



# scienza attiva®

EDIZIONE 2015/2016  
AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E SOSTENIBILITA'

*Discariche*

Isacco Giuberti

IREN



Documento di livello: A

Un progetto di



agorà scienza  
centro interuniversitario



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO



scienza attiva®

# DISCARICHE

---

- 1. Finalità*
  - 2. Classificazione discariche*
  - 3. Criteri per l'ammissione dei rifiuti in discarica*
  - 4. Criteri costruttivi e gestionali*
  - 5. Gestione operativa e post operativa*
-

# DISCARICHE

---

## *1. FINALITA'*

### **Articolo 1**

**Comma 1.** Per conseguire le finalità di cui all'articolo 2 del decreto legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 il presente decreto stabilisce requisiti operativi e tecnici per i rifiuti e le discariche, misure, procedure e orientamenti tesi a *prevenire o a ridurre il più possibile le ripercussioni negative sull'ambiente*, in particolare l'inquinamento delle acque superficiali, delle acque sotterranee, del suolo e dell'atmosfera, e sull'ambiente globale, compreso l'effetto serra, nonché i rischi per la salute umana risultanti dalle discariche di rifiuti, *durante l'intero ciclo di vita della discarica.*

---

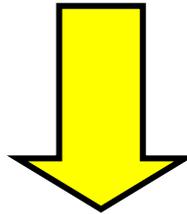
# DISCARICHE

## *1. FINALITA'*

---

### **Articolo 1**

**Comma 2.** Si considerano soddisfatti i requisiti stabiliti dal decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 372 qualora siano soddisfatti requisiti del presente decreto.



### ***AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE***

***Decreto Legislativo 18 Febbraio 2005, n. 59***

***IPPC – Prevenzione e riduzione integrata dell'inquinamento***

# DISCARICHE

## *2. CLASSIFICAZIONE DISCARICHE*

---

Articolo 4

Classificazione delle discariche

1. Ciascuna discarica è classificata in una delle seguenti categorie:

- discarica per rifiuti inerti
- discarica per rifiuti non pericolosi
- discarica per rifiuti pericolosi

# DISCARICHE

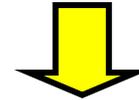
## 3. CRITERI DI AMMISSIBILITA'

---

**DECRETO MINISTERIALE 27 SETTEMBRE 2010**



*Criteria di ammissibilità*



*Pretrattamento*



*Rifiuti ammessi in discarica*

*Obblighi per le imprese*



*Caratterizzazione del rifiuto*

*Obblighi per il gestore*



*Controllo documentazione  
Verifica conformità  
Ispezione visiva*

# DISCARICHE

## ***4. CRITERI COSTRUTTIVI E GESTIONALI***

---

- A. Ubicazione*
- B. Protezione delle matrici ambientali*
- C. Controllo delle acque e gestione del percolato*
- D. Protezione del terreno e delle acque*
- E. Controllo dei gas*
- F. Modalità e criteri di coltivazione*

# DISCARICHE

## *4.A UBICAZIONE*

---

### *Fase conoscitiva*

- Analisi ambientale iniziale
  - Produzione rifiuti, modalità di raccolta ed impianti esistenti
  - Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione (PAI, PSC, PTCP, PTPR, PPGR)
  - Coordinamento altra normativa ambientale
-

# DISCARICHE

## 4.B PROTEZIONE DELLE MATRICI AMBIENTALI

---

Al fine di garantire l'**isolamento** del corpo dei rifiuti dalle matrici ambientali, la discarica deve soddisfare i seguenti requisiti tecnici:

- sistema di *regimazione e convogliamento delle acque superficiali*;
  - *impermeabilizzazione del fondo e delle sponde* della discarica;
  - impianto di *raccolta e gestione del percolato*;
  - impianto di *captazione e gestione del gas di discarica* (solo per discariche dove sono smaltiti rifiuti biodegradabili);
  - sistema di *copertura superficiale finale* della discarica.
-

# DISCARICHE

## 4.C CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO

---

Il percolato può essere definito come il liquido che viene drenato per gravità dall'ammasso dei rifiuti conferiti in un impianto di discarica. Il percolato rappresenta perciò, con riferimento ai metodi e modelli della meccanica delle terre, la fase liquida eccedente la capacità di ritenzione (detta anche capacità di campo, field capacity) della matrice solida dei rifiuti.

La **produzione di percolato** può essere attribuita essenzialmente a tre contributi:

- apporti esterni (infiltrazione di acque meteoriche, superficiali e di falda, evapotraspirazione);
- apporti/consumi interni (umidità iniziale del rifiuto, produzione/consumo durante le reazioni biochimiche che avvengono nella discarica, capacità di campo, condense biogas);
- Fattori geometrici (superficie e pendenze)

