

**CARATTERISTICHE E ASPETTI IMPORTANTI DELLE DISCARICHE
NON CONTROLLATE****2.1. Introduzione**

L'espansione urbana e industriale a ritmi sempre più sostenuti, l'aumento demografico e la crescente necessità di soddisfare i bisogni dei consumatori, comportano la diminuzione e l'esaurimento di materie prime, compresi cibo, combustibili e altre risorse energetiche [1-6]. D'altra parte, l'equilibrio ecologico viene messo sempre più in pericolo, aggravando la minaccia di danni ambientali. La quantità di rifiuti prodotti è in costante aumento e i sistemi tradizionali di gestione dei rifiuti sono al limite. Senza l'ammodernamento del sistema di protezione civile, gli investimenti per la realizzazione di opere per alluvioni e altri fenomeni meteorologici pericolosi e l'implementazione di un sistema di gestione dei rifiuti domestici e industriali efficace, non è possibile aumentare le nostre prestazioni ambientali.

Per raggiungere uno sviluppo sostenibile, è importante studiare i criteri e le procedure da utilizzare nelle valutazioni di impatto ambientale. Gli aspetti da tenere in considerazione sono:

- ▶ aspetto sociale
- ▶ aspetto economico e ambientale: la scienza del suolo, l'idrologia e l'idrogeologia, lo sfruttamento del suolo e la geologia di un territorio.

In Europa, il rapporto tra rifiuti solidi urbani e rifiuti industriali è di 80:20. L'unica distinzione è il destinatario finale, pubblico o privato [7]. I danni ambientali causati dall'estrazione, dal trattamento e dallo stoccaggio dei rifiuti associato all'ingente sfruttamento delle risorse, non sono più sostenibili per il pianeta. Un esempio è la domanda di legno e prodotti cartacei che continua ad avere un impatto negativo sulle foreste nonché gravi implicazioni ambientali.

2.1. Le condizioni del suolo e delle acque sotterranee

Il principale agente contaminante della discarica è il percolato, un liquido contenente sostanze tossiche organiche o inorganiche che, se non gestito correttamente, può causare gravi danni ambientali.

Il percolato, infatti, tende a migrare nel terreno circostante contaminando il suolo e le acque sotterranee alla discarica non controllata/ a cielo aperto (Figura 2.1).

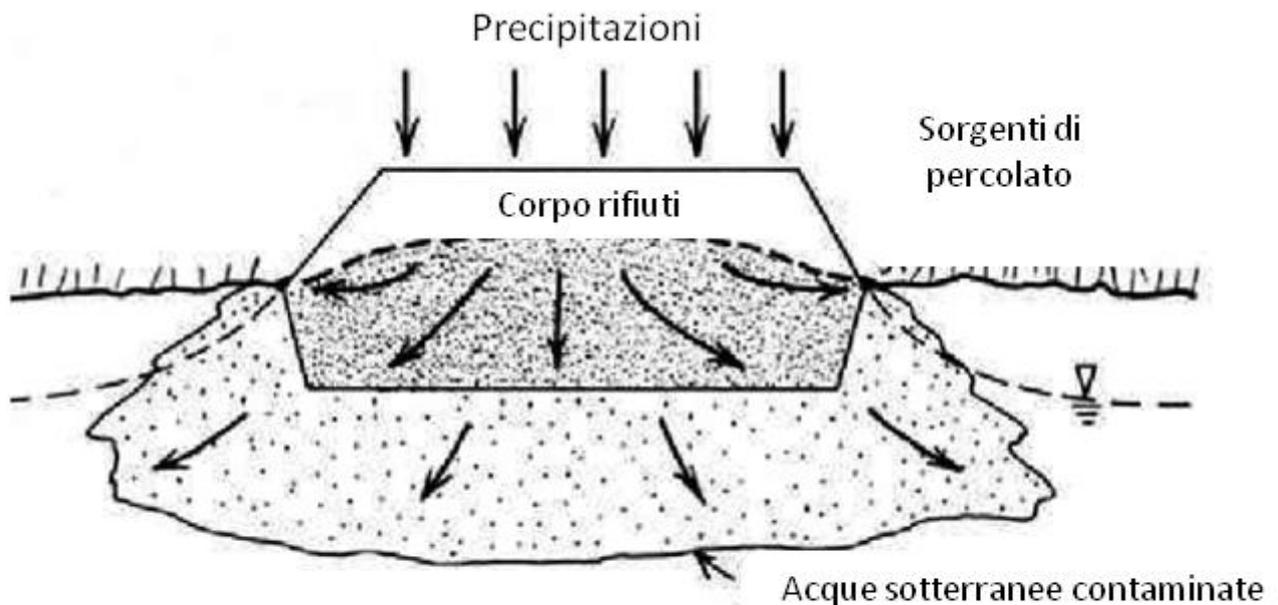


Figura 2.1. Una discarica a cielo aperto. (Fonte: <https://slidetodoc.com/chapter-18-waste-management-copyright-the-mc-grawhill/>)

Sotto il termine “smaltimento del percolato” si indicano tutti i processi e le pratiche adottate per la rimozione di questo liquido altamente inquinante prodotto dai rifiuti solidi urbani (RSU) in modo da non contaminare l'ambiente.

Dal punto di vista scientifico, il *percolato* è definito come quel liquido che, attraversando lentamente un corpo rifiuti, ha dilavato, disciolto e assorbito composti tossici presenti nei materiali (Figura 2.2). Il percolato può essere smaltito o conservato in discarica in base a delle specifiche disposizione nazionali e alle linee guida dedicate [8-12].

