UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BRESCIA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA
IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE ED IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

Indagine sperimentale sull'applicabilità di processi non convenzionali di inertizzazione dei rifiuti

Relatore:
Chiar.mo Prof. CARLO COLLIVIGNARELLI

Correlatori:
Dott. MAURIZIO LODI
Dott. Ing. MENTORE VACCARI

Laureando:
GIACOMO SENALDI

Anno Accademico 2010-2011

Introduzione

Lo smaltimento dei rifiuti in discarica è attualmente disciplinato dal D.M. 27/09/2010 che ha recentemente aggiornato il precedente D.M. 03/08/2005. questi decreti prevedono che per la valutazione dell'accettabilità in discarica i rifiuti siano sottoposti ad una caratterizzazione chimico-fisica ed ad un test di eluizione effettuato secondo la norma UNI EN 12457-2.

Rispetto alla normativa previgente (D.P.R. 915/82 e D.C.I. 27 luglio 1984), i decreti ministeriali di cui sopra hanno modificato notevolmente i criteri di valutazione dell'accettabilità dei rifiuti nei vari tipi di discarica, introducendo inoltre un test di eluizione in acqua demineralizzata, in sostituzione di quello in acido acetico, su cui effettuare la verifica di nuovi parametri di controllo, quali bario, molibdeno, nichel, antimonio, zinco, cloruri, fluoruri, solfati, cianuri, TDS e DOC.

In seguito all'entrata in vigore del nuovo decreto, i tradizionali processi di stabilizzazione/solidificazione (S/S), basati su leganti idraulici quali cemento e calce, i quali erano finalizzati unicamente al contenimento di pochi metalli, non risultano però sempre adeguati, soprattutto in presenza di rifiuti con marcata presenza di sostanza organica e/o di alcuni metalli facilmente solubili.

Da questo quadro tecnico-normativo è derivata quindi l'esigenza di sviluppare processi di S/S innovativi che consentano di rispondere appieno ai nuovi dettami normativi; in quest'ambito si inserisce il presente lavoro di tesi e, più in generale, la più ampia ricerca al riguardo, avviata da alcuni anni presso il DICATA dell'Università degli Studi di Brescia in collaborazione con le aziende ValleSabbiaServizi Srl e Ambiente Ricerche Srl.

In particolare, la tesi si pone l'obiettivo di verificare sperimentalmente la possibilità di utilizzare un rifiuto come agente inertizzante/incapsulante in sostituzione del cemento, riducendo in tal modo i costi del trattamento ed i volumi finali di rifiuto da smaltire. Sono state così effettuate prove di inertizzazione per via termica su diverse tipologie di rifiuto mediante l'impiego di vernici in polvere di scarto, materiale di origine polimerica che costituisce esso stesso un rifiuto da smaltire. Parte della sperimentazione è stata inoltre focalizzata sull'immobilizzazione di un contaminante critico quale il molibdeno, valutando nello specifico gli effetti sia del trattamento oggetto di studio sia di quello convenzionale.

La tesi consta di due parti:

- una prima parte bibliografica articolata in quattro capitoli; i primi forniscono un inquadramento generale riguardo all'evoluzione normativa dei criteri di ammissibilità in discarica dei rifiuti (cap. 1), ai trattamenti di inertizzazione, convenzionali, alternativi, ovvero di recente attenzione (cap.2), e alle caratteristiche e problematiche associate alle vernici in polvere (cap. 3); l'ultimo capitolo (cap. 4) presenta l'impianto di ValleSabbiaServizi e comprende l'analisi statistica delle caratteristiche chimico-fisiche dei rifiuti sia in ingresso che in uscita.

- la seconda parte presenta l'attività sperimentale e comprende un capitolo in cui vengono descritti i materiali ed i metodi analitici impiegati (cap. 5) e uno successivo nel quale vengono riportati e discussi i risultati ottenuti (cap. 6).

1. Normativa

Sommario

1.1. Normativa sui rifiuti 5

1.1.1. Classificazione dei rifiuti 6

1.1.1.1. La Direttiva 2008/98/CE 6

1.1.1.1.1. Caratteristiche di pericolo ed ecotossicità 8

1.1.1.1.2. Confronto con la normativa sui preparati pericolosi 9

1.2. Classificazione delle discariche 10

1.2.1. Normativa vigente 10

1.2.2. La D.C.I. del 1984 12

1.3. Criteri di ammissibilità in discarica 14

1.3.1. Il Decreto ministeriale 27 settembre 2010 14

1.3.1.1. Il regolamento 850/2004/CE 14

1.3.1.2. Impianti di discarica per rifiuti inerti (Art. 5) 15

1.3.1.3. Impianti di discarica per rifiuti non pericolosi (Art. 6) 19

1.3.1.4. Impianti di discarica per rifiuti pericolosi (Art. 8) 21

1.3.1.5. Depositi sotterranei (Art. 9) 21

1.3.1.6. Deroghe (Art. 10) 22

1.3.1.7. Allegati 22

1.3.2. Confronto con i criteri di accettabilità precedenti 24

1.4. Bibliografia 26

Indice delle tabelle

TABELLA 1.1 - SOSTANZE APPARTENENTI AI GRUPPI DA 9 A 20, 24, 25, 27 E 28 DELL'ALLEGATO 1/A AL D.P.R. 915/82.....13
TABELLA 1.2 - CONCENTRAZIONI LIMITE PER LE SOSTANZE DI CUI ALL'ALLEGATO 1/A AL D.P.R. 915/82.....13
TABELLA 1.3 - METALLI PRESENTI NELL'ALLEGATO 1/A AL D.P.R. 915/82 E RELATIVE CONCENTRAZIONI LIMITE AI SENSI DELLA L.319/1976.....13
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 1: RIFIUTI INERTI PER I QUALI È CONSENTITO LO SMALTIMENTO IN DISCARICA PER RIFIUTI INERTI SENZA PREVENTIVA CARATTERIZZAZIONE 16
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 4: FATTORI DI EQUIVALENZA PER IL CALCOLO DELLE DIOSSINE E DEI DIBENZOFURANI 16
TABELLA 1.5 - REGOLAMENTO 2004/850/CE ALLEGATO IV: ELENCO DELLE SOSTANZE SOGGETTE ALLE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI GESTIONE DEI RIFIUTI.....17
TABELLA 1.7 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 3: LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER I COMPOSTI ORGANICI IN DISCARICHE PER RIFIUTI INERTI.....18
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 2: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ IN DISCARICHE PER INERTI 18
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 5: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI 20
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 5A: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ DI RIFIUTI PERICOLOSI STABILI NON REATTIVI IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI.....20
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 6: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ IN DISCARICHE PER RIFIUTI PERICOLOSI.....21
TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 ALLEGATO 2 TABELLA 1: CRITERI DI AMMISSIBILITÀ A DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI 22

1.1. Normativa sui rifiuti

Dal 29 aprile 2006 è entrato nel suo pieno vigore il Testo Unico ambientale, D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche ed integrazioni (in ultimo la Legge 22 dicembre 2011, n. 214, Conversione in legge del "Salva Italia"), che ha sostituito il D.Lgs. n. 22 del 5 febbraio 1997 (noto come decreto Ronchi).

L'obiettivo principale del decreto 152/2006 è "la promozione dei livelli di qualità della vita umana, da realizzare attraverso la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali". Questo documento si presenta come attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308 ed ha il compito di regolamentare le materie collegate all'ambiente

Il decreto 152/2006 è suddiviso nelle 6 parti seguenti:

- parte prima: principi generali
- parte seconda: procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);
- parte terza: difesa del suolo e lotta alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche;
- parte quarta: gestione dei rifiuti e bonifica dei siti contaminati;
- parte quinta: tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;
- parte sesta: tutela risarcitoria contro i danni all'ambiente.

Questa tesi si inserisce nell'ambito della gestione e classificazione dei rifiuti, verrà quindi analizzata qui di seguito la parte quarta del decreto.

Le finalità che la normativa si pone nel campo dei rifiuti sono quelle di assicurare la tutela della salute dell'uomo e un'elevata protezione dell'ambiente; le attività di recupero e smaltimento dei rifiuti devono quindi guardare in particolare ai rischi per l'acqua, l'aria, il suolo, la flora, la fauna ed il paesaggio.

Gli enti amministrativi, nell'esercizio delle proprie competenze nella gestione dei rifiuti, sono tenuti a favorire in primo luogo la riduzione della produzione e della nocività degli stessi ed adottare misure dirette al recupero, riutilizzo e riciclaggio, nonché al loro utilizzo come fonte di energia, questo perché lo smaltimento deve costituire la fase residuale della gestione dei rifiuti, cioè deve essere attuato solo nel caso in cui non vi sia più una applicabilità economica e tecnica delle operazioni di recupero.
A tale scopo sia le operazioni di recupero sia quelle di smaltimento devono essere effettuate con le migliori tecniche disponibili in modo tale da ottenere una maggiore efficienza dei processi ed un elevato grado di protezione dell'ambiente e della salute pubblica e ridurre i volumi di rifiuto da destinare alle discariche.

La parte IV del D.Lgs. 152/06 si applica a emissioni gassose, acque di scarico (esclusi rifiuti liquidi), rifiuti radioattivi, materiale derivante dallo sfruttamento di cave e miniere, carogne, rifiuti agricoli (litoidi, vegetali o fecali), materiali esplosivi in disuso, materiali vegetali, terre e pietrame derivante dalla manutenzione di alvei di scolo ed irrigui, categorie per le quali sono state definite normative ad hoc.

1.1.1. Classificazione dei rifiuti

All'interno del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, i rifiuti sono classificati, in base all'origine, in rifiuti urbani e speciali e, in base alle caratteristiche di pericolosità, in rifiuti pericolosi e non pericolosi.

Sono rifiuti urbani tutti quelli prodotti in ambito domestico e quelli provenienti dallo spezzamento delle strade e mantenimento del verde; sono invece rifiuti speciali quelli generati dalle attività industriali, artigianali e commerciali.

La distinzione fra rifiuti pericolosi e non, si fa oggi riferimento alla nuova Direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, recepita a livello nazionale dal decreto legislativo 3 dicembre 2010, n. 205, che costituisce un sostanziale "Correttivo" della parte IV del D.Lgs. n. 152/2006.

Parallelamente alla suddetta direttiva si inseriscono i nuovi disposti in materia di classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e preparati pericolosi, racchiusi nel Regolamento 2008/1272/CE e ss.mm.ii. (Regolamento CLP); il fatto che la nuova Direttiva sui rifiuti, seppur redatta nel 2008, non contenga riferimenti a quest'ultimo, fa presupporre la necessità futura di un nuovo intervento normativo al fine di adeguarla.

1.1.1.1. La Direttiva 2008/98/CE

La nuova Direttiva 2008/98/CE, che abroga alcune direttive precedentemente emanate in tema (direttive 2006/12/CE rifiuti, 91/689/CEE rifiuti pericolosi e 75/439/CEE eliminazione degli oli usati), riporta anche alcuni importanti aspetti che riguardano specificatamente la classificazione dei rifiuti pericolosi,

Il principio adottato dalla direttiva per la classificazione dei rifiuti è che "qualsiasi sostanza pericolosa ai sensi della Direttiva 67/548/CEE, relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative in merito alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi, se presente nel rifiuto in una certa concentrazione, fa classificare lo stesso pericoloso".

La nuova Direttiva mantiene la Decisione 2000/532/CE e ss.mm.ii, che aveva introdotto il nuovo catalogo dei rifiuti (definito ed integrato dalle successive Decisioni della Commissione n. 2001/118/CE e 2001/119/CE e dalla Decisione del Consiglio n. 2001/573/CE).

Il presente elenco armonizzato di rifiuti verrà rivisto periodicamente, sulla base delle nuove conoscenze ed in particolare di quelle prodotte dall'attività di ricerca, e se necessario modificato in conformità dell'articolo 39 della direttiva 2008/98/CE. L'inclusione di una sostanza o di un oggetto nell'elenco non significa che esso sia un rifiuto in tutti i casi. Una sostanza o un oggetto è considerato un rifiuto solo se rientra nella definizione di cui all'articolo 3, punto 1 della direttiva 2008/98/CE.

Il Codice Europeo dei Rifiuti ha articolato i rifiuti oltre che sulla base del ciclo produttivo di provenienza in tre classi distinte, rifiuti pericolosi, non pericolosi e con codice a specchio.
Più precisamente, per quest'ultima classe, si fa un esplicito riferimento a concentrazioni limite di sostanze pericolose presenti nel rifiuto. Tali concentrazioni limite sono riportate nell'art. 2 della decisione 2000/532/CE, nel quale si afferma che:

"Si ritiene che i rifiuti classificati come pericolosi presentino una o più caratteristiche indicate nell'Allegato III della Direttiva 91/689/CEE e, in riferimento ai codici da H3 a H8 e ai codici H10 e H11 del medesimo allegato, una o più delle seguenti caratteristiche:

- *punto di infiammabilità < 55°C,*
- *una o più sostanze classificate come molto tossiche in concentrazione totale > 0,1%,*
- *una o più sostanze classificate come tossiche in concentrazione totale > 3%,*
- *una o più sostanze classificate come nocive in concentrazione totale > 25%,*
- *una o più sostanze corrosive classificate come R35 in concentrazione totale > 1%,*
- *una o più sostanze corrosive classificate come R34 in concentrazione totale > 5%,*
- *una o più sostanze irritanti classificate come R41 in concentrazione totale > 10%,*
- *una o più sostanze irritanti classificate come R36, R37, R38 in concentrazione totale > 20%,*
- *una sostanza riconosciuta come cancerogena (categorie 1 o 2) in concentrazione totale > 0,1%,*
- *una sostanza riconosciuta come cancerogena (categoria 3) in concentrazione totale > 0,1%,*
- *una sostanza riconosciuta come tossica per il ciclo riproduttivo (categorie 1 o 2) classificata come R60 o R61 in concentrazione totale > 0,5%,*
- *una sostanza riconosciuta come tossica per il ciclo riproduttivo (categoria 3) classificata come R62 o R63 in concentrazione totale > 5%,*
- *una sostanza riconosciuta mutagena (categoria 1 o 2) classificata come R46 in concentrazione totale > 0,1%,*
- *una sostanza riconosciuta mutagena (categoria 3) classificata come R68 in concentrazione totale > 1%."*

Un rifiuto è identificato come pericoloso solo se le sostanze in esso presenti raggiungono concentrazioni (% p/p) tali da conferire al rifiuto in questione una o più delle proprietà di cui all'Allegato III della Direttiva 91/689/CEE. Per le caratteristiche da H3 a H8, H10 e H11 si applicano i limiti di concentrazione indicati all'articolo 2 della decisione (come sopra riportati) per determinare la pericolosità del rifiuto.
Relativamente alle caratteristiche H1, H2, H9, H12, H13 e H14 l'articolo 2 della decisione 2000/532/CE e ss.mm.ii. non prevedeva alcun valore limite di concentrazione.

Poiché la classificazione dei rifiuti fa esplicito riferimento a quella delle sostanze pericolose, al fine di evitare modifiche troppo frequenti dell'elenco dei rifiuti pericolosi, è stato previsto un meccanismo automatico di adeguamento in virtù del quale ogni volta che una nuova sostanza è classificata come pericolosa ai sensi della Direttiva 67/548/CEE, se la stessa è presente in un rifiuto per il quale è prevista la "voce speculare", quest'ultimo sarà classificato pericoloso, ove la concentrazione della sostanza stessa raggiunga le concentrazioni previste nell'art. 2 della Decisione 2000/532/CE e ss.mm.ii. Infatti, i limiti indicati nel citato art. 2 della decisione riflettono le pertinenti disposizioni della Direttiva 1999/45/CE, sui preparati pericolosi.

La presenza di metalli in lega, generalmente non fa scattare la classificazione di "pericoloso", tranne nel caso di alcune leghe metalliche, quale ad esempio l'amalgama di mercurio.

Tuttavia, va osservato che le sostanze "classificate pericolose ai sensi della Direttiva 67/548/CEE" non sono solo quelle presenti nel vecchio Allegato I della direttiva, soppresso dal Regolamento CE 1272/2008 e sostituito dalla tabella 3.2 dell'Allegato VI di tale regolamento a decorrere dal 20 gennaio 2009, ma anche quelle autoclassificate dall'industria; con quest'ultima disposizione si sottolinea innanzitutto il principio che l'elenco delle classificazioni armonizzate non è esaustivo delle sostanze pericolose presenti sul mercato.

1.1.1.1.1. Caratteristiche di pericolo ed ecotossicità

La nuova Direttiva 2008/98/CE si adegua pienamente agli attuali disposti normativi in materia di classificazione delle sostanze e preparati pericolosi e introduce nell'Allegato III "Caratteristiche di pericolo per i rifiuti", le seguenti nuove caratteristiche:

- H10 "Tossico per la riproduzione"
- H13 "Sensibilizzante"

Mentre la prima sostituisce il precedente "teratogeno"; la caratteristica "Sensibilizzante" non era presente nella precedente direttiva ed indica sostanze e preparati che, per inalazione o penetrazione cutanea possono dar luogo ad una reazione di ipersensibilizzazione per cui una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce effetti nefasti caratteristici

La Direttiva specifica inoltre che l'attribuzione delle caratteristiche di pericolo "tossico", "molto tossico", "nocivo", "corrosivo", "irritante", "cancerogeno", "tossico per la riproduzione", "mutageno" e, a partire da questa Direttiva, anche "ecotossico", è effettuata secondo i criteri stabiliti nell'allegato VI della Direttiva 67/548/CEE del Consiglio (concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose), nella versione modificata.

L'aggiunta della caratteristica "Ecotossico" (H14) determina importanti risvolti. Infatti, la metodologia per la valutazione di tale proprietà era ancora in corso di definizione al momento della pubblicazione delle decisioni che hanno istituito le liste dei rifiuti pericolosi a partire dal 1994 e pertanto, per tale caratteristica, non era stato inserito alcun valore limite. Specificatamente per i rifiuti, già dal 2003 la Commissione UE sta lavorando su alcuni criteri per la valutazione del rischio "Ecotossico", basati prevalentemente su test biologici effettuati sugli eluati, ma ad oggi non è stata ancora presa alcuna decisione conclusiva al fine di promulgare un test specifico per i rifiuti per la determinazione di detta caratteristica. Introducendola nel suddetto elenco, la nuova Direttiva 2008/98/CE sembra superare tale problema in quanto dovrebbero applicarsi gli stessi criteri utilizzati per le sostanze e preparati pericolosi; ancora oggi è comunque acceso a livello nazionale il dibattito su come assegnare ai rifiuti la caratteristica di pericolo "Ecotossico".

Si delineano quindi due possibili criteri per l'attribuzione della caratteristica H14:

- applicazione dell'approccio analitico, tramite i metodi di calcolo individuati dal regolamento CLP, che comunque entrerà in vigore solo a partire dall'anno 2015;
- applicazione di batterie di test eco tossicologici, opzione che dovrebbe utilizzarsi nel caso di assenza di dati sufficienti per la valutazione analitica o quando quest'ultima porti a classificare il rifiuto come eco tossico ma si ritenga che lo stesso non sia tale.

In Italia, il recente parere formulato congiuntamente dall'ISPRA e dall'ISS è coerente con il suddetto orientamento europeo. Bisogna però rilevare come, a differenza dell'Italia, la maggior parte degli Stati Membri applichi già criteri nazionali per la determinazione della caratteristica di "Ecotossico".

1.1.1.1.2. Confronto con la normativa sui preparati pericolosi

In linea generale si rileva che il meccanismo di classificazione dei rifiuti appare in qualche modo semplificato rispetto a quello dei preparati pericolosi, e tale semplificazione può risultare penalizzante per il rifiuto. Ad esempio, per le sostanze molto tossiche e tossiche si usano i limiti percentuali che la normativa sui preparati pericolosi utilizza per la classe di pericolo meno severa, cioè i nocivi: in termini pratici, la presenza in un preparato di un componente molto tossico in concentrazione compresa tra 0,1 e 1% fa classificare il preparato nocivo mentre, alle stesse concentrazioni, il rifiuto si classifica molto tossico. In pratica, nel sistema di classificazione del rifiuto non esiste il meccanismo di "diluizione dell'effetto" adottato nella direttiva sui preparati pericolosi per gli effetti acuti letali, per quelli locali (corrosivo/irritazione) e per quelli ambientali.

Infine la direttiva sui preparati pericolosi concede, in alternativa al sistema convenzionale di calcolo, la possibilità a determinate condizioni di saggiare sperimentalmente il preparato e di classificarlo in funzione dei risultati di tale sperimentazione. Tale possibilità non sembrava esistere nel campo dei rifiuti, almeno fino all'emanazione della nuova Direttiva 2008/98/CE, che fa un esplicito riferimento non solo ai criteri ma anche ai metodi utilizzati per la classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi.

In ultimo va rilevato che anche se il Regolamento CLP esclude dal suo campo di applicazione i rifiuti, oltre ad altri preparati che ricadono sotto specifiche normative europee (come farmaci, dispositivi medici, alimenti e mangimi, cosmetici), è implicito che esso inciderà su tutte le disposizioni normative che si rifanno ai principi di classificazione delle sostanze e delle miscele, incluse, quindi, quelle relative ai rifiuti. Le conseguenze sono che da una parte le attuali caratteristiche di pericolo andranno adattate ai nuovi criteri di classificazione introdotti dal Regolamento CLP e dall'altra che i nuovi criteri introdotti dal CLP, in alcuni casi diversi e più severi rispetto a quelli della 67/548/CEE, potranno comportare un cambiamento nella classificazione delle sostanze o delle miscele con conseguente modifica della classificazione del rifiuto.

1.2. Classificazione delle discariche

L'evoluzione normativa in ambito di classificazione e smaltimento in discarica è riassunta come segue:

- Delibera C.I. del 27 luglio 1984, applicativa dell'art.4 del D.P.R. 915/82
- D.Lgs. 05 febbraio 97 n. 22 (Decreto Ronchi)
- Decisione 2000/532/CE e ss.mm.ii
    - Decisione 2001/118/CE
    - Decisione 2001/119/CE
    - Decisione 2001/573/CE, recepita dalla Direttiva Min. Amb. 9 aprile 2002
- D.Lgs. 13 gennaio 2003 n. 36 - discariche (attuazione Direttiva 1999/31/CE)
- Decreto Min. Amb. 13 marzo 2003 - Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica
- Decreto M.A.T.T.M. 27 settembre 2010 - Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica

1.2.1. Normativa vigente

Per quanto riguarda le procedure di smaltimento, il D.Lgs. 152/2006, all' articolo 182 comma 5 prevede che: *"le attività di smaltimento in discarica dei rifiuti sono disciplinate secondo le disposizioni del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36, di attuazione della direttiva 1999/31/CE"*.

Tale decreto ha sostituito i paragrafi attinenti allo stoccaggio definitivo della deliberazione del Comitato interministeriale del 27/7/1984, recependo la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti ed introducendo in Italia una nuova classificazione di quest'ultime.

La fase transitoria di adattamento al D.Lgs. 36/2003 viene regolata dall'art. 17 (Diposizioni transitorie e finali) del decreto stesso; esso pone come limite temporale di adeguamento dei vecchi impianti il 16 luglio 2005, termine prorogato più volte da una serie di provvedimenti, l'ultimo dei quali, il decreto legge del 30 dicembre 2008, n. 208 ("Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente"), lo ha fissato per il 30 giugno 2009.
Da tale data è consentito smaltire nelle nuove discariche solo rifiuti classificati secondo le definizioni del D.Lgs. 152/2006 (e ss.mm.ii) e che rispettano i limiti di accettabilità del recente D.M. 27 settembre 2010.
A tutt'oggi comunque alcune scadenze previste da questo decreto, che dovrebbero essere già vigenti, sono ancora in fase transitoria: ne è un esempio recente il bando dalla discarica dei rifiuti aventi PCI (Potere calorifico inferiore) > 13.000 kJ/kg, originariamente fissato nel 1° gennaio 2007 e spostato da innumerevoli provvedimenti di proroga, l'ultimo dei quali il D.L. 29 dicembre 2011, n. 216 (il cosiddetto "Milleproroghe"), fino alla nuova data del 1° gennaio 2013.

Si ricorda comunque che sia nel testo unico che nei provvedimenti successivi viene sottolineata l'importanza di minimizzare il quantitativo di rifiuti che viene conferito in discarica a favore delle operazioni di riciclo, riutilizzo e recupero energetico (art. 182, c. 2).

A tale scopo la normativa impone un aumento della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti, una riduzione del materiale organico biodegradabile da collocare in discarica e l'obbligo di conferire i rifiuti solo dopo trattamento (eccetto i casi in cui questo non risulti tecnicamente fattibile o inutile ai fini del raggiungimento dello scopo prefissato), come ribadito anche dall'ultimo "Correttivo" alla parte IV del D.Lgs. 152/2006, il D.Lgs. 205/2010.

Il D.Lgs. 36/2003 attualmente in vigore, agli articoli 5 e 7 classifica le discariche in tre diverse categorie:

- discarica per rifiuti inerti, nella quale possono essere smaltiti unicamente, secondo la definizione di inerti (art. 2), "i rifiuti solidi che non subiscono alcuna trasformazione fisica, chimica o biologica significativa; i rifiuti inerti non si dissolvono, non bruciano, né sono soggetti ad altre reazioni fisiche o chimiche, non sono biodegradabili e, in caso di contatto con altre materie, non comportano effetti nocivi tali da provocare inquinamento ambientale o danno alla salute umana. La tendenza a dar luogo a percolati e la percentuale inquinante globale dei rifiuti, nonché l'ecotossicità dei percolati devono essere trascurabili e, in particolare, non danneggiare la qualità delle acque, superficiali e sotterranee";
- discarica per rifiuti non pericolosi, nella quale possono essere smaltiti rifiuti urbani, rifiuti non pericolosi e rifiuti pericolosi stabili e non reattivi che soddisfano i criteri di ammissione;
- discarica per rifiuti pericolosi, nella quale sono ammessi solo rifiuti pericolosi che soddisfano i criteri di ammissione fissati dalla normativa vigente.

Fatto salvo che "E' vietato diluire o miscelare rifiuti al solo fine di renderli conformi ai criteri di ammissibilità", ai sensi del D.Lgs. 36/03, non sono ammessi in discarica i seguenti rifiuti:

a) rifiuti allo stato liquido;
b) rifiuti classificati Esplosivi (H1), Comburenti (H2) e Infiammabili (H3-A e H3-B);
c) rifiuti che contengono una o più sostanze corrosive classificate come R35 in concentrazione totale > 1 %;
d) rifiuti che contengono una o più sostanze corrosive classificate come R34 in concentrazione totale >5%;
e) rifiuti sanitari pericolosi a rischio infettivo (categoria di rischio H9);
f) frifiuti della produzione di principi attivi per biocidi, come definiti ai sensi del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n 174, e per prodotti fitosanitari come definiti dal decreto legislativo 17 marzo 1995, n 194;
g) materiale specifico a rischio di cui al decreto del Ministro della sanità in data 29 settembre 2000 e materiali ad alto rischio disciplinati dal decreto legislativo 14 dicembre 1992, n. 508, comprese le proteine animali e i grassi fusi da essi derivati;
h) rifiuti che contengono o sono contaminati da PCB come definiti dal decreto legislativo 22 maggio 1999, n. 209, in quantità superiore a 50 ppm;
i) irifiuti che contengono o sono contaminati da diossine e furani in quantità superiore a 10 ppb;
j) rifiuti che contengono fluidi refrigeranti costituiti da CFC e HCFC, o rifiuti contaminati da CFC e HCFC in quantità superiore al 0,5 % in peso riferito al materiale di supporto;
k) rifiuti che contengono sostanze chimiche non identificate o nuove provenienti da attività di riCERca, di sviluppo o di insegnamento, i cui effetti sull'uomo e sull'ambiente non siano noti;
l) pneumatici interi fuori uso a partire dal 16 luglio 2003, esclusi i pneumatici usati come materiale di ingegneria ed i pneumatici fuori uso triturati a partire da tre anni da tale data, esclusi in entrambi i casi quelli per biciclette e quelli con un diametro esterno superiore a 1400 mm;
m) rifiuti con PCI (Potere calorifico inferiore) > 13.000 kJ/kg a partire dal 1° gennaio 2013.

