

Linee guida per la gestione delle scorie nere di acciaieria a forno elettrico



INDICE

1. Descrizione ciclo produttivo da cui si origina la scoria nera
2. Descrizione del residuo scoria nera
 - 2.1 Composizione chimica della scoria nera
 - 2.2 Caratteristiche chimico-fisiche della scoria nera
3. Gestione del residuo scoria nera
 - 3.1 Gestione come sottoprodotto
 - 3.1.1 Trattamenti considerabili “normale pratica industriale”
 - 3.1.2 Aspetti gestionali
 - 3.1.3 Riepilogo verifica delle condizioni art. 184-bis D. Lgs. n. 152/2006
 - 3.2 Gestione come rifiuto da recuperare con cessazione della qualifica di rifiuto (EoW)
 - 3.2.1 Attribuzione dello *status* di rifiuto
 - 3.2.2 Operazioni di recupero presso gli impianti autorizzati
 - 3.2.3 Riepilogo verifica delle condizioni art. 184-ter D. Lgs. n. 152/2006
4. Utilizzi tipici
5. Scheda analitica per ciascun utilizzo tipico contenente:
 - Descrizione ambito di utilizzo
 - Requisiti standard di prodotto
 - Norme tecniche di riferimento
 - Requisiti standard di tutela della salute e dell’ambiente
6. Approccio metodologico proposto per la verifica dei requisiti di tutela della salute e dell’ambiente (per utilizzi non legati)
7. Esempio di “Declaration of Performance”
8. Campionamento della scoria nera sottoprodotto/End of Waste
9. Vantaggi derivanti dall’impiego della scoria nera in sostituzione di altri materiali
10. Applicazioni innovative

Allegato 1 – Parametri e metodologia per la verifica di conformità (utilizzi non legati)

Allegato 2 – Schema di dichiarazione di conformità End of Waste

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 presente documento è dedicato in specifico alla **scoria nera da forno elettrico (EAF-C)** generata dalla produzione di acciaio al carbonio, che rappresenta per caratteristiche e quantità il principale residuo che si origina dai processi produttivi dell’acciaio presenti in regione Lombardia.*

La stesura del documento ha preso spunto dagli esiti più recenti della ricerca scientifica e dalle esperienze di altri paesi UE, da cui emerge che gli aggregati artificiali costituiti da scoria nera da EAF, qualora opportunamente gestiti e nel rispetto di precisi requisiti, possiedono caratteristiche idonee, sia dal punto di vista tecnico/prestazionali che di compatibilità ambientale, per poter essere validamente utilizzati in specifici impieghi in sostituzione di risorse naturali, in particolare nel settore delle costruzioni edili e stradali, in conformità alla normativa tecnica di riferimento per ciascuna specifica applicazione.

I criteri definiti nella presente linea guida tecnica, declinati sia per la gestione del residuo come “sottoprodotto”, sia per la gestione come “rifiuto che ha cessato di essere tale” (End of Waste), intendono costituire un riferimento a livello regionale per tutti i soggetti coinvolti (produttori, recuperatori, Autorità competenti). In particolare, la linea guida è destinata sia ai produttori che scelgono di gestire i propri residui come “sottoprodotti” (ai sensi dell’art. 184-bis del D.Lgs. n. 152/06), sia alle Autorità competenti che possono autorizzare in procedura ordinaria o in AIA il riciclo dei materiali come “End of Waste caso per caso” (ai sensi dell’art. 184-ter del D.Lgs. n. 152/06).

La linea guida tecnica si intende immediatamente applicabile nell’operatività della gestione del recupero delle scorie nere di acciaieria.

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 di cui al Paragrafo 6 ed Allegato 1.

Pertanto, in attesa della definizione di tali criteri, nei casi in cui, limitatamente agli utilizzi non legati, a seguito dell'esecuzione del test di cessione, svolto secondo la norma tecnica UNI EN 1744-3, uno, o più, dei parametri (gruppo A o gruppo B) non rispetta il proprio limite, il materiale deve essere considerato non conforme.

1. Descrizione ciclo produttivo da cui si origina la scoria nera

Nel ciclo EAF la materia prima fondamentale è il rottame di ferro: la carica solida viene portata a fusione mediante il calore trasmesso dall'arco elettrico che si stabilisce tra gli elettrodi di grafite che sovrastano la carica e il rottame stesso.

La carica metallica base, oltre che dal rottame, può essere costituita anche da pani di ghisa, minerale preridotto (HBI) ed elementi metallici di lega. Insieme alla materia prima si caricano nel forno EAF materiali carboniosi, ad esempio coke o antracite, in proporzioni tali da tenere sotto controllo il tenore di ossigeno del bagno a fine ossidazione, e calce priva di umidità quest'ultima essendo il costituente principale per la formazione della scoria sopra il bagno del metallo liquido. Al fine di agevolare la fusione della carica è utilizzata oltre all'energia elettrica anche l'energia chimica, tramite più bruciatori radiali alimentati a combustibili gassosi che hanno anche lo scopo di uniformare la temperatura all'interno del forno. La formazione della scoria nel forno inizia a temperature inferiori in genere a 1550 °C e le principali funzioni cui essa assolve ai fini dell'ottimizzazione del processo metallurgico sono:

1. proteggere il bagno liquido dall'ossidazione;
2. proteggere il refrattario interno del forno dall'irraggiamento diretto dell'arco elettrico mediante la sua caratteristica schiumeggiatura (rigonfiamento della scoria sviluppato per effetto dello sviluppo di gas come CO);
3. migliorare l'efficienza dello scambio termico tra l'arco elettrico ed il bagno del metallo liquido;
4. inglobare, sottraendoli al bagno metallico liquido, sostanze indesiderate (principalmente fosforo e zolfo).

L'efficienza della scoria nera ai fini dell'ottimizzazione del processo metallurgico viene monitorata attraverso la misura di alcuni indici di basicità, che quantificano sostanzialmente la bontà della scoria in termini di non aggressività nei confronti del refrattario del forno ed in termini di capacità di proteggere il bagno liquido dall'ossidazione. Per la correzione della basicità vengono aggiunti, sia in forno che in paiola (contenitore in cui viene sversata la scoria liquida a fine ciclo fusorio), degli specifici correttivi, sia dunque per l'efficientamento del processo metallurgico sia per l'ottenimento di una scoria finale con composizione chimica e cristallografica ottimizzate per il suo successivo possibile impiego (si può quindi affermare che già durante il processo produttivo dell'acciaio si controllano le caratteristiche della scoria non solo ai fini metallurgici, ma anche al fine del suo utilizzo successivo).

Sempre nel forno fusorio EAF viene iniettato ossigeno attraverso una lancia che penetra parzialmente nel bagno e che ha il compito di decarburare e di eliminare per ossidazione alcuni elementi indesiderati nella lega che si vuole ottenere.

L'insufflazione di ossigeno porta l'acciaio al tenore desiderato di carbonio e alla formazione degli ossidi metallici: questi ultimi caratterizzeranno la composizione chimica della scoria nera.

Immediatamente prima dello spillaggio dell'acciaio liquido ottenuto nel forno fusorio, per il quale è stato raggiunto il tenore di carbonio desiderato, la scoria "galleggiante" sul letto fuso di acciaio viene fatta fuoriuscire, inclinando il forno, attraverso una porta di scorifica. La scoria nera viene raccolta in un mastello-paiola che consentirà il trasporto alla zona dove avviene il raffreddamento controllato; diversamente la scoria può essere versata direttamente dal forno fusorio in una fossa, cosiddetta di scorifica, da dove viene successivamente prelevata e trasportata alla zona di raffreddamento.

Nel normale ciclo produttivo la scoria nera, una volta solidificata (a volte anche operando con raffreddamento diretto ad acqua), viene di regola frantumata a terra, attraverso mezzi d'opera idonei, per la sua successiva movimentazione. La frantumazione può essere anche completata in seguito in appositi frantoi attrezzati di vaglio e fase di deferrizzazione, al fine di ottenere un adeguato recupero della frazione metallica in essa contenuta (che ritorna evidentemente all'alimentazione del forno fusorio).

Detta frantumazione può essere svolta in continuo oppure con campagne periodiche, mediante l'impiego di impianti fissi o mobili; anche per questo motivo la scoria nera viene stoccata in cumuli in attesa delle operazioni di deferrizzazione. Durante tale periodo la scoria può subire una stabilizzazione a contatto con l'atmosfera, cui corrisponde una migliore frantumabilità successiva.

2. Descrizione del residuo scoria nera

2.1 Composizione chimica della scoria nera

La scoria nera da EAF può variare a seconda del tipo di acciaio che si produce, e la sua composizione chimica può quindi presentare alcune differenze in relazione alla tipologia del rottame utilizzato, alla quantità di ossigeno insufflato nel bagno e in generale alla pratica di conduzione del forno, come già descritto nel precedente capitolo.

In linea generale, la scoria nera può essere assimilata alle rocce naturali effusive di origine vulcanica e la sua composizione consiste principalmente in una miscela ternaria di ossido di calcio (CaO), diossido di silicio (SiO₂) e ossidi di ferro (FeO), alla quale si aggiungono, in percentuali minori, altri componenti.

Il più autorevole riferimento scientifico utilizzabile per descrivere analiticamente la scoria nera è l'esito delle attività condotte per la descrizione della scoria ai fini della sua registrazione ai sensi del Regolamento CE n. 1907/2006 (c.d. Regolamento REACH)¹.

Il Regolamento REACH, che riguarda la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche, e che non si applica ai rifiuti, ha imposto ai produttori e importatori europei lo studio delle proprietà chimico-fisiche, tossicologiche ed ecotossicologiche delle sostanze da loro prodotte o importate, allo scopo di presentare un dettagliato dossier di registrazione all'ECHA, l'Agenzia Europea per le sostanze chimiche.

Il Regolamento REACH impone di seguire un percorso preciso e di rilevante impegno tecnico e scientifico, per giungere a conclusioni riferibili a tutte le scorie prodotte su scala industriale dall'industria siderurgica europea.

Tra i diversi criteri introdotti dal Regolamento REACH, il più rilevante è sicuramente quello relativo alla "identità della sostanza" ("sameness"), che viene rispettato quando i produttori dimostrano di possedere gli stessi requisiti per ciò che concerne:

- processo produttivo;
- componenti mineralogici;
- collocazione della composizione chimica all'interno del diagramma ternario (un diagramma ternario è una rappresentazione su un triangolo equilatero di un sistema costituito da 3 variabili e viene in genere utilizzato per raffigurare la variazione delle proprietà chimico-fisiche di un sistema costituito da 3 componenti al variare della composizione del sistema).

Per poter soddisfare più coerentemente il criterio di "identità della sostanza", la famiglia delle scorie da forno elettrico è stata poi suddivisa in funzione della tipologia di acciaio prodotto (acciaio al carbonio o acciaio inossidabile/altolegato).

