

Individuazione del sito e studio di prefattibilità sulla tipologia di discarica per la città di Bissau

Prof. Ing. Maria Cristina Lavagnolo
mariacristina.lavagnolo@unipd.it

Ing. Federico Boscaro, Ing. Giacomo Pieretti, dr. Michele Lambertini

Fare i conti
con l'ambiente
Rifiuti acqua energia
Ravenna
16-17-18 maggio 2018 11^a edizione

Manifestazione open content
Evento sempre attivo
Grande valore formativo
Partecipazione dal basso
Su ravenna2018.it disponibili gli atti dell'ultima edizione



GESTIONE SOSTENIBILE DEI RIFIUTI A BISSAU

PARTNERS

- Città di Bissau coordinator locale
- L.V.I.A. ONG Italiana
- Comunità Europea supporto finanziario
 - Sintesi s.r.l supporto tecnico
 - **Università di Padova** **supporto tecnico**

ATTIVITA' E OBIETTIVI

- Partecipazione cittadini
 - Educazione ambientale presso le scuole
 - Campagne di sensibilizzazione nei quartieri
- Pianificazione decennale della gestione dei rifiuti
 - Ipotesi di una raccolta
 - **Ipotesi di smaltimento dei rifiuti**
- Inclusione del settore informale
- Giornate della spazzatura

al concetto 3S (Lavagnolo et al., 2018)



Scelta del sito

Scelta della tipologia di discarica

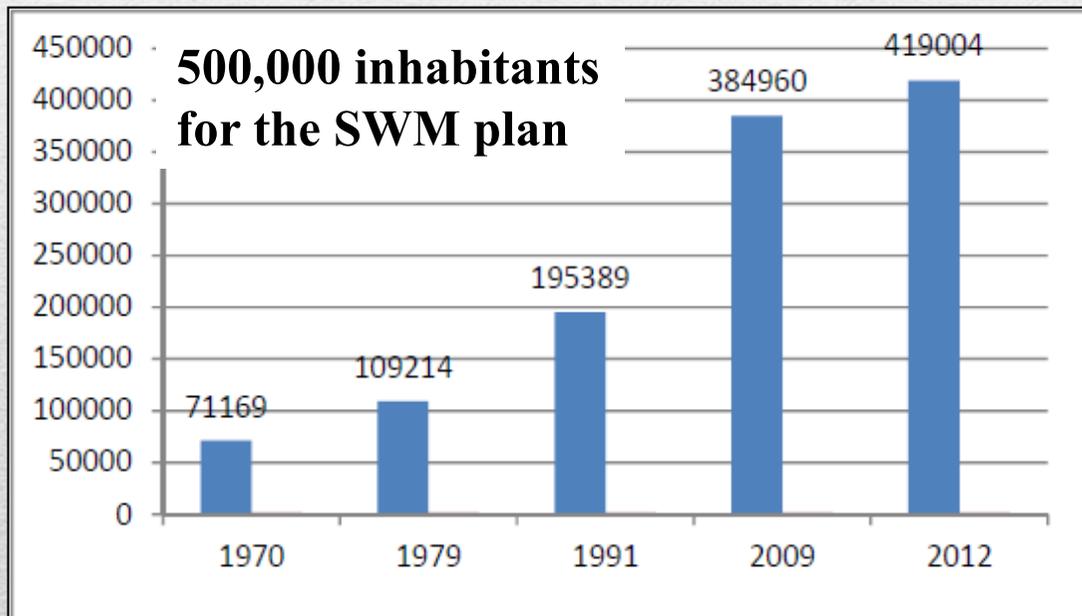
Città di Bissau

Guinea Bissau

Area: 36,0000 km²

Indice di sviluppo umano (HDI): 0.42 nel 2014 (177°)

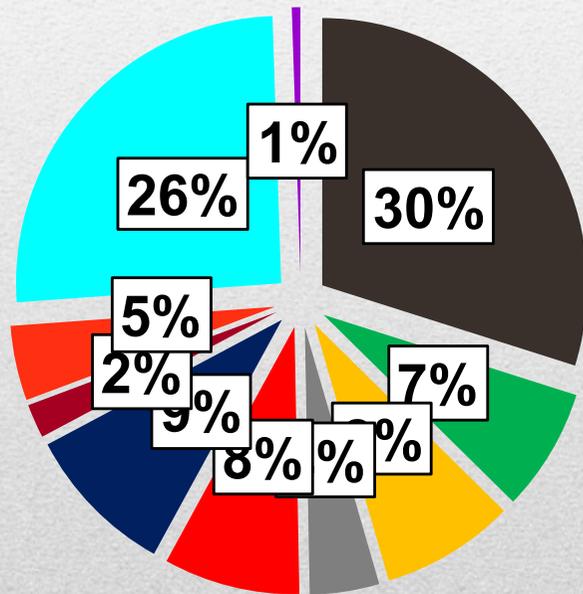
Popolazione: circa 1,7 milioni di abitanti.