Il percolato è dunque un'acqua reflua inquinata composta da sali inorganici, metalli pesanti, materiali organica biodegradabile e composti refrattari come le sostanze chimiche umiche.



Conceptual diagram of leachate migration from a landfill and open dumps. Source: World Health Organization (2006)

Figura 2.2. La migrazione del percolato nella discarica non controllata

I campioni di percolato raccolti in discarica devono essere:

- ▶ Conservati a una temperatura di 4 °C e analizzati entro 2 giorni;
- ▶ Raccolti nel sito dove il percolato era già presente da tempo;
- ▶ Raccolti nel sito dove si è recentemente generato come “percolato fresco”.

Le analisi dei parametri fisico-chimici riguardano: i solidi totali disciolti (TDS), l'alcalinità totale (TA), la durezza totale (TH), i cationi principali come calcio (Ca^{2+}) e il magnesio (Mg^{2+}), gli anioni principali come cloruri (Cl^-), solfati (SO_4^{2-}), nitrati (NO_3^-), il carbonio organico totale (TOC), la domanda chimica di ossigeno (COD), la domanda biochimica di ossigeno (BOD), e i metalli pesanti Cd, Cu, Mn, Pb e Zn in concentrazione.

Nel monitoraggio delle qualità del suolo si deve tenere conto delle seguenti caratteristiche:

- ▶ Profondità (m)
- ▶ MDD (g/cm^3)
- ▶ Angolo di attrito interno (ϕ)
- ▶ Coesione (kPa)

- ▶ CBR (non impregnato) (%)
- ▶ CBR (impregnato) (%)
- ▶ Permeabilità (cm/s)
- ▶ Peso specifico
- ▶ Coefficiente di uniformità
- ▶ Coefficiente di curvatura
- ▶ Umidità
- ▶ Limite di plasticità (%)
- ▶ Diametro, mm
- ▶ Composizione minerale

Caratteristiche delle acque sotterranee (Figura 2.3):

I seguenti parametri vengono usati per analizzare le caratteristiche delle acque sotterranee in prossimità delle discariche:

- ▶ pH
- ▶ Torbidità (NTU)
- ▶ Solidi totali disciolti, TDS (mg/l)
- ▶ Alcalinità totale
- ▶ Durezza totale (mg/l)
- ▶ Coliformi fecali (MPN/100ml)
- ▶ Coliformi totali (MPN/100ml)
- ▶ Profilo di distribuzione dei metalli pesanti-Cd, Cu, Mn, Pb, and Zn
- ▶ Conducibilità elettrica
- ▶ Cationi maggiori come Ca^{2+} , Mg^{2+} , e Fe^{2+}
- ▶ Anioni maggiori come NO_3^- , Cl^- , e SO_4^{2-}

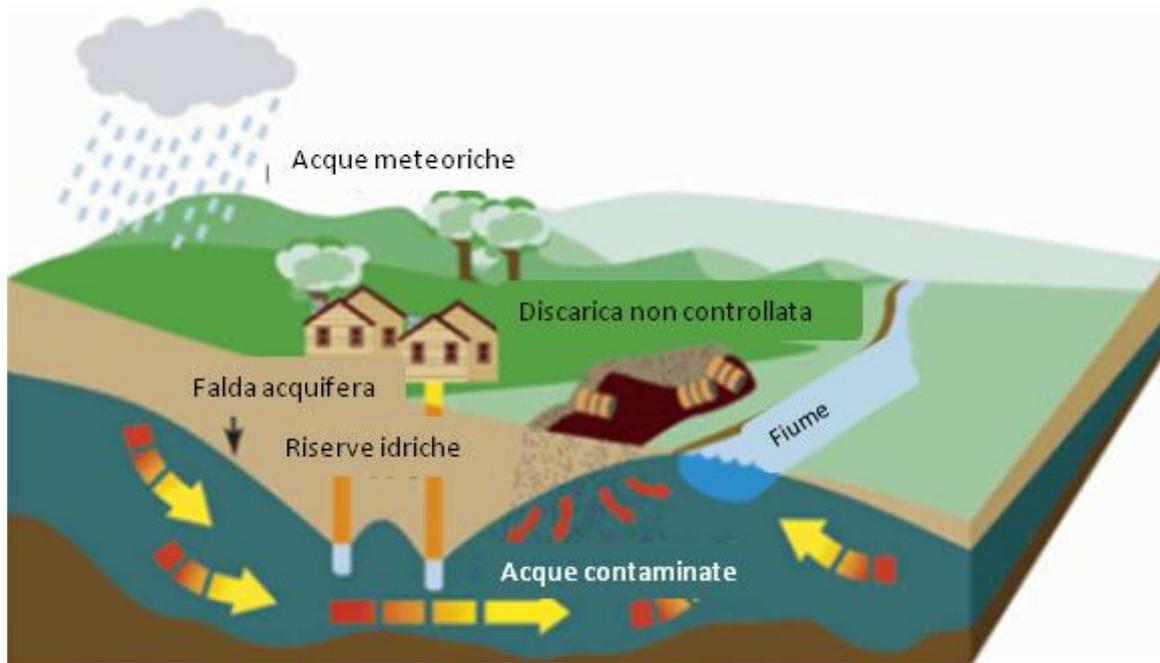


Figura 2.3. La contaminazione dei corpi idrici a causa delle discariche (Fonte: <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2021/6921607/>)

Caratteristiche geometriche della discarica

In letteratura esistono molti metodi per definire le caratteristiche delle discariche non controllate/a cielo aperto dal punto di vista geometrico [13]:

- Opzione I: inclinazione del versante inferiore di 45°; inclinazione del versante superiore di 30°;
- Opzione II: inclinazione del versante inferiore di 30°; inclinazione del versante superiore di 30°;
- Opzione III: inclinazione del versante inferiore di 30°; inclinazione del versante superiore di 30° + un contrafforte;
- Opzione IV: inclinazione del versante inferiore (altezza 20 m) di 30°, inclinazione a metà del versante (altezza 20 m) di 25°, inclinazione del versante superiore di 25°.

