

# Linee guida per la gestione delle terre di fonderia di metalli ferrosi

---

## SOMMARIO

<b>0. PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>1. Il processo di fonderia</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 Le fasi del processo produttivo</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 I residui prodotti dal processo di fonderia</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3 I residui di produzione: le terre esauste</b> .....	<b>6</b>
<b>2 CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE ESAUSTE</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 Natura dei leganti utilizzati nei processi di formatura</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2 Contaminazioni di Terre e sabbie dovute ai residui di leganti</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3 Caratteristiche chimico-fisiche e mineralogiche</b> .....	<b>10</b>
<b>2.4 Composizione chimica</b> .....	<b>10</b>
2.4.1 Presenza di sostanze pericolose	11
2.4.2 Indagini relative agli inquinanti organici persistenti (POPs)	11
<b>2.5 Caratteristiche granulometriche</b> .....	<b>11</b>
<b>3 Gestione del RESIDUO TERRE ESAUSTE</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1 Gestione come sottoprodotto</b> .....	<b>12</b>
3.1.1 Trattamenti rientranti nella “normale pratica industriale”	12
3.1.2 Aspetti gestionali	13
3.1.3 Riepilogo verifica delle condizioni definite dall’Art. 184-bis D. Lgs. 152/06	13
<b>3.2 Gestione come rifiuto da recuperare con cessazione della qualifica di rifiuto (EoW)</b> .....	<b>15</b>
3.2.1 Attribuzione dello status di rifiuto	15
3.2.2 Operazioni di recupero presso l’impianto autorizzato	16
3.2.3 Riepilogo verifica delle condizioni art. 184-ter D. Lgs. 152/2006	17
<b>4. Utilizzi TIPICI</b> .....	<b>17</b>
<b>4.1 Gli ostacoli all’utilizzo</b> .....	<b>18</b>
<b>5. SCHEDE ANALITICHE PER GLI utilizzi TIPICI</b> .....	<b>18</b>
<b>5.1 Requisiti standard di prodotto</b> .....	<b>18</b>
<b>5.2 Scheda Tecnica (per Sottoprodotto)</b> .....	<b>24</b>
<b>5.3 Approccio metodologico proposto per la verifica dei requisiti di tutela della salute e dell’ambiente (per utilizzi non legati)</b> .....	<b>25</b>
<b>5.4 Verifica adempimenti REACH</b> .....	<b>28</b>
<b>5.5 Criteri di campionamento</b> .....	<b>28</b>
<b>6. Vantaggi dell’impiego delle Terre e sabbie esauste in sostituzione di materie prime “vergini”</b> .....	<b>28</b>
<b>Allegato 1</b> .....	<b>30</b>
<b>Allegato 2</b> .....	<b>31</b>

---

## 0. PREMESSA

*Il presente documento è stato realizzato dal Tavolo Tecnico “Scorie di fusione” istituito nell’ambito dell’Osservatorio per l’Economia Circolare e la Transizione Energetica attivato da Regione Lombardia, con l’obiettivo di fornire a tutti i soggetti coinvolti un quadro di riferimento tecnico/normativo chiaro e condiviso per la gestione circolare di alcuni dei principali residui delle attività siderurgiche/metallurgiche presenti sul territorio regionale.*

*Il documento risponde all’esigenza di favorire, attraverso l’applicazione di criteri adeguati al progresso tecnico e in linea con i più recenti orientamenti UE, l’utilizzo sostenibile dei residui di produzione e la conseguente minimizzazione del ricorso alla discarica, supportando il passaggio dal concetto di “gestione di un rifiuto” a quello, oggi ineludibile, di “valorizzazione di una risorsa”.*

*Il nuovo approccio alla gestione dei residui formalizzato nelle norme approvate nel maggio del 2018, ruota attorno al concetto di economia circolare che vede nella valorizzazione dei materiali “a fine vita” l’elemento centrale per creare nuove risorse, riducendo lo “sfruttamento” del nostro pianeta.*

*Obiettivo principale del presente documento è quello di favorire l’utilizzo dei principali residui derivanti dal settore della fonderia come sottoprodotti o come prodotti da recupero rifiuti (c.d. “end of waste”), attraverso l’individuazione di un percorso e procedure certi ed univoci, per trattare in modo sicuro gli scarti e renderli utilizzabili come materie prime per altri processi produttivi e/o attività; in entrambi i casi il residuo rappresenta una valida alternativa all’utilizzo di materie prime “vergini”, favorendo le condizioni per creare un effettivo mercato per questi materiali “alternativi”.*

*Questo processo è complesso e richiede una serie di passaggi e di approfondimenti, che sono oggetto di puntuale trattazione nel presente documento:*

- 1. individuazione delle fasi più importanti della filiera della gestione degli scarti di fonderia per ottenerne l’ottimizzazione del recupero;*
- 2. mappatura completa dei flussi produttivi dai quali hanno origine i suddetti residui, attraverso l’analisi del processo produttivo;*
- 3. individuazione delle “normali pratiche industriali” applicate ai residui delle lavorazioni di fonderia, che consentano di indirizzarli verso processi di utilizzo;*
- 4. analizzare le motivazioni che ad oggi continuano a limitare l’utilizzo degli aggregati riciclati con riguardo alle barriere economiche, tecniche, culturali e normative esistenti;*
- 5. pervenire ad una documentazione che attesti la qualità dei residui delle lavorazioni di fonderia (in particolare terre e sabbie) ai fini del loro utilizzo, le cui caratteristiche per alcune applicazioni, risultano essere migliori della materia prima vergine che sostituiscono;*
- 6. delineare procedure di controllo uniformi a livello regionale e il più semplificate possibili; la linea guida tecnica si intende immediatamente applicabile nell’operatività della gestione del recupero delle Terre esauste di fonderia.*

*Si sottolinea che alla data di pubblicazione della presente linea guida, non sono ancora state definite le indicazioni e/o specifici criteri per la valutazione di ecotossicità del materiale per i casi previsti al Paragrafo 4 ed Allegato 1.*

---

## 1. IL PROCESSO DI FONDERIA

Mediante il processo attuato nella fonderia è possibile realizzare una serie di prodotti finiti (fusioni), con caratteristiche fisiche, metallurgiche e dimensionali ben definite, colando direttamente il metallo allo stato liquido in una opportuna *forma*, lasciandovelo poi solidificare e raffreddare.

Nel sistema di formatura di tipo “a perdere”, in sabbia, utilizzato nella maggior parte delle fonderie di metalli ferrosi e in molte fonderie di metalli non ferrosi, ciascuna forma viene utilizzata una sola volta, e dopo la colata del metallo, distrutta al momento della estrazione del getto; la *forma* è realizzata con sabbie silicee (o per particolari produzioni sabbie di cromite), opportunamente miscelate con leganti e/o additivi che conferiscono loro le proprietà necessarie per consentire le operazioni di *formatura*.

Durante la fase di *formatura*, viene predisposta l'impronta che riproduce, in negativo, la geometria esterna del pezzo da realizzare; tale impronta si ottiene costipando la terra di formatura, contenuta all'interno di un apposito telaio, contro un *modello* che ha la forma del pezzo da ottenere.

Per potere consentire l'estrazione del modello dall'impronta, la forma è predisposta divisa in due parti (1/2 forma inferiore e 1/2 superiore)

Qualora il pezzo da ottenere presenti delle cavità interne, si ricorre all'impiego delle *anime*, di altre parti di forma, cioè, preparate in apposite fasi produttive impiegando materiali analoghi a quelli utilizzati per le forme (sabbie e leganti); le anime riproducono in negativo la geometria interna del getto.

Le anime, successivamente, vengono posizionate all'interno dell'impronta in una delle due mezze forme, sulla quale viene poi accoppiata l'altra metà.

La forma così completata è pronta per ricevere il metallo liquido nella fase di *colata*; attraverso le canalizzazioni appositamente realizzate nella forma, esso andrà a riempire gli interspazi esistenti tra l'impronta e le anime in modo che, come scrisse cinque secoli or sono Vannoccio Biringuccio nel suo volume *De la Pirotechnia*: "... **nella forma ogni vacuo rende il pieno et ogni pieno rende il vacuo, secondo l'esser del modello**".

Trascorso il tempo necessario per la solidificazione ed il raffreddamento del getto ottenuto, la forma viene distrutta nell'operazione di *distaffatura*, ed il pezzo separato dalla terra (fase di *sterratura*).

Nelle fasi di *finitura*, il getto viene separato dalle parti metalliche costituenti il sistema di colata (canali e attacchi di colata) e di alimentazione (materozze), nelle operazioni di *smaterozzataura*, e successivamente viene sottoposto alle operazioni di *granigliatura*, effettuate per eliminare i residui di sabbia rimasti attaccati al getto, e di *sbavatura* per l'asportazione di eventuali bave metalliche.

I controlli di qualità concludono il ciclo produttivo di un getto.

### 1.1 Le fasi del processo produttivo

Le fasi attraverso le quali si realizza il processo produttivo sono le seguenti:

1. Fusione;
2. Fabbricazione delle anime;
3. Realizzazione della forma (formatura);
4. Colata (riempimento forma);
5. Distaffatura/sterratura;
6. Recupero terre e sabbie;
7. Finitura (taglio attacchi di colata e materozze, granigliatura, molatura, ecc.);
8. Controlli di qualità.

---

Il ciclo produttivo si completa con alcune attività sussidiarie quali quelle connesse con la gestione delle attrezzature di produzione (modelli e casse d'anima), e le attività di manutenzione di macchine ed impianti.

## 1.2 I residui prodotti dal processo di fonderia

Il Settore della fonderia, in particolare quella di metalli ferrosi con sistemi di formatura "a perdere" in sabbia, è caratterizzato da un elevato rapporto rifiuti/prodotto netto; in tali fonderie il ciclo produttivo è caratterizzato da una elevata produzione specifica di rifiuti (in particolare costituiti da: **terre esauste** e **fini** legati al ciclo di lavorazione delle terre – EER 10.09.08 "Forme e anime da fonderia utilizzate, diverse da quelle di cui alla voce 10.09.07"; **polveri** derivanti dalla depolverazione delle emissioni in aria – EER 10.09.12 "Altri particolati diversi da quelli di cui alla voce 10.09.11"; **scorie** di fusione – EER 10.09.03 "Scorie di fusione"); analoghe considerazioni valgono per le fonderie di metalli non ferrosi con sistemi di formatura "a perdere".

I dati ufficiali disponibili (riportati nel primo rapporto sui rifiuti speciali pubblicato nel 1999 dall'Osservatorio nazionale sui rifiuti ed ISPRA confermano le valutazioni di Assofond, aggiornate nel 2015 in base a dati forniti da un campione rappresentativo di imprese, circa l'incidenza elevata di tali rifiuti sul prodotto, oscillante fra il **55** e il **95 %** (550 ÷ 950 kg/t di getti prodotti):

EER	TIPOLOGIA DI RIFIUTO	INCIDENZA (Kg/t)
10.09.03	Scorie di fusione	50 - 100
10.09.08	Terre esauste e fini	400 - 700
10.09.12	Polveri	100 - 150

ciò determina la rilevanza del problema della gestione, sia da un punto di vista tecnico, che organizzativo ed economico per le imprese del settore fonderia.

L'attenzione delle imprese del settore negli ultimi anni si è molto focalizzata sulle modalità di **gestione dei residui** dei vari processi lavorativi, sia allo scopo di diminuirne le quantità, incentivando sia i riutilizzi all'interno dei processi di fonderia stessi, sia ricercando possibili **utilizzi esterni** alternativi alla «tradizionale» attività di smaltimento.

Il tema dell'utilizzo è stato oggetto di numerosi studi finalizzati a verificare da un lato gli aspetti tecnici (validità tecnica della sostituzione di materie prime naturali, con il residuo proveniente dai processi di fonderia) e dall'altro valutare gli aspetti "ambientali" dell'utilizzo.

