



Azienda Ambientale di Pubblico Servizio S.p.A.

LIVORNO

DISCARICA DI VALLIN DELL'AQUILA

**INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE
E DI BONIFICA ai sensi del D.M. 471/99
RIELABORATO ED AGGIORNATO
ai sensi del D.Lgs. 152/06 PARTE QUARTA TITOLO V**

**INTERVENTI DI BONIFICA
LOTTO 1**

PROGETTO ESECUTIVO DIAFRAMMI

**STRALCIO 2 - PIAN DEI PINOLI
STRALCIO 3 -VALLIN DELL'AQUILA - TRATTO A-Y**

2 - RELAZIONE TECNICA

Aprile 2019





Azienda Ambientale di Pubblico Servizio S.p.A.

LIVORNO

DISCARICA DI VALLIN DELL'AQUILA

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE
E DI BONIFICA ai sensi del D.M. 471/99
RIELABORATO ED AGGIORNATO
ai sensi del D.Lgs. 152/06 PARTE QUARTA TITOLO V

INTERVENTI DI BONIFICA
LOTTO 1

PROGETTO ESECUTIVO DIAFRAMMI
STRALCIO 2 - PIAN DEI PINOLI
STRALCIO 3 - VALLIN DELL'AQUILA - TRATTO A-Y

2 - RELAZIONE TECNICA

APRILE 2019

Emesso da: *Ing. Paolo Ghezzi*

Rivisto e Approvato da: *Dr. Giuseppe Ghezzi*

INDICE

	Pagina	
1. - PREMESSA	4	
2. - STATO DI FATTO	7	
2.1. - Generalità	7	
2.2. - Rilievo Topografico	7	
2.2.1. - Verifica topografica 2014	8	
2.2.2. - Integrazione topografica 2017	10	
2.3. - Rilievo delle sezioni di progetto e ricerca sottoservizi	11	
2.3.1. - Settore di Vallin dell'Aquila	11	
2.3.2. - Settore di Pian dei Pinoli	18	
2.4. - Attività di coltivazione rifiuti	20	
2.5. - Delimitazione dei rifiuti	20	
2.6. - Produzione di percolato e biogas	20	
3. - PROGETTO DEI DIAFRAMMI	22	
3.1. - Progetto dei diaframmi nel settore Pian dei Pinoli	22	22
3.1.1. - Aspetti geologici ed idrogeologici	22	
3.1.2. - Tracciato di progetto esecutivo e caratteristiche del diaframma	22	
3.2. - Progetto dei diaframmi nel settore Vallin dell'Aquila	24	
3.2.1. - Aspetti geologici ed idrogeologici	24	
3.2.2. - Tracciato di progetto esecutivo e caratteristiche del diaframma	25	
3.3. - Sintesi delle quantità	27	
3.4. - Attività preliminari, complementari e alternative al tracciato di progetto	27	
3.5. - Fase di realizzazione e caratteristiche della miscela	28	
3.5.1. - Allestimento del cantiere	28	
3.5.2. - Esecuzione della diaframmatrice	29	
3.5.3. - Gestione dei terreni estratti	30	
3.5.4. - Aree di stoccaggio provvisorio dei terreni	32	
3.5.5. - Aree di stoccaggio definitivo dei terreni insaturi e da impermeabilizzare in HDPE	32	
3.5.6. - Regimazione acque delle aree di stoccaggio definitivo dei terreni	34	
3.5.7. - Regimazione acque lungo la strada di Pian dei Pinoli	34	
3.6. - Pozzi di drenaggio	35	
3.7. - Indirizzi per la manutenzione	37	
4. - PROGRAMMA DEI LAVORI E TEMPI D'ESECUZIONE	38	
5. - STIMA DI MASSIMA DEI COSTI	40	

N° 3 Tabelle nel testo

N° 12 Foto nel testo

Allegato: Documentazione Fotografica

ELENCO TAVOLE

	Scala
TAV. 1/A – PIAN DE PINOLI - STATO DI FATTO 1:500	
TAV. 1/B – VALLIN DELL'AQUILA – STATO DI FATTO 1:500	1:500
TAV. 2/A - PIAN DEL PINOLI - PLANIMETRIA GENERALE 1:500	
TAV. 2/B - VALLIN DELL'AQUILA - PLANIMETRIA GENERALE 1:500	
TAV. 3 – PIAN DEL PINOLI - SEZIONI DI PROGETTO 1'÷9' 1:100	oriz.:
	vert.: 1:500
TAV. 4 – PIAN DEL PINOLI - SEZIONI DI PROGETTO 10'÷16' 1:100	oriz.:
	vert.: 1:500
TAV. 5 – VALLIN DELL'AQUILA - SEZIONI TRASVERSALI 1:100	
TAV. 6 – PIAN DEL PINOLI - PROFILO LONGITUDINALE DEI DIAFRAMMI 1:500	
TAV. 7 – VALLIN DELL'AQUILA - PROFILO LONGITUDINALE DEI DIAFRAMMI 1:500	
TAV. 8 – VALLIN DELL'AQUILA - PROFILO LONGITUDINALE. STERRI/RIPORTI 1:200	
TAV. 9 – PARTICOLARI COSTRUTTIVI 1:20	
TAV. 10 – GESTIONE TERRENI DI SCAVO. RILIEVO TOPOGRAFICO 1:500	
TAV. 11 – GESTIONE TERRENI DI SCAVO. PLANIMETRIA GENERALE 1:500	

Hanno collaborato:

Dott. Luca Rizza

Ing. Marco Puccetti

1. - PREMESSA

A seguito dell'approvazione del Progetto Definitivo di Caratterizzazione (PDC) da parte della Conferenza dei servizi, riunitasi il 17 Febbraio 2005, l'AAMPS, nel mese di Aprile 2005, ha presentato il Progetto Preliminare di Bonifica-Lotto 1, in cui si descrivevano le tipologie di intervento previste ed i relativi costi di massima.

Il Progetto Preliminare in particolare individuava le zone in cui realizzare i diaframmi plastici in miscela cemento-bentonite, dava delle indicazioni sulle profondità da raggiungere, precisava gli interventi da realizzare per poter approfondire il quadro conoscitivo, prevedeva gli interventi necessari ad estrarre il percolato eventualmente bloccato dalla barriera verificando, quindi, l'efficacia dell'opera.

Ne Settembre 2006 è stato presentato il Progetto Definitivo della cinturazione parziale della discarica di Vallin dell'Aquila con una valutazione economica dell'intervento ed un programma temporale dei lavori.

La conferenza dei servizi ha approvato un crono programma degli interventi di bonifica a partire da una suddivisione in stralci della diaframmatrice prevista. Gli stralci esecutivi che sono stati individuati sono:

Stralcio 1 Vallin dell'Aquila – Tratto H-R (già eseguito)

Stralcio 2 Pian de Pinoli

Stralcio 3 Vallin dell'Aquila – Tratto A-H

Nel Gennaio 2012 sono stati affidati da A.A.M.P.S. S.p.A. I lavori di realizzazione del diaframma plastico perimetrale previsti dal Progetto esecutivo, Stralcio 1: Vallin Dell'Aquila – Tratto H-R.

I lavori sono stati affidati all'Impresa C.G.X Costruzioni Generali Xodo e si sono conclusi nel Dicembre 2012 mettendo in luce alcune peculiarità operative che saranno prese in considerazione nella redazione del presente progetto esecutivo. In particolare, rispetto le previsioni progettuali del

documento definitivo approvato dagli enti, sono state evidenziate da ARPAT e dalla Provincia di Livorno, al momento dell'inizio dei lavori, delle nuove necessità in merito alla gestione dei terreni estratti che comportarono una variante all'AIA ed una relativa perizia di variante pur se non sostanziale. Quanto previsto nel presente progetto esecutivo è frutto di un accordo preventivo con gli Enti. Nel 2015 AAMPS, a seguito di gara, ha richiesto alla Getas Petrogeo la redazione di un progetto esecutivo che accorpasse i lavori previsti dal progetto esecutivo Stralcio 2 – Pian dei Pinoli e Stralcio 3 – Vallin dell'Aquila tratto A-H.

Il progetto di bonifica della Discarica di Vallin dell'Aquila, così rivisto, è stato approvato in sede di Conferenza dei Servizi del 30 Luglio 2015 e prevede l'esecuzione di diaframmi plastici perimetrali in miscela cemento-bentonite (progetto esecutivo Diaframmi stralcio 2 – Pian dei Pinoli e stralcio 3 – Vallin dell'Aquila tratto A-H) per un totale di materiale di scavo pari a circa 7400 mc che, considerato l'incertezza della profondità di scavo, potrebbero raggiungere 8800 mc..

L'approvazione del progetto esecutivo sopra richiamato prevedeva, a carico di AAMPS e prima della gara di appalto, l'esecuzione di una campagna di indagine integrativa per la caratterizzazione dei terreni di scavo. In precedenza, infatti, erano stati rilevati alcuni tratti della strada perimetrale del corpo storico dei rifiuti, lato impianto di stoccaggio dell'organico, con la presenza di spessori variabili di rifiuti. La ricostruzione storica del limite dei rifiuti presenti in discarica, nonché la presenza dei versanti a bosco subito sottostanti la strada perimetrale, fece pensare in sede di CdS a presenze di rifiuti localizzate, poco estese e discontinue, frutto di inconvenienti operativi di lontane gestioni e per i quali era comunque stata prevista la rimozione, rimandando a successive indagini di approfondimento per valutarne con esattezza dislocazione e quantità.

Nell'estate del 2017, sono così stati eseguiti, inizialmente, n. 19 sondaggi a carotaggio continuo realizzati con tecniche a "secco" lungo il tracciato di sviluppo del diaframma in progetto con un passo d'indagine di circa 50 m. Le profondità investigate variano da un minimo di -7 m ad un massimo di -20 m da p.c.. In linea generale per ogni sondaggio sono stati prelevati campioni rappresentativi dei terreni insaturi e saturi; in particolare il campionamento è stato eseguito secondo le modalità impartite e concordate con i tecnici di ARPAT:

- C1: -0,0 e -1,0 m da p.c.: rappresentativo della porzione antropica di riporto/riempimento;
- C2 e C3: rappresentativi delle sottostanti litologie in posto insature;
- C4: rappresentativo della porzione di terreno satura o sottostante il primo acquifero.

Nei sondaggi in cui sono stati rinvenuti rifiuti, per il campionamento è stato mantenuto un franco di rispetto di 1-2 m dalla fine dei rifiuti stessi. Nei giorni 20/07/2017 e 27/07/2017 è avvenuto il prelievo di campioni di terreno in contraddittorio con i tecnici ARPAT (Verbale n. 20170720-00598-1 e n.20170727-01031-1).

Le indagini eseguite nelle aree esterne al corpo discarica, hanno messo in evidenza la presenza di rifiuti, in misura decisamente inaspettata e imprevedibile, in alcune aree esterne al limite storico dei rifiuti e, di conseguenza, al tracciato originario del diaframma. Per questo è stato necessario ipotizzare alcune modifiche al tragitto originario già approvato dalla Conferenza dei Servizi con la necessità di verificare con esattezza il limite esterno dei rifiuti. Nel mese di Dicembre 2017 è stata, così, eseguita una ulteriore campagna di indagini con n. 8 saggi con escavatore meccanico con relativo prelievo di n.1 campione per ciascun saggio. Il campionamento nei saggi n.3 e n.4 è avvenuto in contraddittorio con i tecnici ARPAT (verbale n.20171220).

In base ai campionamenti eseguiti e agli esiti analitici che ne sono derivati, è stato ipotizzato un nuovo tracciato del diaframma e redatto un Piano di Utilizzo da parte del tecnico incaricato, dott Sergio Crocetti, comprensivo della suddivisione tra terreni saturi e insaturi.