(LVIA's Feasibility Study, 2013)

Quantità e qualità dei rifiuti

composition media dei rifiuti a
Bissau



- Food waste
- Green waste
- Paper
- Metals
- Plastics
- Glasses

Produzione stimata
0.6 kg/ab*g



Quantità da
considerare per la
discarica:
110,000 t/anno

(Sintesi, giugno 2015)

Quantità e qualità dei rifiuti

	ton/dia 2016			ton/dia 2017			ton/dia 2018			ton/dia 2019			ton/dia 2020			ton/dia 2021		
	min	max	medio															
Residuos solidos domesticos	251,7	267,0	259,4	257,2	272,9	265,0	262,9	278,9	270,9	268,8	285,2	277,0	274,9	291,7	283,3	281,2	298,3	289,8
Varredura	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Residuos comercias y industriais	59,4	63,0	61,2	60,7	64,4	62,5	62,0	65,8	63,9	63,4	67,3	65,3	64,8	68,8	66,8	66,3	70,4	68,3
<i>di cui mercati y feiras</i>	4,4	4,4	4,4	4,5	4,5	4,5	4,6	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	5,0	5,0	5,0
Residuos biomedicos	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
<i>di cui semelhantes a RSD</i>	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
<i>di cui speciali e pericolosi</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
TOTALE	313,1	332,0	322,5	319,9	339,3	329,6	327,0	346,8	336,9	334,4	354,6	344,5	341,9	362,6	352,3	349,7	370,9	360,3
TOTALE ANNUO	114.266	121.189	117.727	116.766	123.840	120.303	119.358	126.589	122.974	122.042	129.436	125.739	124.804	132.366	128.585	127.654	135.387	131.520

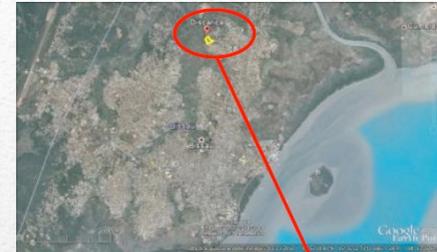
	ton/dia 2022			ton/dia 2023			ton/dia 2024			ton/dia 2025			ton/dia 2026			ton/dia 2027		
	min	max	medio															
Residuos solidos domesticos	287,6	305,2	296,4	294,3	312,2	303,3	301,1	319,4	310,3	308,1	326,9	317,5	315,4	334,7	325,0	323,0	342,7	332,8
Varredura	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Residuos comercias y industriais	67,8	72,0	69,9	69,4	73,6	71,5	71,0	75,3	73,2	72,7	77,1	74,9	74,4	78,9	76,7	76,2	80,8	78,5
<i>di cui mercati y feiras</i>	5,1	5,1	5,1	5,2	5,2	5,2	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	5,4	5,6	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7
Residuos biomedicos	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
<i>di cui semelhantes a RSD</i>	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1
<i>di cui speciali e pericolosi</i>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
TOTALE	357,8	379,4	368,6	366,0	388,2	377,1	374,5	397,2	385,8	383,2	406,5	394,8	392,3	416,1	404,2	401,7	426,1	413,9
TOTALE ANNUO	130.585	138.496	134.541	133.598	141.692	137.645	136.681	144.962	140.822	139.883	148.357	144.120	143.199	151.875	147.537	146.632	155.515	151.074

Produzione stimata
0.6 kg/ab*g



Quantità da considerare per la discarica:
110,000 t/anno

Situazione attuale: DISCARICA DI ANTULA



PROBLEMI:

- Scarico incontrollato;
- Raccoglitori non autorizzati;
- Fuochi e fumo tossico;
- Animali;
- Potenziale contaminazione percolato

