

A.A.M.P.S. S.p.A.

DISCARICA VALLIN DELL'AQUILA

REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA

PROVVISORIA DELLA VASCA COSSU

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI SPECIALISTICHE

Dicembre 2012



A.A.M.P.S. S.p.A.

DISCARICA VALLIN DELL'AQUILA

**REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA
PROVVISORIA DELLA VASCA COSSU**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONI SPECIALISTICHE

Dicembre 2012

Emesso da:

Ing. Paolo Ghezzi



Rivisto e Approvato da:

Dr. Giuseppe Ghezzi

INDICE

	Pagina
1. - PREMESSA	3
2. - RELAZIONE IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA	6
2.1. - Analisi idrologica	6
2.2. - Portate di progetto	10
2.3. - Dimensionamento della rete di drenaggio	13
3. - MANUTENZIONI	18

N. 3 Figure nel testo
N. 6 Tabelle nel testo
N. 5 Tavole

Hanno collaborato:

Ing. Giovanni Doganieri

Ing. Francesco Orlandi

Dott. Luca Rizza

1. - PREMESSA

Ai sensi della normativa vigente il progetto esecutivo deve essere corredato di alcune relazioni specialistiche che siano inerenti le opere da progettare.

La relazione generale, cui si rimanda per una lettura organica del progetto, contiene già tutti i dettagli delle relazioni specialistiche che di seguito, nei casi di pertinenza, vengono suddivise per capitoli.

Considerando la natura del progetto si ritiene che le uniche relazioni specialistiche che abbiano attinenza con le opere progettate siano:

- La relazione idrologica ed idraulica.
- Attività di manutenzione.

Per quanto riguarda le altre relazioni, escluse quelle da escludere a priori quali la relazione paesaggistica o archeologica, si può considerare quanto segue:

Relazione geologica – L'intervento insiste esclusivamente su un'area di sommità e sui primi tre gradoni di una discarica esistente. Quindi su rifiuti ricoperti o contenuti con terra. Non sono previsti scavi ma solo regolarizzazioni con riporto di terreno. Non sono previste alterazioni dei luoghi se non attraverso una copertura con geosintetici. Si ritiene, dunque, che il quadro geologico, peraltro ampiamente descritto in numerose relazioni geologiche a cura di Getas disponibili presso AAMPS possa considerarsi influente rispetto l'opera progettata.

Relazione geotecnica – Trattandosi di una copertura provvisoria i versanti non possono subire adeguamenti morfologici che possano consentire di raggiungere i coefficienti di stabilità previsti per legge e che sono invece prevedibili nel progetto di copertura definitiva. La copertura, dunque, insiste sui versanti nelle condizioni più o meno stabili che li caratterizzano nello stato attuale. Il Piano di sicurezza prevede che tutte le attività previste sui versanti, ed in particolare quelle di scavo o riporto, dovranno avvenire con la massima attenzione e dopo aver verificato preventivamente lo stato dei versanti, la presenza di eventuali piccoli movimenti o dissesti o fenomeni di erosione. Il capo cantiere, inoltre, avrà l'onere di una verifica preliminare dello stato dei versanti non appena terminato il decespugliamento previsto nella fase iniziale.

Le possibili problematiche geotecniche legate ad interventi su versanti non in linea con i coefficienti di norma sono state evidenziate in più occasioni in sede di istruttoria durante la quale, tuttavia, si è ritenuto necessario procedere con una impermeabilizzazione non solo sommitale ma anche su parte dei versanti stessi. In questo senso l'intervento avviene in condizioni inalterate rispetto lo stato esistente.

Piano di gestione delle terre – Non si prevede un vero e proprio Piano di gestione delle terre. Il progetto prevede solo il riporto di terreno eccezione fatta per qualche potenziale minimo scavo sui versanti per la regolarizzazione del piano di appoggio delle tubazioni. Quindi i terreni in ingresso saranno muniti di apposita certificazione che ne attesti la provenienza e, se provenienti da impianto di recupero, la qualità. La movimentazione dovrà minimizzare la presenza di polveri anche attraverso opportune bagnature dei terreni soprattutto nella stagione secca.

I terreni potranno essere stoccati in apposite aree individuate congiuntamente con la Direzione Lavori e la Committenza per il successivo utilizzo nelle aree di riporto.

