

## La stabilizzazione dei rifiuti

Mauro Sanna

### 1 Premessa

Nella lingua italiana, stabilizzare, dal latino *stare* ha il significato di rendere stabile, cioè durevole, costante, permanente, non variabile. In particolare, secondo il dizionario della lingua italiana G. Devoto, G.C. Oli, in materia di chimica: *fare in modo che una determinata sostanza si mantenga invariata nel tempo.*

Il medesimo significato secondo il Collins, Concise English Dictionary, ha anche nella lingua inglese, il termine *stabilize*.

Diversamente, nella normativa ambientale ed in particolare nella parte che disciplina la gestione dei rifiuti, il termine stabilizzato ha un significato differente e particolare.

Il termine stabilizzato si rinviene per la prima volta nel Catalogo Europeo dei Rifiuti allegato alla Decisione 2000/532/CE, dove nella nota n 1 alla sottosezione del Catalogo 19 03 00 relativa a: *rifiuti stabilizzati/solidificati*, viene specificato che: *I processi di stabilizzazione modificano la pericolosità delle sostanze contenute nei rifiuti e trasformano i rifiuti pericolosi in rifiuti non pericolosi. I processi di solidificazione influiscono esclusivamente sullo stato fisico dei rifiuti (dallo stato liquido a quello solido, ad esempio) per mezzo di appositi additivi senza modificare le proprietà chimiche dei rifiuti stessi.*

Pertanto, nell'ambito della normativa sulla gestione dei rifiuti il termine "stabilizzazione" e quindi "stabilizzare" non significa solo che con quel trattamento le sostanze presenti in un rifiuto rimangono invariate nel tempo, ma significa anche che con quel trattamento viene modificata la pericolosità delle sostanze contenute in esso e che perciò il rifiuto pericoloso viene a trasformarsi in rifiuto non pericoloso.

Perciò ai sensi della Decisione 2000/532/Ce la stabilizzazione è un processo che riguarda i rifiuti pericolosi ed è finalizzato a trasformarli in rifiuti non pericolosi, se tale trasformazione non avviene ai sensi della normativa suddetta non si potrà parlare di stabilizzazione.

## **2 Riferimenti normativi**

I riferimenti normativi sono costituiti da quanto previsto in materia dalle normative statali e dalle Decisioni della Commissione delle Comunità europee contenenti il Catalogo Europeo dei Rifiuti succedutesi nel tempo, che lo hanno modificato ed aggiornato.

### **2.1 Decisione della Commissione delle Comunità europee 3 maggio 2000, n. 2000/532/Ce**

La decisione sostituisce la decisione 94/3/Ce che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/Cee del Consiglio relativa ai rifiuti e la decisione 94/904/Ce del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/Cee del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi.

Allegato

19 00 00 RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

19 01 00 rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti

.( .....)

19 02 00 rifiuti prodotti da specifici trattamenti chimico-fisici di rifiuti industriali (comprese decromatazione, decianizzazione, neutralizzazione)

.( .....)

19 03 rifiuti stabilizzati/solidificati (4)

19 03 04\* rifiuti contrassegnati come pericolosi, parzialmente (5) stabilizzati

19 03 05 rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04

19 03 06\* rifiuti contrassegnati come pericolosi, solidificati

19 03 07 rifiuti solidificati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 06

19 04 rifiuti vetrificati e rifiuti di vetrificazione

19 04 01 rifiuti vetrificati

19 04 02\* ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi

19 04 03\* fase solida non vetrificata

19 04 04 rifiuti liquidi acquosi prodotti dalla tempra di rifiuti vetrificati

(4) I processi di stabilizzazione modificano la pericolosità delle sostanze contenute nei rifiuti e trasformano i rifiuti pericolosi in rifiuti non pericolosi. I processi di solidificazione influiscono esclusivamente sullo stato fisico dei rifiuti (dallo stato liquido a quello solido, ad esempio) per mezzo di appositi additivi senza modificare le proprietà chimiche dei rifiuti stessi.

(5) Un rifiuto è considerato parzialmente stabilizzato se le sue componenti pericolose, che non sono state completamente trasformate in sostanze non pericolose grazie al processo di stabilizzazione, possono essere disperse nell'ambiente nel breve, medio o lungo periodo.

