la pendenza naturale dell'area, e che terminerà la propria corsa nei due canali di gronda perimetrali già esistenti. Quanto sopra è meglio rappresentato nella tavola EG.12 "*Planimetria regimentazione acque bianche-grigie*".

### 3.6.2 Ricadenti sulla strada di servizio

Per regimentare lo scorrimento superficiale di acque meteoriche sulla strada di servizio della vasca, lungo il perimetro di questa, è prevista la realizzazione di una canaletta laterale in c.a.v. che intercetta le acque meteoriche.

Si riporta di seguito il dimensionamento delle suddette canalette.

Al fine di valutare le portate meteoriche defluenti nell'area d'interesse della discarica è stato eseguito uno studio idrologico. Questo consta, in una prima fase, di un'analisi statistica delle altezze di pioggia massime annuali; per il suo svolgimento è utile e si rende necessario conoscere il regime pluviometrico dell'area interessata dall'intervento progettuale, ovvero il reperimento dei dati di pioggia registrati dalla stazione pluviometrica di Trapani, riportati negli Annali Idrologici gestiti dall'Osservatorio Acque della Regione Sicilia. A partire dalle altezze di pioggia relative a 60 anni di osservazione (Tab. 1.1), dal 1928 al 2013, è stato possibile valutare la relazione che lega le altezze di pioggia e le cinque durate canoniche (1, 3, 6, 12, 24 ore), indicative delle durata dell'evento meteorico, per assegnato tempo di ritorno, ossia di 50 anni. Si sono quindi calcolati, sulla base dei dati di precipitazione, i parametri della *Legge di Gumbel* assumendo l'ipotesi di invarianza di scala del processo meteorico, ovvero ipotizzando che il rapporto tra le altezze di precipitazione relative ad una determinata durata  $h(t)$  e la durata stessa  $t$  si mantenga costante.

Applicando la *Legge di Gumbel*, l'altezza di pioggia può essere espressa come:

$$h_T(t) = u - \frac{1}{\alpha} \cdot \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

dove:

$$u = \mu(h) - 0,450 \cdot \sigma(h) \qquad \alpha = \frac{1,283}{\sigma(h)}$$

sono i parametri della *Legge di Gumbel* determinati a partire dalla media ( $\mu$ ) e dallo scarto quadratico medio ( $\sigma$ ) del campione di altezze di pioggia (Tab. 1.1).

Anno	$h_1$ [mm]	$h_3$ [mm]	$h_6$ [mm]	$h_{12}$ [mm]	$h_{24}$ [mm]
1928	8,8	23,2	25,2	37,2	37,2
1929	22	27,4	28	31	38,5
1930	23,8	24,2	36,4	47,2	56,2
1931	14,6	27,6	42	56,2	56,6
1932	21	31,2	40	40	51
1933	65	112,6	129	132	135,8
1934	37,8	74	74,6	74,6	87,6
1938	17,6	29,8	33,8	40,2	55,8
1939	21,4	38,6	43,4	65	83,4

**TRAPANI SERVIZI S.P.A.**

**PROGETTO DI REALIZZAZIONE LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI "TPS1"  
C/DA BORRANEA – TRAPANI**

1947	35,2	43,4	44	49,6	59,2
1953	29	54,6	73,8	111,2	111,4
1954	25	48,4	57,2	60,4	68,2
1956	21	25,8	30	31	43,8
1957	23	27,2	27,2	36	38
1958	28,4	60,4	63,2	63,8	95,8
1959	23,6	27,6	28,2	28,2	34
1960	12,6	21	21,4	21,6	27
1961	14,2	20,2	24,8	27,2	30,6
1962	13,6	18,2	18,2	18,4	18,4
1963	308,	46,8	64,4	75	75
1964	7,6	14,4	21	31,2	44,4
1965	48,6	84,4	148	152,4	152,4
1966	23,2	25,4	26,6	49,2	54,4
1967	18,2	31,2	35,4	35,4	37,2
1968	12	17,8	21,4	22,4	30,2
1969	11,4	22	23	23	27,6
1970	12,6	18,4	18,6	18,6	18,6
1971	15,6	22,6	22,6	22,6	23,4
1972	58,4	62,4	67,8	74,6	74,6
1973	20,4	22	28	36,4	65,4
1974	17,6	24,2	28,2	29,8	48
1975	23,4	24,6	32,6	32,6	32,6
1976	31	37,6	56,2	78	117,6
1977	18,2	19,4	22	23,4	23,8
1978	16,4	34,6	52,4	71,6	82,6
1979	51,2	64,6	86,8	105,2	113,8
1980	13,4	18,8	21,2	21,4	26,8
1981	9,2	17,8	24,6	32	39
1982	14,6	17,8	20,6	29	31,8
1983	28	52,6	56,2	56,8	61,4
1984	24,6	47	51,4	53,2	83,4
1985	22,6	41	41	41	41
1986	21,2	29,8	34	34	36
1988	44,4	44,4	44,4	56,2	56,2
1990	19,8	23,4	23,4	25,6	27
1991	35,4	38,8	60,6	77,4	77,4
1992	41,6	64,6	84,4	91,4	91,6
1995	26	50,6	54,8	54,8	54,8
1996	24,6	27,	27,2	32	32
1997	25,2	26	26	26,4	26,8
1998	30,6	308,	33,8	36,4	40,2
1999	19,6	22,4	42	51,2	53,2

2000	26,8	55,8	61,4	63	86,2
2001	47,4	57	71,6	77	77
2002	9	14	14	14	22,6
2003	26,4	45,2	56,4	57	57
2005	40,8	43,6	43,6	43,6	43,8
2009	76	127	142,6	146,2	147,8
2011	22,8	23,2	23,2	24,8	35,4
2013	36,2	37	37,8	37,8	38
$\mu$ (media altezze)	26,007	37,723	44,860	50,573	57,275
$\sigma$ (sqm altezze)	13,908	22,233	28,456	30,699	32,038

Tab. 1 – Massimi annuali delle altezze di pioggia per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore alla stazione pluviometrica di Trapani

Una volta ricavati i valori, questi vengono elaborati tramite interpolazione secondo una legge di potenza che permette la costruzione di una Curva di Probabilità Pluviometrica per assegnato tempo di ritorno ( $T_r=50$  anni), la quale può essere espressa mediante la seguente relazione a due parametri ( $a$  e  $n$ ):

$$h_T(t) = a_T t^n$$

dove:

- $a$  [mm/h] rappresenta il fattore di crescita in frequenza, dipendente dal tempo di ritorno e dalla distribuzione scelta;
- $n$  [-] è l'esponente di scala con cui il fenomeno si trasmette dalla scala temporale orario alle altre scale temporali.

La Curva di Probabilità Pluviometrica (CPP) ottenuta, viene riportata nella figura seguente e fornisce una misura in continuo dei valori di altezza di pioggia massime che si verificano per effetto di un evento meteorico di una certa durata.

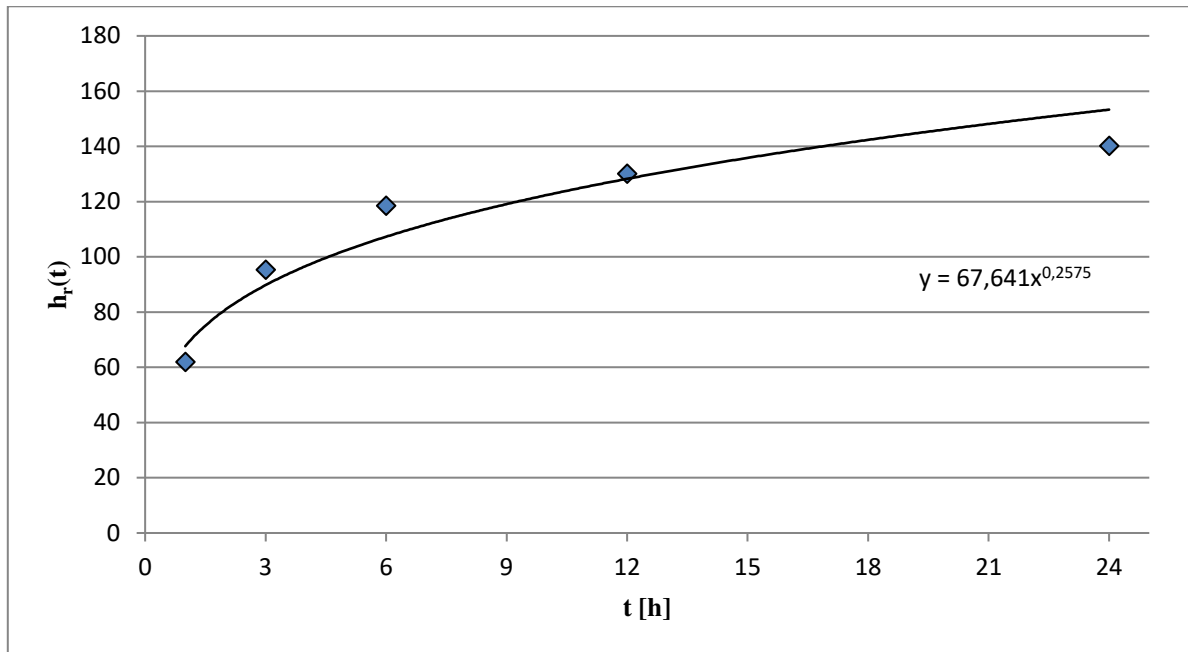


Figura 1 - Curva di Probabilità Pluviometrica (CPP) a scala oraria

Pertanto:

t [h]	a	n	$h_r(t)$
1			67,641
3			89,757
6	67,641	0,2575	107,296
12			128,262
24			153,326

Tab. 1 – Valori esatti delle altezze di pioggia in corrispondenza delle durate canoniche (1h, 3h, 6h, 12h, 24h)

Dai valori riportati nella tabella precedente (Tab. 1) è stato possibile tracciare la seguente Curva di Probabilità Pluviometrica (Fig. 2).