Relazione sugli impianti – Unico impianto che richiede un qualche intervento è quello del biogas. Il progetto prevede la messa in opera di geocomposito drenate in sommità e, come da prescrizione degli Enti, anche sui versanti sommitali. E' quindi necessario da un lato adeguare le teste pozzo dell'impianto rispetto le nuove quote attribuite al piano sommitale

e dall'altro mettere in comunicazione il geocomposito drenante con la parte fessurata della tubazione dei pozzi del biogas. Le attività previste sono le seguenti:

- scavo nell'intorno del pozzo per circa 1,5 metri di profondità, fino ad arrivare alla parte di tubazione fessurata, dove ha inizio la testa pozzo;
- tagliare la testa pozzo e giuntare un altro tratto di tubazione fessurata, fino ad arrivare ad una quota di circa 15 cm più bassa di quella del piano regolarizzato previsto in progetto;
- stendere il geocomposito drenante garantendo il contatto con la tubazione fessurata e ricoprire la depressione con ghiaia di pezzatura 16-64 ed un ulteriore strato orizzontale di geocomposito drenante.
- aggiungere il testa pozzo;

Inoltre, come detto, sarà necessario l'adeguamento della rete di captazione del biogas ed in particolare dei pozzi di captazione le cui teste pozzo dovranno essere innalzate con quote variabili. Dovendo garantire lo scarico della condensa le tubazioni di collegamento delle teste pozzo con le Stazioni devono disporre di una certa pendenza valutata non inferiore ad 1%. La presenza dell'arginello perimetrale, con quota sommitale 72-72.30 m.s.l.m condiziona la quota finale della testa pozzo (Q_{tp}): questa, infatti, sarà calcolata aggiungendo alla quota sommitale dell'argine (Q_{arg}) il prodotto della distanza della testa pozzo dall'arginello (D_{tp-arg}) moltiplicata la pendenza minima 1%. In sintesi:

$$Q_{tp} = Q_{arg} + D_{tp-arg} * 0,01$$

In ogni caso l'Impresa dovrà riverificare tutte le quote di cui sopra per determinare l'esatta quota finale cui innalzare ciascuna testa pozzo. La pendenza delle tubazioni sarà garantita da spezzoni di tubazione in HDPE DN 500 tagliate a misura secondo i calcoli eseguiti dall'impresa e saldate per estrusione alla membrana in HDPE. Gli spezzoni saranno anche opportunamente sagomati sul posto generando delle mezzo lune di appoggio per garantire l'alloggiamento della tubazione di drenaggio del biogas. Una volta saldato lo spezzone di tubo questo potrà essere riempito in cls o terreno se richiesto dalla DL.

2. - RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

2.1. - Analisi idrologica

L'analisi idrologica per la determinazione delle portate di progetto con cui dimensionare il reticolo di regimazione delle acque che interessano la copertura provvisoria, è stata condotta utilizzando le precipitazioni estreme registrate nella stazione di Livorno. I dati sono stati reperiti presso l'Istituto Idrografico e Mareografico e sono relativi al periodo continuativo 1932 ÷ 1997 (Tabella 1).

Data la tipologia di opere da dimensionare, si può far riferimento alle piogge con durata inferiore ad 1 ora che sono più significative rispetto alle caratteristiche dell'area scolante in esame. Dall'analisi della serie storica, è stata osservata la scarsa disponibilità di dati riferiti a durate inferiori all'ora, pertanto l'analisi è stata cautelativamente effettuata attraverso la distribuzione di probabilità di Gumbel facendo riferimento alle piogge intense con durata superiore ad 1 ora.

L'analisi dei dati pluviometrici è stata condotta utilizzando la distribuzione di probabilità di Gumbel che, per una data serie storica, consente di correlare le altezze di pioggia (h) con i relativi tempi di ritorno (T_r) attraverso la seguente relazione:

$$h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left(\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right)$$

$$u = \mu - 0.45\sigma$$

$$\alpha = \frac{1.283}{\sigma}$$

con μ e σ , rispettivamente media e scarto quadratico medio dei dati pluviometrici per i diversi tempi di pioggia.

ANNO	5'	10'	15'	20'	30'
1932		10		16	18.6
1933					12
1935					48.9
1936					30
1937					30
1938					20
1939					18.8
1940					40
1941					18.4
1942					
1948					
1949					
1950					
1951					17
1952			14		30.4
1953				32.2	
1954		20			
1955				40	
1956				9	
1957					18
1958					13
1959				20	
1960		15.6			
1961			22		
1962		14			
1963		21			
1964		20			
1965		13			
1966		14		21	
1967		18			
1968		16			
1969		16			
1970		24			
1971		14			
1972		10.2			
1973				34.2	
1974				24.8	
1975					
1976			20		
1977				11.2	
1978				10.4	
1979			18.4		
1980			17.2		
1981			19.2		
1982		14			
1983		16			
1984			20.6		
1985				21.2	
1986	11	13.4	15.8	18.2	21
1987		12.8	17.8	22.8	30.6
1988	3.6	7.1	10.3	13.3	19.1
1989	4.9	7.8	10.9	13.9	19.3
1990		18.8		33.6	44.8
1991		11		13	15.4
1992		10.4		16.4	22
1993		21.4		40.4	53.8
1994		8.2		15.8	18
1995		11		15.2	19.2
1996		17.6		31.2	42.8
1997		10.6			21.2

