



AIAT - SICILIA REPUBBLICA ITALIANA Università KORE di Enna

Regione Siciliana
Assessorato dell'ambiente
Assessorato Territorio ed ambiente

L'ASSOCIAZIONE DEGLI INGEGNERI
PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO DELLA REGIONE
SICILIA ORGANIZZA IL CONVEGNO:

**Temovalorizzazione degli RSU, le
ragioni del SI, le ragioni del NO**

Enna, sabato 13 giugno 2009 ore 9:00
presso l'Auditorium
dell'Università degli Studi KORE di Enna
Cittadella Universitaria - Enna Bassa

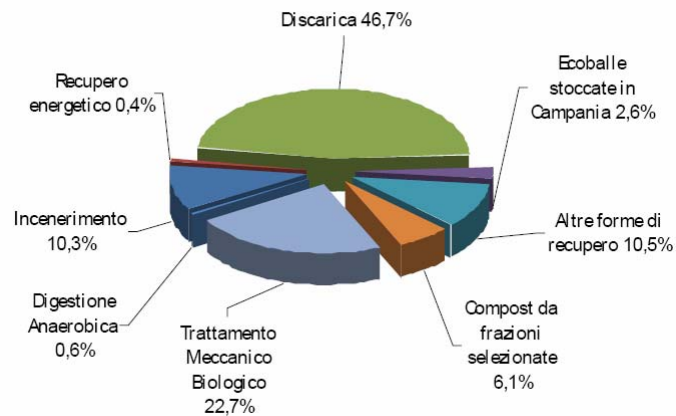
Enna, 13 giugno 2009

**La discarica come
elemento residuale**

prof. ing. Gaspare Viviani
Università di Palermo
gviv@idra.unipa.it



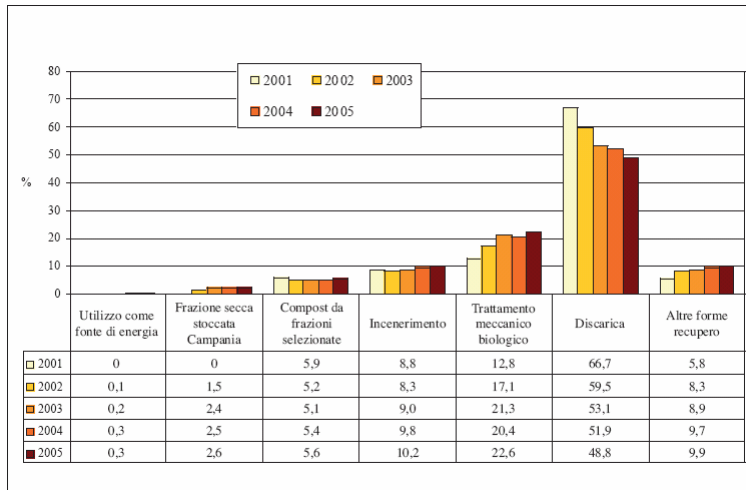
TRATTAMENTO/SMALTIMENTO RU IN ITALIA frazione indifferenziata - anno 2007



(ONR, 2008)



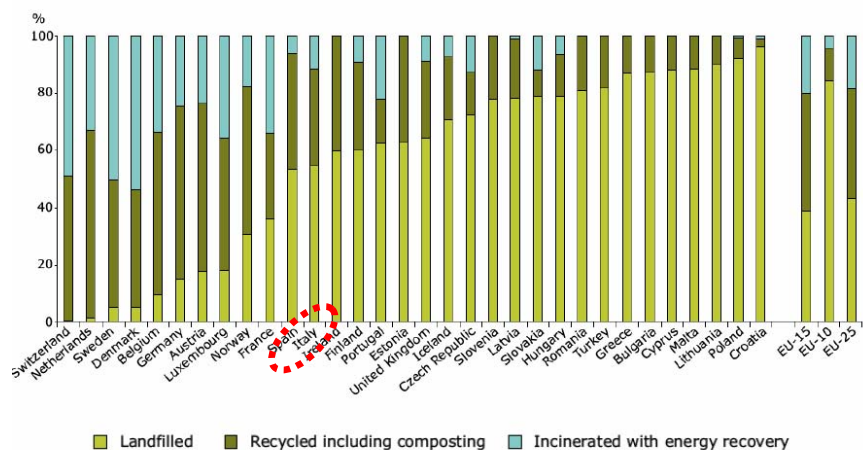
TRATTAMENTO/SMALTIMENTO RU IN ITALIA frazione indifferenziata – periodo 2001-2005