## **2.2 Decisioni della Commissione del 18 dicembre 2014**

La decisione modifica la decisione 2000/532/Ce relativa all'elenco dei rifiuti ai sensi della direttiva 2008/98/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio

Allegato

*Elenco di rifiuti di cui all'articolo 7 della direttiva 2008/98/Ce*

Definizioni, ai fini del presente allegato, si intende per:

5. «*stabilizzazione*», *i processi che modificano la pericolosità dei componenti dei rifiuti e trasformano i rifiuti pericolosi in rifiuti non pericolosi;*

6. «*solidificazione*», *processi che influiscono esclusivamente sullo stato fisico dei rifiuti per mezzo di appositi additivi, senza modificare le proprietà chimiche dei rifiuti stessi;*

7. «*rifiuto parzialmente stabilizzato*», *un rifiuto che contiene, dopo il processo di stabilizzazione, componenti pericolosi, che non sono stati completamente trasformati in componenti non pericolosi e che potrebbero essere rilasciati nell'ambiente nel breve, medio o lungo periodo*

Elenco dei rifiuti

19 RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

19 01 rifiuti da incenerimento o pirolisi di rifiuti

.( .....)

19 02 rifiuti prodotti da specifici trattamenti chimico-fisici di rifiuti industriali (comprese decromatazione, decianizzazione, neutralizzazione)

.( .....)

19 03 rifiuti stabilizzati/solidificati

19 03 04\* rifiuti contrassegnati come pericolosi, parzialmente1 stabilizzati

19 03 05 rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04

19 03 06\* rifiuti contrassegnati come pericolosi, solidificati

19 03 07 rifiuti solidificati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 06

19 03 08\* mercurio parzialmente stabilizzato

19 04 rifiuti vetrificati e rifiuti di vetrificazione

19 04 01 rifiuti vetrificati 30.12.2014 L 370/81 Gazzetta ufficiale dell'Unione europea IT

19 04 02\* ceneri leggere ed altri rifiuti dal trattamento dei fumi 19 04 03\* fase solida non vetrificata

19 04 04 rifiuti liquidi acquosi prodotti dalla tempra di rifiuti vetrificati 19 04 05

### **2.3 D.Lgs. 13 gennaio 2003 n.36**

Attuazione della direttiva 1999/31/Ce relativa alle discariche dei rifiuti

Art. 2 Definizioni

e) "rifiuti inerti": i rifiuti solidi che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa; i rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano né sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana. La tendenza a dar luogo a percolati e la percentuale inquinante globale dei rifiuti, nonché l'ecotossicità dei percolati devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque, superficiali e sotterranee;

### **2.4 Direttiva 1999/31/Ce del Consiglio del 26 aprile 1999 relativa alle discariche di rifiuti**

Art. 2 Definizioni

e) "rifiuti inerti": i rifiuti che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa. I rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano né sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o

danno alla salute umana. La tendenza a dar luogo a colaticci e la percentuale inquinante globale dei rifiuti nonché l'ecotossicità dei colaticci devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque superficiali e/o freatiche;

- (e) "inert waste" means waste that does not undergo any significant physical, chemical or biological transformations. Inert waste will not dissolve, burn or otherwise physically or chemically react, biodegrade or adversely affect other matter with which it comes into contact in a way likely to give rise to environmental pollution or harm human health. The total leachability and pollutant content of the waste and the ecotoxicity of the leachate must be insignificant, and in particular not endanger the quality of surface water and/or groundwater;

### **3 Processi di stabilizzazione**

Gli elementi tecnici utili a definire i processi di stabilizzazione possono essere rinvenuti in quanto previsto in materia dai documenti tecnici elaborati sia a livello nazionale che comunitario ai fini di dare attuazione a quanto stabilito rispettivamente dalle leggi e dalle Decisioni della Commissione delle Comunità europee.

#### **3.1 D.M.29 gennaio 2007**

Il decreto contiene le Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili ex art. 3, comma 2 del decreto legislativo 372/99. Linee guida relative ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC 5. *Gestione dei rifiuti-Impianti di trattamento chimico fisico (Ph-c) dei rifiuti solidi* (supplemento G.U. n 130 del 7 giugno 2007)

##### **3.1.1 I trattamenti chimico -fisici**

Nel D.M. 29 gennaio 2007 sono descritti i principali processi di trattamento chimico – fisico di rifiuti solidi, inclusi i terreni contaminati, in questo, facendo riferimento a quanto previsto nella normativa nazionale, essi sono generalmente indicati come processi di inertizzazione.

