

COMUNE DI BENEVENTO



SETTORE LAVORI PUBBLICI



P.R.U.S.S.T. Calidone



REGIONE CAMPANIA

P.O.R. Campania FESR 2007-2013 - Obiettivo Operativo 1.2 : "Migliorare la salubrità dell'ambiente"



UNIONE EUROPEA

MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE E RIPRISTINO AMBIENTALE DELLA DISMESSA DISCARICA DI RR.SS.UU. IN LOCALITA' PONTE VALENTINO

- Zona Industriale ASI - BENEVENTO -

PROGETTO ESECUTIVO (II LOTTO)

Progettazione : Ing. Roberto La Peccerella	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO	
	Località Ponte Valentino	
	DESCRIZIONE TAVOLA	
Geologia e consulenza specialistica : Dott. geol. Massimo Romito	Relazione dimensionale	
		Tav. n° R.03
		Scala:
		Data:
Collaboratori: geom. Renato Palummo geom. Carmelo Savignano		

R.U.P. : Ing. Giuseppe Soreca

Dir. LL.PP. : Arch. Isidoro Fucci

Ass. LL.PP. : Avv. Cosimo Lepore

Sindaco: Ing. Fausto Pepe

Note:

Attività di assistenza tecnica, prestata dal PRUSST Calidone in attuazione dell'Accordo Quadro del 31.05.2002, pubblicato sul BURC n. 33 del 15.07.2002.

Aggiornamento degli elaborati tecnici in seguito all'incarico di affidamento, con convenzione, del 16.11.2006 Rep.13324/2007 del documento di attuazione del 22.12.2006 e della lettera del Dirigente di Settore 24/07/2013 prot. 62988. Identificativo PRUSST: 70

Documento a cura del PRUSST Calidone - Ufficio Comprensoriale di Progettazione:

Ing. Adamo Ventura, ing. Patrizia Baldassarre, geom. Gino D'Argenio, geom. Vincenzo Cimino, geom. Gianpaolo Biele.



Città di Benevento

Settore Lavori Pubblici

INDICE

1. PREMESSA	<i>pag. 2</i>
2. PRODUZIONE BIOGAS	<i>pag. 2</i>
2.1 Premessa	<i>pag. 2</i>
2.2 Natura del Biogas	<i>pag. 3</i>
2.3 Calcolo dei Coefficienti di Produzione Specifica	<i>pag. 3</i>
2.4 Stima del Quantitativo di Biogas	<i>pag. 7</i>
2.5 Scelte Progettuali	<i>pag. 22</i>
3. PRODUZIONE PERCOLATO	<i>pag. 24</i>
3.1 Premessa	<i>pag. 24</i>
3.2 Natura del Percolato	<i>pag. 24</i>
3.3 Calcolo del percolato prodotto	<i>pag. 25</i>
3.4 Scelte Progettuali	<i>pag. 44</i>



1. PREMESSA

La presente relazione tecnica riepiloga e sintetizza i calcoli e le valutazioni eseguite per il dimensionamento dei principali impianti previsti nel progetto esecutivo per l'intervento di *"Messa in Sicurezza Permanente e Ripristino Ambientale della Dismessa Discarica di RR.SS.UU. sita in Loc. Ponte Valentino"* - II° Lotto Completamento.

Gli elementi presi in considerazione per il dimensionamento dell'impiantistica sono:

- ✓ Produzione di biogas;
- ✓ Produzione di percolato;

Ognuno degli elementi innanzi citati verrà di seguito analizzato singolarmente.

2. PRODUZIONE BIOGAS

2.1 Premessa

La finalità della presente analisi è quella di stimare la produzione teorica di biogas nella dimessa discarica di RR.SS.UU. sita in Loc. Ponte Valentino al fine di dimensionare le opere di captazione dello stesso e valutare la possibilità di effettuarne un recupero energetico economicamente conveniente.

La trattazione si svolge in tre passi successivi:

- 1) calcolo dei coefficienti di produzione specifica del biogas funzione della conformazione merceologica del rifiuto abbancato;
- 2) stima della produzione di biogas nella discarica in esame con i valori precedentemente elaborati;
- 3) valutazione del potenziale energetico complessivo della discarica;
- 4) definizione delle scelte progettuali.

2.2 Natura del Biogas

La produzione di biogas all'interno delle discariche è essenzialmente da imputare ai processi di degradazione della sostanza organica biodegradabile presente nei rifiuti stoccati (in media circa il 40 % in peso) effettuata da una popolazione mista di microrganismi che - in una prima fase in condizioni di aerobiosi e successivamente in anaerobiosi - determinano la trasformazione di carboidrati, cellulosa, proteine e grassi in prodotti liquidi e gassosi.

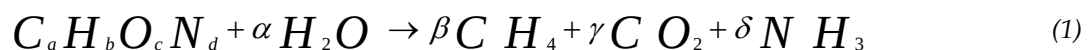
La serie di processi biologici che si innesca spontaneamente in condizioni anaerobiche è anche favorita dalla temperatura che, all'interno del corpo rifiuti, si attesta naturalmente nell'intorno dei 30° C per effetto della lieve esotermicità dello stesso processo e della minima dispersione di calore attraverso le pareti e la superficie esterna dell'invaso, e produce una miscela di gas eterogenea, denominata biogas; tale miscela è costituita essenzialmente da metano e anidride carbonica (oltre il 99%), ed in minima parte da azoto, ammoniaca, idrogeno ed idrogeno solforato, ossigeno, monossido di carbonio ed altri gas.

2.3 Calcolo dei Coefficienti di Produzione Specifica

L'insieme delle reazioni chimiche che determinano la generazione di biogas può essere riassunto nella seguente espressione:

materia organica → *acidi organici* → *biogas* + *materia non biodegradabile*

Esprimendo la composizione elementare della materia organica in base ai suoi componenti fondamentali (C, H, O, N), per stimare il volume di biogas prodotto si è adottato il modello stechiometrico basato sulla seguente reazione:



in cui il primo termine a sinistra rappresenta la composizione della sostanza organica biodegradabile presente nel rifiuto mentre il secondo termine rappresenta il contenuto di umidità.

Tra i prodotti di reazione si considerano trascurabili gas quali l'ossigeno, idrogeno ed altri in quanto minimamente presenti nella miscela finale.

La reazione sopra citata si applica a tutto il materiale organico biodegradabile e permette di valutare la quantità di biogas teoricamente generabile nel caso in cui tutta la massa di rifiuti reagisse anaerobicamente e completamente.

Tuttavia, in considerazione che i tempi di biodegradabilità delle varie sostanze organiche presenti nei rifiuti risultano sostanzialmente differenti, risulta necessario operare una distinzione tra sostanza organica rapidamente biodegradabile (SORB) e sostanza organica lentamente biodegradabile (SOLB).

Alla prima classe appartengono frazioni merceologiche quali residui alimentari e vegetali mentre la seconda è comprensiva di carta, cartone, legno e fibre tessili. Le due classi di materiali hanno infatti tempi di trasformazione molto diversi, nell'ordine dei cinque anni per il "SORB" ed almeno quindici per il "SOLB"; i loro contributi alla produzione di biogas devono quindi essere calcolati separatamente.

Categoria merceologica	% umidità u. j	% biodegr. u. j	Reaz. Veloce V. j	Reaz. Lenta L. j
Organico domestico	80,00 %	100,00 %	100,00 %	0,00 %
Carta e cartone	10,00 %	100,00 %	0,00 %	100,00 %
Plastiche	4,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Tessili, cuoio, pelli	8,00 %	100,00 %	0,00 %	100,00 %
Sfalci e potature	80,00 %	100,00 %	100,00 %	0,00 %
Legno	40,00 %	100,00 %	0,00 %	100,00 %
Vetri ed inerti	4,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %
Metalli	4,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %

Tabella 1 – Percentuale di "SORB" e "SOLB" nel rifiuto

Per determinare i coefficienti stechiometrici della reazione (1) è necessario conoscere la composizione merceologica, in modo da ricavare la percentuale di SORB e SOLB nei rifiuti. Non avendo a disposizione specifiche analisi su campioni prelevati dalla discarica in esame si è fatto riferimento alla composizione dei RR.SS.UU. riportata nel Bollettino Ufficiale della Regione Campania (Tabella 1).

Nella tabella seguente sono espresse le percentuali delle frazioni merceologiche utili per la stima del biogas già suddivise in base alla rispettiva velocità di reazione, il contenuto in acqua e la composizione chimica relativa ad alcuni elementi del rifiuto tal quale preso come riferimento.

<i>Categoria merceologica</i>	% in peso w. j	% secco w _s . j	Peso secco (1 t RSU)	C kg	H kg	O kg	N kg
SORB							
Organico domestico	30,10 %	6,02 %	60,20	28,90	3,85	22,64	1,57
Sfaldi e potature	3,88 %	0,78 %	7,76	3,71	0,47	2,95	0,26
TOTALE	33,98 %	6,80 %		32,61	4,32	25,58	1,83
SOLB							
Carta e cartone	23,15 %	20,84 %	208,35	90,63	12,50	91,67	0,63
Tessili, cuoio, pelli	6,24 %	5,74 %	87,41	31,86	4,71	11,71	4,13
Legno	1,75 %	1,05 %	10,50	5,20	0,63	4,48	0,02
TOTALE	31,14 %	27,63 %		127,69	17,84	107,87	4,78

Tabella 2 – Analisi merceologica delle frazioni biodegradabili di rifiuto (per 1 t di RSU)

Dividendo il peso di carbonio, idrogeno, ossigeno ed azoto per il rispettivo peso atomico si ottiene il numero di moli di ciascun elemento presenti nel SOLB e nel SORB, ovvero i coefficienti a , b , c e d dai quali si possono ricavare i valori di α , β , γ e δ della reazione (1).

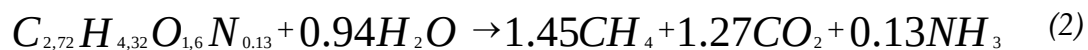
<i>Categoria merceologica</i>	C moli	H moli	O moli	N moli
SORB				
Organico domestico	2,41	3,85	1,41	0,11
Sfaldi e potature	0,31	0,47	0,18	0,02
TOTALE	2,72	4,32	1,60	0,13
SOLB				
Carta e cartone	7,55	12,50	5,73	0,04
Tessili, cuoio, pelli	2,66	4,71	0,73	0,30
Legno	0,43	0,63	0,28	0,00
TOTALE	10,64	17,84	6,74	0,34

Tabella 3 – Calcolo dei coefficienti a , b , c e d della reazione (1)

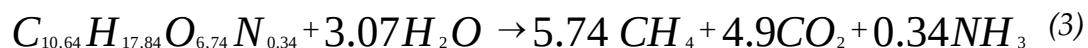
<i>Coefficienti stechiometrici</i>	SORB	SOLB.
Alfa [α]	0,94	3,07
Beta [β]	1,45	5,74
Gamma [γ]	1,27	4,90
Delta [δ]	0,13	0,34

Tabella 4 – Coefficienti stechiometrici della reazione (1)

Sulla scorta delle verifiche eseguite, quindi, la reazione (1) si può scrivere nella forma seguente, valida rispettivamente per il SORB:



e per il SOLB:



Dalle precedenti reazioni si ricavano le produzioni specifiche per unità di peso riportate nelle seguenti tabelle, ottenute trascurando l'ammoniaca (NH₃).

<i>Produzione [Nm³]</i>	SORB	SOLB.	Totale	% Volume
CH ₄	32,21	127,48	159,70	53,80 %
CO ₂	28,17	108,98	137,15	46,20 %
Totale Biogas			296,85	

Tabella 5 – Coefficienti teorici di produzione del biogas

<i>Produzione Specifica Volumetrica Biogas</i>	SORB	SOLB.	Totale
Nm ³ /kg RSU	0,0604	0,2365	0,2968

Tabella 6 – Coefficienti teorici di produzione specifica del biogas

2.4 Stima del quantitativo di biogas

Nota la produzione specifica volumetrica ed il coefficiente teorico di produzione specifica, per la stima dei quantitativi di biogas che si generano nella discarica oggetto della presente relazione è stato utilizzato il modello matematico denominato “LandGEM” (*Landfill Gas Emissions Model*) sviluppato dalla *U.S. Environmental Protection Agency*, disponibile sotto forma di applicativo per ambiente *windows* (Ver. 3.02, maggio 2005).