ANNO	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1932					
1933	23.4	59	66.8	76.6	78.4
1935	78.3	110	143	155.7	169.2
1936	46.4	46.6	46.6	47.6	52.8
1937	43.6	50.8	56.8	61.2	89.4
1938	21.8	39.2	40	60.6	60.6
1939	35.4				
1940	70.8	86.2	98	120.4	122.4
1941	30.4	39.8	46.2	60.8	65
1942	40	77.6	93.6	149.8	162.4
1948	31.2	33.2	34.8	36.4	36.8
1949	36	52	66	88.4	88.4
1950	33.8	42.2	45.4	78.8	79.2
1951	18	25	33	43	50.4
1952	32.6	43	51.4	54.8	81
1953	35	35	35	40.4	52
1954	48.2	69	69	70.6	70.6
1955	77.8	77.8	77.8	77.8	79.2
1956	13	19.4	29	29.6	29.6
1957	21.8	22.4	22.6	23.6	46.8
1958	18.8	25.4	30.6	41	41
1959	23.2	43.2	50.4	80.4	88.4
1960	29.6	38.6	45.4	45.4	57.8
1961	47.2	74.2	82.6	84.8	88.6
1962	28.8	46.6	55.2	59	60
1963	45.4	54.2	60.6	60.6	71.6
1964	87	125.6	151.8	153	180.8
1965	38	42.2	65.2	68	72
1966	34.6	67	75.8	75.8	83
1967	48	48.6	48.6	48.6	48.6
1968	37	53.2	58.6	58.8	68.2
1969	27	47	47	47	47
1970	87	138.4	141.6	157.6	195.8
1971	47	75.8	111.6	115.8	146
1972	19.8	29.4	30.8	39.8	41.2
1973	55.8	56.8	56.8	56.8	93.4
1974	34.8	35.8	36	36	41.6
1975	35.6	58.6	65	65	65
1976	41	49	70.4	78.2	79.6
1977	18	27.4	29.6	34	34
1978	18	27	28.6	30.4	30.4
1979	29.6	50.2	60.4	60.4	65.2
1980	31	56.2	57.6	61	80.6
1981	31.2	47.6	47.6	55	60.8
1982	19.2	20.4	25.6	37	44.2
1983	24.6	24.8	29.6	36.2	36.2
1984	49.6	59	87.6	96.6	96.6
1985	20.4	26.6	31.6	31.6	38.6
1986	29.4	36.6	36.6	44.8	57.4
1987	38.4	55.2	58.8	66	67.8
1988	34.6	66.4	87.5	120	123.6
1989	36.6	45	46.8	46.8	63
1990	72.8	93	118	122.6	122.8
1991	26	44.2	58.4	61	61
1992	29.6	33.2	33.2	56.2	79
1993	91.2	113.4	115.2	123.8	143.8
1994	20.6	29.2	53.4	65	65.2
1995	32.2	61.4	61.4	61.4	61.4
1996	70.8	74.4	74.6	74.6	74.6
1997	32.6	47.8	50.8	50.8	51

Tabella 1 - Precipitazioni (estreme in mm) registrate nella stazione di Livorno

I valori caratteristici dell'altezza di pioggia ottenuti dall'elaborazione in funzione della durata e del tempo di ritorno sono riportati nella Tabella 2.

Tempo di ritorno	1	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Tr	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)
2	35,55	48,88	55,99	63,21	70,40
10	63,12	86,12	99,79	112,02	125,53
25	77,00	104,86	121,84	136,58	153,27
50	87,29	118,77	138,20	154,81	173,85

Tabella 2 – Precipitazioni in funzione del tempo di ritorno e della durata della pioggia

Dall' interpolazione dei valori di Tabella 3 è possibile ottenere la linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP), caratterizzata dai seguenti parametri funzione del tempo di ritorno:

$$h = a \cdot t^v \quad \text{in cui:}$$

h = pioggia [mm] t = tempo di pioggia [ore] a e v = parametri della LSPP

Tabella riassuntiva		
Tr	α	v
2	37,080	0,213
10	65,634	0,214
25	80,006	0,215
50	90,668	0,215

In Figura 1 si riporta l'andamento della LSPP determinata con il metodo di Gumbel mentre in Figura 2 si riporta la sintesi delle elaborazioni secondo il metodo TCEV dell'Istituto Idrografico e Mareografico.