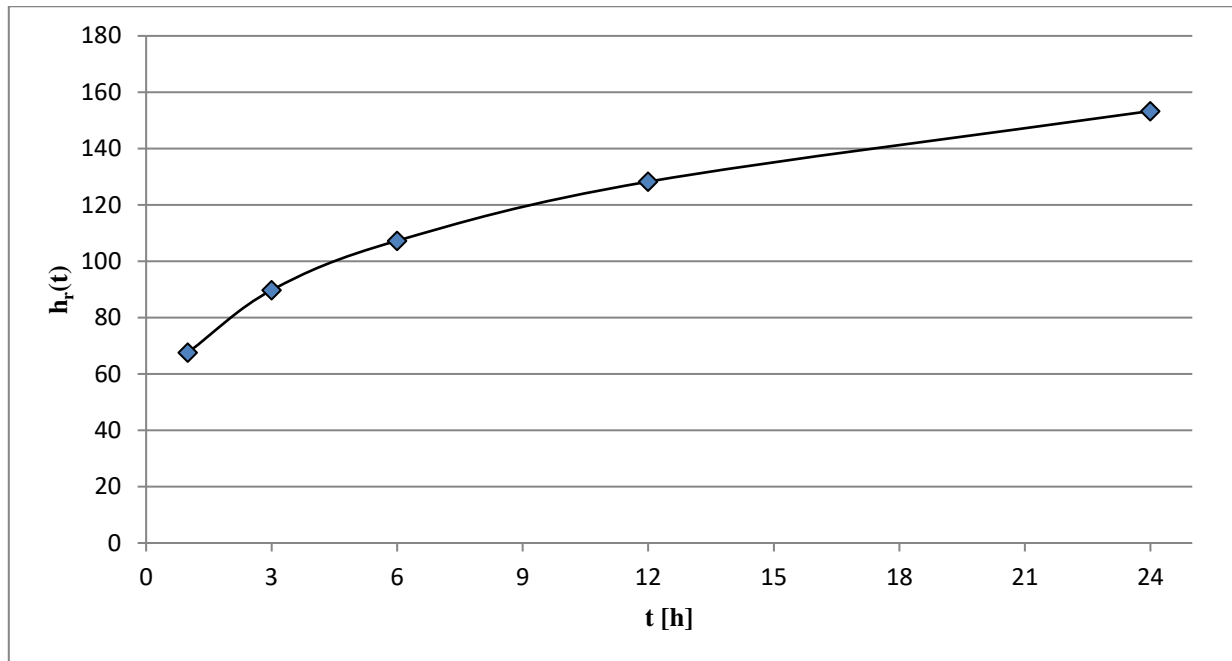


Figura 2 - Curva di probabilità Pluviometrica (CPP) per le durate canoniche di 1, 3, 6, 12, 24 ore con i valori specifici dei parametri a e n

Tuttavia, generalmente, un evento meteorico ha durate inferiori all'ora, quindi, per conoscere le altezze di pioggia derivanti da eventi meteorici di durata inferiore a 60 minuti, occorre passare dalle altezze di pioggia orarie a quelle del minuto, tramite la relazione di *Bell*:

$$h_{Bell} = h_{t,T} = h_{60,T} \cdot [(0,54t^{0,25}) - 0,5]$$

dove:

- $h_{60,T}$  [mm] è la massima altezza di pioggia associata ad un evento meteorico di durata 1 ora, ossia  $h = 67,641$  mm;
- $t$  [min] è il tempo espresso in minuti (inferiore a un'ora);
- $h_{t,T}$  [mm] è la massimo altezza di pioggia registrata al minuto.

Note le altezze di pioggia all'interno del minuto, è possibile ricavare le corrispondenti intensità tramite la seguente formula:

$$i_{d,t} = \frac{h_{t,T}}{d_t}$$

Si riportano di seguito le rispettive Curva di Probabilità Pluviometrica e Curva di Intensità di Pioggia su scala temporale del minuto.



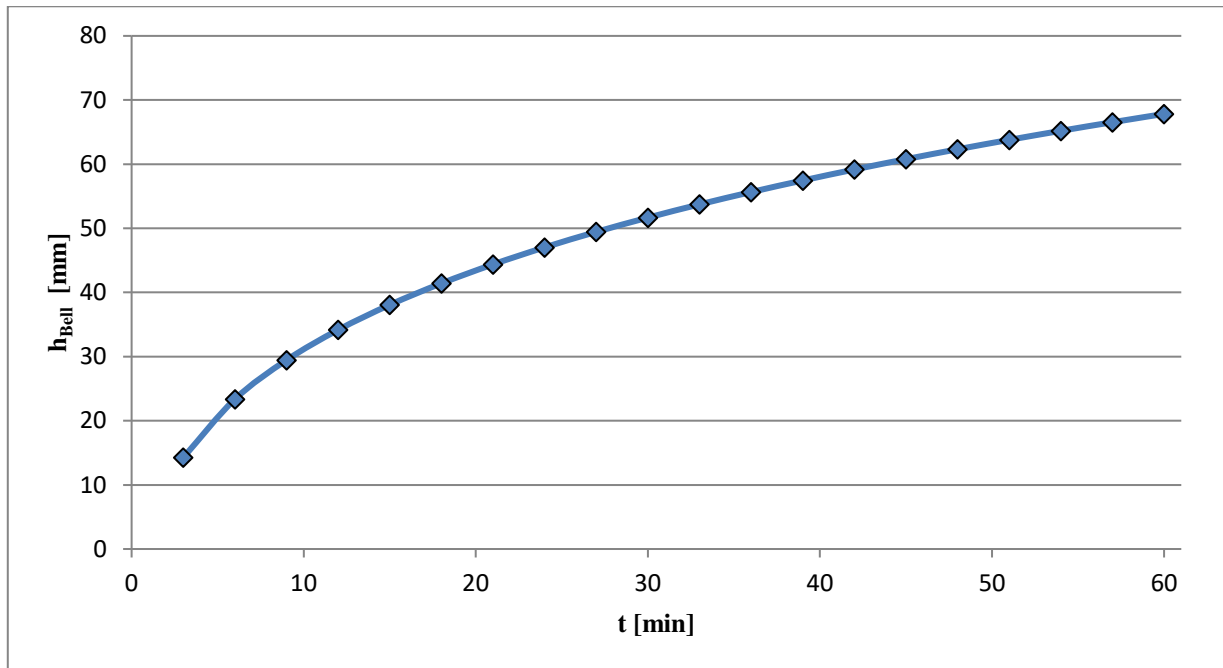


Figura 3 - Curva di probabilità Pluviometrica (scala del minuto)

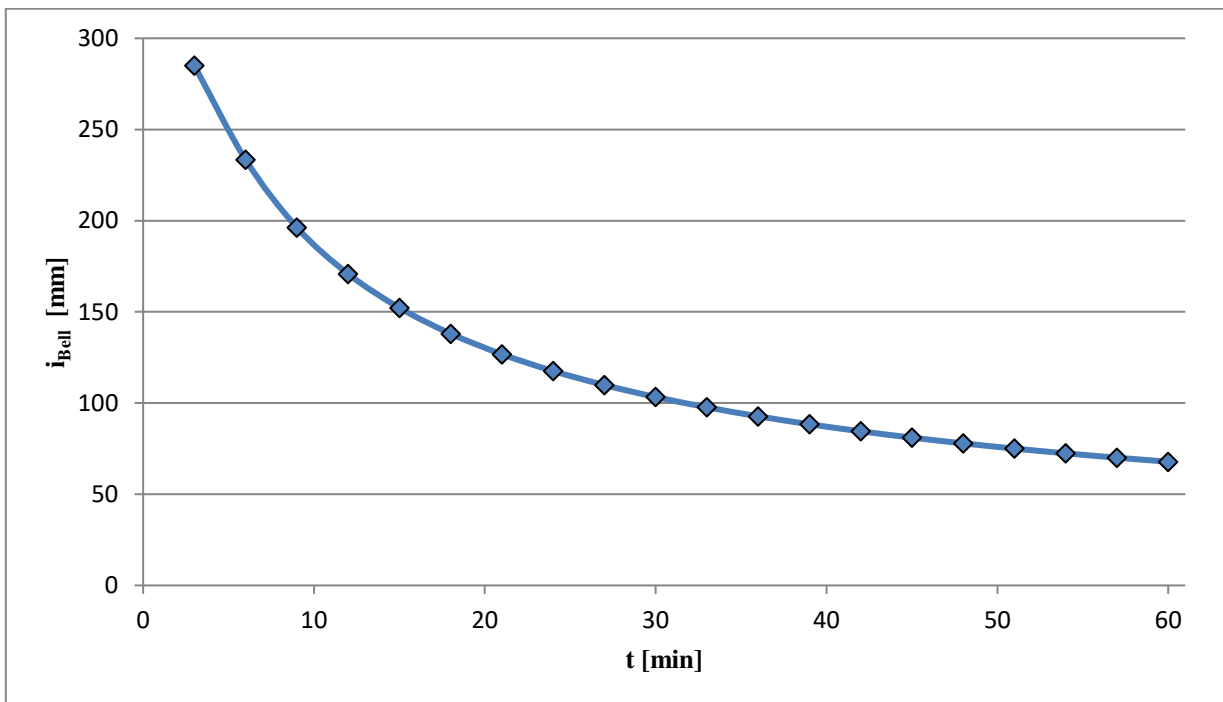


Figura 4 - Curva di intensità pluviometrica (scala del minuto)

A questo punto, occorre determinare la portata in ingresso alla rete di drenaggio.