Attualmente la normativa, per i citati residui delle attività di fonderia, in relazione alla "natura giuridica" derivante dalla loro classificazione, individua le seguenti fattispecie, alle quali sono associabili differenti "percorsi":

- **rifiuto** (nel caso di residui di cui il produttore "intende disfarsi");
- **sottoprodotto** (nel caso in cui il residuo possieda "all'origine" i requisiti definiti all'art. 184-bis D. Lgs. 152/06);

Il residuo, una volta divenuto rifiuto, può tuttavia cessare di essere tale (c.d. "end of waste), attraverso una operazione di riciclaggio. Il residuo che diventa prodotto "**End of Waste**" ha "cessato di essere qualificato rifiuto" (nel caso di rifiuto che dopo essere stato sottoposto ad appropriate operazioni di recupero, ha acquisito caratteristiche tali da: "... *soddisfare i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle condizioni* ..." definite dall'art. 184-ter D. Lgs. 152/06).

Pertanto, nel percorso finalizzato alla valorizzazione del residuo, a fianco del sottoprodotto, un'ulteriore opzione individuata dalle norme è rappresentata dalla possibilità, in base all'art. 184-ter del D. Lgs. 152/06, che un rifiuto cessi di essere tale, ove sottoposto ad operazioni di recupero, e soddisfi "criteri specifici" che devono essere definiti in appositi atti normativi o atti amministrativi

---

rilasciati dalle Autorità competenti ex Art. 208 D.Lgs. 152/06, nel rispetto di criteri generali fissati dal citato art. 184-ter.

Una effettiva attuazione delle indicazioni normative necessita di uno sforzo comune per individuare iniziative in grado di rendere concretamente attuabili attività di utilizzo dei rifiuti di fonderia, in linea con i principi dell'economia circolare, di valorizzazione dei materiali a "fine vita", riducendo nel contempo gli attuali costi di smaltimento sempre meno sostenibili, che gravano sulle imprese del Settore, e contribuendo a ridurre l'impatto ambientale legato alla estrazione degli inerti naturali.

### 1.3 I residui di produzione: le terre esauste

Il presente documento è relativo al residuo denominato **Terra esausta**; vengono definite "esauste" le terre/sabbie in ciclo che devono essere eliminate dal ciclo produttivo perché in esubero per le motivazioni tecniche riportate.

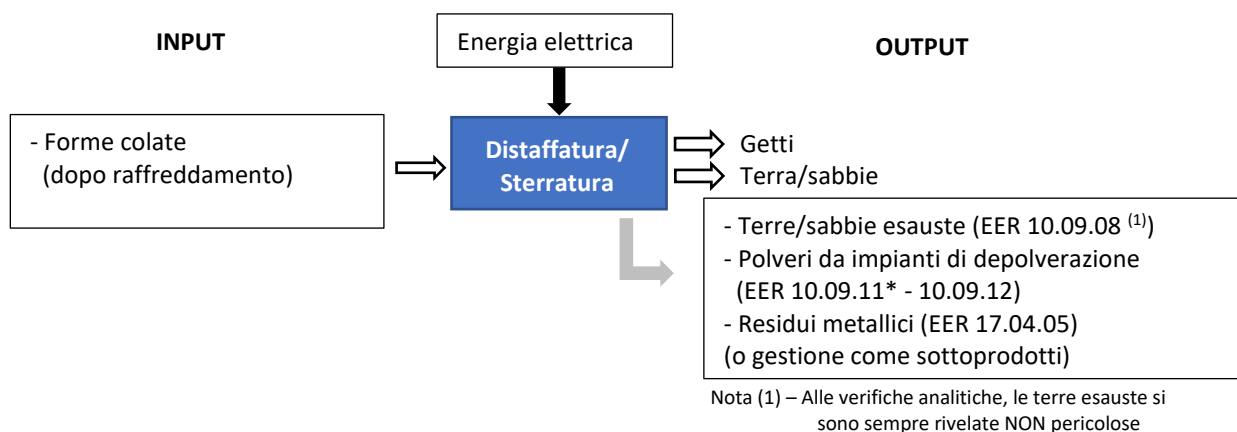
Di seguito vengono analizzate le varie fasi del processo di fonderia che impiega sistemi di formatura in terra, che portano alla produzione di terre esauste.

Per semplicità di esposizione, la descrizione del ciclo che genera il residuo viene effettuata utilizzando uno schema di processo, nel quale sono individuati gli elementi in ingresso e in uscita dal processo.

#### Fase produttiva: Distaffatura/Sterratura

Nei processi di formatura "a perdere" ad ogni ciclo viene realizzata una forma in sabbia (legata con argille, silicati o leganti organici) che dopo le fasi di colata del metallo viene distrutta per estrarre il getto. Le terre/sabbie che hanno costituito la forma vengono avviate al recupero interno per essere successivamente riutilizzate.

Anche la sabbia che origina dalle anime presenti nella forma (prodotte con vari tipi di leganti inorganici o organici) viene recuperata assieme alle terre/sabbie costituenti la forma.

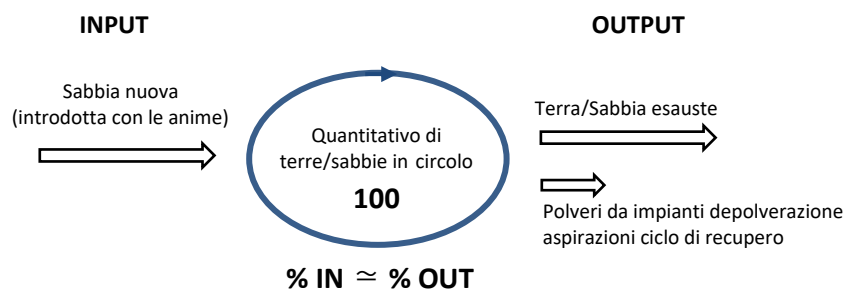


Gli schemi del presente paragrafo riportano riferimenti ai codici EER, nel caso in cui i residui siano gestiti come rifiuti, relativi alla fusione di metalli ferrosi; gli stessi schemi valgono anche per i codici rifiuto originati dalla fusione di metalli non ferrosi, nel caso di produzione di getti con sistemi di formatura "a perdere" in sabbia.

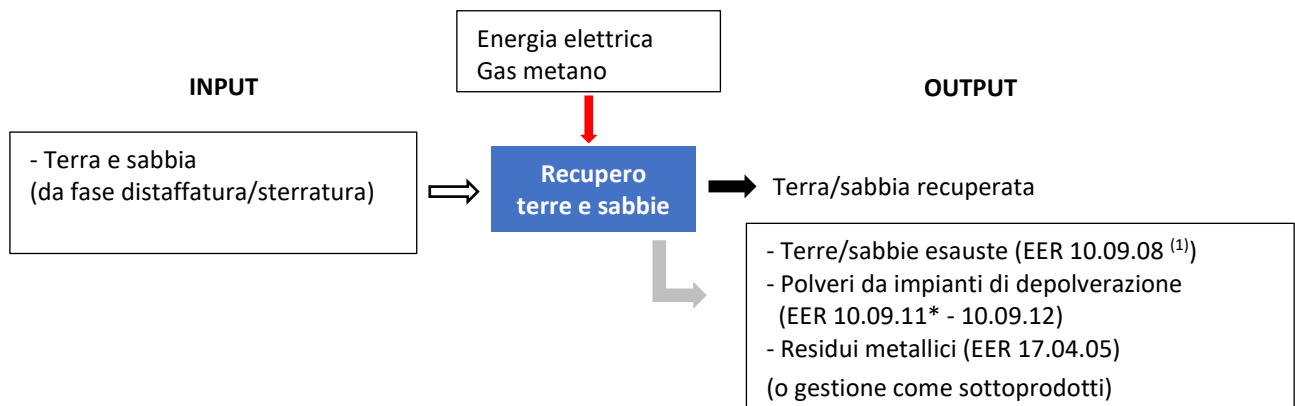
## Fase produttiva: **Recupero terre e sabbie**

Le terre/sabbie vengono interamente avviate al riutilizzo interno, previo idoneo trattamento di recupero/rigenerazione, a differente grado di efficienza in relazione alla tecnologia di recupero utilizzata. Ad ogni ciclo, una quota parte delle terre/sabbie in esubero deve essere “scartata”; tale quota corrisponde al quantitativo di sabbia nuova introdotta attraverso le anime, al netto della quota necessaria al reintegro delle quantità corrispondenti alla resa del processo di recupero; in questo caso, le terre e sabbie non si configurano rifiuti.

Le caratteristiche chimico fisiche e qualitative di tali terre/sabbie scartate, anche se definite “esauste” sono le medesime di quelle rimesse in circolo.



Il ciclo di riutilizzo:



Nota (1) – Alle verifiche analitiche, le terre esauste si sono sempre rivelate NON pericolose

## 2 CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE ESAUSTE

Fra i vari residui potenzialmente recuperabili decadenti dai processi di fonderia che impiegano sistemi di formatura in sabbia “a perdere”, sia in caso di produzione di getti di leghe ferrose che di leghe non ferrose in quanto i prodotti impiegati per la formatura di forme ed anime sono i medesimi, le presenti linee guida sono focalizzate esclusivamente su: **terre e sabbie esauste** (se rifiuti: EER 10.09.08 – 10.10.08) e **polveri** derivanti dal trattamento delle emissioni dei cicli di lavorazione delle terre e sabbie (se rifiuti: EER 10.09.12 – 10.10.12), che rappresentano residui della medesima natura/composizione, solo a granulometria più fine delle terre/sabbie.

In relazione alla varietà di tipologie di impianti e di tecnologie produttive presenti in fonderia, per effettuare una caratterizzazione dei citati rifiuti, sia di tipo chimico – fisico che mineralogico, è necessario, prioritariamente, considerare lo specifico assetto tecnico-produttivo che origina il residuo.

---

Le imprese di fonderia sono caratterizzate in relazione al **tipo di lega** elaborata (ferrosa: ghisa, acciaio – non ferrosa: alluminio, magnesio, leghe di rame, leghe di zinco, nichel, titanio, piombo, leghe di metalli preziosi), al **tipo di formatura** (forme in sabbia “a perdere”; forma metallica “permanente”) e al sistema di **colata** (per gravità, a bassa pressione, ad alta pressione “pressocolata”).

Rispetto al tipo di lega elaborata, ai fini degli obiettivi di caratterizzazione dei residui decadenti dal processo di **fusione**, è rilevante il tipo di forno utilizzato in relazione alla fonte energetica utilizzata nel forno (elettrica o da combustibili: gas metano o GPL, carbone coke).

Rispetto al sistema di formatura in sabbia “a perdere” è rilevante il tipo di legante della sabbia utilizzato per forme ed anime: legante **inorganico** (argilla bentonite, silicati) o legante **organico** (resine).

Ciò premesso, con riferimento ai rifiuti originati dai processi di formatura, oggetto della linea guida, si possono individuare le seguenti fattispecie:

A. Terre e sabbie esauste

1. Terre esauste derivanti da sistemi di formatura “a verde”;
2. Sabbie esauste derivanti da sistemi di formatura in silicato;
3. Sabbie esauste derivanti da processi di formatura in sabbia-resina.

B. Polveri

1. Polveri derivanti dal ciclo di lavorazione terre “a verde”;
2. Polveri derivanti dal ciclo di recupero sabbia-resina.

## 2.1 Natura dei leganti utilizzati nei processi di formatura

Nei processi di formatura (di forme ed anime) impiegati in fonderia, vengono utilizzati leganti sia di tipo inorganico, costituiti prevalentemente da argille (tipo bentonite) e silicati (silicato di sodio), sia di tipo organico (resine) di varia natura chimica.