(APAT-ONR: Rapporto rifiuti 2006)



FORME DI TRATTAMENTO/SMALTIMENTO RU IN EUROPA



(ONR, 2008)



IL NUOVO QUADRO NORMATIVO PER LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI IN DISCARICA

- 1) D.lgs. 36/2003 del 13/1/2003 (G.U.R.I. n.5 del 12/3/2003) "Attuazione della Direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche dei rifiuti"
 - 2) Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio 3/8/2005 "Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica".
- Il D.lgs. 36/2003 recepisce in Italia la direttiva 1999/31/CE ("Direttiva discariche").
 - Inoltre il D.lgs. 36/2003 contiene le norme tecniche previste dagli artt. 5 e 18 (comma 2, lettere a) del D.lgs. 22/97.
 - Le prescrizioni in essa contenute costituiscono le BAT ai sensi della normativa IPPC (D.lgs. 59/2005).



LE NOVITA' INTRODOTTE DAL D.LGS. 36/2003

Numerose novità introdotte dal nuovo quadro normativo, sia per il **progetto** della discarica, sia per la sua **gestione**.

Sono individuati interventi da realizzare:

- a) prima della sua entrata in esercizio;
- b) nel corso della sua gestione (fase operativa);
- c) dopo la chiusura della stessa (fase post-operativa).

Osservazioni:

- Notevole e rapida **evoluzione** delle tecniche di costruzione e gestione delle discariche, anche grazie alle novità introdotte dal D.lgs. 36/03.
- Permangono tuttavia diverse **problematiche aperte**, relative alla affidabilità nel tempo dell'impianto nei confronti dei possibili impatti sull'ambiente circostante.



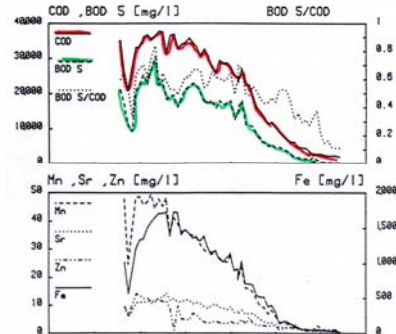
Principali problematiche nell'approntamento di una discarica: il controllo del percolato

Quantità del percolato:

- 15–25 % della precipitazione meteorica
- volume specifico prodotto: 3–5 m³/ha/giorno (fino a 1 m³/ha/giorno per discariche compattate con ricoprimento in argilla)

Qualità del percolato:

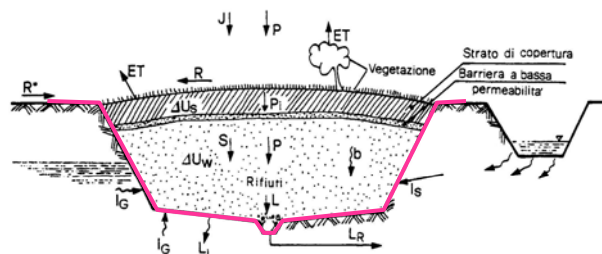
- fortemente variabile nel tempo;
- maggiori concentrazioni nella fase **acida**, in cui si raggiungono concentrazioni degli inquinanti molto elevate (COD anche 100.000 mg/l, $BOD/COD = 0,5-0,7$);
- il **basso pH** favorisce la solubilizzazione dei metalli.