¹ La prima pubblicazione del Dossier di registrazione è datata 3 aprile 2011; l'ultimo aggiornamento del Dossier, rilevato in sede di stesura del presente documento, è del 22 maggio 2020 (<https://echa.europa.eu/it/registration-dossier/-/registered-dossier/16150/1>).

Per ogni tipologia di scoria siderurgica, il Consorzio RFSC (REACH Ferrous Slag Consortium), scientificamente guidato dall'Istituto tedesco FEhS (Research Institute for Iron and steel slags), ha quindi definito i parametri qualitativi e quantitativi della sostanza tal quale e del suo eluato, in modo tale da rendere univoca la caratterizzazione della scoria sulla quale sono stati poi sviluppati gli studi richiesti dal Regolamento REACH.

Famiglia	Tipologia di scoria		Numero CAS	Numero EINECS
1	Scoria da altoforno granulate (Granulated Blast furnace Slag)	GBS	65996-69-2	266-002-0
	Scoria da altoforno raffreddata a aria (Air-cooled Blast furnace Slag)	ABS	65996-69-2	266-002-0
2	Scoria da convertitore (Basic Oxygen furnace Slag)	BOS	91722-09-7	294-409-3
3a	Scoria da forno elettrico dalla produzione di acciaio al carbonio (Electric Arc Furnace slag from Carbon steel production)	EAF-C	-	932-275-6
3b	Scoria da forno elettrico dalla produzione di acciaio inossidabile/altolegato (Electric Arc Furnace slag from Stainless/high alloy steel production)	EAF-S	-	932-476-9
4	Scoria da metallurgia secondaria (Steelmaking Slag)	SMS	65996-71-6	266-004-1

Tabella 1 – Per ciascuna tipologia di scoria è riportato il numero EINECS (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances), e l'eventuale numero CAS (Chemical Abstracts Service), che le identificano in modo univoco.

Per garantire il principio di identità (“sameness”) per i componenti mineralogici, la scoria nera è stata analizzata con il metodo della diffrazione a raggi X (XRD) con sorgente radiante definita.

Ogni produttore ha pertanto fornito un diagramma XRD della propria scoria utilizzando un campione significativo e i metodi di campionatura e di analisi standard definiti dal Consorzio RFSC.

A titolo esemplificativo nella Tabella 2 si riportano le componenti mineralogiche più frequentemente rilevate nella scoria nera da forno elettrico dalla produzione di acciaio al carbonio, cui il presente documento si riferisce.

Componenti minerali primari	Formula molecolare
Larnite, (beta-silicato di calcio)	betaCa ₂ SiO ₄
Srebrodolschite (ossidi di calcio ferro)	Ca ₂ Fe ₂ O ₅
Brownmillerite, (ossidi di calcio, alluminio e ferro)	Ca ₂ AlFeO ₅
Spinello	CaMgSiO ₄
Wuestite (soluzione solida di ossidi di ferro, magnesio e manganese)	(F _{11-x-y} ,Mg _x ,Mn _y)O _z
Ghelenite (silicati di calcio e alluminio)	Ca ₂ Al ₂ SiO ₇
Bredigite (silicati di calcio e magnesio)	Ca ₁₄ Mg ₂ SiO ₃₂

Tabella 2 - Componenti mineralogiche più frequentemente rilevate nella scoria nera EAF-C.

Riguardo al requisito dell'identità della composizione chimica, il Consorzio RFSC ha utilizzato come detto i diagrammi ternari per i quali sono state prese a riferimento tre fasi specifiche, ovvero per la scoria EAF-C CaO+MgO, SiO₂+Al₂O₃, FeO_n+MnO.

Sul diagramma ternario relativo alla scoria EAF-C, ed analogamente per le altre famiglie di scorie, si è individuato, attraverso l'analisi di tutti i campioni rappresentativi di quel tipo di scoria sottoposti a registrazione REACH, un'area indicativa della media dei valori ed al suo interno è stata scelta la composizione target sulla quale sono stati effettuati i test ecotossicologici e tossicologici richiesti dal protocollo REACH.

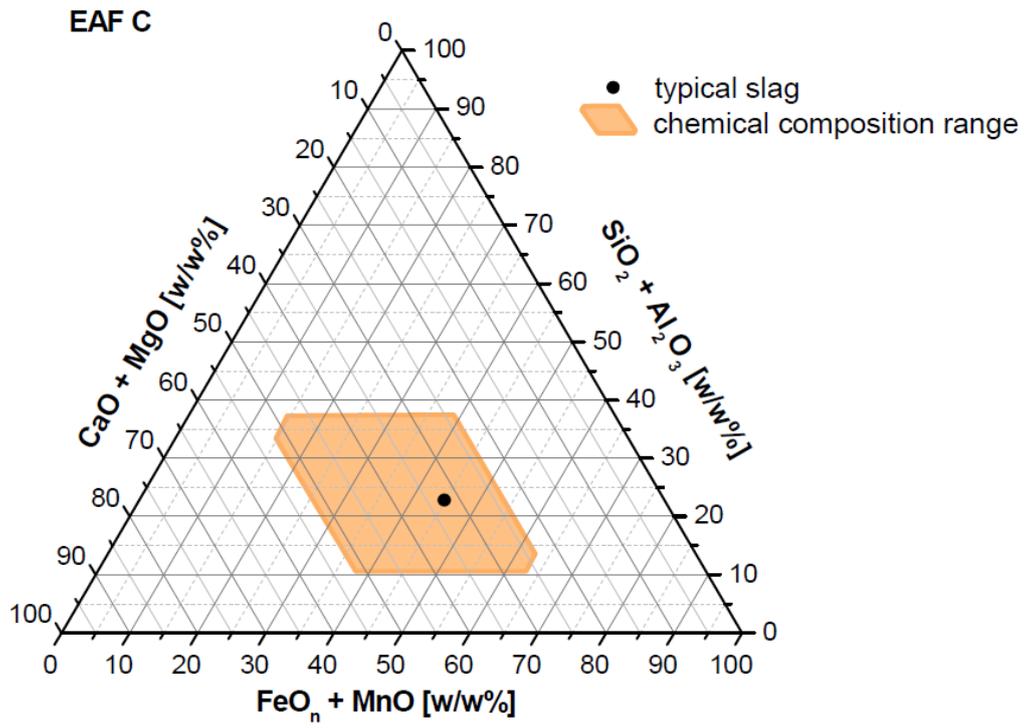


Figura 1 – Diagramma ternario della scoria EAF-C.

2.2 Caratteristiche chimico-fisiche della scoria nera

Per descrivere le caratteristiche chimico-fisiche della scoria nera EAF-C è possibile assumere come riferimento il “Rapporto sulla Sicurezza Chimica” (CSR) elaborato in ambito REACH. Il CSR contiene in particolare il sommario dettagliato delle informazioni sulle proprietà della sostanza che possono costituire un pericolo per l’ambiente e per la salute umana e, ove necessario, una valutazione dell’esposizione e del rischio.

Nel caso della scoria nera, si tratta di un documento voluminoso, che ha raccolto il contributo della comunità scientifica e l’adesione del 97% dei produttori di scoria europei, è depositato presso l’Agenzia Europea ECHA ed è disponibile per la consultazione e i commenti da parte dei soggetti interessati.

Nel CSR sono riportate le conclusioni derivanti dalla caratterizzazione delle scorie per quanto attiene non solo gli aspetti chimico-fisici, ma anche quelli eco-tossicologici e tossicologici.

I risultati del CSR indicano che la scoria ferrosa non è da classificarsi ai fini del Sistema Globalizzato di Classificazione e Etichettatura delle Sostanze Chimiche (GHS) e della Direttiva per le sostanze pericolose, e pertanto non le sono attribuite caratteristiche di pericolosità.

Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche della scoria esse non si discostano molto dalle caratteristiche dell’inerte naturale che tipicamente sostituisce nei suoi possibili impieghi nell’ambito delle costruzioni civili. Le differenze di maggior rilievo in relazione ai possibili utilizzi sono relative a:

- peso specifico, che nel caso della scoria risulta in genere ben superiore rispetto a quello dell’inerte naturale, a causa del più alto contenuto di ossidi di ferro;
- colore, che per le scorie, se paragonato a un materiale inerte di tipo calcareo, è decisamente più scuro;
- maggiore resistenza alla frantumazione, caratteristica particolarmente apprezzata per la costruzione di rilevati, ballast ferroviari, ecc.

Nella Tabella 3 si riportano le proprietà chimico-fisico delle scorie, come contenute nel database delle sostanze registrate sul sito web dell’ECHA (<https://echa.europa.eu/it/registration-dossier/-/registered-dossier/16150/10>) e parte integrante del CSR.

Summary of physicochemical properties of EAF-C ferrous slag	
Substance	EAF-C
Physical state at room temperature	Solid
Origin	Inorganic
Colour	Grey
Odour	Odourless
Melting point (°C)	> 1000
Boiling point	Boils above 2000 °C
Density (kg/L)	Approximately 3
Vapour pressure	< 0,000000001 Pa
Surface tension	Not intended to be a surfactant
Water solubility	< 1 g/l
K_{ow}	Inorganic UVCB
Flash-point	Inorganic
Flammability	Not flammable
Explosive properties	Not explosive
Self-ignition temperature	No spontaneous combustion
Oxidising properties	No oxidizing properties
Grain size fraction 1-4 µm (% w/w of total)	For example, EAF-C (0/32) <0,1%
Stability in organic solvents	Insoluble in organic solvents
Dissociation constant	Insoluble UVCB
Viscosity at room temperature	Solid

Tabella 3 – Proprietà chimico-fisico delle scorie nere, contenute nel database delle sostanze registrate sul sito web dell'ECHA e parte integrante del CSR (Chemical Safety Report).