La nuova perimetrazione indica la presenza di rifiuti su aree non localizzate ma abbastanza estese e di cui era impossibile, in base alle informazioni storiche disponibili, avere contezza. Tale estensione dei rifiuti anche nell'area boscata esterna al perimetro storico dei rifiuti, ha richiesto **una modifica al tracciato originario del diaframma pur apportando non poche difficoltà operative considerando la morfologia acclive delle zone in cui dovrà essere eseguita parte della diaframmatrice.**

Un primo progetto esecutivo è stato consegnato nel maggio 2018 e posto all'attenzione degli Enti che nel corso della Conferenza dei Servizi del 6 luglio, hanno chiesto di considerare i terreni saturi provenienti dall'esecuzione dei diaframmi, che nella versione iniziale erano previsti come strato di livellazione sommitale della stessa discarica per ricostituire l'impermeabilizzazione provvisoria in HDPE, come rifiuto da smaltire. Il presente progetto, versione 2.0, si allinea alla prescrizione e contiene tutti gli aggiornamenti necessari per poter esperire le procedure di gara

Nell'aprile 2019 AAMPS, volendo appaltare a corpo e non a misura l'opera, ha richiesto un ulteriore adattamento del progetto. Sono stati così revisionati tutti i documenti di progetto a partire dalla presente versione 3.0 della relazione Tecnica.

2. - STATO DI FATTO

2.1. - Generalità

La discarica di Vallin dell'Aquila ha accolto per molti decenni i rifiuti urbani e, in tempi più recenti e in zone opportunamente realizzate, anche sovvalli dell'impianto di termovalorizzazione. In relazione all'evoluzione delle fasi di coltivazione, è possibile suddividere l'area in tre zone distinte (Discarica di Pian dei Pinoli; Discarica di Vallin dell'Aquila e Discarica di Cossu) ma di questi, i settori interessati dall'intervento di diaframmatrice sono quello di Pian dei Pinoli e di Vallin dell'Aquila, in cui sono stoccati i rifiuti più vecchi. Nel caso specifico dello Stralcio 2, il tratto considerato è quello compreso tra le sezioni 1' e 16' del progetto definitivo (Punti A'-O') mentre nel caso dello Stralcio 3, il tratto considerato è quello compreso tra le sezioni 23 e 9 del progetto definitivo (Punti A-H). Nel presente progetto esecutivo, in particolare per Vallin dell'Aquila, si è fatto riferimento ad una denominazione variata delle sezioni e dei punti caratteristici anche di inizio e fine del tratto (A-Y).

2.2. - Rilievo Topografico

Il progetto si riferisce alla base topografica realizzata nel mese di Dicembre 2005 attraverso un rilievo altimetrico lungo il perimetro della discarica sia nel settore Vallin dell'Aquila che nel settore Pian dei Pinoli, battendo i punti sull'asse della zona carrabile con interasse minimo di 10 m ed integrando, comunque, i punti di battuta in modo da acquisire le variazioni altimetriche significative. Il percorso dell'asse della zona carrabile rilevato ha interessato l'intero sviluppo dello Stralcio 2. Il rilievo, realizzato dai Geometri Arbulla e Grassi e riportato nelle TAV. 1/A e 1/B, ha permesso di determinare le quote dell'asse della strada che delimita la discarica e quindi di realizzare i profili longitudinali del terreno indispensabili per poter prevedere le fasi operative di cantiere, il computo del diaframma e le relative quote d'immorsamento dei setti plastici. Le tavole mostrano che nei tratti interessati dall'opera le quote del terreno variano dai 38.61 m. slm., nella zona a monte della vasca P3, ai 55.97 nella zona tra il Pz6 ed il Pz27. Il rilievo, contenendo anche i limiti di proprietà dell'AAMPS, determinati dallo stesso Studio Tecnico in un'indagine realizzata nel 2005, fornisce un'indicazione importante per il tracciato dell'asse del diaframma, per l'allestimento delle zone di

cantiere per l'eventuale potenziamento della viabilità e per la programmazione di tutte quelle opere d'ausilio al progetto stesso.

Il rilievo eseguito dallo Studio Arbulla è stato integrato con un recente rilievo di verifica (Getas 2014) delle sole quote in asse al diaframma al fine di evidenziarne eventuali scostamenti significativi. Gli scostamenti non risultano tali da incidere in maniera sostanziale sulle previsioni progettuali originarie risultando nell'ordine dei centimetri. Questi rilievi sono stati integrati con ulteriori battute topografiche del 2017, per determinare le quote del tracciato alternativo che si è reso necessario a seguito dei nuovi sondaggi di caratterizzazione.

2.2.1. - Verifica topografica 2014

Nel mese di Novembre 2014 è stato eseguito un rilievo topografico in asse strada, sia nella zona di Vallin dell'Aquila che in quella di Pian dei Pinoli. Lo scopo era quello di verificare che i valori altimetrici non differissero nella sostanza da quelli rilevati nel 2005, su cui è stata basata la progettazione esecutiva dei diaframmi. Il rilievo topografico è stato condotto con metodologia DGPS utilizzando un Leica SR530 (ricevitore RTK geodetico a doppia frequenza), costituito da una base fissa ed un rover (mobile). Le principali caratteristiche relative alla precisione di rilievo sono:

- modalità di acquisizione: RTK 10 mm
- modalità di acquisizione: statico-rapido 5 mm + 1 ppm
- modalità di acquisizione: statico 3 mm + 0.5 ppm

L'allineamento plano-altimetrico al rilievo precedente è stato garantito dalla presenza, in zona, di un caposaldo di quota nota (chiodo a tergo delle vecchie vasche di stoccaggio dell'organico con quota 44,667 m, s.l.m., v. foto) e dai numerosi piezometri presenti lungo la viabilità perimetrale percorsa (Pz3, Pz6, etc...).

Con riferimento ai vertici di rilievo utilizzati già nel 2005 dai Geometri Arbulla e Grassi, si riporta una tabella sintetica con il confronto delle quote rilevate nel 2014 e relativi scostamenti. Va evidenziato che, nonostante l'identica numerazione dei vertici di riferimento, il punto esatto di rilievo può, ovviamente, non coincidere e quindi scostamenti, anche decimetrici, risultano privi di significato tecnico in considerazione della natura dell'opera progettata.

Per il tratto di Vallin dell'Aquila, si nota in corrispondenza dei vertici 28-29 lo scostamento più significativo e, probabilmente, dovuto a adeguamenti del piazzale organico/pesa anche in continuità con alcuni lavori di cui allo stralcio 1. In ogni caso, dalla Tabella 1a, emergono ripercussioni modeste

sulla profondità prevedibile sui singoli tratti di diaframma. Nel computo originario, infatti, si era già considerato un incremento rispetto i calcoli geometrici, del 10% per tenere conto dell'incertezza del posizionamento del contatto con le argille di ammassamento del setto. Gli scostamenti medi di tutto il diaframma sono assolutamente assorbibili con tale maggiorazione.

Num. vertice	Quota assoluta 2005	Quota assoluta 2014	diff. altimetriche 2014-2005	Prof. diaframma	Incremento %
1	46.460	46.633	0.173	17.46	0.99
2	46.212	46.213	0.001		
3	46.204	46.258	0.054		
4	46.234	46.294	0.060		
5	46.353	46.437	0.084		
6	46.648	46.652	0.004		
7	47.245	47.270	0.025		
8	47.738	47.770	0.032		
9	48.159	48.142	-0.017		
10	48.254	48.292	0.038		
11	48.304	48.383	0.079		
12	48.246	48.227	-0.019		
13	47.966	48.042	0.076		
14	47.645	47.788	0.143	16.76	0.85
15	47.603	47.707	0.104	16.49	0.63
16	47.628	47.704	0.076		
17	47.633	47.720	0.087		
18	47.529	47.681	0.152	15.89	0.96
19	47.280	47.399	0.119	15.38	0.78
20	47.039	47.125	0.086		
21	46.850	46.858	0.008		
22	46.428	46.501	0.073		
23	45.914	46.001	0.087		
24	45.633	45.874	0.241	12.90	1.86
25	46.038	45.912	-0.126	13.07	-0.96
26	45.517	45.502	-0.015		
27	44.757	45.010	0.253	11.98	2.11
28	44.032	44.743	0.711	11.02	6.45
29	43.629	44.477	0.848	10.38	8.17
30	44.035	44.399	0.364	10.03	3.63
31	44.280	44.448	0.168	10.10	1.66
32	44.389	44.656	0.267	10.38	2.57
33	44.298	44.399	0.101	10.33	0.98
34	44.164	44.223	0.059		
35	44.204	44.241	0.037		
36	44.349	44.406	0.057		
37	44.377	44.422	0.045		

Legenda

- diff. < 0.10 m
- 0.10 m ≤ diff. ≤ 0.20 m
- 0.20 m < diff. ≤ 0.50 m
- diff. > 0.50 m

Tab. 1a - Scostamenti 2005-2014 Vallin dell'Aquila

Le considerazioni già avanzate per Vallin dell'Aquila valgono a maggior ragione per Pian dei Pinoli in cui gli scostamenti in corrispondenza dei singoli vertici, risultano ancora inferiori (Tab. 1b).

Num. vertice	Quota assoluta 2005	Quota assoluta 2014	diff. altimetriche 2014-2005	Prof. diaframma	Incremento %	Num. vertice	Quota assoluta 2005	Quota assoluta 2014	diff. altimetriche 2014-2005	Prof. diaframma	Incremento %
1	50.719	50.632	-0.087			43	55.497	55.451	-0.046		
2	50.956	50.951	-0.005			44	55.479	55.421	-0.058		
3	51.618	51.517	-0.101	12.77	-0.794	45	55.476	55.432	-0.044		
4	52.352	52.203	-0.149	12.96	-1.148	46	55.564	55.537	-0.027		
5	52.858	52.603	-0.255	12.60	-2.022	47	55.702	55.637	-0.065		
6	53.205	53.035	-0.170	12.36	-1.375	48	55.752	55.685	-0.067		
7	53.617	53.432	-0.185	11.82	-1.566	49	55.619	55.590	-0.029		
8	54.033	53.871	-0.162	11.52	-1.410	50	55.531	55.520	-0.011		
9	54.305	54.176	-0.129	11.12	-1.164	51	55.620	55.519	-0.101		
10	54.649	54.534	-0.115	10.75	-1.071	52	55.677	55.599	-0.078		
11	54.718	54.782	0.064			53	55.832	55.735	-0.097		
12	54.992	54.943	-0.049			54	55.860	55.795	-0.065		
13	54.824	54.768	-0.056			55	55.974	55.883	-0.091		
14	54.572	54.511	-0.061			56	55.952	55.810	-0.142	12.26	-1.161
15	54.551	54.459	-0.092			57	55.916	55.784	-0.132	12.24	-1.081
16	54.531	54.444	-0.087			58	55.780	55.754	-0.026		
17	54.463	54.456	-0.007			59	55.823	55.875	0.052		
18	54.502	54.433	-0.069			60	55.894	55.891	-0.003		
19	54.492	54.413	-0.079			61	55.955	55.926	-0.029		
20	54.332	54.347	0.015			62	55.878	55.852	-0.026		
21	54.344	54.265	-0.079			63	55.853	55.802	-0.051		
22	54.348	54.264	-0.084			64	55.837	55.746	-0.091		
23	54.221	54.171	-0.050			65	55.889	55.808	-0.081		
24	54.164	54.109	-0.055			66	55.861	55.792	-0.069		
25	54.224	54.153	-0.071			67	55.831	55.813	-0.018		
26	54.278	54.204	-0.074			68	55.176	55.073	-0.103	10.13	-1.016
27	54.454	54.327	-0.127	12.06	-1.055	69	54.306	54.144	-0.162	9.37	-1.732
28	54.468	54.358	-0.110	12.36	-0.890	70	53.424	53.245	-0.179	8.42	-2.129
29	54.536	54.453	-0.083			71	52.669	52.531	-0.138	7.30	-1.889
30	54.689	54.605	-0.084			72	51.895	51.800	-0.095		
31	54.843	54.733	-0.110	12.74	-0.865	73	50.990	50.906	-0.084		
32	54.877	54.759	-0.118	12.77	-0.926	74	50.527	50.480	-0.047		
33	54.915	54.855	-0.060			75	49.190	49.180	-0.010		
34	54.885	54.862	-0.023			76	48.266	48.185	-0.081		
35	54.894	54.949	0.055			77	47.223	47.211	-0.012		
36	55.041	54.986	-0.055			78	45.941	45.911	-0.030		
37	55.047	55.033	-0.014			79	44.593	44.501	-0.092		
38	55.166	55.129	-0.037			80	43.213	43.198	-0.015		
39	55.209	55.166	-0.043			81	41.913	41.822	-0.091		
40	55.375	55.304	-0.071			82	40.611	40.587	-0.024		
41	55.396	55.340	-0.056			83	39.338	39.256	-0.082		
42	55.464	55.399	-0.065			84	38.607	38.520	-0.087		

Tab. 1b - Scostamenti 2005-2014 Pian dei Pinoli

2.2.2. - Integrazione topografica 2017

Alla luce dei risultati delle recenti indagini sul limite del rifiuto abbancato, è stato necessario rivedere notevolmente il tracciato del diaframma che dovrà isolare il corpo dei rifiuti.