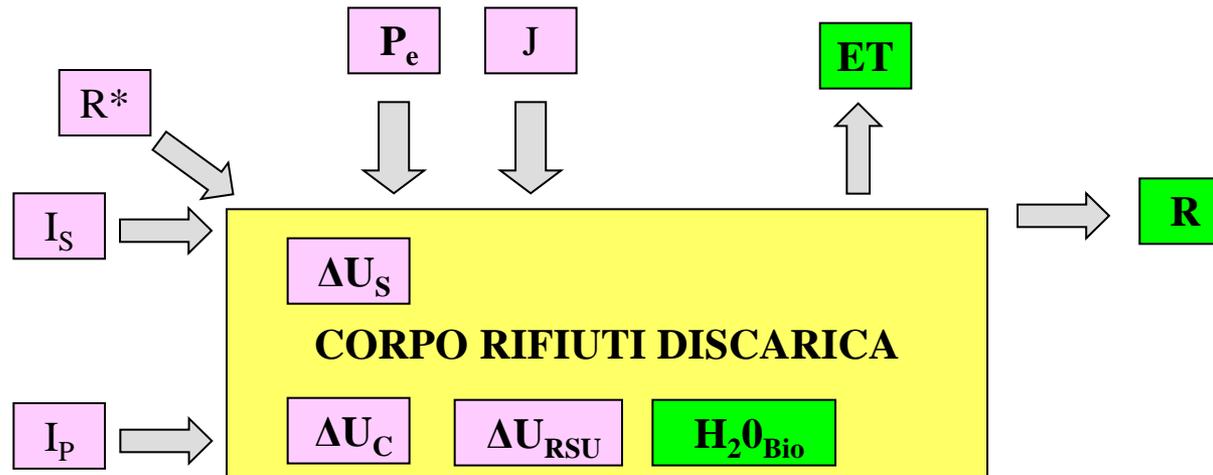
• **Il percolato e le acque di discarica devono essere captati, raccolti e smaltiti per tutto il tempo di vita della discarica, secondo quanto stabilito nell'autorizzazione, e comunque per un tempo non inferiore a 30 anni dalla data di chiusura definitiva dell'impianto.**

---

# DISCARICHE

## 4.C CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO

---



# DISCARICHE

## 4.C CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO

$$Q_P = P_e + R^* - ET + J + I_S + I_P + \Delta U_S + \Delta U_C + \Delta U_{RSU} - R - H_2O_{Bio}$$

$P_e$  = Precipitazioni efficaci: Precipitazioni insistenti annualmente sulla superficie della discarica

$R^*$  = Ruscellamento sul corpo discarica di acque piovane cadute in aree circostanti

$ET$  = Evapotraspirazione: Acqua allontanata dalle coperture superficiali per effetto dell'irraggiamento solare (Evaporazione) e dalla attività delle piante (Traspirazione)

$R$  = Ruscellamento: quota di precipitazioni allontanate dalla superficie della discarica e recapitate nelle acque superficiali

$I_S$  = Infiltrazioni acque superficiali

$I_P$  = Infiltrazioni acque profonde sotterranee

$J$  = Ricircolo del percolato

$\Delta U_S$  = Variazione nel contenuto di umidità del terreno di copertura finale per assorbimento

$\Delta U_C$  = Variazione nel contenuto di umidità del terreno di copertura giornaliera per assorbimento

$\Delta U_{RSU}$  = Variazione nel contenuto di umidità dei rifiuti abbancati

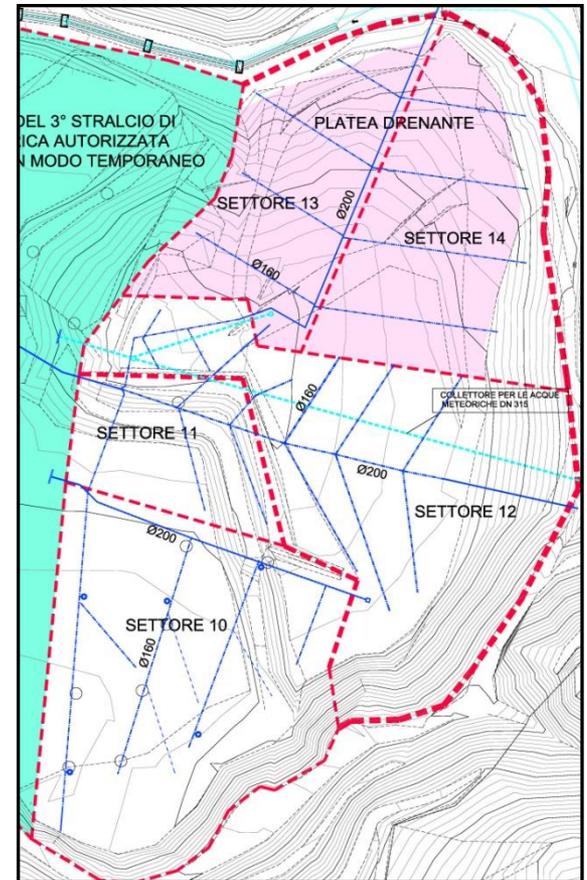
$H_2O_{Bio}$  = Acqua consumata dai processi biologici di degradazione

# DISCARICHE

## 4.C CONTROLLO DELLE ACQUE E GESTIONE DEL PERCOLATO

### *Drenaggio del percolato*

- Drenaggi suborizzontali **per gravità**
- Drenaggi verticali (torrini costruiti in opera, pompe)
- Rete di drenaggio dimensionata in funzione di: estensione, precipitazioni, tipologia rifiuti, pendenza fondo invaso.
- Tubi fessurati in HDPE
- Strato drenante materiale idoneo (ghiaia non calcarea)
- Prevenzione occlusioni mediante prolungamento tubi in HDPE in scarpata per ispezioni e lavaggi