3. Gestione del residuo scoria nera

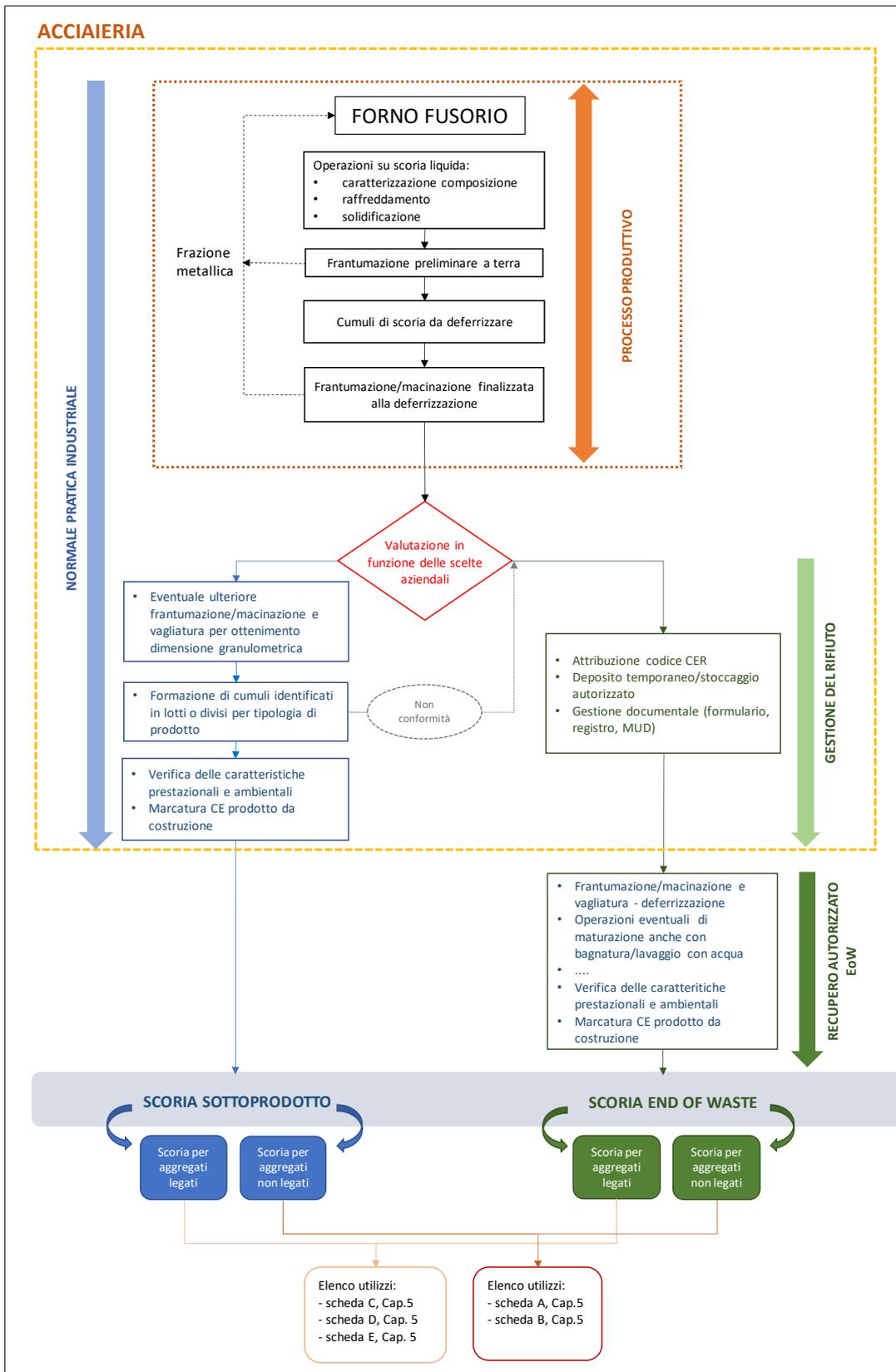


Figura 2 – Schema di flusso della gestione della scoria EAF-C.

3.1 Gestione come sottoprodotto

3.1.1 Trattamenti considerabili “normale pratica industriale”

Nel BREF siderurgico (“Best Available Techniques Reference Document for Iron and Steel Production”), documento tecnico di riferimento a livello comunitario che, ai sensi della normativa per la prevenzione e il controllo integrato dell’inquinamento (IPPC), individua e descrive per ogni settore industriale le migliori tecniche disponibili in campo ambientale, sono riportati la normale pratica industriale e i trattamenti a cui vengono generalmente sottoposte le scorie siderurgiche per poter essere successivamente utilizzate come aggregato nelle opere di ingegneria civile e nella costruzione delle strade.

Come già detto, nel normale ciclo produttivo la scoria **nera**, una volta solidificata (anche mediante raffreddamento diretto con acqua) viene frantumata ed anche macinata in appositi mulini al fine di ottenere un adeguato recupero della frazione metallica in essa contenuta (frazione che ritorna evidentemente all’alimentazione del forno fusorio).

La frantumazione/macinazione può essere condotta o grossolanamente con mezzi d’opera o anche in più fasi con impianti destinati, in funzione della frazione di recupero dell’acciaio che si vuole ottenere.

A titolo di esempio, si riportano di seguito le pratiche industriali comunemente adottate nel ciclo a forno elettrico a partire dall’ottenimento della scoria liquida, come riportato nel BREF, pag. 426 - paragrafo 8.1.7 “Slag handling and processing”:

- eventuale miglioramento della fase di raffreddamento della scoria mediante acqua (“*The cooling of the slag may be enhanced by water sprays.*”);
- pre-frantumazione se la fase di solidificazione avviene a terra (“*If the slag is poured on the floor, it is precrushed after solidification using excavators or shovel loaders and brought to an outside storage area.*”);
- successive frantumazione e vagliatura per conferire alla scoria le granulometrie idonee all’uso nel settore delle costruzioni (“*After a certain period of time, the slag is processed in crushing and screening devices in order to give it the desired consistency for its further use in construction.*”);
- durante le operazioni di trattamento della scoria, si procede contestualmente ad effettuare il recupero delle frazioni metalliche mediante separazione magnetica, manuale o con escavatore, frantumazione e vagliatura (“*During this operation, any metallic particles contained in the slag are separated magnetically, manually or using digging, crushing and sieving in order to be recycled into the steelmaking process.*”).

Tutte le attività sopra elencate rientrano dunque a pieno titolo nella definizione di normale pratica industriale in quanto:

- tradizionalmente previste dall'attività siderurgica ed in quanto tali, come visto, contenute nel BREF di riferimento per il settore;
- risultano confrontabili con le attività che vengono svolte nelle produzioni degli inerti naturali, che rappresentano le materie prime di origine naturale sostituite dalle scorie nere nelle previste possibili applicazioni industriali.

Si riporta di seguito una rappresentazione in forma schematica di un esempio di processo di lavorazione e preparazione della scoria **nera**, estratto dal paragrafo dedicato alla descrizione delle migliori tecniche disponibili per il trattamento delle scorie da forno elettrico (BREF, pag. 475 – paragrafo 8.3.9 “EAF slag processing”).

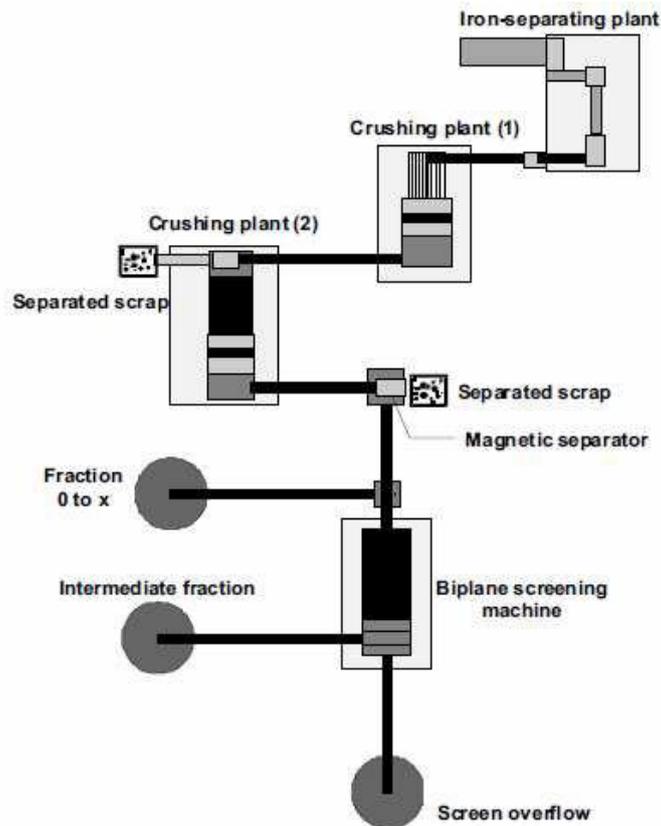


Figura 3 – Esempio di processo di lavorazione e preparazione della scoria nera, estratto dal paragrafo dedicato alla descrizione delle migliori tecniche disponibili per il trattamento delle scorie da forno elettrico (BREF, pag. 475 – paragrafo 8.3.9 “EAF slag processing”).

Anche alla luce, dunque, di quanto riportato nel BREF, con riferimento al sottoprodotto in questione, alcune delle principali operazioni considerabili normale pratica industriale ai sensi della lettera c) dell'art. 184-bis del D. Lgs. n. 152/2006 possono essere individuate nel seguente elenco (non esaustivo):

- 1) trasporto della scoria liquida dalle aree forni all'area di lavorazione delle scorie;**
- 2) sversamento della scoria liquida su un letto di scorie;**
- 3) costituzione di strati sovrapposti di scoria che solidificano in maniera stratificata;**
- 4) una volta costituito il "letto", raffreddamento mediante getti d'acqua;**
- 5) frantumazione-granulazione grossolana degli strati successivi di scoria, mediante pala meccanica e separazione di eventuali colaticci presenti;**
- 6) prelievo della scoria dal letto e lavorazione diretta;**
- 7) lavorazione della scoria raffreddata e grossolanamente frantumata attraverso:**
 - a) frantumazione-granulazione secondaria attraverso frantoi/mulini;**
 - b) vagliatura;**
 - c) deferrizzazione con recupero dei colaticci/parti metalliche e conseguente invio di questi a parco rottame per la rifusione;**
- 8) sistemazione, del materiale granulato ottenuto, in cumuli, identificati per lotto di produzione o tipologia di prodotto (diversa granulometria) per successiva analisi di caratterizzazione chimica e geotecnica/prestazionale;**
- 9) caricamento su mezzo di trasporto del materiale venduto (conforme alle specifiche tecniche e analitiche) mediante pala meccanica, e controllo radiometrico in uscita.**

Non si escludono infine altre particolari specifiche operazioni, anche innovative come la granulazione della scoria liquida mediante aria.

In definitiva, la normale pratica industriale per il sottoprodotto scoria nera EAF-C si traduce in una mera lavorazione meccanica atta a rendere idoneo dal punto di vista granulometrico/merceologico il materiale. Tale pratica è del tutto analoga a quella effettuata sulla materia prima di origine naturale che il sottoprodotto va a sostituire, come ad esempio la ghiaia naturale ottenuta attraverso operazioni di movimentazione frantumazione e vagliatura (a volte anche lavaggio) dell'inerte naturale cavato.

3.1.2 Aspetti gestionali

Il produttore dell'aggregato scoria nera EAF-C - di fatto - immette sul mercato un materiale dotato di marcatura CE, a dimostrazione che le caratteristiche sono conformi a quelle dichiarate. Ai fini dell'ottenimento della marcatura CE il produttore deve quindi disporre di un manuale del controllo di produzione di fabbrica (FPC), ovvero di un insieme di procedure di verifiche e controlli che vengono effettuati sull'intero processo garantendo così di poter prontamente individuare e correggere eventuali scostamenti del materiale dalle caratteristiche dichiarate. In particolare, il controllo di produzione prevede uno specifico piano di ispezioni e prove necessarie per il monitoraggio delle materie prime, delle attrezzature di produzione e di prova stesse, del processo di produzione e del prodotto finito, affinché quest'ultimo sia conforme alle specifiche indicazioni della norma armonizzata specifica, ai Decreti Ministeriali di recepimento e possa quindi essere marcato CE.