Nella tabella sottostante, ripresa dal BREF<sup>1</sup> applicabile alle attività di fonderia, si riportano le varie tipologie di processi a presa chimica, con i relativi leganti, catalizzatori e additivi utilizzati in fonderia per la realizzazione di forme e anime:

---

<sup>1</sup> Reference Document on Best Available Techniques in the Smitheries and Foundries Industry - May 2005



PROCESSI		AGGLOMERANTI /ADDITIVI	CATALIZZATORE	IMPIEGO	
				Forme	Anime
INORGANICI	<b>Autoindurenti:</b>	Silicato di sodio Silicato di sodio Cemento	SiO <sub>2</sub> in polvere Esteri organici Acqua	limitato	limitato
	• Silicato di sodio/SiO <sub>2</sub> • Silicato di sodio/esteri • Cemento			limitato	limitato
INORGANICI	<b>Con gasaggio</b>	Silicato di sodio	Anidride carbonica	scarso	--
	• Silicato di sodio/CO <sub>2</sub>			limitato	diffuso
ORGANICI	<b>Autoindurenti:</b>	Resine furaniche Resine fenoliche A due componenti: 1- resina fenolica – 2 Isocianato Resina fenolico - alcalina Resine alchidiche, oli vari, diisocianati	Acido (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> – PTS - ecc.) Acido (PTS – Benzensolfonico) Amminoderivati liquidi Esteri organici Ammine (liquide)	diffuso	diffuso
	• Sistemi no-bake furanici			diffuso	diffuso
	• Sistemi no-bake fenolici			diffuso	diffuso
	• Sistemi no-bake fenol-uretanici			diffuso	diffuso
ORGANICI	<b>Con gasaggio (Cold Box)</b>	A due componenti: 1- resina fenolica – 2 Isocianato Resina furanica + perossidi Resina bisfenilica – resina acrilica Resina fenolica - alcalina	Ammine (DMA-DMIPA-DMEA) Anidride solforosa Anidride soforosa Formiato di metile	diffuso	diffuso
	• Sistema Ashland			n.u.	diffuso
	• Sistema Ardox/SO <sub>2</sub>			n.u.	limitato
	• Sistema Isofet			n.u.	limitato
ORGANICI	<b>Termodurenti</b>	Resina fenolica (tipo novolacca) Resine furaniche Resine fenoliche (tipo resoli) Resine fenoliche o fenol-furaniche	Calore	diffuso	diffuso
	• Sistemi Hot Box furanici			n.u.	diffuso
	• Sistemi Hot Box fenolici			n.u.	diffuso
	• Sistemi Termoshock			n.u.	limitato

Sintesi dei principali processi a presa chimica utilizzati per la formatura in fonderia

## 2.2 Contaminazioni di Terre e sabbie dovute ai residui di leganti

A seguito della fase di colata del metallo fuso nella forma, i leganti e/o additivi di natura organica subiscono una degradazione per effetto del calore, a vari livelli in relazione al gradiente di temperatura presente; temperatura via via decrescente dalla zona di contatto della terra con il metallo, verso l'esterno della forma.

Tale pirolisi dei costituenti la forma dà origine allo sviluppo di vapori contenenti principalmente idrogeno, monossido di carbonio ed anidride carbonica oltre a vari COV; vapori che fuoriescono dalle forme.

Dopo distaffatura, nelle terre e sabbie possono, tuttavia, essere presenti residui di legante (bentonite nei processi "a verde" e residui di resine polimerizzate, in parte parzialmente combuste, nei processi a presa chimica) che possono determinare, al test di cessione ex Allegato 3 D.M. 5.02.1998 (come modificato dal D.M. 05/04/2006 n. 186), previsti attualmente dalla normativa per alcune attività di recupero di rifiuti speciali non pericolosi con procedura semplificata, superamenti di alcuni parametri, che nella maggior parte dei casi è relativo in particolare al COD (limite: 30 mg/l), ai solfati (limite: 250 mg/l) o ai fluoruri (limite: 1,5 mg/l).

Per tutti gli impieghi in processi industriali, la presenza dei citati residui nelle terre e sabbie, non comportano alcun tipo di problema di carattere tecnico, salvo alcuni specifici casi riportati nelle Schede tecniche del Paragrafo 5.

### 2.3 Caratteristiche chimico-fisiche e mineralogiche

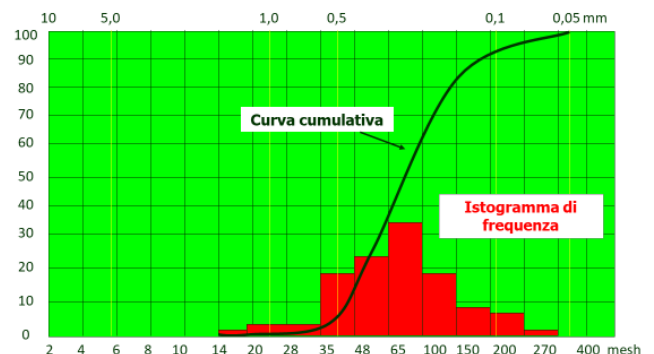
Le terre/sabbie esauste sono sostanzialmente costituite da sabbia silicea (ad alta percentuale di quarzo), con residui di legante (di natura inorganica o organica); presentano una granulometria più o meno fine, colore dal grigio scuro al nero, sono inodore e non reattive. Il grano siliceo presenta buone caratteristiche di refrattarietà, durezza e resistenza analoghe a quelle della sabbia “nuova” impiegata.

Si riportano, a titolo informativo, le caratteristiche di sabbia nuove utilizzate nei processi di fonderia.

#### CARATTERISTICHE DI REFRATTARIETÀ DI SABBIE UTILIZZATE IN FONDERIA

Sostanza	Formula chimica	Durezza Mohs	Temperatura rammollimento	Temperatura di fusione
Cromite	FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	5,5	--	2.180 °C
Olivina	Mg <sub>2</sub> SiO <sub>4</sub>	6,5-7	1.500-1.600	1.900 °C
Quarzo	SiO <sub>2</sub>	7	1.640	1.730 °C
Zircone	ZrSiO <sub>4</sub>	7,5	1.740	> 2.000 °C
Chamotte	30 – 40 % Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Varia	1.300-1.400	1.600-1.700

#### LE CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE



### 2.4 Composizione chimica

Le terre/sabbie di fonderia sono costituite per la quasi totalità da biossido di silicio (SiO<sub>2</sub>), con presenza di residui di argilla (bentonite) e/o di leganti organici (resine) sinterizzati.

Di seguito riportiamo, a titolo meramente esemplificativo, una tabella contenente due tipici range di analisi di classificazione dei residui ai sensi della normativa sui rifiuti; i parametri normalmente indagati sono relativi ai composti ed elementi pericolosi che possono comportare l'attribuzione della caratteristica di pericolosità al rifiuto, ai sensi della vigente normativa.

Parametri <sup>(1)</sup>		EER 10 09 08 EER 10 10 08	EER 10 09 12 EER 10 10 12
<b>Metalli</b>	Bario	29 - 170	70 - 80
	Berillio	(*)	(*)
	Cadmio	(*)	(*)
	Cobalto	2,5 - 4	2,5 - 4
	Cromo totale	10 - 110	20 - 130
	Cromo VI	(*)	(*)
	Mercurio	(*)	(*)
	Molibdeno	(*)	(*)
	Nichel	35 - 60	13 - 47
	Piombo	7 - 25	8 - 22
	Rame	10 - 410	20 - 240
	Stagno	10 - 15	6 - 16
	Tallio	(*)	(*)
	Vanadio	10 - 14	10 - 14
Zinco	50 - 270	49 - 1700	
<b>Semimetalli</b>	Antimonio	(*)	(*)
	Arsenico	(*)	(*)
	Tellurio	(*)	(*)
<b>Non metalli</b>	Selenio	(*)	(*)
<b>Composti organici</b>	Fenoli	(*)	10 - 12
	Idrocarburi leggeri	40 - 50	40 - 50
	Idrocarburi pesanti	170 - 190	217 - 220
	Idrocarburi totali	220 - 280	220 - 280

IPA	Acenaftene	(*)	(*)
	Acenanftilene	(*)	(*)
	Antracene	(*)	(*)
	Benzo[a]antracene	(*)	(*)
	Benzo[a]pirene	(*)	(*)
	Benzo[b]fluorantene	(*)	(*)
	Benzo[g,h,i]perilene	(*)	(*)
	Benzo[k]fluorantene	(*)	(*)
	Crisene	(*)	(*)
	Dibenzo[a,h]antracene	(*)	(*)
	Fenantrene	(*)	(*)
	Fluorantene	(*)	(*)
	Fluorene	(*)	(*)
	Indeno [1,2,3-cd] pirene	(*)	(*)
	Naftalene	0,5 - 4	0,5 - 4
Pirene	(*)	(*)	
PCB	PCB totali	(*)	(*)
Altri composti	Solventi clorurati	(*)	(*)
	Solventi organici alifatici	(*)	(*)
	Solventi organici aromatici	(*)	(*)
	Cianuri totali	(*)	(*)
	Cloruri	70 - 80	500-520
Solfati	300 - 400	1700 - 1750	
	pH	8,3 - 10,3	7 - 9
	Residuo secco a 105 °C	93% - 99%	82% - 99%
	Residuo secco a 550/600 °C	86% - 96%	86% - 99%
<b>Note: <sup>(1)</sup> Valori medi espressi in mg/Kg - (*) Inferiore al limite di rilevabilità</b>			

Indipendentemente dal processo che origina il residuo (formatura “a verde” o in sabbia-resina) e dalla tipologia di resine e leganti utilizzati, le terre esauste risultano essere, ai sensi della normativa di classificazione dei rifiuti, sempre non pericolose, pur presentando oscillazioni nella composizione per i vari parametri analizzati; risultano, inoltre, sempre inferiori ai limiti di rilevabilità i composti organici persistenti (PCB, diossine, furani ed altri POPs).

#### 2.4.1 Presenza di sostanze pericolose

In relazione al basso contenuto, nelle resine impiegate nei vari processi a presa chimica elencati, di sostanze pericolose (in particolare: formaldeide < 0,1 %; fenolo oscillante tra 0,5% ed il 5% in relazione al tipo di resina), la bassa percentuale di utilizzo nelle miscele di formatura (compreso mediamente tra l'1 % ed il 3 % rispetto alla sabbia a seconda dei processi utilizzati), i processi di pirolisi cui sono soggetti i leganti nelle fasi di colata e raffreddamento delle forme (ricordiamo che le temperature di colata dei metalli variano tra i 1600 °C ed i 1400°C per le leghe ferrose e tra i 1000 °C - leghe di rame - 650 °C - leghe di alluminio - e i 450 °C - leghe di zinco - per i metalli non ferrosi), il contenuto di sostanze pericolose nelle terre e sabbie esauste, risulta essere molto contenuto, in molti casi non rilevabile analiticamente.

#### 2.4.2 Indagini relative agli inquinanti organici persistenti (POPs)

Le indagini analitiche svolte sulle terre e sabbie esauste hanno escluso la presenza di POPs (Allegato IV Regolamento UE 1021/2019). Tali composti non entrano nella composizione delle materie prime utilizzate nei processi di formatura di forme ed anime, quali leganti (organici e/o inorganici), additivi e catalizzatori, né si possono sviluppare in fase di utilizzo delle forme a seguito delle operazioni di colata del metallo.

### 2.5 Caratteristiche granulometriche

La composizione mineralogica delle Terre esauste, come detto, è sostanzialmente riconducibile a quarzo (SiO<sub>2</sub>) e, nel caso di terre provenienti da processi di formatura “a verde”, a tracce di argilla (bentonite).

---

La granulometria del residuo è molto vicina a quella delle sabbie di partenza in quanto il processo di recupero interno per il riutilizzo delle sabbie prevede, ad ogni ciclo, una o più fasi di depolverazione che eliminano i fini, costituiti nella maggior parte, da bentonite e/o ceneri e residui di resine.

Nella tabella seguente si riportano analisi granulometriche medie di residui di terre esauste (da formatura “a verde”):

Frazione Granulometrica ( $\mu\text{m}$ )	Unità di misura	Valore
> 300	%	25 ÷ 30
> 100	%	50 ÷ 55
> 63	%	1,5 ÷ 2,5
> 45	%	3,5 ÷ 4,0
> 20	%	4,5 ÷ 5,0
> 5	%	3,0 ÷ 4,0
Inf. 5	%	0,1 ÷ 0,5

In generale per origine del materiale, la distribuzione granulometrica della silice presente nelle sabbie utilizzate, non contiene una frazione respirabile  $\leq 4\mu\text{m}$  in percentuale  $\geq 1\%$  che comporterebbe, secondo i criteri CLP, una classificazione di pericolosità per organo bersaglio STOT RE 1 H372 ( $\geq 10\%$ ) o STOT RE 2 H373 ( $\geq 1\%$ ).

Non sono, pertanto, presenti nelle terre /sabbie esauste, percentuali significative di frazioni “fini” di silice libera cristallina che potrebbero creare problemi ambientali nelle fasi di utilizzo del residuo, in particolare durante le fasi di movimentazione.

