



● **Rifiuti.** I riferimenti nella decisione del Consiglio europeo n. 2003/33/CE

# Ammissibilità in discarica: modelli di analisi di rischio alla base dei limiti normativi

I principi fissati sulle modalità di accettazione dei rifiuti nelle discariche dalla decisione del Consiglio 19 dicembre 2002, n. 2003/33/CE, di chiarimento della direttiva europea 1999/31/CE, sono il risultato delle analisi del cosiddetto "technical adaptation committee" (TAC), la cui metodologia si è fondata su un processo che ha incorporato l'analisi del rischio quale strumento oggettivo per la definizione dei limiti normativi. Uno studio del modello concettuale adottato per la definizione dei limiti in accettazione evidenzia una necessaria semplificazione e generalizzazione dei parametri ambientali e di quelli relativi alla geometria dell'impianto.

● di **Sebastiano Martignano** e **Gabriele Tommasi**, *LeMa Consulting S.r.l.*

## Normativa europea e recepimento italiano

A seguito di un complesso iter di negoziazione tra i diversi attori coinvolti, la direttiva europea relativa alle discariche<sup>[1]</sup> è stata adottata il 16 luglio 1999 e ha riguardato principi, criteri, metodi di prova e criteri di accettazione per le varie tipologie di rifiuto, in relazione alle differenti categorie di discariche. I principi delineati nell'Allegato II alla direttiva sono stati successivamente esplicitati nei criteri riportati nella decisione del Consiglio del 19 dicembre 2002, n.

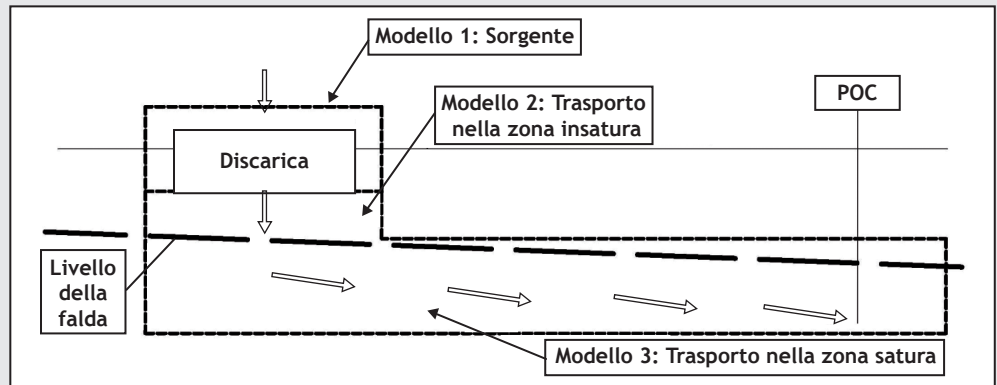
2003/33/CE<sup>[2]</sup> e sono il risultato delle valutazioni scientifiche condotte dal TAC (*technical adaptation committee*) e, in particolare, del sottocomitato discariche. L'ammissibilità dei rifiuti nelle singole categorie di discariche (pericolosi, non pericolosi, inerti) è connessa al rispetto dei criteri stabiliti dalla decisione del Consiglio. L'accettabilità del rifiuto in ingresso all'impianto deve essere verificata mediante prova di eluizione in acqua, effettuata in conformità alle norme EN 12457/1-4<sup>[3]</sup>, EN 12506<sup>[4]</sup> e EN 13370<sup>[5]</sup>. La decisione suddetta esprime i limiti in accettazione sull'eluato a differenti valori del

- 1) *Direttiva 1999/31/CE del Consiglio del 26 aprile 1999 relativa alle discariche di rifiuti (in G.U.C.E. L del 16 luglio 1999, n. 182).*
- 2) *Decisione del Consiglio del 19 dicembre 2002 che stabilisce criteri e procedure per l'ammissione dei rifiuti nelle discariche ai sensi dell'articolo 16e dell'Allegato II della direttiva 1999/31/CE (2003/33/CE) (in G.U.C.E. L del 16 gennaio 2003, n. 11).*
- 3) «UNI EN 12457-1/4 Caratterizzazione dei rifiuti - Lisciviazione - Prova di conformità per la lisciviazione di rifiuti granulari e di fanghi».
- 4) «UNI EN 12506 - Caratterizzazione dei rifiuti - Analisi degli eluati - Determinazione di pH, As, Ba, Cd, Cl, Co, Cr, Cr(VI), Cu, Mo, Ni, NO<sub>2</sub>, Pb, S totale, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, V e Zn».
- 5) «UNI EN 13370 - Caratterizzazione dei rifiuti - Analisi degli eluati - Determinazione di ammonio, AOX, conducibilità, Hg, indice fenolo, TOC, CN facilmente liberabile, F».