L'applicativo, basato su di un'equazione di 1° ordine, noti i valori di rifiuti stoccati in discarica, gli anni di esercizio della stessa, l'eventuale presenza di rifiuti pericolosi (*codisposal*), la produzione specifica volumetrica ed il coefficiente teorico di produzione specifica del biogas, fornisce la stima della generazione di metano, biossido di carbonio e composti organici non metanici (NMOC) con proiezione ad 80 anni.

I dati in input forniti al software ed afferenti il sito sono, pertanto, relativi al periodo di esercizio della discarica (anni 1977 - 1996) ed ai quantitativi di rifiuti annualmente conferiti, dedotti dal seguente [Grafico 1](#) e dalla successiva [Tabella 7](#).

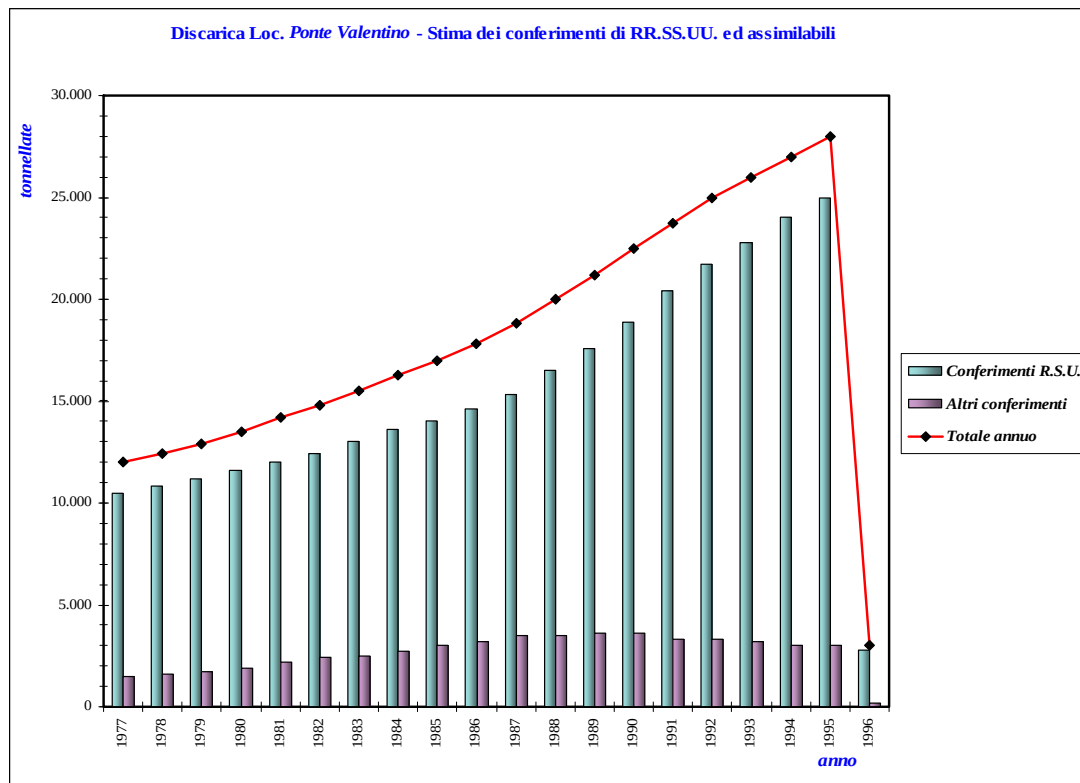


Grafico 1 – Conferimenti annuali di RR.SS.UU. ed assimilabili

DISCARICA COMUNALE Loc. "PONTE VALENTINO"			
STIMA DEI CONFERIMENTI DI RR.SS.UU. ED ASSIMILABILI			
ANNO	RR.SS.UU. CONFERITI [t]	ALTRI CONFERIMENTI [t]	TOTALE ANNUO [t]
1977	10.500	1.500	12.000
1978	10.800	1.600	12.400
1979	11.200	1.700	12.900
1980	11.600	1.900	13.500
1981	12.000	2.200	14.200
1982	12.400	2.400	14.800
1983	13.000	2.500	15.500
1984	13.600	2.700	16.300
1985	14.000	3.000	17.000
1986	14.600	3.200	17.800
1987	15.300	3.500	18.800
1988	16.500	3.500	20.000
1989	17.600	3.600	21.200
1990	18.900	3.600	22.500
1991	20.400	3.300	23.700
1992	21.700	3.300	25.000
1993	22.800	3.200	26.000
1994	24.000	3.000	27.000
1995	25.000	3.000	28.000
1996 *	2.800	200	3.000
TOTALE COMPLESSIVO			361.600

* fino al mese di febbraio

Tabella 7 – Conferimenti annuali di RR.SS.UU. ed assimilabili

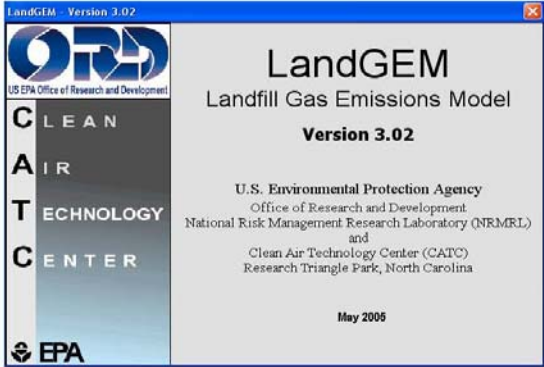
In ordine ai parametri per la formazione del modello matematico, sono stati utilizzati i valori emersi dai calcoli di cui innanzi, ed in particolare:

- ☑ *il contenuto in metano del biogas è stato imposto pari al 54,0 % in volume (tabella 5);*
- ☑ *il tasso di generazione "k" del metano è stato imposto pari a 0.029 (tabella 6);*
- ☑ *la generazione potenziale di metano per tonnellata di rifiuto "Lo" è stata imposta pari a 160 m³ (tabella 5).*

Sulla scorta dei dati in input, quindi, il software ha elaborato la stima della produzione di biogas relativo alla discarica in oggetto; il report di

calcolo viene di seguito integralmente riportato. In appendice (*Inventory 1*) viene anche riportata la stima di produzione relativa all'anno 2014.

landgem-v302
06/02/2014



Summary Report

Landfill Name or Identifier: Discarica Loc. Ponte Valentino - II° Lotto

Date: giovedì 06 febbraio 2014

Description/Comments:

About LandGEM:giovedì

First-Order Decomposition Rate Equation:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 k L_0 \left(\frac{M_i}{10} \right) e^{-k t_{i,j}}$$

Where,

- Q_{CH_4} = annual methane generation in the year of the calculation ($m^3/year$)
- i = 1-year time increment
- n = (year of the calculation) - (initial year of waste acceptance)
- j = 0.1-year time increment
- k = methane generation rate ($year^{-1}$)
- L_0 = potential methane generation capacity (m^3/Mg)
- M_i = mass of waste accepted in the i^{th} year (Mg)
- $t_{i,j}$ = age of the j^{th} section of waste mass M_i accepted in the i^{th} year (decimal years, e.g., 3.2 years)

LandGEM is based on a first-order decomposition rate equation for quantifying emissions from the decomposition of landfilled waste in municipal solid waste (MSW) landfills. The software provides a relatively simple approach to estimating landfill gas emissions. Model defaults are based on empirical data from U.S. landfills. Field test data can also be used in place of model defaults when available. Further guidance on EPA test methods, Clean Air Act (CAA) regulations, and other guidance regarding landfill gas emissions and control technology requirements can be found at <http://www.epa.gov/ttnatw01/landfill/landlpg.html>.

LandGEM is considered a screening tool — the better the input data, the better the estimates. Often, there are limitations with the available data regarding waste quantity and composition, variation in design and operating practices over time, and changes occurring over time that impact the emissions potential. Changes to landfill operation, such as operating under wet conditions through leachate recirculation or other liquid additions, will result in generating more gas at a faster rate. Defaults for estimating emissions for this type of operation are being developed to include in LandGEM along with defaults for conventional landfills (no leachate or liquid additions) for developing emission inventories and determining CAA applicability. Refer to the Web site identified above for future updates.

REPORT - 1

landgem-v302

06/02/2014

Input Review

LANDFILL CHARACTERISTICS

Landfill Open Year **1977**
Landfill Closure Year (with 80-year limit) **1996**
Actual Closure Year (without limit) **1996**
Have Model Calculate Closure Year? **No**
Waste Design Capacity **megagrams**

MODEL PARAMETERS

Methane Generation Rate, k **0,029** **year⁻¹**
Potential Methane Generation Capacity, L₀ **160** **m³/Mg**
NMOC Concentration **4.000** **ppmv as hexane**
Methane Content **54** **% by volume**

GASES / POLLUTANTS SELECTED

Gas / Pollutant #1: **Total landfill gas**
Gas / Pollutant #2: **Methane**
Gas / Pollutant #3: **Carbon dioxide**
Gas / Pollutant #4: **NMOC**

WASTE ACCEPTANCE RATES

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
1977	12.000	13.200	0	0
1978	12.400	13.640	12.000	13.200
1979	12.900	14.190	24.400	26.840
1980	13.500	14.850	37.300	41.030
1981	14.200	15.620	50.800	55.880
1982	14.800	16.280	65.000	71.500
1983	15.500	17.050	79.800	87.780
1984	16.300	17.930	95.300	104.830
1985	17.000	18.700	111.600	122.760
1986	17.800	19.580	128.600	141.460
1987	18.800	20.680	146.400	161.040
1988	20.000	22.000	165.200	181.720
1989	21.200	23.320	185.200	203.720
1990	22.500	24.750	206.400	227.040
1991	23.700	26.070	228.900	251.790
1992	25.000	27.500	252.600	277.860
1993	26.000	28.600	277.600	305.360
1994	27.000	29.700	303.600	333.960
1995	28.000	30.800	330.600	363.660
1996	3.000	3.300	358.600	394.460
1997	0	0	361.600	397.760
1998	0	0	361.600	397.760
1999	0	0	361.600	397.760
2000	0	0	361.600	397.760
2001	0	0	361.600	397.760
2002	0	0	361.600	397.760
2003	0	0	361.600	397.760
2004	0	0	361.600	397.760
2005	0	0	361.600	397.760
2006	0	0	361.600	397.760
2007	0	0	361.600	397.760
2008	0	0	361.600	397.760
2009	0	0	361.600	397.760
2010	0	0	361.600	397.760
2011	0	0	361.600	397.760
2012	0	0	361.600	397.760
2013	0	0	361.600	397.760
2014	0	0	361.600	397.760
2015	0	0	361.600	397.760
2016	0	0	361.600	397.760

REPORT - 2

landgem-v302

06/02/2014

WASTE ACCEPTANCE RATES (Continued)

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2017	0	0	361.600	397.760
2018	0	0	361.600	397.760
2019	0	0	361.600	397.760
2020	0	0	361.600	397.760
2021	0	0	361.600	397.760
2022	0	0	361.600	397.760
2023	0	0	361.600	397.760
2024	0	0	361.600	397.760
2025	0	0	361.600	397.760
2026	0	0	361.600	397.760
2027	0	0	361.600	397.760
2028	0	0	361.600	397.760
2029	0	0	361.600	397.760
2030	0	0	361.600	397.760
2031	0	0	361.600	397.760
2032	0	0	361.600	397.760
2033	0	0	361.600	397.760
2034	0	0	361.600	397.760
2035	0	0	361.600	397.760
2036	0	0	361.600	397.760
2037	0	0	361.600	397.760
2038	0	0	361.600	397.760
2039	0	0	361.600	397.760
2040	0	0	361.600	397.760
2041	0	0	361.600	397.760
2042	0	0	361.600	397.760
2043	0	0	361.600	397.760
2044	0	0	361.600	397.760
2045	0	0	361.600	397.760
2046	0	0	361.600	397.760
2047	0	0	361.600	397.760
2048	0	0	361.600	397.760
2049	0	0	361.600	397.760
2050	0	0	361.600	397.760
2051	0	0	361.600	397.760
2052	0	0	361.600	397.760
2053	0	0	361.600	397.760
2054	0	0	361.600	397.760
2055	0	0	361.600	397.760
2056	0	0	361.600	397.760