### 3 GESTIONE DEL RESIDUO TERRE ESAUSTE

#### 3.1 Gestione come sottoprodotto

##### 3.1.1 Trattamenti rientranti nella “normale pratica industriale”

Il normale ciclo di riutilizzo delle terre/sabbie effettuato all'interno della fonderia prevede alcuni “trattamenti” effettuati per consentire il successivo utilizzo di terre/sabbie all'interno del ciclo produttivo della fonderia, rientrando quindi nella “normale pratica industriale” della fonderia, ed in particolare, uno o più fra i seguenti:

- setacciatura/vagliatura;
- deferrizzazione;
- “spogliatura” del grano dai residui di legante (trattamento meccanico);
- “calcinazione” per eliminare i residui di legante (trattamento termico);
- “lavaggio” per eliminare i residui idrosolubili di legante (trattamento ad umido);
- depolverazione, per eliminare dalle terre/sabbie “i fini”.

Le suddette pratiche industriali sono riportate anche nei documenti europei che individuano le migliori tecniche disponibili in grado di contenere gli impatti ambientali delle attività industriali, ai sensi della normativa per la prevenzione ed il controllo integrato dell'inquinamento (Direttiva 2010/75/UE); nel BREF applicabile alle attività di fonderia già citato, al paragrafo 4.8, in particolare, sono citate le normali pratiche industriali ed i trattamenti cui vengono sottoposte le terre/sabbie per poter essere riutilizzate.

---

Le terre/sabbie in esubero vengono eliminate dal ciclo della fonderia dopo avere subito i trattamenti previsti nel ciclo di riutilizzo interno, rendendole idonee alla maggior parte dei potenziali utilizzi, in sostituzione degli “inerti naturali”.

### 3.1.2 Aspetti gestionali

La gestione del residuo come sottoprodotto, dal punto di vista tecnico non comporta alcuna modifica del ciclo di fonderia in quanto il residuo è costituito prevalentemente dalla parte “in esubero” della terra/sabbia e, come tale, non più riutilizzabile all’interno del ciclo della fonderia.

Il materiale, pertanto, ha caratteristiche chimico-fisiche e merceologiche analoghe a quelle di una terra/sabbia naturale, modificate a seguito dell’utilizzo specifico in fonderia.

Le terre/sabbie possono essere gestite come sottoprodotti in attività di utilizzo esterno in tutti quegli impieghi dove si utilizzano inerti naturali; processi industriali quali: produzione di cemento, di calcestruzzi, di laterizi, di ceramiche, di conglomerati bituminosi, di conglomerati per l’edilizia, come descritto, in dettaglio nel successivo Paragrafo 5.

### 3.1.3 Riepilogo verifica delle condizioni definite dall’Art. 184-bis D. Lgs. 152/06

Il D.Lgs 152/06, all’articolo 184-bis, elenca le quattro condizioni che un materiale o un oggetto deve soddisfare, per poter essere classificato come sottoprodotto, e precisamente:

- Provenienza da un processo di produzione;
- Certezza di utilizzo;
- Utilizzo diretto senza ulteriori trattamenti ad eccezione delle “normali pratiche industriali”;
- Utilizzo “legale”.

Di seguito si procede ad una disamina dei citati requisiti in relazione alle Terre/sabbie di fonderia.

***a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;***

Le terre e sabbie esauste decadono da un processo produttivo industriale: fonderia di metalli per la produzione di getti ferrosi/non ferrosi (codici ATECO: 24.51 – 24.52 – 24.53 – 24.54).

La terra/sabbia viene utilizzata per realizzare le forme destinate a ricevere il metallo liquido.

La terra/sabbia esausta è prodotta ad ogni ciclo di riutilizzo interno, quale eccedenza NON più riutilizzabile internamente.

La produzione del residuo non è “deliberata” ma conseguenza della fase di recupero interno delle terre/sabbie; un accadimento “fisiologico” al processo produttivo che si verifica ciclicamente, in conseguenza (e parallelamente) dell’attività di produzione dei getti.

Come chiarito dalla stessa Commissione CE nella sua Comunicazione COM(2007)59 del 21.02.2007<sup>2</sup>, lo “scopo primario” coincide con la “*produzione deliberata o meno del materiale, proprio al fine di tener distinti i prodotti industriali dai c.d. “sottoprodotti”*”. Ogniquale volta l’oggetto o la sostanza sono prodotti intenzionalmente, essi costituiranno “prodotti industriali” primari, mentre ciò che è prodotto non intenzionalmente sarà, a seconda dei casi, rifiuto o sottoprodotto.

Nel caso di specie, oggetto della produzione (produzione deliberata) è il getto (ferroso o non ferroso).

La condizione relativa al fatto che il materiale debba essere “*parte integrante del processo produttivo*” non pone particolari problemi interpretativi; sono certamente “parte integrante” della produzione tutti quegli oggetti e/o residui che decadono in via continuativa, periodica o comunque

---

<sup>2</sup> COM(2007) 59 - Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo relativa alla Comunicazione interpretativa sui rifiuti e sui sottoprodotti – Bruxelles, 21.02.2007

---

non saltuaria dal processo di produzione di un determinato bene intenzionalmente prodotto. La terra/sabbia esausta decadente dal processo metallurgico di produzione di getti in fonderia sicuramente soddisfa il requisito in esame.

**b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;**

La certezza dell'utilizzo della terra/sabbia esausta in numerosi processi e/o attività industriali rappresenta una prassi consolidata e facilmente dimostrabile.

Riguardo alla verifica della sussistenza del requisito in esame, la Commissione nella comunicazione COM(2007)59 del 21.02.2007 ha precisato che *"l'esistenza di contratti a lungo termine tra il detentore del materiale e gli utilizzatori successivi può indicare che il materiale oggetto del contratto sarà utilizzato e che quindi vi è certezza del riutilizzo"*.

Nel caso della terra/sabbia esausta l'esistenza di una prassi commerciale consolidata non può che deporre per la (ragionevole) certezza relativamente all'impiego dell'oggetto o sostanza, che comunque va concretamente dimostrata.

**c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;**

La terra/sabbia esausta viene utilizzata nello stato in cui si presenta a valle del processo di fonderia, senza necessità di alcuna ulteriore lavorazione, e può essere avviata direttamente ai processi di utilizzo esterno analogamente alla sabbia "vergine" che sostituisce, come verificato nelle Schede riportate al Paragrafo 5.

**d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.**

L'ultimo dei requisiti da verificare per l'individuazione dei sottoprodotti, richiede che "la sostanza o l'oggetto soddisfino per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente", senza comportare "impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana".

La norma pone l'accento sulla necessità che il "sottoprodotto", per essere tale, sia sostanzialmente equiparabile, sotto il profilo dell'impatto ambientale e sanitario, al bene che sostituisce. Il requisito richiede che non debbono essere necessarie speciali operazioni dirette a "innocuizzare" la sostanza perché questa possa essere impiegata nella pratica industriale.

Nel caso di specie delle terre/sabbie esauste, il loro stato è sostanzialmente equiparabile, sotto il profilo dell'impatto ambientale e sanitario, alla terra naturale/sabbia vergine di provenienza da cave o di origine fluviale che sostituisce.

Il requisito viene richiamato dalla Commissione europea, secondo la quale:

*" (...) il fatto che un sottoprodotto abbia un impatto ambientale maggiore di quello del materiale alternativo o di un altro prodotto di cui funge da sostituto può influire, in situazioni in cui il raffronto è possibile e pertinente, sulla classificazione del materiale come rifiuto o meno".*

Nel caso della terra/sabbia esausta il suo impiego nei vari settori/attività industriali, sia dal punto di vista gestionale per gli aspetti di salute e sicurezza che coinvolgono i lavoratori, sia in relazione all'impatto per l'ambiente in fase di utilizzo, determina "impatti" assolutamente analoghi (in molti casi assolutamente uguali) a quelli che si hanno dall'uso di terre/sabbie "vergini".

Va sottolineato che le caratteristiche del residuo, sia dal punto di vista tecnico che relativamente agli aspetti ambientali, non subiscono alterazioni nel tempo.

Nel Paragrafo 5 sono descritte le modalità di verifica dei requisiti relativi alla tutela dell'ambiente ed alla salvaguardia della salute, per ciascun utilizzo specifico considerato.

---

## 3.2 Gestione come rifiuto da recuperare con cessazione della qualifica di rifiuto (EoW)

### 3.2.1 Attribuzione dello status di rifiuto

Terre e sabbie nel caso in cui il detentore decida di disfarsene classificandolo come rifiuto, devono essere caratterizzate e classificate attribuendo il relativo codice secondo i criteri definiti dalla Decisione 2000/532/CEE (European Waste Catalogue).

- per le terre/sabbie sono previsti i seguenti codici “a specchio”:
  - EER 10.09.07\* e 10.09.08; per i rifiuti derivanti da fonderie di metalli ferrosi;
  - EER 10.10.07\* e 10.10.08; per i rifiuti derivanti da fonderie di metalli non ferrosi;
- per le sabbie fini provenienti dagli impianti di captazione ed abbattimento emissioni sono previsti i seguenti codici “a specchio”:
  - EER 10.09.11\* e 10.09.12 per i rifiuti derivanti da fonderie di metalli ferrosi;
  - EER 10.10.11\* e 10.10.12 per i rifiuti derivanti da fonderie di metalli non ferrosi.

Le centinaia di verifiche analitiche effettuate nel tempo dai produttori e dagli smaltitori, sui citati materiali, sulla base dei criteri definiti dalla specifica normativa, e con riferimento a parametri individuati in relazione alle materie prime in input e allo specifico processo di origine del residuo, hanno sempre portato il rifiuto, come già precedentemente indicato, ad essere classificato come NON pericoloso.

Nel caso di gestione quali rifiuti, è comunque possibile accertare in una fase successiva la conformità del materiale ai requisiti dell’art. 184-ter del D. Lgs. 152/06 “cessazione della qualifica di rifiuto”, trasformandolo in un “non rifiuto” (End of Waste) escluso dal campo di applicazione della normativa sui rifiuti, se sottoposto ad una operazione di recupero che soddisfi specifici requisiti, adottati nel rispetto delle condizioni definite dal citato art. 184-ter.

La norma, al comma 3 richiama, in attesa che vengano definiti criteri specifici, le attività di recupero/utilizzo definite dal D.M. Ambiente 5 febbraio 1998; oltre che individuare gli impieghi di utilizzo di terre/sabbie esauste, individua attività di recupero anche per i “fini” derivanti da filtri di abbattimento polveri derivanti dai cicli di lavorazione delle terre.

Nella tabella sottostante si riporta nel dettaglio la voce 7.25 dell’Allegato al D.M. 5 febbraio 1998, relativa a terre e sabbie esauste, la 7.27 relative ai fini derivanti dal ciclo di lavorazione e rigenerazione terre, fattispecie riconducibili al rifiuto della medesima natura e caratteristiche chimiche:

**7.25 Tipologia:** terre e sabbie esauste di fonderia di seconda fusione dei metalli ferrosi [100299] [100904] [100901] [100902] [100206].

**7.25.1 Provenienza:** fonderie di seconda fusione di ghisa e di acciaio.

**7.25.2 Caratteristiche del rifiuto:** sabbie e terre refrattarie miscelate con leganti inorganici (argille) e/o organici (resine furaniche, fenoliche e isocianati) il contenuto massimo di fenolo sul rifiuto tal quale è pari a 200 ppm; rifiuti di forme ed anime.

**7.25.3 Attività di recupero:**

a) cementifici [R5];

b) produzione di calce idraulica [R5];

c) processi di rigenerazione delle sabbie di fonderia esauste [R5];

d) industria dei laterizi della ceramica e dell’argilla espansa [R5];

e) produzione di conglomerati per l’edilizia [R5];

f) industria vetraria [R5];

g) industria ceramica [R5];

h) produzione conglomerati bituminosi [R5];

i) utilizzo per rilevati e sottofondi stradali [R5] (il recupero è subordinato all’esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al presente decreto).