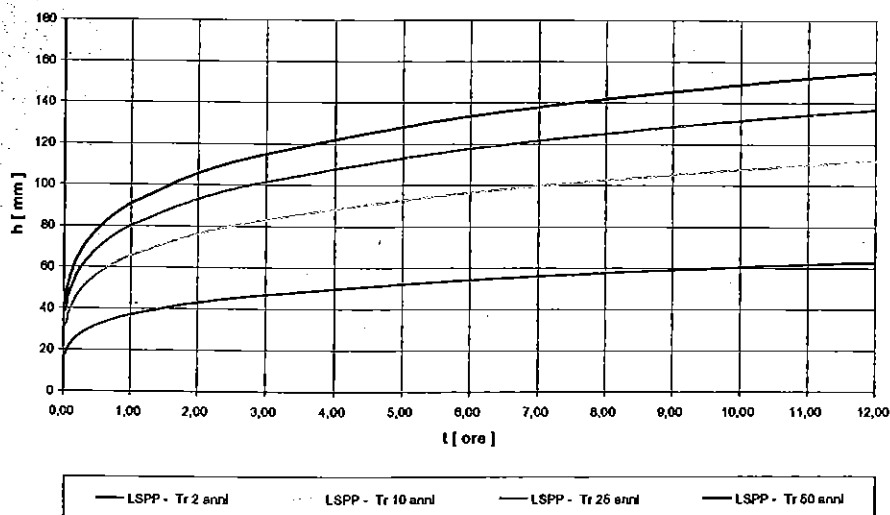


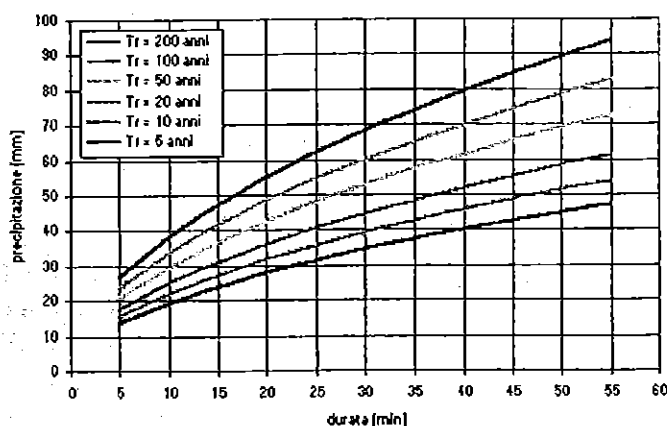
Figura 1 – Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per T_r 2÷50 anni

Stazione: LIVORNO - [1960]

Durata inferiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

Coefficienti		5'	10'	15'	20'	30'	
a	36.804	13.4	19.3	23.9	27.8	34.5	mm
n	0.525	10 anni	15.3	22.0	27.2	31.7	mm
m	0.185	20 anni	17.4	25.0	30.9	36.0	mm
		50 anni	20.6	29.6	36.7	42.7	mm
		100 anni	23.4	33.7	41.7	48.5	mm
		200 anni	26.6	38.3	47.4	55.2	mm

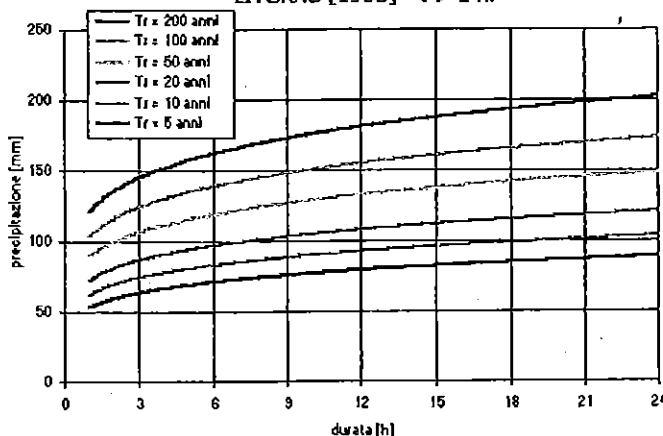
LIVORNO [1960] - $t < 1$ hr



Durata superiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

Coefficienti		1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	
a	37.034	53.1	63.3	70.8	79.1	88.4	mm
n	0.160	10 anni	62.0	74.0	82.7	92.4	mm
m	0.224	20 anni	72.5	86.4	96.6	107.9	mm
		50 anni	89.0	106.1	118.6	132.5	mm
		100 anni	103.9	124.0	138.5	154.8	mm
		200 anni	121.4	144.8	161.8	180.8	mm

LIVORNO [1960] - $t > 1$ hr



Elaborazione dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa. Ultimo aggiornamento: Ottobre 1998

Figura 2 – Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica con il metodo TCEV

Confrontando le due figure si osserva che le altezze di pioggia calcolate con i due metodi sono sostanzialmente simili; per il dimensionamento della rete di regimazione si prenderà in esame il valore corrispondente all'applicazione della distribuzione di Gumbell.

2.2. - Portate di progetto

Le portate di progetto sono state calcolate il metodo cinematico, secondo la seguente formula:

$$Q = A \cdot \varphi \cdot a \cdot t^{v-1}$$

in cui:

A = area scolante sottesa dalle canalette [m²];

t = durata della pioggia [ore];

φ = coefficiente d'afflusso;

a e v = parametri della linea segnalatrice(dipendono dal tempo di ritorno);

- Area scolante

Rappresenta la superficie interessata dal telo di competenza di ciascun ramo della rete di regimazione. E' stata calcolata sulla base del rilievo topografico a disposizione e dei punti di scarico.