Precisando che tali processi rappresentano delle operazioni di pretrattamento finalizzate ad un successivo recupero o smaltimento del rifiuto; le prestazioni che tali operazioni

devono garantire vanno, pertanto, individuate in funzione della specifica destinazione del rifiuto stesso.

In tali documenti non sono trattati espressamente i processi di stabilizzazione infatti in essi *i cosiddetti processi di “stabilizzazione e solidificazione”* sono compresi in generale nei processi di inertizzazione.

In proposito il documento precisa che tali processi, definiti comunque sempre come processi di inertizzazione risultano impiegati nel trattamento di una vasta gamma di rifiuti pericolosi e non pericolosi e consentono di ridurre sensibilmente il rilascio di alcune sostanze inquinanti presenti nel rifiuto stesso, attraverso la formazione di composti insolubili che creano una struttura polimerica o cristallina stabile, in grado di imprigionare gli elementi tossici (stabilizzazione); tali processi, inoltre, migliorano le caratteristiche del rifiuto facilitandone la gestione, in quanto quest'ultimo viene trasformato in un prodotto solido, in genere con buona resistenza meccanica e bassa permeabilità.

Il processo di stabilizzazione agisce sullo stato chimico-fisico dei rifiuti per mezzo di appositi additivi modificando la pericolosità delle sostanze contenute nei rifiuti stessi e trasformando, in genere, i rifiuti pericolosi in rifiuti non pericolosi.

Se, in seguito al processo di stabilizzazione, le componenti pericolose non vengono completamente trasformate in sostanze non pericolose e possono risultare ancora disperdibili nell'ambiente nel breve, medio o lungo periodo il rifiuto è, invece, da considerarsi solo parzialmente stabilizzato.

In tutti i processi di inertizzazione, si procede alla miscelazione del rifiuto o del terreno contaminato con leganti o altri reagenti chimici; gli additivi utilizzabili possono essere sia di natura inorganica che organica.

I processi di inertizzazione possono costituire l'unica fase di trattamento del rifiuto liquido o solido o del terreno contaminato, ovvero essere adottati come trattamenti integrativi di altri processi (per esempio di lavaggio o incenerimento).

In ogni caso, essi sono classificabili, a seconda dei reagenti utilizzabili, in:

1. processi a base di reagenti inorganici (cemento - a base neutra o acida, calce, argilla);
2. processi a base di reagenti organici (sostanze termoplastiche, polimeri organici, composti macroincapsulanti).

Nel documento sono elencate le tecnologie disponibili per la inertizzazione:

- *Processi a base di cemento*
- *Processi a base di calce*
- *Processi a base di argilla*
- *Processi a base di sostanze termoplastiche*
- *Processi a base di polimeri organici*
- *Processi a base di composti macroincapsulanti*

Il documento descrive poi i principali processi di trattamento termico e di estrazione dei contaminanti.

### 3.1.2 I trattamenti termici

Gli impianti di trattamento termico comprendono quelli di desorbimento termico e di termodistruzione, quelli di vetrificazione e vetroceramizzazione e quelli di estrazione dei contaminanti.

#### 3.1.2.1 Desorbimento termico e termodistruzione

I processi di desorbimento termico sono applicati, prevalentemente, al trattamento dei terreni contaminati e sono finalizzati alla vaporizzazione dei contaminanti organici volatili e semivolatili in essi presenti.

Il processo di desorbimento termico consiste nella volatilizzazione delle sostanze inquinanti a temperature comprese tra i 90 ed i 650 °C e nella successiva rimozione mediante un fluido di trasporto costituito dall'aria di combustione o da gas inerte.

#### 3.1.2.2 Processo di vetrificazione

Il processo di vetrificazione prevede la fusione dei rifiuti ad una temperatura intorno ai 1300 °C, così da ottenere una matrice vetrosa fusa, costituita in gran parte da componenti del sistema  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$  e da ossidi di metalli alcalini. Mentre i composti organici sono completamente distrutti, gli inquinanti inorganici sono ossidati e, prevalentemente, inglobati nella matrice vetrosa.

#### 3.1.2.3 Processo di vetroceramizzazione

Il processo di vetroceramizzazione dei rifiuti consiste in una cristallizzazione controllata del prodotto vetrificato che consente di pervenire ad un miglioramento delle proprietà meccaniche e tecnologiche, e della resistenza chimica.

### 3.1.3 Tecnologie di estrazione dei contaminanti

Le tecnologie di estrazione sono basate sul passaggio del contaminante dal terreno ad una fase liquida.