**7.25.4 Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti:**

- a) cemento nelle forme usualmente commercializzate;
- b) calce idraulica nelle forme usualmente commercializzate;
- c) sabbie di fonderia;
- d) laterizi e argilla espansa nelle forme usualmente commercializzate;
- e) conglomerati per l'edilizia nelle forme usualmente commercializzate;
- f) vetro nelle forme usualmente commercializzate;
- g) materiali e/o prodotti ceramici nelle forme usualmente commercializzate;
- h) conglomerati bituminosi nelle forme usualmente commercializzate;

**7.27 Tipologia:** materiali fini da filtri aspirazioni polveri di fonderia di ghisa e da rigenerazione sabbia [100203] [100299]

**7.27.1 Provenienza:** fonderie di seconda fusione di ghisa.

**7.27.2 Caratteristiche del rifiuto:** silice > 70%, ossidi di Al, ossidi di Mg, ossidi Fe e altri ossidi minori, non contenenti PCB e PCT >25 ppm e PCDD > 2,5 ppb.

**7.27.3 Attività di recupero:**

- a) cementifici [R5];
- b) produzione di calcestruzzo [R5];
- c) industria dei laterizi [R5];
- d) produzione di conglomerati per l'edilizia [R5];
- e) produzione vetraria [R5];
- f) produzione di conglomerati bituminosi [R5].

**7.27.4 Caratteristiche delle materie prime e/o dei prodotti ottenuti:**

- a) cemento nelle forme usualmente commercializzate;
- b) calcestruzzo nelle forme usualmente commercializzate;
- c) laterizi nelle forme usualmente commercializzate;
- d) conglomerati per edilizia nelle forme usualmente commercializzate;
- e) vetro nelle forme usualmente commercializzate;
- f) conglomerati bituminosi nelle forme usualmente commercializzate.

### 3.2.2 Operazioni di recupero presso l'impianto autorizzato

Le operazioni di recupero del rifiuto costituito da terre e sabbie generate dalle attività di fonderia, finalizzate a rendere il rifiuto idoneo ad un suo utilizzo possono essere, nella sostanza, i medesimi trattamenti che fanno parte del ciclo di riutilizzo delle terre e sabbie interno alla fonderia e precisamente:

- setacciatura/vagliatura;
- deferrizzazione;
- trattamenti di eliminazione dei residui di legante (trattamenti meccanici, termici, "lavaggi" con acqua).

In molti casi le attività di recupero possono essere rappresentate da semplici operazioni di controllo sul rifiuto per verificare se terre e sabbie soddisfano i criteri definiti per lo specifico utilizzo del materiale (requisiti tecnici ed ambientali).

Le attività di recupero devono essere gestite sulla base dei criteri di cui al citato art. 184-ter, che devono contemplare per ciascuna attività di utilizzo:

- caratteristiche del rifiuto in ingresso;
- processi e tecniche di trattamento consentiti;
- caratteristiche del materiale in uscita dalle operazioni di recupero;
- criteri di qualità del processo di recupero, comprensivo delle fasi di controllo in input ed output del processo.



---

La norma prevede la predisposizione di una “Dichiarazione di conformità” che attesti la rispondenza del materiale ai requisiti previsti, che accompagni ciascun lotto di produzione lungo la filiera dell'utilizzo; per lotto si intende il quantitativo di sabbia in uscita dall'impianto per la destinazione finale, indicativamente pari ad un volume massimo di 1.000 m<sup>3</sup>.

In allegato (Scheda 1), una proposta di documento “Dichiarazione di conformità”.

### 3.2.3 Riepilogo verifica delle condizioni art. 184-ter D. Lgs. 152/2006

Le condizioni definite dall'art. 184- Ter del D.Lgs. 152/06, sono analizzate nella tabella sottostante:

Condizione	Applicazione alle terre/sabbie esauste
<b>a)</b> la sostanza o l'oggetto sono destinati a essere utilizzati per scopi specifici.	Terre e sabbie esauste di fonderia hanno una storia di utilizzi consolidati da decenni. Gli usi specifici sono riportati nelle Schede del Paragrafo 5 a cui si rimanda.
<b>b)</b> esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto.	
<b>c)</b> la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti.	I requisiti per i vari utilizzi sono riportati nelle Schede del Paragrafo 5 a cui si rimanda.
<b>d)</b> l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà ad impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana	Le modalità di verifica dei requisiti ambientali sono descritte nelle Schede del Paragrafo 5 a cui si rimanda

In conformità ai requisiti previsti dal comma 3 dell'art. 184-ter, i provvedimenti autorizzatori degli impianti che svolgono operazioni di recupero End of Waste della Terra/sabbie avente status di rifiuto, devono includere:

- i requisiti affinché i sistemi di gestione degli impianti di recupero dimostrino il rispetto dei criteri relativi alla cessazione della qualifica di rifiuto, compresi i controlli di qualità, l'automonitoraggio e l'accreditamento, se del caso. Il sistema di gestione deve contenere i seguenti aspetti:

- a) tracciabilità dei rifiuti in ingresso all'impianto, e controllo di accettazione;
- b) monitoraggio dei processi e delle tecniche di trattamento previste;
- c) criteri di caratterizzazione del prodotto da recupero delle Terre/sabbie e rispetto dei requisiti standard di prodotto e dei requisiti standard di tutela della salute e dell'ambiente (si vedano le schede analitiche del Paragrafo 5 per gli utilizzi più rappresentativi e diffusi);
- d) le destinazioni del prodotto da recupero;
- e) rispetto della normativa in materia ambientale e delle eventuali prescrizioni riportate in autorizzazione;
- f) revisione e miglioramento del sistema di gestione ambientale;
- g) formazione del personale.

- Un requisito relativo alla “dichiarazione di conformità” del prodotto da recupero delle Terre/sabbie.

Lo schema di dichiarazione di conformità è riportato nell'allegato 1. Il lotto potrà avere un volume massimo pari a 1.000 m<sup>3</sup>.

## 4. UTILIZZI TIPICI

Nel presente capitolo si individuano gli utilizzi che possono avere le terre e sabbie esauste; tali utilizzi, molti dei quali “consolidati” nell'esperienza applicativa del D.M. 5/02/1998, che verranno

---

analizzati nel dettaglio nei capitoli successivi, si individuano in molti degli impieghi industriali nei quali è tradizionalmente impiegato un inerte naturale, e precisamente:

- cementifici;
- industria della ceramica;
- industria del vetro;
- produzione di conglomerati per l'edilizia;
- produzione di conglomerati bituminosi;
- produzione di laterizi e mattoni;
- utilizzo per realizzazione di rilevati e sottofondi stradali.

Va chiarito preliminarmente che per alcune tipologie di riciclo vi sono già dei processi industriali attivi, mentre per altri vi sono solo delle verifiche sperimentali che hanno mostrato la potenzialità del processo, ma non si è ancora arrivati all'implementazione su un vero e proprio impianto industriale su larga scala. Questo aspetto verrà messo in evidenza nell'analisi dei singoli processi di utilizzo.

Esistono, inoltre, allo stato, progetti finalizzati alla verifica di fattibilità per nuovi "canali" di utilizzo (progetti europei "LIFE") che potrebbero portare ad individuare ulteriori impieghi.

#### **4.1 Gli ostacoli all'utilizzo**

L'esperienza di questi anni ha dimostrato che l'utilizzo dei residui di fonderia, in particolare terre e sabbie esauste, che il Settore origina in quantità considerevoli, seppure tecnicamente realizzabile, è limitato da aspetti legati alla sua classificazione di "rifiuto"; ciò determina costi di gestione importanti in relazione al ridotto valore economico del materiale di cui trattasi, appesantimenti "burocratici" legati alla concessione delle autorizzazioni e alla gestione del rifiuto (fidejussioni, controlli, registrazioni, ecc.) ed infine vincoli "culturali" dovuti alla diffidenza legata alla gestione di un rifiuto e non di un prodotto.

Tutto ciò per il settore delle fonderie porta a dovere affrontare notevoli costi per le attività di smaltimento dei propri residui con conseguente perdita di competitività delle imprese italiane sul mercato globale.

Il superamento di tali limiti passa attraverso una differente classificazione dei citati residui, in linea con le esigenze di valorizzazione dei rifiuti posta dalle nuove direttive europee e dei principi alla base dell'Economia Circolare.

## **5. SCHEDE ANALITICHE PER GLI UTILIZZI TIPICI**

### **5.1 Requisiti standard di prodotto**

La presente sezione del documento si concentra sui processi di utilizzo delle terre/sabbie esauste, per tutti gli impieghi precedentemente individuati, e precisamente:

- cementifici;
- industria ceramica;
- industrie del vetro;
- produzione di conglomerati per l'edilizia;
- produzione di conglomerati bituminosi;
- produttori di laterizi e mattoni;
- utilizzo per realizzazione di rilevati e sottofondi stradali.

---

È opportuno sottolineare che gli impieghi riportati possono utilizzare il residuo indipendentemente dalla sua “natura giuridica” di sottoprodotto o end of waste.

Nel rispetto della gerarchia comunitaria e nazionale, la gestione del residuo come sottoprodotto risulta essere l’opzione maggiormente auspicabile.

Per ciascuna attività/settore di utilizzo vengono presentate “Schede” che elencano i requisiti tecnici ed i requisiti standard di tutela della salute e dell’ambiente richiesti per lo specifico impiego.

Ad eccezione di quanto riportato nella Scheda 6 (Sottofondi e rilevati stradali), allo stato non esistono norme UNI di riferimento che definiscano standard di prodotto per i citati utilizzi.

Si ricorda che l’utilizzo finale del materiale deve corrispondere alle norme di prodotto applicabili, in assenza di esse valgono le specifiche tecniche richieste dall’utilizzatore finale per l’uso specifico.

#### Scheda settore di destinazione 1

<b>Tipologia di impresa</b>	<b>Cementifici e imprese di conglomerati cementizi</b>
<b>Caratteristiche tecniche richieste per l'utilizzo</b>	1) tenore di silice > 65% o meglio 70% (cosa in genere verificata); 2) quantità di cromo molto bassa, meglio se attorno a 300-400 ppm (tenori maggiori di cromo creano problemi sul prodotto); 3) granulometria necessariamente inferiore a 5 mm. Il settore utilizza sabbie/terre associate al codice EER 10.09.08, ma non le frazioni fini derivanti dalle fasi di depolverazione delle emissioni (EER 10.09.12) perché queste ultime in genere presentano un COD maggiore e perché possono creare problemi alla qualità delle emissioni in aria durante la cottura, in quanto i citati residui di terre/sabbie vengono inserite fra i materiali di carica del forno (il 4-8% in peso sul totale della carica del forno), successivamente trattati alla temperatura di 1.500 °C. Per l'utilizzo dei residui di terre/sabbie per la produzione di conglomerati cementizi, in particolare le malte refrattarie, pur in presenza di studi scientifici che segnalano oltre che compatibilità anche miglioramenti nelle caratteristiche finali del prodotto, rispetto all'utilizzo di sabbia vergine, non sono segnalate evidenze di mercato.
<b>Requisiti standard di tutela della salute e dell'Ambiente</b>	L'impiego non richiede alcun requisito specifico
<b>Processi di preparazione del materiale in entrata</b>	Non necessari.
<b>Ostacoli o materiali che possono impedire l'utilizzo</b>	Presenza nel residuo di quantità di cromo eccessiva (> di 500-600 ppm).
<b>Verifiche e controlli che vengono effettuati</b>	Deve essere assolutamente tracciata l'origine del residuo. Il residuo deve essere accompagnato da analisi chimica.