1.2.2. La D.C.I. del 1984

La classificazione delle discariche e l'ammissibilità dei rifiuti sono regolate in funzione di due criteri tra loro integrati:

- in base alla tipologia di rifiuti: urbani, inerti, speciali non tossici e nocivi, speciali tossici e nocivi;
- in base alle effettive concentrazioni di alcune sostanze.

I paragrafi attinenti allo stoccaggio definitivo della deliberazione del Comitato interministeriale del 27 luglio 1984 prevedono la suddivisione delle discariche in cinque diverse categorie a seconda della tipologia di rifiuto conferibile:

- discariche di prima categoria sono impianti di stoccaggio nei quali possono essere smaltiti rifiuti solidi urbani, rifiuti speciali assimilati agli urbani e fanghi non tossici e nocivi stabilizzati e palabili derivanti dagli impianti di depurazione delle acque di scarico provenienti esclusivamente da insediamenti civili, nonché fanghi con caratteristiche analoghe ai precedenti (il conferimento è effettuato sulla base di analisi di tipo merceologico);
- discariche di seconda categoria tipo A: impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti soltanto rifiuti inerti quali sfridi di materiali da costruzione, demolizioni, costruzioni e scavi, materiali ceramici cotti, vetri di tutti i tipi, rocce e materiali litoidi da costruzione (il conferimento è effettuato sulla base di analisi di tipo merceologico);
- discariche di seconda categoria tipo B: impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti rifiuti sia speciali che tossici nocivi, tal quali o trattati a condizione che non contengano sostanze appartenenti ai gruppi 9÷20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 (tabella 1.1) in concentrazioni superiori a valori corrispondenti ad un centesimo delle rispettive concentrazioni limite determinate ai sensi del decreto stesso (tabella 1.2) e che, sottoposti alle prove di cessione, diano un eluato conforme ai limiti di accettabilità previsti dalla tabella A della legge n. 319/1976, e successive modifiche, per i metalli compresi nell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 (tabella 1.3); se le caratteristiche di permeabilità del suolo danno sufficienti garanzie, possono essere smaltiti in discariche di tipo B anche i rifiuti di cui sopra il cui eluato superi, sino a un massimo di dieci volte, i limiti sopra citati, in questo caso tali discariche sono dette "II B super" (il conferimento è quindi effettuato sulla base di analisi sia sul rifiuto tal quale, che sull'eluato in acido acetico, inoltre, la regione Lombardia ha aggiunto anche il dilavamento in acqua satura di CO_2);
- discariche di seconda categoria tipo C: impianti di stoccaggio definitivo nei quali possono essere smaltiti, oltre quelli indicati nei punti precedenti, tutti i rifiuti tossici o nocivi, tal quale o trattati, ad eccezione delle sostanze appartenenti ai gruppi 9÷20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 (tabella 1.1) in concentrazione superiore a dieci volte i limiti per rifiuti tossico nocivi (tabella 1.2); in ogni caso non possono essere smaltiti in discariche di seconda categoria di tipo C i rifiuti infiammabili, aventi punto di infiammabilità inferiore a 55°C, comburenti, rifiuti in grado di reagire pericolosamente con l'acqua o con acidi e basi deboli o ospedalieri e simili (il conferimento è effettuato solo sulla base di analisi effettuate sul rifiuto tal quale);
- discariche di terza categoria: impianti aventi caratteristiche di sicurezza particolarmente elevate per la protezione dell'ambiente e della salute dell'uomo, nei quali possono essere confinati rifiuti tossici e nocivi contenenti sostanze appartenenti ai gruppi 9÷20 e 24, 25, 27 e 28 dell'allegato al decreto del Presidente della Repubblica n. 915/1982 in concentrazioni superiori a dieci volte i limiti per rifiuti tossico nocivi per i quali non risultino adottabili diversi e adeguati sistemi di smaltimento simili (il conferimento è effettuato solo sulla base di analisi effettuate sul rifiuto tal quale).

TABELLA 1.1 - SOSTANZE APPARTENENTI AI GRUPPI DA 9 A 20, 24, 25, 27 E 28 DELL'ALLEGATO 1/A AL D.P.R. 915/82

Numero	Sostanza
9	Fenoli e loro composti
10	Cianuri, organici ed inorganici
11	Isocianati
12	Composti oragnoalogenati esclusi i polimeri inerti e altre sostanze considerate nel presente elenco
13	Solventi clorurati
14	Solventi organici
15	Biocidi e sostanze fitofarmaceutiche
16	Prodotti a base di catrame derivanti da procedimenti di raffinazione e residui catramosi da operazioni di distillazione
17	Composti farmaceutici
18	Perossidi, clorati, perclorati e azoturi
19	Eteri
20	Sostanze chimiche di laboratorio non identificabili e/o sostanze nuove i cui effetti sull'ambiente non sono conosciuti
24	Composti aromatici policiclici (con effetti cancerogeni)
25	Metalli carbonili
27	Sostanze acide e/o basiche impiegate nei trattamenti in superficie dei metalli
28	Policlorodifenili, policlorotrifenili e loro miscele

TABELLA 1.2 - CONCENTRAZIONI LIMITE PER LE SOSTANZE DI CUI ALL'ALLEGATO 1/A AL D.P.R. 915/82

Categoria[1]	Concentrazione limite nel rifiuto[2]
Molto tossiche	500 mg/kg
Tossiche	5000 mg/kg
Nocive	50000 mg/kg

1. L'assegnazione delle sostanze alle tre categorie va effettuata in base ai criteri adottati dalla normativa in materia di etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi (legge 29 maggio 1974, n. 256; D.P.R. 24 novembre 1981, n. 927 e ss.mm.ii.).
2. Per le sostanze aventi la frase di rischio R33 (pericolo di effetti cumulativi), R39 (pericolo di effetti irreversibili molto gravi) ed R40 (possibilità di effetti irreversibili) di cui al succitato D.M., la corrispondente CL deve essere divisa per 5.

TABELLA 1.3 - METALLI PRESENTI NELL'ALLEGATO 1/A AL D.P.R. 915/82 E RELATIVE CONCENTRAZIONI LIMITE AI SENSI DELLA L.319/1976

Elenco metalli D.P.R. n. 915/1982		Concentrazioni limite legge n. 319/1976 [mg/L]
Numero	Sostanza	
1	Arsenico e suoi composti	0,5
2	Mercurio e suoi composti	0,005
3	Cadmio e suoi composti	0,02
4	Tallio e suoi composti	n.n.*
5	Berillio e suoi composti	n.n.*
6	Composti di cromo esavalente	0,2
7	Piombo e suoi composti	0,2
8	Antimonio e suoi composti	n.n.*
21	Amianto (polveri e fibre)	n.n.*
22	Selenio e suoi composti	0,03
23	Tellurio e suoi composti	n.n.*
26	Composti del rame solubile	0,1

**: non normato dalla legge.*

1.3. Criteri di ammissibilità in discarica

1.3.1. Il Decreto ministeriale 27 settembre 2010

Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 281 del 01/12/2010, il nuovo decreto ministeriale D.M. 27/09/2010 è entrato in vigore il 15/12/2010, in sostituzione del precedente D.M. 03/08/2005.
Il decreto stabilisce i criteri e le procedure di ammissibilità dei rifiuti nelle discariche; le categorie di discarica sono definite all'articolo 4 del decreto legislativo 13 gennaio 2003 n. 36 e si dividono in discariche per inerti, per rifiuti non pericolosi e per rifiuti pericolosi. Tenuto conto che le discariche per rifiuti pericolosi hanno un livello di tutela ambientale superiori a quelle per rifiuti non pericolosi, e che queste ultime hanno un livello di tutela ambientale superiore a quelle per rifiuti inerti, è ammesso il conferimento di rifiuti che soddisfano i criteri per l'ammissione ad ogni categoria di discarica in discariche aventi un livello di tutela superiore.

1.3.1.1. Il regolamento 850/2004/CE

In apertura il decreto introduce il riferimento al regolamento 850/2004/CE, neanche citato nel previgente D.M. 03/08/2005, che dovrà essere rispettato ai fini dello smaltimento in discarica dei rifiuti contenenti o contaminati da inquinanti organici persistenti (POP).
In estrema sintesi, i POP sono sostanze chimiche dotate di proprietà tossiche difficilmente degradabili, ritenute particolarmente nocive per la salute umana e per l'ambiente e per questo oggetto di due accordi internazionali (il Protocollo di Aahrus e la Convenzione di Stoccolma), recepiti dall'Ue nel 2004 con intenti addirittura superiori a quelli da essi stabiliti.

Per quanto riguarda in particolare i rifiuti, il regolamento stabilisce il principio che i POP contenuti nei rifiuti debbano essere distrutti o trasformati irreversibilmente in sostanze che non presentino caratteristiche analoghe, a meno che esistano altre operazioni più adeguate sotto il profilo ambientale; ed obbliga gli Stati membri a smaltire o recuperare i rifiuti "costituiti da una delle sostanze elencate nell'allegato IV, o che le contengono o ne sono contaminati" con le modalità indicate nell'allegato V, parte I del regolamento (cioè trattamento fisico-chimico, incenerimento a terra, impiego principale come combustibile o come altro mezzo per produrre energia, eccetto i rifiuti contenenti PCB, e, a partire dal 2009, riciclo/recupero di metalli e di composti metallici).

Sono previste due deroghe: una per i rifiuti che contengono o sono contaminati da POP, che "possono in alternativa essere smaltiti o recuperati in conformità della pertinente normativa comunitaria", allorquando il tenore delle sostanze contenute nei rifiuti sia inferiore ai valori limite di concentrazione che saranno indicati nell'allegato IV (articolo 7, modificato nel 2009); la seconda deroga è prevista per determinate operazioni "alternative" di trattamento relative ai rifiuti elencati nell'allegato V, parte II, possibili solo nel rispetto di determinate condizioni tra cui la necessaria comunicazione della misura all'Ue.

Tra l'elenco delle sostanze disciplinate dal regolamento si segnalano i PCB, il DDT, le diossine e il clordano, nonché altre sostanze chimiche dotate di proprietà tossiche difficilmente degradabili, ritenute particolarmente nocive per la salute umana e per l'ambiente.

Gli allegati I e IV del regolamento 850/2004/Ce sono stati integralmente sostituiti nella scorsa estate, ad opera dei due regolamenti Ue 756 e 757 del 24 agosto.

1.3.1.2. Impianti di discarica per rifiuti inerti (Art. 5)

Nelle discariche per inerti sono smaltibili senza essere sottoposti ad accertamento analitico i rifiuti elencati in Tabella 1 (del D.M. 27/09/2010), in quanto considerati già conformi ai criteri specificati nella definizione di rifiuti inerti di cui all'articolo 2, comma 1, lettera e) del decreto legislativo 13/01/2003:

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

TABELLA 1.4 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 1: RIFIUTI INERTI PER I QUALI È CONSENTITO LO SMALTIMENTO IN DISCARICA PER RIFIUTI INERTI SENZA PREVENTIVA CARATTERIZZAZIONE

Codice	Descrizione	Restrizioni
10 12 08	scarti di ceramica, mattoni, mattonelle e materiali da costruzione (sottoposti a trattamento termico)	
10 11 03	Scarti di materiali in fibra a base di vetro	Solo se privi di leganti organici
15 01 07	Imballaggi in vetro	
17 01 01	Cemento	
17 01 02	Mattoni	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione
17 01 03	Mattonelle e ceramiche	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione
17 01 07	Miscugli di cemento, mattoni,mattonelle e ceramiche	Solamente i rifiuti selezionati da costruzione e demolizione
17 02 02	Vetro	
17 05 04	Terra e rocce	Esclusi i primi 30 cm di suolo, la torba e purhè non provenienti da siti contaminati
19 12 05	Vetro	
20 01 02	Vetro	Solamente vetro raccolto separatamente
20 02 02	Terre e rocce	Solo rifiuti di giardini e parchi, eccetto terra vegetale e torba.

Tuttavia possono essere smaltiti rifiuti che non necessariamente rientrano in Tabella 1 (del D.M. 27/09/2010), ma che soddisfano alcuni requisiti.
E' vietato il conferimento di rifiuti che contengono PCB in concentrazione superiore a 1 mg/kg e che contengono diossine e furani, calcolati secondo i fattori di equivalenza di Tabella 4 in concentrazioni superiori a 0,0001 mg/kg. Per gli altri inquinanti persistenti si applicano i limiti di cui all'allegato IV del Regolamento (Ce) n. 850/2004 e successive modificazioni.

TABELLA 1.5 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 4: FATTORI DI EQUIVALENZA PER IL CALCOLO DELLE DIOSSINE E DEI DIBENZOFURANI

PCDD/PCDF		Fattore di equivalenza (TEF)
2,3,7,8	Tetraclorodibenzodiossina (TeCDD)	1
1,2,3,7,8	Pentaclorodibenzodiossina (PeCDD)	1
1,2,3,7,8	Esaclorodibenzodiossina (HxCDD)	0,1
1,2,3,7,8,9	Esaclorodibenzodiossina (HxCDD)	0,1
1,2,3,7,8	Esaclorodibenzodiossina (HxCDD)	0,1
1,2,3,4,6,7,8	Eptaclorodibenzodiossina (HpCDD)	0,01
	Octaclorodibenzodiossina (OCDD)	0,0003
2,3,7,8	Tetraclorodibenzofurano (TeCDF)	0,1
2,3,4,7,8	Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0,3
1,2,3,7,8	Pentaclorodibenzofurano (PeCDF)	0,03
1,2,3,4,7,8	Esaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,7,8,9	Esaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,6,7,8	Esaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
2,3,4,6,7,8	Esaclorodibenzofurano (HxCDF)	0,1
1,2,3,4,6,7,8	Eptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0,01
1,2,3,4,7,8,9	Eptaclorodibenzofurano (HpCDF)	0,01
	Octaclorodibenzofurano (OCDF)	0,0003

TABELLA 1.6 - REGOLAMENTO 2004/850/CE ALLEGATO IV: ELENCO DELLE SOSTANZE SOGGETTE ALLE DISPOSIZIONI IN MATERIA DI GESTIONE DEI RIFIUTI

Sostanza	Numero CAS	Numero CE	Valore limite di concentrazione di cui all'articolo 7, paragrafo 4, lettera a)
Tetrabromodifeniletere $C_{12}H_6Br_4O$	-	-	-
Pentabromodifeniletere $C_{12}H_5Br_5O$	-	-	-
Esabromodifeniletere $C_{12}H_4Br_6O$	-	-	-
Eptabromodifeniletere $C_{12}H_3Br_7O$	-	-	-
Acido perfluorottano sulfonato e suoi derivati (PFOS) C8F17SO2X (X = OH, sale metallico (O-M+), alogenuro, ammide e altri derivati compresi i polimeri)	-	-	-
Dibenzo-p-diossine e dibenzofurani policlorurati (PCDD/PCDF)	-	-	15 µg/kg ([1])
DDT (1,1,1-tricloro-2,2-bis(4-clorofenil)etano)	50-29-3	200-024-3	50 mg/kg
Clordano	57-74-9	200-349-0	50 mg/kg
Esaclorocicloesani, compreso il lindano	58-89-9	210-168-9	50 mg/kg
	319-84-6	200-401-2	
	319-85-7	206-270-8	
	608-73-1	206-271-3	
Dieldrin	60-57-1	200-484-5	50 mg/kg
Endrin	72-20-8	200-775-7	50 mg/kg
Eptacloro	76-44-8	200-962-3	50 mg/kg
Esaclorobenzene	118-74-1	200-273-9	50 mg/kg
Clordecone	143-50-0	205-601-3	50 mg/kg
Aldrin	309-00-2	206-215-8	50 mg/kg
Pentaclorobenzene	608-93-5	210-172-5	50 mg/kg
Bifenili policlorurati (PCB)	1336-36-3 e altri	215-648-1	50 mg/kg ([2])
Mirex	2385-85-5	219-196-6	50 mg/kg
Toxafene	8001-35-2	232-283-3	50 mg/kg
Esabromobifenile	36355-01-8	252-994-2	50 mg/kg

Il decreto pone limiti anche sui contaminanti organici come TOC, BTEX ed olio minerale, indicati in Tabella 3.

TABELLA 1.7 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 3: LIMITI DI ACCETTABILITÀ PER I COMPOSTI ORGANICI IN DISCARICHE PER RIFIUTI INERTI

Parametro	Valore mg/kg
TOC	30000
BTEX	6
Olio minerale (da C10 a C40)	500

Il rifiuto che rispetta le concentrazioni limite di inquinanti organici precedentemente citate, può essere smaltito in discarica per inerti se, sottoposto a prova di lisciviazione di cui all'allegato 3 del decreto, presenta un eluato conforme alle concentrazioni fissate in Tabella 2.

TABELLA 1.8 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 2: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ IN DISCARICHE PER INERTI

Parametro	L/S=10 l/kg mg/l
As	0,05
Ba	2
Cd	0,004
Cr totale	0,05
Cu	0,2
Hg	0,001
Mo	0,05
Ni	0,04
Pb	0,05
Sb	0,006
Se	0,01
Zn	0,4
Cloruri	80
Fluoruri	1
Solfati	100
Indice Fenolo	0,1
DOC	50
TDS	400

I valori di concentrazione rimangano invariati rispetto al precedente decreto, tuttavia scompare la nota ufficiale che rendeva ammissibili in discarica per inerti i rifiuti che non rispettano i valori fissati per il solfato, nel caso di eluato inferiore al valore di 600 mg/l come Co se L/S=10 l/kg.

1.3.1.3. Impianti di discarica per rifiuti non pericolosi (Art. 6)

Nelle discariche per rifiuti non pericolosi è consentito lo smaltimento, senza caratterizzazione analitica, dei seguenti rifiuti:

- Rifiuti urbani di cui all'articolo 2, comma 1 lettera b), del decreto legislativo 13/01/2003 n. 36 classificati come non pericolosi nel capitolo 20 dell'elenco europeo dei rifiuti, le frazioni non pericolose dei rifiuti domestici raccolti separatamente e i rifiuti non pericolosi assimilati per qualità e quantità ai rifiuti urbani;
- Rifiuti non pericolosi individuati in una lista positiva definita con decreto del ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con i Ministri delle attività produttive e della salute, sentito il parere della Conferenza Stato-Regioni.

Possono comunque essere smaltiti rifiuti non contenuti nei suddetti elenchi la cui concentrazione di sostanza secca non risulti inferiore al 25% e che sottoposti a prova di lisciviazione presentano in eluato conforme alle concentrazioni fissate in Tabella 5.

È vietato il conferimento di rifiuti che contengono PCB in concentrazione superiore a 10 mg/kg e che contengono diossine e furani, calcolati secondo i fattori di equivalenza di Tabella 4, in concentrazioni superiori a 0,002 mg/kg. Per gli altri inquinanti persistenti si applicano i limiti di cui all'allegato IV del Regolamento (Ce) n. 850/2004 e successive modificazioni.

I limiti di concentrazione all'eluato riportati in Tabella 5 differiscono rispetto al precedente decreto per quanto riguarda il cadmio (da 0,02 a 0,1), il mercurio (da 0,005 a 0,02), i cloruri (da 1500 a 2500), i solfati (da 2000 a 5000), il DOC (da 80 a 100) e i TDS (da 6000 a 10000), che subiscono un innalzamento considerevole.

Inoltre, per quanto riguarda il componente DOC una nota ufficiale prevede l'esclusione della sua applicazione in relazione ad una vasta serie di rifiuti:

- varie tipologie di fanghi (codici da 020301 a 200304) " purché trattati mediante processi idonei a ridurne in modo consistente l'attività biologica";
- rifiuti prodotti dal trattamento delle acque reflue urbane (190801 e 190802);
- rifiuti dalla pulizia delle fognature (200306);
- rifiuti dalla pulizia di camini e ciminiere (200141);
- rifiuti derivanti dal trattamento meccanico (191210 e 191212) e biologico (190501).

Parallela esclusione con riferimento alle stesse tipologie di rifiuti viene infine prevista tramite richiamo anche in relazione al componente TDS.

TABELLA 1.9 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 5: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI

Parametro	L/S=10 l/kg mg/l
As	0,2
Ba	10
Cd	0,1
Cr totale	1
Cu	5
Hg	0,02
Mo	1
Ni	1
Pb	1
Sb	0,07
Se	0,05
Zn	5
Cloruri	2500
Fluoruri	15
Solfati	5000
DOC	100
TDS	10000

Nelle discariche per rifiuti non pericolosi sono, altresì, smaltibili rifiuti pericolosi stabili non reattivi (ad esempio sottoposti a processo di stabilizzazione/solidificazione, vetrificati…) che abbiano una concentrazione di carbonio organico totale non superiore al 5%, un pH non inferiore a 6, una concentrazione di sostanza secca non inferiore al 25% e che sottoposti a prova di lisciviazione presentino un eluato conforme alle concentrazioni fissate in Tabella 5a.

TABELLA 1.10 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 5A: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ DI RIFIUTI PERICOLOSI STABILI NON REATTIVI IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI

Parametro	L/S=10 l/kg mg/l
As	0,2
Ba	10
Cd	0,1
Cr totale	1
Cu	5
Hg	0,02
Mo	1
Ni	1
Pb	1
Sb	0,07
Se	0,05
Zn	5
Cloruri	1500
Fluoruri	15
Solfati	2000
DOC	80
TDS	6000

I limiti, come le note ufficiali, sono identici a quelli previsti dalla tabella 5 del D.M. 3 agosto 2005 con eccezione del Cadmio (0,1 invece di 0,02) e del mercurio (0,02 invece di 0,05) e della scomparsa dei cianuri, dei solventi e dei pesticidi totali.

1.3.1.4. Impianti di discarica per rifiuti pericolosi (Art. 8)

Nelle discariche per rifiuti pericolosi sono smaltibili rifiuti pericolosi che soddisfano i seguenti requisiti: sottoposti a prova di lisciviazione presentano un eluato conforme alle concentrazioni fissate in Tabella 6;

- contengono PCB in concentrazione non superiore a 50 mg/kg;
- contengono diossine o furani calcolati secondo i fattori di equivalenza di cui alla Tabella 4 in concentrazioni non superiori a 0,01 mg/kg;
- la percentuale di sostanza secca sul tal quale non deve essere inferiore al 25%;
- il TOC non deve essere superiore al 6%
- per gli inquinanti organici persistenti diversi da quelli indicati precedentemente, si applicano i limiti di concentrazione di cui all'Allegato IV del Regolamento (CE) 850/2004 e successive modificazioni.

Come per le discariche per inerti e per rifiuti non pericolosi, l'ultimo punto risulta essere una nuovo rispetto al precedente decreto.
La Tabella 6 illustra i *"Limiti di concentrazione nell'eluato per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi"*; sono previsti rispetto alla normativa previgente valori meno restrittivi per cadmio (da 0,2 a 0,5) ed il mercurio (da 0,05 a 0,2) e scompaiono anche in questo caso tutti i riferimenti a cianuri, solventi organici e pesticidi totali.

TABELLA 1.11 - D.M. 27/09/2010 TABELLA 6: LIMITI DI CONCENTRAZIONE NELL'ELUATO PER L'ACCETTABILITÀ IN DISCARICHE PER RIFIUTI PERICOLOSI

Parametro	L/S=10 l/kg mg/l
As	2,5
Ba	30
Cd	0,5
Cr totale	7
Cu	10
Hg	0,2
Mo	3
Ni	4
Pb	5
Sb	0,5
Se	0,7
Zn	20
Cloruri	2500
Fluoruri	50
Solfati	5000
DOC	100
TDS	10000

1.3.1.5. Depositi sotterranei (Art. 9)

Sono ammessi in depositi sotterranei i rifiuti inerti, i rifiuti non pericolosi ed i rifiuti pericolosi, ad esclusione di quelli che possono subire trasformazioni indesiderate di tipo fisico, chimico o biologico dopo il deposito. Il decreto fa poi riferimento all'articolo 6, comma 1 del decreto legislativo 13/01/2003 n. 36 ed elenca alcune caratteristiche per individuare i rifiuti non ammessi al deposito sotterraneo.

1.3.1.6. Deroghe (Art. 10)

Sono ammessi valori limite più elevati per i parametri specifici fissati qualora:

- sia effettuata una valutazione di rischio che dimostri che non esistono pericoli per l'ambiente;
- l'autorità territoriale competente conceda un'autorizzazione presa, caso per caso, per rifiuti specifici per la singola discarica, tenendo conto delle caratteristiche della stessa e delle zone limitrofe;
- i valori limite autorizzati per la specifica discarica non superino, per più del triplo, quelli specificati per la corrispondente categoria di discarica e, limitatamente al valore limite relativo al parametro TOC nelle discariche per rifiuti inerti, il valore limite autorizzato non superi, per più del doppio, quello specificato per la corrispondente categoria.

Queste disposizioni non si applicano però al carbonio organico disciolto (DOC), al BTEX e olio minerale ed ai PCB. Per quanto riguarda le discariche per rifiuti pericolosi, non si applicano a TOC mentre per le discariche per rifiuti non pericolosi che smaltiscono pericolosi stabili e non reattivi, non si applicano a TOC e pH.

1.3.1.7. Allegati

Il decreto in questione presenta 4 allegati:

- Allegato 1: Caratterizzazione di base
- Allegato 2: Criteri di ammissibilità dei rifiuti di amianto o contenenti amianto
- Allegato 3: Campionamento ed analisi dei rifiuti
- Allegato 4: Valutazione della sicurezza ai fini dell'ammissione dei rifiuti in depositi sotterranei

L'allegato 1 tratta la caratterizzazione di base che consiste nella determinazione delle caratteristiche dei rifiuti, realizzata con la raccolta di tute le informazioni necessarie per uno smaltimento finale in condizioni di sicurezza. Vengono riportate le specifiche riguardo i requisiti fondamentali, riguardo le caratterizzazioni analitiche ed i casi per i quali non sono necessarie le stesse.

L'allegato 2 tratta i criteri per l'ammissibilità dei rifiuti di amianto o contenenti amianto.
I rifiuti di amianto possono essere conferiti :

- in discarica per rifiuti pericolosi, dedicata o dotata di cella dedicata;
- in discarica per rifiuti non pericolosi, dedicata o dotata di cella monodedicata per i rifiuti individuati dal codice CER 17 06 05; per le altre tipologie di rifiuti contenenti amianto, purché sottoposti a processi di trattamento ai sensi di quanto previsto dal decreto ministeriale n. 248 del 29/07/2004 e con valori conformi alla tabella 1, verificati con periodicità stabilita dall'autorità competente presso l'impianto di trattamento.

TABELLA 1.12 - D.M. 27/09/2010 ALLEGATO 2 TABELLA 1: CRITERI DI AMMISSIBILITÀ A DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI

PARAMETRO	VALORI
Contenuto di amianto (% in peso)	≤30
Densità apparente (g/cm^3)	>2
Densità relativa (%)	>50
Indice di rilascio	<0,6

L'allegato 3 richiede un maggior approfondimento poiché riguarda le metodiche di campionamento e di analisi dei rifiuti.
Per quanto riguarda il campionamento della massa di rifiuto da sottoporre ad analisi, deve essere fatto tenendo conto della composizione merceologica, secondo il metodo di campionamento ed analisi IRSA, CNR, Norma CEI-UNI 9246.
Il campionamento dei rifiuti al fine della loro caratterizzazione chimico fisica deve essere effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard di cui alla norma UNI 10802 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati" e alle norme UNI EN 14899 ed UNI EN 15002.
I risultati delle analisi degli eluati sono espressi in mg/l; per i rifiuti granulari, peri i quali si applica un rapporto liquido/solido di 10 l/kg di sostanza secca, tale valore di concentrazione, effettuando le prove di lisciviazione, equivale al risultato espresso in mg/kg di sostanza secca diviso per un fattore 10.
Vengono inoltre indicate le procedure per il campionamento e analisi dei rifiuti contenenti amianto.