Facendo riferimento alla Figura 3, le aree scolanti occupano la seguente superficie proiettata in piano:

- Quadrante 1 = 3920 mq
- Quadrante 2 = 1230 mq
- Quadrante 3 = 1840 mq
- Quadrante 4 = 1905 mq
- Quadrante 5 = 1965 mq
- Quadrante 6 = 5975 mq
- Quadrante 7 = 3825 mq

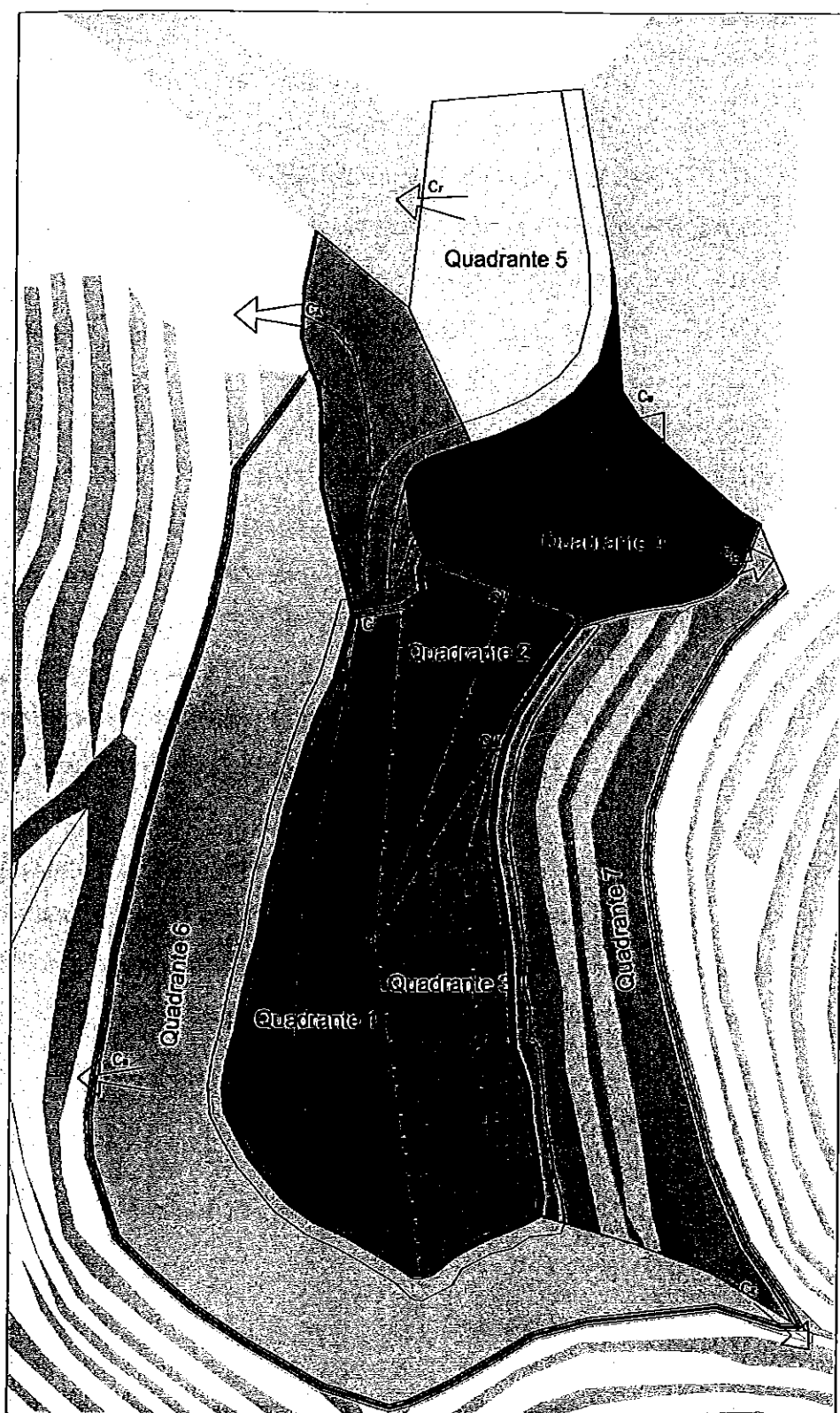


Figura 3 – Aree scolanti e dei punti di recapito della copertura provvisoria

- Durata della Pioggia

Nel metodo cinematico la durata della precipitazione coincide con il tempo di corrivazione, cioè con il tempo dopo il quale tutta l'acqua caduta all'interno dell'area scolante che sottende la canaletta è arrivato nella sezione di chiusura. Nel caso delle reti di drenaggio il tempo di corrivazione può essere assunto come somma del tempo impiegato dall'acqua per raggiungere la canaletta e dal tempo di permanenza nella rete, funzione della velocità di percorrenza dell'acqua nel sistema di drenaggio.