Caratteristiche dei rifiuti

La definizione di rifiuto compare in letteratura sotto una varietà di titoli, tra cui rifiuti solidi urbani e industriali, rifiuti domestici, rifiuti provenienti dalle strade, scarti e così via. I rifiuti vengono separati in due gruppi in base alla loro destinazione: recuperabili e non recuperabili;

mentre in base alla loro origine i rifiuti e gli scarti vengono suddivisi in due gruppi: pericolosi e non pericolosi.

I rifiuti classificati in base al tipo e al luogo di produzione sono [8]:

- Rifiuti provenienti da miniere
- Rifiuti provenienti da lavorazioni industriali e
- Scarti di produzione
- Rifiuti provenienti dall'edilizia;
- Rifiuti domestici e provenienti dallo spazzamento delle strade;
- Rifiuti agro-zootecnici;
- Rifiuti pericolosi;
- Rifiuti radioattivi.

Data l'esistenza di discariche, più o meno grandi, in tutta Europa, la risposta al problema dei rifiuti è una priorità rilevante (Figura 2.4).

Landfills in Europe

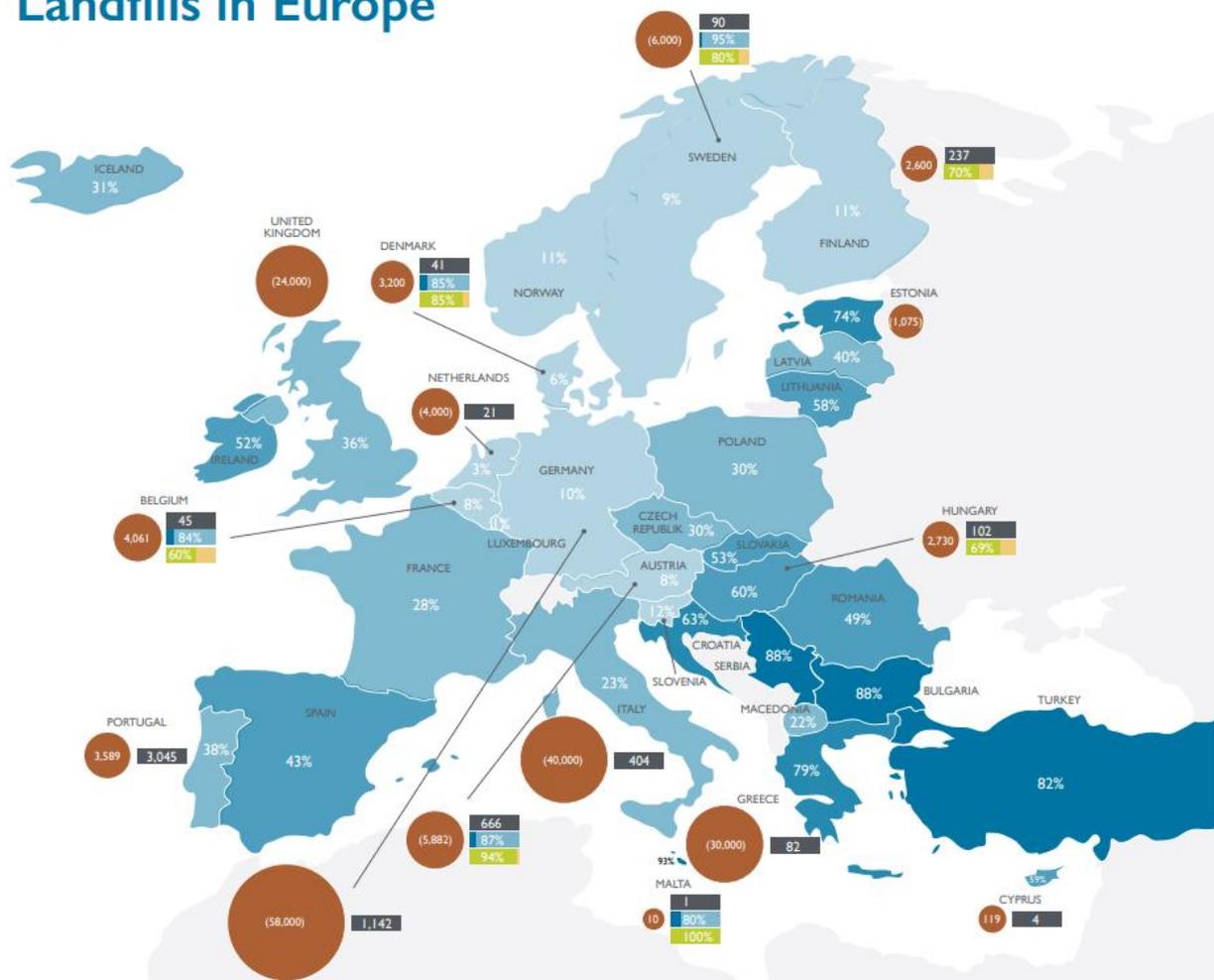


Figura 2.4. Le discariche dell'Europa (Fonte: <https://eurelco.org/wp-content/uploads/2018/09/landfill-situation-eu-28->)