Infine l'allegato 4 indica i principi di sicurezza per i depositi sotterranei e specifica i criteri per la valutazione dei rischi del sito. Risulta necessario effettuare un'analisi integrata della valutazione delle prestazioni, che comprenda i seguenti aspetti:

- valutazione geologica;
- valutazione geomeccanica;
- valutazione idrogeologica;
- valutazione geochimica;
- valutazione dell'impatto sulla biosfera;
- valutazione della fase operativa;
- valutazione a lungo termine;
- valutazione dell'impatto di tutti gli impianti di superficie del sito.

Ciascuna valutazione viene approfondita singolarmente nel decreto.
Ulteriori considerazioni riguardano le miniere di salgemma e gli stoccaggi in profondità nella roccia dura.

1.3.2. Confronto con i criteri di accettabilità precedenti

Si valuta in questo paragrafo l'evoluzione dei criteri per l'ammissibilità dei rifiuti in discarica, considerando il vigente D.M. 27/09/2010 in relazione sia con l'analogo D.M. 13/03/2003 sia con la D.C.I. del 27/7/1984, la quale, oltre a definire una diversa classificazione delle discariche, indicava tipologie di prove di cessione per i rifiuti diverse dalle due successive normative.

Tra due decreti ministeriali, pur non rilevandosi molte modifiche all'articolato, certamente spiccano sostanziali novità nei criteri di ammissibilità dei rifiuti nelle diverse categorie di discarica. La modifica degli stessi ha portato anche all'introduzione della nuova tabella 5a relativa allo smaltimento di rifiuti pericolosi stabili e non reattivi in discariche per rifiuti non pericolosi.

In generale, rispetto al D.M. 03/08/05, il nuovo decreto fa riferimento al regolamento (CE) n. 850/2004 (e ss.mm.ii.) del Parlamento europeo e del Consiglio, relativo agli inquinanti organici persistenti (POP), considera le modifiche per quanto riguarda le metodiche analitiche relative ai rifiuti, con particolare riferimento alla Norma UNI 10802 e tiene in considerazione che il decreto n. 59 del 18 febbraio 2005 ha abrogato l'articolo 10, comma 4, del decreto legislativo 13 gennaio 2003 n. 36.

Di notevole rilievo sono invece le differenze con la D.C.I. del 1984.

In tale deliberazione all'articolo 6 ed in particolare all'allegato alla tabella 6.1, vengono descritti nel dettaglio il test di cessione in acido acetico 0,5 M e quello in acqua satura di CO_2.
Quest'ultimo è utilizzabile per simulare il comportamento di rifiuti da smaltirsi in discariche destinate a ricevere unicamente rifiuti a matrice inorganica, mentre il primo è utilizzabile per valutare il comportamento di un rifiuto all'azione lisciviante congiunta di acque meteoriche e di percolati da discariche miste, con tipologie di rifiuti a matrice organica e inorganica.
In entrambi i casi per l'esecuzione della prova viene utilizzato uno strumento in grado di dare un corretto livello di miscelazione e consentire il rinnovo del lisciviante (es. Jar Test).

Nel test di cessione in acido acetico si deve applicare la seguente procedura:

- il rifiuto deve avere una granulometria non superiore ai 9,5 mm; se possiede una frazione liquida, questa va subito separata per filtrazione e conservata in frigorifero per poi essere aggiunta al campione da analizzare, mentre la parte solida viene sottoposta alla prova;
- si preleva un campione di almeno 100 g, gli si aggiunge acqua distillata in un rapporto 1:16 e si mantiene il tutto in agitazione;
- nella prima ora si controlla il pH ogni 15 minuti e poi ogni ora per 24 ore, facendo in modo che si mantenga nel range 4,8-5,2 grazie all'aggiunta di acido acetico 0,5 molare (il volume massimo in ml di acido acetico che si può dosare è pari a quattro volte il peso in grammi del campione);
- se al termine delle 24 ore il pH non rispetta i valori stabiliti e non è stato dosato tutto l'acido acetico disponibile, è possibile procedere con ulteriori correzioni e continuare la prova per altre quattro ore;
- terminata la prova si rileva il pH e dopo 15 minuti di sedimentazione si procede alla separazione della fase liquida;
- ciò che si ottiene dalla filtrazione rappresenta l'eluato da analizzare, il cui volume finale deve essere portato a 20 volte il peso in grammi del campione.

Nel test di cessione in acqua satura di CO_2, la preparazione del rifiuto è analoga e si procede come segue:

- al campione, di almeno 100 g, viene aggiunta acqua distillata satura di CO2 in un rapporto 1:20 e il tutto viene posto in un agitatore per sei ore;
- terminate le sei ore si procede alla separazione della frazione liquida mediante filtrazione;
- dopo aver portato il volume finale a 20 volte il peso in grammi del campione, si possono eseguire le analisi.

Esistono differenze sostanziali fra i criteri riferiti alla norma UNI EN 12457 e quelli appena elencati:

- la strumentazione utilizzata è diversa, infatti il Jar Test è sostituito da un agitatore rotante munito di contenitori chiusi;
- la soluzione lisciviante non è più acido acetico o acqua satura di CO_2, ma acqua distillata, si utilizza cioè una liquido meno aggressivo in quanto la riduzione del materiale organico che viene conferito in discarica rende l'azione lisciviante del percolato più blanda;
- non è più necessario intervenire durante il test con aggiunte di lisciviante per stabilizzare il valore del pH;
- sono state introdotte nuove tipologie di parametri analitici, oltre a quelle già presenti, dei quali è necessario verificare la concentrazione, in particolare è richiesta la conformità anche per: bario, molibdeno, nickel, antimonio, zinco, cloruri, fluoruri, solfati, TDS e DOC;
- i valori limite delle sostanze già presenti sono stati modificati in conseguenza a direttive più restrittive ed alle diverse caratteristiche del lisciviante.

1.4. Bibliografia

Decisione 2000/532/CE. "Decisione della commissione del 3 maggio 2000. Sostituzione della decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CE del Consiglio relativa ai rifiuti e della decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi". (*Gazzetta Ufficiale C.E. n. L 226 del 6 settembre 2000*).

Decisione 2001/118/CE. "Decisione della commissione del 16 gennaio 2001 che modifica l'elenco di rifiuti istituito dalla decisione 2000/532/CE" (notificata con il numero C(2001) 108).

Decisione 2001/119/CE. "Decisione della commissione del 22 gennaio 2001 che modifica la decisione 2000/532/CE che sostituisce la decisione 94/3/CE che istituisce un elenco di rifiuti conformemente all'articolo 1, lettera a), della direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa ai rifiuti e la decisione 94/904/CE del Consiglio che istituisce un elenco di rifiuti pericolosi ai sensi dell'articolo 1, paragrafo 4, della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi". (notificata con il numero C(2001) 106).

Decisione 2001/573/CE. "Decisione del Consiglio del 23 luglio 2001 che modifica l'elenco di rifiuti contenuto nella decisione 2000/532/Ce della Commissione". (*Gazzetta Ufficiale C.E. n. L 203 del 28 luglio 2001*).

Decreto-Legge 29 dicembre 2011, n. 216. "Proroga di termini previsti da disposizioni legislative." Gazzetta Ufficiale n. 302 del 29 dicembre 2011.

D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio". Supplemento ordinario n. 33 alla Gazzetta Ufficiale n. 38 del 15 febbraio 1997.

D.Lgs. 13 gennaio 2003, n. 36. "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti". Supplemento ordinario 40/L alla Gazzetta Ufficiale n. 59 del 12 marzo 2003.

D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152. "Norme in materia di ambiente". Supplemento ordinario n. 96 alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 agosto 2006.

D.Lgs. 3 dicembre 2010, n. 205. "Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive". Supplemento ordinario n. 269 alla Gazzetta Ufficiale n. 288 del 10 dicembre 2010.

D.M. 29 luglio 2004, n. 248. "Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Regolamento relativo alla determinazione e disciplina delle attività di recupero dei prodotti e beni di amianto e contenenti amianto." Gazzetta ufficiale n. 234 del 5 ottobre 2004.

D.M. 3 agosto 2005. "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica". Gazzetta Ufficiale n. 201 del 30 agosto 2005.

D.M. 27 settembre 2010. Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005. "Gazzetta Ufficiale" n. 281 del 1 dicembre 2010.

D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915. "Attuazione delle direttive (Cee) n. 75/442 relativa allo smaltimento dei policlorodifenili e dei policlorotrifenili e n. 78/319 relativa ai rifiuti tossici e nocivi". Gazzetta Ufficiale n. 343 del 15 dicembre 1982.

Delibera del Comitato Interministeriale del 27 luglio 1984. "Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del D.P.R. 10 settembre 1982, n. 915, conCERnente lo smaltimento dei rifiuti". Supplemento ordinario 52 alla Gazzetta Ufficiale n. 253 del 13 settembre 1984.

Direttiva 67/548/CEE. "Direttiva del Consiglio, del 27 giugno 1967, concernente il ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari ed amministrative relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura delle sostanze pericolose."

Direttiva 75/439/CEE. "Direttiva del consiglio, del 16 giugno 1975, concernente l'eliminazione degli oli usati".

Direttiva 91/689/CEE. "Direttiva del consiglio, del 12 dicembre 1991, relativa ai rifiuti pericolosi".

Direttiva 1999/31/CE, "Direttiva del Consiglio, del 26 aprile 1999, relativa alle discariche di rifiuti".

Direttiva 2006/12/CE. "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006, relativa ai rifiuti".

Direttiva 2008/98/CE. "Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 novembre 2008, relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive".

Direttiva (Min. Amb.) 9 aprile 2002. "Indicazione per la corretta e piena applicazione del regolamento comunitario n. 2557/2001 sulle spedizioni di rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti. Supplemento Ordinario n. 102 alla Gazzetta Ufficiale n. 108 del 10 maggio 2002.

Legge 10 maggio 1976, n. 319. "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento". Gazzetta ufficiale n. 141 del 29 maggio 1976.

Legge 15 dicembre 2004, n. 308. "Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale e misure di diretta applicazione". Supplemento ordinario 187 alla Gazzetta Ufficiale n. 302 del 27 dicembre 2004.

Legge 22 dicembre 2011, n. 214. "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 6 dicembre 2011, n. 201, recante disposizioni urgenti per la crescita, l'equità e il consolidamento dei conti pubblici." Supplemento ordinario 276 alla Gazzetta Ufficiale n. 300 del 27 dicembre 2011.

Regolamento 2004/850/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 29 aprile 2004 relativo agli inquinanti organici persistenti e che modifica la direttiva 79/117/CEE. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L158 del 30 aprile 2004.

Regolamento 2008/1272/CE del Parlamento europeo e del Consiglio. "Classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele - Abrogazione delle direttive 67/548/CE e 1999/45/CE". Pubblicato nel n. L353 del 31 dicembre 2008 (G.U. 2^ Serie Speciale - CE n. 12 del 12 febbraio 2009)

UNI 10802 (2004). "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi – campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati".

UNI EN 12457 (2004). "Lisciviazione-Prova di conformità per la lisciviazione di rifiuti granulari e di fanghi".

UNI EN 14899 (2006). "Caratterizzazione dei rifiuti - Campionamento dei rifiuti - Schema quadro di riferimento per la preparazione e l applicazione di un piano di campionamento".

UNI EN 15002 (2006). "Caratterizzazione dei rifiuti - Preparazione di porzioni di prova dal campione di laboratorio".

2. Processi di inertizzazione

Sommario

2.1. Introduzione 7

2.2. Solidificazione/stabilizzazione (S/S) 8

2.2.1. Efficienza ed efficacia 9
2.2.2. Vantaggi e svantaggi 10
2.2.3. Stabilizzazione 11
2.2.4. Solidificazione 13

2.3. Trattamenti a base di leganti inorganici 14

2.3.1. Trattamenti a base di cemento 15
2.3.1.1. Cemento Portland 16
2.3.1.2. Cemento pozzolanico 17
2.3.1.3. Cemento Masonry 17
2.3.1.4. Cemento solfoalluminato 17
2.3.2. Trattamenti a base di calce 17
2.3.3. Trattamenti a base di argilla 18
2.3.4. Agenti stabilizzanti secondari 19
2.3.4.1. Polverino di carbone 19
2.3.4.2. Loppa d'altoforno 20
2.3.4.3. Fumo di silice 20
2.3.4.4. Cement kiln dust 21
2.3.4.5. Pozzolane naturali 21
2.3.4.6. Polvere delle bucce del riso 21
2.3.5. Additivi 22
2.3.5.1. Argille organicamente modificate 22
2.3.5.2. Silicato di sodio 23
2.3.6. Recenti materiali cementizi 24
2.3.6.1. Geopolimeri 24
2.3.6.2. Ceramiche fosfolegate 25
2.3.6.3. Cemento addittivato con polimeri 27

2.4. Trattamenti a base di leganti organici 28

2.4.1. Trattamenti a base di sostanze termoplastiche 30

2.4.1.1. Asfalto e bitume 31
2.4.1.2. Polietilene 32
2.4.1.3. Sulfur polymer cement (SPC) 34

2.4.2. Trattamenti a base di polimeri organici 36

2.4.2.1. Polibutadiene 37
2.4.2.2. Polisilossani 37
2.4.2.3. Urea formaldeide 38
2.4.2.4. Poliestere 38
2.4.2.5. Altri leganti 40
2.4.2.5.1. Elastometri sintetici 40
2.4.2.5.2. Materiali ibridi 40
2.4.2.5.3. Prodotti brevettati 40
2.4.2.5.4. Materiali di scarto 40

2.4.3. Trattamenti a base di composti macroincapsulanti 41

2.5. Altri trattamenti 42

2.5.1. Processi di vetrificazione 42

2.5.2. Processi di autocementazione 43

2.6. Bibliografia 44

Indice delle tabelle

TABELLA 2.1 – EFFICIENZA DI IMMOBILIZZAZIONE DI ALCUNI CONTAMINANTI IN PROCESSI DI S/S 9
TABELLA 2.2 - COMPATIBILITÀ DELLE SOSTANZE CHE POSSONO ESSERE PRESENTI NEI RIFIUTI CON I PROCESSI DI INERTIZZAZIONE A BASE DI REAGENTI INORGANICI (COLLIVIGNARELLI ET AL., 1993) 15
TABELLA 2.3 - COMPOSIZIONE DEL CEMENTO PORTLAND ORDINARIO (OPC) TIPO I, COME OSSIDI, % IN PESO 16
TABELLA 2.4 – PREGI E DIFETTI DEL TRATTAMENTO MEDIANTE CBPC, ADATTATA DA (RANDALL ET AL., 2002) 27
TABELLA 2.5 - COMPATIBILITÀ DELLE SOSTANZE CHE POSSONO ESSERE PRESENTI NEI RIFIUTI CON I PROCESSI DI INERTIZZAZIONE A BASE DI REAGENTI ORGANICI (COLLIVIGNARELLI ET AL., 1993) 29
TABELLA 2.6 – PREGI E DIFETTI DEL TRATTAMENTO MEDIANTE POLIETILENE, ADATTATA DA (RANDALL ET AL., 2002) 34
TABELLA 2.7 - PREGI E DIFETTI DEL TRATTAMENTO COMPARAZIONE DI COSTI E PRESTAZIONI DELL'INERTIZZAZIONE CON POLIESTERE RISPETTO A QUELLA TRADIZIONALE, ADATTATA DA (BIYANI ET AL., 2001) 39

Indice delle figure

FIGURA 2.1 – SOLUBILITÀ DEGLI IDROSSIDI METALLICI IN FUNZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI PH (PARIA & YUET, 2006) 11

2.1. Introduzione

I processi chimico fisici di inertizzazione (ed in particolare i cosiddetti processi di "stabilizzazione e solidificazione") sono impiegati nel trattamento di una vasta gamma di rifiuti pericolosi e non pericolosi al fine di immobilizzarne gli inquinanti presenti, modificandone la cinetica e la modalità di cessione.
Con il termine inertizzazione si descrivono una serie di processi differenti, quali la stabilizzazione, la solidificazione, la fissazione chimica, l'incapsulamento, ecc.; tale classificazione genera però una notevole sovrapposizione e l'utilizzo di termini differenti per indicare lo stesso tipo di processo globale. È quindi opportuno discutere brevemente il loro significato. (Pitea, 2010)

La stabilizzazione si riferisce alla pratica di impiegare vari additivi e/o leganti allo scopo principale di rendere i componenti pericolosi presenti in un rifiuto meno tossici, solubili e/o mobili. (Wiles, 1998) Gli additivi e/o i leganti compiono ciò attraverso modalità chimiche e/o fisiche. Uno dei metodi più comuni di stabilizzazione concerne nell'aggiunta di prodotti chimici che abbassino la solubilità degli elementi presenti nel rifiuto.

La solidificazione si riferisce all'uso di additivi, leganti e miscele che trasformano il rifiuto dalla forma fangosa, semisolida, liquida o polverulenta in un solido non contenente liquidi liberi. Di solito, l'obiettivo primario è quello di convertire il rifiuto in un mezzo più facile da maneggiare e stoccare, riducendo allo stesso tempo la lisciviazione potenziale di componenti pericolosi tramite diminuzione dell'area superficiale di rifiuto esposta all'ambiente esterno. (Wiles, 1998)

Il termine fissazione chimica (Conner, 1990) è frequentemente utilizzato in letteratura per definire la solidificazione o la stabilizzazione, o ancora la combinazione dei due metodi. (Wiles, 1998) In genere, il termine è usato per implicare il processo di stabilizzazione ma si trova in letteratura anche l'utilizzo per indicare la solidificazione.

L'incapsulamento è un processo nel quale una sostanza, opportunamente scelta, riveste una particella di materiale (microincapsulamento) o una intera massa (macroincapsulamento). (Pitea, 2010) In dettaglio:

- microincapsulamento: approfondita ed omogenea miscelazione di piccole particelle di rifiuto con un legante liquido che, quando solidificato, forma così un prodotto finale monolitico; le singole particelle risultano avvolte dal legante solidificato che provvede all'integrità fisica e agisce da barriera nei confronti della lisciviazione dei contaminanti; (Kalb, 2001a)
- macroincapsulamento: impacchettamento di grandi pezzi di rifiuto (maggiori di qualche decina di mm) non adatti al microincapsulamento tramite un rivestimento in materiale legante; si genera così una barriera protettiva attorno all'intero rifiuto che provvede alla resistenza strutturale, previene la dispersione ed aiuta a ridurre la migrazione dei contaminanti. (Kalb, 2001a)

Tra i metodi di inertizzazione è possibile inoltre includere anche i cosiddetti processi di distruzione termica del rifiuto, cioè la vetrificazione e la vetroceramizzazione; il primo trasforma il rifiuto in una massa solida vetrosa inerte di tipo amorfo mentre il secondo comporta invece un processo di cristallizzazione controllata dei materiali vetrificati, che ne migliora le proprietà tecnologiche.

2.2. Solidificazione/stabilizzazione (S/S)

Collettivamente, il termine solidificazione/stabilizzazione (S/S) indica il processo di trattamento che ne coinvolge almeno uno dei due, ma preferenzialmente entrambi i meccanismi citati. Ad esempio, la ricopertura attraverso una matrice polimerica è considerato più un metodo di solidificazione che di stabilizzazione sebbene sia spesso classificato come S/S. L'utilizzo di polimeri fusi per incapsulare il rifiuto produce un corpo solido dopo il raffreddamento ma senza l'uso di specifici additivi, il solo materiale polimerico ha un effetto molto limitato sulla riduzione della tossicità originaria; agisce invece sulla mobilità e sulla solubilità dei contaminanti mediante una barriera fisica idrofobica posta tra il rifiuto e l'ambiente esterno; se questa è compromessa, si crea una via preferenziale per la lisciviazione dei contaminanti. (Maio, 2001)
In contrasto a ciò, il trattamento semplicemente con il cemento è considerato un metodo di S/S sebbene sia più poroso rispetto alle sostanze polimeriche. Le reazioni di idratazione, che avvengono durante la configurazione e la polimerizzazione della miscela cemento alcalino e rifiuto, creano idrossidi di metalli pericolosi o radiottivi relativamente insolubili, abbassando chimicamente la lisciviazione di alcuni dei contaminanti presenti. In aggiunta, i metodi S/S basati sul cemento riducono la mobilità dei composti inorganici formando carbonati e silicati metallici insolubili, sostituendo il metallo nella struttura minerale, e fisicamente incapsulando il rifiuto. Così, anche se l'interno del rifiuto cementificato è esposto direttamente all'ambiente, i contaminanti resistono alla lisciviazione. Bisogna comunque considerare in ogni caso come l'alcalinità influenzi la solubilità di alcuni metalli tossici. (Maio, 2001)

In generale, i processi di S/S sono adeguati per il trattamento di suoli inquinati da inquinanti inorganici quali sali e metalli pesanti, ma possono essere applicati anche al trattamento di rifiuti o suoli contaminati da composti organici. Essi intervengono sulla fonte di inquinamento immobilizzando i contaminanti secondo diversi meccanismi di natura fisica o chimica, spesso concomitanti.
Gli obiettivi del trattamento sono molteplici:

- ridurre la superficie del materiale esposta al contatto con acque meteoriche o di percolazione;
- ridurre la permeabilità del materiale così da limitare le infiltrazioni;
- ridurre la solubilità dei contaminanti a seguito della formazione di precipitati;
- promuovere la formazione di legami chimici tra i contaminanti presenti nel materiale da trattare ed i reagenti impiegati nel trattamento.

Tali obiettivi vengono raggiunti con l'impiego di agenti leganti che portano alla formazione di una struttura cristallina, vetrosa o polimerica che ingloba le particelle di suolo contaminato.

In tutti i processi di inertizzazione, il materiale da trattare e gli agenti leganti vengono miscelati in proporzioni opportune così da ottenere, a seconda degli obiettivi, un prodotto monolitico o granulare dotato di integrità strutturale e in grado di sviluppare nel tempo resistenza meccanica. (Messali & Zanotti, 2009)

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

I processi S/S sono tradizionalmente classificati, secondo i leganti utilizzati, in inorganici o organici, sebbene siano stati recentemente scoperti metodi che potrebbero rientrare in entrambe le classi.

Tra i primi rientrano tutti i processi a base principalmente di cemento, calce o anche argilla, ovvero alcuni materiali cementizi relativamente nuovi quali geopolimeri o ceramiche fosfologate; tra i secondi rientrano tutti quei polimeri termoplastici (polietilene, asfalto, bitume) e termoindurenti (urea formaldeide, poliestere) che agiscono principalmente per via fisica.

Soprattutto nell'ambito dei leganti inorganici, si possono distinguere agenti stabilizzanti primari e secondari, nonché additivi. Gli agenti primari sono quelli che possono essere impiegati da soli per la realizzazione l'immobilizzazione dei contaminanti; tra quelli inorganici sono compresi il cemento, la calce e, seppur in misura minore, l'argilla, tra quelli organici si citano materiali termoplastici e termoindurenti. Gli agenti secondari vengono impiegati come additivi in aggiunta agli agenti stabilizzanti primari, soprattutto per quanto concerne i leganti inorganici; le loppe d'altoforno, le ceneri volanti, il polverino da carbone e il fumo di silice sono tra i più diffusi. (Messali & Zanotti, 2009)

2.2.1. Efficienza ed efficacia

I trattamenti di S/S presentano un'efficacia di immobilizzazione dei contaminanti che dipende largamente dal tipo di contaminante e dalla forma chimica nella quale esso è presente.
In generale, i trattamenti di S/S consentono di ridurre in modo significativo il rilascio dei contaminanti nel tempo ed i prodotti solidi finali presentano buone caratteristiche fisico-meccaniche. In ogni caso, data la dipendenza del processo di immobilizzazione dalla concentrazione di inquinante, dalla sua forma chimica, nonché dalla presenza di altre specie interferenti, è consigliabile procedere con una fase preliminare di studio che permetta di valutare l'efficacia del trattamento nelle condizioni ambientali del sito di smaltimento.
Considerando inoltre l'importanza dei meccanismi di intrappolamento fisico dei contaminanti, particolare riguardo deve essere posto nella valutazione della durabilità della matrice solidificata/stabilizzata.
In linea generale, sulla base di esperienze effettuate su scala di laboratorio o in campo, è possibile stabilire una sorta di graduatoria per l'efficienza di immobilizzazione di diversi contaminanti mediante tecnologie di S/S, così come indicato in tabella 2.1. (EPA, 2002)

TABELLA 2.1 – EFFICIENZA DI IMMOBILIZZAZIONE DI ALCUNI CONTAMINANTI IN PROCESSI DI S/S

Tipologia di contaminante		Efficienza di immobilizzazione
Organici	Composti alogenati non volatili	3
	Composti non alogenati volatili	3
	Composti alogenati semivolatili	1
	Composti non alogenati semivolatili e non volatili	1
	PCB	2
	Pesticidi	2
	Diossine e furani	2
	Cianuri organici	2
	Composti ossidanti	1
	Composti riducenti	1
Inorganici	Metalli volatili	1
	Metalli non volatili	1
	Amianto	1
	Sostanze radioattive	1
	Cianuri inorganici	1
	Composti ossidanti	1
	Composti riducenti	1

1 = applicabilità dimostrata mediante test di trattabilità eseguiti a diverse scale
2 = applicabilità potenziale valutata sulla base di studi teorici preliminari
3 = tecnologia potenzialmente non applicabile (a meno dell'acquisizione di evidenti evidenze sperimentali)

2.2.2. Vantaggi e svantaggi

Si riassumono in seguito le principali valutazioni relative all'applicazione dei processi di S/S (Messali & Zanotti, 2009), considerando che comunque l'impiego di ogni legante comporta specifici pro e contro:

Per i leganti idraulici:

- Vantaggi:
  - la chimica del processo è sufficientemente nota;
  - la tecnologia è ben collaudata e non richiede personale altamente specializzato;
  - non sono richieste apparecchiature sofisticate per la realizzazione del processo;
  - il preventivo essiccamento del materiale può non essere necessario;
  - il trattamento si adatta ad un'ampia gamma di caratteristiche chimiche del materiale da trattare;
  - i pre-trattamenti sono limitati alle sostanze che possono interferire con il processo di presa;
  - il prodotto finale è facilmente manipolabile e dotato di modesta permeabilità;
  - possono essere impiegati additivi (pozzolana, bentonite, silicati) per ridurre la permeabilità, migliorare la resistenza ai cicli di gelo e disgelo ed incrementare la stabilità chimica.
- Limitazioni:
  - elevati dosaggi di legante provocano notevoli incrementi nei volumi di materiale da smaltire;
  - l'immobilizzazione può non risultare efficace per alcune specie (ad esempio i sali solubili);
  - alcune specie ioniche possono influenzare negativamente le reazioni di idratazione;
  - alcune specie organiche possono influenzare negativamente le reazioni di idratazione;
  - specie volatili, quali VOC e ammoniaca, possono volatilizzare durante il trattamento;
  - può osservarsi la dispersione di polveri durante il trattamento;
  - l'impiego di additivi pozzolanici può allungare i tempi di presa ed indurimento.