In presenza di superfici impermeabilizzate, è lecito assumere le perdite idrologiche nulle e questo deve esser tenuto in considerazione nell'applicazione del modello afflussi-deflussi. Si tiene conto della suddetta condizione, attribuendo il valore 1 al coefficiente di afflusso, ovvero, la pioggia ricadente sulle aree in considerazione si trasforma del tutto in deflusso superficiale., pertanto la rete di raccolta delle acque (grigie) deve essere dimensionata per convogliare una portata di progetto pari al deflusso superficiale che si origina in corrispondenza delle rispettive aree.

Sulla scorta dei dati pluviometrici precedentemente ricavati, si procede al dimensionamento idraulico delle canalette, a sezione rettangolare, ubicate al bordo della strada di coronamento.

Si considera che soltanto le acque meteoriche ricadenti sulla strada di coronamento, sulla strada esterna, sulla rampa e sul tratto d'argine che intercorre tra la rampa e la strada di coronamento debbano essere intercettate e stoccate nelle apposite vasche di prima pioggia al fine di conseguire le caratteristiche tali per consentirne il successivo rilascio in corpo idrico ricettore. Vengono pertanto individuati 6 rami (aree di competenza) in cui suddividere l'afflusso complessivo; le acque meteoriche grigie provenienti dai 3 tratti in cui è stata suddivisa la strada di coronamento e dalla strada esterna confluiranno in un'unica vasca di prima pioggia, mentre quelle ricadenti sulla quinta e sulla sesta area convergeranno in un'altra vasca di prima pioggia dedicata. Il calcolo del tempo di corrivazione viene condotto tramite la *Formula di Pezzoli*, la quale risulta più opportuna e idonea per bacini di piccola estensione.

$$T_C = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

Dove:

- $L$  [km] è la lunghezza del corso d'acqua principale;
- $i$  è la pendenza del corso d'acqua principale.

Note tutte le componenti, la portata che confluisce in ogni canaletta è stata ottenuta secondo la seguente formula razionale:

$$Q_{C,p} = i_{T_{C,i}} \cdot \varphi \cdot A_i$$

dove:

- $i_T$  è l'intensità di pioggia associata al tempo di ritorno  $T_r = 50$  anni e alla durata dell'evento pari al tempo di corrivazione di ogni area drenata. Viene calcolata con la seguente formula:

$$i_{T_{C,i}} = \frac{h_{Bell}}{T_{C,i}};$$

- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso relativo ad ogni sottobacino, che come precedentemente spiegato è assunto pari a 1;
- $A_i$  è l'area cui compete ogni ramo del collettore principale afferente all'i-esimo sottobacino.

In tabella 3 sono presentati i dati di progetto ed i valori ottenuti attraverso la metodologia di calcolo sopra esposta, con riferimento agli elementi riportati nella figura 5:

<b>L1</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>i</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>h<sub>Bell</sub></b>	<b>i<sub>Bell</sub></b>	<b>Q<sub>c,p</sub></b>
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,002	0,357	11,1	0,0311	1	0,1113	6,6756	24,8913	223,7236	0,1218
<b>L2</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>i</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>h<sub>Bell</sub></b>	<b>i<sub>Bell</sub></b>	<b>Q<sub>c,p</sub></b>
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0013	0,235	9,5	0,0404	1	0,0644	3,8669	17,4002	269,9841	0,0974
<b>L3</b>	<b>A</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>i</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>h<sub>Bell</sub></b>	<b>i<sub>Bell</sub></b>	<b>Q<sub>c,p</sub></b>
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0009	0,159	20,6	0,1299	1	0,0242	1,4514	6,2707	259,2307	0,0664
<b>L4</b> (Strada Esterna)	<b>A</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>i</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>h<sub>Bell</sub></b>	<b>i<sub>Bell</sub></b>	<b>Q<sub>c,p</sub></b>
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0011	0,315	5	0,0159	1	0,1374	8,2433	28,0708	204,3162	0,0626
<b>L5</b> (Rampa)	<b>A</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>i</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>h<sub>Bell</sub></b>	<b>i<sub>Bell</sub></b>	<b>Q<sub>c,p</sub></b>
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0007	0,124	15	0,1214	1	0,0195	1,1695	4,1640	213,6249	0,0434
<b>L6</b> (Rampa)	<b>A</b>	<b>L</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b>i</b>	<b><math>\varphi</math></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>T<sub>C</sub></b>	<b>h<sub>Bell</sub></b>	<b>i<sub>Bell</sub></b>	<b>Q<sub>c,p</sub></b>
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0006	0,092	14,5	0,1576	1	0,0127	0,7647	0,3367	26,41	0,0042

Tab. 3 – Calcolo delle portate generate

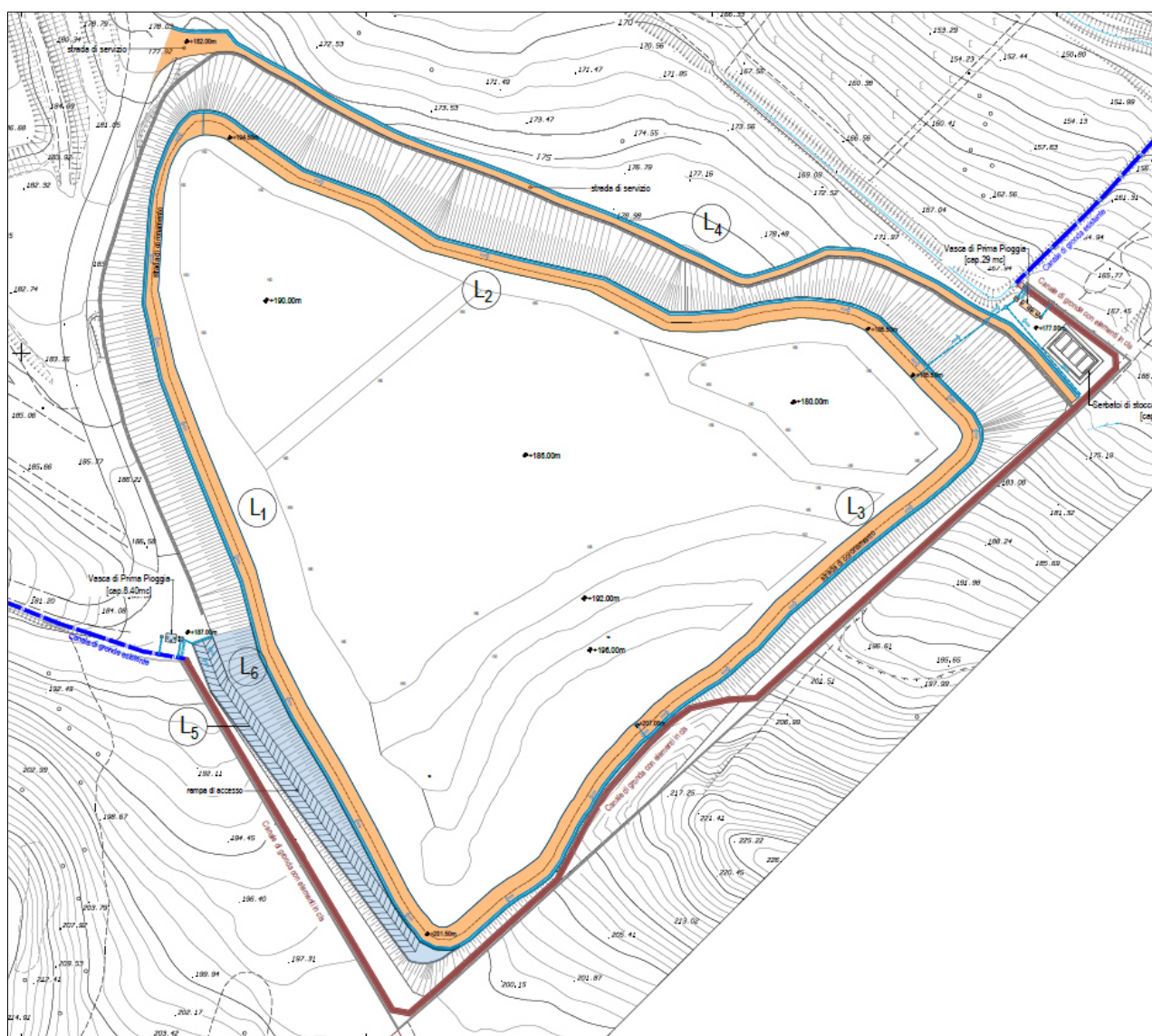


Figura 5 - Rappresentazione sistema acque grigie

La determinazione della convogliabilità ottimale delle canalette della rete è stata eseguita sulla base di alcune ipotesi semplificative:

- moto uniforme in ogni sezione della canaletta;
- funzionamento autonomo della rete, ovvero ciascun ramo del collettore viene considerato idraulicamente indipendente dagli altri, trascurando l'influenza di eventuali rigurgiti;
- funzionamento sincrono della rete, ovvero si ipotizza che viene raggiunto il massimo livello idrico di progetto in ogni sezione nel medesimo istante, in modo che il tempo di corrivazione e il volume invasato al colmo siano pari a quelli relativi alle condizioni di massimo colmo in tutta la rete;
- utilizzo del modello cinematico per il dimensionamento dei canali collettori.