Scelta del sito

Scelta di tre siti da parte della Commissione interministeriale



Scelta del sito-primo step

Scelta di tre siti da parte della Commissione interministeriale



Scelta del sito-secondo step

Indagine *multicriteria* per una graduatoria oggettiva

$C_i=1, 3, 5$ dal meno adatto al più adatto

ENVIRONMENTAL FACTORS	Less suitable (1)	Moderately suitable (3)	Suitable (5)
Distance from down gradient Drinkable water supply wells	< 500 m	500 - 2000 m	> 2000 m
Type of Land	Native forest	grassland/ plantation	neglected land
Ground water level criteria	< 1.5 m	≥ 1.5 m	no (artesian aquifer)
Surface water (protection)	< 100 m	100 - 300 m	> 300 m
Distance from protected areas	< 500 m	500 - 1000 m	> 1000 m

Scelta del sito-secondo step

Indagine *multicriteria* per una graduatoria oggettiva

ENVIRONMENTAL FACTORS	Less suitable (1)	Moderately suitable (3)	Suitable (5)
TECHNICAL FACTORS	Less suitable (1)	Moderately suitable (3)	Suitable (5)
SOCIO-ECONOMIC FACTORS	Less suitable (1)	Moderately suitable (3)	Suitable (5)
Cultural value/ Sito sagrados	< 100 m	100 - 250 m	> 250 m
Trasport Distance	> 20 km (or > 60 minutes)	10 - 20 km (30 - 60 minutes)	< 10 km (< 30 minutes)
Energetic sources	no supply	> 1 km	≤ 1 km
Land price/ownership	communiy land	private land	public land
Availability of construction material	not present	partially present	present
Initial Acceptance by community	opposition	some complaints	no complaints
Water availability	by truck	difficult on site	on site

Scelta del sito-secondo step

Indagine *multicriteria* per una graduatoria oggettiva

Matrice di confronto a coppie: 1 se i uguale a j \implies Eigenvalue $_i = \sqrt[N]{\prod_j a_{ij}}$ \implies PESI W_i
 3 se i è più importante di j

Ex. TECHNICAL FACTORS	Distance from residential areas	Distance from the airport	Capacity of the area	Topography/ slope	Surface water body as leachate receptor	Natural geological barrier	Eigenvalues	Normalisation by the Sum
Distance from residential areas	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	1.00	1.73	0.248
Distance from the airport	0.33	1.00	0.33	3.00	3.00	3.00	1.20	0.171
Capacity of the area	1.00	3.00	1.00	3.00	3.00	3.00	2.08	0.298
Topography/ slope	0.33	0.33	0.33	1.00	0.33	0.33	0.40	0.057
Surface water body as leachate receptor	0.33	0.33	0.33	3.00	1.00	0.33	0.58	0.083
Natural geological barrier	1.00	0.33	0.33	3.00	3.00	1.00	1.00	0.143
						Sum	6.99	1.00

Scelta del sito-secondo step

Indagine multicriteri per fare una graduatoria dei siti

$$Somma\ pesata = \sum Wi * Ci$$

Technical Factors (TF)					Site Assessment (C)		
Weights (W)		Less suitable (1)	Moderately suitable (3)	Suitable (5)	DJAAL	ROKOTO	SAFIM
0.248	Distance from residential areas	< 1000 m	≥ 1000 down wind	≥ 1000 up wind	1	5	5
0.171	Distance from the airport	< 1600 m or < 3000 m (according to the type of aircraft)	-	≥ 1600 m or ≥ 3000 m (according to the type of aircraft)	1	5	5
0.298	Capacity of the area	< 10 years	10 - 20 years	> 20 years	1	5	3
0.057	Topography/slope	< 2 % or > 4%	-	2% - 4%	5	5	5
0.083	Surface water body as leachate receptor	not existing	-	existing	1	1	5
0.143	Natural geological barrier (permeability and thickness)	Permeability > 10 ⁻⁹ m/s	-	1 m with permeability ≤ 10 ⁻⁹ m/s	1	1	1
Weighted sum TF					1.228	4.096	3.832