Per descrivere il fenomeno delle discariche non controllate/a cielo aperto occorre tenere conto dei seguenti aspetti:

- Il grado di contaminazione delle acque sotterranee, del suolo e delle emissioni di queste discariche rappresenta una sfida per la tutela dell'ambiente.
- Lo smaltimento dei rifiuti con budget limitati è una delle realtà più comuni al mondo per avere soluzioni a breve termine.
- L'Albania è il paese con più discariche a cielo aperto (9046), mentre la Danimarca è il paese che ne ha meno (13).

Il fenomeno della globalizzazione deve essere visto anche attraverso la lente della gestione dei rifiuti. Le discariche a cielo aperto e l'accumulo dei rifiuti incontrollato nei paesi sotto sviluppati o in via di sviluppo ne sono un chiaro esempio.

- Il numero di discariche illegali segnalate in Europa nel 2021 viene riportato nella Figura 2.5 suddiviso per paese.

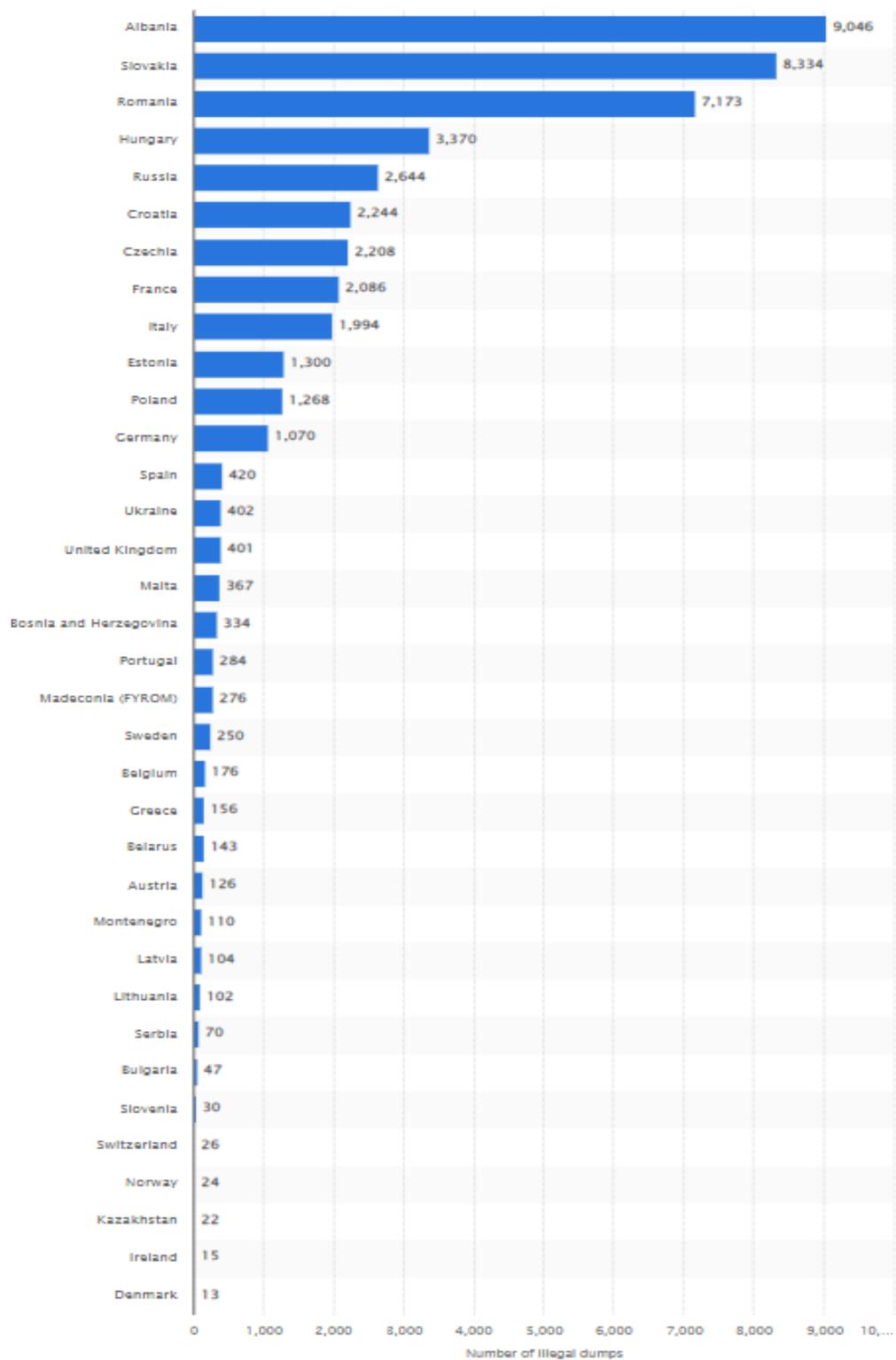


Figura 2.5. Numero di discariche illegali segnalate in Europa nel 2021, per paese (Fonte: <https://www.statista.com/statistics/990529/estimated-number-of-illegal-dumps-in-europe/>)

I rifiuti domestici vengono gestiti tramite raccolta differenziata dalla popolazione; i rifiuti del commercio, delle istituzioni e parti di quelli dell'industria sono raccolti insieme e assimilati ai rifiuti domestici. I rifiuti da imballaggio sono generati dal pubblico, dall'industria e dalle istituzioni. I rifiuti urbani vengono raccolti separatamente da cittadini, imprese e istituzioni. I rifiuti dei giardini e dei parchi, così come quelli provenienti dalle strade, sono tutte fonti di inquinamento.