SOLUZIONI PER IL CONTROLLO DEL PERCOLATO: la barriera di base

Compiti della barriera di base: evitare/limitare le perdite di percolato e biogas e l'eventuale ingresso di acque esterne

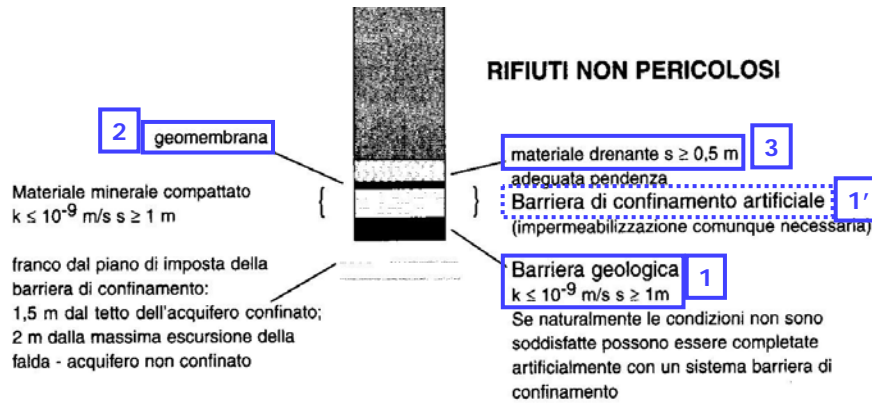
E' costituito dall'accoppiamento del sistema di impermeabilizzazione con quello di drenaggio e allontanamento del percolato.



Legenda: P = precipitazioni meteoriche; J = irrigazione e/o ricircolo di percolato; R = ruscellamento superficiale; R* = ruscellamento superficiale da aree esterne alla discarica; ET = evotraspirazione; $P_i = P + J - R^* - R - ET = U_i$; U_i = variazione del contenuto d'acqua nel terreno di copertura; U_w = variazione del contenuto d'acqua nei rifiuti; S = liquido apportato dallo smaltimento di fanghi; b = produzione o consumo idrico dovuto alle reazioni di degradazione biologica; I_i = apporti da falde idriche superficiali; I_G = apporti da falde profonde; $P_i = P + J - I_G$; $L = P_i = U_w = b$ = produzione totale di percolato; L_i = percolazione in falda; L_R = percolato raccolto dalle rete di drenaggio.



Barriera di base prevista per le nuove discariche per RU (All.1 D.lgs. 36/2003)



Il sistema di **impermeabilizzazione di fondo** va ritenuto del tutto **impermeabile** ?

NO !

Altrimenti non sarebbero stati imposti dalla norma **vincoli** sulla scelta del sito idoneo per la localizzazione della discarica.



Cause delle perdite attraverso le impermeabilizzazioni di fondo:

- a) **Perdite per permeazione** attraverso la membrana intatta
- b) **Perdite per flusso** attraverso difetti della membrana (**buchi** in fase di fabbricazione, **danni** durante la messa in opera, **strappi** da stress)

Tipo a): dipendente dal coefficiente di **diffusione** degli inquinanti attraverso la membrana; significativo per **inquinanti organici** (diclorometano, dicloroetano, toluene, etc.); trascurabile per **inquinanti inorganici** (metalli pesanti). Indipendente dalla presenza della barriera geologica, che ha permeabilità maggiore di quella della geomembrana.

Tipo b): dipendente dalle dimensioni e frequenza dei **fori** (di spillo, buchi) e dalla presenza della barriera geologica, che determina perdite di carico minori di quella attraverso il foro.



Quale approccio adoperare per un progetto in sicurezza di una discarica, tener conto dell'eventuale imperfetta tenuta del sistema di impermeabilizzazione ?

- a) stima delle **perdite per permeazione** attraverso la membrana intatta (con riferimento a inquinanti "indicatori")
- b) stima del **flusso attraverso lacerazioni** della membrana, fissando dimensioni e frequenza di questi (2-30 difetti/ettaro)
- c) stima della **portata totale** filtrata al di sotto della barriera geologica
- d) valutazione con tecniche di **analisi di rischio** dell'impatto prodotto su potenziali bersagli; applicazione di modelli di **fate & trasport**, in modo simile a quanto previsto dalla normativa sui siti contaminati (software Giuditta, Rome, RBCA, RISK 4)



Quali provvedimenti adottare per limitare il "rischio" da inquinamento falda ?