Scelta del sito - risultati

$$SI = \frac{1}{3} EF$$



Caratterizzazione del sito

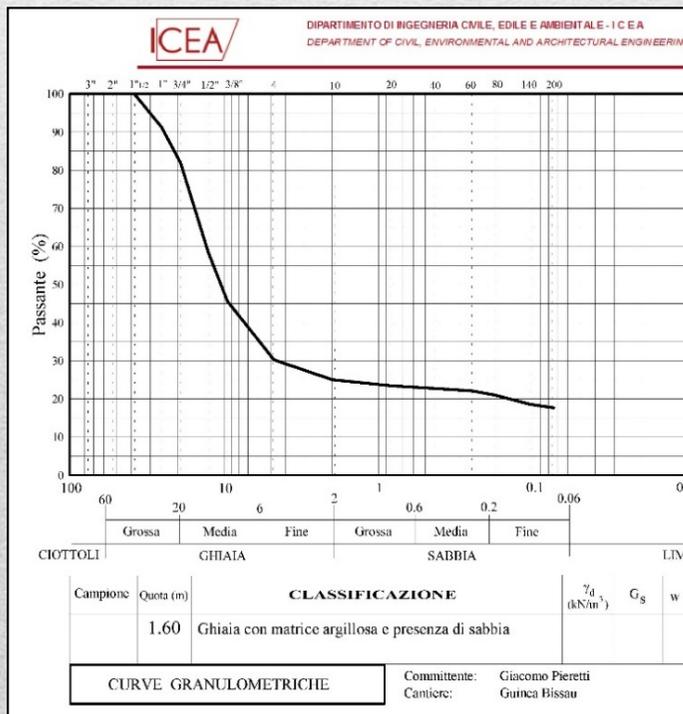
PROBLEMATICHE

- Mancanza di tecnici locali competenti
- Sopralluogo e coinvolgimento di imprese locali
- Campionamento del materiale e analisi all'UNIPD

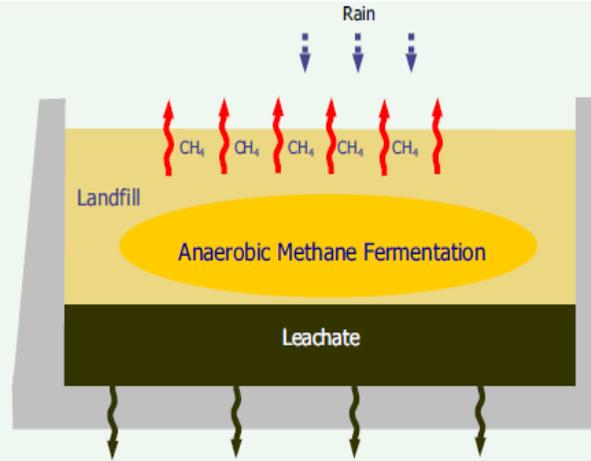


Risultati e ipotesi di intervento

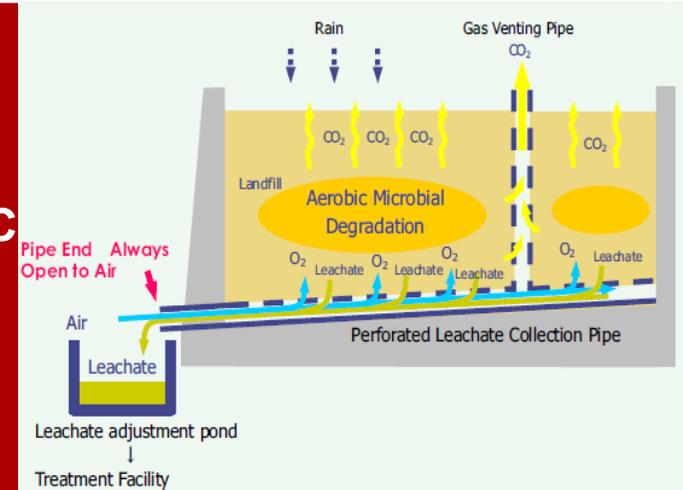
- Area già scavata: 6 ha x 4 m profondità → possibilità di espansione
- N-S pendenza → raccolta per gravità del percolato
- lateriti: ghiaia con matrice argillosa e sabbia
- Livello falda molot alto → discarica fuori terra
- Argilla locale con relative bassa permeabilità



ANAEROBIC LANDFILL



SEMI-AEROBIC LANDFILL



Rubbish dumped on the ground or in a hole. Leachate stagnates which leads to anaerobic condition

Emits an offensive odour into the air and gives off high nutrient leachate to soil

Aggravates global warming through the generation of methane gas (CH₄)

Long-term decomposition is required under anaerobic conditions before land can be reused

Expensive multi-barrier lining systems

Leachate collection and gas venting pipes are set up. These provide fresh air into the rubbish layer through the “chimney effect”