In base alla normativa vigente il produttore deve provvedere ad assicurare il controllo del processo attraverso un'adeguata definizione dei criteri per identificare, pianificare e controllare le fasi di lavoro nelle quali è scomponibile il processo stesso, sia dal punto di vista della qualità che della sicurezza.

Si riporta di seguito un elenco esemplificativo delle principali metodiche attraverso le quali si esplicano le procedure e i controlli di cui sopra:

- **materiali e procedure di produzione idonee;**
- **pianificazione del programma di produzione;**
- **predisposizione di tutta la documentazione necessaria per la produzione e gli autocontrolli in linea (Registrazione e controllo della produzione di fabbrica);**
- **determinazione dei controlli effettuati in uscita prima della spedizione (Identificazione dei materiali e gestione del magazzino);**
- **predisposizione di strumenti di misura opportunamente tarati (Gestione degli strumenti di misura e delle apparecchiature);**
- **utilizzo di apparecchiature e attrezzature idonee alla lavorazione, debitamente sottoposte ad una manutenzione periodica riportata sugli appositi moduli di riferimento (Gestione degli strumenti di misura e delle apparecchiature);**
- **identificazione di prodotti o attività non conformi lungo il processo produttivo secondo modalità precisate (Gestione non conformità);**
- **gestione del processo di immagazzinamento e trasporto (Identificazione dei materiali e gestione del magazzino);**
- **formulazione di specifiche Istruzioni operative per quelle operazioni che prevedono un dettaglio più preciso.**

3.1.3 Riepilogo verifica delle condizioni art. 184-bis D. Lgs. n. 152/2006

L'art. 184-bis del D. Lgs. n. 152/2006 elenca le quattro condizioni che un materiale o un oggetto deve soddisfare, per poter essere classificato come sottoprodotto.

Sono di seguito declinate tali condizioni nel caso specifico della scoria nera siderurgica.

Condizione	Applicazione alla scoria nera da EAF
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.	Come descritto nel cap. 1, del presente documento, la scoria si origina contestualmente al processo metallurgico di produzione dell'acciaio, che rappresenta il prodotto primario dell'industria siderurgica. La scoria è dunque parte integrante del processo produttivo siderurgico, soddisfacendo pertanto la prima delle condizioni del sottoprodotto.
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 ² .	La condizione relativa alla certezza dell'utilizzo degli aggregati di origine siderurgica può essere dimostrata: <ul style="list-style-type: none">dall'esistenza di rapporti commerciali o contrattuali tra il produttore dell'aggregato e gli utilizzatori dello stesso, o eventuali intermediari; i rapporti commerciali o contrattuali devono includere informazioni relative a caratteristiche tecniche degli aggregati, e modalità di utilizzo; e/o in assenza di un rapporto commerciale o contrattuale: <ul style="list-style-type: none">dalla predisposizione di una documentazione tecnica, nella quale vengano indicate:<ul style="list-style-type: none">le tipologie di attività o impianti di utilizzo a cui viene destinato il sottoprodotto, a seconda delle diverse granulometrie e in conformità alle normative tecniche di prodotto;le modalità di gestione, incluse la raccolta e il deposito.

² L'aggregato di origine siderurgica è un materiale non soggetto a degradazione nel corso del tempo, pertanto non appare pertinente e necessaria l'indicazione di un limite temporale per il suo utilizzo. Inoltre, per ovvie ragioni logistiche (deposito, spazi, immagazzinamento, ecc.), il produttore stesso dell'aggregato siderurgico ha – di fatto – interesse che per il materiale si trovi un utilizzatore in tempi congrui. Inoltre, per competere e essere sostitutivo del materiale di cava, l'aggregato di origine siderurgica deve garantire una disponibilità immediata o almeno pari a quella delle cave. Si ricorda che le cave sono autorizzate con un determinato bacino di escavazione corrispondente a un volume ben preciso, variabile da migliaia a milioni di metri cubi, e la validità di tali autorizzazioni è di 10 anni.

<p>La sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale.</p>	<p>Si rimanda al par. 3.1.1, nel quale sono descritti, in modo non esaustivo, le operazioni e i trattamenti sulla scoria nera che rientrano nella classificazione della normale pratica industriale.</p>
<p>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</p>	<p>Requisiti tecnici di prodotto</p> <p>La <u>marcatatura CE</u> dell'aggregato di origine siderurgica implica il rispetto della normativa tecnica di settore per ciascun specifico impiego e costituisce pertanto la dimostrazione che i requisiti riguardanti i prodotti vengono soddisfatti (per l'approfondimento si rimanda al Cap.5). La presenza di un <u>manuale del controllo di produzione di fabbrica</u>, ovvero di un insieme di procedure e controlli che il produttore effettua sull'intero processo di produzione, costituisce ulteriore garanzia del rispetto del requisito.</p> <p>Requisiti per la protezione salute e ambiente</p> <p>Nel Cap.5 sono descritte le modalità di verifica dei requisiti relativi alla protezione della salute e dell'ambiente, declinati per ciascun specifico utilizzo.</p>

Tabella 4 – In tabella sono riportate le condizioni previste dall'art. 184-bis del D.Lgs. n.152/2006, e la relativa applicazione alla scoria nera.

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

3.2.1 Attribuzione dello *status* di rifiuto

Nel caso in cui l'acciaieria attribuisca alla scoria nera lo *status* di rifiuto, rifacendosi all'Elenco Europeo dei Rifiuti (European Waste Catalogue) Decisione 2000/532/CEE, le viene assegnato il codice CER 100202 "scorie non trattate". Il codice CER 100201 "rifiuti del trattamento delle scorie" può essere attribuito alle scorie-rifiuto derivanti da operazioni di trattamento.

Successivamente, la scoria-rifiuto può essere avviata a un impianto autorizzato al suo recupero End of Waste, e sarà compito dell'impianto di recupero EoW attenersi a quanto disposto dall'art. 184-ter del D. Lgs. n. 152/2006, "Cessazione della qualifica di rifiuto" (End of Waste).

Si ritiene opportuno sottolineare che vi possono essere situazioni di aziende per le quali la scoria prodotta dall'acciaieria, pur avendo tutte le caratteristiche potenziali per poter essere un sottoprodotto, non viene gestita come tale. È il caso ad esempio di acciaierie che stipulano accordi commerciali con aziende esterne autorizzate al trattamento di inerti in ragione di valutazioni di fattibilità economico/operative che ne impediscono la lavorazione diretta: per esempio, non si dispone del personale necessario e/o degli spazi adeguati per gli stoccaggi e in generale per poter effettuare le operazioni di frantumazione e macinazione idonee all'ottenimento delle curve granulometriche descritte e previste dai capitolati di appalto e dai requisiti per la certificazione CE di prodotto. Oppure potrebbe essere il caso di produzioni di quantitativi di scoria insufficienti per la sostenibilità economica della diretta produzione del sottoprodotto. O più semplicemente l'acciaieria non vuole occuparsi di gestire la produzione del sottoprodotto e preferisce invece procedere ad affidare la scoria come un rifiuto a terzi autorizzati con il compito di recuperarlo come un End of Waste (si ricorda che la normativa per l'EoW prevede come attività di trattamento da autorizzarsi anche la semplice verifica visiva e presa d'atto che il rifiuto ha le caratteristiche dell'End of Waste).

In tutti questi casi la scoria viene quindi gestita all'interno dell'acciaieria come un rifiuto che può essere ceduto ad aziende esterne autorizzate al suo recupero.

Inoltre, in questi casi si tratta di individuare rispetto al ciclo produttivo il momento in cui la scoria assume la qualifica di rifiuto anche al fine del rispetto dei quantitativi/tempistiche per l'ammasso temporaneo ovvero dei quantitativi per la messa in riserva/stoccaggio e relative autorizzazioni.

Il punto di confine tra la scoria "di cui il produttore voglia disfarsi" nei casi sopra illustrati e dunque suscettibile della classificazione di rifiuto, e la scoria ancora "residuo di produzione" per la quale il normale processo produttivo prevede sempre una lavorazione di separazione della frazione metallica da reimmettere come materia prima nel forno fusorio, non può che essere individuato a valle delle operazioni di deferrizzazione (vedi schema Figura 2).

Pertanto, solo al termine della deferrizzazione verrà eventualmente considerata la scoria come rifiuto e come tale trattata (con riferimento a tutti gli adempimenti del caso previsti dalla normativa vigente sui rifiuti: attribuzione codice EER, registro carico/scarico, stoccaggi, ecc.).

Ovviamente l'operazione di deferrizzazione può avvenire a diversi livelli, con un recupero parziale dell'acciaio attraverso una frantumazione molto grossolana ovvero con un recupero molto più spinto con una maggiore frantumazione anche in più stadi.

La fase di frantumazione può cioè avvenire in più passaggi in funzione dell'intensità (anche con riferimento alla qualità dell'acciaio che si produce) con la quale si vuole separare e rialimentare al fono la frazione metallica.

3.2.2 Operazioni di recupero presso gli impianti autorizzati

Gli impianti autorizzati all'attività di recupero della scoria nera EAF-C operano tipicamente sul materiale operazioni di frantumazione, macinazione e vagliatura per l'ottenimento delle curve granulometriche richieste, una deferrizzazione eventualmente in più fasi, ed in alcuni casi operazioni di stabilizzazione/maturazione, bagnatura, lavaggio. Non si escludono infine altre particolari e specifiche operazioni, anche innovative, che comunque dovranno essere previste e descritte nelle singole autorizzazioni.

Anche nel caso della scoria EoW il recuperatore immette alla fine sul mercato un prodotto marcato CE con le caratteristiche prestazionali rispondenti alla normativa tecnica di settore per i possibili impieghi previsti nelle opere di ingegneria civile in alternativa all'aggregato di origine naturale.

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

Condizione	Applicazione alla scoria nera da EAF
La sostanza o l'oggetto sono destinati a essere utilizzati per scopi specifici.	L'aggregato scoria nera EAF-C ha una storia di applicazioni nell'ambito delle costruzioni civili consolidata da decenni in Italia oltre che nei paesi dell'UE. Si rimanda al Cap. 5 per gli utilizzi specifici.
Esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto.	
La sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti.	L'aggregato scoria nera EAF-C è dotato di marcatura CE nel rispetto della normativa tecnica del settore delle costruzioni civili per ciascun specifico impiego. Si rimanda al Cap. 5 per gli utilizzi specifici.
L'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana	Nel Cap.5 sono descritte le modalità di verifica dei requisiti relativi alla protezione della salute e dell'ambiente, declinati per ciascun specifico utilizzo.

Tabella 5 – In tabella sono riportate le condizioni previste dall'art. 184-ter del D.Lgs. n.152/2006, e la relativa applicazione alla scoria nera.