Nei mesi da Novembre 2017 a Febbraio del 2018 sono stati effettuati più rilievi topografici (Geom. Di Cristo per AAMPS e Dott. Rizza per la Getas) per l'aggiornamento delle aree dove il nuovo tracciato del diaframma si prevede debba essere realizzato, così da individuare correttamente l'andamento plano-altimetrico dello stesso.

Il rilievo ha riguardato nuove zone dell'area di Vallin dell'Aquila, la maggior parte delle quali sono esterne alla recinzione di delimitazione e caratterizzate da bosco fitto o arbusti bassi e acclività quasi sempre accentuate.

Durante le fasi progettuali, si è reso necessario individuare aree di stoccaggio dei terreni saturi ed insaturi ottenuti dalle lavorazioni di escavazione del diaframma bentonitico. Per la collocazione e distribuzione di questi materiali sono state scelte le aree sommitali delle celle ricadenti nell'area di Vallin dell'Aquila. Al fine di ottimizzare la distribuzione dei volumi di terreno sulle superfici d'interesse, si sono resi necessari dei rilievi topografici di aggiornamento (Aprile 2018) dei gradoni e delle superfici sommitali delle celle chiuse provvisoriamente.

2.3. - Rilievo delle sezioni di progetto e ricerca sottoservizi

Oltre al rilievo topografico sono state eseguite alcune indagini ed alcuni sopralluoghi per determinare le dimensioni della zona carrabile, le infrastrutture presenti sul percorso della diaframmatura, le aree di disboscamento, i sottoservizi presenti e le opere per la regimazione delle acque superficiali e di drenaggio.

Dalle indagini è emersa una situazione essenzialmente disomogenea tra i due settori interessati dall'intervento che quindi richiede una valutazione separata.

Per fornire un quadro chiaro dello stato complessivo della discarica si illustra lo stato dell'arte sia del settore Vallin dell'Aquila che di quello di Pian de Pinoli.

2.3.1. - Settore di Vallin dell'Aquila

Con riferimento al progetto esecutivo dei diaframmi (Stralcio 3 - Vallin dell'Aquila - Tratto A-H, 2015) e all'intervento realizzato per quanto riguarda il solo stralcio 1 (2012), si considera uno sviluppo del diaframma dal punto terminale del diaframma realizzato (una cinquantina di metri dalla vasca V3 e ex area stoccaggio organico) al quale il nuovo diaframma dovrà congiungersi, fino oltre il pozzetto Pz3. Questo tratto, come evidenziato dalla planimetria di TAV. 2 e dalle sezioni delle TAVV. 3A-3B-3C, del progetto definitivo, si compone di due parti:

- a) Un primo tratto (stralcio 1) in cui il diaframma è già stato eseguito e che va dalla zona dell'Anfiteatro (zona est della discarica non compresa nella tavola) fino alla ex zona di stoccaggio dell'organico (Foto 1), seguendo la viabilità perimetrale della discarica e che viene quotidianamente utilizzata dai mezzi di servizio. Le infrastrutture esistenti sono essenzialmente costituite dal cancello d'ingresso principale in discarica (nella parte nord) e dalla nuova zona di stoccaggio del materiale organico in cui sono ancora presenti le vecchie strutture (Foto2). La larghezza della zona carrabile è variabile da 4.50 m (sezione lungo la viabilità) a 20.50 m nella (sezione sul piazzale).



Foto n. 1 - Punto terminale del diaframma dello stralcio 1.

In fase di esecuzione sono stati tenuti in considerazione i seguenti sottoservizi:

rete del percolato: In questo tratto la rete di percolato è stata ricostruita in base alle informazioni fornite dall'AAMPS. Infatti, ad eccezione del pozzetto PP5, non sono riconoscibili sul terreno altri pozzetti d'ispezione. Non si ha, quindi, l'assoluta certezza della sua collocazione planimetrica. AAMPS ha confermato, per il presente aggiornamento progettuale, il quadro conoscitivo di cui sopra.

Linea elettrica di bassa tensione: La linea elettrica di bassa tensione permette il funzionamento delle pompe di estrazione del percolato e degli altri dispositivi elettrici presenti in discarica. E' posizionata lungo il bordo della strada, anche se in alcuni tratti, riconoscibili dai pozzetti d'ispezione (normalmente ogni 20 m) e dai segni di scavo sull'asfalto, attraversa la sede stradale.

Linea elettrica media tensione: Il tratto interessato da questa rete va dalla sezione 1 alla sezione 6 del primo stralcio H-R già realizzato e quindi non compreso nel presente appalto. Sono riconoscibili la traccia presente sul manto stradale e il percorso che la linea stessa compie.



Foto n. 2 - Cannello d'ingresso e vecchie strutture di stoccaggio organico.

b) Un secondo tratto, **compreso invece nel presente appalto ed aggiornato secondo il nuovo limite dei rifiuti**, che va dalla ex zona di stoccaggio dell'organico (a partire dal diaframma già realizzato nello stralcio 1), fino a chiudere a ridosso della viabilità perimetrale sterrata (punto A di Tavola 2B del presente progetto, ~25 metri oltre il Pz3). Il nuovo tracciato, rivisto alla luce delle indagini svolte per l'aggiornamento del limite del rifiuto, racchiude completamente i rifiuti individuati. Di seguito è riportata la ricostruzione del tracciato del diaframma (le lettere fanno riferimento alla Tav.2B) con le pendenze caratteristiche e i sottoservizi /elementi d'intralcio, individuati nella progettazione:

- **tratto A-E**: caratterizzato da una morfologia significativa, con pendenze comprese tra il 10% e 28%. Il tracciato segue una viabilità secondaria percorribile solo da mezzi cingolati. Lungo il percorso si individuano come ostacoli un cancello con recinzione di confine, un attraversamento sotto strada di un tubo corrugato in PVC (diametro Φ 30 cm) di bypass delle acque meteoriche provenienti da una canaletta ed infine una fossetta di regimazione delle acque del bosco limitrofo.

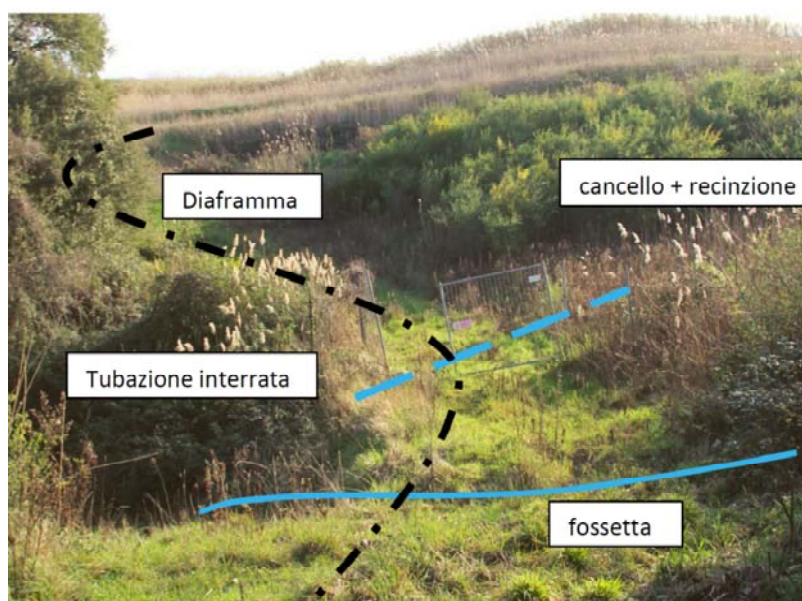


Foto 3 - Interferenze nel tratto D-E

Al di sotto del diaframma, in corrispondenza del tratto B-C, passa una tubazione di drenaggio dei percolati che parte dalla zona dell'Anfiteatro (area limitrofa a Pian dei Pinoli) a quota presunta di 39 m slm e, passando sotto il fondo della vasca Cossu (fondo vasca a quota 40 m slm), arriva al pozzetto C6 (24 m slm). Il diaframma in questo tratto è previsto ammorsato nelle argille ad una

profondità di circa 4 m al di sopra dell'estradosso della tubazione. L'impresa dovrà aver cura di eseguire il diaframma assicurandosi di mantenere un adeguato franco di sicurezza rispetto la tubazione sopra richiamata.

- **Tratto E-G:** caratterizzato da pendenze estremamente variabili tra il 2% fino a massimi di 28% con un punto localizzato che presenta pendenze oltre il 50 % e andamento planimetrico pressoché rettilineo. Il tracciato si sviluppa inizialmente all'interno di macchia bassa e canneto facilmente asportabile, intersecando due impluvi di deflusso vallivi e proseguendo la seconda parte del percorso all'interno di bosco fitto, con una decina di alberature importanti (tra querce, lecci e faggi) e sottobosco. Circa le caratteristiche morfologiche e di vegetazione presente, che dovrà comunque essere rimossa, si rimanda all'allegato fotografico.



Foto 4 - Interferenze Tratto E-F

Il picchetto G corrisponde al punto di collegamento con la viabilità perimetrale in terreno vegetale, in corrispondenza della quale, il tracciato incontra la recinzione di confine e una linea elettrica a bassa tensione appoggiata provvisoriamente lungo la recinzione stessa (in alcuni casi adagiata sopra) e ben visibile e una linea elettrica a bassa tensione interrata ma ormai dismessa con i relativi pozzetti.



Foto 5 - Interferenze zona G

In questo punto sarà necessario rimuovere la recinzione per poter procedere con la realizzazione del diaframma e ripristinare la stessa a completamento delle opere. Allo stesso modo si dovrà procedere per la linea elettrica fuori terra a bassa tensione che interferisce con il diaframma.

- **Tratto G-M:** il tracciato segue in parte la viabilità perimetrale in terra vegetale, proseguendo poi dietro l'area della nuova cella di stoccaggio dell'organico, fino ad un cancello carrabile. L'andamento altimetrico di questo tratto è suborizzontale. I sottoservizi presenti nella prima parte del tratto considerato sono rappresentati dalla linea di bassa tensione che corre a cielo aperto lungo il bordo della viabilità e in corrispondenza del traliccio dell'alta tensione, attraverso un pozzetto, diventa interrata. Nel sottotratto J-K il diaframma incontra la linea a bassa tensione interrata, quest'ultima individuabile attraverso un buon numero di pozzetti d'ispezione prosegue verso le vasche V2 e V3. In foto 6 sono visibili anche i plinti del vecchio traliccio, riferibili al sottotratto H-I che potrebbero essere collegati ad una sottostante platea di fondazione. Rispetto al passato la linea aerea della Telecom lungo la strada ad oggi è stata dismessa pur rimanendo in posto i pali in legno che non creano alcun intralcio.