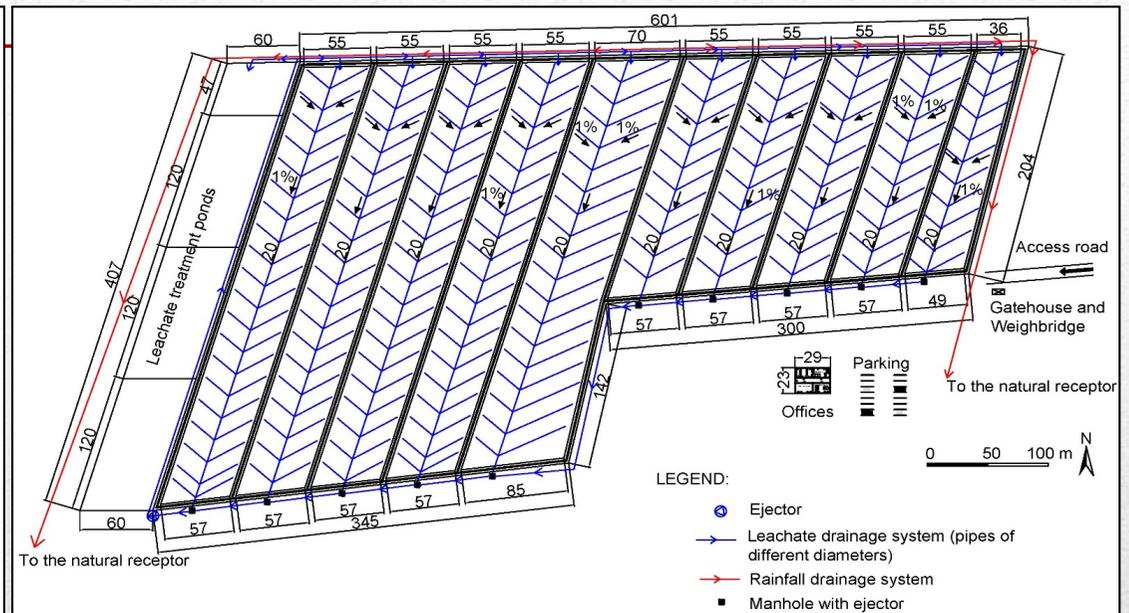
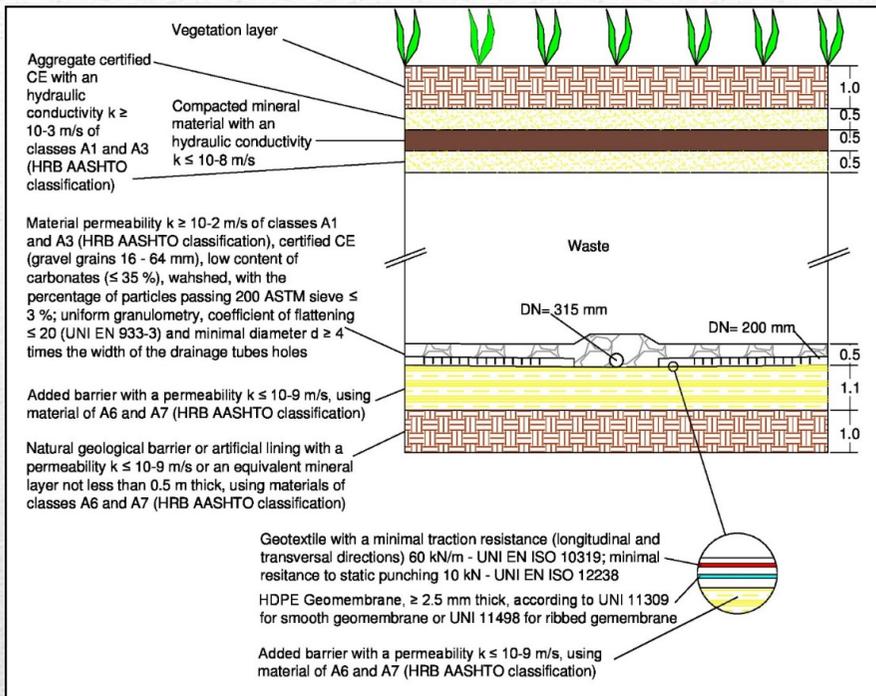
Immediate removal of leachate and flow of air makes landfill aerobic, causing cleaner leachate and less smell than anaerobic landfill

Generation of methane gas is low and therefore reduces fire risk and global warming impacts

Fast stabilization for re-use and easy maintenance

Cost-effective using local materials such as bamboo, waste tyres, waste drums for pipes