Considerando la tipologia del sistema di impermeabilizzazione, le pendenze considerevoli delle tubazioni/canali legate alla morfologia della discarica, la lunghezza contenuta dei tratti della rete il tempo di corrivazione è di 5-10 minuti. Nel calcolo si considera un tempo di corrivazione di 7 minuti.

- Coefficiente di afflusso

Nel caso in esame, l'intervento consiste nell'impermeabilizzare la parte alta della discarica, pertanto il coefficiente di afflusso è pari ad 1.

- Coefficienti della linea segnalatrice "a e v"

Per sua natura l'opera da realizzare ha carattere provvisorio il tempo di ritorno da utilizzare nei calcoli potrebbe essere di 2 anni. Conseguentemente i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica relativi al metodo di Gumbel sono:

$$a = 37,080$$

$$n = 0,213$$

Con i parametri individuati, le portate di progetto di competenza di ogni quadrante sono riportate in Tabella 3:

QUADRANTE	PORTATA [mc/s]
1	0,22
2	0,07
3	0,10
4	0,11
5	0,11
6	0,33
7	0,21

Tabella 3 – Portate di progetto di competenza di ciascun quadrante

Come descritto nel capitolo precedente e come visibile nelle tavole di progetto, ci sono 6 punti di recapito che dalla sommità e dai versanti impermeabilizzati convogliano l'acqua verso la rete di regimazione esterna presente al piede della discarica. In Tabella 4 si riporta per ogni punto di recapito i quadranti che lo alimentano e la portata da scaricare.

PUNTI RECAPITO	QUADRANTE	PORTATA [mc/s]
C _A	1	0,22
C _B	2	0,07
C _C	3 e 4	0,21
C _D	6	0,33
C _E	7	0,21
C _F	5	0,11

Tabella 4 – Portate di progetto dei punti di recapito

2.3. - Dimensionamento della rete di drenaggio

In base ai valori di cui sopra, il calcolo delle dimensioni delle canalette è stato realizzato attraverso la formula Chezy, ipotizzando le condizioni di moto uniforme:

$$V = \chi \sqrt{R \cdot i_f} \quad \text{in cui:}$$

V = velocità [m/s]

R = raggio idraulico [m] = sezione bagnata/perimetro bagnato

i_f = pendenza della canaletta [m/m]

χ = coefficiente di attrito [$m^{1/2}/s$]

- Pendenze di progetto (i_p)

Le pendenze longitudinali della rete di drenaggio sono vincolate dalla conformazione della discarica e pertanto assumono valori variabili, definiti in base a:

- conformazione dei gradoni;
- necessità di evitare scavi;
- posizione dei punti finali di recapito;
- necessità di ripartire le acque accumulate in sommità.

Questi fattori implicano delle pendenze considerevoli ma accettabili se si considera che l'opera ha natura provvisoria. Per il tratto C_B che collega la sommità della Cossu allo scarico esistente sull'impermeabilizzazione di Vallin dell'Aquila, si impone una pendenza minima del 2%.

Il punto di scarico C_F , invece, convoglia le acque direttamente sulla copertura esistente, senza necessità di tubazione di collegamento. In Tabella 5 si riportano le pendenze minime indicative di ciascuna canaletta/tubazione, così come definita nelle tavole di progetto:

TRATTO	TRONCO	TIPO	SEZIONE	PENDENZA MINIMA
Tratto C_A	$C_A - C_A'$	tubazione HDPE	circolare	5 %
	$C_A' - C_A''$	canale in terra	trapezoidale	14 %
Tratto C_B	$C_B - C_B'$	tubazione HDPE	circolare	2 %
Tratto C_C	$C_C - C_C'$	tubazione HDPE	circolare	6.5 %
Tratto C_D	$C_D - C_D'$	tubazione HDPE	circolare	5 %
Tratto C_E	$C_E - C_E'$	tubazione HDPE	circolare	7.5 %

Tabella 5 – Pendenze minime di progetto della rete di drenaggio

- Coefficiente di attrito (χ)

Adottando per il coefficiente d'attrito la formula di Gauckler-Strickler che vale

$$\chi = k \cdot R^{1/6}$$

k = parametro dimensionale di scabrezza che dipende dal materiale con cui sono realizzate le canalette.

Nel caso in esame la rete di regimazione sarà costituita in parte da elementi prefabbricati in cls, in polietilene o in terra:

- per le canalette in cls: $k = 80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- per tubazioni o canalette in polietilene: $k = 120 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- per canali in terra naturale: $k = 45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

- Raggio Idraulico (R)

R corrisponde dal rapporto tra la sezione ed il perimetro bagnato:

$$R = \frac{\Omega}{p} \quad \text{in cui}$$

p = perimetro bagnato [m]

Ω = sezione bagnata [m²]

Moltiplicando la velocità per la sezione bagnata, si ottiene la seguente formula per il dimensionamento delle canalette,

$$Q = \Omega \cdot V = \Omega \cdot k R^{2/3} \cdot i_f^{1/2}$$

in cui le portate Q sono quelle di progetto ottenute al paragrafo precedente.