L'analisi della composizione dei rifiuti si basa sull'identificazione dei seguenti componenti:

- ▶ Vegetale
- ▶ Plastica
- ▶ Carta
- ▶ Tessili
- ▶ Detriti
- ▶ Metalli
- ▶ Vetro
- ▶ pH
- ▶ Umidità
- ▶ Modello di trasporto dei contaminanti utilizzando i software Visual MODFLOW e MT3DMS

La pratica di scaricare i rifiuti in discariche a cielo aperto crea un circolo vizioso (Figura 2.6).

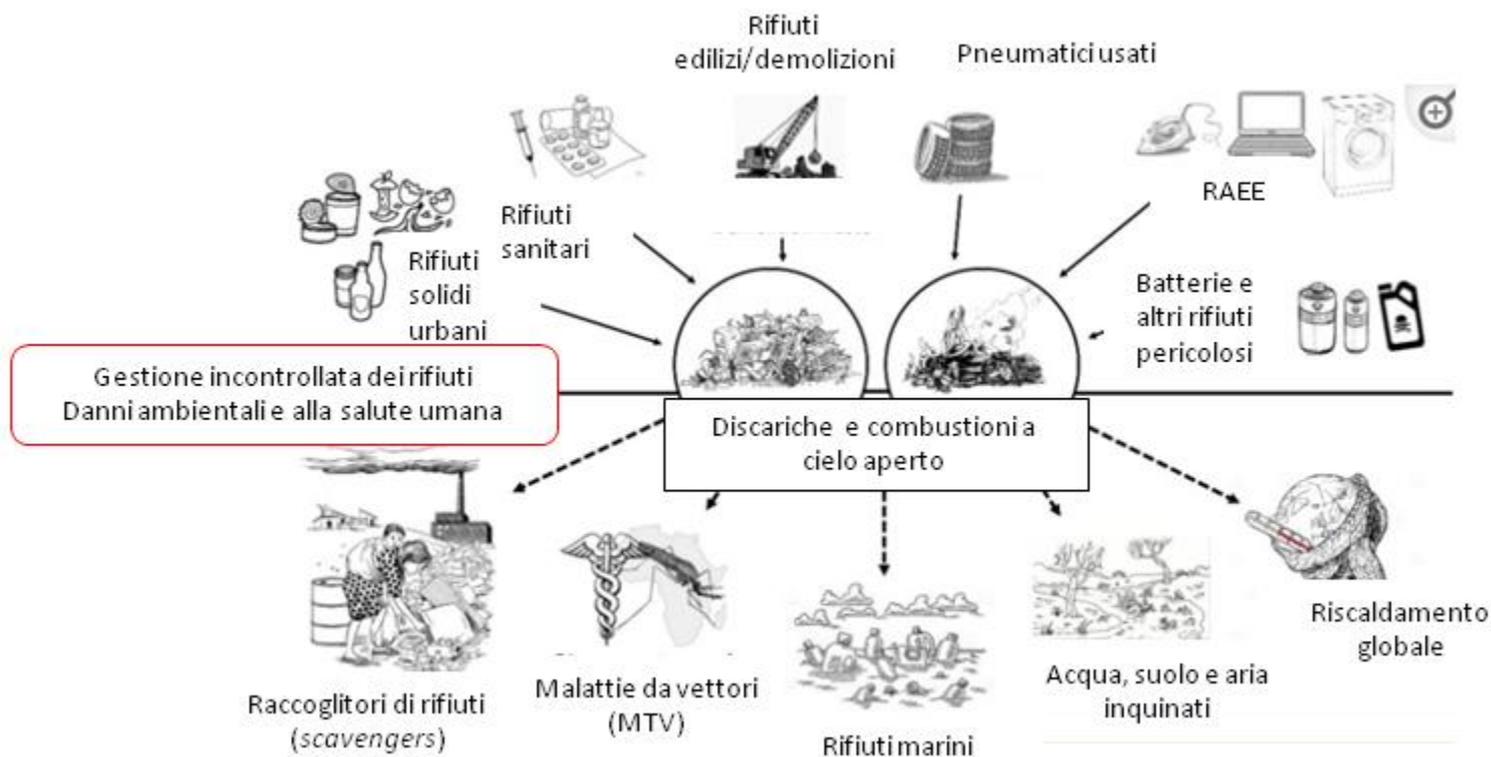


Figura 2.6. Gli effetti avversi delle discariche non controllate /a cielo aperto.

2.3. Problematiche ambientali

La gestione dei rifiuti, che per sua natura è sia una fonte di inquinamento che di materie prime secondarie, deve essere affrontata con un approccio olistico, cioè con una comprensione delle implicazioni a lungo termine delle decisioni prese. A questo proposito, le strategie contemporanee di gestione dei rifiuti devono considerare i seguenti fattori:

- Ridurre la quantità di rifiuti;
- Evitare l'inquinamento ambientale.