Assumendo una canaletta a sezione rettangolare con dimensione verticale di 30 cm, si decide di ammettere come tirante massimo un valore di  $h$  pari a 25 cm, ovvero, garantire un franco di sicurezza di (almeno) 5 cm. Si procede così al calcolo della portata tramite la *Formula di Chèzy*.

$$Q_{Chèzy}(h_0) = A_0 \cdot \chi_0 \cdot \sqrt{R_0 \cdot i}$$

dove:

- $A_0$  [m<sup>2</sup>] è l'area bagnata, la quale, per sezione trasversale rettangolare, si calcola con la seguente formula:

$$A(h_0) = B \cdot h_0;$$

- $\chi$  rappresenta il coefficiente di Chèzy [m<sup>1/2</sup>/s], ottenuto tramite la seguente espressione:

$$\chi_0 = k_s \cdot R^{1/6}$$

con  $k_s = 70$  m<sup>1/3</sup>/s, ossia il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler;

- $R_0$  [m] è il raggio idraulico, dato dal rapporto tra l'area bagnata ( $A_0$ ) e il perimetro bagnato ( $P_0$ ). Quest'ultimo per sezioni rettangolari è pari a  $P_0 = B + 2 \cdot h_0$ ;
- $i$  rappresenta la pendenza media dell' $i$ -esimo sottobacino.

Dunque, una volta noti i parametri necessari, si procede con il calcolo della portata di moto uniforme (o di Chèzy), la quale viene confrontata con la corrispondente portata di progetto relativa alla canaletta riferita al tratto in considerazione. La portata di moto uniforme deve essere minore-uguale alla portata di progetto, ovvero, tramite la funzione *ricerca obiettivo*, si ottiene il valore di tirante per il quale le due portate si uguagliano. Chiaramente il valore del tirante deve essere inferiore all'80% di quello massimo ammissibile/ammesso.

Implementando un foglio di calcolo, si è eseguito il suddetto procedimento per ognuno dei tratti delle rete afferente ad ogni area individuata (la strada di coronamento è stata suddivisa in tre tratti *L1*, *L2* e *L3*, *L4* la strada esterna, *L5* la rampa di accesso alla strada di coronamento ed *L6* quota parte di argine che intercorre tra strada di coronamento e rampa di accesso). Nel calcolo idraulico delle canalette si è provveduto a verificare che ogni tratto rispettasse i seguenti vincoli:

- grado di riempimento  $h/H$  non superiore all'80%, ovvero valore di tirante ( $h$ ) inferiore a 0,2 m;
- velocità compresa nel *range* 0,5 – 5 m/s, al fine di ridurre rispettivamente possibili fenomeni di deposito e fenomeni di usura/instabilità della canaletta;

Nella seguente tabella (Tab. 4), vengono riportati i risultati del calcolo eseguito.

<b>L1</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>k<sub>s</sub></b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>χ</b>	<b>Q</b>	<b>h/H</b>	<b>v</b>
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,5	0,25	70	<b>0,1097</b>	0,0549	0,7194	0,0762	45,5826	0,1218	<b>0,44</b>	<b>2,22</b>
<b>L2</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>k<sub>s</sub></b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>χ</b>	<b>Q</b>	<b>h/H</b>	<b>v</b>
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,5	0,25	70	<b>0,1507</b>	0,0754	0,8014	0,0940	47,2039	0,2191*	<b>0,60</b>	<b>2,91</b>
<b>L3</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>k<sub>s</sub></b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>χ</b>	<b>Q</b>	<b>h/H</b>	<b>v</b>
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,5	0,25	70	<b>0,0460</b>	0,0230	0,5920	0,0388	40,7372	0,0666	<b>0,19</b>	<b>2,89</b>
<b>L4</b> (Strada Esterna)	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>k<sub>s</sub></b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>χ</b>	<b>Q</b>	<b>h/H</b>	<b>v</b>
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,5	0,25	70	<b>0,0672</b>	0,0366	0,6343	0,0529	42,8934	0,0418	<b>0,27</b>	<b>1,25</b>
<b>L5 – 6</b> (Rampa)	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>k<sub>s</sub></b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>χ</b>	<b>Q</b>	<b>h/H</b>	<b>v</b>
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,5	0,25	70	<b>0,0382</b>	0,0191	0,5765	0,0332	39,6763	0,0481**	<b>0,16</b>	<b>2,52</b>
<p>* La portata di rif. ha valore di 0,2191 m<sup>3</sup>/s ed è data dalla somma della portata presente in L1 (0,1218 m<sup>3</sup>/s) e in L2 (0,0974 m<sup>3</sup>/s) dato che il 2° tratto (L2) è consecutivo al primo (L1);</p> <p>** La portata di rif. ha valore di 0,0476 m<sup>3</sup>/s ed è data dalla somma della portata presente in L5 (0,0434 m<sup>3</sup>/s) e in L6 (0,0042 m<sup>3</sup>/s) dato che i due tratti in argomento sono asserviti da un'unica canaletta; la ricerca obiettivo si assesta ad un valore di portata leggermente superiore.</p> <p>*** I valori di portata riportati in tabella (Tab. 1.4) sono quelli ottenuti con la formula di moto uniforme (Chèzy) attraverso la funzione <i>ricerca obiettivo</i> ponendo il precedente valore pari a quello di portata dedotto dallo studio pluviometrico e riferito alla rispettiva area (vedi Tab.1.3).</p> <p>**** Il valore di H è ridotto a monte dei calcoli di 5 cm, franco necessario da garantire.</p>											

Tab. 4 – Risultati della procedura di progettazione e verifica

Alla luce dei risultati ottenuti si è dimostrata la totale convogliabilità delle portate generate dal deflusso sulle aree in esame dovute alle precipitazioni di progetto; si registra anche un buon margine di sicurezza. La canaletta che si è deciso di impiegare è del tipo pre-fabbricato in CAV

(cemento armato vibro-compresso) e presenta le dimensioni (in sezione) di 0,50 x 0,30 m; in tabella si riporta un valore di H pari 0,25 m in quanto si rispetta a priori un franco di 5 cm. Essa si svilupperà lungo tutto il bordo esterno della strada di coronamento e per l'intera lunghezza della strada di servizio.

Si precisa, inoltre, che per quanto concerne la canaletta di raccolta acque meteoriche (grigie) si è prevista l'applicazione di una griglia superficiale in corrispondenza dell'accesso alla strada di coronamento e per tutto il tratto denominato L4.

Il suddetto sistema di raccolta e convogliamento fa confluire le acque ricadenti sulla strada di servizio al sistema di trattamento previsto per le acque di prima pioggia costituito da disoleatore e vasca di sedimentazione.

Si riporta di seguito il dimensionamento del sistema di trattamento.

Sulla scorta dei dati di progetto sono stati calcolati, come da prassi, i volumi delle vasche di prima pioggia, di cui:

- una (la più piccola) a servizio della rampa di accesso alla strada di coronamento e del tratto d'argine compreso tra la strada di coronamento e la rampa;
- l'altra, a servizio delle restanti aree (L1, L2 ed L3 i rispettivi tratti in cui è stata suddivisa la strada di coronamento ed L4 la strada esterna).

Il computo dei volumi delle due vasche viene eseguito mettendo in relazione le superfici interessate dalle precipitazioni (alle quali ciascuna delle vasche asserva) e i primi 5 mm di pioggia. Si riportano di seguito i dati impiegati, i risultati ottenuti e le scelte adottate.

	<b>1<sup>a</sup> vasca</b>	<b>2<sup>a</sup> vasca</b>
<b>Area superficie impermeabile</b>	1.310,112 m <sup>2</sup>	5.283,867 m <sup>2</sup> *
<b>Volume di accumulo 1<sup>a</sup> pioggia (rif.to 5 mm)</b>	6,551 m <sup>3</sup>	26,419 m <sup>3</sup>
<b>Vasca commerciale scelta</b>	8,4 m <sup>3</sup>	29 m <sup>3</sup>
* (L1 + L2 + L3 + L4) m <sup>2</sup> = (1.959,918 + 1.298,526 + 921,9243 + 1.103,4983) m <sup>2</sup> = 5.283,867 m <sup>2</sup>		

Tab. 5 – Caratteristiche vasche di prima pioggia

Si riporta di seguito uno schema tipo della tipologia di vasca di prima pioggia.