Per le sostanze termoplastiche:

- Vantaggi:
  - i volumi finali sono inferiori rispetto agli altri processi di S/S;
  - il prodotto esibisce buona resistenza chimica al contatto con soluzioni acquose;
  - il prodotto finale risulta praticamente del tutto non biodegradabile;
  - le caratteristiche meccaniche del prodotto possono risultare paragonabili ai prodotti a base di cemento;
  - il prodotto finale è dotato di caratteristiche di flessibilità che possono prevenire rotture nel caso di cedimenti differenziali della massa di materiale trattato.
- Limitazioni:
  - i macchinari richiesti ed i materiali utilizzati possono essere complessi e costosi;
  - la plasticità del materiale richiede in genere container per il trasporto e lo smaltimento
  - il processo richiede notevoli quantità di energia;
  - il contenuto d'acqua iniziale del materiale da inertizzare può influenzare la lisciviabilità del prodotto finale;
  - i componenti organici eventualmente presenti nel materiale da inertizzare possono decomporsi durante il trattamento;
  - i componenti volatili eventualmente presenti nel materiale da inertizzare possono essere rilasciati durante il trattamento;
  - in alcuni casi (ad esempio il bitume) le elevate temperature del processo e la presenza di agenti ossidanti possono favorire il rischio di incendi.

2.2.3. Stabilizzazione

Stabilizzare un inquinante significa impedire che questo si sciolga al passaggio di acqua (o un altro liquido) sulla superficie del materiale preso in considerazione. In realtà una parte di inquinante si scioglie sempre: questo fenomeno viene chiamato lisciviazione, l'acqua prima che passi sul materiale viene detta lisciviante, quella dopo il passaggio si chiama eluato. La capacità di sciogliersi dell'inquinante si dice lisciviabilità. La misura della lisciviabilità viene fatta in termini di concentrazione dell'inquinante in esame nell'eluato; chiaramente maggiore è la concentrazione di inquinante nell'eluato, maggiore è la lisciviabilità dello stesso. I fattori che influenzano la lisciviabilità sono di due tipi:

- fattori che dipendono dalla metodologia scelta per fare il test di lisciviabilità, quali la temperatura a cui viene svolta la prova, il tipo di macchinario usato, il tempo di contatto, la natura del lisciviante, etc.,
- fattori che dipendono dalla forma dell'inquinante e del meccanismo di fissazione, quali il pH, il potenziale redox, le reazioni chimiche che avvengono nel sistema, l'adsorbimento, lo scambio ionico, il peso specifico, la dimensione delle particelle (quindi l'area specifica), etc.

In particolare il pH è il fattore più importante per il controllo dell'immobilizzazione dei metalli; normalmente è necessario un pH alto perché gli idrossidi dei metalli hanno il loro minimo di solubilità in un intervallo che va da pH 7,5 a pH 11. Non tutti i metalli hanno il minimo di solubilità allo stesso pH e questo può creare problemi nel caso il rifiuto da trattare contenga più metalli. La figura 2.1 riporta la solubilità degli idrossidi di alcuni metalli in funzione del pH.

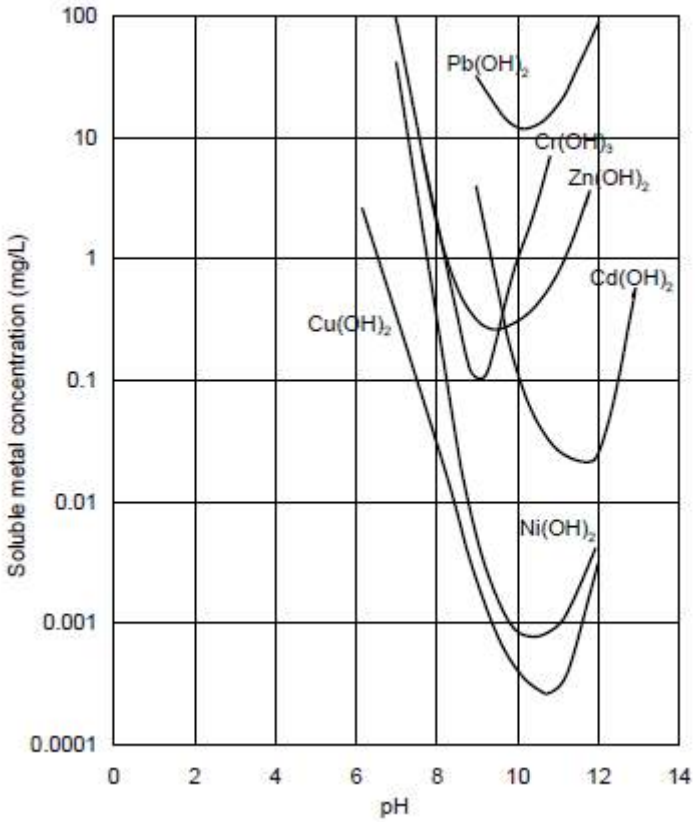


FIGURA 2.1 – SOLUBILITÀ DEGLI IDROSSIDI METALLICI IN FUNZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI pH **(Paria & Yuet, 2006)**

I dati riportati in figura 2.1 sono stati derivati sperimentalmente o calcolati a partire dalle costanti di stabilità per ciascuna specie presa individualmente, oppure per combinazioni molto semplici di specie diverse. Da tale considerazione si evince che i dati di solubilità non possono essere presi tal quali per prevedere la lisciviabilità di una specie presente in un rifiuto, il quale contiene molte altre sostanze che potrebbero influenzare la solubilità della specie presa in esame. Nella fattispecie, la presenza nel rifiuto di altre specie solubili cambia la solubilità di un metallo a causa di effetti quali la complessazione, la concentrazione ionica totale e il potenziale di ossido-riduzione. Inoltre le condizioni di svolgimento delle prove o le ipotesi prese per vere, in caso di calcolo della solubilità tramite le costanti di stabilità, influenzano in maniera sostanziale i risultati.

Per alcune specie, come il cromo e l'arsenico, è fondamentale conoscere il potenziale di ossido-riduzione in quanto la loro solubilità varia notevolmente con il numero di ossidazione. In relazione a tale affermazione, l'aggiunta di agenti ossidanti o riducenti nella ricetta di inertizzazione può modificare la mobilità di alcune specie anche di un ordine di grandezza. In particolare il cromo si presenta in natura in due forme principali, il cromo esavalente e quello trivalente. Il Cr(VI) è la forma più pericolosa per l'uomo ed è anche quella più solubile, mentre il Cr(III) è meno dannoso e meno solubile; per questo il trattamento di rifiuti contenenti cromo avviene tramite due passi principali: nel primo il cromo viene ridotto da Cr(VI) a Cr(III), nel secondo il Cr(III) viene precipitato sottoforma di idrossido.
Tra le reazioni che avvengono tra le specie contenute in un rifiuto e le sostanze aggiunte per ottenere una stabilizzazione dello stesso, una delle più importanti è la già citata precipitazione. In tale reazione due specie, che si trovano in soluzione, si combinano per formare un composto con bassa solubilità, che abbandona, quindi, la forma acquosa per la forma solida, la quale può essere separata tramite semplice filtrazione.

Lo scambio ionico è una proprietà tipica di alcuni suoli e delle zeoliti, di scambiare ioni con altri presenti in soluzione. Gli scambiatori più importante sono quelli cationici; la reazione di scambio può essere un fattore ritardante, nel caso lo scambio prelevi ioni calcio dalla soluzione, oppure può essere un fattore accelerante nel caso si prelevino ioni metallici dalla soluzione.

Altro fattore che può influenzare la stabilizzazione è l'adsorbimento, processo nel quale una specie in soluzione si lega alla superficie del materiale adsorbente con forze che vengono dette di tipo coesivo. In generale una molecola o uno ione di una specie si lega alla superficie del materiale adsorbente formando un unico strato, per questo la capacità adsorbente di un materiale è direttamente proporzionale alla superficie dello stesso, alla sua forma e alla sua porosità. Il fenomeno è reversibile e dipende anche dalla concentrazione e dal pH; nella fattispecie l'adsorbimento è maggiore se la concentrazione della specie da adsorbire risulta essere bassa. Come materiale adsorbente vengono utilizzati il carbone attivo (soprattutto per le specie organiche) e le argille (per i metalli o per altre specie inorganiche). Nei processi di inertizzazione dei rifiuti, generalmente, non si fa uso del carbone attivo a causa degli alti costi e della natura organica dello stesso, per cui si preferisce l'uso delle argille che sono più economiche e comunque efficienti.

2.2.4. Solidificazione

Senza entrare nei particolari, la solidificazione permette di ottenere un materiale con buone caratteristiche meccaniche a partire da un rifiuto pastoso o comunque con bassa resistenza a stimolazioni meccaniche e alta tendenza a rilasciare inquinanti in caso di immersione in un lisciviante.

I meccanismi di solidificazione di insiemi di cemento e additivi presentano alcune differenze, ma sono comunque simili ai meccanismi propri del cemento Portland usato per la costruzione e avvengono a pH intorno a 10. La maggior parte dei reagenti, usati nei trattamenti di inertizzazione, è composta da diverse percentuali delle stesse 3 combinazioni di ossidi: SiO_2, CaO+MgO e Al_2O_3 + Fe_2O_3. Questa può essere la motivazione principale della somiglianza tra i processi di stabilizzazione di diverse miscele. Rimandando ai prossimi capitoli per una descrizione più dettagliata della solidificazione, ci si limita a dire che il processo si divide in due fasi, quella di presa e quella di indurimento e ad elencare i fattori fisici e chimici che influenzano entrambe le fasi.
Tra i fattori fisici troviamo:

- forma e dimensione delle particelle, i quali influenzano sia il processo che il materiale risultante, il quale può essere granulare o monolitico a seconda che il materiale di partenza sia rispettivamente grossolano o fine;
- contenuto di acqua libera, dove per acqua libera si intende l'acqua non legata chimicamente, che quindi è disponibile fin dall'inizio per il processo di solidificazione;
- contenuto di solidi, che influenza sia la fase di presa che quella di indurimento;
- densità;
- viscosità;
- mescolamento;
- temperatura e umidità.

Alcune sostanze influenzano chimicamente il processo di solidificazione, accelerando o inibendo la presa e l'indurimento oppure alterando le proprietà del prodotto indurito in maniera positiva o negativa, oppure ancora ricoprendo le particelle, interferendo con le reazioni che stanno avvenendo, agendo da agente complessate, flocculante, disperdente o distruggendo la matrice cementizia. Ad esempio le sostanze organiche inibiscono il processo a lungo termine, creano un film sulle particelle, ritardano la presa e l'indurimento a breve termine e disperdono le particelle. L'elenco delle sostanze che influenzano la solidificazione è molto lungo, basti citare: materiali che causano scambio ionico, agenti gelificanti, acidi, basi, sali di metalli pesanti, composti del sodio, etc. Per una panoramica completa si rimanda a (Conner, 1990).

Una volta che il rifiuto è stato inertizzato, esistono una serie di fattori, che dipendono dall'ambiente in cui viene smaltito o dalle caratteristiche intrinseche dello stesso, che possono influenzarne la lisciviabilità. Ad esempio, l'entità delle precipitazioni, le condizioni geologiche, il flusso dell'acqua di falda, le caratteristiche chimiche della pioggia e dell'acqua sotterranea, sono fattori decisivi nella determinazione della lisciviazione del rifiuto trattato. In relazione al tipo di trattamento subito il rifiuto ha solubilità, alcalinità, potenziale di ossidoriduzione, permeabilità, porosità, durabilità, resistenza meccanica, rapporto solido/liquido e speciazione chimica diversi.

2.3. Trattamenti a base di leganti inorganici

I trattamenti di S/S a base di leganti inorganici sono tradizionalmente impiegati per il trattamento di rifiuti pericolosi contenenti contaminanti inorganici, metalli pesanti e sali e consentono di ottenere prodotti dotati di integrità strutturale; con l'aggiunta di determinati additivi, possono essere applicati in alcuni casi anche per il trattamento di rifiuti contaminati da composti organici.
Nel corso della trattazione si porrà l'attenzione anche su leganti inorganici abbastanza recenti ma che possono sostituire efficacemente il normale cemento Portland in alcune specifiche applicazioni.

Nonostante i trattamenti base di leganti idraulici siano caratterizzati da un'estrema semplicità impiantistica e da costi relativamente contenuti, attenzione particolare deve essere posta riguardo all'incertezza nell'individuazione dei rapporti di miscela rifiuto/cemento e del rapporto acqua/solidi ottimali per l'immobilizzazione dei contaminanti, nonché della stima delle interferenza di questi sui fenomeni di idratazione del legante.
La valutazione dell'applicabilità di un trattamento di S/S e la previsione del comportamento a lungo termine dei materiali trattati richiedono, da un lato, la conoscenza dei meccanismi di immobilizzazione dei contaminanti all'interno della matrice solidificata e, dall'altra, la comprensione dei fenomeni di interferenza tra i contaminanti ed il legante. Va evidenziato come ciascun contaminante eserciti un effetto variabile in funzione della concentrazione, della forma chimica nella quale è presente nel rifiuto e della eventuale presenza di altri contaminanti, con i quali possono manifestarsi interazioni di natura sinergica o antagonistica. (Messali & Zanotti, 2009)

I meccanismi chimico-fisici che si instaurano allorché un rifiuto viene trattato con leganti cementizi sono molto complessi e in alcuni casi ancora in fase di studio. In base ai risultati di questi studi è possibile ipotizzare una serie di meccanismi che hanno una certa probabilità di verificarsi nel trattamento di un rifiuto. Tali meccanismi possono essere suddivisi a seconda che l'immobilizzazione dell'inquinante sia di tipo chimico oppure fisico. Nella fissazione chimica intervengono reazioni di precipitazione di idrossidi insolubili di metalli pesanti, reazioni di complessazione con formazione di silico-alluminati insolubili di metalli pesanti e reazioni di adsorbimento di cationi liberi; nella fissazione fisica si ha, invece, un intrappolamento fisico di tutte le sostanze, comprese quelle non reattive, all'interno della matrice cementizia. (MATTM, 2007)

La tabella seguente (tab. 2.2) si propone di riassumere per sommi capi l'applicabilità dei processi a base dei due leganti inorganici più diffusi, il cemento e la calce.

TABELLA 2.2 - COMPATIBILITÀ DELLE SOSTANZE CHE POSSONO ESSERE PRESENTI NEI RIFIUTI CON I PROCESSI DI INERTIZZAZIONE A BASE DI REAGENTI INORGANICI (Collivignarelli et al., 1993)

Classi di composti	Applicabilità del processo a base di cemento	Applicabilità del processo a base di calce
ORGANICI		
Solventi e oli	Impediscono l'indurimento o possono evaporare.	Impediscono l'indurimento o possono evaporare.
Solidi organici (resine, plastiche…)	Buona. Spesso aumentano la durata nel tempo.	Buona. Spesso aumentano la durata nel tempo.
INORGANICI		
Rifiuti acidi	Il cemento neutralizza gli acidi.	Compatibili.
Ossidanti	Compatibili.	Compatibili.
Solfati	Impediscono l'indurimento e possono provocare fratture se non si utilizza un cemento speciale.	Compatibili.
Alogenuri	Possono essere lisciviati facilmente dal cemento e impedire l'indurimento.	Possono essere lisciviati facilmente dal cemento e impedire l'indurimento.
Metalli pesanti	Compatibili.	Compatibili.
Materiale radioattivo	Compatibile.	Compatibile.

2.3.1. Trattamenti a base di cemento

Il processo di S/S con cemento è il metodo largamente più utilizzato per trattare i rifiuti pericolosi. (Spence & Shi, 2005) In particolare, l'utilizzo del cemento Portland ordinario (OPC) come mezzo di S/S è praticato da decenni. (Maio, 2001) Il cemento è infatti un'ottima scelta riguardo al trattamento di numerosi rifiuti in quanto la reazione di idratazione avviene a bassa temperatura, non genera gas, permette di legare nella matrice anche rifiuti acquosi ed è relativamente economico. (Maio, 2001) In aggiunta, il cemento ha il vantaggio che la sua composizione è facilmente modificabile così da includere gli additivi più adatti per una miglior immobilizzazione dei costituenti pericolosi del rifiuto. (Pierce et al., 2010)

Non si accennerà qui alla chimica del cemento ed ai relativi meccanismi di immobilizzazione delle varie tipologie di contaminante in quanto il processo è ben conosciuto e analizzato da decenni; si rimanda con ciò ad alcune esaustive pubblicazioni quali (Conner, 1990).

Il cemento consiste abitualmente in una specifica combinazione di tre ossidi, silice (SiO_2), calce (CaO) ed allumina (Al_2O_3). La configurazione più semplice prevede la presenza dei seguenti composti cristallini:

- silicato tricalcico (C3S): $3CaO \cdot SiO_2$
- silicato bicalcico (C2S): $2CaO \cdot SiO_2$
- alluminato tricalcico (C3A): $3CaO \cdot Al_2O_3$

Per la maggior parte dei cementi questi tre composti costituiscono circa l'80% della matrice secca, e le loro proporzioni ne determinano la classificazione.

Si deve poi specificare che quando ci si riferisce al cemento si indica il materiale non idratato cioè la polvere prima dell'aggiunta di acqua. Il cemento con l'aggiunta di acqua invece si chiama pasta di cemento; infine il calcestruzzo è il cemento miscelato ad acqua e aggregati (sabbia, ghiaia).

L'acqua è essenziale per dare inizio alle reazioni di idratazione ed il rapporto tra acqua e cemento è molto importante. Normalmente è compreso tra 0,4 e 1 ma può variare in funzione della fluidità della pasta. Se l'acqua è in eccesso rispetto a quella necessaria per l reazione di idratazione, aumenta la fluidità ma anche la porosità e da ultimo la permeabilità del prodotto finito.

Nei trattamenti di S/S viene utilizzato principalmente il cemento Portland ordinario, anche se non mancano esempi di impiego di altri tipi, come il cemento pozzolanico. (MATTM, 2007)
Esistono molte differenti varietà di cementi a seconda degli additivi integrati al normale cemento Portland, alcuni comunemente utilizzati anche per altri impieghi, altri appositamente formulati. Si riportano nei paragrafi successivi alcuni esempi.

2.3.1.1. Cemento Portland

Il cemento Portland viene fabbricato per calcinazione di calcare naturale ($CaCO_3$) e materiali argillosi ad una temperatura compresa tra i 1400 e i 1500°C, per poi essere successivamente ridotto in polvere.
Spesso viene aggiunto gesso contenente zolfo ($CaSO_4$) al fine di rallentare l'indurimento durante l'idratazione cosicché vi sia un tempo maggiore in cui poterlo lavorare. Comunque, quando il cemento è utilizzato per inertizzare un rifiuto, il grado e la durata dell'idratazione e dell'indurimento sono fortemente condizionati dal tipo di contaminanti presenti e dalla quantità d'acqua aggiunta alla miscela cemento-rifiuto. (Pierce et al., 2010)

Sono disponibili cinque categorie di cemento Portland, anche se nei trattamenti di S/S è utilizzato principalmente il Tipo I, la cui composizione è riportata nella seguente tabella 2.3.

TABELLA 2.3 - COMPOSIZIONE DEL CEMENTO PORTLAND ORDINARIO (OPC) TIPO I, COME OSSIDI, % IN PESO

CaO	61-67	Fe_2O_3	1-6
SiO_2	17-24	MgO	0,1-4
Al_2O_3	3-8	SiO_3	1-3

La solidificazione con cemento è più adatta per il trattamento di rifiuti inorganici, specialmente quelli che contengono metalli. Quando il pH della miscela con cemento è abbastanza alto, la maggior parte dei cationi polivalenti viene trasformata in idrossidi insolubili o in carbonati.

Alcuni materiali, come quelli plastici o lattici, presenti nei rifiuti possono agire da agenti rinforzanti e aumentare la forza e la stabilità dei prodotti. Al contrario, materiali come l'argilla, il carbone, la lignite o il limo possono ritardare la solidificazione del cemento; altri composti che agiscono da ritardanti sono i sali di sodio tipo arseniati, borati, fosfati, iodati e solfuri. I materiali contenenti elevate quantità di solfati non solo ritardano il processo di cementazione ma reagiscono, con formazione di solfoalluminati idrati, che causano un rigonfiamento e una frattura nei rifiuti solidificati. Per inibire queste reazioni è necessario utilizzare il cemento Tipo V, a basso contenuto di allumina. (Pitea, 2010)

Il cemento è abbastanza stabile in presenza di agenti fortemente ossidanti come i nitrati o i clorati. L'alcalinità naturale del cemento riesce a neutralizzare gli acidi presenti nei materiali. Il pretrattamento è necessario solo se sono presenti composti che ritardano la solidificazione del cemento.

2.3.1.2. Cemento pozzolanico

Il cemento pozzolanico è una miscela ottenuta con la macinazione del clinker del Portland o altro materiale pozzolanico con un'adeguata quantità di ferro. Quando questo viene a contatto con l'acqua, il cemento si idrata per primo; la calce rilasciata durante l'idratazione reagisce con la pozzolana per formare nuovi prodotti in base alla composizione di quest'ultima.
Il cemento d'altoforno viene preparato mediante l'aggiunta di loppe basiche di altoforno al clinker del Portland in misura non superiore al 65% in peso.

2.3.1.3. Cemento Masonry

Questo cemento, composto in parti uguali da cemento Portland e calcare, è diffuso soprattutto in Nord America. La sostituzione di parte del cemento con la polvere di calcare implica un abbassamento del pH iniziale ed un aumento della capacità di neutralizzazione degli acidi.
Confrontandolo con il tradizionale Portland, il prodotto finale inertizzato mostra un pH minore ed una lisciviazione minore dei metalli.

2.3.1.4. Cemento solfoalluminato

Il cemento solfoalluminato, generalmente a base di solfoalluminato di calcio (CSA), è un materiale composito utilizzato commercialmente per riparazioni o altre applicazioni speciali. La sua produzione prevede l'aggiunta di CSA granulare al cemento Portland ed all'anidrite in percentuali variabili in funzione della successiva applicazione; negli Stati Uniti è invece derivato dalla miscelazione di clinker di CSA, clinker di cemento Portland e gesso. In ogni caso la composizione tipica di cemento CSA consta di CSA, cemento Portland e anidrite in rapporto 3:8:1.
Il CSA è inerte quindi necessita di essere attivato tramite idratazione in presenza di CaO e SO_3.

2.3.2. Trattamenti a base di calce

La calce è il termine generico attribuito a varie forme di ossido o idrossido di calcio (CaO e $Ca(OH)_2$) e di quantitativi inferiori di ossido e/o idrossido di magnesio; si prepara dal carbonato di calcio, $CaCO_3$, abbondante in natura, con un processo di decarbonatazione termica in cui l'ossido di calcio reagisce con l'acqua per dare l'idrossido di calcio con conseguente sviluppo di calore. La solubilità in acqua è di 1,2 g/l a 18°C e questa soluzione determina un pH di circa 12,5.

Il materiale fissato con la sola calce e non rivestito da coperture particolari potrebbe richiedere lo smaltimento in discariche speciali, da individuare in base alla eventuale perdita di contaminanti per lisciviazione.

La calce può essere utilizzata nei trattamenti di S/S anche in combinazione con alcuni additivi, in particolare con materiali pozzolanici, o aventi comportamento pozzolanico, cioè sostanze naturali o sottoprodotti industriali (pozzolana industriali, ceneri volanti, ecc.) che hanno una struttura amorfa o parzialmente cristallina e sono costituiti da silice, da silico-alluminati o da una combinazione di questi. Il comportamento pozzolanico di un materiale è la sua capacità di reagire con l'idrossido di calcio per formare composti idraulici simili a quelli che si generano durante l'idratazione del clinker di cemento Portland.
Dalla reazione che avviene tra calce e materiale pozzolanico in presenza di acqua, si ottiene un conglomerato cementizio semplice. La reazione fra la calce e gli alluminosilicati amorfi determina la presenza di silicati idrati, alluminati o alluminosilicati di calcio.

Le limitazioni sono simili a quelle indicate per il processo a base di cemento.

2.3.3. Trattamenti a base di argilla

Sono processi di inertizzazione che sfruttano le attitudini di alcuni minerali argillosi allo scambio cationico, ovvero alla fissazione di metalli pesanti per scambio con ioni mobili (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) presenti nel reticolo cristallino dell'argilla. Solo le argille, che possiedono questa caratteristica in maniera accentuata e hanno un'elevata superficie specifica, sono adatte per il trattamento dei rifiuti. Tra esse si possono citare la vermiculite e le montmorilloniti, tra cui la bentonite risulta essere di uso comune.
Il materiale inertizzato risulta solido, chimicamente e fisicamente stabile, di consistenza simile a quella del terreno, in grado di riassorbire acqua senza apprezzabile rilascio.

I processi a base di argille sono meno sensibili alle variazioni di pH rispetto alla procedura di trattamento con $Ca(OH)_z$, ma la loro efficacia non è in ogni caso comparabile con l'inertizzazione ottenuta con leganti idraulici. Questo è dovuto al fatto che, mentre in quest'ultimo caso gli ioni dei metalli tossici sono inglobati all'interno del gel e sono quindi estremamente protetti rispetto all'eluizione, l'adsorbimento sulle microparticelle di argilla è un fenomeno di superficie e gli ioni dei metalli tossici possono essere rilasciati abbastanza facilmente qualora, ad esempio, nel caso di allocazione in discarica, il percolato raggiunga elevate concentrazioni di ioni di metalli alcalini (Na^+ e K^-) o alcalino terrosi (Ca^{2+} e Mg^{2+})
L'utilizzo di questa tecnica di inertizzazione, ai fini del successivo smalti mento dei rifiuti in discarica, è, quindi, strettamente vincolata alle caratteristiche degli altri rifiuti posti a dimora; nessuno di questi rifiuti deve, infatti, essere in grado di rilasciare elevate concentrazioni di ioni solubili, anche se assolutamente non tossici, come quelli sopra riportati.

Sebbene l'argilla possa essere utilizzata singolarmente per l'eliminazione di taluni contaminanti, risulta più efficiente quando impiegata assieme al tradizionale cemento; a tale scopo è spesso utilizzata la bentonite che data la notevole affinità con l'acqua, si forma un mezzo gelatinoso la cui proprietà legante nei confronti del rifiuto è accresciuta dall'azione del cemento.

2.3.4. Agenti stabilizzanti secondari

I metodi inorganici di S/S includono anche, ma non solo, quelli che coinvolgono miscele del cemento Portland o della calce con altri leganti o additivi quali gesso, argilla, compresa quella modificata organicamente, e altre pozzolane naturali o artificiali; per alcune applicazioni, possono essere anche aggiunti dei polimeri. Si registrano sperimentazioni anche su agenti alternativi derivanti dalla necessità di impiego di materiali facilmente reperibili a costo contenuto.
Le pozzolane rappresentano in ogni caso la classe di agenti secondari più utilizzata. Questi sono materiali silicei o siliceo-alluminosi, naturalmente presenti o derivanti da sottoprodotti industriali, che acquistano alcune caratteristiche simili al cemento quando, finemente divise, vengono attivate con idrossido di calcio a temperatura ambiente. In quanto tali, l'uso di questi additivi è economicamente conveniente in quanto non richiede uno specifico processo produttivo come nel caso del cemento.

Questi agenti secondari sono solitamente aggiunti o per adattare al meglio il trattamento alla tipologia di contaminanti presenti o in quanto facilmente reperibili sul posto, in quantità tale da avere un giusto compromesso tra economicità del trattamento e proprietà tecniche; esempi di combinazioni che comportano vantaggi tecnici quelle composte rispettivamente da cemento Portland e loppa d'altoforno granulata in polvere, e da calce e polverino di carbone. Nei prossimi paragrafi vengono descritte le caratteristiche salienti degli agenti stabilizzanti secondari.