In virtù degli obiettivi di sviluppo sostenibile definiti dall'ONU, è importante studiare i criteri e le procedure da utilizzare nelle valutazioni di impatto ambientale. Gli aspetti che devono essere presi in considerazione sono:

- ▶ L'impatto sociale;
- ▶ L'impatto economico e ambientale.

I metodi di valutazione dell'impatto delle discariche non controllate sono:

- ▶ La distanza dalle strade;

- ▶ La distanza dalle aree protette;
- ▶ La distanza dai centri abitati;
- ▶ La distanza dai corpi idrici superficiali e la capacità di contaminazione del suolo;
- ▶ Metodo di screening regionale

Sono stati scelti 7 fattori condizionali e 6 fattori determinanti. Vengono considerate le condizioni naturali e d'uso delle aree in cui si trovano le discariche non controllate/a cielo aperto: la profondità della falda acquifera per acro, la probabilità di frane, il tipo di suolo e così via (Figura 2.7).



Figura 2.7. L'inquinamento di un corpo idrico superficiale da parte di una discarica a cielo aperto (Fonte: <https://slidetodoc.com/chapter-18-waste-management-copyright-the-mc-grawhill/>)

2.4. Fattori economici

Le preoccupazioni relative all'intero ciclo dei rifiuti e il concetto di società sostenibile stanno prendendo piede in tutto il mondo. Vi è un ampio consenso sulla limitatezza delle risorse del pianeta e sui costi crescenti della gestione dei rifiuti (Figura 2.8).

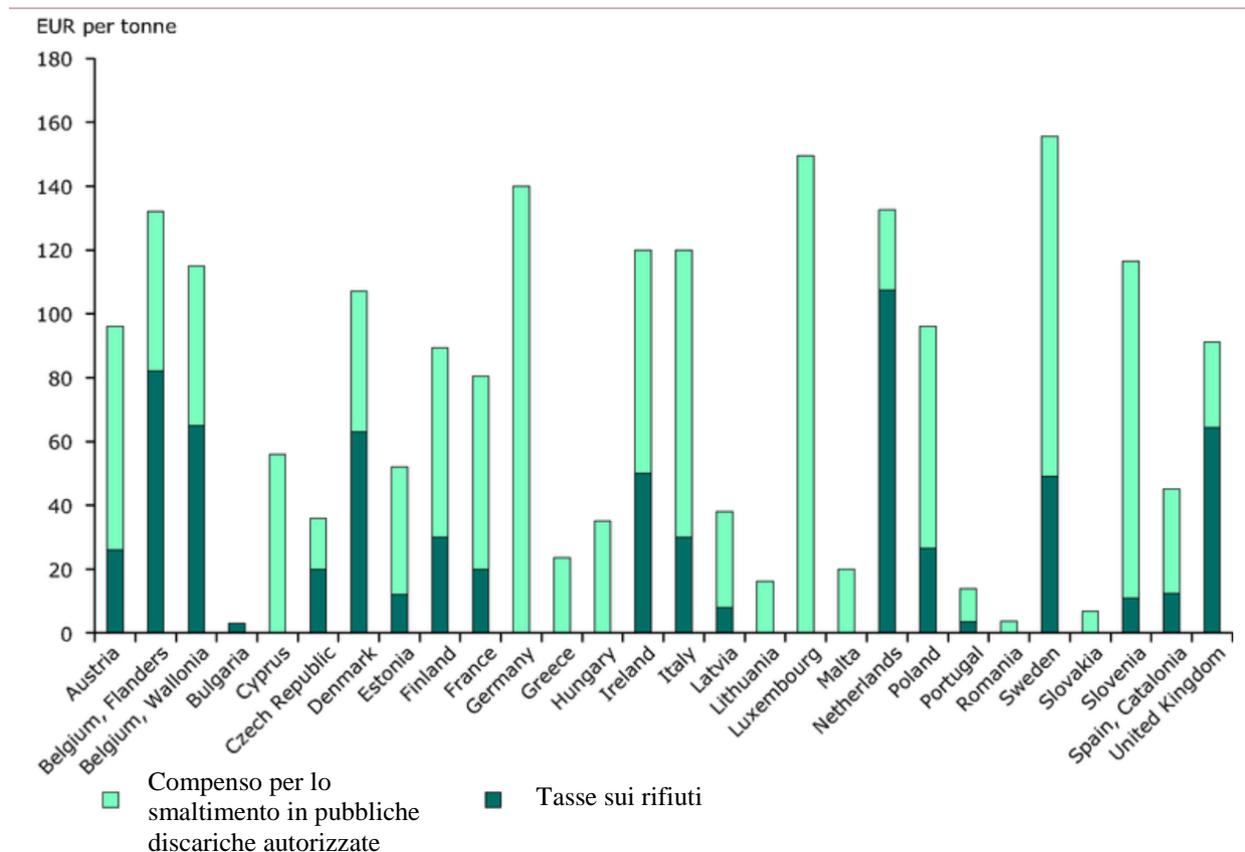


Figura 2.8. Il costo crescente della gestione dei rifiuti (Fonte: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/Figuras/typical-charge-gate-fee-and>)

2.5. La valutazione dei rischi e gli interventi di mitigazione

Il processo di risanamento e bonifica dei siti dove sorgono le discariche non controllate /a cielo aperto è possibile tramite interventi che portano alla costruzione di:

- ▶ Discariche controllate
- ▶ Discariche ingegnerizzate
- ▶ **Impianti di inertizzazione dei rifiuti**
- ▶ Discariche sostenibili

Tramite questi impianti, i rifiuti stabilizzati producono meno gas metano e odori sgradevoli e generano un percolato meno dannoso evitando l'impatto sulle risorse idriche sotterranee.