I IPOTESI: discarica anaerobica



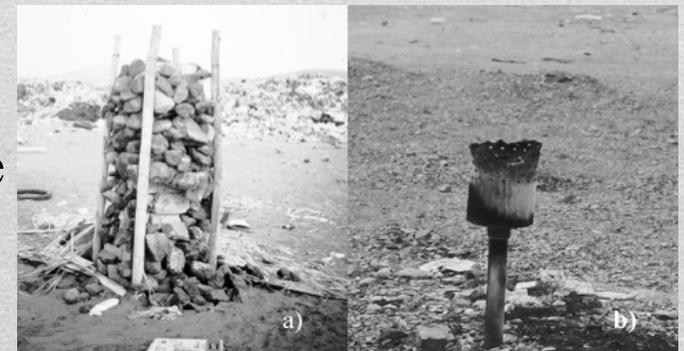
Durata della smaltimento: 17 anni

Area: 18 ha

Altezza dei rifiuti: 10.4 m

Densità dei rifiuti: 1 t/m³

Scarsa disponibilità di materiale per la costruzione delle barriere → materiale alternativo: vetro triturato per i drenaggi, pozzettetti del biogas non convenzionali



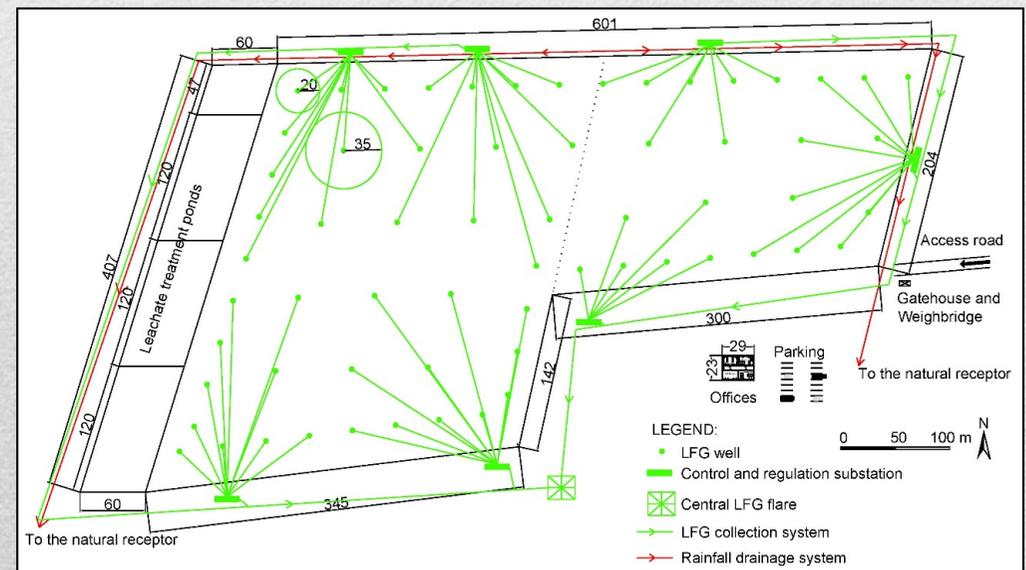
PRODUZIONE DI BIOGAS

Produzione potenziale di biogas = $233 \text{ m}^3 / \text{t RSU}$

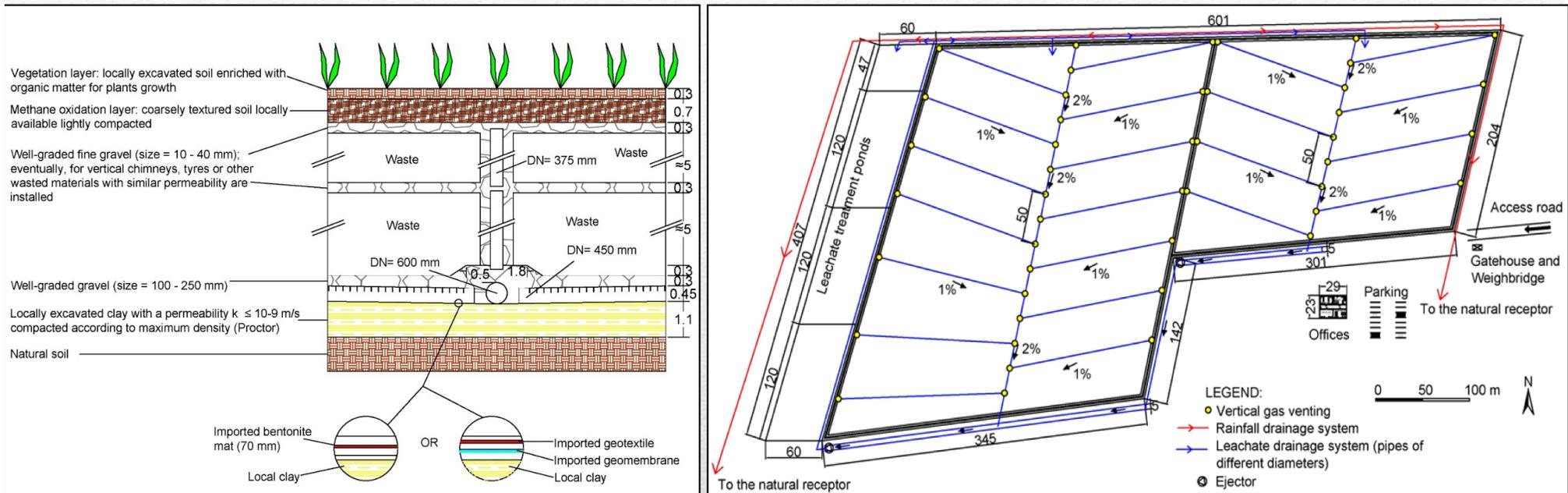
↓
Produzione rifiuti
110.000 t /anno

Produzione potenziale:
 $25.600.000 \text{ m}^3 / \text{anno}$

Stoichiometric coefficient
Andreottola and Cossu, 1988



II ipotesi: discarica semi-aerobica



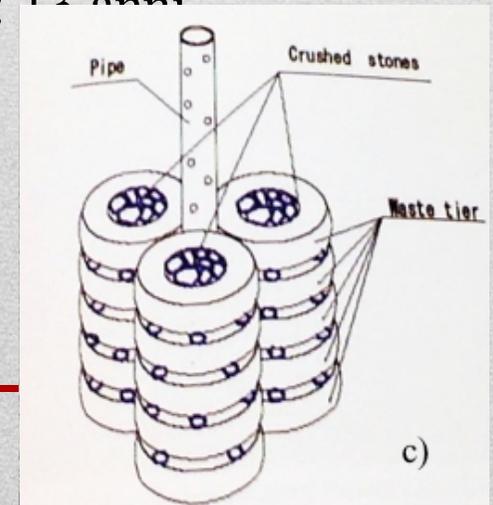
Area: 18 ha

Altezza rifiuti: 10.3 m

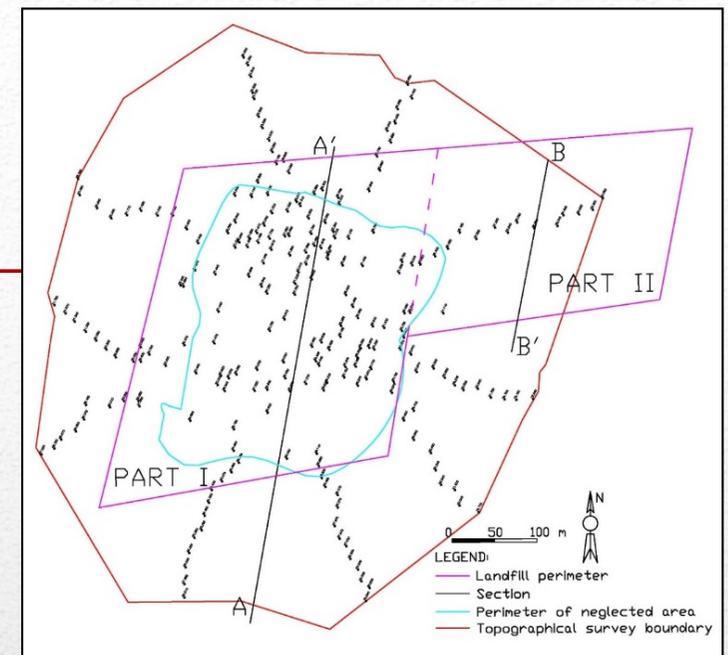
Densità dei rifiuti: 0.8 t/m³

Durata dello smaltimento: 12 anni

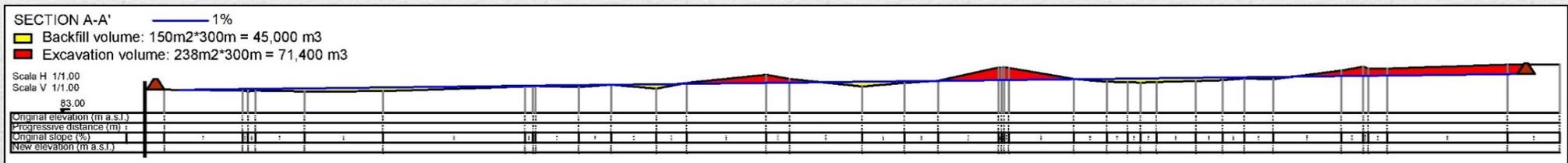