Tenendo conto di quanto previsto dal comma 3 dell'art. 184-ter, i provvedimenti autorizzatori degli impianti che svolgono operazioni di recupero End of Waste della scoria-rifiuto devono includere:

- requisiti affinché i sistemi di gestione degli impianti stessi dimostrino il rispetto dei criteri relativi alla cessazione della qualifica di rifiuto, compresi il controllo della qualità, l'automonitoraggio e l'accreditamento, se del caso; il sistema di gestione, che può essere anche interno all'azienda, deve contenere i seguenti aspetti:
 - a) caratterizzazione del prodotto da recupero scoria e rispetto dei requisiti standard di prodotto e dei requisiti standard di tutela della salute e dell'ambiente (si vedano le schede analitiche del Cap. 5 per gli utilizzi più rappresentativi e diffusi);
 - b) tracciabilità dei rifiuti in ingresso all'impianto del produttore;
 - c) le destinazioni del prodotto da recupero scoria;
 - d) rispetto della normativa in materia ambientale e delle eventuali prescrizioni riportate nell'autorizzazione;
 - e) revisione e miglioramento del sistema di gestione ambientale;
 - f) formazione del personale.

- un requisito relativo alla dichiarazione di conformità del prodotto da recupero della scoria: lo schema di dichiarazione di conformità è riportato all'Allegato 2. Il lotto potrà avere un volume massimo pari a 3.000 m³.

4. Utilizzi tipici

Gli ambiti di applicazione consolidati dell'aggregato artificiale ottenuto per lavorazione della scoria nera corrispondono a quelli degli inerti naturali.

L'aggregato ottenuto dalla scoria nera è infatti un materiale fisicamente e meccanicamente comparabile a un aggregato inerte di origine naturale, per cui rappresenta una valida alternativa a sabbie, ghiaie, basalti, ecc. in diverse applicazioni, e come tale risponde alle norme tecniche di riferimento specifiche per ciascun impiego.

Si riporta di seguito un elenco delle norme tecniche riferite ai principali utilizzi degli aggregati di origine siderurgica:

- EN 13242 "Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione delle strade", recepita come UNI EN 13242;
- EN 13285 "Miscele non legate – Specifiche", recepita come UNI EN 13285;

- EN 13450 "Aggregati per massicciate per ferrovie", recepita come UNI EN 13450;
- EN 13383 "Aggregati per opere di protezione (armourstone)", recepita come UNI EN 13383;
- EN 12620 "Aggregati per calcestruzzo", recepita come UNI EN 12620;
- EN 13043 "Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico", recepita come UNI EN 13043;
- EN 13139 "Aggregati per malta", recepita come UNI EN 13139.

Per gli utilizzi ritenuti più rappresentativi e diffusi nell'ambito delle opere di ingegneria civile, sono state realizzate specifiche schede analitiche, riportate nel Cap. 5. In ciascuna di tali schede sono riportate: una breve descrizione dell'ambito di utilizzo, i requisiti standard da soddisfare sia a livello di prodotto (norma tecnica di riferimento) sia riferiti alla tutela della salute e dell'ambiente (test di cessione o altre analisi).

L'aggregato ottenuto dalla scoria nera siderurgica, come qualsiasi altro materiale da costruzione, viene commercializzato per essere utilizzato nelle opere civili ed è provvisto della marcatura CE ad attestarne il rispetto delle caratteristiche e dei requisiti previsti dalle norme tecniche di riferimento.

La marcatura CE rappresenta la garanzia per l'acquirente che l'aggregato ottenuto dalle scorie siderurgiche soddisfa contestualmente i requisiti essenziali in tema di sicurezza e le norme tecniche di riferimento. Non si tratta di un marchio di qualità quanto piuttosto della prova che il produttore è abilitato a immettere sul mercato prodotti con caratteristiche prestazionali rispondenti alle norme tecniche e garantite nel tempo da un sistema di produzione di fabbrica controllato.

Come descritto nei capitoli iniziali del documento, ciascuna scoria è strettamente dipendente dal processo di fusione e produzione dell'acciaio, per cui sia le caratteristiche fisico-meccaniche che il colore sono la conseguenza del processo produttivo dell'acciaio, in cui le scorie svolgono l'essenziale funzione di assorbimento di alcuni elementi presenti nel bagno di acciaio liquido.

La scoria nera, per poter essere impiegata come aggregato, viene portata attraverso frantumazione e vagliatura alle dimensioni specifiche richieste per i diversi tipi di applicazione: a titolo esemplificativo per la realizzazione dei **sottofondi stradali** le dimensioni sono generalmente comprese **tra 0 e 90 mm**, oppure per la preparazione del **calcestruzzo o del bitume per manti stradali** le dimensioni tipiche sono:

- **fini**, dimensione compresa **tra 0 e 4 mm**;
- **ghiaietto**, dimensione compresa **tra 4 e 15 mm**;
- **ghiaia (o pietrisco)**, dimensione compresa **tra 15 e 30 mm**.

I prodotti così ottenuti e marcati CE, vengono poi destinati al mercato utilizzatore.

Si riporta di seguito un elenco degli utilizzi più comuni, che sono poi ripresi nelle singole schede analitiche del capitolo 5:

- **Costruzione di strade e Opere di ingegneria civile**
- **Strati portanti in misto cementato**
- **Aggregati per calcestruzzo**
- **Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico**

5. Scheda analitica per ciascun utilizzo tipico

A. Costruzione di strade - Rilevati e sottofondi stradali non legati

Gli aggregati ottenuti dalla scoria nera sono validamente utilizzati per la costruzione di sottofondi stradali non legati come regolamentata nel “Capitolato speciale d’appalto tipo per lavori stradali” del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. L’esperienza tecnica di utilizzo della scoria nera da forno elettrico in Italia è già consolidata nell’impiego per sottofondi stradali.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento Europeo 305/2011, e ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante le conformità all’appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

B. Opere di ingegneria civile - Strato drenante di copertura (“capping”) di discarica

Gli aggregati ottenuti dalla scoria nera sono validamente utilizzati per la realizzazione dello strato drenante di copertura (“capping”) o di fondo delle discariche in sostituzione della materia prima naturale. L’esperienza tecnica di utilizzo della scoria nera come materiale drenante è consolidata in sostituzione della ghiaia o del *tout-venant* di cava rispetto ai quali si ritiene più compatibile da un punto di vista ambientale.

Gli aggregati impiegati dovranno possedere marcatura CE eseguita in base alla norma UNI EN 13242.

Requisiti standard di prodotto

Marcatura CE

La norma tecnica di riferimento è rappresentata dalla UNI EN 13242.

Requisiti standard di tutela della salute e dell’ambiente

Test di cessione ai sensi della norma UNI EN 1744-3 “Prove per determinare le proprietà chimiche degli aggregati - Preparazione di eluati per dilavamento di aggregati”³.

Nell’allegato 1 sono riportati nella Tabella 9 i parametri, e relativi limiti, che devono essere verificati, mediante il test di cessione effettuato secondo la norma UNI EN 1744-3, ai fini della conformità degli aggregati di origine siderurgica - sia sottoprodotto sia End of Waste - per gli utilizzi non legati. Inoltre, è riportato un diagramma di flusso che sintetizza la procedura da adottare ai fini della verifica della conformità.

Per gli strati drenanti del fondo delle discariche, essendo all’interno degli strati di impermeabilizzazione, dovrà essere verificata soltanto l’ammissibilità del materiale in discarica, secondo i criteri e limiti specifici.

³ Poiché la scoria sottoprodotto/EoW non rientra nell’ambito dei rifiuti, la norma più appropriata da utilizzare per effettuare il test di cessione è la UNI EN 1744-3 che si applica agli aggregati utilizzati nel settore delle costruzioni, e non la UNI EN 12457 che è esplicitamente riferita ai rifiuti.

Si riporta inoltre quanto indicato al punto 8 della norma per la preparazione delle porzioni di prova:

“Gli aggregati devono essere sottoposti a prova rispettando la granulometria nella quale sono generalmente forniti. I granuli maggiori di 32 mm devono essere frantumati e si deve isolare la frazione 16/32 mm. Questo materiale viene aggiunto al campione in preparazione nella percentuale in cui la frazione maggiore di 32 mm era presente nel campione originale.”

C. Strati portanti in misto cementato

Gli aggregati ottenuti dalle scorie nere da forno elettrico trovano utilizzo anche nella realizzazione di strati portanti, sovrastrutture stradali o pavimentazioni in misto cementato.

In queste applicazioni gli aggregati sintetici ottenuti dalle scorie conferiscono ai manufatti, a parità di cemento utilizzato, una miglior resistenza.

La formazione di strati di fondazione in misto cementato è descritta e regolamentata nel “Capitolato speciale d’appalto tipo per lavori stradali” del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.

Gli aggregati impiegati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento europeo 305/2011, e ciascuna fornitura dovrà essere accompagnata dalla marcatura CE attestante la conformità all’appendice ZA della norma europea armonizzata UNI EN 13242.

Requisiti standard di prodotto

Marcatura CE

La norma tecnica di riferimento è rappresentata dalla UNI EN 13242.

Requisiti standard di tutela della salute e dell’ambiente

Test di cessione o altre analisi non necessarie, in quanto si tratta di un utilizzo legato, nel quale è il conglomerato monolitico a essere in contatto diretto con l’acqua, e non le singole componenti separatamente (lapidea e collante)⁴.

⁴ La componente lapidea è costituita dall’aggregato scoria, mentre la componente collante è costituita da un legante organico o idraulico a seconda dell’utilizzo (bitume, catrame, cemento, ecc.).

D. **Aggregati per calcestruzzo**

Le particolari caratteristiche del processo di produzione degli acciai nel forno elettrico permettono di mantenere bassi i livelli del tenore di zolfo nella scoria nera, consentendone quindi l'utilizzo per il confezionamento di calcestruzzi ordinari e speciali, in sostituzione degli inerti naturali.

Tra le diverse applicazioni si riportano a titolo di esempio:

- l'utilizzo in calcestruzzi di basse prestazioni come magroni o Rck 25 a bassi dosaggi di cemento, per sottofondazioni, fondazioni, basamenti;
- calcestruzzi ordinari con miglioramento delle resistenze, necessario il controllo del mix design del calcestruzzo per il mantenimento delle caratteristiche reologiche allo stato fresco;
- contributo apportato nelle pavimentazioni industriali in calcestruzzo, dove molto importante è la durabilità e la resistenza alla trazione/flessione;
- manufatti prefabbricati in calcestruzzo terra umida, come tombini, pozzetti, tubazioni, blocchi per murature, ecc.;
- calcestruzzi pesanti.

I test di laboratorio dimostrano l'aumento delle proprietà meccaniche dei manufatti in calcestruzzo realizzati con aggregati industriali derivanti dalla scoria nera in sostituzione di aggregati naturali tradizionali: resistenza alla compressione, alla trazione, al taglio.