2.3.4.1. Polverino di carbone

Il polverino da carbone (pulverished fly/fuel ash, PFA) rappresenta il residuo solido trattenuto dai sistemi di depolverazione dei fumi negli impianti termoelettrici alimentati a carbone. La sua composizione e la sua fase dipendono dai minerali associati al carbone e dalle condizioni di cottura utilizzate; in generale, il carbone antracitico o bituminoso determina polveri ricche di vetro, silicio, allumina e ossidi di ferro spesso in fase cristallina. (Taylor, 1997)

I fattori da tenere in considerazione per determinare l'idoneità del polverino includono il contenuto di carbone non bruciato, l'abilità di far diminuire la domanda di acqua del legante, la natura pozzolanica del prodotto e la sua abilità ad influenzare l'ambiente ossidoriducente. Una quantità eccessiva di carbone può interferire con l'azione di alcune miscele cementizie, anche se comunque ne derivano vantaggi quando è usato per specifici contaminanti che possono essere immobilizzati tramite adsorbimento superficiale.

Il polverino di carbone permette di migliorare la lavorabilità degli impasti a base di cemento (quando il polverino è di buona qualità) ed incrementare la resistenza meccanica dei prodotti ottenuti. Questo materiale manifesta spesso, analogamente alla loppa d'altoforno, proprietà pozzolaniche, perciò gli effetti di una sua aggiunta a sistemi a base di cemento sono rilevabili ad elevati tempi di stagionatura. A causa della presenza di carbonio organico all'interno del polverino da carbone, questo può manifestare oltre a proprietà leganti, anche proprietà adsorbenti nei confronti di contaminanti organici, per cui può essere impiegato come additivo nei processi di S/S di materiale contenente inquinanti organici.

L'aggiunta del polverino alla calce e all'acqua permette di ottenere un cemento pozzolanico altamente impermeabile. (Duchesne & Reardon, 1999) hanno verificato come utilizzando un legante formato da calce e polverino classe F (secondo la classificazione ASTM) si formi l'idrocalumite che potrebbe adsorbire borati, cromati e molibdati derivanti dal rifiuto; i risultati non ottimali ottenuti con il polverino classe C suggeriscono come la composizione dello stesso sia fondamentale.

2.3.4.2. Loppa d'altoforno

La loppa d'altoforno è una pozzolana molto comune, in particolare è lo scarto della produzione dell'acciaio estratto dall'altoforno allo stato fuso ed è costituita degli stessi ossidi del cemento tradizionale; il suo impiego è giustificato dal basso costo e dall'effetto benefico su alcune proprietà del corrispondente cemento.
Questo materiale, se raffreddato lentamente, diviene cristallino e praticamente privo di proprietà leganti, mentre se viene spento rapidamente in acqua, ovvero granulato (granulated blast furnace slag, GBFS), rimane in forma vetrosa ed acquisisce caratteristiche "latenti" di legante idraulico. (Taylor, 1997) Per gli usi comuni, essa viene in genere ridotta in dimensioni di polvere fine (ground GBFS) allo scopo di incrementarne la superficie reattiva.

La cinetica di idratazione della loppa d'altoforno, che risulta relativamente lenta, subisce un incremento significativo in condizioni significativamente alcaline (pH>12). Nella terminologia corrente, l'incremento che si produce mediante agenti esterni sulla velocità di idratazione di materiali pozzolanici quali la loppa d'altoforno è nota come "attivazione". Il cemento e la calce costituiscono comuni attivatori della loppa d'altoforno, a causa dell'ambiente fortemente alcalino che si crea in seguito all'idratazione dei loro componenti. Altri attivatori impiegati sono rappresentati da sali quali solfati, cloruri e silicati alcalini. (Talling & Brandster, 1989) (Shi & Day, 1995) hanno mostrato come la loppa possa essere attivata anche mediante diversi sali di sodio (idrossidi, carbonati, fosfati).

La loppa d'altoforno attivata è in grado di sviluppare alcune importanti funzioni:

- resistenza all'attacco di particolari contaminanti quali solfuri, solfati, nonché di alcuni composti organici (dei quali è in grado di ridurre gli effetti sull'idratazione del legante);
- riduzione della solubilità di alcuni metalli pesanti in quanto riduce il valore iniziale di pH della soluzione porosa fino a circa 11;
- riduzione del potenziale di ossido-riduzione con conseguente diminuzione della solubilità della maggior parte dei radionuclidi e della corrosione di eventuali contenitori in acciaio;
- promozione della formazione di solfuri metallici, meno solubili rispetto ai corrispondenti idrossidi;
- riduzione della permeabilità del rifiuto inertizzato.

2.3.4.3. Fumo di silice

Il fumo di silice condensato, conosciuto anche come microsilice, silice volatile o semplicemente fumo di silice, deriva dai processi di fusione per la produzione di silicio metallico e leghe ferro-silicio. Si presenta come minuscole particelle sferiche di silice non cristallina; la composizione chimica non dipende molto dal materiale di partenza delle stesse bensì dalla quantità di elettrodi utilizzati durante il processo e dalla purezza iniziale. Le sue caratteristiche di elevata superficie specifica (dell'ordine di 20 m^2/g) ed alto contenuto di SiO_2 nonché la capacità di ridurre, se non eliminare, la presenza di calce libera, sono responsabili di un miglioramento delle caratteristiche dei prodotti S/S in termini di porosità, resistenza a compressione e permeabilità.
Può essere aggiunto al cemento in quantità fino al 5% p/p ma ciò è limitato dalla notevole quantità di acqua richiesta sebbene questo può essere superato impiegando agenti superplasticizzanti.

2.3.4.4. Cement kiln dust

La polvere generata dai forni del cemento (cement kiln dust, CKD) deriva dalla rimozione di alcali, cloruri e solfati dal forno di cottura. Ci sono due tipi di processo, un primo ad umido alimentato tramite un impasto, ed un secondo a secco funzionante tramite materiale polverulento secco.
In ogni caso la polvere risulta composta principalmente da particelle molto fini di calcare, materiale argilloso, o scisti, calce, sodio, cloruri di potassio, solfati, ossidi metallici, silicati di calcio ed altri sali; tale composizione dal metodo di cattura delle polveri ed implica un'attenta valutazione sull'eventuale utilizzo in un processo di S/S.
L'utilizzo di queste polveri avviene principalmente come agente stabilizzante del rifiuto in quanto le capacità di assorbimento e l'alcalinità possedute permettono di ottenere una diminuzione dell'umidità, un rafforzamento strutturale ed un ambiente alcalino, specialmente se associate alla calce.

2.3.4.5. Pozzolane naturali

Anche le pozzolane naturali, di origine vulcanica, possono manifestare, analogamente ai materiali già citati, proprietà leganti se miscelate con acqua. Alcune argille ed altri materiali non cementizi possono diventare pozzolanici se riscaldati. (Taylor, 1997)
Riguardo la composizione, contengono vetro altamente poroso, con alto contenuto di silicio, e/o zeoliti; inoltre, possono anche contenere in differente proporzione minerali quali quarzo, feldspato, pirosseno e magnetite, o materiali quali argille od altri di origine organica.
L'aggiunta di polimeri organici ai leganti idraulici può consentire di ridurre la porosità della matrice e di migliorare i processi di immobilizzazione fisica dei contaminanti; l'efficacia di questo processo è legata all'elevata resistenza alla corrosione e alla capacità di migliorare l'adesione tra le particelle di suolo e i prodotti di idratazione del legante.
La sostituzione di parte del cemento è frequentemente utilizzata per ridurre i costi.

2.3.4.6. Polvere delle bucce del riso

La polvere delle bucce del riso costituiscono lo scarto derivante dalla preparazione dei grani di riso per il consumo alimentare. È stato mostrato come le bucce contengano materiale pozzolanico e quindi risultino essere buoni leganti sia singolarmente sia in aggiunta al cemento. (Ajiwe & Okeke, 2000) (Cisse et al., 1998)
Il loro impiego può migliorare le caratteristiche fisiche del cemento che d'altro canto potrebbero essere compromesse dall'aggiunta di componenti organiche.

2.3.5. Additivi

Esistono in commercio numerosi additivi per migliorare le caratteristiche fisiche, come la forza, e per diminuire le perdite per lisciviazione dalla massa solida. Molti di questi additivi sono coperti da brevetto.
Una controindicazione è data dal fatto che gli additivi possono aumentare notevolmente il volume finale della miscela solidificata, facendo aumentare il costo dello smaltimento finale in discarica.

Alcuni esempi di additivi sono:

- agenti riducenti, come il tiosolfato di sodio, usati per abbassare la valenza del contaminante, ad esempio da Cr(VI) a Cr(III), in quanto si formano così precipitati di idrossidi meno solubili;
- reagenti chimici, come il silicato di sodio solubile (preso in considerazione in un apposito paragrafo successivo data la larga diffusione) ed il fosfato ferroso, che reagiscono con la maggior parte dei metalli formando precipitati poco solubili;
- agenti reattivi che assorbono i contaminanti nella propria superficie, quali scorie modificate (attapulgite trattata a caldo) o idrossidi metallici (idrossido di ferro);
- scambiatori ionici, quali alcune zeoliti naturali (clinoptilonite e fillipsite) o sintetiche;
- additivi fluidificanti per tenere basso il rapporto acqua/cemento nell'impasto.

Uno dei problemi del trattamento a base di leganti idraulici è l'eventuale presenza di contaminanti organici; per far fronte a ciò vengono proposti diversi tipi di additivi, che, una volta premiscelati con il rifiuto, esplicano un'azione adsorbente sui contaminanti organici, riducendone gli effetti negativi sul processo di idratazione del cemento. Principale additivo utilizzato allo scopo sono le cosiddette argille QAS, a cui si accenna nel paragrafo seguente.
Oltre a queste sono stati proposti altri additivi (carboni attivi, vermiculite, terre di diatomee, zeoliti, polimeri organici) per adsorbire i composti organici prima dell'inertizzazione, benché non si abbiano notizie di un loro utilizzo pratico nel settore del trattamento dei rifiuti e dei terreni contaminati. Si hanno infine diversi additivi coperti da brevetto, che sono stati applicati soprattutto a terreni con contenuto di sostanza organica fino al 30%. (MATTM, 2007)

2.3.5.1. Argille organicamente modificate

L'abilità delle argille di legare specie cariche alla sua superficie unita alla loro elevata area superficiale ha influenzato lo sviluppo di argille organicamente modificate, note anche come argille QAS; queste sono preparate attraverso lo scambio di composti cationici di ammonio quaternario, espresso nella forma più generale dalla formula $[(CH_3)_3NR]^+$ (ese. esa-decil-trimetil-ammonio, HDTMA) in cui R è un gruppo idrocarburico aromatico o alchile (Sheng et al., 1996), con cationi minerali normalmente associati ad argille negativamente cariche. (Gullick & Weber Jr., 2001) A turno, queste specie idrofobiche sono in grado di adsorbire contaminanti organici precedentemente all'inclusione nel legante.
Il meccanismo di assorbimento dipende dalla dimensione del modificatore organico. (Gullick & Weber Jr., 2001) Se il gruppo R è piccolo (es. CH_3 o C_6H_5) allora i cationi organici presenti nella regione interlamellare di smectite, minerali altamente rigonfianti per assorbimento di acqua o composti organici, sono isolati dagli altri così queste argille possiedono un'area superficiale relativamente elevata e mostrano caratteristiche di assorbimento superficiale; al contrario, se R è un grande gruppo alchile (es. $C_{16}H_{33}$), le argille risultanti hanno un'area superficiale bassa ed agiscono come mezzo divisorio nell'assorbimento dei contaminati organici dall'acqua. (Sheng et al., 1996)

Queste argille permettono un incremento della la capacità di adsorbimento delle molecole organiche di oltre il 95% e consentono di operare con contenuti di contaminanti organici (solventi ed ammine) superiori al 12% (MATTM, 2007); inoltre, si sono rivelate funzionali all'adsorbimento di fenoli, COV e metalli tossici. (Wilbulswas et al., 1999) (Sheng et al., 1996) (Krishna et al., 2001)
Argille differenti interagiscono in modo specifico con il processo di idratazione del cemento; questo conferma l'alta specificità delle stesso, il che richiede lo sviluppo di formulazioni particolari a seconda dell'applicazione in cui sono coinvolte.

Le argille possono essere modificate anche tramite addizione di polimeri idrossi-alluminati che alterano la struttura chimica e la morfologia dell'argilla; il prodotto risultante possiede un'area superficiale maggiore ed una struttura analoga a quella delle zeoliti cosicché abbia alta affinità con diossine e bisfenoli.
(Srinivasan et al., 1985)

La possibilità di impiego di argille quali additivi nei trattamenti di S/S discende dalla capacità di scambio cationico e dalle proprietà adsorbenti nei confronti di specie ioniche organiche ed inorganiche.
La bentonite, appartenente alla classe delle montmorilloniti, è l'argilla più largamente impiegata nei trattamenti di S/S in quanto possiede un'elevata superficie specifica ed una notevole capacità di scambio cationico. La capacità di immobilizzazione dei contaminanti per effetto della presenza di una carica superficiale può essere esaltata da un pretrattamento della bentonite, volto a sostituire le specie inorganiche scambiabili con specie organiche contenute nei gruppi idrofobici, quali gruppi dell'ammonio quaternario, le quali sono in grado di legarsi ai contaminanti organici prima della miscelazione del suolo con il legante impiegato nei trattamenti di S/S. in tal modo, si ottiene anche una riduzione dell'entità delle interferenze esercitate dai composti organici sull'idratazione del legante.

2.3.5.2. Silicato di sodio

Il silicato di sodio è il nome generico di una serie di composti con formula chimica $Na_2O \cdot nSiO_2$, in cui teoricamente n può assumere qualsiasi valore anche se per il silicato di sodio liquido normalmente venduto ha un valore compreso tra 1,60 e 3,85.

Il silicato di sodio è largamente impiegato come acceleratore del cemento e risulta essere anche un eccellente attivatore per la loppa d'altoforno macinata. Il rapporto Na_2O/SiO_2 e la concentrazione giocano un ruolo estremamente importante nella determinazione delle caratteristiche del cemento.
Il primo utilizzo come additivo risale alla fine degli anni Sessanta, a cui è seguito nel 1971 il brevetto di un processo su scala reale (processo Chemfix); l'utilizzo del silicato permette di assorbire il liquido in eccesso presente nel rifiuto, di accelerare la presa e l'indurimento del cemento e di diminuire la solubilità dei metalli pesanti. Per una panoramica più esaustiva si rimanda a (Conner, 1990).

2.3.6. Recenti materiali cementizi

Questo paragrafo si propone di porre l'attenzione sui quei materiali cementizi sostenibili che si configurano come possibili alternative al cemento Portland ordinario, sia nelle normali applicazioni sia come agenti per la S/S dei rifiuti. In particolare, si presentano nei successivi paragrafi due tipologie di materiale, i cosiddetti geopolimeri, particolari allumino-silicati amorfi, e le ceramiche fosfolegate, un materiale cementizio generalmente ricco di ossido di magnesio. (Li et al., 2004)
È stato dimostrato come questi materiali, pur avendo caratteristiche ambientali ed energetiche comparabili al cemento Portland, possiedono una maggior durezza iniziale, un'eccellente stabilità volumetrica ed una durabilità maggiore.

2.3.6.1. Geopolimeri

In letteratura questi materiali sono riportati secondo una nomenclatura alquanto eterogenea: tra i termini più comuni vi sono "vetro alluminosilicato a bassa temperatura", "geocemento", "cemento attivato alcalinamente", "idroceramica", "calcestruzzo polimerico inorganico", "ceramica alcalolegata"; in ogni caso tutti si riferiscono a materiali sinterizzati secondo lo stesso meccanismo chimico. (Duxson et al., 2006)

In generale, un geopolimero è un polimero inorganico formato per poli-condensazione, ad esempio

$$n[\text{-O-Si-OH} + \text{H-O-Al-O-}] = [\text{-O-Si-O-Al-O-}]_n + nH_2O, \text{ (Gong et al., 2011)}$$

cosicché il prodotto risulti avere una struttura reticolare tridimensionale amorfa o semicristallina (a seconda della temperatura a cui si forma). Il processo di formazione, che comunque deve essere ancora pienamente compreso, viene anche chiamato geopolimerizzazione. (Majidi, 2009)

Questo tipo di reazione avviene generalmente quando una soluzione silicatica altamente alcalina è miscelata con un materiale reattivo, fonte di allumio e silicio, come il metacaolino, cioè un deidrossisilato caolino (caolino: $Al_2Si_2O_5(OH)_4$).
Componenti allumino-silicatici alternativi derivano spesso da materiali di scarto industriali; tra i più diffusi si citano la loppa d'altoforno (GBFS) e le ceneri volanti ma sono utilizzati anche feldspati alcalini e tungsteno derivanti dall'industria estrattiva o scorie di defosforazione granulate (GPS) derivanti dall'ossidazione del fosforo in ambito siderurgico.
Tra gli agenti attivanti di uso più comune, soprattutto negli studi riguardo il trattamento dei rifiuti, vi sono invece i silicati e gli idrossidi di sodio o potassio; è stata proposta anche un'attivazione tramite alluminato di sodio sia appositamente preparato (Phair & Van Deventer, 2002) sia in soluzione di scarto. (Nugteren et al., 2011)
Gli studi indirizzati a sviluppare materiali sempre più facilmente reperibili, economici e performanti hanno contribuito comunque ad una molteplicità di possibili combinazioni, spesso altamente specifiche e coperte da brevetto.

Nonostante la struttura molecolare e la nanostruttura risultino molto simili, i geopolimeri presentano proprietà chiaramente differenti a seconda del materiale di partenza, potendo avere caratteristiche peculiari più simili a quelle di un cemento, di una ceramica o di una zeolite; ad esempio, quelli basati sulle ceneri volanti risultano più duraturi e resistenti.

L'applicabilità dei geopolimeri come processo di S/S è valutata in diversi studi; già nei primi anni Novanta, una sperimentazione pioneristica ha dimostrato come più del 90% degli ioni metallici possa essere immobilizzato nella struttura reticolare di geopolimeri commerciali. (Davidovits, 1994)
Alcune esperienze mostrano come il rifiuto solido possa essere immobilizzato attraverso la sostituzione di parte delle ceneri volanti presenti all'interno della miscela geopolimerica; uno studio ha rilevato come, per esempio, fino al 10% delle ceneri volanti possa essere sostituito dalle scorie derivanti dal processo di riciclo delle batterie automobilistiche, aventi un elevato contenuto di piombo nonché ricche di arsenico, cadmio, cromo, antimonio e zinco, senza che l'eluato presenti valori inaccettabili. (Nugteren et al., 2011)
Un altro studio (Luna et al., 2009) focalizzato al trattamento della polvere derivante dall'utilizzo di forno elettrico ad arco, ricca di metalli pesanti, ha testato efficacemente diversi geopolimeri comparandoli al convenzionale cemento Portland.

2.3.6.2. Ceramiche fosfolegate

Le ceramiche chimicamente legate (CBC) sono ceramiche che si formano mediante reazioni acido-base che avvengono a temperatura ambiente; generalmente a tale scopo solo utilizzate soluzioni fosfatiche, cosicché sono tipicamente diffuse quelle fosfolegate (CBFC). L'altro reagente tipicamente utilizzato è l'ossido di magnesio, così diversi autori definiscono questo materiale anche come "cemento magnesiaco fosfolegato" (MPC); in campo medio, si rileva l'utilizzo di ceramiche fosfolegate mediante l'utilizzo di silicato di calcio (wollanstonite).

Le prime ceramiche fosfolegate (cementi dentali zincati fosfolegati) risalgono ad oltre un secolo fa anche se solo negli ultimi trent'anni queste hanno trovato applicazione; oggigiorno il loro utilizzo principale è per riparazioni di infrastrutture critiche che necessitano di un materiale con tempo di presa molto ridotto.

La reazione di preparazione più comune, avviene tra l'ossido inorganico di magnesio ed il monofosfato di potassio, derivante da una soluzione di acido fosforico, come mostrato a seguire:

$$MgO + KH_2PO_4 + 5H_2O \rightarrow MgKPO_4 \cdot 6H_2O$$

Ne deriva una densa ceramica di fosfato di magnesio e potassio esaidrato (comunemente abbreviato in MKP). (Chattopadhyay, 2003) Adottando una soluzione di acido fosforico al 50% p/p si ottiene un'altra ceramica insolubile ($MgHPO_4$ tri-idrato), anche se il precedente sistema è preferibile in quanto genera meno calore e l'eluato che ne deriva è migliore.
La tipica formulazione è caratterizzata da un contenuto di ossido di magnesio e di fosfato rispettivamente pari al 5-15% ed al 3-10% p/p; inoltre, sono abitualmente contenute ceneri volanti.
Recentemente è stata investigata l'influenza del rapporto tra magnesio e potassio sul tempo di presa; un incremento dello stesso determina un tempo di presa più ridotto ed una resistenza alla compressione maggiore. (Xing et al., 2011)

L'unicità delle CBPC consta nel fatto che si formano a temperatura ambiente come il cemento ma possiedono alcune caratteristiche dei materiali ceramici, quali la durezza, derivata dalla loro composizione chimica acido-base che genera forti legami covalenti; inoltre, ciò avviene per una finestra di valori di pH abbastanza ampia.
In particolare, tra le peculiarità si rilevano la presa molto rapida, l'elevata durabilità e resistenza agli agenti chimici, la possibilità di riciclare una certa quantità di rifiuti industriali non contaminati ovvero organici come materiale da costruzione e la capacità di stabilizzare rifiuti pericolosi e radioattivi. (Li et al., 2004)

Il trattamento prevede che i leganti siano macinati e quindi miscelati. L'ossido di magnesio è anche frequentemente calcinato preliminarmente per ridurne la reattività. In aggiunta, per migliorare la resistenza e l'integrità del rifiuto sono abitualmente aggiunte ceneri volanti pozzolaniche.
Essendo la reazione esotermica, la temperatura cresce fino a circa 80°C fino a quando il composto inizia a configurarsi (circa 2 ore) e quindi polimerizza in un tempo pari a circa 2 settimane; il materiale ceramico duro, insolubile, stabile e denso formatosi risulta essere una matrice cristallina adatta ad ospitare il rifiuto.

Questo materiale è applicabile a rifiuti tossici o radioattivi sia solidi che liquidi; il rifiuto viene micro- e/o macroincapsulato e chemicamente legato all'MPC, formando una matrice forte, densa e duratura che ingloba i contaminanti pericolosi e radioattivi come fosfati insolubili e componenti radioattivi insolubili microincapsulati. Il prodotto risulta stabile in ambiente saturo, non infiammabile e sicuro da stoccare e trasportare. (Li et al., 2004)

Il sistema mediante CBPC ha il vantaggio di poter essere applicato sia ai rifiuti acidi sia a quelli alcalini, in quanto basato su una reazione acido-base. In aggiunta, siccome il processo impiega una polvere solida e una soluzione fosfatica per la reazione, possono essere trattati sia rifiuti liquidi sia solidi; quelli solidi possono essere frantumati e miscelati alla polvere di partenza, per poi aggiungervi la soluzione liquida per far avvenire la reazione mentre quelli liquidi possono essere miscelati con la soluzione e quindi avviare la reazione tramite l'immissione della polvere inorganica. (Wagh et al., 2001) La granulometria più adatta al trattamento risulta essere compresa tra i 4 ed i 75 μm. (Singh et al., 1998)

Studi americani (Singh et al., 1994) (Wagh & Singh, 1994) hanno valutato le CBPC come legante per trattare ceneri, fanghi cementizi e rifiuti salini, principalmente contenenti cromo, piombo, nichel, cadmio, cesio e composti organici; in particolare può accettare una quantità di ceneri volanti quasi pari al 40% p/p, circa il doppio rispetto a quella limite per il cemento Portland. (Li et al., 2004); la CBPC può integrare anche un notevole quantitativo di altri materiali di scarto difficilmente accettabili dal tradizionale Portland, quali loppa d'altoforno acida, polveri volanti aventi un alto contenuto di carbone, fanghi rossi (residui dell'industria dell'alluminio) e scorie di vario tipo. Il trattamento sui metalli pesanti risulta particolarmente buono per un carico di rifiuto compreso tra il 50 ed il 70% p/p.

Presenta però alcuni rischi come la criticità del contenuto di acqua e l'inaccettabilità di altri aggregati quali sabbia o calce; quando il rifiuto da trattare è assimilabile a quest'ultime, l'utilizzo di questo materiale cementizio risulta difficoltoso.

Riguardo ai metalli pesanti, i monofosfati di potassio reagiscono anche con questi, e con i contaminanti radioattivi, formando fosfati insolubili. Il prodotto finale presenta una resistenza a compressione decisamente maggiore ed una porosità minore di circa il 50% rispetto a quella ottenibile tramite matrice cementizia tradizionale.

Importanti applicazioni su scala reale si hanno riguardo il trattamento del mercurio; infatti, sebbene il mercurio formi solidi fosfatici poco solubili, l'aggiunta di una piccola quantità di solfuro di sodio o di potassio migliora drasticamente le prestazioni finali in quanto si forma solfuro di mercurio, avente una solubilità di più di tre ordini di grandezza inferiore. (Chattopadhyay, 2003)

Alcuni dettagliati studi, a cui si rimanda, sono stati completati per dimostrare il possibile impiego delle CBPC per il micro- e macroincapsulamento di rifiuti pericolosi. Questi studi si focalizzano sulle fasi del processo e sui test di resistenza meccanica e alla lisciviazione del prodotto finale partendo da matrici contenenti principalmente piombo, mercurio, nitrati e celio; in particolare, uno studio è stato condotto con ottimi risultati su una matrice avente natura eterogenea in quanto composta da macerie costituite da metalli, legno, mattoni, rocce e plastiche. (Wagh et al., 2000) (Wagh & Jeong, 2001) (DOE, 1999a)

Questo materiale rappresenta anche una possibile alternativa al cemento Portland ordinario come agente incapsulante dell'acciaio dolce, dell'alluminio e dell'uranio metallico anche se una notevole quantità di studi sono ancora da intraprendere. (Sellafield Ltd, 2010)

La tabella seguente (tab. 2.4) riassume le considerazioni sopra citate sull'utilizzo di questo materiale nel campo del trattamento dei rifiuti.

TABELLA 2.4 – PREGI E DIFETTI DEL TRATTAMENTO MEDIANTE CBPC, ADATTATA DA (Randall et al., 2002)

Vantaggi	Limitazioni
▪ L'immobilizzazione avviene sia tramite fissazione chimica sia mediante incapsulamento fisico; ▪ processo a bassa temperatura (< 80°C); ▪ applicabilità a rifiuti solidi secchi, fanghi, e liquidi; ▪ non è richiesto un calore aggiuntivo; ▪ alto carico di rifiuto accettabile (fino al 78% p/p) con minimizzazione del volume di smaltimento; ▪ impermeabilità elevatissima, resistenza chimica paragonabile a quella del cemento Portland; ▪ implementabile facilmente; ▪ stabile e non infiammabile; ▪ non generati rifiuti secondari; ▪ non si ha produzione di potenziali composti volatili. ▪	▪ Per la stabilizzazione del mercurio è necessario un pretrattamento con solfuro di potassio; un eccesso di quest'ultimo ha però effetti dannosi sull'eluato; ▪ alcuni componenti del rifiuto possono ridurre il tempo di presa e anche diminuire la lavorabilità dell'impasto; ▪ sono disponibili solo una serie limitata di dati riguardo il comportamento a lungo termine e la durabilità del prodotto finale; ▪ un contenuto molto elevato di anioni può richiedere l'impiego di un ulteriore rivestimento polimerico.