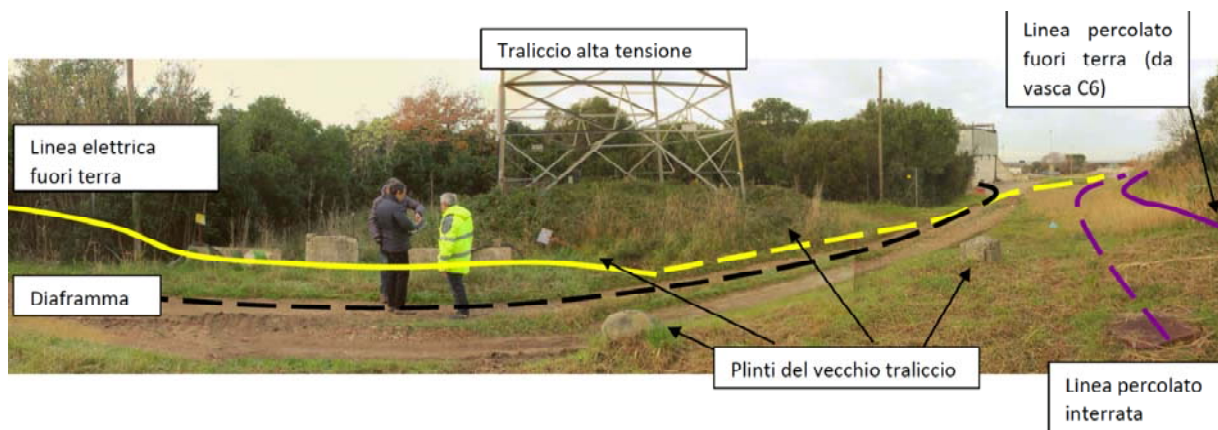


Foto 6 - Sottoservizi e Interferenze zona H-I

Un ulteriore sottoservizio presente è il traliccio Enel (Foto 7), posto a 5 m di distanza dall'area d'intervento: nel tratto di Vallin dell'Aquila sono presenti due tralicci dell'ENEL di altezza considerevole che permettono ai fili di attraversare il corpo dei rifiuti. Lungo la viabilità (lato opposto al traliccio alta tensione), a distanza variabile tra 2 e 4 m, corre la linea interrata del percolato, riconoscibile sul terreno solo attraverso i pozzetti d'ispezione senza quindi averne l'assoluta certezza della sua collocazione planimetrica. I pozzetti sono realizzati in calcestruzzo ed hanno una profondità variabile da 1.00 a 3.00 m. La vegetazione non crea alcun ostacolo all'interno della proprietà mentre esternamente alla recinzione è evidente la folta macchia mediterranea (vedi allegato fotografico). Pertanto ai fini della realizzazione di questa parte di diaframma si potrebbe rendere necessario lo smontaggio della recinzione e il decespugliamento di una fascia di vegetazione di ampiezza pari almeno a 2 metri. Una volta completate le opere sarà necessario ripristinare il tratto di recinzione eventualmente rimosso.



Foto n. 7 - Linee aeree della Telecom dismessa e quella dell'Enel attiva.

La seconda parte del tratto in esame (sottotratto K-M) è quella che aggira l'attuale area della cella dell'organico. Il diaframma si sviluppa esternamente alla recinzione, quest'ultima rappresenta un ostacolo alle lavorazioni e andrà rimossa e poi riposizionata, insieme ad una fitta vegetazione di macchia mediterranea (altezza max 3 metri) da dover eliminare per fascia di larghezza almeno di 10 m. Inoltre nella parte di piazzale retrostante la cella dell'organico sono presenti le vasche di accumulo del percolato con organi di manovra delle pompe posti ad altezza del piano campagna. Pertanto sarà necessario che i mezzi operino sempre al di fuori del piazzale asfaltato mostrato in Foto 8.



Foto 8 – Sottoservizi zona K-M area stoccaggio organico

- **Tratto M-S:** caratterizzato da pendenze variabili tra il 9% fino e 24 %, si sviluppa lungo la viabilità secondaria percorribile solo con mezzi cingolati. Sull'intero tratto si rende necessario decespugliare la vegetazione che corre esternamente alla viabilità, tenendo conto che il diaframma si avvicina (4 metri circa) alle terre armate (opera del 1998-2000) nel sottotratto tra P-Q. Il sottotratto Q-S è stato progettato prevedendo di inglobare l'area della trincea drenante che sorge ai piedi delle terre armate e che raccoglie l'apporto di altre tubazioni interrato, di difficile ricostruzione, provenienti a monte delle terre armate stesse. Il diaframma girando esternamente ai pozzi di drenaggio visibili nell'area, potrà isolare l'intero sistema e dismettere definitivamente la tubazione di uscita dalla trincea drenante che recapitava verso le vasche di valle (località Limoncino) i percolati.

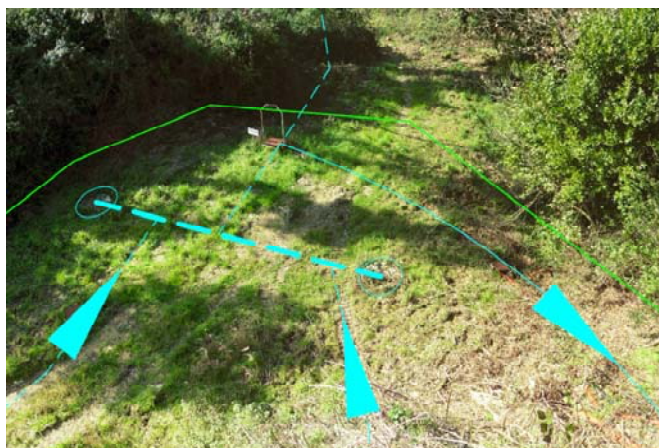


Foto 9 - Sottoservizi zona R-S, trincea drenante terre armate

- **Tratto S-Y:** questo ultimo tratto preso in esame è caratterizzato da pendenze particolarmente accentuate (lungo tratto con pendenza al 39%) e da fitta vegetazione boschiva e sottobosco concentrata in particolare tra i punti S e V. Nell'ultimo sottotratto X-Y di avvicinamento al raccordo con quanto già realizzato nello stralcio 1, il diaframma taglia trasversalmente la viabilità asfaltata che viene utilizzata ogni giorno per le attività di deposito sul piazzale. Inoltre, sottostrada, sono presenti due servizi: la linea elettrica a bassa tensione che serve la zona nord di Vallin dell'Aquila e una linea percolato che collega le vasche del piazzale (vasche V2-V3) ai pozzetti della zona nord. La rete di percolato è stata ricostruita in base alle informazioni fornite dall'AAMPS ma non essendo visibili le tracce sul manto stradale non si ha l'assoluta certezza della sua collocazione planimetrica.

Tutte le informazioni sui sottoservizi appena descritti, emersi dai sopralluoghi, dal rilievo e dalle indicazioni fornite dal personale AAMPS, sono riportate nelle TAVV. 2B, 3A, 3B e 3C del progetto definitivo cui si rimanda per una approfondita visione.

E' da segnalare inoltre che nella discarica sono ben visibili i cartelli informativi relativi sia alla presenza dei pozzetti del percolato che alle zone in cui è possibile la formazione di atmosfere esplosive (Foto 10). L'intera discarica è infine caratterizzata da una serie di fossi e canalette di regimazione delle acque che in alcuni casi sono interrati e dotati di caditoie e griglie di raccolta.



Foto n. 10 – Cartellonistica specifica sulla sicurezza in discarica

2.3.2. - Settore Pian de Pinoli

Nel settore di Pian dei Pinoli, anch'esso inserito nel presente appalto, ed in particolare nel tratto interessato dall'intervento tra la "vasca C2" e la "vasca P3", la zona carrabile è costituita in parte da terreno ed in parte da tratti brecciati. La larghezza del tratto oscilla da 5.70 m in corrispondenza della sezione 5' agli 11.20 m in corrispondenza della sezione 6'. Quasi lungo tutto il percorso, al piede della discarica, corre un fosso di raccolta delle acque piovane dalla profondità variabile da qualche decina di centimetri, fino ad arrivare a circa 1.30 m in corrispondenza delle sezioni 1' - 5' in cui la strada inizia a discendere ed a curvare (Foto 11). La parte a ridosso della zona carrabile è occupata da terreno a tratti disboscato ed a tratti occupato da una vegetazione rigogliosa. L'unica infrastruttura presente è l'impianto di trattamento del biogas, che non è interessato né dall'intervento e né dalle eventuali opere accessorie in quanto posizionato a debita distanza. All'interno dell'anfiteatro sono posizionate le vasche di accumulo del percolato dell'area Cossu. Anche dalla planimetria di progetto si evidenzia la zona dell'anfiteatro in cui si ha un dislivello di circa 5.00 m rispetto al piano della strada soprastante, i cui versanti sono in parte erosi dall'azione delle acque meteoriche (Foto 12).



Foto n. 11 – Area carrabile del Settore Pian dei Pinoli.



Foto n. 12 – Versante dell'anfiteatro e strada soprastante.

A differenza del settore di Vallin dell'Aquila nel settore di Pian dei Pinoli non sono riconoscibili sul terreno segnali che fanno pensare alla presenza di sottoservizi, ad eccezione delle opere di captazione delle fughe di percolato progettate tra il 1999 ed il 2001 sul lato ovest della discarica, individuate oltre che dalla documentazione tecnica, da un pozzetto d'ispezione posizionato a ridosso del cancello, nella zona del Pz6. In ogni caso si prevede a carico dell'Impresa una verifica indiretta o diretta della loro presenza.

2.4. - Attività di coltivazione rifiuti

La parte della discarica di più recente coltivazione è la Vasca Cossu. In questo settore lo stoccaggio dei rifiuti è iniziato intorno alla metà degli anni '90 con una suddivisione in 4 lotti distinti di cui 3 destinati a discarica di tipo 2B per rifiuti urbani ed uno, indipendente a sud/ovest, destinato a discarica di tipo 2B super per accogliere scorie e ceneri inertizzate.

Nel corso degli anni la volumetria della Cossu è aumentata con una serie di interventi che hanno permesso di destinare tra l'altro, parte della discarica 2B super, adibita a rifiuti speciali, al deposito dei rifiuti solido urbani. L'ultimo di questi interventi, approvato dalla Provincia di Livorno con atto dirigenziale n. 99 del 20/05/2004 e realizzato in seguito alla presentazione del Piano di adeguamento della discarica ai sensi del D.Lgs 36/2003, è "Riconfigurazione morfologica della vasca Cossu", con cui è stata prevista la sopraelevazione della sommità fino a quota 74 m s.l.m. e la risistemazione dei versanti. La discarica, ad oggi, può considerarsi esaurita.

2.5. - Delimitazione dei rifiuti

I settori Pian dei Pinoli e Vallin dell'Aquila sono quelli in cui sono depositati i rifiuti più vecchi. Dai sopralluoghi effettuati non sono emersi in maniera chiara accorgimenti tecnici che facciano pensare ad una delimitazione ben precisa dei rifiuti, quindi, il limite dei rifiuti è stato determinato in base alle indicazioni storiche dell'AAMPS, alle informazioni contenute nei progetti realizzati in passato, alle stratigrafie dei piezometri e dei sondaggi. Come già evidenziato nel corso del 2017 sono stati eseguiti specifici sondaggi di approfondimento che hanno permesso una più accurata delimitazione dei rifiuti anche in aree in cui non si pensava potessero essere presenti. Dalle informazioni acquisite e dagli approfondimenti in sede di progettazione definitiva nonché dai nuovi saggi di caratterizzazione eseguiti nel 2017, si può ritenere che il perimetro dei rifiuti sia ben delimitato nelle planimetrie di progetto di TAV. 2/A e 2/B. Lo sviluppo del diaframma è stato previsto, per quanto noto, all'esterno della perimetrazione di cui sopra. Per gli approfondimenti sui saggi eseguiti e sul tracciamento del limite dei rifiuti in discarica si rimanda alla Relazione Geologica e al Piano di Utilizzo delle terre a firma del dott. Crocetti.

2.6. - Produzione di percolato e biogas

Il percolato prodotto in discarica arriva in diverse vasche di accumulo distribuite lungo la discarica dalle quali viene estratto giornalmente attraverso autobotti che portano poi il prodotto a

smaltimento. Le vasche svuotate sono alimentate in parte direttamente dalla rete di drenaggio della discarica, ed in parte da altre vasche di accumulo in cui sono impiantate delle pompe di rilancio. In questo modo i punti di prelievo delle autobotti si riducono velocizzando così le operazioni di raccolta. Per quanto riguarda il biogas invece, questo viene estratto attraverso i pozzi di captazione e direttamente convogliato all'impianto di trattamento, posizionato nella zona dell'anfiteatro, attraverso delle tubazioni in HDPE dalle quali periodicamente viene scaricata la condensa. Nella fase di approntamento del cantiere si richiede all'impresa esecutrice una nuova analisi della presenza di biogas e della qualità del terreno su cui eseguire il diaframma attraverso l'esecuzione di prescavi ogni 15 metri di profondità fino a 2.50 metri uniformemente distribuiti nel tratto A'-O'.