I vantaggi non si limitano solamente all'aumento delle prestazioni meccaniche, ma sono anche di tipo economico e ambientale.

A parità di resistenza, nel confronto con calcestruzzi tradizionali, l'introduzione di aggregato da scoria nera può significare la possibilità di ridurre il quantitativo di cemento nel calcestruzzo.

La conseguenza del minor uso di cemento significa risparmio economico nella produzione del calcestruzzo, e un risparmio energetico e una riduzione di emissioni CO₂ nella produzione del cemento.

Appare chiara la possibilità di ottenere dei calcestruzzi con prestazioni superiori anche per quanto riguarda la resistenza all'usura e abrasione superficiale, la resistenza alle aggressioni chimiche, al gelo-disgelo.

Requisiti standard di prodotto

Marcatura CE

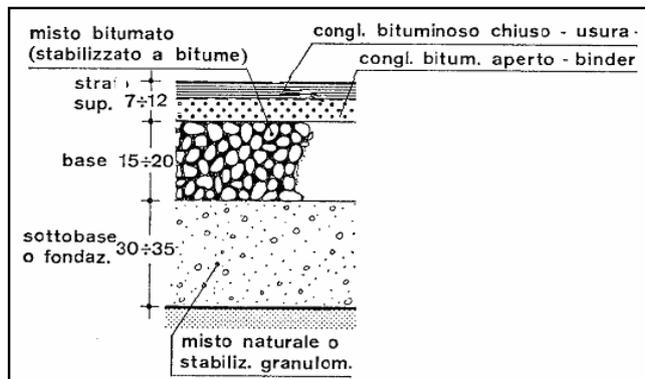
La norma tecnica di riferimento è rappresentata dalla UNI EN 12620.

Requisiti standard di tutela della salute e dell'ambiente

Test di cessione o altre analisi non necessarie, in quanto si tratta di un utilizzo legato, nel quale è il conglomerato monolitico a essere in contatto diretto con l'acqua, e non le singole componenti separatamente (lapidea e collante)⁵.

⁵ La componente lapidea è costituita dall'aggregato scoria, mentre la componente collante è costituita da un legante organico o idraulico a seconda dell'utilizzo (bitume, catrame, cemento, ecc.).

E. Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico



L'utilizzo di aggregati artificiali provenienti dalla scoria nera da forno elettrico nei manti di usura, binder e stabilizzato a bitume è una prassi consolidata in diversi paesi del mondo come USA, Canada, Australia, Giappone, Inghilterra, Germania, Francia.

I test di laboratorio indicano chiaramente che si tratta di un prodotto ideale per sostituire gli aggregati naturali nelle pavimentazioni stradali, grazie principalmente alle sue interessanti proprietà fisico-meccaniche, requisiti fondamentali per la sicurezza nella circolazione stradale.

La scoria nera da forno elettrico può sostituire tranquillamente il basalto, roccia effusiva di origine vulcanica, o il granito, roccia ignea intrusiva, uguagliando e anche superando determinate caratteristiche meccaniche come la resistenza alla frammentazione o all'abrasione superficiale.

Tra le caratteristiche prestazionali si evidenziano:

- aumento della durabilità delle pavimentazioni stradali realizzate;
- aumento della sicurezza dovuta alle migliori caratteristiche di aderenza del manto stradale.

Diverse sono le tipologie di conglomerati per i quali è opportuno prevedere l'utilizzo degli aggregati ottenuti dalla scoria nera:

- conglomerati drenanti singolo e doppio strato: è notoriamente dimostrato che questo tipo di conglomerati, molto efficace dal punto di vista della sicurezza della circolazione in condizioni di pioggia, presenta in condizioni normali un coefficiente di aderenza inferiore a quello di un'analogha pavimentazione chiusa. L'utilizzo di aggregati ottenuti dalla scoria nera permette di raggiungere anche con questo tipo di pavimentazioni un coefficiente di aderenza trasversale molto buono;
- conglomerati semiaperti antisdrucchiolo: l'uso di queste pavimentazioni in zone limitate e particolarmente pericolose consente che siano richiesti valori di aderenza molto elevati anche in condizioni di sollecitazioni di taglio molto forti da parte degli pneumatici. Grazie alla minima perdita di macrorugosità ottenibile attraverso l'uso di aggregati ottenuti dalla scoria da forno elettrico si possono mantenere nel tempo l'efficacia delle prestazioni;

- conglomerati chiusi macrorugosi tipo “splittmastix”: l’uso di aggregati ottenuti dalla scoria da forno elettrico, come dimostrato dalle sperimentazioni, fornisce sufficienti incrementi di prestazione;
- microtapeti a freddo tipo “slurry-seal”: analogamente a quanto descritto per i conglomerati antisdrucchiolo, l’uso degli aggregati derivanti dalla scoria nera produce valori di aderenza di grande efficacia in tutte le condizioni. Anche questa applicazione è stata testata con prove sul campo dimostrando, oltre la possibilità di ottenere valori di C.A.T. (coefficiente di attrito trasversale) prossimi a 90, anche la piena compatibilità dell’aggregato con l’emulsione modificata, addirittura con quantità quasi nulle di inerte rigettato per scarsa adesione.

Requisiti standard di prodotto

Marcatura CE

La norma tecnica di riferimento è rappresentata dalla UNI EN 13043.

Requisiti standard di tutela della salute e dell’ambiente

Test di cessione o altre analisi non necessarie, in quanto si tratta di un utilizzo legato, nel quale è il conglomerato monolitico a essere in contatto diretto con l’acqua, e non le singole componenti separatamente (lapidea e collante)⁶.

⁶ La componente lapidea è costituita dall’aggregato scoria, mentre la componente collante è costituita da un legante organico o idraulico a seconda dell’utilizzo (bitume, catrame, cemento, ecc.).

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

In Italia, per norma nel caso delle procedure semplificate o per prassi negli altri casi, per la verifica della compatibilità ambientale dell'aggregato inerte scoria nera di acciaieria, per gli utilizzi o destinazioni per i quali tale aspetto risulta pertinente (tipicamente gli utilizzi non legati), attualmente viene richiesto l'effettuazione del test di lisciviazione secondo il metodo EN 12457-2 "Lisciviazione - Prova di conformità a singolo stadio, con un rapporto liquido/solido di 10L/kg, per la lisciviazione di rifiuti granulari e di fanghi con particelle di dimensioni minori di 4mm" (standard tecnico per i rifiuti).

Questa metodica contiene una importante criticità operativa, nota e riconosciuta: non precisando in modo adeguato i criteri di preparazione del campione da sottoporre a lisciviazione, in particolare le modalità di riduzione granulometrica e la gestione della frazione "fine" generata dalla frantumazione a seguito della macinazione, porta ad una inevitabile variabilità dei risultati analitici.

L'operazione di riduzione granulometrica comporta una distribuzione granulometrica del materiale da sottoporre a test di lisciviazione che risulta non solo diversa da quella del materiale in origine, ma soprattutto fortemente influenzata dalle modalità con cui viene condotta tale operazione.

È dimostrato da studi accademici anche internazionali che la riduzione dimensionale dei campioni granulari alla pezzatura indicata dalla norma tecnica (<4mm) può generare formazione di quantità non trascurabili di frazione "fine", e soprattutto che quest'ultima è responsabile della variabilità dei risultati della lisciviazione⁷.

Tale norma tecnica, pensata per verificare il comportamento alla lisciviazione di rifiuti granulari delle più svariate tipologie e per particelle <4mm, lascia indeterminati alcuni aspetti assolutamente non trascurabili con particolare riferimento alle procedure da seguire per la macinazione e la preparazione del campione, limitandosi a richiamare la necessità di evitare la formazione di particolato fine durante le operazioni di macinazione del campione e in tal modo consentendo ampi margini di discrezionalità ai laboratori che la devono applicare. Tali aspetti di indeterminatezza, in particolare modo per l'applicazione a materiali con le caratteristiche delle scorie nere di acciaieria (duri e non duttili), risultano di fondamentale importanza se si vuole assicurare che il test riproduca nel modo più affidabile possibile il comportamento ambientale reale del materiale negli specifici utilizzi a cui è destinato e al contempo garantire la ripetibilità dei risultati.

È opportuno sottolineare inoltre che all'aggregato scoria nera di acciaieria, utilizzato come vero e proprio materiale da costruzione (dotato di certificazione CE), vengono richieste tutta una serie di caratteristiche prestazionali tecnico-meccaniche che collidono con la verifica della lisciviazione mediante un test elaborato

⁷ Zandi, Russell, Edyvean, Hand and Ward, "Interpretation of standard leaching test EN 12457-2: is your sample hazardous or inert?". Journal of Environmental Monitoring, 2007.

per dei rifiuti (il test prevede di ridurre granulometricamente il materiale quando lo stesso garantisce caratteristiche elevate di resistenza alla abrasione per le applicazioni cui è destinato).

Inoltre, nel caso dell'aggregato scoria nera di acciaieria, sia esso classificato "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 ci si è richiamati.⁸

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

Si elencano di seguito alcune ragioni per le quali non è corretto l'utilizzo in ogni caso della norma EN 12457-2 per l'aggregato scoria nera di acciaieria:

- il materiale, nella sua forma finale commercializzata, risulta di dimensioni decisamente maggiori a quelle previste (<4 mm) per il test di cessione. Ciò comporta una modifica sostanziale del comportamento al test di eluato;
- il materiale viene utilizzato soprattutto per costruzioni stradali come aggregato legato e non; la scoria risulta quindi certificata CE come prodotto da costruzione e tale certificazione è finalizzata a comprovare che essa abbia tutte quelle caratteristiche prestazionali che la rendono idonea allo scopo (resistenza meccanica, resistenza all'abrasione, ecc.). La certificazione di fatto garantisce che il materiale manterrà tutte le caratteristiche richieste per il suo impiego, non ultima quella dimensionale. Quanto detto viene confermato dalla stessa norma tecnica di riferimento per i materiali da costruzione (EN 13242) che, per testare il comportamento alla lisciviazione, indica un altro standard tecnico, la norma EN 1744-3, che richiede per la caratterizzazione ambientale la preparazione di un campione di dimensioni decisamente superiori (32- 16mm). In tale ottica una prova, che prevede una macinazione con riduzione spinta della granulometria, non può essere significativa del comportamento "ambientale" dello stesso.

Ciò detto 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, 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 (lo stesso REACH ne prevede per la scoria nera di acciaieria l'esecuzione ai fini della caratterizzazione delle proprietà fisico-chimiche).

⁸ 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.

Il test di eluizione, inoltre, cui da anni si ricorre in modo consolidato, presenta degli indiscutibili vantaggi:

- 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.