# DISCARICHE

## 4.D PROTEZIONE DEL TERRENO E DELLE ACQUE

---

### *IMPERMEABILIZZAZIONE DEL FONDO*

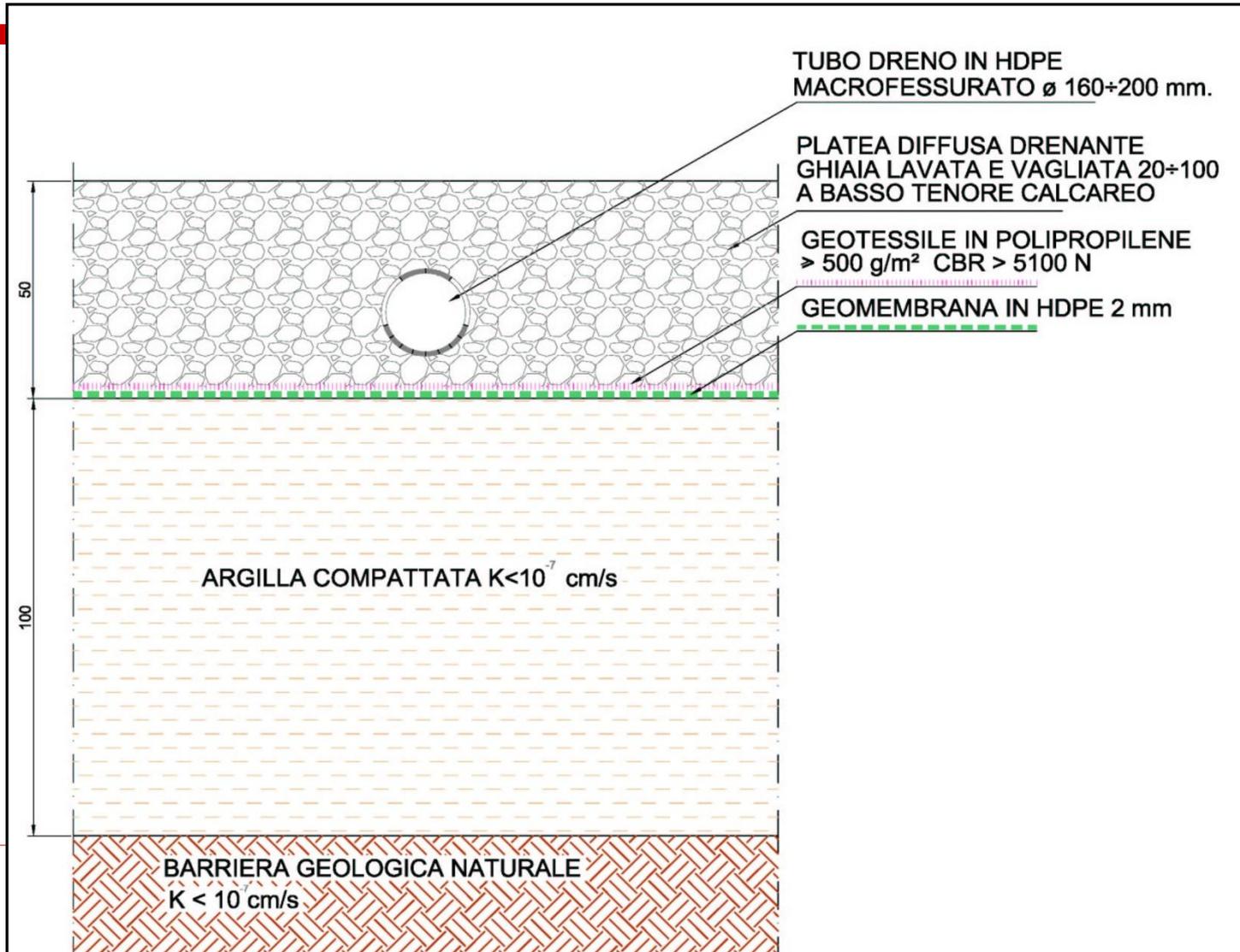
L'ubicazione e la progettazione di una discarica devono soddisfare le condizioni necessarie per impedire l'inquinamento del terreno, delle acque sotterranee o delle acque superficiali e per assicurare un'efficiente raccolta del percolato.

La protezione del suolo, delle acque sotterranee e di superficie deve essere realizzata, durante la fase operativa, mediante la combinazione della *barriera geologica*, del *rivestimento impermeabile del fondo* e delle sponde della discarica e del sistema di *drenaggio del percolato*, e durante la fase post-operativa anche mediante *copertura della parte superiore*.

---

# DISCARICHE

## 4.D PROTEZIONE DEL TERRENO E DELLE ACQUE



# DISCARICHE

## *4.D PROTEZIONE DEL TERRENO E DELLE ACQUE*

---

### *COPERTURA SUPERFICIALE FINALE*

La copertura superficiale finale della discarica deve rispondere ai seguenti criteri:

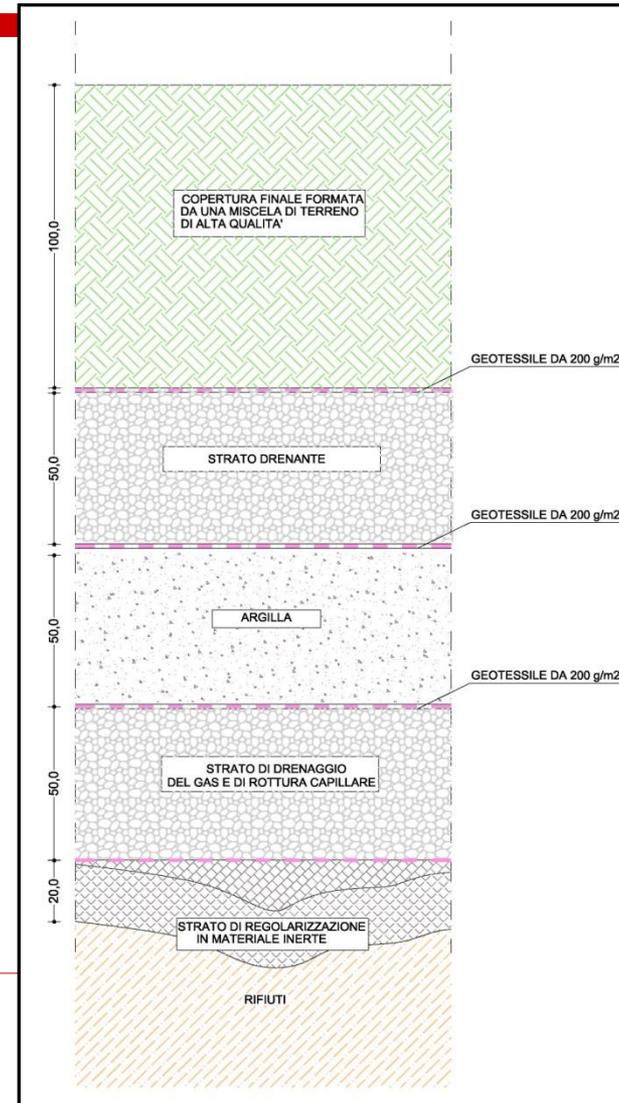
- isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno;
  - minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua;
  - riduzione al minimo della necessità di manutenzione;
  - minimizzazione dei fenomeni di erosione;
  - resistenza agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata.
-

# DISCARICHE

## 4.D PROTEZIONE DEL TERRENO E DELLE ACQUE

### Copertura prevista dal D.Lgs. 36/03

- strato superficiale di copertura  $\geq 1$  m
- strato drenante  $\geq 0,5$  m in grado di impedire la formazione di un battente idraulico
- strato minerale superiore compattato  $\geq 0,5$  m con  $k \leq 10^{-8}$  m/s o di caratteristiche equivalenti
- strato  $\geq 0,50$  m di drenaggio dei gas e di rottura capillare
- strato di regolarizzazione sopra i rifiuti



# DISCARICHE

## 4.E CONTROLLO DEI GAS

---

### DEGRADAZIONE ANAEROBICA

#### 1) *Idrolisi ed acidificazione*

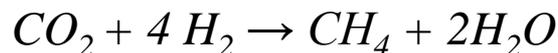
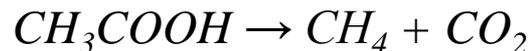
*Degradazione substrati organici complessi solubili (proteine, grassi carboidrati) in composti più semplici (amminoacidi, acidi grassi a catena corta e alcoli, monosaccaridi), accompagnata da acidificazione (con formazione di acidi grassi volatili, chetoni e alcoli)*

#### 2) *Acetogenesi*

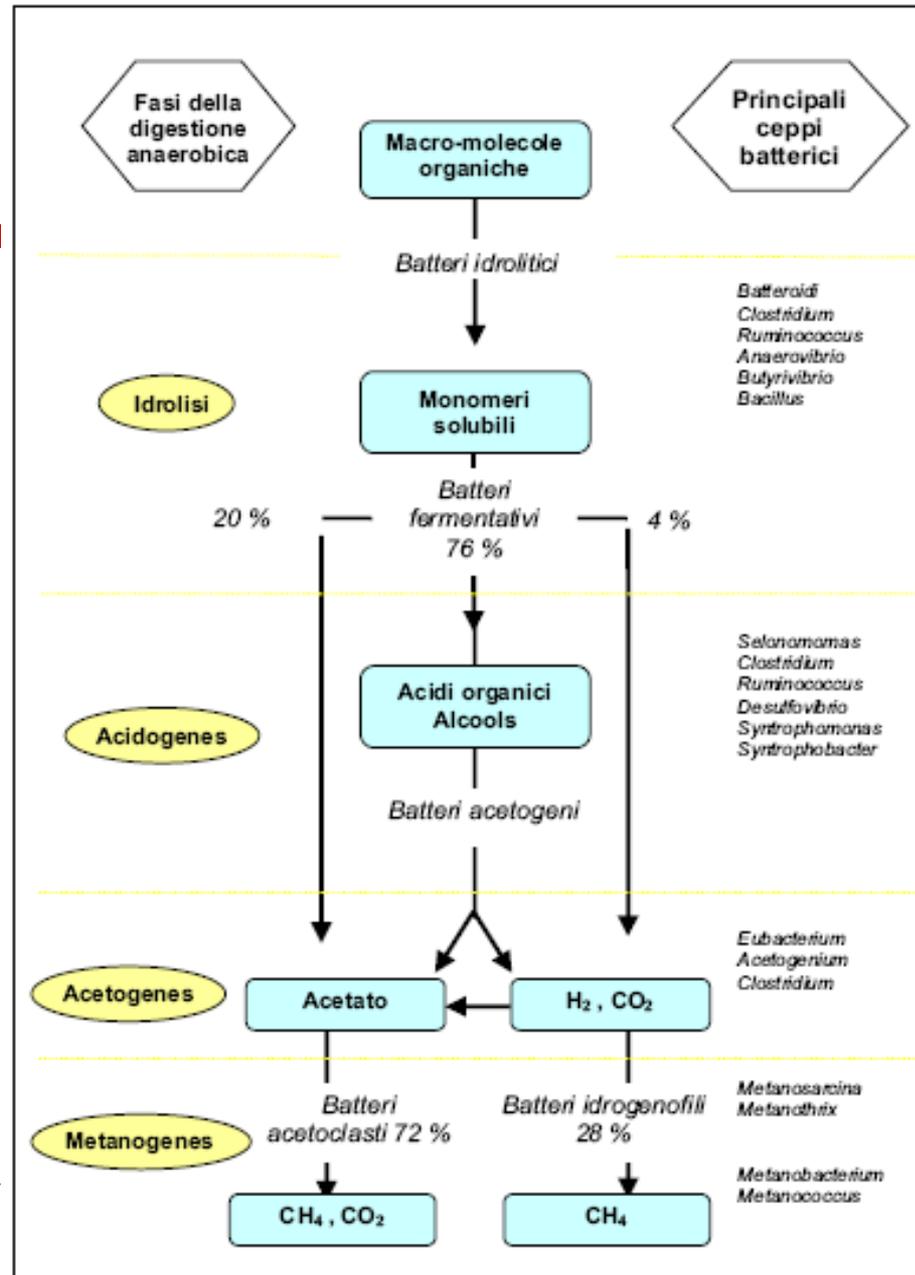
*I batteri acetogeni producono, partendo dagli acidi grassi, acido acetico, biossido di carbonio ed idrogeno molecolare*