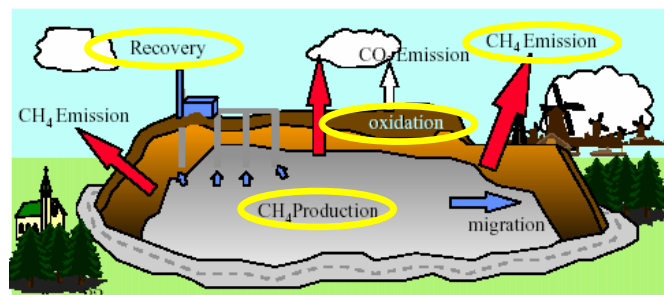
- Fase di costruzione:** verifica delle caratteristiche della geomembrana; controllo posa in opera (test su saldature, indagini elettriche, etc.)
- Fase di esercizio:** controllo qualità acque di falda (pozzi spia, piezometri).

Cosa fare in caso di riscontro di inquinamento in atto ?

- riduzione **battente** percolato sulla geomembrana
- attivazione **pozzi di spurgo**
- sospensione **gestione** lotto incriminato
- riparazione** geomembrana (??)



Principali problematiche operative e post-operative di una discarica: la gestione del biogas



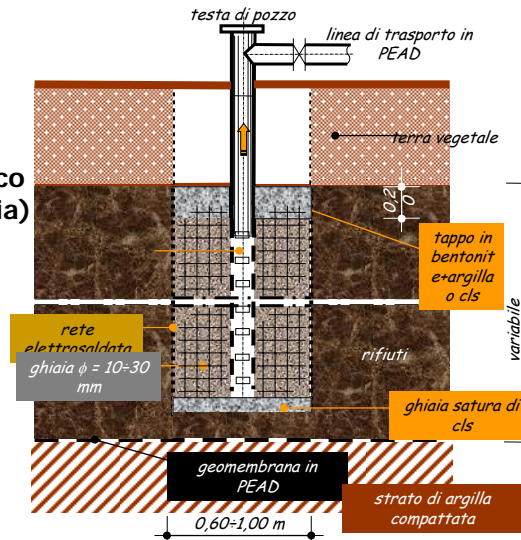
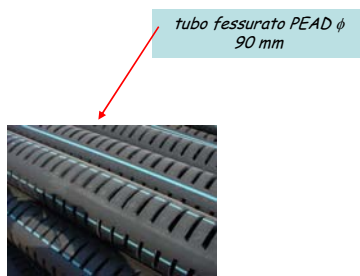
$$\text{Produzione} = \text{Emissione} + \text{Ossidazione} + \text{Recupero} + \text{Accumulo}$$

- ❖ La conoscenza del **produzione totale** (Q_{mod}) di **biogas** richiede la misura dei flussi **convogliati** (Q_{capt}) e di quelli **diffusi** (Q_{res}), che possono raggiungere anche il **50%** del totale.
- ❖ La misura delle **emissioni diffuse** da indicazioni sull'**efficienza** dei sistemi di captazione dei flussi convogliati



EMISSIONI CONVOGLIATE: Impianti di captazione e smaltimento/utilizzazione biogas

- pozzi di estrazione
- linee di trasporto
- stazioni di regolazione
- centrale di estrazione
- centrale di controllo
- centrale di recupero energetico
- sistema di combustione (torcia)



EMISSIONI DIFFUSE: misura con "scatola di flusso"

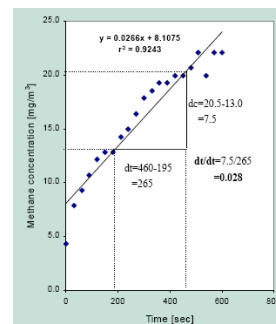


GAS-TEC® MK.III (LAB SERVICE):
strumento di rilevamento della concentrazione
di idrocarburi gassosi; misura con FID.

LANDBOX HV30: Camera di flusso



Guidance for Monitoring Landfill Gas
Surface Emissions



Valori usuali:
con capping: 0,001 mg/m² x s
senza capping: 0,1 mg/m² x s



Principali problematiche post-operative di una discarica: il calcolo e la previsione dei cedimenti

il calcolo previsionale dei cedimenti consente la valutazione dell'effettivo volume di abbancamento:

- effetti sulla **stabilità** del corpo della discarica
- valutazione dell'effettivo **volume** dei rifiuti abbancabili
- conseguenze sulla **tariffa** di smaltimento dei rifiuti



Cause dei cedimenti:

- **deformazioni iniziali** di natura fisico-meccanica, per compressione e rottura dei singoli elementi;
- **migrazione** delle particelle di piccole dimensioni all'interno dei vuoti degli elementi di maggiori dimensioni;
- **deformazione viscosa** dello scheletro solido e dei componenti
- **biodegradazione** della frazione organica dei rifiuti
- fenomeni di **corrosione e ossidazione** dei componenti inorganici

Osservazioni:

- notevoli **incertezze** della valutazione dei cedimenti
- ordini di grandezza **elevati** (pari anche al 20 % di H)
- riduzioni di volume con contemporaneo **aumento di densità** (circa 30 %)
- causa di **variazioni nel tempo** di peso specifico, conducibilità idraulica e caratteristiche geotecniche dei rifiuti abbancati (formazione di "falde sospese")



MODELLI DI CALCOLO:

Cedimento totale:

$$S_{\text{tot}} = S_i + S_p + S_s$$

con:

S_i cedimento iniziale, dovuto alla compressione conseguente all'applicazione di un carico esterno (riduzione vuoti; già completata poco dopo l'abbancamento dei rifiuti)I;

S_p compressione primaria, dovuta all'espulsione dell'acqua e del gas dall'interno dei rifiuti (entro 30 gg dall'applicazione del carico);

S_s compressione secondaria, dovuta al comportamento viscoso dello scheletro solido dei rifiuti e alla biodegradazione della sostanza organica (durata anche 50 anni; valore elevato)

Modello di **Sowers**:

$$S_p = f(H, \Delta p)$$

$$S_s = f(H, t)$$



Principali problematiche post-operative di una discarica: la valutazione della fine del periodo post-operativo (chiusura definitiva)

Come si valuta la fine del periodo post-operativo ?

Possibili indicatori:

- ✓ cedimenti finali
- ✓ qualità/quantità del percolato prodotto
- ✓ qualità/quantità del biogas prodotto

Criterio della Provincia di Treviso:

Cedimenti: assestamento concluso quando l'abbassamento percentuale risulta $< 5\%$ dell'abbassamento totale, verificatosi a partire dalla fine della fase operativa.

Percolato: effetto inquinante esaurito, quando per 4 analisi consecutive sono rispettati i limiti di legge per lo scarico nel corpo ricettore o quando per 1 anno non si sia prodotto percolato.

Biogas: l'estrazione può fermarsi, quando la concentrazione di metano in atmosfera risulti $\leq 0,1\%$ in 6 punti al contorno della discarica per almeno 6 mesi.



RAPPORTO TRA DISCARICHE E SITI CONTAMINATI

Tipologie di discariche:

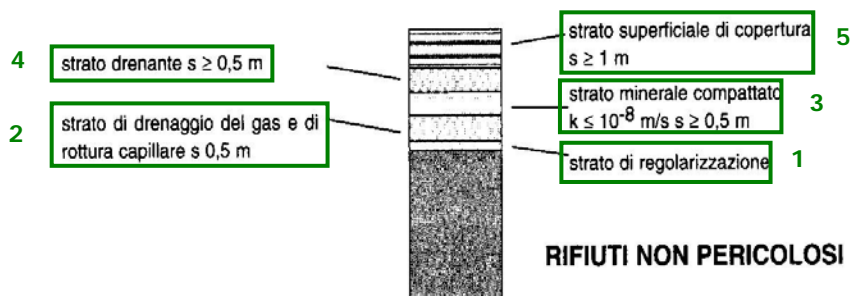
- Discariche incontrollate (ante D.P.R. n.915 del 10/9/1982 e Deliberazione C.I. del 27/7/1984) → **sito potenzialmente contaminato**
- Discariche attivate ex art. 12 D.P.R. 915/82, ex art.13 D.lgs. 22/97 o ex art. 191 D.lgs. 152/06 → **sito potenzialmente contaminato ?**
- Discariche controllate esaurite (ex art. 27 e 28 D.lgs. 22/97 oppure art. 208 D.lgs. 152/06 + D.lgs. 36/2003): **siti contaminati o discariche da bonificare ?**



Interventi per la bonifica delle discariche che non costituiscono "siti contaminati"

Bonifica ai sensi del D.lgs. 36/03:

- riguarda le discariche controllate esaurite, realizzate e gestite a regola d'arte;
- ripristino ambientale → capping, gestione post-operativa, chiusura definitiva).