REPORT - 3

landgem-v302

06/02/2014

Pollutant Parameters

Gas / Pollutant Default Parameters:				User-specified Pollutant Parameters:	
	Compound	Concentration (ppmv)	Molecular Weight	Concentration (ppmv)	Molecular Weight
Gases	Total landfill gas		0,00		
	Methane		16,04		
	Carbon dioxide		44,01		
	NMOC	4,000	86,18		
Pollutants	1,1,1-Trichloroethane (methyl chloroform) - HAP	0,48	133,41		
	1,1,2,2-Tetrachloroethane - HAP/VOC	1,1	167,85		
	1,1-Dichloroethane (ethylene dichloride) - HAP/VOC	2,4	98,97		
	1,1-Dichloroethene (vinylidene chloride) - HAP/VOC	0,20	96,94		
	1,2-Dichloroethane (ethylene dichloride) - HAP/VOC	0,41	98,96		
	1,2-Dichloropropane (propylene dichloride) - HAP/VOC	0,18	112,99		
	2-Propanol (isopropyl alcohol) - VOC	50	60,11		
	Acetone	7,0	58,08		
	Acrylonitrile - HAP/VOC	6,3	53,06		
	Benzene - No or Unknown Co-disposal - HAP/VOC	1,9	78,11		
	Benzene - Co-disposal - HAP/VOC	11	78,11		
	Bromodichloromethane - VOC	3,1	163,83		
	Butane - VOC	5,0	58,12		
	Carbon disulfide - HAP/VOC	0,58	76,13		
	Carbon monoxide	140	28,01		
	Carbon tetrachloride - HAP/VOC	4,0E-03	153,84		
	Carbonyl sulfide - HAP/VOC	0,49	60,07		
	Chlorobenzene - HAP/VOC	0,25	112,56		
	Chlorodifluoromethane	1,3	86,47		
	Chloroethane (ethyl chloride) - HAP/VOC	1,3	64,52		
	Chloroform - HAP/VOC	0,03	119,39		
	Chloromethane - VOC	1,2	50,49		
	Dichlorobenzene - (HAP for para isomer/VOC)	0,21	147		
	Dichlorodifluoromethane	16	120,91		
	Dichlorofluoromethane - VOC	2,6	102,92		
	Dichloromethane (methylene chloride) - HAP	14	84,94		
	Dimethyl sulfide (methyl sulfide) - VOC	7,8	62,13		
	Ethane	890	30,07		
	Ethanol - VOC	27	46,08		

REPORT - 4

landgem-v302

06/02/2014

Pollutant Parameters (Continued)

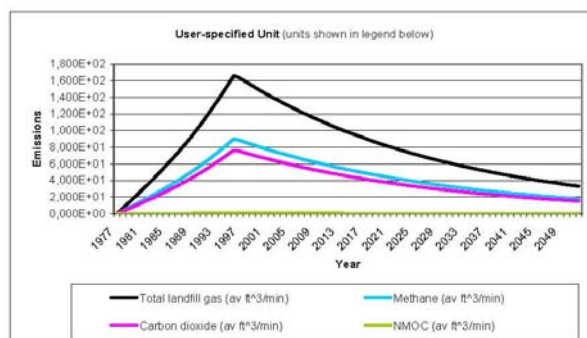
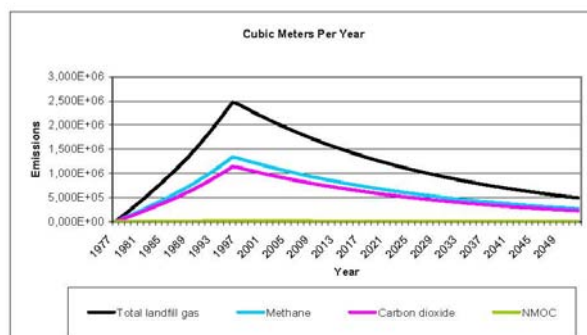
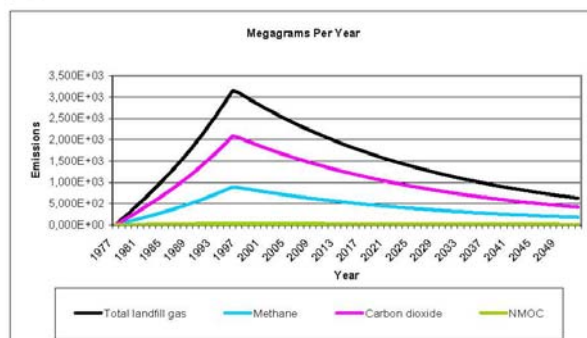
Gas / Pollutant Default Parameters:				User-specified Pollutant Parameters:	
	Compound	Concentration (ppmv)	Molecular Weight	Concentration (ppmv)	Molecular Weight
Pollutants	Ethyl mercaptan (ethanethiol) - VOC	2,3	62,13		
	Ethylbenzene - HAP/VOC	4,6	106,16		
	Ethylene dibromide - HAP/VOC	1,0E-03	187,88		
	Fluorotrichloromethane - VOC	0,76	137,38		
	Hexane - HAP/VOC	6,6	86,18		
	Hydrogen sulfide	36	34,08		
	Mercury (total) - HAP	2,9E-04	200,61		
	Methyl ethyl ketone - HAP/VOC	7,1	72,11		
	Methyl isobutyl ketone - HAP/VOC	1,9	100,16		
	Methyl mercaptan - VOC	2,5	48,11		
	Pentane - VOC	3,3	72,15		
	Perchloroethylene (tetrachloroethylene) - HAP	3,7	165,83		
	Propane - VOC	11	44,09		
	1,2-Dichloroethene - VOC	2,8	96,94		
	Toluene - No or Unknown Co-disposal - HAP/VOC	39	92,13		
	Toluene - Co-disposal - HAP/VOC	170	92,13		
	Trichloroethylene (trichloroethene) - HAP/VOC	2,8	131,40		
	Vinyl chloride - HAP/VOC	7,3	62,50		
	Xylenes - HAP/VOC	12	106,16		

REPORT - 5

landgem-v302

06/02/2014

Graphs



REPORT - 6

landgem-v302

06/02/2014

Results

Year	Total landfill gas			Methane		
	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
1977	0	0	0	0	0	0
1978	1,298E+02	1,018E+05	6,838E+00	3,667E+01	5,496E+04	3,693E+00
1979	2,603E+02	2,040E+05	1,371E+01	7,351E+01	1,102E+05	7,403E+00
1980	3,924E+02	3,076E+05	2,067E+01	1,108E+02	1,661E+05	1,116E+01
1981	5,272E+02	4,133E+05	2,777E+01	1,489E+02	2,232E+05	1,500E+01
1982	6,657E+02	5,219E+05	3,507E+01	1,880E+02	2,819E+05	1,894E+01
1983	8,068E+02	6,326E+05	4,250E+01	2,279E+02	3,416E+05	2,295E+01
1984	9,514E+02	7,459E+05	5,012E+01	2,687E+02	4,028E+05	2,706E+01
1985	1,101E+03	8,629E+05	5,798E+01	3,109E+02	4,659E+05	3,131E+01
1986	1,253E+03	9,824E+05	6,801E+01	3,539E+02	5,305E+05	3,564E+01
1987	1,410E+03	1,105E+06	7,426E+01	3,982E+02	5,968E+05	4,010E+01
1988	1,573E+03	1,233E+06	8,285E+01	4,442E+02	6,650E+05	4,474E+01
1989	1,744E+03	1,368E+06	9,188E+01	4,927E+02	7,385E+05	4,962E+01
1990	1,924E+03	1,508E+06	1,013E+02	5,434E+02	8,144E+05	5,472E+01
1991	2,112E+03	1,656E+06	1,113E+02	5,966E+02	8,942E+05	6,008E+01
1992	2,308E+03	1,810E+06	1,216E+02	6,519E+02	9,772E+05	6,566E+01
1993	2,513E+03	1,970E+06	1,324E+02	7,097E+02	1,064E+06	7,147E+01
1994	2,722E+03	2,134E+06	1,434E+02	7,689E+02	1,152E+06	7,743E+01
1995	2,936E+03	2,302E+06	1,547E+02	8,294E+02	1,243E+06	8,353E+01
1996	3,155E+03	2,474E+06	1,662E+02	8,912E+02	1,336E+06	8,976E+01
1997	3,098E+03	2,429E+06	1,632E+02	8,749E+02	1,311E+06	8,811E+01
1998	3,009E+03	2,359E+06	1,585E+02	8,499E+02	1,274E+06	8,560E+01
1999	2,923E+03	2,292E+06	1,540E+02	8,256E+02	1,238E+06	8,315E+01
2000	2,840E+03	2,226E+06	1,496E+02	8,020E+02	1,202E+06	8,077E+01
2001	2,758E+03	2,163E+06	1,453E+02	7,791E+02	1,168E+06	7,846E+01
2002	2,680E+03	2,101E+06	1,412E+02	7,568E+02	1,134E+06	7,622E+01
2003	2,603E+03	2,041E+06	1,371E+02	7,352E+02	1,102E+06	7,404E+01
2004	2,529E+03	1,982E+06	1,332E+02	7,142E+02	1,070E+06	7,193E+01
2005	2,456E+03	1,926E+06	1,294E+02	6,938E+02	1,040E+06	6,987E+01
2006	2,386E+03	1,871E+06	1,257E+02	6,739E+02	1,010E+06	6,787E+01
2007	2,318E+03	1,817E+06	1,221E+02	6,547E+02	9,813E+05	6,593E+01
2008	2,252E+03	1,765E+06	1,186E+02	6,360E+02	9,532E+05	6,405E+01
2009	2,187E+03	1,715E+06	1,152E+02	6,178E+02	9,260E+05	6,222E+01
2010	2,125E+03	1,666E+06	1,119E+02	6,001E+02	8,995E+05	6,044E+01
2011	2,064E+03	1,618E+06	1,087E+02	5,830E+02	8,738E+05	5,871E+01
2012	2,005E+03	1,572E+06	1,056E+02	5,663E+02	8,488E+05	5,703E+01
2013	1,948E+03	1,527E+06	1,026E+02	5,501E+02	8,246E+05	5,540E+01
2014	1,892E+03	1,483E+06	9,967E+01	5,344E+02	8,010E+05	5,382E+01
2015	1,838E+03	1,441E+06	9,682E+01	5,191E+02	7,781E+05	5,228E+01
2016	1,785E+03	1,400E+06	9,405E+01	5,043E+02	7,559E+05	5,079E+01
2017	1,734E+03	1,360E+06	9,136E+01	4,899E+02	7,343E+05	4,934E+01
2018	1,685E+03	1,321E+06	8,875E+01	4,759E+02	7,133E+05	4,793E+01
2019	1,637E+03	1,283E+06	8,621E+01	4,623E+02	6,929E+05	4,656E+01
2020	1,590E+03	1,246E+06	8,375E+01	4,490E+02	6,731E+05	4,522E+01
2021	1,544E+03	1,211E+06	8,136E+01	4,362E+02	6,538E+05	4,393E+01
2022	1,500E+03	1,176E+06	7,903E+01	4,237E+02	6,352E+05	4,268E+01
2023	1,457E+03	1,143E+06	7,677E+01	4,116E+02	6,170E+05	4,146E+01
2024	1,416E+03	1,110E+06	7,458E+01	3,999E+02	5,994E+05	4,027E+01
2025	1,375E+03	1,078E+06	7,244E+01	3,884E+02	5,822E+05	3,912E+01
2026	1,336E+03	1,047E+06	7,037E+01	3,773E+02	5,656E+05	3,800E+01

REPORT - 7

landgem-v302

06/02/2014

Results (Continued)