#### 3) *Metanogenesi*

*I batteri metanigeni producono metano partendo dall'acido acetico (via privilegiata) oppure attraverso la riduzione del biossido di carbonio utilizzando l'idrogeno molecolare quale substrato di reazione*



**Schema generale del processo di degradazione anaerobica**  
 APAT 2005 – Digestione della frazione organica di rifiuti solidi



# DISCARICHE

## *4.E CONTROLLO DEI GAS*

---

### **Produzione specifica di biogas**

La produzione qualitativa e quantitativa di biogas è funzione delle seguenti caratteristiche dei rifiuti:

- Composizione merceologica
- Contenuto di umidità
- Contenuto di materia organica biodegradabile e relative costanti di degradazione

La produzione di biogas, ovvero la cinetica dei processi biochimici di degradazione, dipendono inoltre da fattori ambientali quali:

- Condizioni meteorologiche (Umidità, Temperatura, Precipitazioni)
- Modalità di coltivazione della discarica

Rilievi sperimentali condotti in lisimetri, in discarica, nonché alternativi modelli matematici relativi ai processi di degradazione in ambiente anaerobico, portano ad una produzione teorica di biogas pari a circa  $1,8 \text{ Nm}^3/\text{kg C}$  organico biodegradabile

---

# DISCARICHE

## 4.E CONTROLLO DEI GAS

### Cinetica di produzione del biogas

Cinetica di degradazione del materiale organico del primo ordine:

$$\frac{dC}{dt} = -kt \quad \text{Ovvero:} \quad C = C_0 e^{-kt}$$

Dove:

C = materiale organico biodegradabile (kg di Carbonio biodegradabile/t RSU)

$C_0$  = materiale organico biodegradabile al tempo 0 (al momento del conferimento)

k = coefficiente di velocità di reazione

t = tempo (anni)

-k è funzione della biodegradabilità del rifiuto, della temperatura e dell'umidità

- $t^{1/2}$  = tempo di semireazione

-Rifiuti altamente biodegradabili (scarti alimenti)  $t_{1/2}$  = 1 anno

-Rifiuti mediamente biodegradabili (sfalci/potature)  $t_{1/2}$  = 5 anni

-Rifiuti lentamente biodegradabili (legno, carta, cartone e tessili)  $t_{1/2}$  = 15 anni

# DISCARICHE

## *4.E CONTROLLO DEI GAS*

---

Le discariche che accettano rifiuti biodegradabili devono essere dotati di impianti per l'estrazione dei gas che garantiscano la massima efficienza di **captazione** e il conseguente **utilizzo energetico**. La gestione del biogas deve essere condotta in modo tale da ridurre al minimo il rischio per l'ambiente e per la salute umana