2.3.6.3. Cemento addittivato con polimeri

La caratteristica di questo cemento consta nel fatto che il 10-15% p/p di legante cementizio è sostituito da alcuni polimeri organici sintetici che migliorano drasticamente la resistenza a flessione e l'impermeabilità del cemento idraulico. Il polimero è composto da un monomero o da una miscela di monomeri o ancora è un polimero disperso (lattice); nei primi due casi, è necessaria l'aggiunta di un catalizzatore.
L'uso di polimeri inadeguati può essere dannoso a causa dell'incompatibilità tra gli stessi ed il cemento; miglioramenti si avrebbero solo aggiungendone con una notevole percentuale, non sempre giustificata però dai costi addizionali richiesti.
Questo materiale mostra buona duttilità, eccellente impermeabilità sia all'acqua sia alle soluzioni saline e resistenza ai cicli gelo/disgelo. Inoltre, la frazione polimerica accresce l'incapsulamento e l'infiltrazione del cemento attraverso gli spazi interstiziali del rifiuto. (Spence & Shi, 2005)
Uno studio condotto trattando rifiuti inorganici ricchi di piombo e cromo tramite un cemento addittivato con lattice ha mostrato considerevoli miglioramenti della qualità dell'eluato rispetto a quello derivante dal trattamento con cemento tradizionale (Daniali, 1990); ad analoghe considerazioni è giunto un altro studio effettuato su fanghi contaminati dal mercurio. (Yang et al., 1993)
L'immissione di polimeri nel cemento può avvenire anche per migliorare l'efficienza nei confronti di alcuni contaminanti, quali quelli organici. Un'esperienza condotta per valutare gli effetti su alcuni composti aromatici quali naftalene, fenantrene e pirene, ha mostrato un livello di ritenzione decisamente elevato, fino al 99% per il pirene. (Frost & Carandang, 1991)

2.4. Trattamenti a base di leganti organici

In alcuni casi, l'efficienza dei processi idraulici è limitata a causa delle interazioni tra i componenti del rifiuto e il legante che impediscono una corretta idratazione, generalmente a causa del fallimento, ritardo o anticipo della presa, della presenza di acqua libera residua, della breve durabilità o ancora della bassa resistenza del prodotto finale inertizzato.
Sebbene non siano diffusi come i trattamenti a base di leganti inorganici, le applicazioni di quelli mediante leganti organici sono quindi in aumento. Per più di 20 anni, diversi polimeri organici sono stati utilizzati per incapsulare materiali pericolosi, e soprattutto radioattivi, proprio contando sul fatto che possiedono proprietà chimiche inerti solitamente accoppiate alla possibilità di trattare una maggior quantità di rifiuto rispetto a quanto possibile con i cementi. In generale, i polimeri hanno resistenza da moderata ad eccellente rispetto agli acidi, alle basi ed ai componenti organici presenti in un rifiuto. (Maio, 2001)

Il processo prevede un essiccamento preliminare del materiale contaminato, nonché la captazione e il trattamento degli effluenti gassosi ove il materiale contenga sostanze volatili.
Nella maggior parte dei trattamenti di solidificazione, il rifiuto è miscelato con polimeri termoplastici fusi precostituiti o microincapsulato durante un processo di polimerizzazione controllata di una plastica termoindurente. La resistenza dei polimeri organici all'acqua permette quindi una bassa lisciviazione potenziale. Lo sviluppo e l'uso di polimeri speciali ed emulsionanti ha comunque permesso negli ultimi anni di praticare l'incapsulamento anche su rifiuti acquosi. (Maio, 2001)

Le sostanze utilizzate come agenti incapsulanti devono essere compatibili con le proprietà fisico-chimiche del materiale contaminato e, al tempo stesso, essere inerti nelle condizioni ambientali del sito di destinazione finale dei materiali trattati. Tali sostanze devono, ad esempio, mantenere inalterate le proprie caratteristiche di impermeabilità anche a seguito del contatto con le acque e di falda o dell'esposizione a cicli di gelo e disgelo o di umidificazione ed essiccamento.
In aggiunta, un polimero adatto deve permettere un buon compromesso tra lavorabilità, caratteristiche del flusso fuso e durabilità, nonché il massimo potenziale di carico del rifiuto.

Le tecniche di microincapsulamento possono essere applicate con successo per il trattamento di rifiuti o suoli contaminati da sali solubili quali cloruri e solfati, per l'immobilizzazione dei quali altre tipologie di processo (es. i trattamenti di S/S a base di leganti idraulici) risultano poco efficaci.

In genere, a seconda del tipo di reagente i processi a base di reagenti organici sono classificabili in:
- trattamenti a base di sostanze termoplastiche
- trattamenti a base di polimeri organici
- trattamenti a base di composti macroincapsulanti

La tabella successiva 2.5 riporta alcune tipologie di rifiuti che possono essere trattati con queste metodologie, evidenziando le eventuali incompatibilità tra rifiuti e agenti di trattamento.

TABELLA 2.5 - COMPATIBILITÀ DELLE SOSTANZE CHE POSSONO ESSERE PRESENTI NEI RIFIUTI CON I PROCESSI DI INERTIZZAZIONE A BASE DI REAGENTI ORGANICI (Collivignarelli et al., 1993)

Classi di composti	Applicabilità del processo a base di sostanze termoplastiche	Applicabilità del processo a base di polimeri organici	Applicabilità del processo a base di composti macroincapsulanti
ORGANICI			
Solventi e oli	Possono evaporare.	Possono ritardare la polimerizzazione.	Devono essere prima adsorbiti su matrice solida
Solidi organici (resine, plastiche…)	Possibilità di utilizzo come leganti	Possono ritardare la polimerizzazione	Compatibili: molti materiali microincaps. sono plastiche
INORGANICI			
Rifiuti acidi	Possono essere neutralizzati prima del trattamento	Compatibili (se la resina non è poliestere)	Possono essere neutralizzati prima del trattamento
Ossidanti	Possono disgregare la matrice causare incendi	Possono disgregare la matrice	Possono causare deterioramento dei materiali microincapsulanti
Solfati	Possono idratarsi e disidratarsi provocando fessurizzazioni (vale anche per nitrati e carbonati)	Compatibili	Compatibili
Alogenuri	Possono disidratarsi	Compatibili	Compatibili
Metalli pesanti	Compatibili	A pH acidi gli idrossidi possono solubilizzarsi	Compatibili
Materiale radioattivo	Compatibili	Compatibili	Compatibili

Tutti questi processi fissano i contaminanti principalmente attraverso un meccanismo fisico. La loro applicazione ai rifiuti ed ai terreni contaminati, seppur potenzialmente efficace, ha trovato tino ad oggi limitate applicazioni in scala reale (in particolare nel caso dei processi a base di sostanze termoplastiche) soprattutto a causa degli elevati costi. Va inoltre rilevato come tali trattamenti siano stati originariamente sviluppati per lo smaltimento in sicurezza di rifiuti a bassa radioattività.

I paragrafi seguenti forniscono una panoramica degli inertizzanti organici più utilizzati e delle loro caratteristiche.

2.4.1. Trattamenti a base di sostanze termoplastiche

Le sostanze termoplastiche sono materiali capaci di indurire o rammollire reversibilmente con la variazione della temperatura. senza una degradazione significativa anche dopo diversi cicli. La maggior parte dei materiali termoplastici si forma in seguito ad una reazione di addizione (es. polietilene).

I polimeri termoplastici implicati nel trattamento dei rifiuti sono generalmente asfalto, bitume e polietilene, ed in misura inferiore paraffina, polipropilene e nylon. In aggiunta, sono stati recentemente sviluppati altri materiali, spesso specifici, tra cui si ricorda il cosiddetto sulfur polymer cement (SPC).

Il trattamento avviene generalmente mescolando ad alta temperatura (superiore ai 100°C) il rifiuto precedentemente essiccato con gli additivi sopra menzionati. La miscela viene poi lasciata raffreddare e solidificare. Il processo imprigiona l'inquinante con un meccanismo puramente fisico.

Le tipologie di rifiuti trattabili sono quelle contenenti metalli pesanti e loro miscele; non possono invece essere trattati rifiuti contenenti quei composti organici che potrebbero agire come solventi rispetto ai leganti, gli ossidanti forti (nitrati, clorati o perclorati), che reagiscono con la matrice organica e causano un lento deterioramento, ed i composti anidri, che possono reidratarsi facilmente dopo il trattamento provocando rigonfiamenti, fessurazioni o rotture nella matrice termoplastica e, quindi, un aumento dell'area superficiale e della velocità di perdita dei rifiuti. In aggiunta, le matrici termoplastiche non possono essere impiegate con materiali che si decompongono alle alte temperature.

Il prodotto finale ha un peso specifico inferiore e una velocità di lisciviazione significativamente più bassa rispetto a quelli ottenuti con le tecniche inorganiche. L'aumento di volume è ridotto perché, prima di essere trattati con materiali termoplastici, i materiali devono essere disidratati.

Normalmente i composti termoplastici aderiscono molto bene al materiale che deve essere incapsulato e resistono molto bene all'attacco di soluzioni acquose e alla degradazione microbiologica. In considerazione di ciò, è valutabile un recupero del materiale inglobato nella matrice termoplastica.

Lo svantaggio principale risiede negli elevati costi di gestione dovuti sia al costo dell'equipaggiamento necessario sia a quello della manodopera specializzata richiesta.
Un ulteriore problema è l'infiammabilità di questi materiali; devono quindi essere previste aree di controllo nelle zone di lavoro ove questi si maneggiano.
Durante la fase di riscaldamento, le miscele contenenti composti organici volatili (COV) possono produrre odori sgradevoli e oli, e provocare un inquinamento secondario; non è esclusa la formazione di gas o vapori, possibili mezzi di trasporto per alcuni contaminanti.
I rifiuti trattati devono anche essere disidratati prima di poter essere miscelati a materiali termoplastici con un conseguente consumo di una notevole quantità di energia; come suddetto la presenza di umidità può infatti favorire la reidratazione dei composti anidri con le relative conseguenze.

2.4.1.1. Asfalto e bitume

L'asfalto viene utilizzato come agente incapsulante generalmente nella forma di emulsioni, costituite da minuscole goccioline disperse in soluzione acquosa e stabilizzate con opportuni agenti chimici emulsionati anionici (caricati negativamente) o cationici (caricati positivamente). Quando miscelata con il materiale da trattare, la sospensione forma una matrice di asfalto continua ed impermeabile attorno alle particelle solide. L'emulsione è adatta ad essere aggiunta a temperatura ambiente a materiali idrofili liquidi o semi-liquidi, in quanto l'acqua viene espulsa mentre la componente organica si lega all'asfalto idrofobo creando una matrice continua attorno alle particelle solide.
Quando il rifiuto da trattare ha un pH molto basso o alto, sono necessari agenti neutralizzanti; nel primo caso si ricorre spesso all'utilizzo di calce o gesso.

Nel caso in cui si impieghi il bitume, il rifiuto, generalmente un terreno in forma fangosa, viene ad esso miscelato a caldo all'interno di un estrusore. Le temperature di processo variano tra i 130 e 230°C. Una variante prevede l'utilizzo di acqua calda in pressione allo scopo di produrre una schiuma bituminosa con funzione di collante, per legare tra loro le particelle di materiale contaminato impedendo l'ingresso di acqua.
Il bitume, generato dalla distillazione del petrolio greggio, viene largamente utilizzato sia in Europa sia in Giappone; il suo uso negli Stati Uniti è limitato in virtù dei problemi legati all'infiammabilità. (Maio, 2001)

L'impiego di asfalto e bitume risulta sconsigliato nei casi in cui il materiale da trattare contenga sostanze fortemente ossidanti (es. nitrati, clorati o perclorati), le quali possono rappresentare un pericolo immediato di incendio o esplosione durante l'applicazione del trattamento oppure dar luogo, a lungo termine, alla degradazione del prodotto finale a seguito dell'ossidazione di parte dei suoi costituenti.

L'asfalto ed il bitume sono stati studiati come leganti per il microincapsulamento dei rifiuti già a partire dall'inizio degli anni Novanta, in particolare per il trattamento di moderati livelli di metalli pesanti. (Smith et al., 1995) (Hubbard et al., 1990)
Uno studio successivo valuta l'applicabilità di un processo a bassa temperatura mediante asfalto per il trattamento di metalli volatili come il mercurio, che applicando un legante caldo volatilizzerebbe facilmente. (SAIC, 1998)

È possibile l'utilizzo del bitume anche congiuntamente al cemento (BCA, 2001)

2.4.1.2. Polietilene

Il polietilene, derivante dalla polimerizzazione di addizione dell'etilene, è un polimero organico lineare con struttura cristallina/amorfa, avente punto di fusione relativamente basso (140°C).
Agisce con meccanismi di incapsulamento di natura fisica e, essendo caratterizzato da una buona resistenza chimica e da una scarsa solubilità in acqua nonché da una ridottissima biodegradabilità, possiede caratteristiche tali da non interagire chimicamente con il materiale da trattare. Il polietilene risulta inoltre dotato di buona resistenza meccanica e notevole flessibilità.Inoltre, ha un costo relativamente basso se comparato agli altri polimeri di possibile utilizzo, garantisce un buon compromesso tra lavorabilità e caratteristiche del flusso fuso ed è disponibile in una gran varietà di tipologie tramite un processo semplice. Queste caratteristiche rendono il PE adatto alla maggior parte dei rifiuti secchi ed omogenei cosicché risulta essere il polimero organico nettamente più impiegato, sia per il macro- che per il microincapsulamento.

Il PE è disponibile in una svariata gamma di pesi molecolari, caratteristica inversamente proporzionale alla viscosità dello stesso, intesa come capacità di fluire allo stato fuso e descritta tramite l'indice di fusione; le proprietà meccaniche sono in genere migliori per i PE ad alto peso molecolare.
Il polietilene ad alta densità (0,95 g/cm^3) contiene piccole ramificazioni al contrario di quello a bassa densità (0,92 g/cm^3), che risulta preferibile in quanto possiede una temperatura di fusione inferiore e una migliore viscosità. (Kalb et al., 1997); l'LDPE con un indice di fusione di 50-55g/10min (secondo ASTM D1238-90b) possiede la viscosità ottimale per essere miscelato con i rifiuti. (Kalb & Colombo, 1997)

Nel caso di macroincapsulamento, il polietilene fuso viene versato sul materiale da trattare in maniera da ricoprire completamente la superficie esterna, mentre, nel caso di microincapsulamento, ci si avvale di un estrusore per la miscelazione del reagente e del materiale contaminato e di un apposito comparto per la successiva solidificazione.

Il processo di macroincapsulamento è applicabile ad una gran varietà di rifiuti in quanto il materiale viene avvolto da un rivestimento polimerico che non richiede reazioni chimiche.
Inoltre, tale metodologia è considerata una delle migliori tecniche dimostrate disponibili (BDAT) per il trattamento di rifiuti plumbei radioattivi, come confermato anche da alcuni studi. (Faucette et al., 1994) (DOE, 1998)

Invece, come precedentemente accennato, nel processo di microincapsulamento con PE le particelle di rifiuto vengono omogeneizzate ed incorporate nella matrice fusa in un estrusore a temperature di circa 130-150°C, quindi la miscela è posta in un tamburo per il tempo necessario alla solidificazione. Ogni particella risulta così inserita nel reticolo del polimero e circondata da un film durevole e resistente alla lisciviazione.
Il microincapsulamento con PE non comporta variabili chimiche ma alcune proprietà fisiche del rifiuto, quali la dimensione delle particelle e la sua distribuzione, la densità, l'umidità e la presenza di sostanze volatili, possono influenzare il trattamento richiedendo a volte di ricorrere a pretrattamenti, quali l'essiccazione o la separazione fisica del rifiuto per migliorarne l'omogeneità dimensionale e la relativa distribuzione. (Faucette et al., 1994)
(Jackson, 2000) ha mostrato come i parametri ottimali per il microincapsulamento utilizzando un estrusore a vite unica siano un contenuto di umidità massimo pari al 2% e particelle di dimensione inferiore a 3 mm. (Lageraaen & Kalb, 1997) conferma il valore limite di umidità e afferma come le particelle troppo fini, di dimensione inferiore a circa 50 μm, risultino difficili da rivestire o miscelare adeguatamente mentre un contenuto elevato di particelle di elevate dimensioni abbia un impatto negativo sulla qualità dell'eluato, consigliando quindi un limite dimensionale approssimativamente pari a 2 mm.
Per superare queste limitazioni, sono in studio metodi di miscelazione cinetica, una tecnica che sfrutta l'elevato sforzo di taglio ed il rapido movimento rotatorio per creare via attrito il calore sufficiente a volatilizzare l'acqua presente e fondere il materiale termoplastico.

Secondo un altro studio (Kalb, 2001a), i rifiuti aventi un umidità o un contenuto di composti organici volatili (COV) maggiori del 2% p/p possono essere pretrattati mediante asciugatura indiretta sottovuoto, asciugatura spray, evaporatori od altre tecniche consone. Il prodotto finale dovrà comunque essere appropriato non solo riguardo al contenuto di COV ma anche in termini di graulometria.
Quanto affermato avvalora il fatto che sia spesso necessario un sistema di captazione dei gas liberati a causa del vapor acqueo, dei COV o anche di eventuali metalli volatili (es. arsenico e mercurio) presenti nel rifiuto. (Faucette et al., 1994)
Applicazioni su scala reale sono attivi già dalla fine degli anni Novanta: ne è un esempio la struttura dell'Envirocare nello Utah che già dal 1998 può trattare tramite un singolo estrusore fino a 5 tonnellate di rifiuto al giorno. (Jackson, 2000)

Il processo è stato applicato con successo ad una vasta gamma di rifiuti, inclusi sali concentrati da evaporazione, terreni, fanghi, ceneri derivanti dall'incenerimento, soluzioni di abbattimento dei fumi, soluzioni di lavaggio, residui salini di processi ossidativi, carboni attivi granulari, resine scambiatrici ioniche, polveri di uranio impoverito ed altri rifiuti su cui il trattamento con cemento non ha avuto effetto. (Kalb, 2001a) (Faucette et al., 1994) (Kalb et al., 1996) Per trattare rifiuti con un elevato contenuto di metalli tossici solubili, sono utilizzati additivi per ridurne la solubilità; in questa configurazione, il processo è realmente un metodo di S/S in quanto alla solidificazione fisica si aggiunge anche la stabilizzazione chimica dei contaminanti. (Kalb, 2001a)
(Carter et al., 1995) hanno discusso la difficoltà di applicare il microincapsulamento a rifiuti con alta concentrazione di un metallo molto volatile quale l'arsenico da cui deriva il triossido di arsenico. Pochi dati sono invece disponibili sull'incapsulamento sul mercurio. (Randall et al., 2002)
L'aggiunta di additivi quali allumina, diatomite o alcune ceneri volanti ha permesso di avere una riduzione della lisciviazione del cromo del 93-98%. (Faucette et al., 1994)

Per la maggior parte dei rifiuti solidi secchi il carico di rifiuto trattabile tramite incapsulamento con PE risulta pari al 50-70% p/p, ampiamente maggiore di quanto possibile con le convenzionali matrici cementizie. (Kalb, 2001a); nel caso di fanghi il carico si riduce al 40-50% p/p. (Burbank & Weingardt, 1996)
Anche la resistenza meccanica del rifiuto trattato tramite microincapslamento è maggiore rispetto a quella ottenibile dai tradizionali processi inorganici: in particolare, la resistenza a compressione, dipendente comunque dalla quantità e dalla tipologia di rifiuto inglobato, varia tra i 7 ed i 17,2 MPa. (Kalb, 2001a)

Essendo un materiale relativamente nuovo, è difficile prevederne la durabilità a lungo termine; uno studio (Kalb et al., 1991) è stato comunque condotto al fine di valutare i meccanismi di degradazione potenziali, sottoponendo il rifiuto micro incapsulato all'azione di agenti chimici e solventi, a cicli termici, ad ambienti saturi, ad attacchi microbici ed anche ai raggi gamma. A temperatura ambiente, il PE risulta inerte alla maggior parte degli agenti chimici, compresi solventi organici, acidi e soluzione alcaline. L'esposizione a variazione di temperatura o in terreni saturi ha mostrato come l'integrità meccanica venga meno per alcuni rifiuti ma non abbia effetti misurabili sul PE. Il polietilene a bassa densità non è suscettibile alla crescita di microorganismi come evidenziato dalla mancanza di plastica in decomposizione nelle discariche. L'esposizione ai raggi gamma, per una dose totale pari a 10^8 rad, comporta una reticolazione aggiuntiva con incremento della resistenza meccanica ed alla lisciviazione.

Bisogna infine sottolineare che un ulteriore vantaggio derivato dall'impiego del PE è la possibilità di recuperare un materiale quotidianamente riciclato sia a livello industriale che domestico e che risulta difficilmente impiegabile secondo le stesse proprietà estetiche, non importanti ai fini di un corretto microincapsulamento. Uno studio (Lageraaen et al., 1997) finalizzato a valutare l'impiego del PE riciclato rispetto a quello vergine ha mostrato come vi siano solo piccole differenze; si ricorda però come il PE sia difficile da omogeneizzare e caratterizzare precisamente in quanto la raccolta post-consumo include molte tipologie differenti di plastica.

La tabella seguente (tab. 2.6) riassume i pro e i contro dell'utilizzo di questo polimero.

TABELLA 2.6 – PREGI E DIFETTI DEL TRATTAMENTO MEDIANTE POLIETILENE, ADATTATA DA (Randall et al., 2002)

Vantaggi	Limitazioni
▪ Il PE possiede elevate resistenza meccanica, flessibilità e resistenza chimica; ▪ il PE è molto resistente nei confronti della degradazione biologica; ▪ permette un carico di rifiuto maggiore (fino al 70% p/p) rispetto al cemento Portland convenzionale; ▪ è facilmente reperibile in forma riciclata; ▪ le attrezzature sono commercialmente disponibili ed il processo può essere automatizzato; ▪ essendo l'HDPE usato come barriera protettiva nelle discariche, risultano disponibili numerosi studi sulla resistenza chimica e sulla durabilità a lungo termine.	▪ È necessaria una fonte di calore esterna ed il processo avviene a temperatura più elevata rispetto ad altri processi quali SPC o CBPC; ▪ il PE non incorpora chimicamente il rifiuto per cui potrebbe essere un problema importante la volatilizzazione dell'eventuale mercurio presente nel rifiuto; ▪ è necessaria la stabilizzazione chimica del mercurio prima del trattamento, per rispettare i limiti imposti dalla normativa; ▪ la presenza di notevoli quantità di arsenico è un problema a causa della sublimazione dei composti dello stesso ad elevata temperatura (> 200°C); ▪ si genera una piccola quantità di rifiuto secondario; ▪ l'LDPE è intollerante alla presenza di liquidi liberi e sostanze organiche; ▪ il rifiuto deve essere pretrattato per rimuovere l'umidità; ▪ il PE fuso può causare gravi incendi, quindi sono necessarie misure di sicurezza aggiuntive.

2.4.1.3. Sulfur polymer cement (SPC)

L'SPC è un polimero termoplastico composto al 95% p/p da zolfo elementare ed al 5% da modificatori organici atti ad aumentarne la durabilità a lungo termine, quali di- e monociclopentadiene. (Kalb et al., 1997) È prodotto dallo zolfo di scarto, disponibile ed economico, derivante dalla desolfurizzazione di gas e petrolio.

Questo materiale può essere classificato in questa categoria di materiali in virtù del fatto che quando riscaldato mostra proprietà termoplastiche, con temperatura di rammollimento e viscosità tali da poter anche essere utilizzato in modo simile ai metodi con leganti organici. La sua applicazione è tuttavia ancora oggi limitata. (Maio, 2001) Altri autori lo considerano invece un trattamento inorganico. (Spence & Shi, 2005)

L'SPC è stato originariamente scoperto dall'U.S. Bureau of Mines come alternativa al cemento per le applicazioni edilizie; i precedenti tentativi di utilizzare lo zolfo come materiale da costruzione erano invece falliti a causa della sua prematura degradazione, causata dalle tensioni interne al materiale determinate dal cambiamento della struttura cristallina quando questo si raffredda.

Applicazioni al trattamento dei rifiuti, radioattivi o pericolosi, si rilevano negli Stati Uniti sin dalla metà degli anni Ottanta (Kalb & Colombo, 1985); anche se inizialmente utilizzato per il microincapsulamento, questo materiale risulta adatto anche al macroincapsulamento. Inoltre, è stata dimostrata la sua validità nei confronti di una vasta gamma di rifiuti, inclusi ceneri volanti e scorie dall'incenerimento, concentrati acquosi quali solfati, borati e cloruri, soluzioni di lavaggio, terreni e fanghi. Non è consigliato l'utilizzo quando il rifiuto contiene un'elevata quantità di nitrati in virtù della potenziale reazione pericolosa tra lo zolfo, i nitrati e tracce di sostanza organica. Risulta invece particolarmente adatto nel trattamento del mercurio, liquido o come contaminante di terreni e macerie, in quanto lo zolfo tende a legarsi facilmente con quest'ultimo limitandone la lisciviazione. (Kalb, 2001b)

In particolare, è stato sviluppato un procedimento, registrato come Sulfur Polymer Stabilization Solidification (SPSS), che prevede la preventiva reazione del legante SPC e di alcuni additivi proprietari con il rifiuto per stabilizzare chimicamente il mercurio, per poi riscaldare (la reazione avviene a circa 135°C), fondere e quindi raffreddare la miscela affinché si formi un prodotto solido stabile in cui il rifiuto è fisicamente incapsulato; il solfuro di mercurio formatosi ha una solubilità molto bassa in condizioni di pH normale o basso ed una pressione di vapore, e quindi una volatilizzazione, nettamente inferiore a quella del mercurio elementare. Per favorire la reazione viene aggiunto solitamente solfuro di sodio come catalizzatore. (Bowerman et al., 2003) I test hanno mostrato un rendimento effettivo pari al 99,7% mentre la piccola percentuale residua volatilizza durante il processo. Applicazioni a fanghi hanno invece mostrato un efficienza inferiore; la massima quantità di rifiuto trattabile è risultata pari al 60% p/p in caso di fango umido ed al 30% p/p considerando quello disidratato. (Kalb, 2002)
Le suddette considerazioni sono avvalorate anche da una recente indagine europea. (European Commission, 2010)

Essendo un legante ibrido, l'SPC presenta assonanze e differenze con entrambe le categorie di normale classificazione, inorganici ed organici.
L'SPC è simile al polietilene in quanto entrambi leganti termoplastici ma a causa della viscosità decisamente bassa (25 centipoise), può essere facilmente trattato usando un semplice miscelatore riscaldato. La temperatura di fusione è di circa 119°C ed un'accettabile temperatura di processo varia tra i 130 ed i 150°C.
Diversamente dal cemento tradizionale, di cui può essere un'alternativa, il prodotto finale non determina un incremento volumetrico perché l'SPC fuso si inserisce negli spazi interstiziali del rifiuto. (Kalb, 2001b)
L'SPC ha una resistenza a compressione relativamente elevata e presenta solo piccole imperfezioni strutturali se sottoposto a cicli termici o a radiazione pari a 10^8 rad. Analogamente al cemento, l'esposizione in ambente saturo può provocare fratture o rigonfiamenti, dovute all'espansione di alcune tipologie di rifiuto. Inoltre, è stato mostrato che l'aggiunta di una piccola percentuale di fibre di vetro aumentano la resistenza a trazione del legante e soprattutto la resistenza alla fatturazione ed al rigonfiamento sotto le medesime condizioni. (Colombo et al., 1997)

Recenti studi focalizzano l'attenzione sulla possibilità di impiego dei prodotti derivati dall'impiego di SPC come materiale da costruzione; buoni risultati sia in termini di lisciviazione sia come proprietà meccaniche sono stati, per esempio, ottenuti trattando il fosfogesso, sottoprodotto del trattamento della fluoroapatite per la produzione di acido fosforico. (Lopez et al., 2011)

2.4.2. Trattamenti a base di polimeri organici

Questi processi si fondano sull'indurimento di una resina monomerica liquida che reagisce in presenza di un catalizzatore per formare una catena organica polimerizzata interconnessa che forma un solido monolitico stabile. Una volta polimerizzato in un solido, il polimero termoindurente non può essere nuovamente riformato. La miscelazione del rifiuto con il monomero deve quindi essere effetuata precedentemente alla completa polimerizzazione.
Anche questi trattamenti fissano il rifiuto attraverso un meccanismo di tipo prettamente fisico. Il materiale polimerizzato non si combina chimicamente con il rifiuto ma forma una massa spugnosa che intrappola le particelle solide.