Nelle Tabella 6 si riporta la sintesi del dimensionamento delle tubazioni. Per facilitare l'approvvigionamento e la posa del materiale si prevede di utilizzare solamente due tipologie di diametri: DN315 e DE350. Questo comporta che alcuni tratti sono leggermente sovradimensionati riuscendo a convogliare a gravità portate maggiori, anche prossimi a tempi di ritorno di 10 anni. Le tubazioni saranno in polietilene di tipo corrugato a doppia parete, poggiate sul piano campagna, ancorate con staffe e picchetti in acciaio e ricoperte con terreno. Le tubazioni andranno poggiate su una fascia di versante regolarizzata con

riporto di terreno larga 5 metri. In questa fascia regolarizzata andrà ricavato un alloggiamento per la tubazione in HDPE che sarà poi, come detto, staffata ed ancorata al suolo mediante riporto di terreno.

Caratteristiche idrauliche	TRATTI				
	$C_A - C_{A'}$	$C_B - C_{B'}$	$C_C - C_C$	$C_D - C_{D'}$	$C_E - C_E$
$Q =$ portata progetto [mc/s]	0,22	0,07	0,21	0,33	0,21
Pendenza minima indicativa [m/m]	0,050	0,020	0,065	0,050	0,075
Scabrezza [$m^{1/3} s^{-1}$]	120	120	120	120	120
H = altezza deflusso tubazione [mm]	249,3	249,3	249,3	282,0	249,3
Raggio interno tubazione [mm]	136	136	136	150	136
$A_c =$ area di deflusso [mq]	0,0555	0,0555	0,0555	0,0690	0,0555
Perimetro bagnato [m]	0,6959	0,6959	0,6959	0,7940	0,6959
Raggio Bagnato [m]	0,0798	0,0798	0,0798	0,0868	0,0798
$V_c =$ velocità di deflusso [m/s]	4,97	3,14	5,67	5,26	6,09
Area a bocca piena [mq]	0,0577	0,0577	0,0577	0,0707	0,0577
Grado di riempimento [%]	92	92	92	94	92
$Q =$ portata massima transitabile [mc/s]	0,28	0,17	0,31	0,36	0,34
DIAMETRO ESTERNO COMMERCIALE	DE315	DE315	DE315	DE350	DE315

Tabella 6 – Sintesi calcoli idraulici

Il collegamento tra la parte impermeabilizzata con telo e le tubazioni in HDPE dovrà avvenire mediante saldatura ad estrusione eventualmente rinforzata con getto di malta cementizia.

Il tratto $C_A' - C_A''$ sarà in terra mediante scavo a sezione trapezoidale avente le seguenti dimensioni minime:

- base minore = 40 cm;
- altezza = 30 cm;
- pendenza delle sponde = 45°

L'elevata pendenza del canale comporta delle velocità considerevoli che potrebbero creare nel tempo fenomeni di erosione localizzata. Per limitare questi fenomeni, per non ricorrere a soluzioni più onerose, oltre ad una manutenzione accurata nel tempo, si prevede la messa in opera di massi ad interasse di 5 ÷ 7 metri per creare piccoli salti di fondo.

I pozzettoni di sbocco P1÷P4 oltre a consentire il raccordo con i punti di recapito esistenti, rappresentano delle vere e proprie camere di dissipazione consentendo all'acqua in arrivo dalla sommità di perdere energia ed evitare fenomeni di erosione. Come detto sono in cav, di dimensioni interne minime 120x120x120 con chiusino carrabile.

Di analoghe caratteristiche ma, di dimensioni inferiori, sono gli altri pozzetti ubicati sui versanti con la duplice funzione di zavorramento della tubazione e di smorzamento della velocità dell'acqua. I pozzetti sono di dimensioni 100*100 e con altezza variabile presumibilmente vicina a 150 cm. Altri due pozzetti di dimensioni 70*70 sempre con altezza variabile e da valutare in funzione delle condizioni al contorno, sono riportati graficamente in planimetria di progetto. Oltre alla rete di allontanamento delle acque è stata eseguita la verifica dei canali di drenaggio che corrono sull'ultimo impermeabilizzato e che consentono di indirizzare le acque nei punti di recapito C_D e C_E (tratti ovest, est e sud). Utilizzando le stesse formule viste in precedenza ed imponendo una leggera regolarizzazione del gradone in modo da dare una pendenza minima del 1,5% come riportato nei profili di progetto, si rende necessario la messa in opera di una canaletta a mezzo tubo in cls del diametro $\phi 300$, affogata in un getto di malta cementizia, come da particolari grafici. Come visibile dai particolari di progetto la posa della canaletta è stata studiata in modo da aumentare la capacità di ancoraggio a terra del telo.