Scheda imprese di destinazione 2

Tipologia di impresa	Vetriere
<p><b>Caratteristiche tecniche richieste per l'utilizzo</b></p>	<p>Attualmente non vi sono esperienze di utilizzo industriale del residuo; l'impiego nell'industria del vetro è stato tuttavia oggetto di studi sperimentali che ne individuano fattibilità e potenzialità. L'utilizzo potrebbe essere condizionato da alcune caratteristiche delle terre/sabbie, ed in particolare:</p> <p>1) La presenza di ferro, che non pregiudica la qualità del vetro elaborato ma produce viraggi di colore: per ottenere un colore scuro si utilizzano sabbie con una percentuale di ferro fino a 2.000 p.p.m, mentre per il vetro bianco il tenore di ferro non deve superare 100-200 p.p.m. Il costo della sabbia è in relazione al contenuto di impurità (ossidi di ferro). Più bassa è la quantità di ossidi di ferro e maggiore è il costo della sabbia. Quindi le terre e le sabbie dovrebbero contenere poche impurità (ossidi di ferro). In generale le quantità di tali impurità devono essere contenute nei seguenti range:</p> <p>a. Flint Glass (vetro per lenti e prismi): Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compreso fra 0.015% e 0.05 %;</p> <p>b. Flat Glass (vetro per lastre, finestre, etc.): Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compreso tra 0.10% e 0.15 %;</p> <p>c. Containers Glass (contenitori e bottiglie): Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> compreso tra 0.10 % e 0.40%, in relazione alla colorazione del vetro (bianchi o colorati).</p> <p>2) La sabbia deve avere una granulometria specifica (normalmente compresa tra 200 e 700 µm) e non deve contenere minerali altofondenti.</p> <p>Per tutti gli utilizzi è necessaria analisi del residuo "tal quale" per verifica in particolare, del tenore di Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> e Cromo.</p>
<p><b>Requisiti standard di tutela della salute e dell'Ambiente</b></p>	<p>L'impiego non richiede alcun requisito specifico</p>
<p><b>Processi di preparazione del materiale in entrata</b></p>	<p>Lavaggio e pulizia del materiale per eliminare le impurità presenti. Tale fase di lavaggio è inserita nel processo produttivo e attualmente è applicata sulle sabbie "vergini" approvvigionate, quindi rientra nella "normale pratica industriale".</p>
<p><b>Ostacoli o materiali che possono impedire l'utilizzo</b></p>	<p><b>OSTACOLI DI NATURA TECNICA</b>            Quantità di cromo eccessiva, in quanto gli ossidi di cromo sono materiali altofondenti che oltre ad aumentare i costi di produzione (maggiore energia per la fusione), possono creare problemi di difettosità nel prodotto sia strutturale che di colore.</p> <p><b>OSTACOLI DI NATURA NON TECNICA</b>            Come accennato, il Direttore della Stazione Sperimentale del Vetro, ha confermato che attualmente non c'è alcuna vetreria che utilizza terre/sabbie di fonderia. Al riguardo esistono studi sperimentali e specifica letteratura accademica. È necessario, pertanto, che il riciclo dei residui di terra e sabbia di fonderia sia "validato" con verifiche su scala industriale. Si tratta di una opportunità interessante perché il settore potrebbe assorbire importanti volumi di terre/sabbie, infatti una vetreria media produce 400.000 pezzi al giorno e usa 20-40 ton di sabbia vergine:</p>

	<p>ciò significa mediamente 10.000 tonnellate/anno di sabbia per ogni vetreria.</p> <p>1) Pratica industriale. Una vetreria che produce 400.000 pezzi al giorno, per effettuare prove su scala industriale deve poter disporre di dati “certi” sui risultati per evitare conseguenze negative sul prodotto in fase di utilizzo, che avrebbero pesanti ricadute economiche e di immagine. Nessuna impresa vuole correre rischi senza avere una sicurezza molto elevata sulla fattibilità dell'utilizzo oltre che sui risultati qualitativi sul prodotto. Occorre, pertanto, definire delle BAT precise e validate;</p> <p>2) Logistica. La maggior parte delle vetrerie sono sorte vicino a cave di sabbia; nel caso di utilizzo di residui di fonderia devono essere tenuti in conto i costi della logistica, che potrebbero ridurre la convenienza economica della sostituzione di materia prima “vergine”;</p> <p>3) Problemi “culturali”. I responsabili tecnici, in generale, sono diffidenti verso i cambiamenti importanti quale è quello che riguarda la materia prima utilizzata.</p>
<b>Verifiche e controlli che vengono effettuati</b>	<p>Deve essere assolutamente tracciata l'origine del residuo. Eventuali ulteriori controlli su aspetti tecnici potrebbero essere richiesti dall'utilizzatore a seguito della messa a punto del processo di utilizzo del residuo.</p>

### Scheda imprese di destinazione 3

<b>Tipologia di impresa</b>	<b>Settore ceramico</b>
<b>Caratteristiche tecniche richieste per l'utilizzo</b>	<p>Assenza di Cromo <sup>VI</sup> (verifica analitica su materiale tal quale e test di cessione).</p> <p>Questi i limiti di accettabilità definiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sul residuo solido: &lt; 5,0 mg/kg (CNR IRSA 16 Q 64 Vol 3 1986)</li> <li>• Rilascio in Acqua: &lt; 0,005 mg/l (APAT CNR IRSA 3150 C Man. 29, 2003).</li> </ul>
<b>Requisiti standard di tutela della salute e dell'Ambiente</b>	In relazione alle modalità di utilizzo della sabbia, viene richiesta analisi granulometrica per evitare la presenza di “frazioni respirabili” ( $\leq 4 \mu\text{m}$ ) di silice libera cristallina (limite fissato a $0,1 \text{ mg/m}^3$ )
<b>Processi di preparazione del materiale in entrata</b>	Non necessari
<b>Ostacoli tecnici o materiali che possono impedire l'utilizzo</b>	<b>OSTACOLI TECNICI</b> Presenza di cromo esavalente.
	<b>OSTACOLI DI NATURA NON TECNICA</b> Come nel settore delle vetrerie, nessuna impresa di ceramica usa stabilmente scarti di fonderia nel proprio ciclo produttivo. Anche in questo caso ci sono diversi studi accademici, ma nessuna esperienza su scala industriale.

	<p>L'interesse potenziale esiste sia per motivi economici vista la provenienza estera della materia prima impiegata, sia di natura ambientale.</p> <p>Allo stato attuale, esperienze di utilizzi di materiali di riciclo (scarto di vetro, marmo e pietra) a livello industriale sono state effettuate solo nell'ambito di un recente progetto LIFE (chiuso nel 2018), nel quale è stato realizzato un gres con l'86% di materiale riciclato.</p>
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### Scheda imprese di destinazione 4

<b>Tipologia di impresa</b>	<b>Settore laterizi</b>
<b>Caratteristiche tecniche richieste per l'utilizzo</b>	<p>Per gli utilizzi di terre/sabbie di fonderia in questo settore oltre alla letteratura accademica, vi sono concrete esperienze industriali.</p> <p>La terra/sabbia di fonderia viene utilizzata nel ciclo produttivo del laterizio in parziale sostituzione delle sabbie silicee di origine fluviale.</p> <p>Dal punto di vista qualitativo, gli studi e l'esperienza industriale hanno dimostrato un netto miglioramento delle caratteristiche dei mattoni, dovuto alla migliore qualità del quarzo delle sabbie utilizzate in fonderia, che hanno un miglior comportamento in fase di "cottura" del mattone, compensando la riduzione di volume dell'argilla alluvionale.</p> <p>L'industria dei laterizi potrebbe assorbire grandi quantità di residui, dato che una impresa media di laterizi può utilizzare nel proprio processo produttivo 10.000 - 15.000 tonnellate all'anno di sabbie. In questo settore, a differenza che nel vetro e nella ceramica, vi sono maggiori possibilità concrete di un riciclo in quanto vi sono già prassi tecniche consolidate.</p> <p>La miscela di impasto viene predisposta nella cosiddetta fase di "pre-lavorazione". La fase di pre-lavorazione comprende tutte quelle attività finalizzate alla realizzazione di una miscela/impasto di argilla e "prodotti "smagrenti" (tufo, terra/sabbia di fonderia) di caratteristiche idonee da permetterne l'estrusione in una fase successiva.</p> <p>L'aggiunta di prodotti "smagrenti" è necessaria per ridurre la tendenza al ritiro dell'argilla durante il processo di essiccazione, diversamente molto elevato (indicativamente 9 %), e potenziale causa di problemi di qualità del materiale (fessurazioni da essiccazione). Ovviamente i materiali inerti devono avere caratteristiche tali da rispettare i parametri di qualità e di resistenza meccanica del prodotto finito. Il tufo (sabbia silicea) e le terre di fonderia, fino ad oggi utilizzate, hanno caratteristiche tali da permettere il raggiungimento di tali risultati. Indicativamente la quantità di inerte miscelato nell'impasto di argilla è di circa il 15 % ma la quantità può variare a seconda delle ricette produttive e delle famiglie di articoli prodotti.</p>
<b>Requisiti standard di tutela della salute e dell'Ambiente</b>	L'impiego non richiede alcun requisito specifico

<b>Processi di preparazione del materiale in entrata</b>	Non necessari.
<b>Ostacoli tecnici o materiali che possono impedire il riciclo</b>	<p>Il processo di cottura dei laterizi avviene ad alta temperatura, (intorno ai 1.200 °C), quindi anche in questo caso l'eventuale presenza nel materiale di microinquinanti non rappresenta un problema.</p> <p>Un problema che limita l'utilizzo di sabbie ad alto tenore di SiO<sub>2</sub> è rappresentato dalle caratteristiche abrasive del quarzo, il cui utilizzo comporta maggiore manutenzione agli impianti della fornace, con conseguenti aggravii di costo.</p>
<b>Verifiche e controlli che vengono effettuati</b>	<p>Verifica di conformità del materiale alla Scheda Tecnica del residuo.</p> <p>(Attualmente le imprese che utilizzano Terre/sabbie esauste gestiscono il materiale come rifiuto all'interno di una attività autorizzata (AIA) che definisce eventuali verifiche analitiche).</p>

#### Scheda imprese di destinazione 5

<b>Tipologia di impresa</b>	<b>Conglomerati bituminosi</b>
<b>Caratteristiche tecniche richieste per l'utilizzo</b>	Analisi granulometrica del materiale
<b>Requisiti standard di tutela della salute e dell'Ambiente</b>	L'impiego non richiede alcun requisito specifico
<b>Processi di preparazione del materiale in entrata</b>	Nessuno. Il materiale sostituisce gli inerti naturali.
<b>Ostacoli tecnici o materiali che possono impedire il riciclo</b>	Non presenti
<b>Verifiche e controlli che vengono effettuati</b>	Attualmente il residuo è accompagnato da un certificato analitico di classificazione redatto ai sensi della normativa sui rifiuti.

#### Scheda imprese di destinazione 6

<b>Tipologia di impresa</b>	<b>Sottofondi e rilevati stradali</b>
<b>Schede tecniche richieste per l'utilizzo</b>	<p>Il materiale per i sottofondi e i rilevati stradali è sostanzialmente un riempitivo che deve dare delle garanzie di stabilità. Attualmente alcuni materiali di scarto di fonderia (terre/sabbie, fini di terre, scorie di fusione) possono essere utilizzati per questo impiego.</p> <p>Per classificare terre/sabbie la norma tecnica di riferimento utilizzabile è la norma UNI EN 16907:2019 – Parte 2</p>
<b>Requisiti standard di tutela della salute e dell'Ambiente</b>	<p>Analisi del residuo "tal quale" per valutare i parametri riportati nella tabella del paragrafo 2.4 del presente documento.</p> <p>Test di cessione (vedi allegato 2 - Test di cessione)</p>
<b>Processi di preparazione del materiale in entrata</b>	Nessuno. Il materiale sostituisce gli inerti naturali.

<b>Ostacoli tecnici o materiali che possono impedire il riciclo</b>	<b>OSTACOLI TECNICI</b> Dal punto di vista tecnico nessuno; numerosi studi e applicazioni pratiche ne hanno ampiamente dimostrato l' idoneità. Dal punto di vista ambientale, la presenza di "inquinanti" quali i residui di resine organiche possono condizionare il risultato del test di cessione, in particolare per il parametro COD (limite 30 mg/l), rendendo il materiale non conforme, in relazione agli attuali limiti definiti dalla normativa, allo specifico impiego.
	<b>OSTACOLI DI NATURA NON TECNICA</b> Gli ostacoli di natura non tecnica sono connessi, alla natura di "rifiuto" del materiale. Normalmente questo genere di utilizzo è ottimale per grandi opere pubbliche come la costruzione di strade o autostrade, realizzazione di terrapieni o altri impieghi in sostituzione di terre e sabbie di origine naturale. Si tratta quasi sempre di materiali "poveri" a basso valore aggiunto per le stesse industrie estrattive. In caso di utilizzo, il "risparmio" per l'utilizzatore non giustifica la responsabilità che grava sui direttori dei lavori che operano la scelta di sostituire gli inerti naturali con "un rifiuto", in particolare negli appalti pubblici spesso oggetto di indagine da parte della magistratura per molteplici ragioni, e che pertanto, considerano il ricorso all'utilizzo di rifiuti come un ulteriore "fattore di rischio" da evitare a priori. È fondamentale per prevenire questo problema, pervenire ad una diversa classificazione del residuo, oltre ad una seria campagna informativa verso le stazioni appaltanti, le imprese di costruzioni e gli ordini professionali, per promuovere l'economia circolare.
<b>Verifiche e controlli che vengono effettuati</b>	Dal punto di vista tecnico, l' idoneità del materiale non richiede alcuna verifica.