Scarsa disponibilità di materiale per la costruzione →
materiale alternativo: vecchi pneumatici, tubi forati di
bamboo, cocci di vetro per il drenaggio



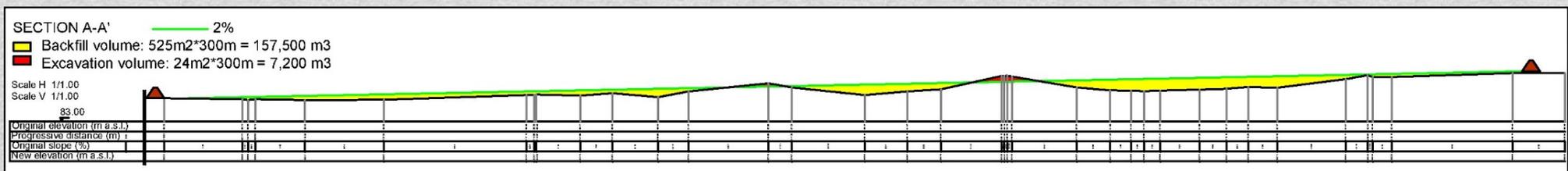
MOVIMENTO TERRA



DISCARICA ANAEROBICA



DISCARICA SEMI-AEROBICA



PRODUZIONE PERCOLATO

$$\text{Bilancio idraulico: } L = P - ET - R - AS$$

mm/month	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Annual mm/year
Typical year	0	0	0	0	25.3	168.3	235.4	352.7	413.3	186.6	0	0	1,381.6

PET (Jalloh et al., 2011)	Dry season	Wet season
mm/day	4 - 4.8	3 - 3.5

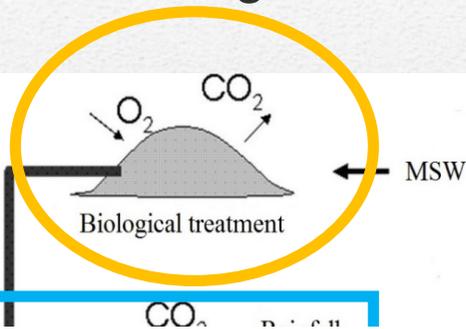
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	TOT
L (m3)	0	0	0	0	0	12,74 4	24,82 2	45,93 6	56,84 4	16,03 8	0	0	156,38 4

La produzione di percolato dipende dalla tipologia di rifiuti, dalla tipologia di discarica, dalle condizioni ambientali, ecc

Si prevede il ricircolo del percolato attraverso l'utilizzo di lagune di fitotrattamento e stoccaggio

NUOVO APPROCCIO INNOVATIVO (UNIPD)

Clima tropicale in PVS:
2 stagioni definite



Alternanza di due
tipologie di gestione

STAGIONE SECCA

($T > 35^{\circ}\text{C}$)

COMPOSTING

STAGIONE UMIDA

($P \text{ MEDIA} = 1,500 \text{ mm/y}$)

FLUSHING



ELSEVIER

Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman



Innovative dual-step management of semi-aerobic landfill in a tropical climate

Maria Cristina Lavagnolo, Valentina Grossule*, Roberto Raga

DICEA, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Padova, Via Marzolo 9, 35131 Padova, Italy

TAKE HOME MESSAGE

- ✓ Non esistono soluzioni universali
- ✓ Identificare e valutare indicatori ambientali, tecnici e socio-economici
- ✓ Verificare la disponibilità di materiali e aziende locali
- ✓ Possibili soluzioni innovative suggerite dalle condizioni locali
- ✓ Sperimentazione in università per la definizione delle soluzioni innovative



Grazie per l'attenzione

mariacristina.lavagnolo@unipd.it