Sono stati sperimentati una vasta gamma di polimeri, ureici, fenolici, poliesteri e vinilici; i polimeri termoindurenti più diffusi sono in ogni caso poliesteri, urea formaldeide, resine epossidiche, poliuretano, polibutadiene, estere-stirene e polisilossano.

I materiali umidi o disidratati vengono miscelati con un prepolimero (formato da pochi monomeri), in un miscelatore progettato specificatamente per questo processo. Al prodotto di parziale reazione viene aggiunto un catalizzatore, che viene miscelato in continuo fino a ottenimento di una dispersione molto fine. La miscelazione termina prima del completamento della reazione e la miscela resina-materiale viene trasferita in un contenitore. Va sottolineato come il processo venga condotto normalmente a temperatura ambiente, al contrario i quello a matrice termoplastica che necessita di alte temperature per la miscelazione con la sostanza da solidificare.
Prima dello smaltimento in discarica, la massa polimerica viene normalmente disidratata per ridurre il volume ed aumentare il carattere legante tra il polimero e il materiale. Questo grado di legame (crosslinking) tra il materiale e il polimero è infatti fortemente influenzato da parametri come il pH, il contenuto di acqua e i costituenti ionici presenti nel materiale.
Il prodotto finale ha un peso specifico inferiore rispetto ai prodotti ottenuti con gli altri sistemi di solidificazione (per esempio, il prodotto ottenuto con cemento ha un peso specifico circa 1.3 volte maggiore), perché il processo richiede generalmente l'impiego di quantità inferiori di agenti solidificanti per unità di peso di materiale.
I costi di gestione sono influenzati dalla necessità di stoccaggio in fusti di acciaio prima dello smaltimento in discarica; aumentano quindi anche i costi del processo e del trasporto.

2.4.2.1. Polibutadiene

Il polibutadiene è un polimero termoindurente largamente impiegato nella produzione di adesivi e sigillanti. La sua applicazione al trattamento dei rifiuti consiste in un metodo combinato con il polietilene termoplastico in cui è utilizzato per includere le particelle di rifiuto che viene successivamente macroincapsulato.
La stabilizzazione dei contaminanti avviene talvolta pretrattando il rifiuto con alcuni additivi quali calce, polvere dalla produzione del cemento o cemento Portland; questi aumentano il pH del rifiuto riducendo la solubilità dei metalli tossici ivi contenuti ed inoltre assorbono l'eventuale umidità in eccesso. In seguito, il rifiuto è miscelato con una quantità limitata di polibutadiene, non superiore al 10% p/p, che ha a temperatura ambiente una viscosità simile alla melassa. (Kalb, 2004)
La polimerizzazione avviene quindi in un estrusore riscaldando in pressione la miscela a circa 176°C, temperatura gradualmente ridotta in quanto la reazione è esotermica. A differenza delle resine aventi gruppi funzionali polari (es. resine epossidiche e urea formaldeide) in cui la polimerizzazione è attivata chimicamente, quella del polibutadiene avviene abbastanza gradualmente con l'aumento di temperatura.
Sono disponibili diverse tipologie di polibutadiene ma quella da preferirsi è il 1,2 polibutadiene. (Kalb, 2004)

2.4.2.2. Polisilossani

I polisilossani, o schiuma siliconica ceramica (CSF), sono composti per il 50% p/p da vinil-polidimetil-silossani, per il 20% da quarzo, per il 25% da in gradienti proprietari e per meno del 5% da acqua.
Questo materiale indurisce a 30°C, temperatura di poco superiore a quella ambiente, e risulta resistente a temperature e pressioni estreme ed agli agenti chimici; questo perché gli atomi di silicone si legano ai radicali organici determinando un materiale che combina sia l'elasticità dei composti organici sia la resistenza chimica dei materiali siliconici.
Il processo di trattamento avviene sul rifiuto secco granulare in un estrusore in cui la reazione di polimerizzazione del silicone avviene mediante l'aggiunta di un catalizzatore di platino. Avvenendo essenzialmente a temperatura ambiente, il processo si adatta bene al trattamento dei metalli volatili; inoltre, non genera rifiuti secondari.
È stata dimostrata l'efficacia dei polisilossani su sali di piombo, mercurio, cadmio e cromo fino ad una concentrazione di 1000 ppm e ad un carico di rifiuto pari al 50% p/p. (DOE, 1999b)
(Miller et al., 2000) riportano l'uso di schiuma siliconica per l'incapsulamento di rifiuti contenenti un'elevata quantità di cromo, con un carico massimo di rifiuto trattabile pari al 48%.

2.4.2.3. Urea formaldeide

Il processo è basato sulla polimerizzazione di condensazione dell'urea formaldeide che avviene in seguito all'aggiunta di un catalizzatore acido. La resina urea-formaldeide consiste in un'emulsione acquosa di monometilol- parzialmente polimerizzato e dimetilol-urea con un piccolo contenuto (inferiore al 3% p/p) di formaldeide, che reagisce in condizioni neutre o alcaline; una polimerizzazione parziale avviene quindi in condizioni leggermente acide e termina con l'aggiustamento del pH a 7-8; la polimerizzazione finale ha luogo dopo l'incorporazione del rifiuto e l'introduzione di un acido debole, quali bisolfato di sodio o acido fosforico, per catalizzare la reazione.
Avvenendo per condensazione, la polimerizzazione produce acqua che può rimanere come residuo. In aggiunta, a volte la solidificazione può essere inibita dall'interazione tra il rifiuto ed i costituenti del legante.

Questa tecnica era particolarmente diffusa fin dagli anni Settanta soprattutto per trattare i rifiuti poco radioattivi solidi o liquidi. L'individuazione della formaldeide come agente limitatamente cancerogeno per l'uomo ha determinato negli ultimi anni la diminuzione dell'utilizzo dell'UF.

2.4.2.4. Poliestere

Il legante a base poliestere forma una microstruttura a celle chiuse attorno ai costituenti del rifiuto utilizzando la solidificazione come primaria tecnica di immobilizzazione dei contaminanti. Il solido monolitico risultante ha un'alta integrità strutturale ma non necessariamente si sviluppano reazioni tra il rifiuto ed il legante. La mobilità dei contaminanti è ridotta dalla drastica diminuzione della superficie esposta alla lisciviazione e/o dall'isolamento del rifiuto tramite la capsula protettiva.

Le resine poliesteri sono state utilizzate in diversi Paesi per il trattamento delle resine scambiatrici ioniche esauste derivanti dall'industria nucleare; (IAEA, 1988) i successi di questa tecnica hanno contribuito all'avviamento di studi successivi: uno del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti (DOE, 1999a) ha valutato la possibilità di impiegare tre tipologie di poliesteri (ortoftalico, isoftalico e vinilestere) anche a rifiuti contenenti sali differenti; le resine ortoftalica e vinilestere sono anche state oggetto con successo di un'ulteriore indagine sull'immobilizzazione e la riduzione della lisciviazione di metalli pesanti ed altri contaminanti derivanti dalla polvere delle guarnizioni dei freni in amianto. (Chan et al., 1999)

Le modalità di adozione del trattamento dipendono dalla natura del rifiuto; in caso di un rifiuto liquido, questo è disperso nella resina così da formare un'emulsione stabile di rifiuto inglobato in quest'ultima, mentre quando il rifiuto si presenta come particolato secco, questo viene disperso in un'emulsione acqua-resina antecedentemente preparata. La successiva solidificazione avviene per addizione di un iniziatore.
L'incapsulamento con poliestere è stato testato con buoni risultati su rifiuti appositamente contaminati con sali di sodio, di cloro e di zolfo. (DOE, 1999a); un successivo studio è stato approntato anche dall'EPA su contaminanti radioattivi, cesio e stronzio, e su metalli pericolosi, piombo, arsenico e cromo. (EPA, 2000)

La successiva tabella 2.7 mostra un confronto sulle diverse componenti di costo riguardo il trattamento tramite un metodo convenzionale a matrice cementizia e mediante quello con resine poliesteri. La comparazione assume che il rifiuto trattato con il cemento abbia un incremento del 75% mentre per quello trattato mediante poliesteri tale valore sia pari a circa il 57% di quello relativo al cemento. Come visibile, il costo del trattamento convenzionale risulta di circa il 40% maggiore. Ci sono comunque molti altri fattori che andrebbero considerati nella scelta del processo più adatto, anche se in ogni caso è da preferirsi quella metodologia che permette di trattare una maggior varietà di rifiuto ed è meno sensibile alla variazione di composizione dello stesso. (Biyani et al., 2001)

TABELLA 2.7 - PREGI E DIFETTI DEL TRATTAMENTO COMPARAZIONE DI COSTI E PRESTAZIONI DELL'INERTIZZAZIONE CON POLIESTERE RISPETTO A QUELLA TRADIZIONALE, ADATTATA DA (Biyani et al., 2001)

Parametro	u.d.m.	Incapsulamento con poliestere	S/S con cemento
Densità del rifiuto inertizzato	kg/m^3	1400	2650
Produzione di rifiuto inertizzato	m^3/d	1.87	1.87
	kg/d	2623	4965
Espansione vol. del rifiuto inertizzato	%	0%	70%
Rifiuto trattato	m^3/d	1.87	1.07
	kg/d	1312	749
Carico di rifiuto trattabile	% p/p	50%	15%
Consumo di legante	kg/d	1312	4220
Costo unitario del legante	$/lb	1.21	0.05
Legante	$/d	3499	465
Contenitori	$/d	900	900
Manodopera	$/d	6720	6720
Smaltimento	$/m^3$	2119	2119
	$/d	3969	3969
1 Legante	$/kg rifiuto	2.67	0.62
2 Contenitori	$/kg rifiuto	0.69	1.20
3 Manodopera	$/kg rifiuto	5.12	8.97
4 Smaltimento	$/kg rifiuto	3.03	5.30
Costo totale 1-4	$/kg rifiuto	11.50	16.09

2.4.2.5. Altri leganti

2.4.2.5.1. Elastometri sintetici

Per il trattamento di rifiuti contaminati con metalli pesanti tramite microincapsulamento e stabilizzazione, alcune esperienze hanno focalizzato l'attenzione su elastomeri sintetici.
(Carter et al., 1995) hanno valutato l'impiego di una gomma di stirene-butadiene per l'incapsulamento del triossido di arsenico polverulento mostrando un'incorporazione massima del 64% in peso dello stesso nella gomma che, per percentuali superiori, non risultava più lavorabile.
(Meng et al., 1998) riporta l'uso della gomma per pneumatici per l'immobilizzazione di suoli argillosi contaminati da mercurio, con riduzione di due ordini di grandezza dell'eluato derivante dalla prova con acido acetico; l'esperimento è stato condotto utilizzando 4 g di gomma ogni 100 g di terreno.

2.4.2.5.2. Materiali ibridi

Solg-gel o polyceram sono materiali ibridi derivati dalla combinazione tra polimeri organici e ceramiche inorganiche. Uno studio (DOE, 1999c) ha valutato l'utilizzo di un materiale composto da un polimero a base polibutadienica e da diossido di silicio per la stabilizzazione di rifiuti contenenti un'elevata quantità di metalli tra cui piombo, cromo, mercurio, cadmio e nichel fino a 100 ppm. Il trattamento è avvenuto miscelando dapprima il polimero e l'ossido e quindi incorporandovi il rifiuto; l'indurimento avviene ad una temperatura tra i 66 ed i 70°C. Il carico di rifiuto accettabile è stato dimostrato essere compreso tra il 30 ed il 70% p/p.

2.4.2.5.3. Prodotti brevettati

Sono inoltre state effettuate sperimentazioni con prodotti brevettati. Tra questi si cita il Dolocrete, un materiale legante dolomitico calcinato che può essere utilizzato per il microincapsulamento di rifiuti inorganici, organici e con basso livello di radioattività; in particolare è stato applicato con successo a contaminanti quali alluminio, antimonio, bismuto, cadmio, cromo, rame, ferro, piombo, nichel, stagno, zinco e soprattutto arsenico e mercurio. (Dolomatrix, 2001)

2.4.2.5.4. Materiali di scarto

Anche alcuni materiali considerati un rifiuto sono stati testati come leganti chimici per la loro capacità di adsorbire determinati contaminanti e per il loro costo contenuto; ne sono esempio i test effettuati con pneumatici frantumati, trucioli di legno, paglia e torba.
(Kershaw & Pamucku, 1997) (McKay & Porter, 1997) (Ajmal et al., 1998)

2.4.3. Trattamenti a base di composti macroincapsulanti

Sono processi che danno luogo alla formazione di un prodotto finale costituito da una struttura composita di resine organiche. Generalmente le particelle inquinanti vengono agglomerate da resine termoindurenti e incapsulate da resine termoplastiche. Ad esempio, vengono utilizzate resine polibutadieniche fuse che formano con il rifiuto una miscela, che, dopo raffreddamento, viene ricoperta con polietilene ad alta densità fuso, in modo da creare un involucro esterno ad alta resistenza. Il processo comporta costi elevati.

Lo scopo è di questo trattamento è di isolare la massa di materiale in un solido molto resistente agli attacchi chimici e meccanici e alla infiltrazione di acqua.

Se da un lato non è necessario chiudere il prodotto in un contenitore (fusti in acciaio ecc.) per smaltirlo, in quanto il materiale ricoprente è inerte chimicamente ed molto robusto, dall'altro sono richiesti investimenti notevoli per l'acquisto di apparecchiature speciali manodopera altamente qualificata per l'utilizzo delle stesse. Inoltre, anche i materiali utilizzati come rivestimento sono molto costosi e per disidratare, fondere, legare e formare la pellicola protettiva è richiesta una notevole quantità di energia.
Bisogna in più considerare che alcuni materiali cosituenti il rivestimento possono essere infiammabili.

Il materiale di scarto non è attaccato dalle soluzioni acquose; i contaminanti molto solubili sono isolati dall'ambiente con una buona affidabilità. È necessario comunque operare con una certa cautela, in quanto queste prestazioni presumono che l'adesione tra il rivestimento e il materiale trattato sia ottimale.

2.5. Altri trattamenti

Sebbene potenzialmente più costose, ci sono molte altre tecnologie di S/S a differente grado di scoperta e/o sviluppo che potrebbero essere considerate competitive o comparabili per esempio al tipico processo con cemento Portland o all'incapsulamento con polietilene.

Rifiuti particolarmente pericolosi possono essere miscelati con silice e sottoposti ai trattamenti di distruzione termica già citati nel paragrafo introduttivo; questi consentono di ottenere un prodotto solido e compatto, sicuro dal punto di vista del rilascio di sostanze inquinanti, anche se comportano costi decisamente elevati.

Tra i metodi in fase avanzata di sviluppo si collocano quelli con ceramiche fosfolegate o con geopolimeri, già precedentemente considerati, e numerosi metodi associati a specifici venditori commerciali; altri invece sono ancora principalmente ad una fase sperimentale come l'autocementazione, l'innocuizzazione delle ceneri volanti e dell'amianto con processi ad arco elettrico o plasma, ovvero la produzione di altri materiali ceramici sintetici.

Si ricorda inoltre come ci siano altri processi chimico-fisici che possono essere utilizzati al fine di rimuovere specifici contaminanti; tra questi si cita, ad esempio, lo strippaggio, applicabile al trattamento di solidi contaminati da sostanze volatili.

Nei paragrafi seguenti vengono sinteticamente illustrati alcune delle sopracitate tecniche.

2.5.1. Processi di vetrificazione

Il processo comporta la fusione (eventualmente in vetro o in ceramica) di materiali che contengono contaminanti stabili fino a temperature elevate oppure contaminanti che non possono essere trattati con altri processi. Questo processo è il più utilizzato per il trattamento di rifiuti a bassa radioattività, per esempio provenienti da ospedali o da laboratori di analisi. Poiché il prodotto finale è stabile alla lisciviazione e non è necessario l'uso di contenitori secondari per lo smaltimento in discarica. (MATTM, 2007)

Alcuni vantaggi derivano dal fatto che si possono trattare grandi quantitativi di materiale. Lo svantaggio principale è il consumo molto elevato di energia. Il vetro deve essere riscaldato a 1350°C per ottenere lo stato fuso richiesto per vetrificare il materiale. A queste temperature, alcuni contaminanti, e in particolare i metalli, possono vaporizzare prima di reagire con la silice fusa nel vetro. Sono richiesti laboratori specializzati, impianti costosi e personale altamente qualificato. (MATTM, 2007)

2.5.2. Processi di autocementazione

Una porzione ridotta di materiale disidratato viene riscaldata (calcinata) in condizioni controllate per produrre un solfato (o solfito) di calcio cementizio non idrato, che viene utilizzato come materiale legante. Il materiale calcinato è miscelato nel restante materiale assieme a particolari additivi; per regolare il contenuto di umidità possono essere aggiunte ceneri volanti. Il prodotto finale ha elevata durezza, un aspetto simile alla malta per intonaco, buona maneggevolezza e bassa permeabilità. Per quanto riguarda la lisciviazione, il prodotto si comporta in maniera analoga a quelli ottenuti nei processi con cemento.

Possono essere trattati diversi rifiuti industriali, quali i fanghi risultanti dalla pulizia dei camini delle centrali di potenza oppure dalla desolforazione (che contengono elevate concentrazioni di solfato di calcio o solfito di calcio); possono infatti essere trattati solo fanghi contenenti elevate quantità di solfati o solfiti. Anche i metalli pesanti sono realmente trattenuti.

I tempi di assestamento e di indurimento sono minori rispetto a quelli necessari negli analoghi trattamenti con cemento o con calce. Questi processi non richiedono materiali completamente disidratati perché l'acqua è necessaria per la reazione di idratazione.

2.6. Bibliografia

Ajiwe, V.I. & Okeke, C.A., 2000. A Preliminary Study of Manufacture of Cement from Rice Husk Ash. *Bioresource Technology*, 73, pp.37-39.

Ajmal, M., Khan, A.H., Ahmad, S. & Ahmad, A., 1998. Role of sawdust in the removal of copper (II) from industrial waste. *J. Water Research*, 32 (10), pp.3085-91.

BCA, 2001. *Cement-Based Stabilisation and Solidification for the Remediation of Contaminated Land. Findings of a Study Mission to the USA.* British Cement Association Publication 46.0.50.

Biyani, R.K., Agamuthu, P. & Mahalingam, R., 2001. Polyester Resin Microencapsulation. In *Hazardous and Radioactive Waste Treatment Technologies Handbook*. Kennewick, Washington.

Bowerman, B. et al., 2003. BNL-71499-2003-CP *Using the Sulfur Polymer Stabilization/Solidification Process to Treat Residual Mercury Wastes from Gold Mining Operation*. Brookhaven NAtional LAboratory - Upton, New York. Presented at the Society of Mining Engineers Conference - Cincinnati, OH - February 24-26, 2003.

Burbank, D.A. & Weingardt, K.M., 1996. Mixed Waste Solidification Testing on Polymer and Cement-Based Waste Forms in Support of Hanford's WRAP 2A Facility. In *Stabilization and Solidification of Hazardous, Radioactive, and Mixed Wastes: 3nd Volume, ASTM STP 1240*. ASTM, West Conshohocken, PA. T. Michael Gilliam and Carlton C. Wiles.

Carter, M., Baker, N. & Burford, R., 1995. Polymer Encapsulation of Arsenic-Containing Waste. *Journal of Applied Polymer Science*, pp.2039-46.

Chan, Y.M., Agamuthu, P. & Mahalingam, R., 1999. Solidification and Stabilization of Asbestos Brake Lining Dust using Polymeric Resins. *Environmental Engineering Science*.

Chattopadhyay, S., 2003. *Evaluation of Chemically Bonded Phosphate Ceramics for Mercury Stabilization of a Mixed Synthetic Waste*. Contract No. GS-10F-0275K. Columbus, OH.

Cisse, I.J., Temimi, M. & Laquerbe, M., 1998. Addition of Rice Husk Ash as Filler in Concrete. *indian Concrete Journal*, 72, pp.214-42.

Collivignarelli, C., Bertanza, G. & Andreottola, G., 1993. L'inertizzazione dei rifiuti industriali con processi a base di cemento - parte II. *RS Rifiuti Solidi*.

Colombo, P., Kalb, P.D. & Heiser, J.H., 1997. U.S. Patent No. 5,678,234 *Process for the Encapsulation and Stabilization of Radioactive, Hazardous, and Mixed Wastes*.

Conner, J.R., 1990. *Chemical Fixation and Solidification of Hazardous Wastes*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Daniali, S., 1990. Solidification/Stabilization of Heavy Metals in Latex Modified Portland Cement Matrices. *Journal of Hazardous Materials*, 24, p.225.

Davidovits, J., 1994. Geopolymers: Inorganic polymeric new materials. *Joural of Materials Education*, pp.91-139.

DOE, 1998. OST Reference #30 *Polyethylene Macroencapsulation*. Washington, DC.

DOE, 1999a. *Innovative Technology Summary Report, Mixed Waste Encapsulation in Polyester Resins, OST Reference # 1685, DOE/EM-0480*. Idaho Falls.

DOE, 1999a. *Stabilization Using Phosphate Bonded Ceramics*. DOE/EM-0486. Washington, DC.

DOE, 1999b. *Stabilize High Salt Content Waste Using Polysiloxane Stabilization*. DOE/EM-0474. Washington, DC.

DOE, 1999c. *Stabilize High Salt Content Waste Using Polysiloxane Sol Gel Process*. DOE/EM-0473. Washington, DC.

Dolomatrix, 2001. *Dolocrete - The Product - http://www.dolomatix.com/product.htm*. [Online].

Duchesne, J. & Reardon, E.J., 1999. Lime Treatment of Fly Ash: Characterization of Leachate Composition and Solid/Water Reactions. *Waste Management*, 19, pp.221-31.

Duxson, P. et al., 2006. Geopolymer technology: the current state of arts. *Journal of Materials Science*, pp.2917-33.

EPA, 2000. *Testing Stabilization/Solidification Processes for Mixed Waste, EPA 402-R-00-008*. Office of Radiation and Indoor Air - Washington DC.

EPA, 2002. EPA/600/R-02/081 *Advances in Encapsulation Technologies for the Management of Mercury-Contaminated Hazardous Wastes*.

European Commission, 2010. 07.0307/2009/530302 *Extended summary on pre-treatment technologies for metallic mercury*. Brussels: BiPRO.

Faucette, A.M., Logsdon, B.W., Lucerna, J.J. & Yudnich, R.J., 1994. *Polymer Solidification of Mixed Wastes at the Rocky Flats Plant*. Tucson, AZ. Symposium on Waste Management.

Frost, D.J. & Carandang, C.M., 1991. Stabilization of Organic Wastes. In *Proceedings of the 12th National Conference on Hazardous Materials Control/Superfund '91*. Washington, DC, 1991.

Gong, W., Lutze, W. & Pegg, I.L., 2011. *DuraLith Alkali-Alluminosilicate Geopolymer Waste Form Testing for Hanford Seconday Waste - Final Report*. Contract No. DE-AC05-76RL01830. Washington, DC: US Department of Energy.

Gullick, R.W. & Weber Jr., W.J., 2001. Evaluation of Shale and Organoclays as Sorbent Additives for Low Permeability Soil Containment Barriers. *Environmental Science Technology*, 35, pp.1523-30.

Hubbard, J., Tsadwa, S., Willis, N. & Evans, M., 1990. Site Sampling and Treatability Studies for Demonstration of WasteChem's Asphalt Encapsulation Technology Under EPA's SITE Program. *Journal of Air Waste Manage*, pp.1436-41.

IAEA, 1988. *Immobilization of Low and Intermediate Level Radioactive Wastes with Polymers, Technical Reports Series No. 289*. International Atomic Energy Agency - Wien.

Jackson, T.W., 2000. *Mixed Waste Treatment at Envirocare of Utah*. Tucson, AZ. Proceedings of the Symposium on Waste Management '00, March 1-5.

Kalb, P.D., 2001a. Polyethylene Encapsulation. In *Hazardous and Radioactive Waste Treatment Technologies Handbook*. Brookhaven National Laboratory - Upton, New york.

Kalb, P.D., 2001b. Sulfur Polymer Encapsulation. In *Hazardous and Radioactive Waste Treatment Technologies Handbook*. Brookhaven National Laboratory - Upton, New York.

Kalb, P.D., 2002. *Sulfur Polymer Stabilization/Solidification of Elemental Hg end Hg Contaminated Soil, Sludge and Debris*. Brookhaven National Laboratory - Upton, New York. Presented at Breaking the Mercury Cicle: Long Term Management of Surplus & Recicled Mercury & Mercury-Bearing Waste - Boston, May 1-3 2002.

Kalb, P.D., 2004. Organic Polymers for Stabilization/Solidification. In *Stabilization and solidification of hazardous, radioactive, and mixed wastes*. Spence,R.D.; Shi, C.

Kalb, P.D., Adams, J.W., Meyer, M.L. & Burns, H.H., 1996. Thermoplastic Encapsulation Treatability Study for a Mixed Waste Incinerator Off-gas Scrubbing Solution. In *Stabilization and Solidification of Hazardous, Radioactive, and Mixed Wastes: 3nd Volume, ASTM STP 1240*. ASTM, West Conshohocken, PA. T. Michael Gilliam and Carlton C. Wiles.

Kalb, P.D. & Colombo, P., 1985. *Modified sulfur cement solidification of low-level wastes, BNL-51923*. Brookhaven National Laboratory - Upton, New York.

Kalb, P.D. & Colombo, P., 1997. *Composition and Process for the Encapsulation of Radioactive, Hazardous and Mixed Wastes*.

Kalb, P.D. et al., 1997. *Solidification/Stabilization*. American Academy of Environmental Engineers: W.C. Anderson.

Kalb, P.D., Heiser, J.H. & Colombo, P., 1991. *Polyethylene Encapsulation of Nitrate Salt Wastes: Waste Form Stability, Process Scale-up, and Economics - Technology Status Topical Report, BNL 52293*. Brookhaven National Laboratory - Upton, New York.

Kershaw, D.S. & Pamucku, S., 1997. Ground rubber: reactive permeable barrier sorption media. In *Proceedings of the Conference on In Situ Remediation of the Geoenvironment*., 1997. Geotechnical Special Publication No. 71.

Krishna, B.S., Murty, D.S.R. & Prakash, B.S.J., 2001. Surfactant-Modified Clay as Adsorbent for Chromate. *Applied Clay Science*, 20, pp.65-71.

Lageraaen, P.R. & Kalb, P.D., 1997. *Use of Recycled Polymers for Encapsulation of Radioactive, Hazardous and Mixed Waste*. ContracH10886. Brookhaven National Laboratory - Upton, New york.

Lageraaen, P.R., Kalb, P.D., Milian, L.W. & Adams, J.W., 1997. *Development and Demonstration of Polymer Microencapsulation of Mixed Waste Using Kinetic Mixer Processsing, BNL-66576*. Brookheaven National Laboratory - Upton, New york.

Li, Z., Ding, Z. & Zhang, Y., 2004. Development of sustainable cementitios materials. In *International Workshop on Sustainable Development and Concrete Technology*., 2004. Mendeley.

Lopez, F.A. et al., 2011. Microencapsulation of phosphogypsum into a sulfur polymer matrix: Physico-chemical and radiological characterization. *Journal of Hazardous Materials*, pp.234-45.

Luna, Y., Alberca, L. & Fernandez-Pereira, C., 2009. Waste Stabilization/Solidification (S/S) using fly ash-based geopolymers. Influence of carbonation on the S/S of an EAF dust. In *2009 World of Coal Ash (WOCA) Conference - May 4-7, 2009 in Lexington, Kentucky*., 2009.