## 5.2 Scheda Tecnica (per Sottoprodotto)

Si riporta un facsimile di scheda tecnica, redatta sulla base dello schema inserito nel DM Ambiente n. 264/2016:

<b>TERRA/SABBIA ESAUSTA</b>	
<b>Anagrafica del produttore</b>	
• Denominazione sociale - CF/P.IVA;	
• Indirizzo della sede legale e della sede operativa	
<b>Impianto di produzione</b>	
• Indirizzo	
• Autorizzazione/Ente rilasciante Data di rilascio	
<input type="checkbox"/> AIA n. xxxxx del gg/mm/aaaa	<input type="checkbox"/> AUA n. xxxxx del xx/xx/xxxx
• Descrizione e caratteristiche del processo di produzione	
Fonderia di seconda fusione per produzioni di getti di acciaio/ghisa/alluminio, con sistemi di formatura in:	
<input type="checkbox"/> sabbia - argilla	<input type="checkbox"/> sabbia - silicato
<input type="checkbox"/> sabbia - resina	
• Indicazione dei materiali in uscita dal processo di produzione (prodotti, residui e rifiuti)	
Fusioni (prodotti); boccamì metallici (sottoprodotti destinati a riciclo interno), terre e sabbie esauste destinati a utilizzo esterno	
<b>Informazioni sul materiale</b>	



<b>• Tipologia e caratteristiche del residuo e modalità di produzione</b>
Terra/sabbia silicea derivanti da processi di formatura in fonderia di: <input type="checkbox"/> Metalli ferrosi: <input type="checkbox"/> Acciaio <input type="checkbox"/> Ghisa <input type="checkbox"/> Metalli non ferrosi: <input type="checkbox"/> Alluminio <input type="checkbox"/> Leghe di Rame <input type="checkbox"/> Leghe di Zinco <input type="checkbox"/> Altre leghe non ferrose
<b>• Conformità del materiale rispetto all'impiego previsto</b>
Residuo idoneo a sostituire la sabbia vergine nei processi produttivi industriali e costruzioni stradali
<b>Destinazione del sottoprodotto</b>
<b>• Tipologia di attività o impianti idonei ad utilizzare il residuo</b>
Cementifici; produzione di calce idraulica; produzione di calcestruzzo; produzione di laterizi; industria della ceramica; produzione di conglomerati per l'edilizia; produzione vetraria; produzione di conglomerati bituminosi; utilizzo per rilevati e sottofondi stradali
<b>• Impianto o attività di destinazione</b>
<b>Tempi e modalità di deposito e movimentazione</b>
Residuo stabile, non putrescibile, non deperibile – Stoccare al coperto
<b>• Modalità di raccolta e deposito del residuo</b>
Materiale <input type="checkbox"/> Sfuso <input type="checkbox"/> in Big Bags <input type="checkbox"/> Altro (specificare)
<b>• Indicazione del luogo e delle caratteristiche del deposito e di eventuali depositi intermedi</b>
<b>• Tempo massimo previsto per il deposito a partire dalla produzione fino all'impiego definitivo</b>
Non definito: materiale non soggetto ad alterazioni, non putrescibile, non produce percolato.
<b>• Modalità di trasporto</b>
<input type="checkbox"/> Sfuso <input type="checkbox"/> in Big Bags <input type="checkbox"/> Altro (specificare)
<b>Organizzazione e continuità del sistema di gestione</b>
Il residuo, decadente dal processo di formatura in fonderia è prodotto in continuità
<b>• Descrizione delle tempistiche e delle modalità di gestione finalizzate ad assicurare l'identificazione e l'utilizzazione effettiva del sottoprodotto.</b>
La produzione del residuo può essere tracciata, fin dalla sua origine.

### 5.3 Approccio metodologico proposto per la verifica dei requisiti di tutela della salute e dell'ambiente (per utilizzi non legati)

In Italia la verifica della compatibilità ambientale dei residui destinati a utilizzo in procedura semplificata (ex art. 216 D. Lgs 152/06) destinati ad immissione diretta in ambiente (nel caso di realizzazione di sottofondi e rilevati stradali) o per prassi negli altri casi, viene effettuata mediante test di lisciviazione secondo il metodo EN 12457-2 "Lisciviazione - Prova di conformità a singolo stadio, con un rapporto liquido/solido di 10 L/kg, per la lisciviazione di rifiuti granulari e di fanghi con particelle di dimensioni minori di 4 mm" (standard tecnico per i rifiuti).

Nel caso delle terre/sabbie esauste di fonderia sia essa classificata "sottoprodotto" o "EoW", lo standard EN 12457-2 (riferito esplicitamente ai rifiuti) non rappresenta un vincolo normativo, non essendo stati specificati i criteri tecnici di verifica di cui alla lettera d) art.184-bis (sottoprodotto) o della lettera d) dell'art 184-ter (cessazione della qualifica di rifiuto) del D. Lgs. n. 152/2006, bensì un "simil-riferimento" a cui per consuetudine si fa riferimento<sup>3</sup>.

È da sottolineare infatti come le autorizzazioni ordinarie di End of Waste "caso per caso" possano discostarsi dai criteri stabiliti dal D.M. 5 febbraio 1998, in quanto questi ultimi sono relativi a

<sup>3</sup> L'applicazione della norma UNI EN 12457-2 è prevista esplicitamente per alcune operazioni di recupero nel D.M. 5 febbraio 1998 e s.m.i. che disciplina il recupero di rifiuti in procedura semplificata.

---

particolari ipotesi di iscrizione in procedura semplificata e, pertanto, risultano essere in linea di massima più restrittivi.

Il test di cessione, che è la prova simulata di rilascio di contaminanti da parte di un materiale, rimane ad oggi senza dubbio, anche guardando all'approccio di altri paesi europei, uno strumento valido e di riferimento per le informazioni che restituisce in termini di possibili impatti sul suolo e sulle falde delle sostanze rilasciate e si ritiene corretto non abbandonare questo approccio, che presenta indiscutibili vantaggi quali:

- economicità;
- semplicità di esecuzione;
- rapidità nell'ottenimento dei risultati;
- diffusa presenza di laboratori in grado di eseguire questo tipo di test.

Si sono tuttavia da tempo andati affermando in campo scientifico e normativo altri importanti test di verifica della compatibilità ambientale dei materiali che chiamano in causa le possibili interazioni dirette con l'ambiente, come per esempio i Test di ecotossicità, finalizzati a verificare e quantificare l'eventuale risposta biologica negli organismi utilizzati per il test.

I test ecotossicologici possono vantare due importanti prerogative:

- permettono valutazioni globali dell'impatto di un materiale sull'ambiente naturale con risposte facilmente comprensibili;
- accertano e quantificano gli effetti tossici sugli organismi viventi, utilizzando specie indicatrici sensibili.

L'esecuzione di questo tipo di prove presenta, per contro, alcuni aspetti peculiari che sono:

- tempi lunghi di esecuzione;
- complessità delle condizioni di laboratorio;
- scarsa presenza di laboratori attrezzati per la conduzione di test di ecotossicità;

che li rendono poco fruibili in una attività di "controlli di routine" di terre/sabbie di fonderia, in sostituzione del test di cessione per valutare la "compatibilità ambientale" per gli impieghi non legati.

Il criterio metodologico proposto per la verifica della conformità ambientale del citato materiale è riconducibile al test di lisciviazione integrato, in caso di esiti parzialmente negativi, con un test di ecotossicità.

Come ogni metodo indiretto la definizione di limiti tabellari (in questo caso la concentrazione di una serie sostanze in soluzione lisciviante) passa da una semplificazione metodologica necessaria: l'individuazione cioè di valori soglia per tutti gli elementi ritenuti di interesse, nella quale l'effetto cumulativo della presenza di più sostanze non può che essere affrontato semplicemente scegliendo valori limite tabellari conservativi.

È indiscusso che una verifica indiretta, come quella della lisciviazione, originariamente pensata per dei rifiuti e quindi massimamente conservativa, affermatosi tra l'altro in un momento storico che sperimentava un concetto di recupero ancora allo stato embrionale, non può rimanere oggi l'unico criterio decisionale cui riferirsi. In questa nuova era della circolarità è doveroso trovare modalità e soluzioni metodologiche che di massimizzino ed efficientino il recupero dei materiali.

Per superare il limite metodologico della lisciviazione è dunque opportuno affiancare, là dove necessario e in modo complementare, un saggio diretto del reale potenziale impatto, quindi un test di ecotossicità, anche se caratterizzato da una procedura esecutiva sicuramente più complessa.

La presente proposta metodologica vuole dare risposta a situazioni possibili in cui, per esempio, un'unica concentrazione di eluato può essere superiore al valore limite: in tal caso il destino del materiale, segnato dal solo comportamento alla lisciviazione, sarebbe ineluttabilmente quello della

---

discarica. Qualora fosse data invece la possibilità di approfondirne il suo reale impatto tossico, il materiale potrebbe essere recuperato: attraverso la verifica della sua ecotossicità ne emergerebbe la reale o non consistente “criticità ambientale”.

Alla luce di questo ragionamento si è voluto trovare un approccio alternativo e compensativo di una metodologia che per massimo rigore porterebbe ad una ingiustificata e non più sostenibile generazione di rifiuti soffocando importanti possibilità di recupero di materiali verso cui invece ci è chiesto di andare in modo imperativo.

Si ritiene quindi come primo requisito necessario e sufficiente sia il rispetto dei valori limite di concentrazione delle sostanze contenute nell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 (selezionando tra queste solo le sostanze di interesse per il materiale in esame), attraverso l'esecuzione di un test di lisciviazione condotto secondo lo standard tecnico proprio degli aggregati da costruzione UNI EN 1744-3. Questo requisito rappresenta una adeguata condizione *ex lege* a sufficiente garanzia della richiesta contenuta alla lettera d) dell'art.184-bis (sottoprodotto) e alla lettera d) dell'art. 184-ter (cessazione della qualifica di rifiuto) del D. Lgs. n. 152/2006.

Il Test di lisciviazione del residuo è finalizzato a verificare l'eventuale presenza, e relativa concentrazione, di determinati parametri, che sono considerati rilevanti - in determinate concentrazioni e condizioni - per il loro potenziale impatto sia sulla salute umana, sia sull'ambiente.

Propedeuticamente al discorso di complementarità del test di ecotossicità, per il test di lisciviazione sono stati selezionati a partire dalla tabella di cui all'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998, i parametri rilevanti, con l'esclusione di alcune sostanze/elementi, tenendo conto delle peculiarità e delle specificità di composizione chimica del materiale in esame (terra esausta).

Per i parametri esclusi, negli eluati delle terre esauste, si sono registrati storicamente, valori al di sotto della soglia di rilevanza analitica oppure, qualora rilevati, i valori sono sempre significativamente inferiori ai rispettivi valori limite riportati nell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998. Ciò accade in quanto, nel processo che subiscono le terre di formatura in fonderia (nelle quali i citati elementi sono assenti in origine), mancano le condizioni per la loro stessa formazione.

Per quanto riguarda i valori limite proposti per i restanti parametri oggetto di verifica, essi corrispondono a quelli previsti dall'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998:

Per i parametri selezionati, l'eventuale superamento dei valori limite, può non rappresentare un criterio di esclusione dalla idoneità del materiale: solo una ulteriore verifica di tipo diretto del reale comportamento ambientale del materiale permette di stabilirne l'utilizzabilità.