### 3.1.3.1 Strippaggio

Questo processo consente di pervenire alla rimozione di composti organici volatili (VOC) o semivolatili (SVOC) dal materiale contaminato mediante l'utilizzo di un pozzo in cui il materiale stesso viene fatto attraversare da aria prodotta da un apposito ventilatore; il flusso in uscita viene deumidificato e trattato per la rimozione dei contaminanti mobilizzati, utilizzando unità a carboni attivi o a combustione catalitica.

### 3.1.3.2 Elettrocinesi

Il processo avviene mediante l'induzione di un flusso di acqua, di particelle cariche e di ioni, attraverso il terreno, caratterizzato da bassa permeabilità.

Il passaggio della corrente elettrica causa la mobilizzazione delle specie cariche elettricamente forzando ioni, particelle ed acqua a muoversi verso gli elettrodi, attraverso i meccanismi di elettromigrazione e di elettrosmosi.

## **3.2 Reference Document on Best Available Techniques for the Waste Treatments Industries (August 2006, Integrated Pollution Prevention and Control)**

Nel documento elaborato dal JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit dell'European IPPC Bureau: Best Available Techniques (BAT), allo stato in corso di revisione, sono descritti anche se schematicamente i processi destinati alla stabilizzazione e alla solidificazione dei rifiuti, utilizzando quindi una terminologia analoga a quella impiegata nel Catalogo Europeo dei Rifiuti.

### Immobilizzazione

Lo scopo della immobilizzazione dei rifiuti è quello di minimizzare la velocità di migrazione dei contaminanti nell'ambiente e/o di ridurre il livello di tossicità dei contaminanti, per modificare o migliorare le caratteristiche dei rifiuti in modo che possano essere smaltiti. L'obiettivo del trattamento è sia una riduzione della tossicità dei rifiuti e della mobilità dei contaminanti nonché un miglioramento delle proprietà strutturali del materiale stabilizzato. Le proprietà del reagente utilizzato producono un materiale immobilizzato, anche quando esso non è solido.



Questi processi mantengono le sostanze presenti adsorbite, o intrappolate all'interno di una matrice solida. Alcuni di questi processi sono reversibili (cioè le sostanze immobilizzate possono essere rilasciate), per uno scarso controllo di processo e per la successiva miscelazione con altri tipi di rifiuti.

Sono stati sviluppati due tipi di processi comunemente indicati come: stabilizzazione e solidificazione.

### Stabilizzazione

E' un processo mediante il quale i contaminanti (ad esempio metalli pesanti) sono completamente o parzialmente vincolati per l'aggiunta di mezzi strutturanti, leganti o altri modificatori.

La stabilizzazione si ottiene con la miscelazione del rifiuto con un reagente (a seconda del tipo di rifiuti e la reazione prevista, questo può essere, per esempio, particelle di argilla; sostanze organiche umiche, come la torba, carbone attivo, ossidanti, riduttori, reagenti precipitanti) per ridurre al minimo il tasso di migrazione dei contaminanti dai rifiuti, riducendo così la tossicità dei rifiuti e migliorando le possibilità di gestione dei rifiuti in discarica. Per ottenere questo, un processo dovrebbe includere una interazione fisico-chimica tra il reagente e i rifiuti, piuttosto che una diluizione del rifiuto.

Il processo include una sorta di solubilizzazione dei metalli pesanti presenti e la loro successiva precipitazione o adsorbimento. I meccanismi fisici utilizzati nella stabilizzazione sono: macro-incapsulamento, micro-incapsulamento, assorbimento, adsorbimento, precipitazione e detossificazione. Vi è una vasta gamma di assorbenti e leganti disponibili per tali scopi. Alcuni dei più comunemente utilizzati sono: cemento, pozzolane (materiale allumino-siliceo che reagisce con calce e acqua), calce, silicati solubili, argille organicamente modificate o calce, polimeri organici termoindurenti, materiali termoplastici e vetrificazione (in situ o in impianto).

In molti casi, entrambi i tipi di reagenti chimici, assorbenti e leganti, vengono utilizzati contemporaneamente.

### Solidificazione

Sono utilizzati degli additivi per modificare le proprietà fisiche dei rifiuti (valutate sulla base delle proprietà strutturali, quali resistenza di compressione, e/o permeabilità). Il termine 'solidificazione' (e incapsulamento o fissazione) derivano dalla miscelazione di un rifiuto con un reagente (cenere di combustibile polverizzata, cemento, calce, scorie di altoforno,

polvere di cemento del forno da clinker, leganti organici come bitume/asfalto o paraffina e polietilene) per ottenere un prodotto solido (con bassa porosità e bassa permeabilità) per lo smaltimento in discarica.