Questi sistemi assicurano che la discarica recuperi uno spazio prezioso per lo stoccaggio dei rifiuti e aprono la strada a un nuovo sistema di gestione sostenibile nel tempo (Figura 2.9).

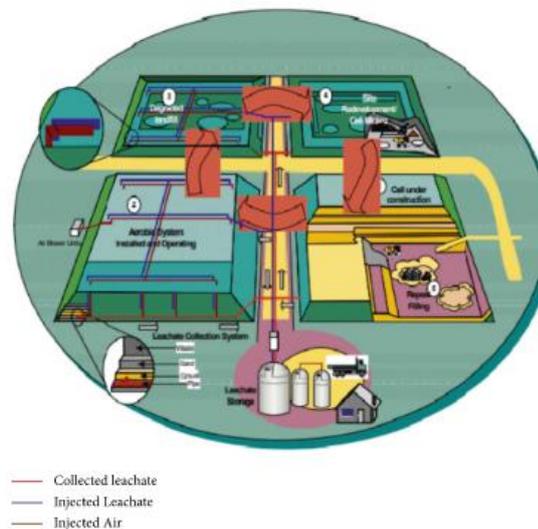


Figura 2.9. Biocella aerobica progettata dalla società statunitense Environmental Control System, Inc., (2001). (Fonte: <https://www.hindawi.com/journals/jeph/2021/6921607>)

L'implementazione di un sistema di raccolta e trasporto dei rifiuti solidi urbani (RSU) è uno dei primi passi per sviluppare una gestione dei rifiuti migliore. In genere, i residenti sono tenuti a smaltire i propri rifiuti domestici in modo organizzato, in un luogo e in una finestra di tempo definita nell'arco della settimana.

La gestione degli RSU comprende la raccolta, il trasporto, il trattamento e lo smaltimento finale, nonché il recupero delle risorse in varie fasi. Di seguito sono elencate le attività che sono alla base di una gestione dei rifiuti ottimizzata:

- ▶ aumento dell'efficienza delle istituzioni governative;
- ▶ aumento della competitività del settore per migliorare l'efficienza;
- ▶ separazione dei rifiuti generati;
- ▶ miglioramento degli impianti esistenti;
- ▶ progettazione di impianti migliori, anche in termini di ubicazione;
- ▶ aumentare la copertura e l'efficienza dei servizi di smaltimento.

Al contrario, nel caso delle discariche non controllate/ a cielo aperto, **esistono diverse implicazioni per la salute umana, ovvero:**

- ▶ la propagazione di sostanze chimiche tossiche;
- ▶ l'aumento della mortalità fetale e infantile;
- ▶ l'aumento dei tumori di tipo gastrointestinale, dall'esofago al retto.

Il processo di risanamento e chiusura delle ultime discariche non controllate/ a cielo aperto si basa sulle seguenti attività:

- ▶ Analisi del profilo e riconfigurazione del sito e copertura finale con cui verrà inerbita l'intera superficie della discarica
- ▶ Costruzione delle trincee drenanti sulla superficie della discarica, delle strade di accesso, dei sistemi di raccolta delle acque piovane e altri interventi necessarie per chiudere le discariche abusive e illegali
- ▶ Gestione trasparente degli investimenti pubblici del territorio dove sorge la discarica da risanare;
- ▶ Progettazione di uno spazio verde che copra il 30% del sito risanato;
- ▶ Aggiornamento delle politiche per la gestione dei rifiuti a livello nazionale e allineamento con le politiche europee.

All'interno del programma europeo LIFE, il progetto ZERO WASTE EUROPE si definisce attraverso i seguenti punti cardine:

- ▶ “La filosofia “Zero rifiuti” è la conservazione di tutte le risorse attraverso la produzione, il consumo, il riutilizzo e il recupero responsabile di prodotti, imballaggi e materiali senza incenerimento e senza dispersione nel suolo, nell'acqua o nell'aria che minaccino l'ambiente o la salute umana” – definizione della Zero Waste International Alliance (Fonte: <https://zerowasteurope.eu/about/about-zero-waste/>)
- ▶ “Zero rifiuti” non significa che genereremo meno rifiuti, ma che l'ambiente verrà tutelato e conservato per le generazioni future.
- ▶ L'obiettivo è la minimizzazione dei rifiuti.

I governi e la società civili è parte integrante di questo cambiamento che deve essere realizzato attraverso:

- ▶ La diffusione di soluzioni alternative concrete rispetto alle discariche non controllate/ a cielo aperto proposte da rappresentanti e decisori politici;
- ▶ La costruzione di centri di riciclaggio accanto alle discariche non controllate/ a cielo aperto esistenti.
- ▶ La sensibilizzazione dei cittadini verso abitudini di consumo migliori in termini di riutilizzo e minimizzazione dei rifiuti;
- ▶ La creazione di punti di raccolta/ isole ecologiche vicino ai centri abitati.

2.6. Conclusioni

Nell'ambito del risanamento delle discariche non controllate/ a cielo aperto, l'obiettivo di questo capitolo è stato spiegare i seguenti aspetti:

- la categorizzazione delle discariche in base al tipo di rifiuti;
- le condizioni e gli aspetti da considerare per il processo di risanamento delle discariche sulla base della categorizzazione fatta;
- le condizioni di stoccaggio dei rifiuti;
- i requisiti per un monitoraggio efficace delle variabili ambientali intorno alla discarica da risanare/ risanata.