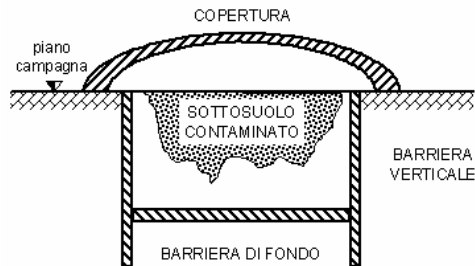


Interventi per la bonifica delle discariche che costituiscono "siti contaminati"

Bonifica ai sensi del D.lgs. 152/06 (ex D.M. 471/99):

- riguarda le discariche non realizzate e/o gestite a regola d'arte;
- intervento di messa in sicurezza della discarica (→ incapsulamento);
- eventuale intervento di bonifica del sito circostante la discarica, se contaminato ($C > CSR$);

Sezione verticale di un sistema di incapsulamento completo



Esiste il concreto rischio che una discarica controllata divenga un sito contaminato ?

SI !

- Tale situazione può essere causata da **carenze tecniche** di progettazione, costruzione e gestione.
- È tanto più probabile, quanto peggiore è la **qualità del rifiuto** abbancato e quanto maggiore è la **durata dei processi** che si sviluppano in discarica



Come ridurre il rischio che una discarica divenga un sito contaminato ?

- Esecuzione di tutti gli interventi tecnici previsti dalle norme (D.lgs. 36/03), che costituiscono **BAT** (specie per quanto riguarda il controllo di percolato e biogas);
- Miglioramento della **qualità dei rifiuti** abbancati in discarica (riduzione biodegradabilità e pericolosità).
- Riduzione della durata del **periodo post-operativo** (prevista dal Piano finanziario ex D.M. 36/03 pari a 30 anni).



INTERVENTI PER RIDURRE GLI IMPATTI DEL DEPOSITO DEI RIFIUTI IN DISCARICA

Soluzioni possibili:

- a) Interventi "**preventivi**" (prima dello smaltimento in discarica):
 - riduzione della frazione umida (**raccolta differenziata**)
 - **trattamento meccanico-biologico** dei rifiuti (TMB)
- b) Interventi "**curativi**" (su discariche in esercizio o esaurite):
 - trattamento di **aerazione** della discarica
 - **landfill mining**

Osservazione: in ogni caso gli interventi sono mirati alla selezione e/o al trattamento della frazione biodegradabile dei rifiuti (FORSU), che è quella che determina i maggiori impatti sull'ambiente (percolato, biogas).



Riduzione della frazione biodegradabile per l'ammissibilità dei rifiuti in discarica

- D.M. 3/8/2005: ne sono stati prorogati i termini di applicazione al 31/12/2009, per cui valgono ancora i criteri di ammissibilità previsti dalla Delibera C.I. 27/07/84.
- art.7 D.lgs. 36/2003: *"i rifiuti sono ammessi in discarica solo dopo pretrattamento"*;
- art.5 D.lgs. 36/2003: obiettivi di riduzione della frazione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica:
 - < 173 kg/abxanno entro **5 anni** (27/3/2008)
 - < 115 kg/abxanno entro **8 anni** (27/3/2011)
 - < 81 kg/abxanno entro **15 anni** (27/3/2018)

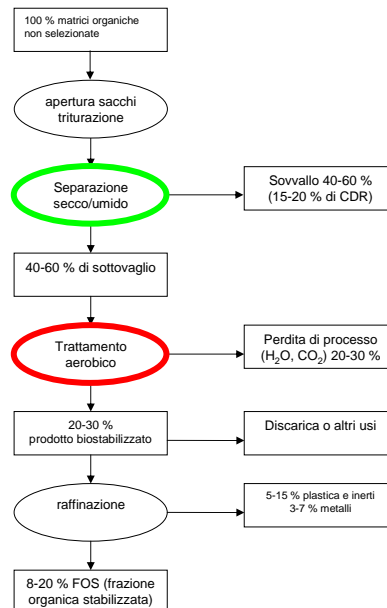
Riduzioni necessarie: sulla FORSU dal 30 al 70%
(dal 20 al 45% sul totale)



Trattamento meccanico-biologico (TMB) dei rifiuti

schema di impianto a flussi separati:

- **selezione** frazioni secche e umide (70 – 30 %);
- **stabilizzazione** accelerata della frazione umida (4 settimane);
- **smaltimento** in discarica o utilizzo per recuperi ambientali della **frazione biostabilizzata**;
- **utilizzazione** della **frazione secca** come CDR per la produzione di energia (nello stesso impianto o in altro impianto).