Nel processo le sostanze sono o adsorbite al reagente o intrappolate all'interno del rifiuto. Il prodotto ottenuto dovrebbe possedere una elevata resistenza ai processi di degradazione chimica e biologica che potrebbero portare al rilascio di contaminanti.

L'aggiunta di cemento, per esempio, generalmente diminuisce la conduttività idraulica e la porosità del materiale, ed inoltre aumenta la tortuosità, la durata, la resistenza e il volume del materiale.

Tuttavia, di solito aumenta il pH e la riserva alcalina, modificando il comportamento alla lisciviazione del prodotto ottenuto (ad es. relativamente ai metalli anfoteri e ad alcuni composti organici).

In alcuni casi, a seconda del legante, la solidificazione può comportare modifiche chimiche alla matrice del materiale.

In sintesi, il fissaggio e la insolubilizzazione degli inquinanti è realizzata mediante quattro meccanismi: precipitazione, complessazione, incapsulamento e adsorbimento.

### **3.3 3.3 Reference Document for Waste Treatment Draft 1 (December 2015 ).**

Nel documento elaborato dal JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit dell'European IPPC Bureau: Best Available Techniques (BAT), allo stato ancora in corso di perfezionamento, sono ben dettagliati i processi destinati alla stabilizzazione e alla solidificazione dei rifiuti.

Secondo questo documento la stabilizzazione e la solidificazione rappresentano i due principali tipi di processo utilizzati per l'immobilizzazione delle sostanze presenti in un rifiuto, essi sono basati sulla capacità di un reagente addizionato ad un rifiuto di formare un prodotto immobilizzato, non necessariamente in forma solida. Mentre con la stabilizzazione (Sezione 5.1.2.1.1 del Bref) si modifica lo stato chimico del rifiuto trattato, con la solidificazione (Sezione 5.1.2.1.2 del Bref) si modificano le proprietà fisiche del rifiuto trattato.

Sebbene una vasta gamma di rifiuti possono essere trattati (liquidi, solidi, molti inquinanti chimici, ceneri, ecc), l'immobilizzazione è più probabile che sia efficace nel trattamento di rifiuti inorganici la cui solubilità è già piuttosto basso. Rifiuti contenenti cromati, metalli

anfoteri come il piombo e lo zinco, e di rifiuti con un contenuto di sali solubili, hanno bisogno di un pre-trattamento prima del processo di immobilizzazione.

Alcuni rifiuti non adatti per l'immobilizzazione sono i seguenti:

- rifiuti infiammabili e rifiuti altamente infiammabili (ad esempio solventi a bassi Flashpoint);
- rifiuti contenenti sostanze volatili (talvolta concentrazioni molto basse di COV possono essere accettate);
- agenti ossidanti (a volte possono essere accettate concentrazioni molto basse di agenti ossidanti);
- rifiuti odorosi (a volte i materiali con concentrazioni di sostanze odorose molto basse possono essere accettati);
- rifiuti organici altamente solubile e con un alto contenuto di COD;
- rifiuti contenenti molibdeno;
- rifiuti contenenti sali inorganici solubili;
- cianuri solidi (a volte possono essere accettate concentrazioni molto basse di cianuri);
- agenti chelanti (a volte possono essere accettate concentrazioni molto basse di agenti chelanti);

Alcuni dei rifiuti sopra elencati possono essere trattati mediante specifici reagenti, per esempio, il cemento.

Il materiale finale dopo stabilizzazione / solidificazione avrà una composizione simile in termini di metalli e contenuto organico ai rifiuti originari. Tuttavia, il materiale finale ha una ridotta tossicità e solubilità dei metalli e composti organici rispetto ai rifiuti originali.

L'allegato della direttiva sulle discariche (CE 33/2003) contiene i criteri e le procedure per l'ammissione dei rifiuti nelle discariche. I criteri contengono alcuni valori limite per rifiuti pericolosi ammissibili nelle diverse tipologie di discariche. Questi limiti sono previsti per alcuni metalli, alcuni anioni e composti organici che possono essere eluiti durante la lisciviazione.

Infatti, la permeabilità all'acqua di rifiuti stabilizzati dipende da molti parametri (ad esempio natura dei rifiuti, la natura e la quantità di reagente aggiunto, obiettivi), perciò valori di permeabilità possono variare da  $10^{-9}$  / s a  $10^{-12}$  m / s.