---

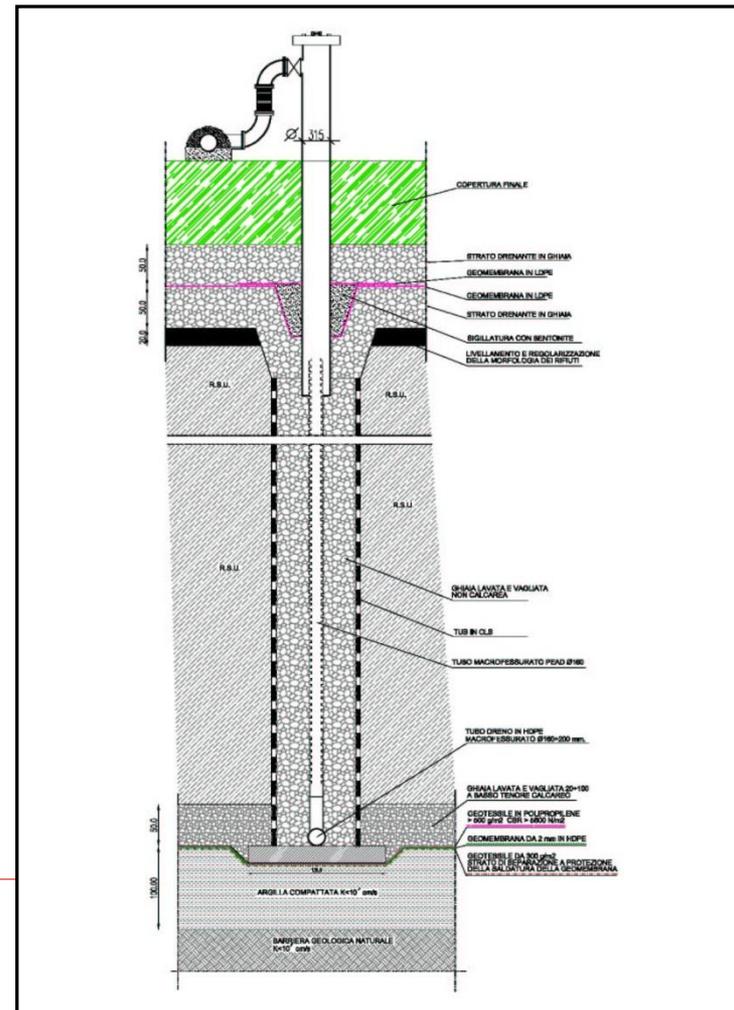
# DISCARICHE

## 4.E CONTROLLO DEI GAS

### Torrini costruiti in opera

Realizzati con colonna  $\varnothing 1000$  in cls riempiti con ghiaia basaltica e tubo fessurato in HDPE  $\varnothing 125$ .

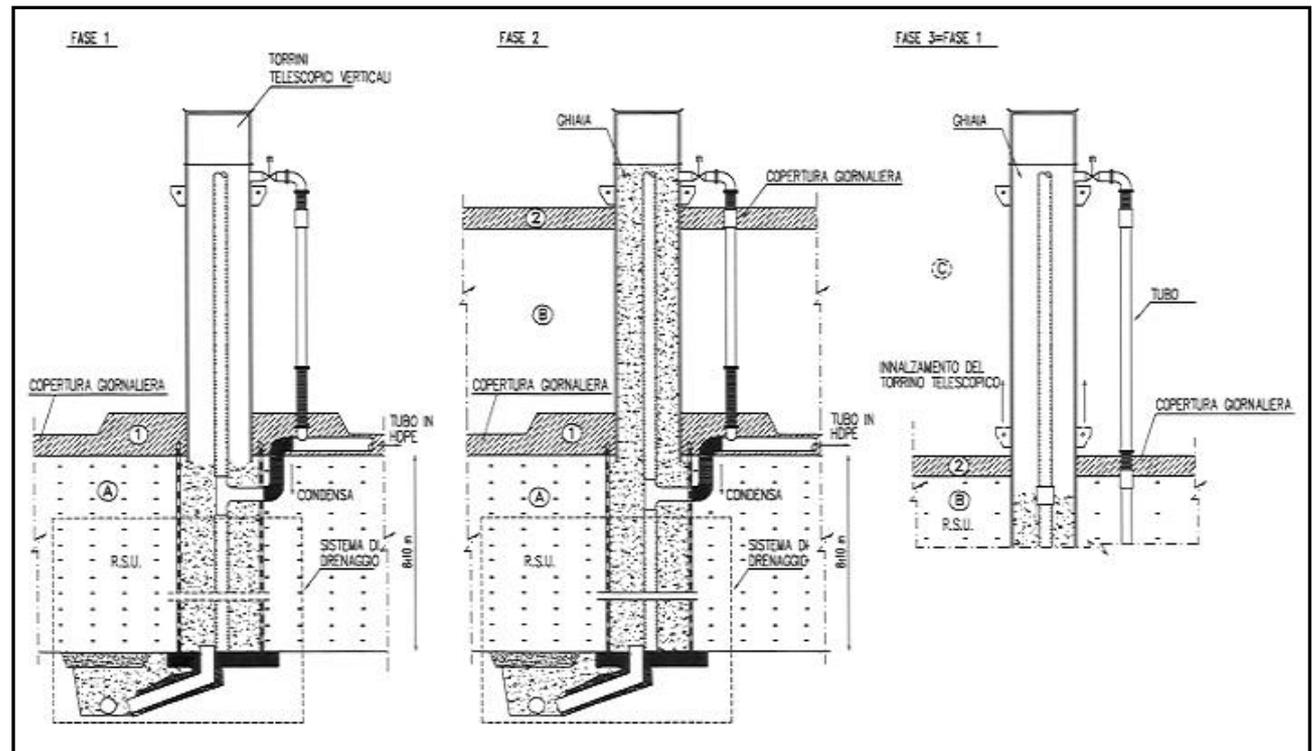
In sommità il torrino è chiuso con una struttura in HDPE  $\varnothing 500$  collegata alla centrale di aspirazione.