Year	Total landfill gas			Methane		
	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
2027	1.298E+03	1.017E+06	6.836E+01	3.665E+02	5.494E+05	3.692E+01
2028	1.261E+03	9.884E+05	6.641E+01	3.561E+02	5.337E+05	3.586E+01
2029	1.225E+03	9.601E+05	6.451E+01	3.459E+02	5.185E+05	3.484E+01
2030	1.190E+03	9.327E+05	6.267E+01	3.360E+02	5.036E+05	3.384E+01
2031	1.156E+03	9.060E+05	6.088E+01	3.264E+02	4.892E+05	3.287E+01
2032	1.123E+03	8.801E+05	5.914E+01	3.171E+02	4.753E+05	3.193E+01
2033	1.091E+03	8.550E+05	5.744E+01	3.080E+02	4.617E+05	3.102E+01
2034	1.059E+03	8.305E+05	5.580E+01	2.992E+02	4.485E+05	3.013E+01
2035	1.029E+03	8.068E+05	5.421E+01	2.907E+02	4.357E+05	2.927E+01
2036	9.996E+02	7.837E+05	5.266E+01	2.823E+02	4.232E+05	2.844E+01
2037	9.711E+02	7.613E+05	5.115E+01	2.743E+02	4.111E+05	2.762E+01
2038	9.433E+02	7.398E+05	4.969E+01	2.664E+02	3.994E+05	2.683E+01
2039	9.164E+02	7.184E+05	4.827E+01	2.588E+02	3.879E+05	2.607E+01
2040	8.902E+02	6.979E+05	4.689E+01	2.514E+02	3.769E+05	2.532E+01
2041	8.647E+02	6.779E+05	4.555E+01	2.442E+02	3.661E+05	2.460E+01
2042	8.400E+02	6.586E+05	4.425E+01	2.373E+02	3.566E+05	2.389E+01
2043	8.160E+02	6.397E+05	4.298E+01	2.305E+02	3.455E+05	2.321E+01
2044	7.927E+02	6.215E+05	4.176E+01	2.239E+02	3.356E+05	2.255E+01
2045	7.700E+02	6.037E+05	4.056E+01	2.175E+02	3.260E+05	2.190E+01
2046	7.480E+02	5.864E+05	3.940E+01	2.113E+02	3.167E+05	2.128E+01
2047	7.266E+02	5.697E+05	3.828E+01	2.052E+02	3.076E+05	2.067E+01
2048	7.058E+02	5.534E+05	3.718E+01	1.994E+02	2.988E+05	2.008E+01
2049	6.857E+02	5.376E+05	3.612E+01	1.937E+02	2.903E+05	1.950E+01
2050	6.661E+02	5.222E+05	3.509E+01	1.881E+02	2.820E+05	1.895E+01
2051	6.470E+02	5.073E+05	3.408E+01	1.828E+02	2.739E+05	1.841E+01
2052	6.285E+02	4.928E+05	3.311E+01	1.775E+02	2.661E+05	1.788E+01
2053	6.106E+02	4.787E+05	3.216E+01	1.725E+02	2.585E+05	1.737E+01
2054	5.931E+02	4.650E+05	3.124E+01	1.675E+02	2.511E+05	1.687E+01
2055	5.762E+02	4.517E+05	3.035E+01	1.627E+02	2.439E+05	1.639E+01
2056	5.597E+02	4.388E+05	2.948E+01	1.581E+02	2.370E+05	1.592E+01
2057	5.437E+02	4.263E+05	2.864E+01	1.536E+02	2.302E+05	1.547E+01
2058	5.282E+02	4.141E+05	2.782E+01	1.492E+02	2.236E+05	1.502E+01
2059	5.131E+02	4.022E+05	2.703E+01	1.449E+02	2.172E+05	1.459E+01
2060	4.984E+02	3.907E+05	2.625E+01	1.408E+02	2.110E+05	1.418E+01
2061	4.842E+02	3.796E+05	2.550E+01	1.367E+02	2.050E+05	1.377E+01
2062	4.703E+02	3.687E+05	2.477E+01	1.328E+02	1.991E+05	1.338E+01
2063	4.569E+02	3.582E+05	2.407E+01	1.290E+02	1.934E+05	1.300E+01
2064	4.438E+02	3.479E+05	2.338E+01	1.254E+02	1.879E+05	1.262E+01
2065	4.311E+02	3.380E+05	2.271E+01	1.218E+02	1.825E+05	1.226E+01
2066	4.188E+02	3.283E+05	2.206E+01	1.183E+02	1.773E+05	1.191E+01
2067	4.068E+02	3.190E+05	2.143E+01	1.149E+02	1.722E+05	1.157E+01
2068	3.952E+02	3.098E+05	2.082E+01	1.116E+02	1.673E+05	1.124E+01
2069	3.839E+02	3.010E+05	2.022E+01	1.084E+02	1.625E+05	1.092E+01
2070	3.729E+02	2.924E+05	1.965E+01	1.053E+02	1.579E+05	1.061E+01
2071	3.623E+02	2.840E+05	1.908E+01	1.023E+02	1.534E+05	1.031E+01
2072	3.519E+02	2.759E+05	1.854E+01	9.940E+01	1.490E+05	1.001E+01
2073	3.419E+02	2.680E+05	1.801E+01	9.656E+01	1.447E+05	9.724E+00
2074	3.321E+02	2.604E+05	1.749E+01	9.380E+01	1.406E+05	9.446E+00
2075	3.226E+02	2.529E+05	1.699E+01	9.112E+01	1.366E+05	9.176E+00
2076	3.134E+02	2.457E+05	1.651E+01	8.851E+01	1.327E+05	8.914E+00
2077	3.044E+02	2.387E+05	1.604E+01	8.598E+01	1.289E+05	8.659E+00

REPORT - 8

landgem-v302

06/02/2014

Results (Continued)

Year	Total landfill gas			Methane		
	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
2078	2.957E+02	2.318E+05	1.558E+01	8.352E+01	1.252E+05	8.412E+00
2079	2.873E+02	2.252E+05	1.513E+01	8.114E+01	1.216E+05	8.171E+00
2080	2.791E+02	2.188E+05	1.470E+01	7.882E+01	1.181E+05	7.938E+00
2081	2.711E+02	2.125E+05	1.428E+01	7.656E+01	1.148E+05	7.711E+00
2082	2.633E+02	2.064E+05	1.387E+01	7.438E+01	1.115E+05	7.491E+00
2083	2.558E+02	2.005E+05	1.347E+01	7.225E+01	1.083E+05	7.276E+00
2084	2.485E+02	1.948E+05	1.309E+01	7.018E+01	1.052E+05	7.068E+00
2085	2.414E+02	1.892E+05	1.272E+01	6.818E+01	1.022E+05	6.866E+00
2086	2.345E+02	1.838E+05	1.235E+01	6.623E+01	9.927E+04	6.670E+00
2087	2.278E+02	1.786E+05	1.200E+01	6.434E+01	9.644E+04	6.479E+00
2088	2.213E+02	1.735E+05	1.166E+01	6.250E+01	9.368E+04	6.294E+00
2089	2.149E+02	1.685E+05	1.132E+01	6.071E+01	9.100E+04	6.114E+00
2090	2.088E+02	1.637E+05	1.100E+01	5.898E+01	8.840E+04	5.940E+00
2091	2.028E+02	1.590E+05	1.068E+01	5.729E+01	8.587E+04	5.770E+00
2092	1.970E+02	1.545E+05	1.038E+01	5.565E+01	8.342E+04	5.605E+00
2093	1.914E+02	1.501E+05	1.008E+01	5.406E+01	8.103E+04	5.445E+00
2094	1.859E+02	1.458E+05	9.795E+00	5.252E+01	7.872E+04	5.289E+00
2095	1.806E+02	1.416E+05	9.515E+00	5.102E+01	7.647E+04	5.138E+00
2096	1.755E+02	1.376E+05	9.243E+00	4.956E+01	7.428E+04	4.991E+00
2097	1.704E+02	1.336E+05	8.978E+00	4.814E+01	7.216E+04	4.848E+00
2098	1.656E+02	1.298E+05	8.722E+00	4.676E+01	7.010E+04	4.710E+00
2099	1.608E+02	1.261E+05	8.472E+00	4.543E+01	6.809E+04	4.575E+00
2100	1.562E+02	1.225E+05	8.230E+00	4.413E+01	6.615E+04	4.444E+00
2101	1.518E+02	1.190E+05	7.995E+00	4.287E+01	6.426E+04	4.317E+00
2102	1.474E+02	1.156E+05	7.767E+00	4.164E+01	6.242E+04	4.194E+00
2103	1.432E+02	1.123E+05	7.545E+00	4.045E+01	6.063E+04	4.074E+00
2104	1.391E+02	1.091E+05	7.329E+00	3.930E+01	5.890E+04	3.958E+00
2105	1.352E+02	1.060E+05	7.119E+00	3.817E+01	5.722E+04	3.844E+00
2106	1.313E+02	1.029E+05	6.916E+00	3.708E+01	5.558E+04	3.735E+00
2107	1.275E+02	9.999E+04	6.718E+00	3.602E+01	5.399E+04	3.628E+00
2108	1.239E+02	9.713E+04	6.526E+00	3.499E+01	5.245E+04	3.524E+00
2109	1.203E+02	9.435E+04	6.340E+00	3.399E+01	5.095E+04	3.423E+00
2110	1.169E+02	9.166E+04	6.158E+00	3.302E+01	4.949E+04	3.326E+00
2111	1.136E+02	8.904E+04	5.982E+00	3.208E+01	4.808E+04	3.231E+00
2112	1.103E+02	8.649E+04	5.811E+00	3.116E+01	4.671E+04	3.138E+00
2113	1.072E+02	8.402E+04	5.645E+00	3.027E+01	4.537E+04	3.048E+00
2114	1.041E+02	8.162E+04	5.484E+00	2.940E+01	4.407E+04	2.961E+00
2115	1.011E+02	7.929E+04	5.327E+00	2.856E+01	4.281E+04	2.877E+00
2116	9.824E+01	7.702E+04	5.175E+00	2.775E+01	4.159E+04	2.794E+00
2117	9.543E+01	7.482E+04	5.027E+00	2.695E+01	4.040E+04	2.715E+00

REPORT - 9

landgem-v302

06/02/2014

Results (Continued)

Year	Carbon dioxide			NMOC		
	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
1977	0	0	0	0	0	0
1978	8,570E+01	4,682E+04	3,146E+00	1,459E+00	4,071E+02	2,735E-02
1979	1,718E+02	9,386E+04	6,306E+00	2,925E+00	8,162E+02	5,484E-02
1980	2,590E+02	1,415E+05	9,508E+00	4,411E+00	1,230E+03	8,268E-02
1981	3,480E+02	1,901E+05	1,277E+01	5,926E+00	1,653E+03	1,111E-01
1982	4,396E+02	2,401E+05	1,613E+01	7,484E+00	2,088E+03	1,403E-01
1983	5,326E+02	2,910E+05	1,955E+01	9,069E+00	2,530E+03	1,700E-01
1984	6,281E+02	3,431E+05	2,305E+01	1,070E+01	2,984E+03	2,005E-01
1985	7,266E+02	3,969E+05	2,667E+01	1,237E+01	3,451E+03	2,319E-01
1986	8,272E+02	4,519E+05	3,036E+01	1,409E+01	3,930E+03	2,640E-01
1987	9,307E+02	5,084E+05	3,416E+01	1,585E+01	4,421E+03	2,971E-01
1988	1,038E+03	5,672E+05	3,811E+01	1,768E+01	4,933E+03	3,314E-01
1989	1,151E+03	6,291E+05	4,227E+01	1,961E+01	5,470E+03	3,675E-01
1990	1,270E+03	6,938E+05	4,662E+01	2,162E+01	6,033E+03	4,054E-01
1991	1,394E+03	7,617E+05	5,118E+01	2,374E+01	6,624E+03	4,451E-01
1992	1,524E+03	8,324E+05	5,593E+01	2,595E+01	7,239E+03	4,864E-01
1993	1,659E+03	9,062E+05	6,089E+01	2,824E+01	7,880E+03	5,294E-01
1994	1,797E+03	9,817E+05	6,596E+01	3,060E+01	8,537E+03	5,736E-01
1995	1,938E+03	1,059E+06	7,115E+01	3,301E+01	9,209E+03	6,187E-01
1996	2,083E+03	1,138E+06	7,646E+01	3,547E+01	9,895E+03	6,649E-01
1997	2,045E+03	1,117E+06	7,506E+01	3,482E+01	9,714E+03	6,527E-01
1998	1,986E+03	1,085E+06	7,292E+01	3,383E+01	9,437E+03	6,340E-01
1999	1,930E+03	1,054E+06	7,083E+01	3,286E+01	9,167E+03	6,159E-01
2000	1,875E+03	1,024E+06	6,881E+01	3,192E+01	8,905E+03	5,983E-01
2001	1,821E+03	9,948E+05	6,684E+01	3,101E+01	8,650E+03	5,812E-01
2002	1,766E+03	9,664E+05	6,493E+01	3,012E+01	8,403E+03	5,646E-01
2003	1,718E+03	9,387E+05	6,307E+01	2,926E+01	8,163E+03	5,485E-01
2004	1,669E+03	9,119E+05	6,127E+01	2,842E+01	7,930E+03	5,328E-01
2005	1,622E+03	8,858E+05	5,952E+01	2,761E+01	7,703E+03	5,176E-01
2006	1,575E+03	8,605E+05	5,782E+01	2,682E+01	7,483E+03	5,028E-01
2007	1,530E+03	8,359E+05	5,617E+01	2,605E+01	7,269E+03	4,884E-01
2008	1,486E+03	8,120E+05	5,456E+01	2,531E+01	7,061E+03	4,744E-01
2009	1,444E+03	7,888E+05	5,300E+01	2,459E+01	6,859E+03	4,609E-01
2010	1,403E+03	7,663E+05	5,149E+01	2,388E+01	6,663E+03	4,477E-01
2011	1,363E+03	7,444E+05	5,001E+01	2,320E+01	6,473E+03	4,349E-01
2012	1,324E+03	7,231E+05	4,858E+01	2,254E+01	6,288E+03	4,225E-01
2013	1,286E+03	7,024E+05	4,720E+01	2,189E+01	6,108E+03	4,104E-01
2014	1,249E+03	6,823E+05	4,585E+01	2,127E+01	5,933E+03	3,987E-01
2015	1,213E+03	6,628E+05	4,454E+01	2,066E+01	5,764E+03	3,873E-01
2016	1,179E+03	6,439E+05	4,326E+01	2,007E+01	5,599E+03	3,762E-01
2017	1,145E+03	6,255E+05	4,203E+01	1,950E+01	5,439E+03	3,654E-01
2018	1,112E+03	6,076E+05	4,083E+01	1,894E+01	5,284E+03	3,550E-01
2019	1,080E+03	5,902E+05	3,966E+01	1,840E+01	5,133E+03	3,449E-01
2020	1,050E+03	5,734E+05	3,852E+01	1,787E+01	4,986E+03	3,350E-01
2021	1,020E+03	5,570E+05	3,742E+01	1,736E+01	4,843E+03	3,254E-01
2022	9,904E+02	5,411E+05	3,635E+01	1,686E+01	4,705E+03	3,161E-01
2023	9,621E+02	5,256E+05	3,531E+01	1,638E+01	4,570E+03	3,071E-01
2024	9,346E+02	5,106E+05	3,431E+01	1,591E+01	4,440E+03	2,983E-01
2025	9,079E+02	4,960E+05	3,332E+01	1,546E+01	4,313E+03	2,898E-01
2026	8,819E+02	4,818E+05	3,237E+01	1,502E+01	4,190E+03	2,815E-01