## Stabilizzazione

Con la stabilizzazione i rifiuti pericolosi possono essere trasformati in rifiuti non pericolosi mediante reazioni chimiche specifiche che distruggono i componenti pericolosi organici o convertono le sostanze pericolose inorganiche in composti non pericolosi (per esempio, mediante la riduzione del cromo VI in cromo III o l'ossidazione del cianuro).

I processi di stabilizzazione parziale di un rifiuto non ne modificano la sua natura pericolosa né la sua classificazione e non sono perciò modificate le sue caratteristiche inquinanti.

La stabilizzazione è un processo mediante il quale i contaminanti (ad esempio metalli pesanti) sono completamente o parzialmente legati dall'aggiunta di materiali strutturanti, leganti o altri coadiuvanti.

Tale trattamento è realizzato mediante miscelazione dei rifiuti con un reagente, diversa a seconda del tipo di rifiuto e della reazione prevista. Il reagente può essere costituito, per esempio, da particelle di argilla, sostanze organiche umiche, quale torba, carbone attivo, ossidanti, riduttori, reagenti precipitanti.

La stabilizzazione minimizza la velocità di migrazione dei contaminanti presenti nei rifiuti, riducendo così la tossicità degli stessi e migliorando anche la possibilità di trattamento dei rifiuti in discarica.

Per raggiungere questo obiettivo, il processo deve comprendere una interazione fisico-chimica tra il reagente e rifiuti, e non deve essere una semplice diluizione.

Con i metodi di stabilizzazione si realizza sia la precipitazione dei metalli presenti con produzione di nuovi composti che il loro legame mediante adsorbimento. Il processo può includere anche la solubilizzazione dei metalli pesanti nel materiale che li contiene e la successiva precipitazione o assorbimento dei nuovi composti formati.

I meccanismi fisici utilizzati nella stabilizzazione sono: macro-incapsulamento, micro-incapsulamento, assorbimento, adsorbimento, precipitazione e disintossicazione. Esiste una vasta gamma di materiali assorbenti e leganti disponibili per tali scopi. Quelli più comunemente utilizzati sono: cemento, pozzolana (materiale allumino-siliceo che reagisce con calce e acqua), calce, silicati solubili, argille organicamente modificati o calce, termoidurente polimeri organici, materiali termoplastici e la vetrificazione (realizzata in situ o in fabbrica).

In molti casi, entrambi i tipi di reagenti: reagenti chimici, assorbenti e leganti vengono utilizzati contemporaneamente.

In alcuni processi di stabilizzazione chimica sono ad esempio impiegati i fosfati come agente di stabilizzazione ed a seconda delle caratteristiche dei rifiuti trattati insieme con altri additivi, quali calce. La cinetica di reazione è veloce e il materiale può considerarsi pienamente trattato e non necessita di ulteriori processi di polimerizzazione.

I rifiuti contenenti cromati e metalli anfoteri, come piombo e zinco, e rifiuti con un contenuto di sali solubili in genere possono avere bisogno di un pretrattamento prima di essere sottoposti all'immobilizzazione.

Il pretrattamento consiste in una fase di lavaggio/ lisciviazione iniziale, in cui una parte importante dei sali solubili e, in qualche misura, i metalli, vengono estratti prima che si attui un legame chimico con i restanti metalli.

Questo pretrattamento permette il trattamento di ceneri volanti e sali derivanti dalla eliminazione dei composti del cloro dai fumi in incenerimento dei rifiuti domestici. Esso può essere applicato anche alla cenere volatile risultante sia dal trattamento con calce sia dal trattamento con bicarbonato di sodio.

Questo pretrattamento aiuta a ridurre la solubilità del prodotto in uscita e quindi il rischio di contaminazione per lisciviazione dei composti solubili. Il processo è più sofisticato della semplice solidificazione.

### Solidificazione

Nella solidificazione le proprietà fisiche del rifiuto trattato sono modificate con l'impiego di additivi ad esempio trasformando un rifiuto liquido in uno solido.

I processi di solidificazione di un rifiuto non ne modificano la sua natura pericolosa né la sua classificazione; infatti la sostanza inquinante trattata, viene ad essere adsorbita o intrappolata all'interno di una matrice solida.

Alcuni di questi processi sono reversibili, cioè le sostanze immobilizzate possono essere successivamente rilasciate, questo avviene sia per uno scarso controllo del processo realizzato che per la successiva miscelazione con altri tipi di rifiuti.