# DISCARICHE

## 4.E CONTROLLO DEI GAS

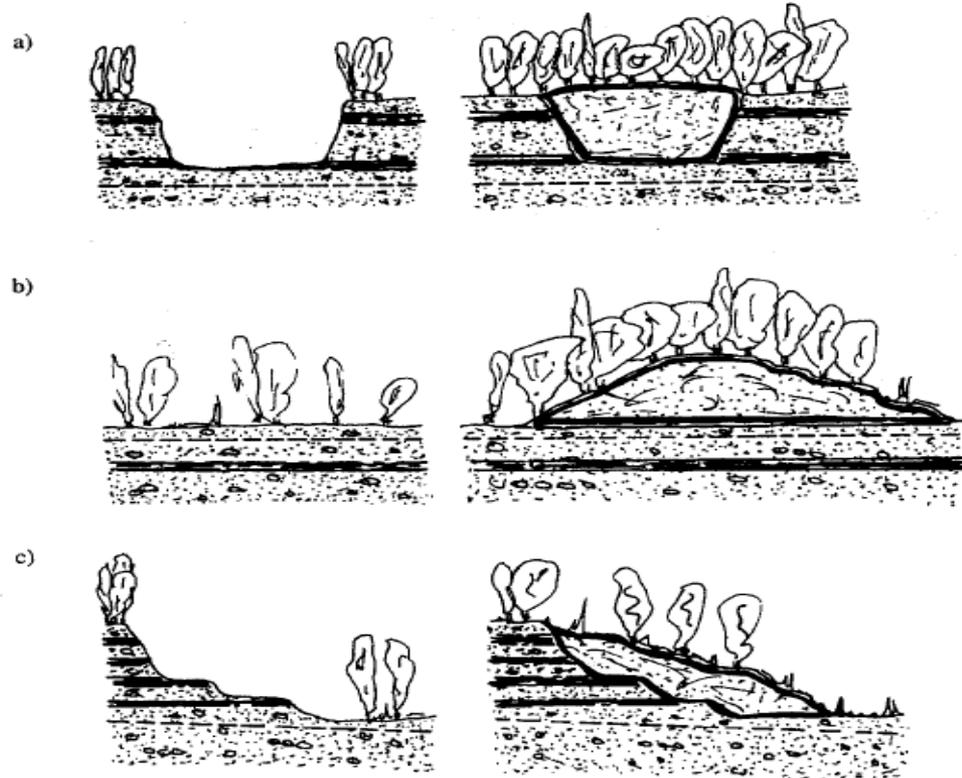
### Torrini finali



Realizzati con colonna  $\varnothing 500$  in ghiaia basaltica e tubo fessurato in HDPE  $\varnothing 125$ .  
In sommità il torrino è chiuso con una struttura in HDPE  $\varnothing 500$  collegata alla centrale di aspirazione.

# DISCARICHE

## 4.F MODALITA' E CRITERI DI COLTIVAZIONE



**TIPI DI  
DISCARICHE**

Tipi di discariche: in avvallamento, in rilevato e in pendio.

# DISCARICHE

## *4.F MODALITA' E CRITERI DI COLTIVAZIONE*

---

Nelle discariche di grandi dimensioni il riempimento non avviene solo per strati successivi in serie verticale, ma anche per **gestione di lotti funzionali contigui**, suddividendo la capacità totale dell'impianto in lotti, tra loro fisicamente separati. Ogni singolo lotto funzionale risulta attrezzato con un proprio completo sistema di drenaggio del percolato, di raccolta del biogas, di drenaggio delle acque e di monitoraggio.

L'attività di gestione per singoli lotti consente di:

- limitare la superficie di impianto esposta agli agenti meteorologici;
  - concentrare i presidi ambientali previsti per la riduzione della dispersione eolica;
  - attivare più celermente la fase di decomposizione anaerobica della sostanza organica;
  - identificare più facilmente la parte di discarica interessata da eventuali danni alle strutture;
  - ridurre i tempi necessari all'inizio del ripristino ambientale, senza aspettare che tutta la discarica sia riempita, con notevole vantaggio sia per l'aspetto ambientale che paesaggistico del sito.
-

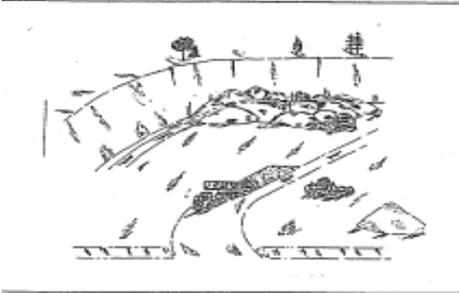
# DISCARICHE

## 4.F MODALITA' E CRITERI DI COLTIVAZIONE

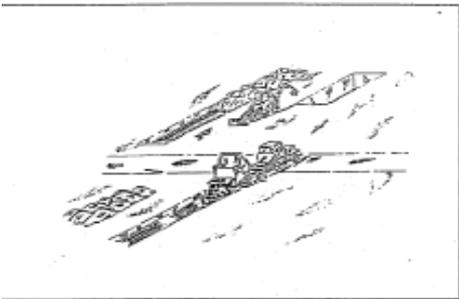
---



*Deposito in strati*



*Deposito in cumuli*



*Deposito in trincea*

**MODALITA' E  
CRITERI DI  
COLTIVAZIONE**

# DISCARICHE

## ***4.F MODALITA' E CRITERI DI COLTIVAZIONE***

---

### ***Il ruolo della copertura giornaliera***

La copertura giornaliera ha lo scopo di separare i rifiuti dall'ambiente superficiale, limitare l'infiltrazione di acqua nei rifiuti e controllare la diffusione in atmosfera del biogas.