In sintesi, il metodo proposto si sostanzia nelle seguenti determinazioni:

1. sottoporre a verifica di idoneità campioni di materiale mediante test di cessione;
2. mantenere il principio scientifico del ricorso ad una prova di eluizione condotta secondo la metodica dello standard tecnico UNI EN 1744-3 come criterio di verifica prioritario della conformità ambientale del materiale, con riferimento ai soli parametri di interesse per le terre/sabbie esauste di fonderia tra quelli riportati nell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e rispettivi valori limite;
3. in caso di superamento dei citati valori limite, sia possibile dimostrare comunque l'idoneità del materiale mediante una verifica di ecotossicità.

Sulla scorta delle considerazioni esposte e con riferimento alla tipologia di test da condurre ai fini della verifica della “compatibilità”, per gli utilizzi non legati della Terra/sabbia di fonderia, l'approccio nell'Allegato 2 prevede il ricorso ad entrambe le tipologie di prove, test di lisciviazione come da standard tecnico UNI EN 1744-3 e verifica di ecotossicità per la valutazione degli impatti ambientali sulle matrici pertinenti agli utilizzi e sugli organismi appartenenti alle relative catene trofiche.

---

Si intende infine ancora sottolineare che l'approccio si ispira ad un importante obiettivo, quello di ottimizzare la frazione di recupero di questi preziosi materiali inerti con la garanzia di un impatto ambientale adeguato ed in linea con quanto richiesto dalla normativa.

Al momento non sono ancora disponibili metodiche riconosciute per la verifica di ecotossicità dei residui destinati ad utilizzi "non legati"; la parte ecotossicologica sarà quindi applicabile solo in seguito alla definizione di tali aspetti.

#### **5.4 Verifica adempimenti REACH**

Ai fini della normativa REACH il residuo costituisce una sostanza.

Il residuo è costituito da minerali inseriti nell'Allegato V del REACH esenti da registrazione ex art. 2, paragrafo 7, lettera b), Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006).

Le sabbie e la bentonite (argilla) utilizzate in fonderia, sono presenti in natura (in particolare le sabbie, estratto da cave, subiscono esclusivamente processi di lavorazione quali: vagliatura, lavaggi in acqua ed essiccazione; lavorazioni che, ai sensi del punto 39) dell'art. 3 del Regolamento, consentono di definire tali materiali quali "Sostanze presenti in natura").

Inoltre, i residui in parola non subiscono, durante il processo di fonderia, o nelle successive lavorazioni di "pulizia" del residuo per il successivo utilizzo, modificazioni chimiche (ai sensi del punto 40 dell'art. 3 del Regolamento), rimanendo immutata la struttura chimica e mineralogica del materiale originale.

Il residuo, infine, non contiene alcuna sostanza di cui all'allegato XIII sottoposta a restrizione e/o dell'allegato XIV sottoposte ad autorizzazione, né risulta essere "contaminato" da alcuna delle sostanze SVHC, di cui all'art. 59, paragrafo 10 del Regolamento REACH, in concentrazione maggiore dello 0,1% (p/p).

#### **5.5 Criteri di campionamento**

Allo scopo di garantire la rappresentatività dei materiali utilizzati, al fine delle verifiche analitiche necessarie per caratterizzare il residuo, i campionamenti sono effettuati nel rispetto della norma UNI 10802:2013.

Questo procedimento di campionamento manuale si effettua in funzione dello stato fisico del residuo, dello stato e caratteristiche dello stoccaggio realizzato presso il produttore/detentore e dell'obiettivo dell'analisi.

L'importanza di questo criterio di campionamento è data dalla garanzia di rappresentatività del campione prelevato; anche qualora il materiale si presentasse visivamente eterogeneo in relazione al suo stato fisico e/o pezzatura, è possibile ottenere un campione di laboratorio in grado essere rappresentativo del residuo nel suo complesso.

I campionamenti devono essere effettuati da personale qualificato e corredati di verbale di campionamento atto a descrivere la metodologia utilizzata e quant'altro necessario per garantire la conformità e rappresentatività dei campioni sottoposti ad analisi.

Il verbale di campionamento sarà parte integrante del certificato analitico risultante.

### **6. VANTAGGI DELL'IMPIEGO DELLE TERRE E SABBIE ESAUSTE IN SOSTITUZIONE DI MATERIE PRIME "VERGINI"**

L'obiettivo di questo paragrafo è quello di fornire indicazioni qualitative in merito ai possibili vantaggi che possono derivare da un processo di riciclo. È evidente che questo genere di analisi richiederebbe una completa elencazione di tutti i residui e dei loro possibili utilizzi alternativi, cosa che attualmente manca. Tuttavia, si può formulare una ipotesi esemplificativa facendo riferimento

---

ad uno dei principali utilizzi delle terre/sabbie, ovvero la sostituzione della sabbia vergine. Le sabbie vergini sono molteplici e il loro valore è funzione della percentuale di silice contenuta, del colore, della granulometria e del grado di purezza. Le sabbie utilizzate per il processo di produzione del vetro sono di qualità elevata; come già analizzato, le sabbie di fonderia possono sostituire quelle vergini nella produzione del vetro, come riportato negli studi accademici effettuati; sostituzione che risulterebbe essere fattibile dal punto di vista tecnico, sebbene manchino esperienze condotte su scala industriale.

In letteratura sono presenti analisi LCA sull'estrazione di una tonnellata di sabbia vergine destinata a vari usi, tra cui quello della produzione del vetro<sup>4</sup>; la produzione di una tonnellata di sabbia vergine ha un elevato impatto ambientale. Osservando solo gli impatti climatici in termini di Kg di CO<sub>2</sub> equivalenti, si osserva che a seconda della tecnologia utilizzata, l'estrazione di una tonnellata genera dai 33 ai 52,5 kg di CO<sub>2</sub>: prendendo la media tra i due valori arrotondata per difetto, si ottiene un valore di 42 Kg di CO<sub>2</sub> equivalente. Considerando che una vetreria consuma mediamente 10.000 tonnellate di sabbia all'anno, questo significa che il processo di estrazione della sabbia vergine per una vetreria comporta emissioni di CO<sub>2</sub> per 420 tonnellate all'anno.

L'impiego di un materiale di riciclo porterebbe a risparmiare tale impatto ambientale; un ulteriore vantaggio ambientale deriva dalla riduzione dei quantitativi di rifiuto eventualmente conferito in discarica, ove non trovasse canali di utilizzo.

---

<sup>4</sup> Si veda Anamarija Grbeš *A Life Cycle Assessment of Silica Sand: Comparing the Beneficiation Processes*, in "Sustainability" - Sustainability **2016**, 8(1), 11; <https://doi.org/10.3390/su8010011>.

**DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETÀ  
AI SENSI E PER GLI EFFETTI DELL'ARTICOLO 184-TER, COMMA 3, LETT. E),  
DEL DECRETO LEGISLATIVO 3 APRILE 2006, N. 152  
(Articoli 47 e 38 del d.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)**

Dichiarazione numero*	
Anno	

(\*) riportare il numero della dichiarazione in modo progressivo

Il/La sottoscritto/a		nato/a		( )
il	C.F.	di cittadinanza		
residente a	( )	in	n.	
in qualità di				
dell'Impresa		CF/P.IVA		
Indirizzo				n.
Comune	CAP	Provincia		
Impianto di produzione				
Indirizzo				n.
Comune	CAP	Provincia		
in possesso di autorizzazione al recupero di rifiuti				n.
rilasciata in data		da		

**DICHIARA CHE**

- la sostanza/oggetto per la/il quale viene rilasciata la presente dichiarazione è prodotta/prodotto dalle operazioni di recupero svolte in ottemperanza al provvedimento autorizzativo sopra richiamato;
- la sostanza/oggetto ottenuta dalle operazioni di recupero è denominata \_\_\_\_\_;
- il lotto di sostanza/oggetto ottenuta/ottenuto dalle operazioni di recupero autorizzate è rappresentato dalla seguente quantità: mc: \_\_\_\_\_; t: \_\_\_\_\_;
- il predetto lotto è conforme alle caratteristiche specificate nel provvedimento autorizzativo sopra richiamato per il prodotto indicato precedentemente, come risulta dalla documentazione allegata alla presente;
- il predetto lotto di sostanza/oggetto è destinato al seguente scopo specifico: \_\_\_\_\_;

**DICHIARA INOLTRE**

- di essere consapevole delle sanzioni penali, previste in caso di dichiarazioni non veritiere e di falsità negli atti e della conseguente decadenza dai benefici di cui agli articoli 75 e 76 del d.P.R. 445/2000;
- di essere informato del fatto che i dati contenuti nella presente dichiarazione saranno trattati ai sensi del Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR - Regolamento UE n. 679/2016).

Alla dichiarazione deve essere allegata la seguente documentazione:

- documentazione attestante le caratteristiche tecniche e merceologiche del lotto;
- documentazione attestante le caratteristiche chimico/fisiche del lotto (se necessarie);
- copia in corso di validità di un documento di identità del dichiarante.

**TEST DI CESSIONE**

Il presente Test è utilizzabile per la valutazione della conformità del residuo terra esausta nel caso di utilizzi non legati (quali ad esempio rilevati e sottofondi stradali, “capping” di discarica, ecc.); la terra esausta, indipendentemente dal suo status giuridico (sottoprodotto / End of Waste), viene sottoposta al Test di cessione, condotto secondo quanto previsto dalla norma tecnica UNI EN 1744-3 “Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati – Preparazione di eluati per dilavamento di aggregati”.

Il Test di cessione del residuo è finalizzato a verificare l’eventuale presenza, e relativa concentrazione, di determinati parametri, che sono considerati rilevanti - in determinate concentrazioni e condizioni - per il loro potenziale impatto sia sulla salute umana, sia sull’ambiente. Tali parametri sono stati individuati a partire dalla tabella di cui all’allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998, con l’esclusione di alcune sostanze/elementi, tenendo conto delle peculiarità e delle specificità di composizione chimica del materiale in esame (terra esausta).

Nello specifico, per l’analisi del Test di cessione, sono stati esclusi, in quanto non pertinenti per i residui in esame, i seguenti parametri presenti invece nell’allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998:

- Bario;
- Rame;
- Berillio;
- Cobalto;
- Vanadio;
- Arsenico;
- Cadmio;
- Piombo;
- Selenio;
- Mercurio;
- Amianto;

Per i parametri esclusi, negli eluati delle terre esauste, si registrano infatti valori al di sotto della soglia di rilevabilità analitica oppure, qualora rilevati, i valori sono sempre significativamente inferiori ai rispettivi valori limite riportati nell’allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998. Ciò accade in quanto, nel processo che subiscono le terre di formatura in fonderia, mancano le condizioni per la loro stessa formazione o non sono presenti in quantità significative nelle materie prime.

Per quanto riguarda i valori limite proposti per i restanti parametri, essi corrispondono a quelli previsti dall’allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998:

<b>Parametri</b>	<b>Concentrazioni limite</b>	<b>Unità di misura</b>
Nitrati	50	mg/l NO <sub>3</sub>
Fluoruri	1,5	mg/l F
Solfati	250	mg/l SO <sub>4</sub>
Cloruri	100	mg/l Cl
Zinco	3	mg/l Zn
Nichel	10	microgrammi/l Ni
Cromo totale	50	microgrammi/l Cr
COD	30	mg/l
PH	5.5 < > 12.0	--

---

La verifica della conformità della terra esausta di fonderia, per gli utilizzi non legati, richiede dunque, l'effettuazione del Test di cessione (svolto secondo la norma tecnica UNI EN 1744-3), e la valutazione dei risultati ottenuti per i parametri riportati in tabella, secondo il seguente protocollo:

- se tutti i parametri rispettano il proprio limite, allora la terra esausta è conforme per gli utilizzi non legati;
- se uno o più parametri analizzati non rispettano il proprio limite, allora la conformità della terra/sabbia esausta per gli utilizzi non legati può essere verificata attraverso una verifica di ecotossicità effettuata secondo le metodiche riconosciute, da svolgersi nel rispetto di indicazioni e/o specifici criteri che verranno stabiliti da parte dagli Enti preposti. In tal caso, solo se ne sarà esclusa l'ecotossicità, il materiale (terre/sabbie esauste) è conforme agli utilizzi non legati.
- nelle more dell'adozione delle indicazioni e/o specifici criteri di cui al punto precedente, la conformità delle terre/sabbie è verificata attraverso il solo rispetto dei limiti del test di cessione per tutti i parametri.