Interventi curativi: aerazione delle discariche

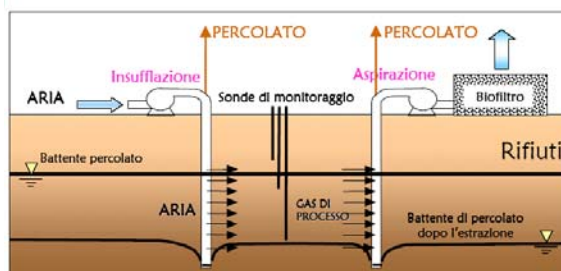
Vale per discariche **già esaurite**, realizzate e gestite sia a regola d'arte (al fine di ridurre la durata del periodo post-operativo), sia non a regole d'arte (come parte di un intervento di messa in sicurezza)

Obiettivi dell'intervento di aerazione:

- riduzione dei tempi di stabilizzazione della frazione biodegradabile (organica + cellulosica)
- riduzione della produzione del biogas
- riduzione della produzione del percolato
- riduzione dei cattivi odori in atmosfera (H_2S , NH_3 , mercaptani, etc.)

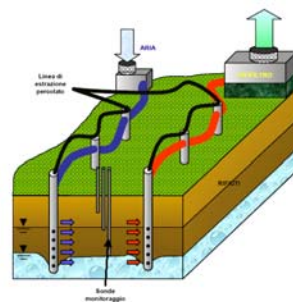


Aerazione delle discariche



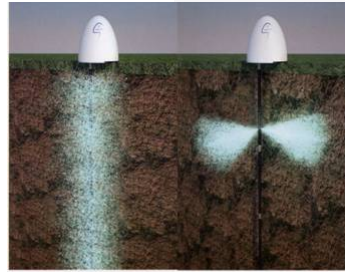
Sistema "Airflow"

Realizzazione di pozzi di aerazione e aspirazione (simile SVE/AS).

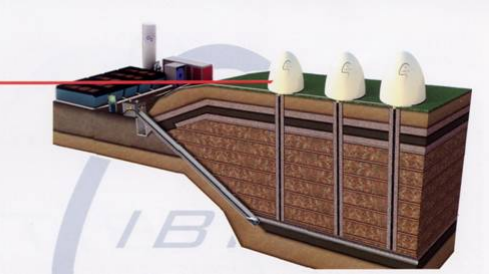




Aerazione delle discariche



RAPPRESENTAZIONE DEL SISTEMA IBIT® IN MODALITÀ CONTINUA RAPPRESENTAZIONE DEL SISTEMA IBIT® IN MODALITÀ IMPULSIVA

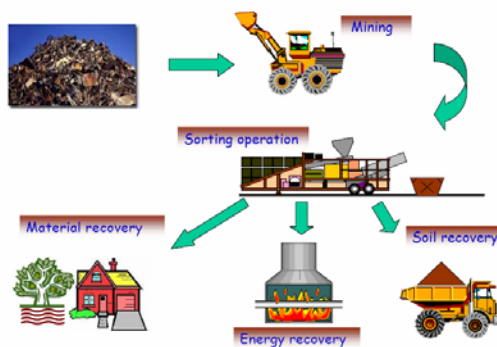


Sistema "Ibit"

Sistema caratterizzato da funzionamento discontinuo dell'impianto di aerazione (si limitano i fenomeni di "rebound", riducendo la durata complessiva dell'intervento).