Figura 6 - Schema tipo vasca di prima pioggia (in continuo con by-pass)

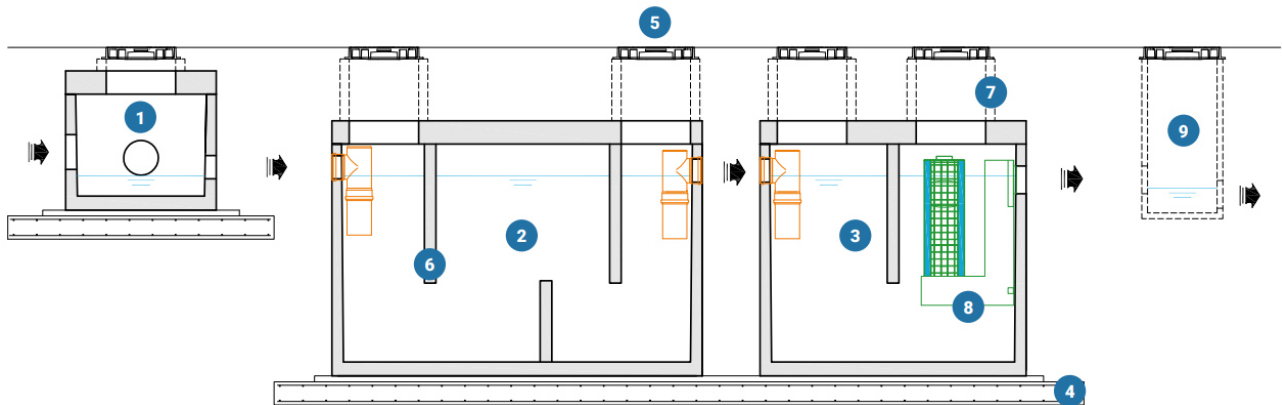


Figura 7 - Sezione tipo vasca di prima pioggia (in continuo con by-pass)

A valle del sistema di trattamento è previsto il convogliamento delle acque trattate al canale di gronda. Come riportato nel Piano di Sorveglianza e Controllo è previsto il monitoraggio periodico delle acque superficiali nel canale di gronda ed, in assenza, il campionamento del terreno.

Si riporta di seguito la verifica del canale di gronda con l'apporto delle acque meteoriche ricadenti sulla strada provenienti dal sistema di trattamento.

### 3.6.3 Ricadenti sulle scarpate del rilevato

Per proteggere la base del rilevato dal possibile scorrimento di acque superficiali e al tempo stesso impedire che queste acque possano disperdersi generando problemi di ristagno e/o infiltrazione, è stato previsto, alla base delle scarpate, un canale in terra, il quale assolve la funzione di



convogliamento delle stesse verso il canale di gronda, ovvero verso il corpo idrico ricettore di valle; queste acque, non interessando superfici stradali né tantomeno rifiuti, risultano qualitativamente tali da poterne prevedere l'allontanamento senza trattamenti preliminari.

Data la conformazione della vasca e lo sviluppo perimetrale delle scarpate, è stato previsto un fosso di guardia che costeggia la base del rilevato dall'inizio della rampa sino alla piattaforma dalla parte opposta (vedi Fig. 8). La restante parte delle scarpate lungo la quale non viene prevista la realizzazione del nuovo fosso di guardia è asservita direttamente dal canale di gronda previsto secondo progetto.

Il dimensionamento del canale è stato eseguito mediante il calcolo della massima portata pluviale da convogliare, che si può ottenere con la formula razionale di seguito riportata:

$$Q_{max} = \frac{S \cdot i \cdot \varphi}{3,6}$$

dove:

- $S$  [km<sup>2</sup>] rappresenta la proiezione orizzontale della superficie scolante afferente in una fissata sezione del canale di progetto;
- $i$  [mm/h] è l'intensità di pioggia di progetto;
- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso, che nel caso di canali in terra, non può essere assunto pari a 1 (superfici impermeabili), ma va calcolato con la seguente relazione.

$$\varphi = \varphi_{100} \cdot \left( \frac{T_r}{100} \right)^{0,2}$$

- $T_r$  è il tempo di ritorno, nel presente caso assunto pari a 50 anni;
- $\varphi_{100}$  è un fattore di scala tabellato in funzione della densità di copertura vegetale e del grado di permeabilità del terreno, riportato nella tabella seguente

$\varphi_{100}$	Bassa densità di copertura vegetale	Alta densità di copertura vegetale	T > 500anni
<b>Terreno impermeabile</b>	0,85	0,70	0,90
<b>Debolmente permeabile</b>	0,70	0,60	0,90
<b>Terreno permeabile</b>	0,55	0,50	0,70

Tab. 6 – Fattore di scala  $\varphi_{100}$

Essendo il canale, così come le scarpate stesse, in terra costipata e prive di vegetazione si è deciso di assumere un valore di  $\phi_{100}$  pari a 0.90 (si configura come una scelta a vantaggio di sicurezza).

L'intensità di pioggia è stata ottenuta con l'espressione della Curva di Probabilità Pluviometrica già elaborata. Il tempo di corrivazione ( $T_c$ ) invece, può essere calcolato con una delle due formule seguenti, ovvero, quella di *Pezzoli* (precedentemente utilizzata) piuttosto che quella di *Kirpich*.

$$T_c = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

$$T_c = 0,000325 \cdot L^{0,77} \cdot \left(\frac{\Delta H}{L}\right)^{-0,385}$$

con:

- $L$ , lunghezza del corso d'acqua principale/percorso idraulico principale più lungo che segue la particella liquida. Nella prima formula (Pezzoli)  $L$  è espressa in *km*, mentre, nella seconda (Kirpich) in *m*;
- $i$ , la pendenza del "corso d'acqua";
- $\Delta H$  è il dislivello altimetrico valutato sulla distanza  $L$ .

Le due formule per il calcolo del tempo di corrivazione sopra riportate sono analoghe e si è deciso di utilizzare quella di Pezzoli, la quale restituisce un risultato più cautelativo.

Dato il tracciato che deve essere asservito dal fosso di guardia, questo viene diviso in due tratti, di cui il secondo consecutivo al primo. Il fosso di guardia oggetto di discussione convoglierà le acque nel canale di gronda previsto da progetto in corrispondenza della parte bassa della vasca.

Il procedimento adoperato è analogo a quello precedente, pertanto, si riportano di seguito i dati utilizzati e i risultati conseguiti.

F1	A	L	$\Delta H$	i	$\phi$	$T_c$	$T_c$	$h_{Bell}$	$i_{Bell}$	$Q_p$
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0019	0,186	4,5	0,0242	0,7835	0,0658	3,947	17,6632	268,5078	0,1267
F2	A	L	$\Delta H$	i	$\phi$	$T_c$	$T_c$	$h_{Bell}$	$i_{Bell}$	$Q_p$
	[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m]	[-]	[-]	[h]	[min]	[mm]	[mm/h]	[m <sup>3</sup> /sec]
	0,0043	0,278	5	0,0180	0,7835	0,1141	6,8442	25,2587	221,4312	0,2363

Tab. 7 - Calcolo delle portate generate

F1	B	H	$k_s$	h	A	P	R	$\chi$	Q	h/H	v
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,7	0,45	45	<b>0,1263</b>	0,0884	0,9526	0,0928	30,2796	0,1269	<b>0,28</b>	<b>1,44</b>
F2	B	H	$k_s$	h	A	P	R	$\chi$	Q	h/H	v
	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[-]	[m/s]
	0,7	0,45	45	<b>0,2926</b>	0,2048	1,2852	0,1594	33,1346	0,3633	<b>0,65</b>	<b>1,78</b>
* Il valore di portata nel 2° tratto ( F2), per il quale si esegue la verifica, è dato dalla somma delle singole portate che si generano rispettivamente nei corrispondenti tratti, in quanto il 2° tratto (F2), come già precedentemente detto, è consecutivo al 1° tratto (F1)											

Tab. 8 – Risultati della procedura di progettazione e verifica

Come da tabella riportato, il canale in terra il quale assolverà la funzione di raccolta e convogliamento delle acque meteoriche bianche avrà dimensioni (in sezione) 0,70 x 0,50 m; in tabella si riporta un valore di  $H$  pari a 0,45 m in quanto si garantisce a priori il rispetto di un franco di 5 cm. Il suddetto canale potrà essere realizzato mediante pala meccanica e avrà uno sviluppo lungo la base delle scarpate come riportato nella figura seguente (Fig. 8).