Al fine di limitare il rischio di rilascio delle sostanze immobilizzate dopo il trattamento è necessario attuare con attenzione il processo di solidificazione e controllare la successiva miscelazione con altri tipi di rifiuti.

Il processo di solidificazione modifica le proprietà fisiche dei rifiuti trattati impiegando degli additivi.

I due processi di solidificazione ampiamente utilizzati sono: a) solidificazione con cemento (la tecnica più utilizzata), basato sulla miscelazione dei rifiuti con il cemento, b) processi speciali con leganti idraulici, costituenti dei processi chimici, volti a sviluppare un legame tra il legante e rifiuti.

Un'altra tecnica, anche in uso su larga scala, comporta la polimerizzazione dei rifiuti, quali per esempio le ceneri volanti, con liquidi acquosi neutri o acidi con formazione di materiale granulare da destinare a discarica.

### Trattamenti chimico fisici

Il trattamento fisico-chimico dei rifiuti solidi e / o pastosi prima di utilizzarli come riempimento consiste nell'adattare le caratteristiche strutturali e fisiche dei rifiuti (prevalentemente ceneri volanti) alle situazioni locali dei siti di interrimento da utilizzare.

Quando i rifiuti non possono essere usati direttamente come materiale di riempimento, sono trattati in impianti di trattamento chimico-fisico dedicati.

Il trattamento chimico-fisico comprende la miscelazione di rifiuti con soluzioni liquide e, se necessario, ulteriori leganti. Alcuni rifiuti sono trattati a secco con processi di compattazione ad esempio mediante vibrazioni.

Alcuni rifiuti solidi e/o pastosi e fanghi che possono essere assoggettati a trattamenti fisico-chimici sono i seguenti:

- Asbesto;
- scorie o ceneri pesanti di combustione;
- ceneri di incenerimento di rifiuti solidi urbani, rifiuti ospedalieri o rifiuti industriali;
- fanghi da stabilizzare;
- fanghi dell'industria chimica contenenti solfati e sali organici;
- rifiuti stabilizzati;
- fanghi da trattamento delle acque reflue (municipali o industriali);
- residui dell'industria metallurgica (polveri, fanghi, scorie). che possono contenere elevate concentrazioni di Cr (VI);
- catalizzatori esausti;
- vernici residue;
- residui di processi chimici;

- rifiuti contenenti acidi e composti solubili;
- rifiuti delle industrie chimiche, metallurgiche e minerarie contenenti elevate concentrazioni di arsenico;
- terreni contaminati;

#### **4 Conclusioni**

Secondo quanto riportato nella definizione prevista in premessa all'elenco di rifiuti di cui all'art. 7 della direttiva 2008/98/CE, riportata nella Decisione della Commissione del 18 dicembre 2014 che modifica la decisione 2000/532/CE, per stabilizzazione si intendono: *i processi che modificano la pericolosità dei componenti dei rifiuti e trasformano i rifiuti pericolosi in rifiuti non pericolosi.*

Pertanto un rifiuto stabilizzato è un rifiuto, classificato inizialmente come pericoloso perché contenente delle sostanze pericolose, che sottoposto a stabilizzazione presenta la pericolosità delle sostanze contenute modificata così da farlo classificare come non pericoloso.

Nel caso di un rifiuto contrassegnato come pericoloso in cui, pur se sottoposto a stabilizzazione, le sostanze pericolose in esso contenute risultano solo parzialmente modificate, il rifiuto sarà da considerare parzialmente stabilizzato e sarà comunque da classificare come pericoloso.

Infatti, sulla base della definizione prevista in premessa all'elenco di rifiuti di cui all'art.7 della direttiva 2008/98/CE, riportata nella Decisione della Commissione del 18 dicembre 2014 per. «rifiuto parzialmente stabilizzato», è da intendersi: *un rifiuto che contiene, dopo il processo di stabilizzazione, componenti pericolosi, che non sono stati completamente trasformati in componenti non pericolosi e che potrebbero essere rilasciati nell'ambiente nel breve, medio o lungo periodo.*

Quindi il processo di stabilizzazione sulla base della normativa può riguardare esclusivamente un rifiuto pericoloso che sottoposto a stabilizzazione darà luogo a seconda del risultato ottenuto ad un rifiuto stabilizzato non pericoloso o ad un rifiuto pericoloso parzialmente stabilizzato.