Si pongono tuttavia alcune sensibilità relative all'esecuzione di questo tipo di prove che sono:

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

Il criterio metodologico proposto per la verifica della conformità ambientale della scoria nera di acciaieria parte dunque dai seguenti assunti:

- la preparazione del campione da sottoporre a verifica di eluizione deve rispettare al meglio le reali caratteristiche granulometriche del materiale che verrà impiegato nelle specifiche applicazioni, così riducendo nella pratica di laboratorio la generazione di una eccessiva e variabile frazione fine con tutte le problematiche descritte; questo per ribadire che l'aggregato scoria nera di acciaieria non è più un rifiuto, ma un inerte da costruzione dotato delle idonee proprietà tecnico-meccaniche come da certificazione CE (con un profilo granulometrico funzionale alle applicazioni cui è destinato);
- pur restando un criterio di prova indiretto, la verifica della compatibilità ambientale di questi materiali deve fondarsi prioritariamente sull'analisi delle loro lisciviabilità per le ragioni già illustrate (storicità del metodo, condivisione con molti paesi UE, semplicità ed economicità, relativa rapidità, facile ripetibilità, diffusa pratica nei laboratori, ecc.);
- stanti i punti precedenti e le applicazioni come materiale da costruzione si ritiene che il metodo di lisciviazione da adottarsi come criterio di verifica della conformità sia quello individuato dalla norma EN 1744-3.

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, caratterizzato tuttavia da una procedura esecutiva sicuramente più complessa.

L'idea portante è quella di 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 il rispetto dei valori limite di concentrazione delle sostanze contenute nell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 (selezionando tra queste le sostanze di interesse per il materiale in esame e includendo anche il molibdeno), 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.

Propedeuticamente al discorso di complementarità del test di ecotossicità, i parametri selezionati sono stati distinti in due gruppi in ragione del loro potenziale impatto sia sulla salute umana, sia sull'ambiente. Per le sostanze del gruppo A si pone il vincolo inderogabile del rispetto dei valori limite dell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998: il superamento del valore limite anche di una sola di queste sostanze fa scattare la non conformità del materiale per gli utilizzi individuati.

Per i parametri del gruppo B, invece, in ragione delle più attenuate potenzialità di impatto su salute e ambiente, proprie delle sostanze che lo compongono, 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 granulometricamente rappresentativi del prodotto che verrà impiegato, cioè di dimensioni vicine a quelle di utilizzo; l'omogeneità delle curve granulometriche dei campioni sottoposti a prova, assicurata dalla metodica dello standard tecnico UNI EN 1744-3, garantisce inoltre nella pratica di laboratorio una piena confrontabilità dei campioni a garanzia di riproducibilità e ripetibilità dei risultati;
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 la scoria nera di acciaieria tra quelli riportati nell'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998 e rispettivi valori limite (con l'unica aggiunta del molibdeno);
3. definire tra i parametri ricercati quelli per i quali il superamento del singolo valore limite sancisca inderogabilmente la non conformità del materiale e quelli per i quali invece in caso di superamento dei rispettivi 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 dell'aggregato inerte scoria nera di acciaieria, l'approccio nell'Allegato 1 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.

7. Esempio di “Declaration of Performance”

Esempio di tabella con le caratteristiche del materiale, come riportate nella dichiarazione di prestazione (DoP - Declaration of Performance), riferita alla fornitura, secondo quanto richiesto dalla norma di riferimento.

		Norma di riferimento	UNI EN 12620	UNI EN 13043	UNI EN 13242
Caratteristica essenziale		Prestazione dichiarata			
Dimensione dell'aggregato (d/D)	Designazione				
Granulometria	Categoria				
Massa volumica dei granuli	Valore dichiarato				
Assorbimento	Valore dichiarato				
Spigolosità dell'aggregato fine	Valore dichiarato				
Contenuto dei fini (polveri)	Categoria				
Qualità dei fini (equivalente in sabbia)	Categoria				
Qualità dei fini (blu di metilene)	Categoria				
Resistenza allo shock termico	Categoria				
Cloruri	Valore dichiarato				
Solfati solubili in acido	Valore dichiarato				
Zolfo totale	Categoria				
Costituenti che alterano la velocità di presa	Presenza				
Disintegrazione di Silicato Dicalcico	Valore dichiarato				
Disintegrazione ferrosa	Valore dichiarato				
Ritiro per essiccamento	Valore dichiarato				
Stabilità di Volume	Categoria				
Assorbimento acqua	Valore dichiarato				
Emissione radioattività	Valore dichiarato				
Rilascio metalli pesanti	Valore dichiarato				
Rilascio idrocarburi poliaromatici	Valore dichiarato				
Rilascio di altre sostanze pericolose	Valore dichiarato				
Reattività alcali-silice	Valore dichiarato				
Categoria di reattività	Categoria				
Classi di reattività	Categoria				
Affinità degli aggregati grossi ai leganti bituminosi (Bitume 70/100)	Valore a 6 ore				
	Valore a 24 ore				

Tabella 6 – Esempio di tabella con le caratteristiche del materiale (Declaration of Performance).

8. Campionamento della scoria nera sottoprodotto/End of Waste

Sulla scoria nera sottoprodotto/End of Waste, generata da un processo di normale pratica industriale/trattamento EoW, dovrà essere effettuato un campionamento rappresentativo al fine di determinarne le caratteristiche chimiche (ove previste per gli usi specifici riportati nel capitolo 5 del presente documento) e fisico/meccaniche.

La qualifica ed accettazione dei materiali deve essere conforme ai requisiti di idoneità ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 (Marcatura CE/DoP), se applicabile.

Il prelevamento dei campioni dovrà essere conforme alle seguenti norme:

- **UNI 10802** (“Rifiuti - Campionamento manuale, preparazione del campione ed analisi degli eluati”), per determinare le caratteristiche chimiche;
- **UNI EN 932-1** (“Metodi di prova per determinare le proprietà generali degli aggregati. Metodi di campionamento.”), per gli aggregati prodotti (o altre norme di settore specifiche).

Il campionamento per la caratterizzazione fisico-meccanica viene definito all'interno dei provvedimenti autorizzatori degli impianti, e deve essere condotto su cumuli di volume non superiore a 3000 m³. La sua frequenza può essere modulata, ad esempio riducendola, in funzione della storicità dei risultati ottenuti⁹.

Determinazione delle caratteristiche chimiche (ove previste)
<ul style="list-style-type: none">- Il campione rappresentativo è costituito secondo quanto previsto dalla norma UNI 10802 e norme applicative collegate vigenti all'atto del controllo.- Volume non superiore a 3000 m³- La preparazione del campione ai fini del test di cessione sarà eseguita secondo norma UNI EN 1744-3
Determinazione delle caratteristiche fisico/meccaniche
<p>La qualifica dei materiali deve essere conforme ai requisiti di idoneità ai sensi del Regolamento (UE) n. 305/2011 (Marcatura CE/DoP), se applicabile.</p> <p>Il campione rappresentativo è costituito secondo la norma UNI EN 932-1 o con altre norme di settore. Il prelievo di campioni per la caratterizzazione fisico-meccanica deve essere condotto su cumuli di volume non superiore a 3000 m³.</p>

Tabella 7 – Determinazione delle caratteristiche della scoria nera.

⁹ Ad esempio, secondo le linee guida applicate in Francia, qualora per un certo numero di campionamenti consecutivi si evidenzino un costante rispetto dei valori limite, è prevista la possibilità di ridurre la frequenza di campionamento o la lista dei parametri da analizzare con frequenza più elevata.

9. Vantaggi derivanti dall'impiego della scoria nera in sostituzione di altri materiali

Nella Tabella 8 sono riportati i principali vantaggi che derivano dall'utilizzo della scoria nera come sostituto degli aggregati di origine naturale. Tali vantaggi non riguardano solo gli aspetti meramente ambientali (riduzione dello sfruttamento delle risorse naturali, riduzione dell'impatto paesaggistico, riduzione del consumo di suolo, ecc.), ma coinvolgono anche aspetti caratteristici dell'economia circolare (utilizzo di materiale altrimenti destinato in discarica) nonché tecnico-prestazionali.

Driver	Aggregati riciclati EAF-C	Aggregati di origine naturale	Note
Economia circolare	***	*	Il corretto riutilizzo delle scorie nere di acciaieria da forno elettrico consente di evitarne il collocamento improprio in discarica nell'ottica del principio fondante di economia circolare di riduzione delle discariche. A livello nazionale, la produzione media di scoria nera da forno elettrico (EAF-C) supera 1.800.000 ton/anno. Di queste, oltre 1.300.000 ton/anno sono prodotte in regione Lombardia.
Protezione delle risorse naturali	***	*	L'impiego delle scorie nere di acciaieria in sostituzione degli aggregati di origine naturale risponde appieno alla stringente esigenza globale di riduzione dello sfruttamento delle risorse naturali , consentendo di ridurre, in particolare in questo caso, i volumi di escavazione di ghiaia.
Tutela del territorio	**	*	L'impiego delle scorie nere di acciaieria in sostituzione degli aggregati di origine naturale consente intrinsecamente di ridurre gli impatti ambientali dovuti all'operatività di cava , per esempio riduzione del consumo del suolo e riduzione degli impatti paesaggistici.
Aspetti tecnici	***	***	La scoria nera di acciaieria ha un peso specifico maggiore dell'aggregato naturale, rappresentando questa caratteristica la principale differenza in termini tecnici e restringendone alquanto i campi di utilizzo. Tuttavia, in relazione ad altre proprietà e per alcuni specifici impieghi, è dimostrato che le scorie nere di acciaieria posseggono requisiti tecnico/prestazionali superiori ai materiali di origine naturale che vanno a sostituire (ad esempio nei manti stradali la maggiore aderenza allo pneumatico, la maggiore resistenza all'usura e alla frammentazione).

Tabella 8 – Principali vantaggi derivanti dall'utilizzo della scoria nera.

10. Applicazioni innovative

Applicazione in matrici polimeriche (in corso di sperimentazione e valutazione)

La scoria nera da forno elettrico viene utilizzata come filler in matrici polimeriche termoplastiche e termoindurenti al fine di ottenere un materiale composito particellare.

Test di laboratorio¹⁰ mostrano come la scoria inglobata nella matrice polimerica diminuisca il grado di rilascio di elementi pesanti e parallelamente influisca sulle proprietà meccaniche del composito finale in funzione della matrice polimerica utilizzata.

Tra le diverse applicazioni si riportano a titolo di esempio:

- pavimentazioni in resina epossidica la cui resistenza ad abrasione è incrementata dalla presenza della scoria come filler;
- componenti a matrice termoplastica (PP, PE, ecc.) in cui la scoria sostituisce cariche tradizionali come il talco o il carbonato di calcio.

L'utilizzo della scoria come filler nei materiali polimerici porta in sé vantaggi di tipo economico e ambientale.

Altre applicazioni in fase di studio

Sono in corso sperimentazioni per l'utilizzo del filler di scoria nera anche nel settore delle coperture dure applicate con tecniche al plasma, della stampa 3D e della produzione di fibre in simil basalto.