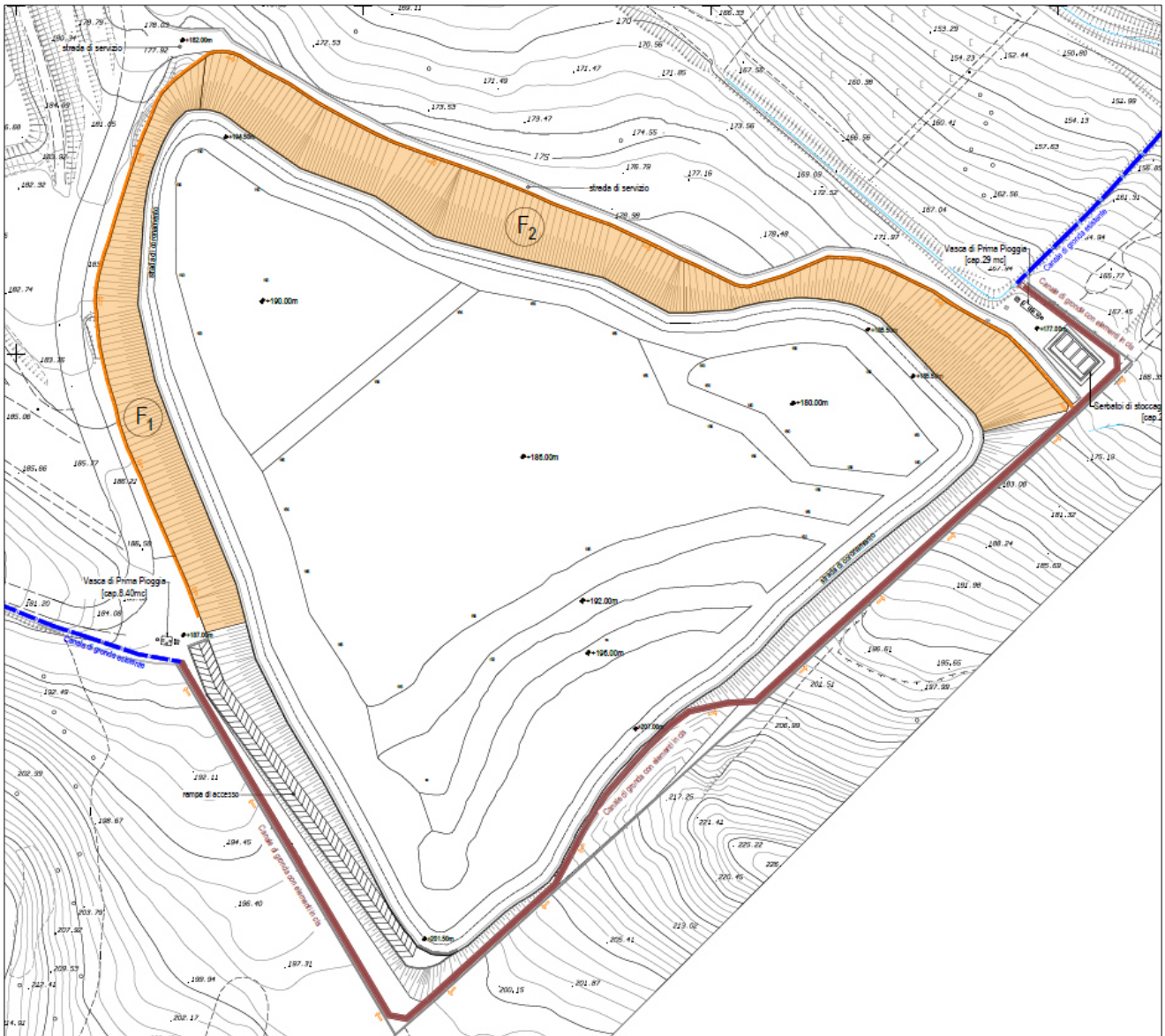


Figura 8 – Rappresentazione sistema acque bianche

Le acque intercettate dal fosso di guardia perimetrale proposto a servizio delle scarpate, vengono convogliate nel canale di gronda di progetto. Pertanto, si rende necessaria la verifica di convogliabilità del tratto finale del suddetto canale di gronda tenendo in considerazione l’apporto dovuto al fosso di guardia, dal punto in cui quest’ultimo si innesta nel primo (punto a quota 180 m). Secondo lo studio idrologico-idraulico, a base della progettazione del canale di gronda, riportato nella relazione idraulica, le portate stimate sono riferite a superfici relative ai due sottobacini individuati (bacino 1 e bacino 2); data quest’ultima ripartizione, è corretto interpretare, come anche chiaramente espresso, che il principio di funzionamento del canale di gronda si basa su una suddivisione di quest’ultimo in due tratti (rispettivamente, quello sinistro e quello destro). Volendo

tenere in considerazione anche il valore di portata riportato nello studio idrologico presente nella Relazione Tecnica, pari a  $1,91 \text{ m}^3/\text{s}$ , superiore rispetto agli altri valori, si compie una scelta che si configura a vantaggio di sicurezza. Data la ripartizione delle aree e il principio di funzionamento del canale di gronda (suddiviso in 2 tratti), sempre a favore di sicurezza, si è deciso di assumere un apporto di portata nel tratto destro pari a  $3/5$  del valore di portata riportato nella Relazione Tecnica, ovvero  $1,146 \text{ m}^3/\text{s}$ ; a questo va chiaramente sommato il valore di portata proveniente dal fosso di guardia pari a  $0,363 \text{ m}^3/\text{s}$  (stimato per un  $T_r$  pari a 50 anni e relativamente alle superfici delle scarpate asservite). Il valore (massimo) di portata assunto per la procedura di verifica del tratto finale della parte destra del canale di gronda è pari a  $1,51 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Subito a monte dell'innesto è stato inserito un materasso drenante che ha lo scopo di proteggere l'innesto dall'erosione e rallentare la velocità di immissione. Ad ogni modo, anche senza considerare il rallentamento della velocità appena citato, i valori di velocità sono pienamente conformi con i range di velocità riportati in letteratura (non troppo basso per non agevolare la crescita della vegetazione, e non troppo alti per non incorrere in fenomeni di erosione spinta).

Inoltre, il canale di gronda in c.a.v., in destra idraulica, confina con una scarpata caratterizzata da una cospicua pendenza. Alla luce delle superiori considerazioni, a parere dello scrivente, non è necessario l'utilizzo di ulteriori sistemi di protezione dell'innesto, in quanto da un lato si protegge l'innesto stesso dall'erosione, dall'altro le spinte del flusso idrico sono controbilanciate dalla presenza della scarpata.

La procedura di verifica, come in altri casi, viene eseguita come precedentemente descritto, ovvero implementando un foglio di calcolo, la cui soluzione viene conseguita attraverso la funzione *ricerca obiettivo*. Nella tabella seguente vengono riportati i dati utilizzati e i risultati conseguiti.

<b>b</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b>k<sub>s</sub></b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>n</b>	<b>i</b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b><math>\chi</math></b>	<b>Q</b>	<b>v</b>
[m]	[m]	[m]	[m <sup>1/3</sup> /s]	[°]	[-]	[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[m <sup>1/2</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[m/s]
0,80	1,50	0,45	45	55	0,700	0,161	<b>0,266</b>	0,262	1,45	0,181	33,84	1,51	<b>5,77</b>
* Il valore effettivo di <i>H</i> è pari a 0,50 m, ma viene riportato 0,45 m rispettando aprioristicamente un franco di 0,05 m;													
** La pendenza <i>i</i> viene calcolata sulla base dei seguenti dati: $H_{max}= 180 \text{ m}$ , $H_{min}= 168 \text{ m}$ e $L= 74,6411 \text{ m}$ ;													
*** Il valore di portata presente in tabella è quello imposto, ricercato ed ottenuto a valle della procedura.													

Dove:

- *b*: base minore della sezione trapezia del canale di gronda;
- *B*: base maggiore della sezione trapezia del canale di gronda;
- *H*: altezza della sezione trapezia (depurata di un franco di 0,05 m);

- $k_s$ : Coeff. di Gauckler Strickler;
- $\alpha$ : angolo esterno inclinazione sponde;
- $n$ : scarpa della sponda pari a  $\cotan\alpha$  (nel foglio di calcolo  $\alpha$  espresso in radianti);
- $i$ : pendenza;
- $h$ : tirante (ottenuto dalla *ricerca obiettivo*);
- $A$ : sezione bagnata, calcolata con la seguente formula

$$A = Bh + nh^2$$

- $P$ : perimetro bagnato, calcolato con la seguente formula

$$P = b + 2h(1 + n^2)^{0,5}$$

- $R$ : raggio idraulico, ottenuto come rapporto tra  $A$  e  $P$ ;
- $Q$ : portata da convogliare (con legge di moto uniforme), calcolata con la seguente formula

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Dai risultati riportati è possibile notare come, per la portata (massima) da convogliare, il tirante corrispondente è inferiore all'80% del massimo ammissibile, pertanto, le dimensioni del canale di gronda risultano compatibili ad ospitare anche l'ulteriore apporto dovuto al fosso di guardia; la verifica pertanto risulta avere esito positivo.

Il procedimento è stato ripetuto anche con formule differenti e ha permesso di ottenere risultati analoghi.

<b>b</b>	<b>B</b>	<b>H</b>	<b><math>\alpha</math></b>	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>i</b>	<b>h</b>	<b>A</b>	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>c</b>	<b>v</b>	<b>Q</b>
[m]	[m]	[m]	[°]	[-]	[-]	[-]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m]	[-]	[m/s]	[m <sup>3</sup> /s]
0,80	1,50	0,45	55	0,700	0,75	0,161	<b>0,256</b>	0,251	1,42	0,176	35,86	6,0	1,51
* Il valore effettivo di $H$ è pari a 0,50 m, ma viene riportato 0,45 m rispettando aprioristicamente un franco di 0,05 m;													
** La pendenza $i$ viene calcolata sulla base dei seguenti dati: $H_{max}= 180$ m, $H_{min}= 168$ m e $L= 74,6411$ m;													
*** Il valore di portata presente in tabella è quello imposto, ricercato ed ottenuto a valle della procedura.													