REPORT - 10

landgem-v302

06/02/2014

Results (Continued)

Year	Carbon dioxide			NMOC		
	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
2027	8.567E+02	4.680E+05	3.145E+01	1.459E+01	4.070E+03	2.734E-01
2028	8.322E+02	4.547E+05	3.055E+01	1.417E+01	3.953E+03	2.656E-01
2029	8.084E+02	4.417E+05	2.967E+01	1.377E+01	3.840E+03	2.580E-01
2030	7.853E+02	4.290E+05	2.883E+01	1.337E+01	3.731E+03	2.507E-01
2031	7.629E+02	4.168E+05	2.800E+01	1.299E+01	3.624E+03	2.435E-01
2032	7.411E+02	4.049E+05	2.720E+01	1.262E+01	3.520E+03	2.365E-01
2033	7.199E+02	3.933E+05	2.642E+01	1.226E+01	3.420E+03	2.298E-01
2034	6.993E+02	3.820E+05	2.567E+01	1.191E+01	3.322E+03	2.232E-01
2035	6.793E+02	3.711E+05	2.494E+01	1.157E+01	3.227E+03	2.168E-01
2036	6.599E+02	3.605E+05	2.422E+01	1.124E+01	3.135E+03	2.106E-01
2037	6.411E+02	3.502E+05	2.353E+01	1.092E+01	3.045E+03	2.046E-01
2038	6.227E+02	3.402E+05	2.286E+01	1.060E+01	2.958E+03	1.988E-01
2039	6.049E+02	3.305E+05	2.220E+01	1.030E+01	2.874E+03	1.931E-01
2040	5.876E+02	3.210E+05	2.157E+01	1.001E+01	2.792E+03	1.876E-01
2041	5.708E+02	3.119E+05	2.095E+01	9.720E+00	2.712E+03	1.822E-01
2042	5.545E+02	3.029E+05	2.035E+01	9.442E+00	2.634E+03	1.770E-01
2043	5.387E+02	2.943E+05	1.977E+01	9.172E+00	2.559E+03	1.719E-01
2044	5.233E+02	2.859E+05	1.921E+01	8.910E+00	2.486E+03	1.670E-01
2045	5.083E+02	2.777E+05	1.866E+01	8.656E+00	2.415E+03	1.622E-01
2046	4.938E+02	2.698E+05	1.813E+01	8.408E+00	2.346E+03	1.576E-01
2047	4.797E+02	2.620E+05	1.761E+01	8.168E+00	2.279E+03	1.531E-01
2048	4.660E+02	2.546E+05	1.710E+01	7.934E+00	2.214E+03	1.487E-01
2049	4.526E+02	2.473E+05	1.661E+01	7.708E+00	2.150E+03	1.445E-01
2050	4.397E+02	2.402E+05	1.614E+01	7.487E+00	2.089E+03	1.403E-01
2051	4.271E+02	2.333E+05	1.568E+01	7.273E+00	2.029E+03	1.363E-01
2052	4.149E+02	2.267E+05	1.523E+01	7.065E+00	1.971E+03	1.324E-01
2053	4.031E+02	2.202E+05	1.480E+01	6.863E+00	1.915E+03	1.287E-01
2054	3.916E+02	2.139E+05	1.437E+01	6.667E+00	1.860E+03	1.250E-01
2055	3.804E+02	2.078E+05	1.396E+01	6.477E+00	1.807E+03	1.214E-01
2056	3.695E+02	2.019E+05	1.356E+01	6.292E+00	1.755E+03	1.179E-01
2057	3.589E+02	1.961E+05	1.317E+01	6.112E+00	1.705E+03	1.146E-01
2058	3.487E+02	1.905E+05	1.280E+01	5.937E+00	1.656E+03	1.113E-01
2059	3.387E+02	1.850E+05	1.243E+01	5.767E+00	1.609E+03	1.081E-01
2060	3.290E+02	1.797E+05	1.208E+01	5.602E+00	1.563E+03	1.050E-01
2061	3.196E+02	1.746E+05	1.173E+01	5.442E+00	1.518E+03	1.020E-01
2062	3.105E+02	1.696E+05	1.140E+01	5.287E+00	1.475E+03	9.910E-02
2063	3.016E+02	1.648E+05	1.107E+01	5.136E+00	1.433E+03	9.627E-02
2064	2.930E+02	1.601E+05	1.075E+01	4.989E+00	1.392E+03	9.351E-02
2065	2.846E+02	1.555E+05	1.045E+01	4.846E+00	1.352E+03	9.084E-02
2066	2.765E+02	1.510E+05	1.015E+01	4.708E+00	1.313E+03	8.825E-02
2067	2.686E+02	1.467E+05	9.858E+00	4.573E+00	1.276E+03	8.572E-02
2068	2.609E+02	1.425E+05	9.576E+00	4.442E+00	1.239E+03	8.327E-02
2069	2.534E+02	1.385E+05	9.303E+00	4.315E+00	1.204E+03	8.089E-02
2070	2.462E+02	1.345E+05	9.037E+00	4.192E+00	1.170E+03	7.858E-02
2071	2.392E+02	1.307E+05	8.778E+00	4.072E+00	1.136E+03	7.633E-02
2072	2.323E+02	1.269E+05	8.527E+00	3.956E+00	1.104E+03	7.415E-02
2073	2.257E+02	1.233E+05	8.284E+00	3.843E+00	1.072E+03	7.203E-02
2074	2.192E+02	1.198E+05	8.047E+00	3.733E+00	1.041E+03	6.997E-02
2075	2.130E+02	1.163E+05	7.817E+00	3.626E+00	1.012E+03	6.797E-02
2076	2.069E+02	1.130E+05	7.594E+00	3.523E+00	9.827E+02	6.603E-02
2077	2.010E+02	1.098E+05	7.376E+00	3.422E+00	9.547E+02	6.414E-02

REPORT - 11

landgem-v302

06/02/2014

Results (Continued)

Year	Carbon dioxide			NMOC		
	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)	(Mg/year)	(m ³ /year)	(av ft ³ /min)
2078	1.952E+02	1.066E+05	7.166E+00	3.324E+00	9.274E+02	6.231E-02
2079	1.896E+02	1.036E+05	6.961E+00	3.229E+00	9.009E+02	6.053E-02
2080	1.842E+02	1.006E+05	6.762E+00	3.137E+00	8.751E+02	5.880E-02
2081	1.790E+02	9.776E+04	6.569E+00	3.047E+00	8.501E+02	5.712E-02
2082	1.738E+02	9.497E+04	6.381E+00	2.960E+00	8.258E+02	5.549E-02
2083	1.689E+02	9.225E+04	6.198E+00	2.875E+00	8.022E+02	5.390E-02
2084	1.640E+02	8.962E+04	6.021E+00	2.793E+00	7.793E+02	5.236E-02
2085	1.594E+02	8.705E+04	5.849E+00	2.713E+00	7.570E+02	5.086E-02
2086	1.548E+02	8.457E+04	5.682E+00	2.636E+00	7.354E+02	4.941E-02
2087	1.504E+02	8.215E+04	5.520E+00	2.561E+00	7.143E+02	4.800E-02
2088	1.461E+02	7.980E+04	5.362E+00	2.487E+00	6.939E+02	4.662E-02
2089	1.419E+02	7.752E+04	5.209E+00	2.416E+00	6.741E+02	4.529E-02
2090	1.378E+02	7.530E+04	5.060E+00	2.347E+00	6.548E+02	4.400E-02
2091	1.339E+02	7.315E+04	4.915E+00	2.280E+00	6.361E+02	4.274E-02
2092	1.301E+02	7.106E+04	4.775E+00	2.215E+00	6.179E+02	4.152E-02
2093	1.264E+02	6.903E+04	4.638E+00	2.152E+00	6.003E+02	4.033E-02
2094	1.227E+02	6.706E+04	4.505E+00	2.090E+00	5.831E+02	3.918E-02
2095	1.192E+02	6.514E+04	4.377E+00	2.030E+00	5.664E+02	3.806E-02
2096	1.158E+02	6.328E+04	4.252E+00	1.972E+00	5.502E+02	3.697E-02
2097	1.125E+02	6.147E+04	4.130E+00	1.916E+00	5.345E+02	3.591E-02
2098	1.093E+02	5.971E+04	4.012E+00	1.861E+00	5.192E+02	3.489E-02
2099	1.062E+02	5.800E+04	3.897E+00	1.808E+00	5.044E+02	3.389E-02
2100	1.031E+02	5.635E+04	3.786E+00	1.756E+00	4.900E+02	3.292E-02
2101	1.002E+02	5.474E+04	3.678E+00	1.706E+00	4.760E+02	3.198E-02
2102	9.733E+01	5.317E+04	3.573E+00	1.657E+00	4.624E+02	3.107E-02
2103	9.456E+01	5.165E+04	3.470E+00	1.610E+00	4.491E+02	3.018E-02
2104	9.185E+01	5.018E+04	3.371E+00	1.564E+00	4.363E+02	2.932E-02
2105	8.922E+01	4.874E+04	3.275E+00	1.519E+00	4.238E+02	2.848E-02
2106	8.667E+01	4.735E+04	3.181E+00	1.476E+00	4.117E+02	2.766E-02
2107	8.419E+01	4.599E+04	3.090E+00	1.434E+00	4.000E+02	2.687E-02
2108	8.179E+01	4.468E+04	3.002E+00	1.393E+00	3.885E+02	2.610E-02
2109	7.945E+01	4.340E+04	2.916E+00	1.353E+00	3.774E+02	2.536E-02
2110	7.718E+01	4.216E+04	2.833E+00	1.314E+00	3.666E+02	2.463E-02
2111	7.497E+01	4.096E+04	2.752E+00	1.277E+00	3.561E+02	2.393E-02
2112	7.283E+01	3.979E+04	2.673E+00	1.240E+00	3.460E+02	2.325E-02
2113	7.075E+01	3.865E+04	2.597E+00	1.205E+00	3.361E+02	2.258E-02
2114	6.873E+01	3.754E+04	2.523E+00	1.170E+00	3.265E+02	2.194E-02
2115	6.676E+01	3.647E+04	2.451E+00	1.137E+00	3.171E+02	2.131E-02
2116	6.485E+01	3.543E+04	2.380E+00	1.104E+00	3.081E+02	2.070E-02
2117	6.300E+01	3.442E+04	2.312E+00	1.073E+00	2.993E+02	2.011E-02

Landfill Name or Identifier: Discarica Loc. Ponte Valentino - II° Lotto

Enter year of emissions inventory: 2014

INVENTORY - 1

2.5 Scelte progettuali

Come si evince dai risultati emersi dai calcoli eseguiti, la produzione complessiva di biogas in discarica è stimata per l'anno 2014 pari ad $1,483E+06$ m³, prevista in diminuzione per i successivi anni; il metano prodotto, pari al 54 % circa del totale biogas, risulta pari ad $8,010E+05$ m³.