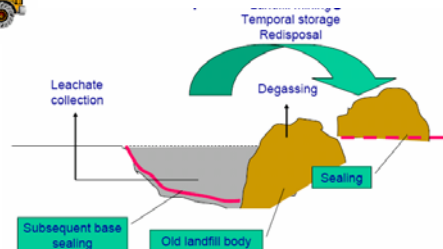


Interventi curativi: landfill mining (LFM)



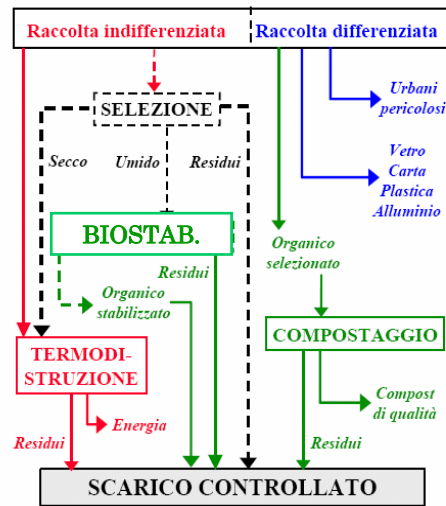
Per il recupero di materie

Per il risanamento di vecchie discariche

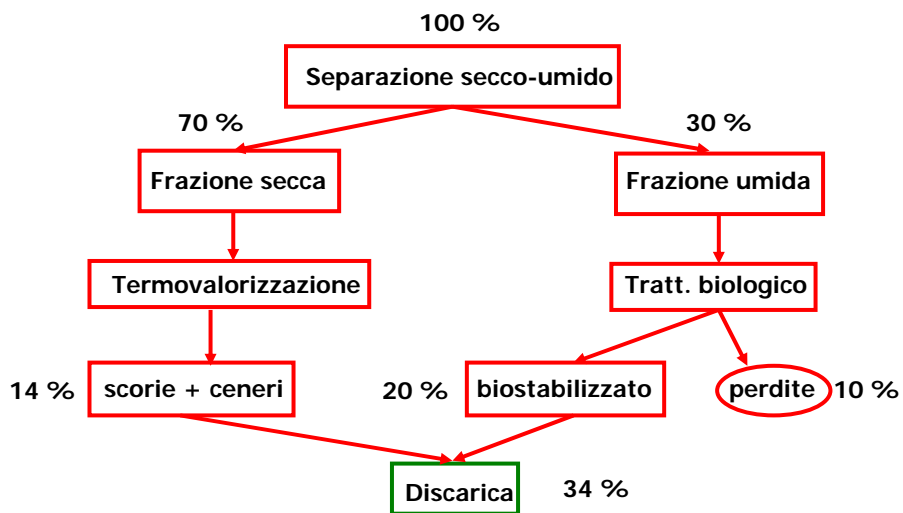




IL RUOLO DELLA DISCARICA NEL SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE DEI RIFIUTI



BILANCIO DI MASSA FRAZIONE RnD (separazione secco/umido + termovalorizzazione + discarica)



→ quindi circa 1/3 in peso della frazione da RnD finisce in discarica !



IL RUOLO DELLA DISCARICA NEL SISTEMA INTEGRATO DI GESTIONE DEI RIFIUTI

La discarica "**sostenibile**" deve assumere un ruolo "**residuale**" all'interno dei "**sistemi integrati**" di gestione dei rifiuti:

- a) **Frazione da RD** = recupero di materie (carta, plastica, vetro, alluminio, compost verde, etc.)
- b) **Frazione da RnD** = frazione secca + frazione umida
 - b1) **Frazione secca** = termovalorizzazione o produzione CDR
 - b2) **Frazione umida** = biostabilizzazione (smaltimento in discarica, copertura rifiuti, ripristini ambientali)



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Strategie di azione per le discariche sostenibili:

- rispetto dei nuovi **requisiti tecnici** per la costruzione e l'esercizio (operativo e post-operativo) della discarica;
- riduzione spinta della **frazione biodegradabile** avviata in discarica (RD, trattamento FORSU da RnD);

Conseguenze:

- aumento del costo di smaltimento in discarica e "**riequilibrio**" con quello relativo ad altre forme di gestione dei rifiuti (trattamenti termici, selezione/recupero), utile per una **scelta** più serena tra le **alternative** di trattamento/smaltimento dei rifiuti, a prescindere da considerazioni di natura esclusivamente economica;
- assegnazione alla discarica di un ruolo di sistema "**residuale**" di smaltimento, a valle di interventi di **prevenzione** e **recupero**.



Grazie per l'attenzione ...