***La copertura giornaliera*** dei rifiuti è realizzata con uno strato di materiale protettivo di idoneo spessore e caratteristiche (teli ignifughi sintetici, terreno, biostabilizzato)

---

# DISCARICHE

## *4.F MODALITA' E CRITERI DI COLTIVAZIONE*

---

### *DISTURBI E RISCHI*

Il gestore degli impianti di discarica per rifiuti non pericolosi e pericolosi deve adottare misure idonee a ridurre al minimo i disturbi ed i rischi provenienti dalla discarica e causati da:

- emissione di odori, essenzialmente dovuti al gas di discarica;
  - produzione di polvere;
  - materiali trasportati dal vento;
  - rumore e traffico;
  - uccelli, parassiti ed insetti;
  - incendi.
-

# DISCARICHE

## 5. *GESTIONE OPERATIVA E POST OPERATIVA*

---

- *Piano di gestione operativa*
- *Piano di gestione in fase post operativa*
- *Piano di ripristino ambientale*
- *Piano finanziario*
- *Piano di sorveglianza e controllo*

# DISCARICHE

## *5.A PIANO DI GESTIONE OPERATIVA*

---

- ❑ modalità di conferimento dei rifiuti all'impianto, tipologia degli automezzi impiegati, sistemi utilizzati per assicurare il contenimento delle emissioni originate dalla dispersione eolica e delle perdite di percolato nel corso del conferimento;
  - ❑ procedure di accettazione dei rifiuti conferiti (controllo del formulario di identificazione, ispezione visiva dei rifiuti, eventuali prelievi di campioni e relative modalità di campionamento ed analisi);
  - ❑ modalità e criteri di deposito in singole celle;
  - ❑ criteri di riempimento e chiusura delle celle con l'indicazione delle misure da adottare per la riduzione della produzione di percolato;
  - ❑ procedura di chiusura;
-

# DISCARICHE

## *5.B PIANO DI GESTIONE POST OPERATIVA*

---

Il piano riporta la descrizione di:

- piano di intervento per condizioni straordinarie quali:
    - allagamenti;
    - incendi;
    - esplosioni;
    - raggiungimento dei livelli di guardia di indicatori di contaminazione;
    - dispersioni accidentali di rifiuti nell'ambiente;
    - manutenzione dei presidi tecnici
-

# DISCARICHE

## *5.C PIANO DI RIPRISTINO AMBIENTALE*

---

Costituiscono contenuti essenziali del piano di ripristino ambientale:

- ❑ il quadro di riferimento dell'area e delle zone limitrofe su morfologia, geomorfologia, geologia, idrogeologia, clima, uso del suolo, idrologia superficiale, boschi, aspetti di vegetazione, di gestione agricola e faunistici;
- ❑ le analisi del paesaggio e della qualità dell'ambiente;

Il ripristino ambientale deve prevedere la destinazione d'uso dell'area tenendo conto:

- ❑ dei fenomeni di assestamento della massa dei rifiuti;
  - ❑ dell'eventuale formazione di percolato e di biogas;
  - ❑ del monitoraggio da eseguire sulle matrici ambientali e sulle emissioni fino alla conclusione della fase post-operativa;
  - ❑ della necessità di favorire il naturale deflusso delle acque meteoriche dell'area stessa.
-

# DISCARICHE

## 5.D PIANO FINANZIARIO

---

La garanzia che il prezzo minimo per lo smaltimento in discarica copra realmente tutti i costi, inclusi quelli relativi alla fase di post-chiusura, è assicurata dalla presentazione di un piano economico finanziario che deve tenere conto dei seguenti fattori:

- costi relativi a spese di investimento per la costruzione dell'impianto, compresi oneri finanziari e costi per la realizzazione di opere di mitigazione ambientale;
- spese per gestione operativa, comprese spese relative al personale ed ai mezzi d'opera utilizzati;
- spese generali e tecniche;
- spese previste per la ricomposizione ambientale e la gestione del periodo successivo alla chiusura (30 anni);

### ➤ **Garanzie Finanziarie**

Sono prestate due distinte garanzie finanziarie:

**La garanzia per l'attivazione e la gestione operativa della discarica, comprese le procedure di chiusura**, assicura l'adempimento delle prescrizioni contenute nell'autorizzazione e deve essere prestata per una somma commisurata alla capacità autorizzata della discarica ed alla classificazione della stessa ai sensi dell'articolo 4.

**La garanzia per la gestione successiva alla chiusura** della discarica assicura che le procedure di gestione post operativa siano eseguite ed è commisurata al costo complessivo della gestione post-operativa.

---

# DISCARICHE

## ***5.E PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO***

---

### ***FINALITA'***

- Rispetto prescrizioni autorizzative
- Monitoraggio temporale degli aspetti ambientali
- Rispetto normativa ambientale
- Comunicazione informazioni ambientali

### ***RESPONSABILITA'***

- Gestore – Autocontrolli
  - ARPA e Gestore – Controlli condivisi
  - ARPA – Autorità di controllo
-

# DISCARICHE

## ***5.E PIANO DI SORVEGLIANZA E CONTROLLO***

---

Il controllo e la sorveglianza devono essere condotti avvalendosi di personale qualificato ed indipendente con riguardo ai parametri ed alle periodicità riportati su:

**acque sotterranee; percolato; acque di drenaggio superficiale; gas di discarica; qualità dell'aria; parametri meteorologici; stato del corpo della discarica.**

### ***Relazione annuale***

Al fine di dimostrare la conformità della discarica alle condizioni dell'autorizzazione e di fornire tutte le conoscenze sul comportamento dei rifiuti nelle discariche, il gestore deve presentare [all'Ente territoriale competente](#), secondo le modalità fissate dall'autorizzazione, la relazione di cui all'articolo 10, comma 1, lettera l), completa di tutte le informazioni sui risultati della gestione della discarica e dei programmi di controllo e sorveglianza, nonché dei dati e delle informazioni relativi ai controlli effettuati

---