La produzione di composti organici non metaniferi (NMOC) risulta contenuta, anch'essa in diminuzione.

Il dato di cui innanzi risulta essere ampiamente attendibile, considerando che l'intervento di messa in sicurezza viene eseguito su di una discarica presso la quale le attività di smaltimento dei rifiuti hanno avuto inizio nell'anno 1977 e che risulta inattiva dal mese di febbraio 1996; come noto, infatti i processi di metanizzazione nei rifiuti stoccati hanno inizio dopo circa 1 anno dall'abbancamento e che gran parte della sostanza organica caratterizzata da elevata velocità di biodegradazione (SORB) viene in gran parte mineralizzata nei successivi 5 anni.

Pertanto si può ritenere - così come evidente nei diagrammi di cui al precedente report - che alla data attuale è stata ampiamente superata la fase di picco nella produzione di biogas e che il trend di produzione per gli anni successivi risulta in progressiva, continua diminuzione.

Va inoltre considerato che i valori di cui innanzi sono ovviamente riferiti all'intero volume della discarica, mentre l'intervento di cui al presente progetto è riferito solo al secondo lotto di completamento, pari a circa il 40 % del volume stoccato.

Analogamente si verifica, in relazione ai dati di cui innanzi, che non risulta economicamente conveniente operare un recupero energetico del biogas, date la modeste quantità attualmente prodotte ed il trend futuro, in netta diminuzione.

Pertanto, si prevede di realizzare complessivamente n° 7 pozzi di captazione biogas, ubicati sul corpo discarica ad interasse non inferiore a 60.00 m ed in modo tale che i teorici raggi di influenza di ogni singolo pozzo (circa 30.00 m) siano parzialmente sovrapposti; per le motivazioni di cui innanzi, si ritiene di poter omettere - anche nell'intervento relativo al II° lotto - la realizzazione di un sistema che preveda il collettamento e la combustione dello stesso biogas e tanto in relazione alle limitate aliquote di produzione

attese e verificate all'esito degli interventi eseguiti per la bonifica del I° tronco di discarica.

Il biogas, quindi, verrà disperso in atmosfera, prevedendo, tuttavia, l'esecuzione di controlli periodici sia in ordine alla quantità che alle caratteristiche chimico-fisiche dello stesso.

In ogni caso, le teste di pozzo previste in testa ad ogni singola colonna di degasaggio, sono dotate di scaricatore di condensa, valvola di intercettazione e presa per analisi e sono comunque già predisposte per il collegamento diretto ad un impianto di collettamento e combustione.

3. PRODUZIONE PERCOLATO

3.1 Premessa

La presente relazione tecnica intende stimare la produzione media annua del percolato prodotto dalla discarica nella fase post-operativa nelle due ipotesi considerate:

- 1) Stato attuale (senza capping);
- 2) Stato di progetto con realizzazione di capping e cinturazione.

Le stime sono state effettuate con l'impiego di un software specifico *"THE HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE (HELP) MODEL"*, sviluppato dal *Risk Reduction Engineering Laboratory – Office of Research and Development - U.S. Environmental Protection Agency. Cincinnati, OHIO*.

3.2 Natura del percolato

Il percolato è definito come il *"liquido che si origina prevalentemente dall'infiltrazione di acque nella massa dei rifiuti o dalla decomposizione degli stessi"* (art. 2, lettera m) del Decreto Legislativo n° 36/2003).

In effetti le acque meteoriche che si infiltrano in un ammasso di rifiuti indifferenziati, trasportano in sospensione, per fenomeni di lisciviazione, un elevato quantitativo di sostanze organiche ed inorganiche, le quali trasformano tali acque in un refluo che assume caratteri di tossicità, in quanto contenente, come composizione media:

- ✓ composti organici alogenati, difficilmente degradabili;
- ✓ concentrazioni elevate di azoto ammoniacale;
- ✓ forti concentrazioni saline;
- ✓ metalli pesanti.

L'età di una discarica e le variazioni meteorologiche sono i principali parametri che generalmente influiscono in modo sensibile sui volumi di percolato prodotto e sulle relative caratteristiche qualitative.

Ulteriore contributo alla formazione del percolato è dato, almeno nei periodi immediatamente successivi alla messa a dimora, dai processi di degradazione della sostanza organica biodegradabile presente nei rifiuti stoccati (in media circa il 40 % in peso), effettuata da una popolazione mista di microrganismi che - in una prima fase in condizioni di aerobiosi e

successivamente in anaerobiosi – determinano la trasformazione di carboidrati, cellulosa, proteine e grassi in prodotti liquidi e gassosi.

Appare evidente, quindi, come il percolato prodotto da una discarica rappresenti una delle maggiori problematiche di impatto degli impianti di stoccaggio definitivo di rifiuti sulle matrici ambientali circostanti, in particolare, come nel caso in studio, quando detti impianti non sono dotati di adeguati sistemi per il contenimento dello stesso.

3.2 Calcolo del percolato prodotto

Il calcolo della quantità media annua di percolato prodotto dalla discarica, nelle due ipotesi previste, mediante l'ausilio del software *HELP*, necessita la preventiva conoscenza dei seguenti dati:

Dati meteorologici:

- Precipitazioni medie giornaliere (mm);
- Temperature medie giornaliere (°C);
- Radiazione solare giornaliera (MJ/mq);

Dati geomorfologici:

- Città, Stato, Latitudine del sito;
- Profondità evaporativa della zona (cm)
- Indice di copertura fogliare
- Velocità media del vento (KPM)

Dati relativi alla discarica:

- Spessore dei rifiuti (cm)
- Caratteristiche dello strato impermeabile di fondo
- Caratteristiche dello strato d'argilla
- Dimensione effettiva del sito
- Percentuale di area utile al ruscellamento

Dati progettuali del capping:

- Tipi di layers impiegati;
- Spessore previsto dei layers (cm);
- Permeabilità (cm/sec).

Relativamente ai dati meteorologici ed in particolare a quelli relativi alle precipitazioni, alle temperature ed alla radiazione solare sono

stati impiegati i dati riportati nell'allegata *Relazione Geologica*, relativi al periodo 1981 – 2005, ed alla quale si rimanda per il dettaglio.

Successivamente sono stati stabiliti la profondità evaporativa della zona e l'indice di copertura fogliare: la profondità evaporativa della zona è un parametro espresso in centimetri pari almeno alla profondità media di penetrazione delle radici; l'indice di copertura fogliare, espresso con un coefficiente adimensionale, rappresenta l'area fogliare attiva che partecipa alla traspirazione.

In ragione della quantità e tipologia della vegetazione presente, la profondità di penetrazione è stata fissata pari a 25 cm e l'indice di copertura pari a 1, con riferimento ad una scala che prevede il valore 0 per nessuna vegetazione e 5 per un eccellente manto erboso.

La velocità media del vento, ricavata da dati relativi alla Città di Benevento, è stata fissata pari a 9.00 KpH.

I dati relativi alla discarica sono la sua dimensione (riferita al piano orizzontale), pari complessivamente a circa 4.60 ettari, ma nel caso specifico riferita alla sola superficie interessata dai lavori del II° Lotto, pari a circa 1,500 ettari, e la percentuale della superficie sulla quale è possibile che avvenga il ruscellamento, definita pari al 100%, in quanto non sono presenti zone di avvallamento o contropendenze.

Infine sono richieste le caratteristiche dei vari layers che si susseguono sia in relazione allo stato attuale della discarica che con riferimento agli interventi di progetto; di seguito sono riassunti i layers impiegati con le caratteristiche utilizzate.

Il software permette di accedere ad un data base di layers presenti all'interno dello stesso programma ed utilizzare le caratteristiche di default oppure modificarle: in tale fase progettuale sono state utilizzate le caratteristiche di default.

Contestualmente alla scelta dei diversi layers impiegati è necessario associare a ciascuno la sua tipologia, di seguito evidenziata:

- | | |
|---|-----------|
| ✓ Layer a filtrazione verticale | tipo n° 1 |
| ✓ Layer a drenaggio laterale | tipo n° 2 |
| ✓ Barriera (semipermeabile) costituita da suolo | tipo n° 3 |
| ✓ Geosintetico impermeabile | tipo n° 4 |

Pertanto lo stato attuale della discarica è stato schematizzato come segue, partendo dalla sommità del cumulo:

- 1) *Terreno di riporto*: Layer tipo 1, spessore 20,0 cm;
- 2) *Rifiuti urbani*: Layer tipo 1, spessore 2.000,0 cm;
- 3) *Limi sabbiosi*: Layer tipo 1, spessore 330,0 cm;
- 4) *Sabbie limose e ciottoli*: Layer tipo 2, spessore 640,00 cm;
- 5) *Argilla limosa*: Layer tipo 3, spessore 1.000,0 cm.

Le condizioni a seguito dell'intervento di progetto , sono state, di contro, schematizzate come segue, partendo dalla sommità del cumulo:

- 1) *Terreno di coltivo*: Layer tipo 1, spessore 60,0 cm;
- 2) *Terreno di riporto*: Layer tipo 1, spessore 40,0 cm;
- 3) *Geocomposito drenante*: Layer tipo 2, spessore 0,50 cm;
- 4) *Geocomposito bentonitico*: Layer tipo 4, spessore 0,60 cm;
- 5) *Geocomposito drenante*: Layer tipo 1, spessore 0,50 cm;
- 6) *Rifiuti urbani*: Layer tipo 1, spessore 2.000,0 cm;
- 7) *Limi sabbiosi*: Layer tipo 1, spessore 330,0 cm;
- 8) *Sabbie limose e ciottoli*: Layer tipo 2, spessore 640,0 cm;
- 9) *Argilla limosa*: Layer tipo 3, spessore 1.000,0 cm.

Dopo aver completato i dati relativi alle caratteristiche dei layers, il software, prima di processare il codice, richiede il numero di anni sui quali si vuole che venga simulato l'output: in relazione alle caratteristiche del sito ed alle finalità del presente studio, tale periodo è stato imposto pari a 5 anni.

Sulla scorta dei dati in input, quindi, il software ha elaborato la stima della produzione di percolato relativo alla discarica in oggetto, sia relativi allo stato di fatto che alle ipotesi di progetto; i reports di calcolo vengono di seguito integralmente riportati.

```
*****
*****
*****
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE          **
**          HELP MODEL VERSION 3.07  (1 NOVEMBER 1997)              **
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY                   **
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION                      **
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY        **
**                                                                    **
*****
*****
```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP3\VALEPR2.D4
TEMPERATURE DATA FILE: C:\HELP3\VALETEM2.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP3\VALESOL2.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA: C:\HELP3\VALEEV2.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP3\VALESF.D10
OUTPUT DATA FILE: C:\HELP3\VALESF2.OUT

TIME: 20:14 DATE: 2/07/2014

```
*****
*****
TITLE: Discarica Loc. Ponte Valentino - Stato di Fatto II° Lotto
*****
```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL: **TERRENO DI RIPO** TEXTURE NUMBER 10
THICKNESS = 20.00 CM
POROSITY = 0.3980 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.2440 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.1360 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2815 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.119999997000E-03 CM/SEC
NOTE: SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY IS MULTIPLIED BY 1.80
FOR ROOT CHANNELS IN TOP HALF OF EVAPORATIVE ZONE.