Perciò quello che qualifica un processo di stabilizzazione non è il tipo di trattamento a cui il rifiuto è assoggettato sia esso chimico, fisico o termico ma il fatto che il trattamento riguardi un rifiuto pericoloso e che la pericolosità dei componenti del rifiuto sia modificata

così da farlo classificare come stabilizzato non pericoloso o pericoloso parzialmente stabilizzato.

Sulla base della normativa perciò non solo non è previsto ma è anche privo di senso sottoporre a stabilizzazione un rifiuto che già di per se originariamente non contiene sostanze pericolose ed è quindi classificato come non pericoloso.

Pertanto, un trattamento di stabilizzazione di un rifiuti potrà riguardare solo un rifiuto pericoloso da trasformare in rifiuto non pericoloso e quindi non sarà applicabile ad un rifiuto non pericoloso, mancando di fatto lo scopo della sua applicazione.

La stabilizzazione di un rifiuto non corrisponde semplicemente ad un trattamento chimico fisico, infatti i rifiuti stabilizzati e solidificati nel Catalogo Europeo dei Rifiuti sono distinti dai rifiuti sottoposti a trattamenti chimico fisici che hanno codici CER distinti e sono previsti in una specifica sottosezione del Catalogo:

19 02 00 rifiuti prodotti da specifici trattamenti chimico-fisici di rifiuti industriali.

Tuttavia diversamente dai rifiuti stabilizzati il processo di solidificazione dei rifiuti, sulla base della definizione prevista in premessa all'elenco di rifiuti di cui all'art.7 della direttiva 2008/98/CE, riportata nella Decisione della Commissione del 18 dicembre 2014, non è esclusivo dei rifiuti pericolosi. Il processo di solidificazione perciò potrà riguardare sia un rifiuto pericoloso che non pericoloso, così la definizione suddetta comprende nella «solidificazione»: *processi che influiscono esclusivamente sullo stato fisico dei rifiuti per mezzo di appositi additivi, senza modificare le proprietà chimiche dei rifiuti stessi.*

Infatti mentre il Catalogo Europeo dei Rifiuti prevede una categoria di rifiuti stabilizzati ed una di rifiuti parzialmente stabilizzati:

19 03 04\* rifiuti contrassegnati come pericolosi, parzialmente stabilizzati

19 03 05 rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04

esso prevede invece due categorie di rifiuti solidificati:

19 03 06\* rifiuti contrassegnati come pericolosi, solidificati

19 03 07 rifiuti solidificati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 06

Il processo di solidificazione sulla base della normativa potrà perciò riguardare sia rifiuti pericolosi che non pericolosi e darà comunque luogo ad un rifiuto solidificato indipendente dalla sua classificazione giuridica.

Questo processo è appunto quello deputato al trattamento dei rifiuti destinati ad essere inertizzati per esser ammessi in discarica.



Il processo di solidificazione diversamente da quello di stabilizzazione rientra tra le operazioni di trattamento previste dal D.Lgs. 13.1.2003 n.36, comprendenti ”; *i processi fisici, termici, chimici o biologici, incluse le operazioni di cernita, che modificano le caratteristiche dei rifiuti, allo scopo di ridurre il volume o la natura pericolosa, di facilitarne il trasporto, di agevolare il recupero o di favorirne lo smaltimento in condizioni di sicurezza.*

Il processo di solidificazione infatti è tale da permettere di produrre dei rifiuti inerti, come previsti dal D.Lgs. n.36, che li definisce”: i rifiuti solidi che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa; i rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano né sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana. La tendenza a dar luogo a percolati e la percentuale inquinante globale dei rifiuti, nonché l’ecotossicità dei percolati devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque, superficiali e sotterranee.

In conclusione, mentre la solidificazione, il trattamento chimico fisico e la vetrificazione rappresentano solo dei trattamenti finalizzati a trasformare lo stato fisico di un rifiuto, la stabilizzazione per definizione non è destinata solo a mutare lo stato fisico del rifiuto stabilizzato ma è anche finalizzato a far acquisire al rifiuto un nuovo stato giuridico in quanto un rifiuto, da pericoloso, attraverso la stabilizzazione viene a trasformarsi in un rifiuto non pericoloso.

Pertanto un rifiuto solidificato, vetrificato o comunque sottoposto a trattamento chimico fisico potrà anche costituire un rifiuto inertizzato ma in relazione a quanto previsto dal Catalogo Europeo dei Rifiuti non potrà essere confuso o assimilato con un rifiuto stabilizzato.