Attraverso l'analisi SWOT, questi elementi sono stati affrontati considerando la moltitudine di effetti negativi che le discariche non controllate possono avere sull'ambiente e sulla salute umana.

L'insieme di queste implicazioni dimostra l'urgenza di affrontare in modo efficace e responsabile il problema delle discariche e dello smaltimento rifiuti.

Di seguito sono riportati alcuni dei risultati chiave dell'analisi SWOT per ottimizzare il sistema di gestione dei rifiuti e contrastare il fenomeno delle discariche non controllate / a cielo aperto:

- Adozione di un sistema di raccolta differenziata a livello comunale;
- L'implementazione di sistemi di raccolta pneumatica dei rifiuti nei comuni;
- Pulizia ambientale e servizi igienico-sanitari presenti e costantemente disponibili nei comuni;
- Tariffazione differenziata della raccolta dei rifiuti in base al tipo di raccolta effettuata;

- La tariffazione di tutti gli operatori economici si basa sulla filosofia "chi inquina paga" cioè in base alla quantità di rifiuti prodotti.

SVANTAGGI

- Basso livello di raccolta e riciclaggio dei rifiuti;
- Non esistono impianti per l'utilizzo/recupero/smaltimento dei fanghi derivanti dalle acque reflue;
- Scarso coinvolgimento e consapevolezza della popolazione nella corretta gestione dei rifiuti

VANTAGGI:

- Esperienza nell'implementazione di progetti di gestione dei rifiuti;
- Cooperazione governativa;
- Costruzione di un impianto di trattamento meccanico-biologico dei rifiuti biodegradabili nell'ambito del Sistema di Gestione Integrata dei Rifiuti (Integrated Waste Management System o MSW);
- Raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile; aumento della consapevolezza e della partecipazione dei cittadini alla tutela dell'ambiente; disponibilità maggiore di servizi igienico-sanitari conformi agli standard europei a tariffe accettabili per la popolazione locale.

RISCHI:

- La mancanza di misure concrete per la riduzione di vandalismo delle strutture per la gestione dei rifiuti e dei sistemi di raccolta differenziata;
- La mancanza di investitori in progetti per la tutela dell'ambiente;
- Aumento dei prezzi dei servizi igienico-sanitari.

Gli attuali problemi che affliggono il sistema europeo di gestione dei servizi igienico-sanitari e dei rifiuti variano a livello nazionale e derivano da diversi fattori, tra cui la mancanza di prestazioni e di competenze nell'implementazione della raccolta differenziata nonché da perdite finanziarie a livello sistemico [15-19]. Anche la mancanza di sistemi di raccolta differenziata nel flusso degli RSU, la mancanza di fondi per la gestione degli stessi, lo scarso

coinvolgimento della popolazione e, ultimo ma non meno importante, lo scarso livello di educazione ambientale delle persone sono tutti fattori che contribuiscono a questo problema. In seguito allo sviluppo sociale ed economico da un lato, e al mantenimento di un elevato standard di vita dall'altro, la questione della corretta gestione dei rifiuti delle loro conseguenze negative sull'ambiente e sulla salute umana associate a metodi e tecnologie inefficaci, rimane un problema centrale a livello europeo e mondiale. Per questo motivo, è fondamentale attuare innanzitutto una strategia a livello locale che includa una valutazione approfondita della situazione, una stima delle quantità e degli indicatori di produzione dei rifiuti e l'adozione di interventi e responsabilità per ridurre la produzione di RSU, aumentare il livello di riciclo e sostenere il recupero di energia e materiali. Solo in questo modo sarà possibile creare le condizioni ottimali per una gestione dei rifiuti ottimizzata e sostenibile nell'ottica dell'economia circolare.

Bibliografia

1. <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/corporate/fast-facts/english/FF-Waste-Management.pdf>
2. <https://unhabitat.org/books/collection-of-municipal-solid-waste-in-developing-countries-2/>
3. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf
4. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0003/317226/Waste-human-health-Evidence-needs-mtg-report.pdf
5. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>
6. <http://siteresources.worldbank.org/INTPHAAG/Resources/AAGHCWM.pdf>
7. <http://www.fao.org/3/t0551e/t0551e05.htm>
8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4627004/>
9. https://www.nhp.gov.in/World-Toilet-Day_pg
10. <https://www.unenvironment.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/solid-waste-management>
11. https://www.cdc.gov/nceh/ehs/NALBOH/factsheets/solid_waste.pdf
12. <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/6e4e348048865839b4cef66a6515bb18/1-6%2BWaste%2BManagement.pdf?MOD=AJPERES>
13. <https://sciendo.com/pdf/10.2478/sgem-2013-0001>
14. https://www.researchgate.net/publication/306150450_Impact_of_Solid_Waste_on_Health_and_The_Environment/download
15. <https://www.kankakeehealth.org/environmental-health/nuisance-solid-waste/open-dumps.html>
16. [https://www.scirp.org/\(S\(i43dyn45teexjx455qlt3d2q\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2132949](https://www.scirp.org/(S(i43dyn45teexjx455qlt3d2q))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=2132949)
17. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0734242X07079156>
18. [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1541598](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1541598)
19. http://www.unep.or.jp/Ietc/Publications/spc/SPC_Training-Module.pdf