3. - PROGETTO DEI DIAFRAMMI

La realizzazione del diaframma rientra tra le opere di messa in sicurezza permanente del sito, impedendo, così, che le fughe di percolato, pur se di modesta entità, possano continuare a propagarsi nei dintorni della discarica attraverso i terreni che pur si sono dimostrati a bassa permeabilità. Per raggiungere questo risultato risulta fondamentale la caratterizzazione del sito descritta nel “Progetto Definitivo di Caratterizzazione” integrata con i nuovi saggi del 2017 nonché l’attività di monitoraggio della falda e del percolato, le cui informazioni hanno contribuito alla stesura della “Relazione Geologica” allegata a firma del dott. Crocetti e che si assume come base di riferimento per il presente progetto. Altri vincoli al contorno considerati in fase di progettazione sono gli aspetti di gestione del cantiere e d’esecuzione dell’opera che, pur se affrontati con un certo dettaglio caratterizzano maggiormente la fase di progettazione esecutiva.

3.1. - Progetto dei diaframmi nel settore Pian dei Pinoli

3.1.1. - Aspetti geologici ed idrogeologici

L’analisi geologica ed idrogeologica ha permesso di individuare il limite dei depositi quaternari/pliocene, rispetto al quale si è scelto la profondità del diaframma. Il quadro completo è contenuto nella “Relazione Geologica” allegata, cui si rimanda per gli approfondimenti.

3.1.2. - Tracciato di progetto esecutivo e caratteristiche del diaframma

Come evidenziato nella planimetria di Tavola 2/A, in questo settore il diaframma si sviluppa dalla zona cosiddetta “anfiteatro” fino alla zona del Pz6. Il percorso è stato suddiviso in tratti rettilinei con lettere dalla “A’ ” alla “O’ ”.

Appare utile ricostruire le modifiche che hanno portato al tracciato del progetto definitivo rispetto a quanto previsto nel progetto preliminare. Le modifiche si sono concentrate soprattutto nella parte iniziale e finale del tratto secondo le indicazioni del rapporto geologico ed in base alle previsioni di organizzazione ottimale del cantiere.

- Nella parte iniziale del tracciato, si prevedeva l'inizio del diaframma all'interno dell'area anfiteatro in previsione di una connessione con una analoga barriera contenuta nel progetto "Realizzazione di un nuovo invaso di discarica per rifiuti non pericolosi" redatto sempre dalla Getas-Petrogeo nel 2003. Il tutto con lo scopo di bloccare le pur modeste venute di percolato da monte e che sono monitorate dal S1A. Per realizzare la connessione, peraltro ancora eventuale visto che il progetto anfiteatro non è mai stato approvato occorrerebbero onerosi interventi al contorno di ingegneria geotecnica per garantire la stabilità della scarpata in fase di ripresa del diaframma all'interno dell'area anfiteatro. In questa fase sembra opportuno arrestare il diaframma sulla strada superiore, a circa 4.50 metri dalla recinzione, e rimandare l'eventuale prolungamento in fase di realizzazione dei lavori dell'anfiteatro. Il complicato ed oneroso ottenimento della continuità tra i due diaframmi, potrebbe efficacemente essere sostituito in futuro mediante la realizzazione di una trincea drenante nell'area anfiteatro con collegamento ai pozzi esistenti.
- Nella parte finale il progetto preliminare prevedeva di arrivare con la cinturazione fino alla vasca P3. L'attività successiva di monitoraggio della falda ha evidenziato però che nel Pz2 la contaminazione col tempo si è ridotta, a dimostrazione del buon funzionamento delle opere progettate e realizzate da AAMPS tra il 1999 ed il 2001.
Sembra quindi inutile estendere il diaframma oltre la sezione 1' anche considerando che il tratto successivo è in forte discesa e richiederebbe la realizzazione di una serie di piazzole di lavoro per consentire alla macchina di lavorare in piano.
- Nel corso dei saggi eseguiti nel 2017, in corrispondenza del P2, ubicato sulla strada in corrispondenza dell'area biogas, sono state rilevate rimanenze di rifiuti, pur se localizzati sul ciglio interno della strada. Per questo il percorso del diaframma è stato leggermente variato allargandosi verso l'area biogas così da ricomprendere con maggiore certezza tutti i rifiuti. Nella campagna preliminare di sondaggi, prevista a carico dell'impresa nel presente appalto, sarà possibile determinare con esattezza il perimetro del rifiuto ottimizzando il tracciato.

La lunghezza complessiva dell'intervento è di circa 629 m, ottenuta mediante pannelli primari e secondari rispettivamente di 2.50 e 2.20 m di lunghezza e 60 cm di larghezza per **una superficie netta complessiva di circa 6611 mq** cui si aggiunge in fase di computo un 2% di tolleranza per tenere conto dell'incertezza del contatto pleistocene/pliocene.

Le quote d'immorsamento dei setti variano da 45.58 m.slm. ai 36.92 m.slm permettendo di attestare il diaframma negli orizzonti meno trasmissivi. Le profondità presunte dei pannelli variano da 4.38 a 13.40 metri.

Nella Tabella 2 si riportano le caratteristiche geometriche dei diaframmi nei vari tratti.

Tratto	Lunghezza [m]	Profondità minima diaframma	Profondità massima diaframma	Superficie [mq]
A' - B'	33,70	11,59	13,40	426,09
B' - C'	80,54	10,17	11,89	881,22
C' - D'	76,17	10,70	11,85	854,46
D' - E'	39,85	10,13	10,56	413,20
E' - F'	85,33	9,92	10,36	860,92
F' - G'	82,27	10,09	10,83	853,76
G' - H'	72,52	10,08	10,79	761,98
H' - I'	33,53	10,27	10,65	350,57
I' - L'	60,39	10,47	11,22	678,53
L' - M'	30,43	8,84	11,25	306,43
M' - N'	16,07	6,66	8,84	126,92
N' - O'	17,89	4,38	6,66	97,24

Tabella 2 - Principali caratteristiche geometriche dei diaframmi in Pian dei Pinoli.

Le sezioni di progetto ed il profilo longitudinale sono riportate in TAVV. 3-4-6.

Anche se, come detto in precedenza, nella zona di Pian dei Pinoli non sono presenti reti di sottoservizi, sembra in ogni caso opportuno verificare attraverso un numero limitato di prescavi o con l'utilizzo di sistemi elettronici la presenza di vecchie linee di drenaggio o di raccolta percolato e soprattutto l'estensione del limite dei rifiuti rinvenuti nel sondaggio P2.

3.2. - Progetto dei diaframmi nel settore Vallin dell'Aquila

3.2.1. - Aspetti geologici ed idrogeologici

Anche per questo settore, l'analisi geologica ed idrogeologica ha permesso di individuare il limite dei depositi quaternari/pliocene, rispetto al quale si è scelto la profondità del diaframma. Il quadro completo è contenuto nella "Relazione Geologica" allegata, cui si rimanda per gli approfondimenti.

3.2.2. - Tracciato di progetto esecutivo e caratteristiche del diaframma

Come già descritto, l'intero sviluppo del diaframma in miscela cemento bentonite del settore Vallin dell'Aquila va dal Pz3 fino alla vasca V4. Il tratto dello stralcio 3 incluso nel presente appalto, tuttavia, va invece dal punto di raccordo con il tratto già eseguito, punto Y (subito prima della sezione T-WX), al punto A (poco oltre la sezione T-AB).

Il percorso è stato suddiviso in tratti rettilinei individuati sulla planimetria generale (TAV. 2/B) con lettere dalla "Y" alla "A".

La lunghezza complessiva dell'intervento dello stralcio 3 è di circa 622 metri contro uno sviluppo lineare complessivo su Vallin dell'Aquila (stralci 1 e 3) di 950.82 m. Il diaframma dovrà garantire la continuità con quello già eseguito nello stralcio 1 in corrispondenza del punto Y.

Anche in questo caso, la diaframmatrice sarà ottenuta mediante pannelli primari e secondari rispettivamente di 2.50 e 2.20 m di lunghezza e 60 cm di spessore per **una superficie complessiva netta di circa 6934 mq** contro una superficie totale prevista (stralci 1 e 3) di 11.112 mq cui si aggiunge in fase di computo un 2% di tolleranza per tenere conto dell'incertezza del contatto Pleistocene/Pliocene. Le quote d'immorsamento dei setti variano da 35.85 (punto Y) m slm. ai 7.50 m slm (punto S), e dovranno essere comunque tali da innestare l'opera per almeno due metri nel limite dei depositi pleistocene/pliocene, in modo da intercettare le perdite di percolato che si muovono nei terreni più trasmissivi.

Le sezioni di progetto e il profilo longitudinale dell'opera sono riportate nelle TAV. 5-7.

Considerando le modifiche al tracciato che si sono rese necessarie in base alla ripermutazione del limite rifiuti, il diaframma interessa aree oggi vegetate e con pendenze variabili.

Nella Tavola 7, si riporta il profilo longitudinale dello stato di fatto con le pendenze esistenti, il profilo modificato e regolarizzato per la preparazione del piano di lavoro ed uno schema delle caratteristiche minimali che dovrà avere il piano di lavoro stesso. Il profilo longitudinale del diaframma è stato suddiviso in sottotratti omogenei per pendenza e per necessità di regolarizzazione in fase esecutiva (Tav. 8). Considerando le pendenze, infatti, l'Impresa dovrà impostare piani omogenei di appoggio per consentire il posizionamento dell'escavatore e l'esecuzione del diaframma. A carico dell'Impresa restano tutte le operazioni di "disboscamento" e di rimozione della vegetazione di basso fusto che si rendessero necessarie per l'esecuzione del piano di lavoro.

Con riferimento alla suddivisione del diaframma della planimetria di TAV 2/B, nella Tabella 3 si riportano le principali caratteristiche geometriche dei diaframmi nei vari tratti: lunghezza, profondità minima del diaframma, profondità massima del diaframma e la superficie totale misurata direttamente sul profilo longitudinale di sviluppo del diaframma.

Tratto	Lunghezza [m]	Profondità minima diaframma	Profondità massima diaframma	Superficie [mq]
A - B	10.4	2.5	4.6	36.9
B - C	27.1	2.6	4.4	95.4
C - D	19.3	3.0	4.3	70.0
D - E	10.9	2.4	3.1	28.9
E - F	114.9	1.9	10.9	556.8
F - G	15.7	10.9	15.0	197.6
G - H	26.7	15.0	16.3	424.6
H - I	14.2	15.9	16.4	230.8
I - J	7.5	16.3	16.4	122.0
J - K	20.7	15.5	16.3	328.4
K - L	34.9	15.5	16.3	553.3
L - M	41.2	16.3	19.1	703.2
M - N	12.2	17.8	19.1	224.7
N - O	7.8	17.6	18.9	143.0
O - P	36.9	17.2	18.9	675.5
P - Q	22.4	16.7	18.1	392.2
Q - R	19.7	14.7	17.2	310.6
R - S	18.1	13.2	14.7	252.5
S - T	45.0	8.5	13.2	505.6
T - U	17.7	10.4	10.8	189.2
U - V	27.8	9.1	11.3	294.3
V - W	17.2	8.1	9.2	150.0
W - X	36.6	7.8	8.5	299.8
X - Y	17.3	8.4	8.8	148.6

Tabella 3- Principali caratteristiche geometriche dei diaframmi in Vallin dell'Aquila.

Nella scelta del tracciato un'attenzione particolare è stata posta per la presenza dei sottoservizi, delle interferenze e delle necessità di disboscamento e preparazione del piano di lavoro. In generale si è cercato di realizzare la diaframmatura nei limiti di proprietà dell'AAMPS, lungo la zona carrabile che circonda la discarica, lasciando, dove possibile, un margine di sicurezza di almeno 1.50 m dalle linee censite. In quei casi in cui il tracciato taglia le linee interrate, o si avvicina troppo alla linea aerea elettrica, occorre realizzare degli interventi di spostamento e di successivo ripristino di tali linee. Le aree di disboscamento sono mostrate, pur se con riferimento indicativo, nell'allegato fotografico. Pur avendo effettuato il censimento dei sottoservizi e pur consigliando di realizzare i lavori con le linee inattive (senza corrente elettrica, senza pompaggio di percolato) prima di eseguire le corree di guida dei diaframmi occorre verificare, a cura ed onere dell'impresa, attraverso prescavi (profondi almeno 2.50 m e distanziati non più di 15 metri) o sistemi elettronici la reale posizione dei sottoservizi presenti secondo piani concordati con la D.L..

3.3. - Sintesi delle quantità

In base alla ricostruzione dei profili dei diaframmi si possono riassumere le quantità in gioco.