Figura 1

## ● Modello concettuale sito generico



grado di eluizione<sup>[6]</sup> ( $L/S = 0,1; 2; 10$ ), lasciando agli stati membri la facoltà di scegliere il valore del rapporto  $L/S$  in base al quale esprimere i limiti nazionali. I limiti adottati in Italia con il D.M. 3 agosto 2005<sup>[7]</sup> sono espressi con  $L/S = 10$ . La conoscenza dei modelli di analisi di rischio utilizzati in sede europea costituisce un presupposto essenziale nonché un valido riferimento metodologico ai fini della costruzione dei modelli concettuali necessari per le analisi di rischio sito-specifiche.

### Criteri tecnici per la definizione dei limiti normativi

La metodologia utilizzata dal TAC nella definizione dei valori limite si è fondata su un processo che ha incorporato l'analisi del rischio quale strumento oggettivo per la definizione dei limiti normativi.

L'Allegato II alla direttiva individua i principi ispiratori nella definizione dei criteri di accettazione dei rifiuti in discarica, che sono così sintetizzabili:

- protezione dell'ambiente, in particolare delle acque (sotterranee e superficiali);
- sicurezza dei sistemi di protezione ambientale (impermeabilizzazioni, trattamento del percolato);
- garanzia di un adeguato grado di stabilizzazione dei processi all'interno della discarica;
- protezione della salute umana.

La trasposizione tecnica effettuata da parte del TAC dei principi indicati nella direttiva 1999/

31/CE ha previsto l'utilizzo dell'acqua sotterranea quale elemento sensibile ai fini dell'individuazione dei criteri di accettabilità dei rifiuti in discarica. L'approccio utilizzato dal TAC<sup>[8]</sup> nello sviluppo dei criteri può essere descritto mediante la scelta di vari fattori:

- punto di conformità POC (*point of conformity*): punto al quale si verifica la conformità delle acque sotterranee;
- qualità delle acque;
- parametri della discarica;
- scenari ambientali (parametri idro-geologici da considerare).

Sulla base del modello di trasporto prescelto, sono state determinate le concentrazioni del contaminante al POC ed è stato individuato il fattore di attenuazione DAF (rapporto tra la concentrazione alla sorgente e la concentrazione al POC). Il fattore di attenuazione è stato poi utilizzato in modalità *backward* per calcolare il valore alla sorgente necessario a garantire la conformità al POC. Il passaggio finale consiste nel trasformare il termine sorgente in un valore limite dell'eluato nella prova di eluizione. La procedura utilizzata può essere così sintetizzata:

- scelta dei *target* ambientali primari;
- scelta dei parametri critici e relativi valori di conformità;
- definizione dello scenario di impianto;
- definizione dello scenario ambientale;
- definizione della sorgente di inquinamento potenziale;

6)  $L/S$  (l/kg): rapporto tra il volume di liquido e la quantità di rifiuto (kg).

7) «Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica» (in Gazzetta Ufficiale del 30 agosto 2005, n. 201).

8) O. Hjelm et al., Nordtest «Acceptance Criteria for Landfilling of Waste under Nordic Condition» (2002).



- definizione della migrazione di contaminanti al punto di conformità prescelto (POC);
- definizione del modello matematico per il calcolo della migrazione dei contaminanti;
- sviluppo del calcolo in modalità *forward* al fine di determinare il fattore di attenuazione (DAF);
- applicazione dei criteri in modalità *backward* a partire dai valori di conformità prescelti;
- trasformazione del termine sorgente in un valore di conformità in accettazione relativo ad un determinato test di prova.

L'applicazione della procedura precedentemente descritta è stata applicata a una "discarica-tipo", con caratteristiche di impianto e parametri ambientali mediamente riscontrabili nel contesto europeo. La necessità di procedere a una generalizzazione del modello che garantisca l'applicabilità dei risultati a tutti gli Stati membri ha comportato numerose semplificazioni rispetto ai parametri geometrici ed ambientali specifici di ogni sito. L'approccio utilizzato attesta sicuramente una validità tecnico-scientifica superiore rispetto ad altri criteri di definizione dei limiti normativi, ma le necessarie semplificazioni adottate possono comportare un eccesso di cautelatività per i singoli impianti o contesti territoriali. A questo fine, il Legislatore ha previsto la facoltà di deroga rispetto a specifici parametri dei rifiuti in ingresso, a condizione, che la deroga sia supportata da un'analisi di rischio sito-specifica. La procedura generale precedentemente descritta è stata applicata a un modello concettuale del sito, riportato nello schema in *figura 1*.

Di seguito sono descritte e analizzate le singole ipotesi alla base del modello concettuale del sito adottato in sede TAC.

### Scelta del punto di conformità

L'impatto principale derivante dai rifiuti in discarica è determinato dal percolato e dalla contaminazione della falda acquifera e dell'acqua superficiale. Pertanto, il *target* ambientale principale scelto ha riguardato il rispetto di specifici criteri qualitativi delle acque sotterranee. È stato definito, inoltre, il punto di conformità (POC) in corrispondenza del quale verificare la conformità delle acque rispetto agli standard esistenti. Al fine di valutare il comportamento dei contaminanti conseguente alla differente mobilità sono stati considerati due POC rispettivamente a distanza di 20

m (POC1) e di 200 m (POC2) dal confine della discarica in direzione del flusso della falda.