¹⁰ Per un approfondimento si rimanda all'articolo "Reuse of EAF Slag as Reinforcing Filler for Polypropylene Matrix Composites" (pubblicato in JOM: the journal of the Minerals, Metals & Materials Society).

Allegato 1 – Parametri e metodologia per la verifica di conformità (utilizzi non legati)

Nel caso di utilizzi non legati (quali ad esempio rilevati e sottofondi stradali, “capping” di discarica, ecc.), la scoria nera siderurgica, 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 sull’eluato della scoria siderurgica 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’aggiunta del molibdeno e con l’esclusione di alcune sostanze, tenendo conto delle peculiarità e delle specificità di composizione chimica del materiale in esame (scoria nera).

Nello specifico, per l’analisi del test di cessione, sono stati esclusi i seguenti elementi presenti invece nell’allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998:

- amianto;
- nitrati;
- solfati;
- cloruri;
- cianuri.

Per i parametri esclusi, negli eluati della scoria nera siderurgica, si registrano infatti valori al di sotto della soglia di rilevabilità analitica oppure, laddove 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 chimico che porta alla generazione della scoria nera da forno ad arco elettrico, mancano le condizioni per la loro stessa formazione.

Sulla base delle conoscenze tecniche e di processo acquisite va inoltre sottolineata la non significatività della presenza di sostanze organiche persistenti (Persistent Organic Pollutants POPs), quali diossine, furani, ecc.

La lista così risultante trova pieno riscontro con quanto adottato nei Paesi europei che utilizzano il criterio di eluizione come prova di verifica di questi materiali (scoria siderurgica).

In funzione della loro pericolosità per la salute e l’ambiente, le sostanze individuate sono state suddivise in due gruppi (A e B). Nel gruppo A sono state individuate quelle sostanze di particolare rilevanza per la salute e l’ambiente (in particolare cancerogeni, mutageni) e nel gruppo B le altre sostanze.

Si sottolinea inoltre che per il valore del pH è stato più opportunamente proposto il range (9 - 13) più attinente alle caratteristiche del materiale scoria nera di acciaieria, e in linea con gli approcci normativi dei altri Paesi UE.

Per quanto riguarda i valori limite proposti, essi corrispondono a quelli previsti dall'allegato 3 del D.M. 5 febbraio 1998.

Per il parametro aggiunto (molibdeno), in considerazione delle caratteristiche di ecotossicità per l'ambiente acquatico come riportate nel dossier di registrazione ECHA (potendosi ritenere la falda acquifera l'elemento ambientale target per le applicazioni prese in considerazione), è stato proposto un valore limite di concentrazione nell'eluato pari a 0,15 mg/l cautelativamente due ordini di grandezza inferiore al valore di PNEC (Predicted No Effect Concentration) per gli organismi di acqua dolce, pari a 12,7 mg/l.

PARAMETRI E LIMITI CONFORMITA' SCORIA		
GRUPPO	PARAMETRO	VALORE LIMITE Test di cessione ai sensi della UNI EN 1744-3
A	Arsenico (As)	0,05 mg/l
	Berillio (Be)	0,01 mg/l
	Cadmio (Cd)	0,005 mg/l
	Cobalto (Co)	0,25 mg/l
	Cromo totale (Cr)	0,05 mg/l
	Mercurio (Hg)	0,001 mg/l
	Nichel (Ni)	0,01 mg/l
	Piombo (Pb)	0,05 mg/l
B	Bario (Ba)	1 mg/l
	Fluoruri	1,5 mg/l
	Molibdeno (Mo)	0,15 mg/l
	Rame (Cu)	0,05 mg/l
	Selenio (Se)	0,01 mg/l
	Vanadio (V)	0,25 mg/l
	Zinco (Zn)	3 mg/l
	COD	30 mg/l
	pH	9 - 13

Tabella 9 – Parametri e limiti per la conformità della scoria nera EAF-C.

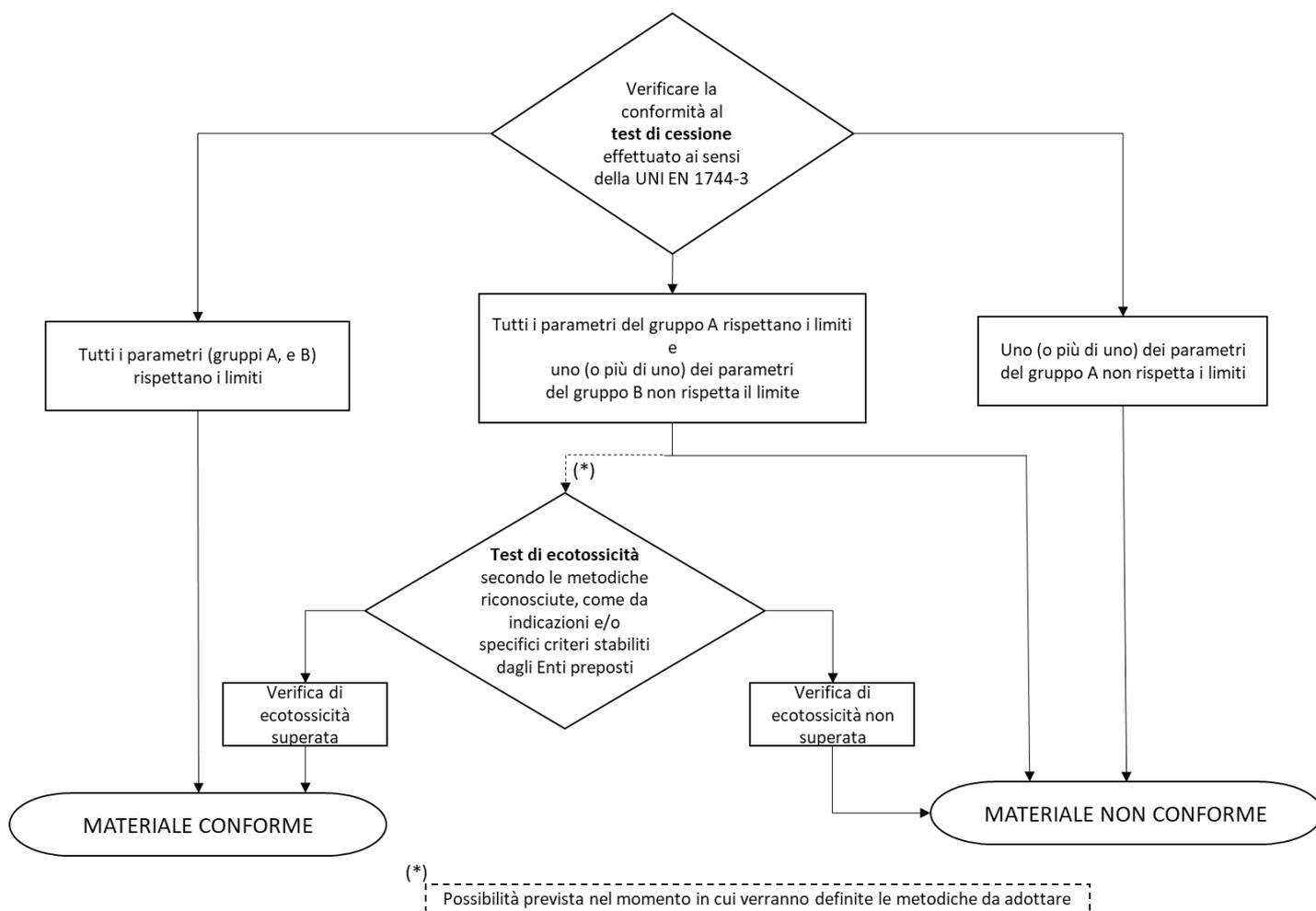


Figura 4 – Diagramma di flusso del protocollo di verifica della conformità della scoria nera EAF-C.

La verifica della conformità della scoria nera di acciaieria, 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 di Tabella 9, secondo il seguente protocollo, schematizzato per semplicità nel diagramma di flusso della Figura 4:

- se tutti i parametri dei gruppi A e B rispettano il limite, allora la scoria nera è conforme;
- se uno, o più, dei parametri del gruppo A supera il limite, allora la scoria nera non è conforme;
- se tutti i parametri del gruppo A rispettano il limite e uno, o più, dei parametri del gruppo B non rispetta il limite, allora la conformità della scoria nera può essere comunque confermata attraverso una verifica di ecotossicità secondo le metodiche riconosciute, da svolgersi nel rispetto di indicazioni e/o specifici criteri che verranno stabiliti da parte degli Enti preposti. In tal caso, solo se ne sarà esclusa l'ecotossicità, il materiale (scoria nera) si conferma conforme;
- nelle more dell'adozione delle indicazioni e/o specifici criteri di cui al punto precedente, la conformità della scoria nera è verificata attraverso il mero rispetto dei limiti del test di cessione per il gruppo A ed il gruppo B.

Allegato 2 – Schema di dichiarazione di conformità End of Waste

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ (DDC)

DICHIARAZIONE SOSTITUTIVA DELL'ATTO DI NOTORIETA' AI SENSI E PER GLI EFFETTI DELL'ARTICOLO 184-TER DEL D. LGS. N. 152/06 E DELL'AUTORIZZAZIONE N. ____ DEL __/__/____

(Articoli 47 e 38 del d.P.R. 28 dicembre 2000, n. 445)

Dichiarazione numero _____

Anno (aaaa)

(NOTA: riportare il numero della dichiarazione in modo progressivo)

Anagrafica del produttore

Denominazione sociale CF/P.IVA _____

Iscrizione al registro imprese _____

Indirizzo Numero civico _____

CAP _____ Comune _____ Provincia _____

Impianto di produzione _____

Indirizzo Numero civico _____

CAP _____ Comune _____ Provincia _____

Autorizzazione _____ Ente rilasciante _____ Data di rilascio _____

Prodotto

Il prodotto è conforme alla norma UNI EN _____

L'utilizzo previsto è: _____

Il produttore sopra indicato dichiara che

- il lotto di prodotto da recupero scoria è rappresentato dalla seguente quantità in volume:
_____ (NOTA: il lotto massimo può essere di 3000 m³)
- il predetto lotto è conforme all'autorizzazione dell'impianto;
- il predetto lotto rispetta i requisiti standard di prodotto e i requisiti standard di tutela della salute e dell'ambiente, previsti per l'ambito di utilizzo.

Il produttore dichiara infine 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;
- essere informato che i dati personali raccolti saranno trattati, anche con mezzi informatici, esclusivamente per il procedimento per il quale la dichiarazione viene resa (articolo 13 del decreto legislativo 30 giugno 2003, n. 196).

A supporto dei dati riportati nella presente dichiarazione si allegano*:

_____ li, _____

(NOTA: indicare luogo e data)

(NOTA: Firma e timbro del produttore)

(esente da bollo ai sensi dell'art. 37 del d.P.R. 445/2000)

* Alla dichiarazione di conformità devono essere allegati i relativi rapporti di analisi, laddove necessari per l'utilizzo specifico.