• Superficie geometrica del diaframma del settore Pian dei Pinoli:	6611 mq
• Superficie geometrica del diaframma del settore Vallin dell'Aquila:	6934 mq
• Superficie geometrica totale del diaframma:	13.545 mq
• Superficie inserita nel computo per incertezza orizzonte di contatto (+2%):	13.815 mq
• Volumi totali di escavazione su superficie Totale diaframma:	8127 mc
• Volumi totali di escavazione su superficie incrementata (+2%):	8290 mc

3.4. - Attività preliminari, complementari e alternative al tracciato di progetto

Come anticipato e definito anche nell'elenco prezzi negli oneri a carico dell'impresa, le attività preliminari per il tracciamento del diaframma consistono in:

1. Pulizia dell'area di cantiere con rimozione della vegetazione sia esterna che interna alla recinzione e lungo l'asse del diaframma per una larghezza utile all'esecuzione delle opere in sicurezza. L'impresa dovrà rendere evidente tutta la superficie piana disponibile dal ciglio di scarpata della viabilità esistente fino ad un tratto significativo del versante della discarica.
2. Movimentazione terra, con scavi e riporti per ottenere un piano di lavoro adeguato secondo le pendenze di progetto. Eventuali rifiuti derivanti dalla pulizia dell'area e dalla movimentazione terra dovranno essere smaltiti a carico dell'impresa.

3. Rilievo topografico della strada e del tracciato del diaframma per una larghezza minima di almeno 5 metri rispetto l'asse del diaframma con adeguata ricostruzione dei versanti laterali e con restituzione cartografica e compatibile con i rilievi già eseguiti da AAMPS. L'impresa dovrà fornire planimetrie e sezioni.
4. Ricostruzione di dettaglio di tutti i sottoservizi presenti per evitare interferenze con il percorso del diaframma. L'impresa potrà organizzarsi sia con metodi indiretti che diretti (scavi e saggi). In questo caso sarà necessario eseguire un saggio ogni 15 metri e profondità minima 2.50 metri e comunque secondo programma concordato con la DL.
5. Ricostruzione topografica e qualitativa di 60 sezioni trasversali (40 sezioni per Vallin dell'Aquila e 20 sezioni per Pian dei Pinoli) con inizio sul ciglio stradale o del piano di lavoro e fine sul versante della discarica, se esistente. Su ciascuna sezione dovranno essere posizionati, la dove presenti, i sottoservizi rilevati o le interferenze di tracciato, comprese quelle idrauliche, di cui al punto precedente. In base alle risultanze della ricostruzione, AAMPS potrà definire il tracciato finale della diaframmatrice che potrà differire rispetto a quello ipotizzato in fase progettuale.

In base a quanto sopra, la committenza si riserva una modifica del tracciato del diaframma di stralcio 2 in Pian de Pinoli che potrebbe avere come conseguenza anche la traslazione del diaframma all'interno dell'attuale recinzione. In questo caso, ferma restando la contabilizzazione a corpo delle reali quantità eseguite, l'Impresa non potrà pretendere nulla in più rispetto quanto previsto dal contratto sottoscritto essendo stata considerata anche questa alea di incertezza nella formulazione dei prezzi unitari che hanno portato alla determinazione dell'ammontare a corpo. Nel caso di spostamento potrebbe essere necessaria la rimozione della recinzione esistente con successivo ripristino da ritenersi sempre inclusa nel prezzo a corpo. Stessa cosa è valida per il tratto di Vallin dell'Aquila.

3.5. - Fase di realizzazione e caratteristiche della miscela

3.5.1. - Allestimento del cantiere

L'area di cantiere è stata dettagliata nell'allegato Piano di Sicurezza.

Oltre alle infrastrutture classiche dei cantieri edili, la natura dell'opera da eseguire richiederà importanti accorgimenti per lo stoccaggio dei materiali (acqua, cemento e bentonite o miscela preconfezionata) e per la preparazione delle diverse fasi della miscela. Per i dettagli, si rimanda al Piano di Sicurezza allegato.

3.5.2. - Esecuzione della diaframmatura

Segnata la posizione del diaframma, a circa 20 cm sotto il piano campagna si eseguono le corree di guida di dimensioni 0.60 x 0.20 m armate con 4 ferri ϕ 10 longitudinali per ogni lato e staffe ϕ 8/25 cm, o comunque con un armatura tale da resistere agli urti della benna di scavo. I pannelli andranno scavati in modo alternato partendo dai primari e completando lo scavo con i secondari. Per assicurare la continuità dell'opera, i pannelli secondari, saranno realizzati riscavando per 15 cm a destra ed a sinistra i pannelli primari. Lo scavo del diaframma dovrà essere eseguito con una benna idraulica Kelly guidata a mezzo di dispositivi che siano in grado di assicurare la massima verticalità e complanarità degli elementi del diaframma. Per il controllo della verticalità in profondità del diaframma, l'attrezzatura di scavo dovrà essere fornita di appositi inclinometri. Gli inclinometri da utilizzarsi potranno essere, per esempio, del tipo fisso accelerometrico monoassiale per benna, forniti di centralina completa di stampante che permetta la registrazione delle misure. L'impresa potrà proporre metodologie diverse di verifica della verticalità. La zona di lavoro della macchina dovrà essere perfettamente in piano, quindi nelle zone in discesa od in salita occorre realizzare degli appositi terrazzi di lavoro compresi nel prezzo del diaframma stesso. Normalmente la macchina sarà posizionata ortogonalmente allo sviluppo del diaframma ad una distanza di circa tre metri dalla linea di scavo.

Per continuità con quanto eseguito nello stralcio 1, si prevede il ricorso a miscela preconfezionata tipo "solidur" o similare. L'impresa ha la massima libertà di scelta di una miscela preconfezionata da additivare solo con acqua e con permeabilità inferiori o uguali a quelle raggiunte nell'esecuzione dello stralcio 1. Il composto premiscelato, pertanto, dovrà essere pronto per l'uso, e composto da leganti minerali cementiti, e componenti argillosi e/o bentonitici oltre ad eventuali aggiunte speciali anche brevettate. La permeabilità a 28 giorni dovrà essere $K < 5 \cdot 10^{-9}$ m/s mentre quella a 90 giorni dovrà risultare $K < 1 \cdot 10^{-10}$ m/s.

Nel caso in cui l'Impresa scegliesse di ricorrere ad una miscela classica di tipo ternario (acqua - cemento - bentonite + additivi) dovrà dimostrare, assumendosene ogni onere e rischio, il raggiungimento dei valori di permeabilità sopra richiamati anche facendo ricorso ad additivi di cui dovrà dimostrare la compatibilità ambientale e la stabilità nel tempo.

Lo scavo dovrà essere eseguito a tratti lasciando all'interno i fanghi autoindurenti per la stabilizzazione delle pareti e successivo indurimento. Per l'individuazione della composizione ottimale della miscela l'Impresa dovrà eseguire più prove di preclassificazione della miscela utilizzando diverse percentuali di composizione e con garanzia della costanza della qualità dell'acqua.

Le prove di permeabilità condotte in laboratorio sulle diverse miscele consentiranno di definire la composizione ottimale. Poiché la resa volumetrica della miscela è inferiore al 100% si avrà nei giorni successivi all'esecuzione dei vari tratti un "calo" del livello della miscela. Sarà cura dell'Impresa provvedere in questa fase a immettere nella canaletta ulteriori quantità di miscela. Per una buona maturazione delle miscele è necessario che in zona prossima al diaframma non si eseguano, nei primi cinque-sette giorni della posa in opera, operazioni di scavi, vibrazioni, etc., che sollecitino particolarmente il terreno. Una volta terminato il getto e l'indurimento della miscela, senza rimuovere le corree di guida, la parte sommitale del diaframma dovrà essere protetta con un getto di cls o, qualora richiesto dal committente, con riporto di terreno ben costipato. L'impresa dovrà dimostrare la verticalità dei diaframmi eseguiti, ricostruendone lo sviluppo anche in planimetria e con profilo longitudinale.

3.5.3. - Gestione dei terreni estratti

La fase di realizzazione del diaframma produrrà, come sopra riportato nel dettaglio e se le profondità saranno confermate, circa 3900 mc di materiale di scavo nel settore Pian de Pinoli e circa 4160 mc di materiale di scavo nel settore Vallin dell'Aquila. Tali quantità, come già evidenziato, vengono incrementate del 2% per tenere conto delle incertezze nella valutazione del contatto. Il materiale che si otterrà dall'escavazione del diaframma potrà essere:

- Terreno insaturo misto a miscela bentonitica
- Terreno saturo misto a miscela bentonitica

Secondo il recente quadro normativo, DPR n. 120 del 13 giugno 2017, le "terre e rocce da scavo sono costituite da: il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, (...)". Quindi i terreni provenienti dall'esecuzione dei diaframmi con miscela ternaria, potrebbero essere trattati come "materiali di scavo" sempre che le caratteristiche chimiche del cumulo, indipendentemente dalla presenza della bentonite, non siano tali da prevederne uno smaltimento o un trattamento.

Si è ritenuto, tuttavia, di poter inquadrare il materiale proveniente dallo scavo dei diaframmi come una movimentazione all'interno dello stesso sito, soggetto ad un unico processo autorizzativo e di bonifica, e che nel caso specifico risulta funzionale alle necessità di ripristino della copertura provvisoria sulla sommità della discarica. Infatti, recenti eventi meteorologici particolarmente avversi

e i normali assestamenti della discarica avvenuti negli ultimi anni, rendono necessario un intervento di riprofilatura del piano di appoggio ed una completa sostituzione del telo in LDPE, oggi solo parzialmente ancora funzionale.

Si propone, quindi, di posizionare, conformemente alle prescrizioni della CdS del 6 luglio 2018, il solo terreno di scavo **NON SATURO** proveniente dai diaframmi direttamente sulla superficie di 2 delle 4 aree sommitali che richiedono una riprofilatura delle pendenze e una ricarica per omogeneizzare il piano di posa. Lo spessore medio del ripristino è di circa 37.5 cm. Si rimanda al capitolo relativo al progetto di ricopertura sommitale con telo in HDPE per ogni dettaglio.

Prima di iniziare i lavori veri e propri di diaframmatura, così come eseguito per il primo stralcio già eseguito, si prevede comunque l'esecuzione di 10 piezometri di profondità 10 metri in punti concordati con l'Ente di controllo e tali da non interferire con i sottoservizi rilevati. Il diametro di perforazione dopo alesaggio sarà di 250 mm con tubazione in PVC minimo 4", drenaggio, cementazione e pozzetto carrabile. In questo caso la procedura sarà la seguente:

- a) Individuazione sul campo dell'ubicazione precisa dei 10 sondaggi (5 per Vallin dell'Aquila e 5 per Pian dei Pinoli);
- b) Perforazione 10 sondaggi con profondità 10 metri e diametro perforazione 250 mm;
- c) Prelievo di 3 campioni rappresentativi di differenti profondità, di cui uno nel terreno superficiale di riporto, e gli altri due come campione medio su due porzioni degli strati successivi;
- d) Analisi chimica per la caratterizzazione preventiva dei terreni. I parametri da analizzare, sono gli stessi già utilizzati nella fase di caratterizzazione ambientale del sito e di esecuzione del primo stralcio. I parametri ricercati sono:

- | | | |
|-----------------|-----------|--------------------|
| ○ Residuo secco | ○ Piombo | ○ Arsenico |
| ○ Cromo VI | ○ Rame | ○ Antimonio |
| ○ Berillio | ○ Selenio | ○ Mercurio |
| ○ Cadmio | ○ Stagno | ○ Idrocarburi C<12 |
| ○ Cobalto | ○ Tallio | ○ Idrocarburi C>12 |
| ○ Cromo | ○ Vanadio | |
| ○ Nichel | ○ Zinco | |

A questi, come richiesto da Arpat in fase di esecuzione del primo stralcio, vanno aggiunti gli IPA e la determinazione del Test di cessione. Direttamente dalle cassette catalogatrici di ciascun sondaggio

saranno prelevati tre campioni di terreno da inviare direttamente a laboratorio. I campioni, che per ciascun piezometro saranno denominati C1÷C3 saranno prelevati secondo la seguente sequenza:

- C1: campione medio ottenuto da vari incrementi di terreno tra 0m (p.c.) e 1m;
- C2: campione medio ottenuto da vari incrementi di terreno tra 2m e 5m
- C3: campione medio ottenuto da vari incrementi di terreno tra 0m e 10m.