LAYER 2

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL: **RIFIUTI URBANI** TEXTURE NUMBER 18
THICKNESS = 2000.00 CM
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2962 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 3

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL: **LIMO SABBIOSO** TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS = 330.00 CM
POROSITY = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1502 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 4

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER
MATERIAL: **SABBIA E GHIAIA** TEXTURE NUMBER 21
THICKNESS = 640.00 CM
POROSITY = 0.3970 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0320 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000012000 CM/SEC
SLOPE = 0.00 PERCENT
DRAINAGE LENGTH = 0.3 METERS

LAYER 5

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER
MATERIAL: **ARGILLA LIMOSA** TEXTURE NUMBER 29
THICKNESS = 1000.00 CM
POROSITY = 0.4510 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.4190 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.3320 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.4510 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.680000028000E-06 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE #10 WITH BARE GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 20.% AND A SLOPE LENGTH OF 25. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER	=	94.50	
FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF	=	100.0	PERCENT
AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE	=	1.5000	HECTARES
EVAPORATIVE ZONE DEPTH	=	25.0	CM
INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE	=	7.110	CM
UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE	=	11.315	CM
LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE	=	3.105	CM
INITIAL SNOW WATER	=	0.000	CM
INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS	=	1119.160	CM
TOTAL INITIAL WATER	=	1119.160	CM
TOTAL SUBSURFACE INFLOW	=	0.00	MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
BENEVENTO ITALY

STATION LATITUDE	=	41.13	DEGREES
MAXIMUM LEAF AREA INDEX	=	1.00	
START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE)	=	80	
END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE)	=	284	
EVAPORATIVE ZONE DEPTH	=	25.0	CM
AVERAGE ANNUAL WIND SPEED	=	9.00	KPH
AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	60.00	%
AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	65.00	%
AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	70.00	%
AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	65.00	%

NOTE: PRECIPITATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR **BENEVENTO ITALY**
NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
75.0	96.0	107.0	42.0	12.0	22.0
8.0	36.0	122.0	65.0	150.0	133.0

NOTE: TEMPERATURE DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR **BENEVENTO ITALY**
NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
6.3	7.6	10.9	13.6	18.1	22.4
24.3	24.6	20.2	17.5	13.1	7.9

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR **BENEVENTO ITALY**
AND STATION LATITUDE = 41.13 DEGREES
NORMAL MEAN MONTHLY SOLAR RADIATION (MJ/M2)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-----	-----	-----	-----	-----	-----
6.86	9.78	13.62	18.17	21.73	23.83
23.37	23.32	15.65	11.20	7.50	5.94

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	769.30	11539.503	100.00
RUNOFF	193.229	2898.435	25.12
EVAPOTRANSPIRATION	423.012	6345.178	54.99
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5	0.134688	2.020	0.02
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.0001		
CHANGE IN WATER STORAGE	152.924	2293.860	19.88
SOIL WATER AT START OF YEAR	11191.596	167873.937	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11344.520	170167.797	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0006	0.010	0.00

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	879.00	13185.002	100.00
RUNOFF	228.318	3424.775	25.97
EVAPOTRANSPIRATION	454.357	6815.352	51.69
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	10.2394	153.592	1.16
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5	22.754038	341.311	2.59
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.0305		
CHANGE IN WATER STORAGE	163.331	2449.967	18.58
SOIL WATER AT START OF YEAR	11344.520	170167.797	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11507.851	172617.766	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0004	0.006	0.00

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2016

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	846.10	12691.500	100.00
RUNOFF	169.218	2538.272	20.00
EVAPOTRANSPIRATION	458.466	6876.986	54.19
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	133.2817	1999.226	15.75
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5	97.919548	1468.793	11.57
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.1955		
CHANGE IN WATER STORAGE	-12.785	-191.779	-1.51
SOIL WATER AT START OF YEAR	11507.851	172617.766	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11495.065	172425.984	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.001	0.00

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2017

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	748.70	11230.501	100.00
RUNOFF	141.928	2128.921	18.96
EVAPOTRANSPIRATION	443.437	6651.550	59.23
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	63.6222	954.332	8.50
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5	82.008331	1230.125	10.95
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.1345		
CHANGE IN WATER STORAGE	17.704	265.565	2.36
SOIL WATER AT START OF YEAR	11495.065	172425.984	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11512.770	172691.547	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0005	0.007	0.00

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2018

	MM	CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	948.10	14221.502	100.00
RUNOFF	318.101	4771.515	33.55
EVAPOTRANSPIRATION	494.490	7417.347	52.16
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	57.7763	866.644	6.09
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 5	81.336716	1220.051	8.58
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.1295		
CHANGE IN WATER STORAGE	-3.604	-54.055	-0.38
SOIL WATER AT START OF YEAR	11512.770	172691.531	

SOIL WATER AT END OF YEAR	11509.166	172637.484	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.001	0.00

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2014 THROUGH 2018						
	JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC

PRECIPITATION						

TOTALS	74.00	74.88	116.10	36.38	13.52	33.38
	8.64	39.46	104.14	87.04	137.10	113.60
STD. DEVIATIONS	58.50	23.19	41.72	29.08	11.16	11.50
	3.10	23.99	41.90	67.57	89.94	62.17
RUNOFF						

TOTALS	10.935	14.001	30.036	1.991	0.019	0.350
	0.000	3.175	37.508	29.010	55.101	28.033
STD. DEVIATIONS	15.628	8.276	22.700	2.535	0.031	0.451
	0.001	5.504	28.385	35.525	60.881	22.752
EVAPOTRANSPIRATION						

TOTALS	38.157	48.952	66.482	44.810	22.207	23.594
	19.432	28.990	49.350	44.697	40.401	27.681
STD. DEVIATIONS	4.455	7.504	13.961	26.577	11.593	14.934
	7.816	18.328	24.660	22.924	5.898	5.120
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4						

TOTALS	2.0073	2.3105	1.9017	1.3295	5.8365	10.2653
	9.2591	6.4828	3.3604	3.2009	4.2102	2.8197
STD. DEVIATIONS	2.2210	2.1520	2.9239	2.0157	8.3152	14.2392
	11.3544	6.8343	3.2676	2.5050	2.9073	2.0584
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5						

TOTALS	3.9090	3.5054	2.4119	1.7847	4.0257	4.2779
	4.5446	5.4459	7.1079	7.4782	5.9651	6.3742
STD. DEVIATIONS	3.9628	3.2781	3.3274	2.3030	3.8045	4.0431
	4.1993	5.0784	6.8160	5.3993	3.3639	3.9595

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)						

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5						

AVERAGES	0.0063	0.0069	0.0047	0.0035	0.0108	0.0165
	0.0153	0.0128	0.0104	0.0098	0.0116	0.0092
STD. DEVIATIONS	0.0067	0.0064	0.0068	0.0044	0.0119	0.0188
	0.0159	0.0124	0.0084	0.0062	0.0069	0.0055

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 2014 THROUGH 2018

	MM		CU. METERS	PERCENT
	-----		-----	-----
PRECIPITATION	838.24 (81.489)		12573.6	100.00
RUNOFF	210.159 (68.1899)		3152.38	25.071
EVAPOTRANSPIRATION	454.752 (26.1181)		6821.28	54.251
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	52.98391 (52.95815)		794.759	6.32085
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5	56.83067 (42.71535)		852.460	6.77976
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.098 (0.081)			
CHANGE IN WATER STORAGE	63.514 (3.4312)		952.71	7.577

PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2014 THROUGH 2018

	(MM)	(CU. METERS)
	-----	-----
PRECIPITATION	95.90	1438.500
RUNOFF	66.372	995.5825
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 4	1.20578	18.08669
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 5	0.587525	8.81287
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.473	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 5	0.657	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 4 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.3 METERS	
SNOW WATER	61.25	918.7259
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.3136	
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.1242	

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of Kansas
ASCE Journal of Environmental Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp. 262-270.

FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2018

LAYER	(CM)	(VOL/VOL)
-----	-----	-----
1	4.6786	0.2339
2	587.8757	0.2939
3	68.7296	0.2083
4	38.6327	0.0604
5	451.0000	0.4510
SNOW WATER	0.000	

```
*****
*****
*****
**
**          HYDROLOGIC EVALUATION OF LANDFILL PERFORMANCE          **
**          HELP MODEL VERSION 3.07  (1 NOVEMBER 1997)              **
**          DEVELOPED BY ENVIRONMENTAL LABORATORY                   **
**          USAE WATERWAYS EXPERIMENT STATION                      **
**          FOR USEPA RISK REDUCTION ENGINEERING LABORATORY         **
**                                                                    **
*****
*****
```

PRECIPITATION DATA FILE: C:\HELP3\VALEPR2.D4
TEMPERATURE DATA FILE: C:\HELP3\VALETEM2.D7
SOLAR RADIATION DATA FILE: C:\HELP3\VALESOL2.D13
EVAPOTRANSPIRATION DATA: C:\HELP3\VALEEV2.D11
SOIL AND DESIGN DATA FILE: C:\HELP3\VALESP.D10
OUTPUT DATA FILE: C:\HELP3\VALESP.OUT

TIME: 22:16 DATE: 2/07/2014

```
*****
*****
TITLE: Discarica Loc. Ponte Valentino - Stato di Progetto II° Lotto
*****
```

NOTE: INITIAL MOISTURE CONTENT OF THE LAYERS AND SNOW WATER WERE
COMPUTED AS NEARLY STEADY-STATE VALUES BY THE PROGRAM.

LAYER 1

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER
MATERIAL: **TERRENO DI COLTIVO** TEXTURE NUMBER 2
THICKNESS = 60.00 CM
POROSITY = 0.4370 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.0620 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0240 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1684 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.579999993000E-02 CM/SEC
NOTE: SATURATED HYDRAULIC CONDUCTIVITY IS MULTIPLIED BY 1.80
FOR ROOT CHANNELS IN TOP HALF OF EVAPORATIVE ZONE.

LAYER 2

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER

MATERIAL: **TERRENO DI RIPORTO** TEXTURE NUMBER 10
THICKNESS = 40.00 CM
POROSITY = 0.3980 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.2440 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.1360 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.3059 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.119999997000E-03 CM/SEC

LAYER 3

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL: **GEOCOMPOSITO DRENANTE** TEXTURE NUMBER 20
THICKNESS = 0.50 CM
POROSITY = 0.8500 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 10.0000000000 CM/SEC
SLOPE = 0.00 PERCENT
DRAINAGE LENGTH = 0.3 METERS

LAYER 4

TYPE 4 - FLEXIBLE MEMBRANE LINER

MATERIAL: **GEOCOMPOSITO BENTONITICO** TEXTURE NUMBER 17
THICKNESS = 0.60 CM
POROSITY = 0.0000 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.0000 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0000 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0000 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000003000E-08 CM/SEC
FML PINHOLE DENSITY = 0.00 HOLES/HECTARE
FML INSTALLATION DEFECTS = 0.00 HOLES/HECTARE
FML PLACEMENT QUALITY = 4 - POOR

LAYER 5

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER

MATERIAL: **GEOCOMPOSITO DRENANTE** TEXTURE NUMBER 20
THICKNESS = 0.50 CM
POROSITY = 0.8500 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.0100 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0050 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0100 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 10.0000000000 CM/SEC

LAYER 6

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER

MATERIAL: **RIFIUTI URBANI** TEXTURE NUMBER 18
THICKNESS = 2000.00 CM
POROSITY = 0.6710 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.2920 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0770 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.2920 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 7

TYPE 1 - VERTICAL PERCOLATION LAYER

MATERIAL: **LIMO SABBIOSO** TEXTURE NUMBER 5
THICKNESS = 330.00 CM
POROSITY = 0.4570 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.1310 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0580 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.1310 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.100000005000E-02 CM/SEC

LAYER 8

TYPE 2 - LATERAL DRAINAGE LAYER

MATERIAL: **SABBIA E GHIAIA** TEXTURE NUMBER 21
THICKNESS = 640.00 CM
POROSITY = 0.3970 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.0320 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.0130 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.0320 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.300000012000 CM/SEC
SLOPE = 0.00 PERCENT
DRAINAGE LENGTH = 0.3 METERS

LAYER 9

TYPE 3 - BARRIER SOIL LINER

MATERIAL: **ARGILLA LIMOSA** TEXTURE NUMBER 29
THICKNESS = 1000.00 CM
POROSITY = 0.4510 VOL/VOL
FIELD CAPACITY = 0.4190 VOL/VOL
WILTING POINT = 0.3320 VOL/VOL
INITIAL SOIL WATER CONTENT = 0.4510 VOL/VOL
EFFECTIVE SAT. HYD. COND. = 0.680000028000E-06 CM/SEC

GENERAL DESIGN AND EVAPORATIVE ZONE DATA

NOTE: SCS RUNOFF CURVE NUMBER WAS COMPUTED FROM DEFAULT SOIL DATA BASE USING SOIL TEXTURE # 2 WITH BARE GROUND CONDITIONS, A SURFACE SLOPE OF 20.% AND A SLOPE LENGTH OF 25. METERS.