Si sottolinea che quando sarà realizzato il progetto di chiusura finale della discarica il reticolo di regimazione, soprattutto quello esterno alla discarica, dovrà essere comunque verificato in funzione dei parametri caratteristici del sistema di copertura e dell'effettiva rete di smaltimento acque della Vasca Cossu e degli altri Settori.

Il sistema dimensionato è di tipo provvisorio dimensionato per Tr decennali e di conseguenza, in condizioni di piogge particolarmente intense, si potrebbero generare fenomeni di erosione localizzata o sovrappressione nelle tubazioni che potrebbero richiedere il rinforzo degli elementi di ancoraggio delle tubazione lungo il versante e/o eventuali interventi di ripristino della rete.

3. - MANUTENZIONI

Le manutenzioni che si possono prevedere nel tempo rispetto le opere oggetto di realizzazione sono le seguenti:

- Manutenzione della geomembrana in HDPE
- Manutenzione dei sistemi di ancoraggio
- Manutenzione dell'impianto di biogas in relazione alla copertura
- Manutenzione della rete di regimazione acque

Manutenzione della geomembrana in HDPE – La copertura provvisoria eseguita su Pian dei Pinoli è ancora in ottime condizioni pur dopo alcuni anni dalla posa. Si può dunque prendere a riferimento quanto già fatto in questi anni. Si ritiene che anche in questo caso siano necessari nel tempo manutenzioni ordinarie e straordinarie anche se la copertura della Vasca Cossu è prevista con un telo in HDPE di spessore 1 mm ovvero il doppio rispetto Pian dei Pinoli.

Il danneggiamento del telo può essere causato da fattori accidentali, amplificati a volte dall'effetto del vento, oppure da azione meccanica dovuta al calpestio o alla presenza di animali che sostano sulla copertura. Per evitare che normali rotture puntuali del telo possano degenerare si ritiene che sia necessaria una verifica semestrale, e comunque dopo ogni evento meteorologico particolarmente significativo, per la verifica della sua integrità. In caso di lesioni significative sarà necessario un intervento di ripristino attraverso ditta specializzata. Da evitare in particolare l'infiltrazione del vento sotto telo che potrebbe comprometterne l'integrità per ampi tratti.

Si dovrà evitare di calpestare la superficie impermeabilizzata avendo di cura di tenerla il più possibile pulita. In nessun caso si dovrà transitare sulla superficie in HDPE con mezzi meccanici anche gommati.

Sopra le membrana saranno visibili le paline di monitoraggio dei cedimenti che dovranno essere verificate periodicamente nella loro verticalità assicurandosi della presenza della mira.

Manutenzione dei sistemi di ancoraggio – Anche il sistema degli ancoraggi deve essere verificato con la stessa periodicità del telo riducendo, se e dove necessario, l'interasse tra un blocchetto di cemento e l'altro. Lungo gli ancoraggi lineari posizionati sui gradoni si dovrà verificare la consistenza dei getti e delle coperture dell'ancoraggio anche per gli eventuali effetti di ritiro o di mancata aderenza. In caso di necessità si dovrà intervenire con un intervento di ripristino parziale dell'ancoraggio.

Punti delicati del sistema di impermeabilizzazione sono individuabili in corrispondenza degli arginelli perimetrali. Le dilatazioni termiche potrebbero indurre alcuni danneggiamenti del telo in HDPE che andranno prontamente ripristinati.

Manutenzione dell'impianto di biogas – Una volta riattivato l'impianto di biogas dopo l'adeguamento alle quote di progetto non dovrebbero esserci particolari implicazioni manutentive legate al sistema di impermeabilizzazione. Sarà tuttavia necessario verificare che il sistema in depressione sia tale da garantire l'aspirazione dal drenaggio planare posto sotto telo. La verifica periodica di eventuali rigonfiamenti nel sistema di impermeabilizzazione consentirà di intervenire tempestivamente in caso di mancato drenaggio e ristagno di biogas nel sistema planare.

Sarà necessario procedere con una periodicità trimestrale alla verifica di presenza di biogas sulla superficie impermeabilizzata che dovrà sempre risultare assente. Andranno, inoltre, verificati i punti di raccordo della tubazione sottotelo di drenaggio del biogas DN75.

Manutenzione della rete di regimazione delle acque – La verifica dei cedimenti e delle quote della superficie impermeabilizzata consentirà di accertare l'efficacia degli impluvi generati in fase esecutiva. Andrà verificata la funzionalità delle tubazioni sottotelo per evitare ostruzioni nel deflusso delle acque. Periodicamente è necessaria una verifica delle tubazioni di allontanamento delle acque posizionate sopra i versanti con particolare attenzione ai sistemi di ancoraggio e di copertura. In caso di necessità sarà utilizzata per la manutenzione ordinario e/o straordinaria la fascia regolarizzata eseguito a lato della tubazione in fase di esecuzione lavori.

Periodicamente andranno verificati anche i fossi ed i recapiti finali del sistema di regimazione acque così come l'integrità e la verticalità dei pozzetti in cls.