3.5.4. - Aree di stoccaggio provvisorio dei terreni

Considerando la filosofia di gestione di cui al paragrafo precedente, non dovrebbero essere necessarie aree di accumulo dei terreni. In ogni caso, qualora si decidesse di dover accumulare provvisoriamente parte dei terreni per controlli a campione richiesti dall'Ente di controllo, le aree di accumulo sono state individuate, necessariamente, sulla sommità della discarica. Sono state censite aree distinte utili ad accatastare i terreni provenienti da Vallin dell'Aquila e da Pian dei Pinoli. Le aree di stoccaggio sono state individuate in due delle quattro aree in cui deve essere ripristinata la copertura provvisoria (Aree 3 e 4 della Tavola 11).

3.5.5. - Aree di stoccaggio definitivo dei terreni insaturi e da impermeabilizzare in HDPE

I quantitativi di terreno estratto, secondo quanto ricostruito nel Piano di utilizzo delle Terre sono suddivisibili in 4631 mc di terreni insaturo non contaminato, 2322 mc di terreno saturo non contaminato, 994 mc di terreno di riporto e riempimento da riutilizzare in ambito di cantiere e 180 mc di terreno insaturo ma contaminato e quindi da smaltire. In totale, dunque 8127 mc di terreni che vengono incrementati del 2% per tenere conto delle incertezze nella valutazione del contatto. L'incremento, pari a 162,54 mc, progettualmente, viene attribuito interamente ai terreni non saturi che diventano, dunque 4793 mc cui sommare 994 mc di terreni di riporto e riempimento per complessivi **5787 mc**.

La sommità della discarica di Vallin dell'Aquila è oggi impermeabilizzata con un telo in LDPE 0,5 mm posato nel 2007 che, pur con periodiche manutenzioni, risulta oggi da sostituire in attesa della copertura definitiva della discarica. Si è previsto, quindi di posare in opera un telo in HDPE di spessore 1 mm dopo aver regolarizzato la superficie di appoggio attraverso lo stendimento dei terreni insaturi provenienti dallo scavo del diaframma. Nel verbale della CdS è stato richiesto di circostanziare l'intervento in relazione al capping finale, gli effetti sui cedimenti della discarica e sui pozzi di biogas e del percolato. A tal proposito:

1. Sul capping finale, l'impermeabilizzazione in HDPE prevista dal progetto non avrà alcun effetto in quanto ne sarà prevista la rimozione prima della sua realizzazione. Per quanto

riguarda il terreno riportato, può al momento essere inquadrato come strato di regolarizzazione del piano di posa, previsto comunque in ogni progetto di capping definitivo, considerando i modesti spessori posati in opera e la natura dei terreni.

2. Sui cedimenti attesi, il riporto di terreno è ininfluenza considerando il carico indotto pari a $0,076 \text{ Kg/cm}^2$.
3. Gli spessori previsti dal progetto, poco più di 35 cm, sono pienamente compatibili con le attuali infrastrutture esistenti per la captazione del biogas e del percolato. Infatti sia i pozzi di captazione del percolato che le teste di pozzo esistenti fuoriescono dal piano campagna per altezze ben superiori rispetto quelle preventivate. Il terreno proveniente dai diaframmi è prevalentemente a matrice sabbiosa e il biogas già oggi viene drenato verso i pozzi di captazione a quote inferiori rispetto il p.c. Quindi sono da escludere interferenze.

TERRENI NON SATURI -I terreni non saturi provenienti dallo scavo dei diaframmi sono inquadrabili come movimentazioni interne al sito e, di conseguenza, saranno collocati direttamente su 2 delle quattro aree in sommità della discarica e che richiedono una riprofilatura delle pendenze ed un rifacimento dell'impermeabilizzazione provvisoria. Di conseguenza, una volta rimossi i brandelli di telo in LDPE ancora presenti sulle singole aree 1 e 2, le operazioni previste sono le seguenti:

- Scavo del diaframma, carico del terreno su camion e trasporto in sommità
- Scarico a terra sulla singola area da impermeabilizzare
- Compattazione dei terreni per ottenere le pendenze di progetto
- Impermeabilizzazione con telo in HDPE di spessore 1 mm

Le 2 aree da sopraelevare con riporto di terreno hanno una estensione totale di 17.615 mq e accoglieranno tutti e **5787 mc** di terreni non saturi provenienti da scavo del diaframma con uno spessore di circa 33.0 cm.

TERRENI SATURI -Come già anticipato, nella conferenza dei sevizi del 6 luglio 2018, è stato prescritto di trattare i terreni saturi come rifiuto avviandolo a smaltimento. Di conseguenza, i 2.322 mc di terreno saturo non contaminato, oltre a 180 mc di terreno saturo contaminato, dovranno essere smaltiti con costi a carico del progetto. Con peso specifico di 1.85 t/mc si ipotizzano 4750 t.

Delle 4 aree da impermeabilizzare, quindi, solo 2 saranno oggetto di ricarica e riprofilatura mentre altre due saranno solamente impermeabilizzate con nuovo telo in HDPE.

Nel dettaglio:

	Sup. da sopraelevare (mq)	Volume di sopraelevazione (mc)	Sup. da impermeabilizzare (mq)	Ancoraggi cls (m)
Area 1	13.255	4.355	16.690	445
Area 2	4.360	1.432	5.210	410
Area 3	2.495	0	3.380	210
Area 4	2.640	0	3.830	280
TOT.	22.750	5.787	29.110	1.345

Si prevede di introdurre in computo, un valore incrementato del 5% per un complessivo arrotondato di **30.600 mq di telo in HDPE** che dovranno essere zavorrati al suolo attraverso blocchetti di cls ogni 16 mq per un complessivo minimo di 1900 zavorre.

La planimetria dello stato di fatto delle aree da impermeabilizzare, in cui si riporta anche il rilievo topografico, è riportata nella Tav. 10 mentre il progetto di dettaglio dell'impermeabilizzazione delle aree 1-2-3-4 e le relative sezioni tipo di impermeabilizzazione sono riportate in Tavola 11.

3.5.6. - Regimazione acque delle aree di stoccaggio definitivo dei terreni

Non si prevedono modifiche della rete di regimazione acque delle aree in cui viene ripristinata la impermeabilizzazione provvisoria. In questi anni, nonostante eventi anche molto intensi, ha dato prova di un ottimo funzionamento e di un adeguato dimensionamento. Si mantiene dunque inalterata la modalità di regimazione sommitale che prevede una larga depressione perimetrale, posta a circa 3.0 metri dal ciglio scarpa, per il drenaggio, l'invaso temporaneo ed il convogliamento delle acque negli specifici punti di allontanamento. L'invaso perimetrale ha una larghezza massima di circa 5 metri. Il telo in HDPE andrà posato sul fondo, e dovrà essere ancorato sul fondo con una trincea in cls di dimensioni minima 30x30 cm. Si esclude il ricorso alla terra per fissare la striscia di HPDE poiché andrebbe ad intasare i sistemi di allontanamento delle acque. Periodicamente si dovrà verificare l'erosione provocata dallo scorrimento dell'acqua ed intervenire in caso di necessità. Lo sviluppo approssimativo della depressione sulle diverse aree è di circa 1270 metri. L'invaso ottenibile con questo sistema su Vallin dell'Aquila è di circa 5000 mc. In prossimità dei punti di allontanamento dell'acqua previsti in sommità la sezione dell'avvallamento deve progressivamente ridursi per confluire in un pozzetto in cls che si prevede di realizzare ex novo con dimensioni 100x100x150 centimetri con tubazione di collegamento ai discendenti già in opera e perfettamente funzionanti.

3.5.7. – Regimazione acque lungo la strada di Pian dei Pinoli

Nella CdS viene richiesto di valutare l'impermeabilizzazione del fosso al piede dei versanti di Pian dei Pinoli evidenziato nelle Tavole 3 e 4 del progetto. Le Tavole, rappresentano le sezioni su cui è stato impostato l'asse del diaframma mostrando anche lo stato dei sottoservizi e degli ingombri esistenti. Il Fosso è in parte esterno alla recinzione della discarica e in parte aderente al piede ed è ricollegato alla rete più generale di regimazione acque con recapito nell'area boscata. Si ritiene che una impermeabilizzazione del fosso, tra l'altro poco definita in termini di indicazione tecnica e scollegata dall'area sommitale già oggi impermeabilizzata, non possa prescindere da una analisi complessiva dell'intera regimazione acque che sarà prevista nel progetto di capping definitivo. Inoltre qualunque intervento di impermeabilizzazione, sia esso in materiali sintetici che in cls, richiederebbe interventi di pulizia, di scavo e risagomatura al piede della discarica senza che siano progettualmente previsti adeguati accorgimenti tecnici complessivi sui versanti di Pian dei Pinoli. Si ritiene quindi più corretto non intervenire a spot su una sola parte della regimazione acque aprendo scenari indeterminabili sui versanti della discarica e rimandare eventuali considerazioni tecniche complessive al progetto di capping definitivo.

3.6. - Pozzi di drenaggio

A ridosso della diaframmatrice occorre effettuare dei pozzi di drenaggio per assicurare la possibilità di emungimento del percolato bloccato dai diaframmi. Le quantità di percolato in gioco non sono note e possono, inizialmente, essere ritenute di entità modesta. Tuttavia, questi pozzi potranno assolvere molteplici funzioni:

- ✓ **Monitorare la funzionalità dei pannelli:** confrontando i livelli nei pozzi di drenaggio con quelli dei piezometri posizionati a valle del diaframma si potranno trarre elementi di valutazione relativamente alla funzionalità dell'opera.
- ✓ **Stimare le perdite dalla discarica:** i pozzi permetteranno, attraverso un monitoraggio continuo e delle prove di emungimento, di valutare con maggior precisione la permeabilità dei terreni sottostanti, e quindi consentirà una stima delle fughe di percolato e di conseguenza prevedere un adeguamento nel tempo dei costi di smaltimento.
- ✓ **Integrare la rete di monitoraggio:** questi pozzi saranno inclusi nella rete di monitoraggio già oggi oggetto di periodica verifica.
- ✓ **Contribuire a bonificare la falda:** come detto, essendo posizionati alle spalle delle barriere, quindi in corrispondenza di punti di accumulo della falda inquinata, potranno essere utilizzati per bonificare la falda con estrazione di acqua inquinata.

I pozzi devono essere costruiti con una tubazione finale di diametro 6 pollici e saranno attestati sopra il limite discordante del contatto Pleistocene/Pliocene verificato in fase d'esecuzione dalla presenza di un geologo. I pozzi saranno realizzati con perforazione a carotaggio continuo, a secco, con carotiere tipo split barrel di diametro 101 mm e rivestimento provvisorio di diametro compatibile. In seguito occorre eseguire un alesaggio almeno 300 mm per l'intera profondità per la posa di una colonna da 6 pollici tale da consentire l'installazione di una pompa elettrosommersa.

L'opera sarà completata con la posa della tubazione in PVC microfessurata munita di fondello, riempimento dell'intercapedine foro-tubazione con dreno in ghiaia calibrata silicea; tampone di argilla bentonitica granulare e cementazione superficiale secondo le indicazioni della D.L.. La tubazione in PVC dovrà fuoriuscire per almeno 50 cm con tappo ermetico e sfiato. A terra, in continuità con il riempimento in cls, una piastra di ancoraggio in calcestruzzo di dimensione 50x50 con spessore fuori terra 10 cm. L'apertura delle fessure e le dimensioni del dreno saranno stabilite in base ai risultati dell'analisi granulometrica eseguita sui campioni di terreno. Visto che in questa fase non si possono fare previsioni certe sulla quantità di prodotto estratto e sull'ampiezza del cono d'influenza che si instaurerà, sembra opportuno realizzare un numero limitato di pozzi posizionati nei punti in cui le indagini effettuate hanno evidenziato la maggiore contaminazione. Successivamente, in base alle informazioni che emergeranno dai controlli post-realizzazione, si deciderà se aumentarne il numero. Inoltre, in mancanza di informazioni certe, almeno inizialmente, i pozzi non saranno dotati di impianto di pompaggio fisso, ma l'emungimento avverrà attraverso sistemi mobili.