SCS RUNOFF CURVE NUMBER	=	82.40	
FRACTION OF AREA ALLOWING RUNOFF	=	100.0	PERCENT
AREA PROJECTED ON HORIZONTAL PLANE	=	1.5000	HECTARES
EVAPORATIVE ZONE DEPTH	=	25.0	CM
INITIAL WATER IN EVAPORATIVE ZONE	=	4.495	CM
UPPER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE	=	10.925	CM
LOWER LIMIT OF EVAPORATIVE STORAGE	=	0.600	CM
INITIAL SNOW WATER	=	0.000	CM
INITIAL WATER IN LAYER MATERIALS	=	1121.087	CM
TOTAL INITIAL WATER	=	1121.087	CM
TOTAL SUBSURFACE INFLOW	=	0.00	MM/YR

EVAPOTRANSPIRATION AND WEATHER DATA

NOTE: EVAPOTRANSPIRATION DATA WAS OBTAINED FROM
BENEVENTO **ITALY**

STATION LATITUDE	=	41.13	DEGREES
MAXIMUM LEAF AREA INDEX	=	1.00	
START OF GROWING SEASON (JULIAN DATE)	=	80	
END OF GROWING SEASON (JULIAN DATE)	=	284	
EVAPORATIVE ZONE DEPTH	=	25.0	CM
AVERAGE ANNUAL WIND SPEED	=	9.00	KPH
AVERAGE 1ST QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	60.00	%
AVERAGE 2ND QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	65.00	%
AVERAGE 3RD QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	70.00	%
AVERAGE 4TH QUARTER RELATIVE HUMIDITY	=	65.00	%

NOTE: PRECIPITATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR **BENEVENTO** **ITALY**
NORMAL MEAN MONTHLY PRECIPITATION (MM)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
75.0	96.0	107.0	42.0	12.0	22.0
8.0	36.0	122.0	65.0	150.0	133.0

NOTE: TEMPERATURE DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR **BENEVENTO** **ITALY**
NORMAL MEAN MONTHLY TEMPERATURE (DEGREES CELSIUS)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
6.3	7.6	10.9	13.6	18.1	22.4
24.3	24.6	20.2	17.5	13.1	7.9

NOTE: SOLAR RADIATION DATA WAS SYNTHETICALLY GENERATED USING
COEFFICIENTS FOR **BENEVENTO ITALY**
AND STATION LATITUDE = 41.13 DEGREES
NORMAL MEAN MONTHLY SOLAR RADIATION (MJ/M2)

JAN/JUL	FEB/AUG	MAR/SEP	APR/OCT	MAY/NOV	JUN/DEC
-----	-----	-----	-----	-----	-----
6.86	9.78	13.62	18.17	21.73	23.83
23.37	23.32	15.65	11.20	7.50	5.94

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2014

	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	769.30	11539.503	100.00
RUNOFF	31.807	477.111	4.13
EVAPOTRANSPIRATION	360.696	5410.434	46.89
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	376.4800	5647.200	48.94
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.351712	5.276	0.05
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.1527		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.191028	2.865	0.02
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.0002		
CHANGE IN WATER STORAGE	0.127	1.907	0.02
SOIL WATER AT START OF YEAR	11210.925	168163.875	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11211.052	168165.781	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0010	-0.014	0.00

ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2015

	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	879.00	13185.002	100.00
RUNOFF	32.041	480.608	3.65
EVAPOTRANSPIRATION	414.567	6218.509	47.16
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	470.4156	7056.234	53.52
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.304256	4.564	0.03
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.9635		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.164184	2.463	0.02
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.0002		
CHANGE IN WATER STORAGE	-38.188	-572.826	-4.34
SOIL WATER AT START OF YEAR	11211.052	168165.781	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11172.863	167592.953	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0008	0.013	0.00

***** ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2016 *****			
	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	846.10	12691.500	100.00
RUNOFF	8.738	131.073	1.03
EVAPOTRANSPIRATION	427.081	6406.212	50.48
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	384.7953	5771.930	45.48
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.272182	4.083	0.03
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.1626		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.147552	2.213	0.02
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.0001		
CHANGE IN WATER STORAGE	25.338	380.070	2.99
SOIL WATER AT START OF YEAR	11172.863	167592.953	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11198.201	167973.031	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0001	0.002	0.00

***** ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2017 *****			
	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	748.70	11230.501	100.00
RUNOFF	11.331	169.960	1.51
EVAPOTRANSPIRATION	414.469	6217.038	55.36
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	345.1210	5176.815	46.10
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.309303	4.640	0.04
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.1441		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.183272	2.749	0.02
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.0002		
CHANGE IN WATER STORAGE	-22.404	-336.061	-2.99
SOIL WATER AT START OF YEAR	11198.201	167973.016	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11175.797	167636.953	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	0.0000	0.000	0.00

***** ANNUAL TOTALS FOR YEAR 2018 *****			
	MM	CU. METERS	PERCENT
	-----	-----	-----
PRECIPITATION	948.10	14221.502	100.00
RUNOFF	70.421	1056.315	7.43
EVAPOTRANSPIRATION	452.284	6784.257	47.70
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	408.4482	6126.723	43.08

PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.359860	5.398	0.04
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 4	1.3977		
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.0000	0.000	0.00
PERC./LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.193877	2.908	0.02
AVG. HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.0002		
CHANGE IN WATER STORAGE	16.754	251.310	1.77
SOIL WATER AT START OF YEAR	11175.797	167636.953	
SOIL WATER AT END OF YEAR	11192.551	167888.266	
SNOW WATER AT START OF YEAR	0.000	0.000	0.00
SNOW WATER AT END OF YEAR	0.000	0.000	0.00
ANNUAL WATER BUDGET BALANCE	-0.0008	-0.011	0.00

AVERAGE MONTHLY VALUES (MM) FOR YEARS 2014 THROUGH 2018

JAN/JUL FEB/AUG MAR/SEP APR/OCT MAY/NOV JUN/DEC

PRECIPITATION

TOTALS	74.00	74.88	116.10	36.38	13.52	33.38
	8.64	39.46	104.14	87.04	137.10	113.60
STD. DEVIATIONS	58.50	23.19	41.72	29.08	11.16	11.50
	3.10	23.99	41.90	67.57	89.94	62.17

RUNOFF

TOTALS	0.216	0.720	4.015	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.105	8.303	4.576	10.714	2.218
STD. DEVIATIONS	0.332	0.726	4.761	0.000	0.000	0.000
	0.000	0.235	10.153	7.432	19.969	2.846

EVAPOTRANSPIRATION

TOTALS	37.247	42.277	60.853	35.062	19.390	27.448
	13.406	29.279	45.988	39.262	36.168	27.440
STD. DEVIATIONS	3.957	10.714	14.435	23.371	14.583	5.271
	3.092	18.301	17.311	11.959	11.380	4.732

LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3

TOTALS	54.9611	35.8636	39.1807	30.7418	8.9515	5.3105
	3.9337	2.7199	15.1436	52.0547	81.8651	66.3258
STD. DEVIATIONS	30.7977	34.2541	25.4611	10.4418	0.9084	0.5232
	0.7506	0.5143	24.0215	54.0441	54.4823	36.5225

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4

TOTALS	0.0090	0.0115	0.0152	0.0089	0.0274	0.0483
	0.0660	0.0678	0.0405	0.0106	0.0069	0.0075
STD. DEVIATIONS	0.0026	0.0087	0.0176	0.0033	0.0086	0.0088
	0.0057	0.0130	0.0250	0.0068	0.0027	0.0021

LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8

TOTALS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 9

TOTALS	0.0037	0.0058	0.0074	0.0046	0.0190	0.0277
	0.0328	0.0299	0.0178	0.0104	0.0148	0.0020
STD. DEVIATIONS	0.0019	0.0062	0.0098	0.0026	0.0027	0.0038
	0.0012	0.0038	0.0091	0.0106	0.0116	0.0013

AVERAGES OF MONTHLY AVERAGED DAILY HEADS (CM)

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4

AVERAGES	0.0264	0.0194	0.0189	0.0155	0.0044	0.0029
	0.0025	0.0021	0.0081	0.2097	0.3355	0.0316
STD. DEVIATIONS	0.0149	0.0188	0.0121	0.0054	0.0003	0.0002
	0.0002	0.0003	0.0119	0.4361	0.6843	0.0171

DAILY AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 9

AVERAGES	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
STD. DEVIATIONS	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

AVERAGE ANNUAL TOTALS & (STD. DEVIATIONS) FOR YEARS 2014 THROUGH 2018

	MM		CU. METERS	PERCENT
PRECIPITATION	838.24	(81.489)	12573.6	100.00
RUNOFF	30.868	(24.6887)	463.01	3.682
EVAPOTRANSPIRATION	413.819	(33.4608)	6207.29	49.368
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	397.05203	(46.85692)	5955.780	47.36734
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.31946	(0.03620)	4.792	0.03811
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	0.564	(0.583)		
LATERAL DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.00000	(0.00000)	0.000	0.00000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.17598	(0.01967)	2.640	0.02099
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.000	(0.000)		
CHANGE IN WATER STORAGE	-3.675	(1.0445)	-55.12	-0.438

***** PEAK DAILY VALUES FOR YEARS 2014 THROUGH 2018 -----		
	(MM)	(CU. METERS)

PRECIPITATION	95.90	1438.500
RUNOFF	26.442	396.6248
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 3	37.04136	555.62042
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 4	0.002592	0.03888
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 4	166.739	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 4	3.644	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 3 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.3 METERS	
DRAINAGE COLLECTED FROM LAYER 8	0.00000	0.00000
PERCOLATION/LEAKAGE THROUGH LAYER 9	0.001496	0.02245
AVERAGE HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.000	
MAXIMUM HEAD ON TOP OF LAYER 9	0.000	
LOCATION OF MAXIMUM HEAD IN LAYER 8 (DISTANCE FROM DRAIN)	0.1 METERS	
SNOW WATER	61.25	918.7259
MAXIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.2528	
MINIMUM VEG. SOIL WATER (VOL/VOL)	0.0240	

*** Maximum heads are computed using McEnroe's equations. ***

Reference: Maximum Saturated Depth over Landfill Liner
by Bruce M. McEnroe, University of Kansas
ASCE Journal of Environmental Engineering
Vol. 119, No. 2, March 1993, pp. 262-270.

***** FINAL WATER STORAGE AT END OF YEAR 2018 -----		
LAYER	(CM)	(VOL/VOL)

1	8.2693	0.1378
2	12.0993	0.3025
3	0.0667	0.1334
4	0.0000	0.0000
5	0.0050	0.0100
6	583.9999	0.2920
7	43.2300	0.1310
8	20.5797	0.0322
9	451.0000	0.4510
SNOW WATER	0.000	

3.4 Scelte Progettuali

Dalla lettura dei reports di cui innanzi, si evince che, allo stato attuale (assenza di sistemi di impermeabilizzazione superficiale) e per le condizioni ipotizzate al contorno, il banco di sedimenti alluvionali sabbioso ciottolosi sottostanti il cumulo di rifiuti, caratterizzati da medio-alta permeabilità ed interessati dalla presenza di una falda idrica di subalvea, drena annualmente circa 1647 m³ di percolato, pari al 13 % circa delle precipitazioni meteoriche; tale aliquota di percolato, quindi, viene direttamente immessa nel circuito delle acque superficiali.

Con la realizzazione della soluzione progettuale proposta, ed in particolare dell'intervento di capping, si evidenzia, di contro, come lo stesso strato alluvionale venga raggiunto solo da un quantitativo estremamente contenuto di percolato, pari a circa 4.72 m³/anno, corrispondenti ad una aliquota pari al 0,038 % circa delle precipitazioni meteoriche; è anche interessante notare come il geocomposito drenante sovrastante il setto impermeabile bentonitico facente parte del sistema di copertura superficiale della discarica, drena una quantità di acqua meteorica pari a 5.955 m³ annui, corrispondente al 47 % circa delle stesse precipitazioni.

Si evidenzia, pertanto, come la soluzione progettuale proposta presenti elevata efficienza e garantisca un perfetto isolamento della massa di rifiuti rispetto alle matrici ambientali circostanti; l'intervento, quindi, raggiunge pienamente l'obiettivo di ridurre drasticamente la quantità di percolato che va ad inquinare la falda idrica e che viene, quindi, direttamente immesso nelle acque superficiali.

Il sistema di drenaggio superficiale, inoltre, evidenzia anch'esso elevata efficienza per quanto riguarda la captazione e lo smaltimento delle acque di infiltrazione sul corpo discarica.

Si verifica, ancora, che il sistema proposto per il prelievo del percolato residuo ad avvenuto completamento delle opere in progetto (segnatamente capping superficiale e cinturazione plastica), costituito da n° 2 pozzi aventi diametro utile pari a 400 mm, risulta ampiamente sufficiente allo scopo, in considerazione delle limitatissime aliquote teoriche di percolato da estrarre.