### Scelta dei criteri di qualità

Il criterio utilizzato è stato quello di attenersi ai limiti per le acque destinate al consumo umano.

### Scelta dei parametri di discarica

Lo scenario tipico ha riguardato discariche di inerti con i parametri geometrici di seguito riportati:

- altezza della discarica: 20 m;
- lunghezza discarica: 150 m;
- larghezza discarica: 150 m;
- area discarica: 22.500 m<sup>2</sup>;
- volume della discarica: 450.000 m<sup>3</sup>;
- porosità dei rifiuti: 0,3;
- densità dei rifiuti: 1,5 t/m<sup>3</sup>;
- permeabilità della copertura superficiale: 10<sup>-5</sup> m/s;
- impermeabilizzazione del fondo: nessuna.

### Definizione dello scenario ambientale

Le caratteristiche idrogeologiche, considerando la loro estrema variabilità sul territorio europeo, sono state scelte con valori mirati a garantire la cautelatività dei risultati. I parametri utilizzati sono:

- infiltrazione netta: 300 mm/anno;
- zona insatura: franco sabbiosa
  - spessore: 1-5 m;
  - permeabilità: 10<sup>-7</sup> m/s;
  - porosità: 0,3 m;
  - dispersività longitudinale: 0,5 m;
  - densità: 1,5 t/m<sup>3</sup>.
- zona satura: franco sabbiosa:
  - velocità laterale: 4-20 m/anno;
  - spessore: 5 m;
  - porosità: 0,3;
  - dispersività longitudinale: 1/10 della distanza dal POC;
  - dispersività orizzontale: 1/50 della distanza dal POC;
  - densità: 1,7 t/m<sup>3</sup>.

La concentrazione di *background* delle acque è stata assunta pari a zero per tutti i contaminanti.

### Definizione della sorgente di inquinamento potenziale

I risultati della valutazione del rischio risultano estremamente dipendenti dalla natura del



termine sorgente: statico o variabile nel tempo. La modellazione del termine sorgente come variabile nel tempo consente di tener conto dei fenomeni di trasformazione e eluizione degli inquinanti che determinano un progressivo abbattimento nel tempo del carico inquinante. L'abbattimento dei contaminanti inorganici nel percolato è descritto mediante una concentrazione iniziale di picco ( $C_0$ ) che decresce con una legge esponenziale, in funzione del tempo o del rapporto L/S (proprio della discarica) come riportato nel modello CSTR (*continuously stirred tank reactor*):

$$C = C_0 \cdot e^{-(L/S) \cdot K}$$

dove:

- $C$  = è la concentrazione del contaminante nel percolato in funzione di L/S (mg/l)
- $C_0$  = è la concentrazione di picco del contaminante nel percolato (mg/l)
- $L/S$  = rapporto liquido-solido (l/kg) corrispondente alla concentrazione  $C$
- $K$  = è una costante cinetica (kg/l) che descrive il rateo di riduzione della concentrazione (in funzione di L/S) di un determinato composto presente all'interno di un certo materiale.

La scelta di utilizzare un rilascio di percolato di tipo statico costante nel tempo, pari al valore iniziale  $C_0$ , risulta cautelativa ai fini dell'analisi di rischio.

#### **Definizione della migrazione dei contaminanti al punto di conformità prescelto (POC)**

I contaminanti che superano la barriera di fondo della discarica vengono trasportati ver-

tualmente lungo la zona insatura e successivamente subiscono un trasporto orizzontale da parte della falda nella direzione del flusso della falda stessa. Differenti e complessi meccanismi di trasporto, diluizione e interazione con il suolo e con le acque influenzano la velocità di trasporto e la distribuzione del contaminante nell'acquifero. Le concentrazioni al POC calcolate mediante l'applicazione di modelli in modalità *forward*, consentono di determinare il fattore di attenuazione (DAF) successivamente utilizzato in modalità *backward* per il calcolo del valore limite di accettazione sull'eluato del rifiuto in ingresso.

#### **Conclusioni**

L'analisi del modello concettuale adottato in sede TAC e posto a base della definizione dei limiti in accettazione fissati dalla decisione del Consiglio del 19 dicembre 2002 ha evidenziato una necessaria semplificazione e generalizzazione dei parametri relativi alla geometria dell'impianto e di quelli ambientali. È, pertanto, possibile condurre un'analisi di rischio sito-specifica che incorpori le ipotesi cautelative adottate in sede Ue, al fine di progettare o verificare specifiche soluzioni impiantistiche che possano garantire livelli equivalenti di protezione ambientale. L'analisi di rischio elaborata in sede TAC è effettuata, in favore di sicurezza, considerando un termine sorgente statico, ovvero una concentrazione degli inquinanti nel percolato costante nel tempo. Questa ipotesi risulta estremamente cautelativa, in quanto non tiene conto dei fenomeni di attenuazione per eluizione o per interazione, responsabili di un progressivo abbattimento delle concentrazioni di inquinanti. ●



**Norme, progetti, appalti, mercati.**

Informazioni e abbonamenti al sito <http://vetrina.ilsole24ore.com/ediliziateritorio>