Dove, tutti i termini riportati sono uguali a quelli precedenti a meno di:

- $c$ : Coeff. di attrito, calcolato con la seguente formula

$$c = \frac{100\sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$$

- $v$ : velocità di deflusso, calcolata con la seguente formula

$$v = c\sqrt{R \cdot i}$$

- $Q$ : portata da convogliare (con legge di moto uniforme), calcolata come prodotto tra  $A$  e  $v$ .

Per quanto concerne la convogliabilità in senso stretto, il canale risulterebbe verificato anche assumendo la totalità della portata stimata e riportata nella Relazione tecnica, ovvero per un valore di  $2,27 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $1,91 \text{ m}^3/\text{s} + 0,363 \text{ m}^3/\text{s}$ ), anche se in corrispondenza di questo si registrerebbero valori di velocità superiori.

### **3.7 ABBANCAMENTO DEI RIFIUTI E CONFIGURAZIONE FINALE DELLA DISCARICA**

Con riferimento alle modalità di abbancamento esplicitate negli elaborati grafici EG.08 e EG.09, sarà possibile abbancare un quantitativo di rifiuti di circa  $\text{m}^3 325.076$ , tale calcolo è stato ricavato con il metodo delle sezioni ragguagliate sulle aree delimitate dalle curve di livello, che arrivano ad un massimo di 209 m s.l.m.

La conformazione degli abbancamenti è stata studiata in funzione della morfologia della pendice e delle aree contermini. I rifiuti, trattati preventivamente presso l'impianto di c/da Belvedere, saranno depositati in balle pressate e legate, tali da garantire un peso specifico costante su tutto il corpo rifiuti tendente a 0,9 t/mc.

Le balle saranno disposte con strati orizzontali paralleli e successivamente ricoperti con materiale inerte così come previsto nel D.Lgs. 36/03 o in assenza di materiale inerte con teli coprenti rimovibili.

Le scarpate in elevazione, oltre la quota dei rilevati di terra, avranno altezza costante pari a 3 m e base 4 m (angolo al piede di circa  $27^\circ$ ), al fine di garantire uniforme stabilità e ogni strato successivo sarà arretrato di m 4,00 in modo da creare un vero e proprio percorso perimetrale ad ogni bancata di rifiuti.

Durante la fase di gestione si procederà a periodici costipamenti degli ammassi di rifiuti, al fine di aumentarne il grado di stabilità e diminuirne il grado di permeabilità e quindi la conseguente produzione di percolato.

Le singole piazzole, raggiunta la configurazione finale, saranno ricoperte da uno strato impermeabile e superiormente da terreno vegetale, per uno spessore idoneo al successivo "capping" finale.

Si rimanda all'elaborato EG.25 "Particolari costruttivi capping di copertura" per un maggiore livello di dettaglio.

La destinazione d'uso dell'area, durante la fase di post-esercizio della discarica, sarà a prato con presenza di specie arbustive possibilmente autoctone, in maniera tale da ottimizzare l'inserimento dell'area rinaturalizzata nel contesto vegetativo preesistente.

Tale intervento prenderà avvio dall'impianto di specie pioniere molto resistenti, in grado di sopravvivere a condizioni poco favorevoli: terreno impoverito a basso franco di coltivazione; forte irraggiamento solare, dovuto all'assenza di copertura arborea; siccità nel periodo estivo; chimismo alterato del suolo.

A tali essenze vanno affiancate delle specie ad alto valore ecologico, che favoriscano il naturale processo di ricrescita della vegetazione spontanea.

Le operazioni di copertura finale (capping), rinverdimento e sistemazione finale della discarica saranno eseguite dopo il naturale assestamento dell'ammasso dei rifiuti, che si verifica durante le fasi di esercizio, chiusura e post-chiusura della discarica stessa.

### 3.8 SISTEMA DI TRATTAMENTO DEL BIOGAS

In funzione dei modesti quantitativi di rifiuti biodegradabili prevedibili all'interno del corpo discarica, si ritiene di poter scartare fin da ora la soluzione che prevede il recupero energetico del biogas; pertanto è ipotizzabile un sistema di smaltimento finale del biogas con biofiltri. Dall'esame dei risultati ottenuti dal monitoraggio del biogas in fase di gestione operativa si potrà stabilire una decisione definitiva al riguardo. In ogni caso il sistema di trattamento sarà del tutto autonomo.

E' stata predisposta la EG.11 "Planimetria captazione biogas" con l'ubicazione indicativa dei pozzi di estrazione, con un raggio di influenza medio di 25 m.

Come previsto nel parere ARTA D.R.A. Area 2 U.T.A. Trapani e, quindi, riportato nell'ultimo capoverso di pag. 13 del decreto AIA D.D.S. n° 699 del 18/06/19 "A completamento della fase di coltivazione della discarica il gestore dovrà realizzare i pozzi di estrazione del biogas previsti in progetto [...]" il sistema di estrazione, aspirazione e valorizzazione/distruzione del biogas sarà realizzato contestualmente al capping della discarica.



### 3.9 OPERE A CORREDO

#### 3.9.1 Inclinatori

Al fine di verificare la stabilità delle strutture di confinamento del corpo rifiuti è stato previsto il posizionamento di tre tubi inclinometri sul rilevato. Gli inclinometri sono strumenti per il monitoraggio delle deformazioni ortogonali all'asse di un tubo per mezzo di una sonda che scorre nel tubo stesso. La sonda contiene un trasduttore che misura l'inclinazione del tubo rispetto alla verticale, pertanto ogni variazione di tale angolo viene tempestivamente rilevata.

Si rimanda all'elaborato EG.05 denominato "Planimetria sistemazione fondo vasca" per l'ubicazione indicativa di detti dispositivi e per i particolari con l'indicazione della profondità e della stratigrafia.

I rilievi inclinometrici in foro consistono nel misurare periodicamente le variazioni di inclinazione di un tubo inclinometrico opportunamente inserito e cementato in un foro di perforazione.

Il foro viene opportunamente dotato di 'tubo-guida' per tutta la lunghezza della perforazione, al fine di permettere successivamente alla sonda di scendere alle profondità desiderate seguendo la massima perpendicolarità ed evitando torsioni.

Completata la fase preliminare, si procede così alla fase di lettura del dato inclinometrico. Al fine di accertarsi che la messa in opera del tubo-guida abbia avuto buon fine, l'inserimento della sonda viene preceduto da una verifica dell'assenza di eventuali ostacoli, torsioni o rotture del foro attraverso la discesa di una 'sonda-testimone' che viene inserita in andata ed in uscita lungo tutta la profondità di indagine.

Se il foro non mostra deformazioni del tubo inclinometrico dovute ad eventuali errori commessi durante l'istallazione, si avvia la misura inclinometrica vera e propria, che si stabilisce essere con frequenza trimestrale.

All'interno del tubo di indagine viene inserito il trasduttore inclinometrico il quale, traslando lungo apposite guide, rileva l'inclinazione del tubo. Le misure periodiche vengono riferite alla prima misura di riferimento (misura di zero).

La lettura inclinometrica consiste nel rilevare, a intervalli costanti di profondità (ogni 50 cm), le deviazioni fra l'asse della sonda e la verticale; dalle inclinazioni si risale direttamente agli spostamenti orizzontali del terreno.

Le misure effettuate rappresentano le inclinazioni del tubo a diverse profondità. Tali misure vengono in seguito convertite in deviazioni laterali e spostamenti per ogni asse relative alle diverse profondità.

### **3.9.2 Bagni e servizi igienici**

Saranno utilizzati i bagni esistenti attualmente in utilizzo per la gestione del sito. Si rimanda all'elaborato EG.18 "Planimetria bagni e servizi" per un maggiore livello di dettaglio.

Qui di seguito si riporta l'ubicazione dei bagni esistenti attigui al magazzino.

TRAPANI SERVIZI S.P.A.