Nel settore di Pian dei Pinoli non esiste, se non in un breve tratto, una rete di allontanamento del percolato in cui smaltire gli eventuali emungimenti. Inoltre non si hanno elementi certi per quantificare gli emungimenti nel tempo e prevedere quindi opere di accumulo proporzionate alle effettive esigenze. Pertanto, si prevede di realizzare in questa prima fase solamente i pozzi di estrazione prevedendo periodiche campagne di svuotamento per valutare l'entità dell'acqua estraibile e le eventuali necessità impiantistiche a regime. Sono stati previsti 4 pozzi (TAV. 2/A) la cui numerazione tiene conto che nello stralcio 1 sono già stati eseguiti 3 pozzi numerati da PD1 a PD3 per cui nel secondo stralcio si prende avvio dalla numerazione PD4. I 4 pozzi previsti sono :

- ✓ PD4 - tra la sezione 5' e la sezione 4';
- ✓ PD5 - nei pressi del Pz27;
- ✓ PD6 - nei pressi del Pz37;
- ✓ PD7 - in corrispondenza dell'estremità del diaframma, nella zona dell'anfiteatro.

Nel settore di Vallin dell'Aquila, invece, i pozzi saranno dotati lateralmente di piccoli volumi di accumulo (circa 0.06 mc) , collegati, tramite condotte in HDPE ϕ 110 PN16 con la rete del percolato oppure direttamente con le attuali vasche di stoccaggio.

Sono stati previsti 3 pozzi ubicati come riportato nella TAV. 2/B. I punti prescelti sono:

- ✓ PD8 - nei pressi del punto K con scarico nelle vasche esistenti PP3,
- ✓ PD9 - In prossimità del cancello Sud con recapito nella vasca C6 ;
- ✓ PD10 - Nei pressi del punto S del diaframma in corrispondenza del dreno nel settore N.O.

I piccoli volumi di accumulo (TAV. 9) che garantiscono una più omogenea distribuzione del percolato estratto nella rete del percolato, sono costituiti da pozzetti prefabbricati in polietilene ϕ 40 di profondità 50 cm poggiati su sottofondo di cls di spessore 10 cm. E' previsto un rivestimento con pozzetti in calcestruzzo 50x50 senza fondo con riempimento in cls anche dell'intercapedine. Il tutto sarà completato da un chiusino carrabile in cls di spessore 8 cm ed elemento di ispezione in ghisa classe IB125 di dimensioni 300 mm. Il collegamento con le vasche o con i pozzetti della rete del percolato dovrà essere effettuato con una condotta di collegamento dotata di una pendenza minima del 0.5 %.

3.7. - Indirizzi per la manutenzione

Vista la tipologia di lavoro, sono minime le indicazioni che possono risultare utili per la sua manutenzione. Tuttavia si può evidenziare il seguente elenco di attività periodiche:

- Verifica semestrale dell'integrità dei Picchetti di segnalazione a bordo della carreggiata o dell'asse del diaframma nelle aree con vegetazione, utili all'individuazione dei punti di raccordo con i diaframmi degli stralci successivi.
- Inserimento nella rete di monitoraggio esistente anche dei pozzi di drenaggio con verifica periodica dei livelli ed attivazione dell'eventuale sistema di pompaggio.
- Verifica annuale della funzionalità dei pozzi di drenaggio anche attraverso prove dirette in situ
- Mantenimento delle attuali misure di verifica e manutenzione della rete elettrica in bassa tensione.
- Verifica semestrale della funzionalità della rete dei fossi e delle tubazioni di attraversamento con eventuale intervento di pulizia e rimozione della vegetazione.
- Verifica semestrale dell'integrità della testa diaframma (riempimento delle coree di guida) e delle strade su cui si attesta il diaframma.

4. - PROGRAMMA DEI LAVORI E TEMPI D'ESECUZIONE

Nella Tabella 2 si riporta l'elenco delle attività previste in appalto con i relativi tempi di esecuzione. I tempi indicati potranno subire delle variazioni in base all'evoluzione delle attività in atto nella scarica ed alle particolari condizioni operative al momento di esecuzione dei lavori stessi. Pertanto i tempi indicati vanno assunti come riferimento operativo suscettibile di aggiornamenti. Il cronoprogramma delle attività è riportato nel PSC allegato al progetto.

	Attività	Tempo previsto
1	Allestimento del cantiere per il confezionamento della miscela e di tutte le opere necessarie e previste dal Piano di Sicurezza. Caratterizzazione preliminare delle miscele	2 settimane
2	Pulizia delle aree, verifica dei sottoservizi mediante l'utilizzo di sistemi elettronici e/o prescavi, rilievi topografici e definizione del tracciato del diaframma.	2 settimane
	Realizzazione dell'area da destinare a deposito temporaneo del materiale estratto durante la realizzazione dei pannelli di prova, necessari alle verifiche preventive per la classificazione del terreno.	2 settimane
3	Esecuzione con escavatore Kelly di 5 pannelli di profondità 10 metri e larghezza 2.50 oppure, su indicazione della Committenza 5 piezometri a 15 metri di profondità. Il materiale estratto sarà trasportato dall'impresa nell'area di stoccaggio temporaneo.	1 settimana
	Prelievo e verifica da parte Enti di controllo dei terreni di prova estratti.	2 settimane
	Modellazione dei fossi di guardia per l'allontanamento delle acque nel settore di Pian dei Pinoli.	In attesa dei risultati dei campioni
4	Esecuzione delle corree di guida e della diaframmatrice nel settore Pian de Pinoli con le eventuali piazzole di lavoro, lo spostamento e il ripristino dei sottoservizi, prove preliminari sulla miscela, l'esecuzione di pannelli sostitutivi o integrativi anche ai fini della verticalità, le prove in fase esecutiva e quelle di permeabilità a 28, 60 e 90 giorni, i rimbocchi di miscela dopo ritiro, il trasporto dei materiali di risulta estratti dal terreno, la copertura della parte sommitale del diaframma a fine lavori con terreno di buona qualità compattato e quanto previsto dal progetto esecutivo.	5 mesi
5	Spostamento delle vasche e/o del cantiere per predisposizione miscela nel settore Vallin dell'Aquila	2 settimane
6	Esecuzione delle corree di guida e della diaframmatrice nel settore Vallin dell'Aquila con le eventuali piazzole di lavoro, lo spostamento e il ripristino dei sottoservizi, prove preliminari sulla miscela, l'esecuzione di	5 mesi

	pannelli sostitutivi o integrativi anche ai fini della verticalità, le prove in fase esecutiva e quelle di permeabilità a 28, 60 e 90 giorni, i rabbocchi di miscela dopo ritiro, il trasporto dei materiali di risulta estratti dal terreno, la copertura della parte sommitale del diaframma a fine lavori con terreno di buona qualità compattato e quanto previsto dal progetto esecutivo	
5	Realizzazione di pozzi di drenaggio, e dove previsto, volumi d'accumulo e collegamento alla rete di drenaggio.	2 settimane
6	Sgombero dell'area di cantiere e ripulitura della zona di lavoro	2 settimane
7	Costipazione dei terreni sulle aree di sopraelevazione	In parallelo alle attività di scavo
8	Impermeabilizzazione in HDPE delle 4 aree in sommità	1 mese
Totale = 14.5 mesi		

Tabella 2 - Programma dei lavori e tempistica d'esecuzione.

Le tempistiche di realizzazione del diaframma tengono conto delle produttività esecutive del primo stralcio e pari a circa 150 mq/giorno ottenute, tuttavia, lavorando con doppio turno dopo autorizzazione della committenza. Non potendo conoscere l'organizzazione del cantiere dell'Impresa esecutrice, si fa in questa fase riferimento ad una produttività di 75 mq/giorno su 5 giorni lavorativi a settimana e considerando un incremento per pioggia del 20%. Le superfici da realizzare sono superiori a 15.000 mq già incrementate per tenere conto dell'incertezza del contatto con l'orizzonte impermeabile. Pertanto i tempi realizzativi della sola diaframmatrice sommano 12 mesi complessivi con la necessità di uno spostamento dell'impianto di miscelazione nel settore di Vallin dell'Aquila.

Per l'HDPE si considera una produttività di circa 1500 mc/giorno comprensivi di ancoraggi.

L'impresa, ovviamente sarà libera di proporre una modalità esecutiva diversa iniziando dal settore prescelto e decidendo di lavorare con doppio turno, se autorizzato dalla committenza, o con doppio impianto riducendo, di conseguenza, le tempistiche operative.

5. - STIMA DI MASSIMA DEI COSTI

La stima di massima dei costi può essere così suddivisa:

- Opere di diaframmatatura ed attività connesse
- Eventuali smaltimenti di rifiuti e/o terreni
- Opere di impermeabilizzazione provvisoria della sommità

I prezzi, che nel presente appalto a corpo costituiscono un semplice riferimento, sono riportati in documento separato. Con riferimento all'opera principale si è considerato un prezzo medio dell'opera di diaframmatatura suddiviso per diverse profondità esecutive.

Nel computo il prezzo medio dei diaframmi è stato considerato applicando il prezzo più cautelativo e che comprende la formazione di cumuli da controllare analiticamente per poi essere ricaricati e trasferiti alla zona di regolarizzazione e impermeabilizzazione successiva. Si prevede, tuttavia, che trattandosi di movimentazione all'interno dello stesso sito, e avendo già condotto un' approfondita caratterizzazione, il ricorso all'accatastamento preliminare con controllo analitico sarà necessario solo in casi particolari e su richiesta dell'Ente di controllo.

Nel computo, a scopo preventivo e alla voce somme a disposizione dell'Amministrazione, si prevede una cifra destinata a ulteriori eventuali smaltimenti e/o attività di recupero di terreni insaturi che dovessero risultare inquinati anche se, avendo modificato il tracciato del diaframma per renderlo esterno al limite dei rifiuti e in base alla caratterizzazione eseguita, questa somma potrebbe non dover essere impegnata se non in minima parte e in casi sporadici di superamenti dei limiti analitici.

I costi totali sono riportati nella Tabella 3 per complessivi **2.086.616 Euro**. Ad essi devono aggiungersi le somme a disposizione dell'Amministrazione che comprendono: costi eventuali di smaltimento per rifiuti escavati, oneri per la sicurezza, spese tecniche ed IVA per complessivi **1.028.401 Euro**.

A - OPERE DI DIAFRAMMATURA E SMALTIMENTI						
N.Ord.	N. El.	DESCRIZIONE	UM.	QUANTITA'	PREZZO UNITARIO [Euro]	IMPORTO PARZIALE [Euro]
1	III.9	<i>Esecuzione di piezometri di prova per caratterizzazione</i>	<i>cad</i>	10	1.250,00	12.500
2	III.4-b	<i>Esecuzione del diaframma in miscela cemento bentonite "tipo solidur" attraverso terreni non saturi con trasporto nelle aree di stoccaggio e analisi chimiche</i>	<i>mq</i>	9.645	98,80	952.926
3	III.4-c	<i>Esecuzione del diaframma in miscela cemento bentonite "tipo solidur" attraverso terreni saturi con carico, trasporto e smaltimento in discarica o presso impianto autorizzato comprensivo di tributo speciale come da prescrizione della CdS.</i>	<i>mq</i>	4.170	200,60	836.502
4	III.18	<i>Costipazione dei terreni NON SATURI provenienti dallo scavo dei diaframmi</i>	<i>mc</i>	5.787	3,23	18.692
5	III.5	<i>Fornitura e posa in opera di membrana in HDPE 1.0 mm a fine lavori per ripristino impermeabilizzazione provvisoria</i>	<i>mq</i>	30.600	5,20	159.120
6	III.19	<i>Fornitura e posa in opera di blocchetti in cls di dimensioni minime 25x25x25 con maniglia in ferro</i>	<i>cad</i>	1.900	6,30	11.970
7	III.2	<i>Sagomatura fossi trapezoidali già non compresa nelle voci di elenco prezzi</i>	<i>ml</i>	500	8,75	4.375
8	III.6	<i>Esecuzione di pozzi di drenaggio</i>	<i>cad</i>	7	8.000,00	56.000
9	III.8-b	<i>Posa di nuova recinzione</i>	<i>ml</i>	560	61,23	34.289
10	III.20	<i>Eventuale ripristino della rete di monitoraggio</i>	<i>cad</i>	1	242,00	242
TOTALE DELL'OPERA [Euro]:					2.086.616	

Tabella 3 - Costi dell' intervento