PROGETTO DI REALIZZAZIONE LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI "TPS1"  
C/DA BORRANEA – TRAPANI

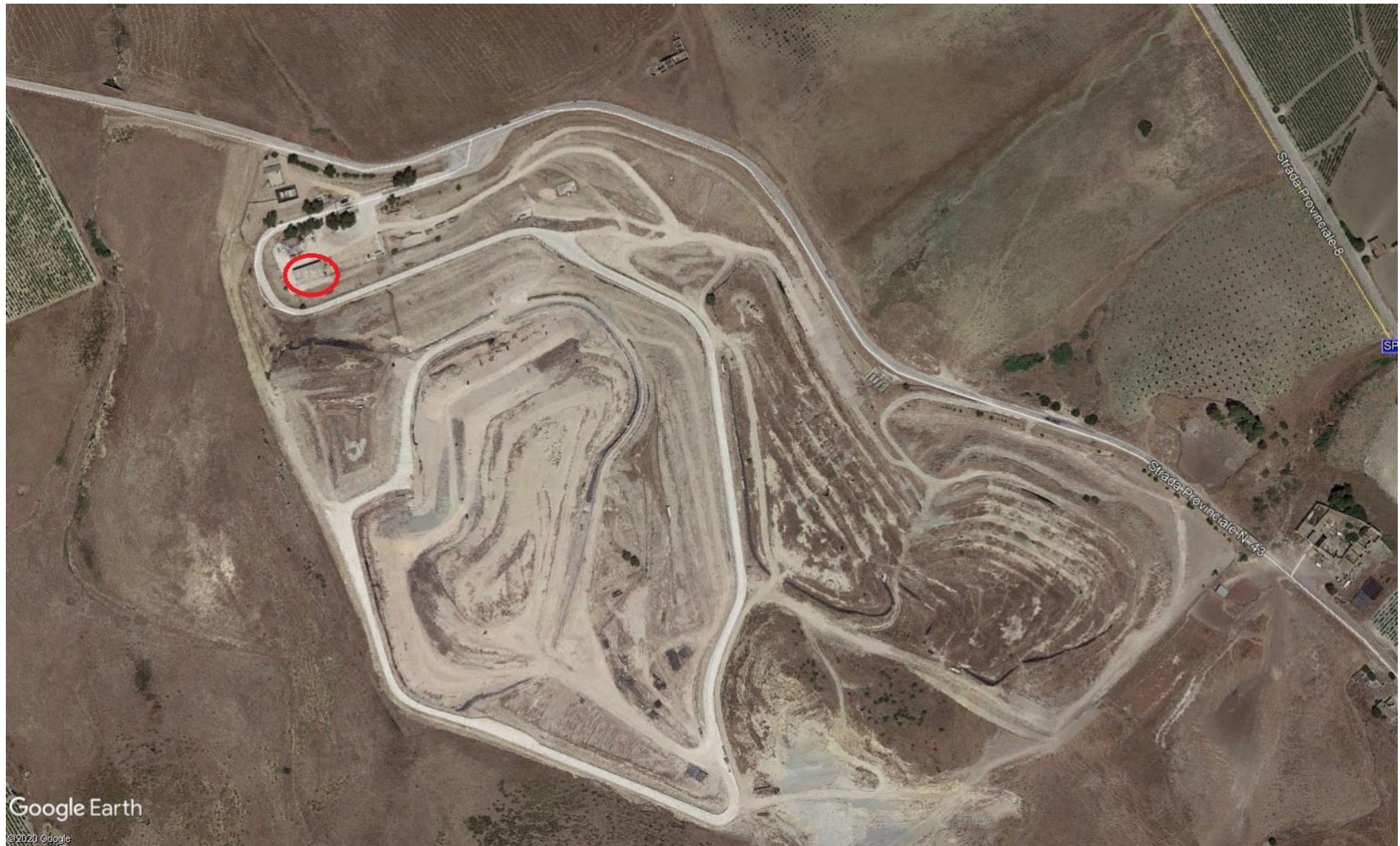


Figura 9 – Ubicazione dei bagni esistenti attigui al magazzino



TRAPANI SERVIZI S.P.A.

PROGETTO DI REALIZZAZIONE LOTTO DI DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI "TPS1"  
C/DA BORRANEA – TRAPANI



Figura 10 - Ubicazione dei bagni esistenti attigui al magazzino

### **3.9.3 Viabilità interna**

La vasca in progetto è raggiungibile da una viabilità interna al sito già realizzata e attualmente a servizio di tutte le vasche presenti in sito. Tale viabilità risulta essere realizzata in calcestruzzo armato con sponde laterali costruite anch'esse in cls armato.

Per l'accesso nella nuova vasca sarà realizzata una rampa in cls armato corredata di sponde laterali; su questa strada la viabilità sarà consentita a senso unico alternato.

Sarà realizzata, inoltre, una strada di servizio, anch'essa in cls armato corredata di sponde laterali, per la gestione del prelievo del percolato; su questa strada la viabilità sarà consentita a senso unico alternato.

Sulla strada di coronamento si procederà in senso unico antiorario.

Si rimanda all'elaborato EG.13 "Planimetria viabilità interna" ed EG.19.1 "Profili rete viaria" per la dislocazione della viabilità interna.

### **3.9.4 Rete antincendio**

L'attività contemplata nel presente progetto non rientra all'interno dell'Elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi riportato nell'Allegato I del D.P.R. 151/2001 (Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi), pertanto non si rende necessaria la realizzazione del progetto di prevenzione incendi e dunque di una vera e propria rete specifica dedicata. Dal momento in cui si è in presenza di un luogo di lavoro, devono essere seguite ed applicate le varie direttive e indicazioni contenute all'interno del D.Lgs. 81/08 (Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro).

### **3.9.5 Abbattimento polveri**

Per contenere le emissioni di polvere causate prevalentemente dal transito dei mezzi conferenti in discarica è previsto un impianto di abbattimento polveri realizzato con mezzi mobili.

### **3.9.6 Recinzione**

La recinzione è già stata realizzata al fine di delimitare la proprietà della Trapani servizi s.p.a.; pertanto, dal computo metrico sono state eliminate le voci relative alla realizzazione di tale opera.

### **3.9.7 Barriera a verde**

Per la realizzazione della barriera a verde si è optato per la pianta di alloro, in quanto:

- è una pianta resistente e tipicamente mediterranea; l'alloro non richiede, infatti, eccessive cure e attenzioni e si adatta bene anche a lunghi periodi di siccità
- è una pianta sempreverde, cioè, tende a non perdere le foglie in inverno, regalando una siepe verde anche durante i mesi invernali
- raggiunge un'altezza di due tre metri con uno sviluppo abbastanza rapido, soprattutto nei primi anni di vita;
- produce un apparato radicale fittonante, ovvero già quando la piantina è piccola, la radice principale scende perpendicolare al terreno, e tende ad andare molto in profondità; in questo modo non interagisce con l'ambiente circostante e soprattutto con l'impermeabilizzazione della discarica.

Le piante saranno messe a dimora a circa 50 cm l'una dall'altra per fornire una barriera compatta.

Si riporta nell'elaborato EG 06 una dislocazione della barriera arborea.

### **3.9.8 Sistema di monitoraggio e verifica tenuta telo**

Al fine di ottemperare alla precisa richiesta di ARPA Sicilia, da ultimo, con nota prot. 23989 del 10/05/19, è stato previsto un sistema di monitoraggio e verifica della tenuta del telo. Come è possibile verificare negli elaborati progettuali, è stato prescritto al punto 2 dell'art. 1 del D.A. 154/GAB del 11/04/19, oltre il pacchetto d'impermeabilizzazione di fondo previsto dal paragrafo 2.4.2 Allegato 2 al D.Lgs. 36/03, un'ulteriore protezione garantita dallo strato formato dal geocomposito e dal materiale drenante, all'interno del quale è prevista un'ulteriore linea di adduzione percolato con pozzetti di presa dedicati.

Tale accorgimento consente di:

- garantire la tenuta idraulica della vasca anche in caso di rottura del telo impermeabile superiore
- rilevare tempestivamente la presenza di eventuale percolato in caso di rottura del telo impermeabile superiore
- prelevare l'eventuale percolato fuoriuscito in caso di rottura del telo impermeabile superiore

Pertanto, stante che è possibile comunque rilevare la presenza di eventuale percolato in caso di rottura del telo impermeabile superiore, il sistema di monitoraggio e verifica della tenuta del telo è stato previsto in discontinuo, con frequenza di monitoraggio trimestrale.

Il controllo della tenuta idraulica dell'impermeabilizzazione di fondo attraverso un metodo geofisico si basa sull'elevato contrasto di resistività elettrica della membrana in H.D.P.E (10-13 - 10-16 Ohm/m) rispetto ai rifiuti ed al terreno in posto; infatti le geomembrane plastiche

comunemente impiegate per impermeabilizzare idraulicamente le discariche sono anche ottimi isolanti elettrici. Il verificarsi di un passaggio di corrente tra i terreni sottostanti e soprastanti la geomembrana indica una lacerazione.

Mediante la posa di una serie di elettrodi all'interno della discarica (sotto la geomembrana di fondo), l'applicazione di una tensione elettrica e la lettura del relativo potenziale elettrico, è possibile verificare la continuità dell'isolamento idraulico imposto dalla geomembrana e quindi la sua completa impermeabilizzazione idraulica.

Tale sistema di monitoraggio e verifica della tenuta del telo è applicabile sin dalla fase di collaudo ed è valido sia nella fase operativa che nel periodo di post gestione della discarica.

E' stata prevista la distribuzione di elettrodi (sotto la geomembrana) ogni 20 m al fine di creare una maglia quadrata di ampiezza pari a 20 m.

Gli elettrodi sono collegati tra di loro attraverso cavi multipolo alle cui estremità verranno montati dei connettori i quali permetteranno il collegamento fra i sensori montati sottotelo (elettrodi) e la strumentazione (georesistivimetro) che effettuerà le misure di controllo. I connettori verranno convogliati verso delle centraline (postazioni di misura). Il georesistivimetro utilizzato per le misure deve

- essere in grado di verificare (prima di effettuare le misure) l'integrità dei collegamenti elettrodo-cavo multipolo-connettore finale
- poter gestire un numero adeguato di elettrodi in modo tale da garantire il ricoprimento (in termini di misure) della superficie in oggetto con pochi step di misura.

La distribuzione degli elettrodi sotto telo è riportata in apposita planimetria allegata all'elaborato P.04 "Piano di monitoraggio e controllo"; tale planimetria dovrà essere aggiornata dopo l'effettivo posizionamento degli elettrodi sul campo.