Maio, V.C., 2001. Overview of Mixed Waste Solidification and Stabilization Methods. In *Hazardous and Radioactive Waste Treatment Technologies Handbook*.

Majidi, B., 2009. Geopolymer technology, from fundamentals to advanced applications: a review. *Materials Technology*, pp.79-87.

MATTM, 2007. 5 Gestione dei rifiuti [Impianti di trattamento chimico fisico (Ph-c) dei rifiuti solidi]. In *Suppl. Ord. alla G.U. n. 130 del 7-6-2007. Linee guida relative ad impianti esistenti per le attività rientranti nelle categorie IPPC.*

McKay, G. & Porter, J.F., 1997. Equilibrium parameters for the sorption of copper, cadmium and zinc ions onto peat. *J. Chem. Tech. and Biotechnol.*, 69 (3), pp.309-20.

Meng, X. et al., 1998. Immobilization of Mercury (II) in Contaminated Soil with Used Tire Rubber. *Journal of Hazardous Materials*, pp.231-41.

Messali, L. & Zanotti, D., 2009. *Studio sperimentale finalizzato all'inertizzazione di rifiuti industriali mediante processi non convenzionali*. Università degli studi di Brescia, Facoltà di ingegneria, corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, relatore Prof. Carlo Collivignarelli A.A. 2008/2009.

Miller, C.M., Durk, S.E. & Gardner, K.H., 2000. Chromium Leaching from a Silicone Foam-Encapsulated Mixed Waste Surrogate. *Environmental Science and Technology*, pp.455-60.

Nugteren, H.W., Ogundiran, M.B., Witkamp, G.-J. & Kreutzer, M.T., 2011. Coal Fly Ash Activated by Waste Sodium Aluminate Solutions as an Immobilizer for Hazardous Waste. In *2011 World of Coal Ash (WOCA) Conference - May 9-12, 2011 in Denver, CO*., 2011.

Paria, S. & Yuet, P.K., 2006. Solidification/Stabilization of Organic and Inorganic Contaminants using Portland Cement: A Literature Review. *Environmental Reviews*, pp.217-55.

Phair, J.W. & Van Deventer, J.S.J., 2002. Characterization of fly-ash-based geopolymeric binders activated with sodium alluminate. *Ind. Eng. Chem. Res.*, pp.4242-51.

Pierce, E.M. et al., 2010. *Review of Potential Candidate Stabilization Technologies for Liquid and Solid Secondary Waste Streams*. Richland, Washington: Pacific Northwest National Laboratory for the U.S. Department of Energy.

Pitea, D., 2010. Processi e tecnologie di trattamento con leganti.

Randall, P.M., Chattopadhyay, S. & Condit, W.E., 2002. GS-10F-0275K *Advances in Encapsulation Technologies for the Management of Mercury-Contamined Hazardous Wastes*. Columbus, OH.

SAIC, 1998. *Technologies for Immobilizing High Mercury Subcategory Wastes*. TechLaw Subcontract No. G-200-010. Science Applications International Corporation.

Sellafield Ltd, 2010. *Novel Processes for the Treatment of ILW*.

Sheng, G., Xu, S. & Boyd, S.A., 1996. Cosorption of Organic Contaminants from Water by Hexadecyltrimethylammonium-exchanged clays. *Water Research*, 30, pp.1483-89.

Shi, C. & Day, R.L., 1995. A Calorimetric Study of Early Hydration of Alkali-Slag Cements. *Cement and Concrete Research*, 25, pp.1333-46.

Singh, D., Wagh, A.S., Cunnane, J.C. & Mayberry, J.L., 1994. Chemically Bonded Phosphate Ceramics for Low-Level Mixed Waste Stabilization. In *Submitted to Proc. ASC Symposium on Emerging Technologies in Hazardous Waste Management, VI, Atlanta, GA, Sept, 19-21*., 1994.

Singh, D., Wagh, A.S., Tlustochowicz, M. & Jeong, S.Y., 1998. Phosphate Ceramic Process for Macroencapsulation and Stabilization of Low-Level Debris Wastes. *Waste Management*, pp.135-43.

Smith, L.A. et al., 1995. *Remediation Options for Metal-Contaminated Sites*. Boca Raton, FL: Lewis Publisher.

Spence, R.D. & Shi, C., 2005. *Stabilization and Solidification of Radioactive and Mixed Waste*. Boca Raton, Florida: CRC Press.

Srinivasan, K.R. et al., 1985. The Removal of Trace Levels of Dioxins from Water by Sorption on Modified Clay. *Environ. Prog.*, 4, pp.239-44.

Talling, B. & Brandster, J., 1989. *Present State and Future of Alkali-Activated Slag Concretes*. American Concrete Institute Special Publication.

Taylor, H.F.W., 1997. *Cement Chemistry - 2nd Edition*. London: Thomas Telford Press.

Wagh, A.S. & Jeong, S.-Y., 2001. *Report on In-House Testing of Ceramicrete Technology for Hg Stabilization*. Internal report to National Risk Management Research Laboratory.

Wagh, A.S. & Singh, D., 1994. Low-Temperature-Setting Phosphate Ceramics for Stabilization of Mixed Waste. In *For Publication in 2bd International Symposium and Exibition on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Budapest, Hungary*., 1994.

Wagh, A.S., Singh, D. & Jeong, S.-Y., 2000. Mercury Stabilization in Chemically Bonded Phosphate Ceramics. In *Invited paper for EPA's Workshop on Mercury Products, Processes, Waste, and the Environment: Eliminating, Reducing and Managing Risk*. Baltimore, MD, 2000.

Wagh, A.S., Singh, D. & Jeong, S.-Y., 2001. Chemically Bonded Phosphate Ceramics for Stabilization and Solidification of Mixed Waste. In *Hazardous and Radioactive Waste Treatment Technologies Handbook*. Argonne National Laboratory - Argonne, Illinois.

Wilbulswas, R., White, D.A. & Rautiu, R., 1999. Adsorption of Phenolic Compounds from Water by Surfactant-modified Pillared Clays. *Trans. I. Chem. Eng.*, 77, pp.88-92.

Wiles, C.C., 1998. Solidification and Stabilization Technology. In Freeman, H.M. *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal, 2nd ed.* New York: McGraw-Hill. pp.7.31-46.

Xing, F., Ding, Z. & Li, Z.-J., 2011. Study of Potassium Based Magnesium Phosphate Cement. *Advanced in Cement Research*, pp.81-87.

Yang, G.C.C., Lee, C.-H. & Hsiue, G.-H., 1993. Properties of Mercury-containing Sludge Solidified by Polymer Latex Modified Cementitious Materials. *Hazardous Waste and Hazardous Materials*, 10, p.453.

3. Vernici in polvere

Sommario

3.1. Introduzione 7

3.1.1. Vantaggi e svantaggi 8

3.1.2. Il mercato 9

3.2. La polvere 10

3.2.1. Formulazione 10

3.2.1.1. Resine 12

3.2.1.1.1. Resine termoplastiche 13

3.2.1.2. Agente polimerizzante (indurente) 14

3.2.1.3. Riempitivi 14

3.2.1.4. Pigmenti 14

3.2.1.4.1. Pigmenti bianchi 15

3.2.1.4.1.1. Diossido di titanio 15

3.2.1.4.2. Pigmenti neri 16

3.2.1.4.3. Pigmenti inorganici 16

3.2.1.4.4. Pigmenti organici 17

3.2.1.5. Additivi 17

3.2.2. Produzione 18

3.3. Le resine termoindurenti 20

3.3.1. Resine termoindurenti tradizionali 20

3.3.1.1. Resine epossidiche 20

3.3.1.2. Resine ibride 21

3.3.1.3. Resine poliesteri 21

3.3.1.3.1. Carbossiliche 21

3.3.1.3.1.1. TGIC 21

3.3.1.3.1.2. TGIC/free 22

3.3.1.3.2. Idrossiliche 23

3.3.1.3.2.1. TMMGU 23

3.3.1.3.2.2. Uretaniche 23

3.3.1.4. Acriliche 24

3.3.1.4.1. Uretaniche 24

3.3.1.4.2. Ibride 24

3.3.1.4.3. GMA 24

3.3.1.5. Confronto tra le resine termoindurenti 26
3.3.2. Polveri UV 29
3.3.3. Altre resine 29
3.3.3.1. Resine siliconiche 29
3.3.3.2. "Super durable" poliesteri 30
3.3.3.3. Fluoropolimeriche 30

3.4. I substrati 31

3.4.1. Substrati metallici 31
3.4.1.1. Alluminio 31
3.4.1.2. Acciaio 31
3.4.1.3. Acciaio Inox 32
3.4.1.4. Ottone 32
3.4.1.5. Piombo 32
3.4.1.6. Zinco 32
3.4.2. Altri substrati 33
3.4.2.1. MDF 33
3.4.2.2. Plastiche 33

3.5. Il processo industriale 34

3.5.1. Layout impiantistico 34
3.5.2. Pretrattamenti 35
3.5.2.1. Rimozione degli inquinanti 35
3.5.2.2. Conversione superficiale 36
3.5.2.2.1. Fosfatazione 36
3.5.2.2.1.1. Fosfatazione amorfa 36
3.5.2.2.1.2. Fosfatazione cristallina 37
3.5.2.2.2. Cromatazione 37
3.5.2.2.3. Nanotecnologie 37
3.5.2.3. Forno di asciugatura 37
3.5.3. Applicazione del rivestimento 38
3.5.3.1. Spruzzatura elettrostatica 38
3.5.3.2. Letto fluidizzato 42
3.5.3.3. Letto fluidizzato elettrostatico 42
3.5.3.4. Altri metodi 43
3.5.4. Rimozione del rivestimento 43
3.5.5. Sistema di recupero delle polveri 43
3.5.5.1. Collettori a ciclone 44
3.5.5.2. Collettori a cartuccia 44

3.5.6. Polimerizzazione 45
3.5.6.1. Processo 45
3.5.6.2. Formazione del film 46
3.5.6.3. Influenza della dimensione delle particelle 47
3.5.6.4. Caratteristiche della polimerizzazione 48
3.5.6.4.1. Tempo di cottura 48
3.5.6.4.2. Viscosità e tensione superficiale 49
3.5.6.5. Tipologie di forno 50
3.5.6.5.1. Forno convettivo 51
3.5.6.5.2. Forno ad infrarossi 51
3.5.6.5.3. Forno doppio o combinato 51
3.5.6.5.4. Trattamento UV 52
3.5.6.5.5. Forno ad induzione 52
3.5.7. Sistema di trasporto 52

3.6. Norme 53

3.6.1. Test sui rivestimenti 53
3.6.1.1. Resistenza alla nebbia salina 55
3.6.1.2. Durezza (matita) 55
3.6.1.3. Altri test 56
3.6.1.3.1. Strofinamento con solvente (grado di cottura) 56
3.6.1.3.2. Valutazione dell'utilizzo in ambiente esterno 56
3.6.1.3.2.1. QUV 56
3.6.1.3.2.2. Xenon Arc Weather-Ometer 56
3.6.1.3.2.3. Emmaqua Testing 56
3.6.1.3.2.4. Florida Weathering 56
3.6.2. Normative tecniche 57
3.6.2.1. Corrosione 58
3.6.2.2. Standard e colori 58
3.6.3. Salute e sicurezza 59
3.6.3.1. Rischio d'incendio 59
3.6.3.2. Rischio elettrico 59
3.6.3.3. Ambiente 60
3.6.4. Classificazione 60

3.7. Bibliografia 61

Indice delle tabelle

TABELLA 3.1 - MERCATO DELLE VERNICI IN POLVERE NEGLI USA NEL VENTENNIO 1990-2010 (KIEFER, 2004).....10
TABELLA 3.2 - PRINCIPALI ISTEMI DI FORMAZIONE DEL FILM PER LE VERNICI IN POLVERE (BROCK ET AL., 2000).....12
TABELLA 3.3 - PROPRIETÀ FISICHE E DI RIVESTIMENTO DELLE PRINCIPALI RESINE TERMOPLASTICHE (SPECIALCHEM, 2009).....14
TABELLA 3.4 - INDICE DI RIFRAZIONE DI ALCUNE TIPOLOGIE DI PIGMENTO (BROCK ET AL., 2000).....15
TABELLA 3.5 - CARATTERISTICHE DEL DIOSSIDO DI TITANIO (BROCK ET AL., 2000).....16
TABELLA 3.6 - CARATTERISTICHE DELLE RESINE POLIESTERI ALTERNATIVE A QUELLE CONTENENTI TGIC.....22
TABELLA 3.7 - CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI RESINE TERMOINDURENTI.....26
TABELLA 3.8 - RESISTENZA DEI DIVERSI RIVESTIMENTI TERMOINDURENTI (E DEL NYLON) AGLI AGENTI CHIMICI (TALBERT, 2010).....27
TABELLA 3.9 - PROPRIETÀ DELLE RESINE SILICONICHE (LIBERTO, 2003).....29
TABELLA 3.9 - CICLI DI COTTURA PER TRATTAMENTI SU PLASTICA (BILLER, 2011).....33
TABELLA 3.11 - CONFRONTO TRA LE COMUNI TECNICHE DI APPLICAZIONE DEL RIVESTIMENTO.....38
TABELLA 3.12 - CONFRONTO TRA METODO CORONA E METODO TRIBO.....41
TABELLA 3.13 - CONFRONTO TRA LE DIVERSE TIPOLOGIE DI FORNO.....50
TABELLA 3.14 - PRINCIPALI TEST APPLICATI AI RIVESTIMENTI.....53
TABELLA 3.15 - VALORI INDICATIVI RISULTANTI DALLAPROVA DI RESISTENZA ALLA NEBBIA SALINA.....55
TABELLA 3.15 - NORMATIVE TECNICHE SULLE VERNICI IN POLVERE.....57

Indice delle figure

FIGURA 3.1 - SEZIONE DI RIVESTIMENTO (JUNESTAM ET AL., 2005).....11
FIGURA 3.2 - SCHEMA DELLA MICROSTRUTTURA DI UN RIVESTIMENTO (JUNESTAM ET AL., 2005).....11
FIGURA 3.3 - SCHEMA IMPIANTISTICO DI PRODUZIONE DELLE VERNICI IN POLVERE (AZKO NOBEL, 1999).....19
FIGURA 3.4 - LAYOUT TIPICO DI UNA LINEA AUTOMATICA DI VERNICIATURA A POLVERE (AZKO NOBEL, 1999).....34
FIGURA 3.5 - SCHEMA DI APPLICAZIONE DELLA POLVERE TRAMITE SPRUZZATURA ELETTROSTATICA.....39
FIGURA 3.6 - SCHEMA DEL METODO CORONA (AZKO NOBEL, 1999).....40
FIGURA 3.5 - SCHEMA DEL METODO TRIBO (AZKO NOBEL, 1999).....40
FIGURA 3.8 - LETTO FLUIDIZZATO ELETTROSTATICO (AZKO NOBEL, 1999).....42
FIGURA 3.4 - DIAGRAMMA DI FLUSSO SCHEMATICO DI UN SISTEMA DI RECUPERO (AZKO NOBEL, 1999).....44
FIGURA 3.10 - CICLO DI COTTURA TIPICO (ECLIPSE COMBUSTION, 1992).....46
FIGURA 3.11 - RELAZIONE TEMPO-TEMPERATURA PER UNA POLIMERIZZAZIONE OTTIMALE (ECLIPSE COMBUSTION, 1992).....46
FIGURA 3.12 - MECCANISMO DI FORMAZIONE DEL FILM.....46
FIGURA 3.13 - DISTRIBUZIONE TIPICA DELLA DIMENSIONE DELLE PARTICELLE (AZKO NOBEL, 1999).....47
FIGURA 3.14 - RELAZIONE FRA LA DIMENSIONE DELLE PARTICELLE E LO SPESSORE DEL FILM (AZKO NOBEL, 1999).....48
FIGURA 3.15 - VISCOSITÀ E TEMPERATURA DEL PEZZO RISPETTO ALLA PROGRESSIONE DEL TEMPO DI COTTURA (BROCK ET AL., 2000).....49
FIGURA 3.16 - DIPENDENZA DELLA QUALITÀ SUPERFICIALE DEL RIVESTIMENTO DA TENSIONE SUPERFICIALE E VISCOSITÀ (BROCK ET AL., 2000).....49
FIGURA 3.17 - SCHEMA DI FORNO COMBIANTO IR-CONVETTIVO(ECLIPSE COMBUSTION, 1992).....50

3.1. Introduzione

Nell'ambito della verniciatura industriale esistono due principali tecnologie:

- la verniciatura liquida, applicata fin dall'inizio del XIX secolo;
- la verniciatura a polvere, sviluppatasi su scala industriale negli ultimi 40 anni.

La differenza principale tra le vernici in polvere e quelle liquide tradizionali è che, al contrario di quest'ultime, le prime sono subito pronte all'utilizzo senza dover essere aggiustate utilizzando solventi. Da qui la notevole semplificazione riguardo problematiche quali le emissioni (l'utilizzo di solventi implica l'emissione di Composti Organici Volatili, COV), il rischio d'incendio, la movimentazione e lo stoccaggio. Inoltre, è da considerare anche che nella maggior parte dei casi le vernici in polvere sono applicate con un'unica mano di finitura.
La polvere, una miscela di finissime particelle di pigmenti e resine polimeriche, ha permesso quindi di annoverare la verniciatura nei trattamenti superficiali più economici ed ecocompatibili, motivo per il quale questa tecnica si è in breve tempo diffusa e consolidata.

In sintesi, la verniciatura a polvere consiste nel far aderire su un substrato pretrattato le particelle polverulenti attraverso una spruzzatura elettrostatica o un'immersione in un letto fluido; tale substrato viene quindi riscaldato per permettere la polimerizzazione del rivestimento. Ne deriva un prodotto ricoprente di alta qualità con una finitura accattivante e di notevole durevolezza.

Nata come trattamento per le superfici metalliche, oggi la verniciatura a polvere può essere applicata anche a substrati non metallici quali vetro, ceramiche, plastiche e legno; ciò permette la sua applicazione in una moltitudine di ambiti estremamente differenti fra loro.
I recenti sviluppi hanno condotto verso la formazione di film più sottili, la produzione di polveri per specifiche applicazioni e l'impiego di sistemi di polimerizzazione attraverso le radiazioni.

3.1.1. Vantaggi e svantaggi

	VANTAGGI	SVANTAGGI
ASPETTI AMBIENTALI	▪ Emissione nulla o quasi di Composti Organici Volatili (COV) ▪ Rispetto per l'ambiente, uso efficiente di energia e materiali. ▪ Minor produzione di rifiuti pericolosi rispetto alla verniciatura liquida.	
APPLICAZIONE E ASPETTO	▪ Con un'unica mano si può ottenere un rivestimento più sottile ed uniforme. ▪ Qualità finale ottima ed uniforme senza sgocciolamento. ▪ Una vasta gamma di effetti è eseguibile semplicemente, operazione impossibile con altri processi di rivestimento. ▪ Il processo a polvere elettrostatico consente una completa copertura anche delle forme più complesse. ▪ Possibili finiture: trasparenza, tinta unita, metallizzato. ▪ Brillantezza e durata del colore eccezionali. ▪ Minori differenze di aspetto tra oggetti verniciati orizzontalmente e verticalmente.	▪ Difficoltà nell'esecuzione di rivestimenti molto sottili perfettamente lisci; si hanno imperfezioni quali puntinamento e buccia d'arancia (a volte creato volutamente per nascondere imperfezioni del substrato o eventuali impronte digitali). ▪ Risulta più difficile creare una colorazione uniforme. ▪ Possibili problemi di rivestimento in spigoli e parti affilate (gabbia di Faraday). ▪ Servono accorgimenti tecnici appositi per materiali termosensibili.
ASPETTI TECNICI	▪ Resistenza alla corrosione. ▪ Elevate prestazioni meccaniche e chimiche, buona resistenza ad abrasione, acidi e solventi… ▪ Buon isolamento elettrico. ▪ Applicabile sia a substrati metallici (acciaio, zinco, ottone ed alluminio…) sia a quelli non metallici (vetro, ceramica, plastica, legno). ▪ Non è necessario un forno di flash off prima della polimerizzazione in quanto le polveri non contengono solventi.	
PRODUTTIVITÀ E COSTI	▪ La polvere spruzzata in eccesso può essere riciclata ottenendo un utilizzo della polvere prossima al 100%. ▪ Ideali per produzioni in serie, non molto convenienti per piccoli lotti o singoli pezzi. ▪ A differenza delle vernici liquide, sono pronte per l'uso, non è necessario agitare, mescolare o diluire; alcuni equipaggiamenti permettono anche l'alimentazione automatica delle polveri. ▪ La facilità d'uso delle polveri, sia manualmente sia con impianti automatici, determina una minor percentuale di scarto rispetto alle vernici fresche. I prodotti respinti dopo l'applicazione del rivestimento perché danneggiati sono in numero esiguo, data anche la durezza delle vernici in polvere.	▪ Frequenti cambi di colore possono condurre a notevoli tempi di inattività.

	VANTAGGI	SVANTAGGI
INVESTIMENTI E COSTI GESTIONALI	▪ Gli investimenti per una linea sono generalmente inferiori a quelli per la verniciatura liquida. ▪ Serve meno spazio per l'apparecchiatura atta al rivestimento rispetto alla verniciatura liquida. ▪ È meno importante la preparazione dell'operatore. ▪ Minor costi per il controllo delle emissioni. ▪ Pulizia e manutenzione relativamente semplice.	▪ Servono controlli climatici durante lo stoccaggio e la movimentazione ▪ Risulta costoso convertire un impianto a verniciatura liquida.
ASPETTI SANITARI	▪ Minor rischi per la salute dell'operatore ▪ Minor rischio d'incendio	

3.1.2. Il mercato

La verniciatura in polvere è una tecnologia estremamente versatile; può fornire un unico livello di rivestimento con spessore variabile dai 25 ai 1000 micron ed è applicabile a supporti di natura estremamente differente, anche a quelli termosensibili, come mostrato dai recenti sviluppi. (Kiefer, 2004)
In aggiunta, oltre ad offrire caratteristiche puramente decorative, un rivestimento verniciato può garantire quasi tutte le funzioni e le finiture ricercate ; anche proprietà anti-invecchiamento, anti-corrosione e anti-abrasione, flessibilità, formabilità e resistenza chimica, agli oli e ai solventi possono essere conseguite.
Ne consegue che il campo di applicazione delle vernici in polvere sia divenuto veramente vasto e differenziato. Guardando al futuro, l'evoluzione dei prodotti chimici in polvere, unitamente ai continui vantaggi nelle applicazioni ingegneristiche, amplierà ancora di più il campo di applicazione di questa tecnologia. I nuovi sviluppi includono polveri che polimerizzano più velocemente e a temperature inferiori, rivestimenti sempre più resistenti ai raggi UV e finiture con un livellamento eccezionale.

Sul mercato sono disponibili polveri in partite standard di prodotti, con un ampia gamma di livelli di lucentezza, di colori e di finitura ma è sempre più diffusa la collaborazione tra produttori e verniciatori per crearne di apposite secondo le esigenze specifiche.

A titolo esemplificativo della crescita di questa tecnologia, la tabella seguente (tab. 3.1) illustra l'andamento della domanda di vernici in polvere negli Stati Uniti negli ultimi due decenni.

TABELLA 3.1 - MERCATO DELLE VERNICI IN POLVERE NEGLI USA NEL VENTENNIO 1990-2010 (Kiefer, 2004)

		Domanda				Crescita annua (%)	
		1990	2000	2005	2010	00/90	05/00
Domanda (mln di libbre)		140	345	505	735	9.4	7.9
Tipologia:	Termoindurenti	129	320	470	685	9.5	8.0
	Termoplastiche	11	25	35	50	8.6	7.0
Settore:	Veicoli a motore	24	68	100	145	11.0	8.0
	Arredamento	29	65	95	135	8.4	7.9
	Elettrodomestici ed articoli per la casa	31	65	86	114	7.7	5.8
	Macchinari e materiali per l'industria	19	48	73	111	9.7	8.7
	Altri settori	37	99	151	230	10.3	8.8
Costo unitario ($/libbra)		2.39	2.94	3.19	3.44	2.1	1.6
Domanda (mln di $)		335	1016	1610	2530	11.7	9.6

3.2. La polvere

3.2.1. Formulazione

Come ogni rivestimento, le variabili che determinano la composizione delle polveri sono determinanti ai fini delle caratteristiche di processo e di rendimento. In generale, la formulazione delle polveri è influenzata da:

- proprietà finali del rivestimento richieste incluse brillantezza, durezza, flessibilità, adesione, resistenza chimica ed alla corrosione;
- tecniche applicative;
- condizioni di polimerizzazione, comprendenti tipo di forno e tempo e temperatura di polimerizzazione;
- procedure e condizioni produttive.

La composizione delle polveri è molto simile a quella delle vernici liquide a meno del fatto che i componenti sono allo stato solido, in forma fondibile. In generale, comprende 5 elementi principali: resina, agente polimerizzante (o indurente), riempitivi, pigmenti ed additivi.

La resina e l'indurente, eventualmente con l'aggiunta di un catalizzatore, formano il legante che costituisce la struttura del rivestimento e fornisce molte delle sue proprietà; il legante lavora come una matrice polimerica avente proprietà viscoelastiche.

I riempitivi consistono in particelle incluse nel rivestimento principalmente allo scopo di ridurre i costi. La dimensione, la forma e la composizione chimica degli stessi influenzano le prestazioni generali del rivestimento e le particelle posso anche agire come rinforzo.

I pigmenti e gli additivi sono aggiunti per dare al rivestimento determinate proprietà quali il colore, la lucentezza, la durezza e così via.

Le due figure 3.1 e 3.2 seguenti illustrano la composizione di un rivestimento in polvere.
In particolare, la prima mostra una sezione reale di un rivestimento di spessore di circa 120 μm (nero) su acciaio (grigio); le particelle di colore grigio chiaro immerse nella matrice polimerica sono i riempitivi; la seconda schematizza la microstruttura tipica di questi rivestimenti, aventi una matrice in cui sono immerse particelle più grandi, i riempitivi, ed altre di dimensione inferiore, i pigmenti.

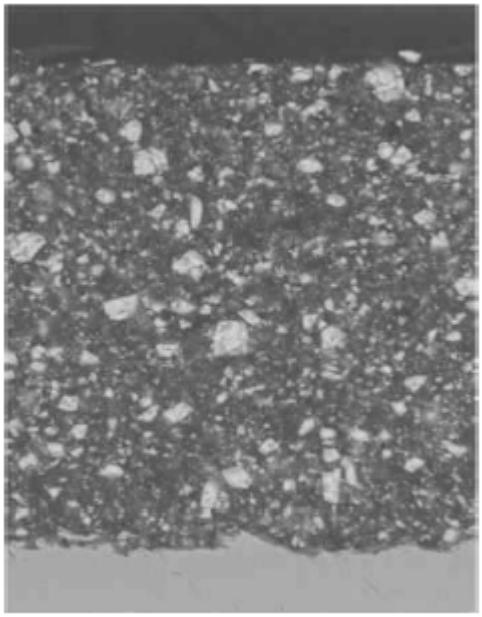


FIGURA 3.1 - SEZIONE DI RIVESTIMENTO (Junestam et al., 2005)

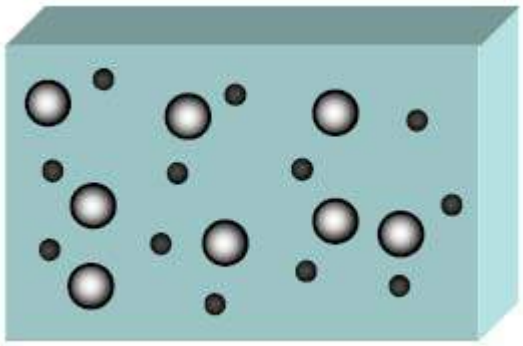


FIGURA 3.2 - SCHEMA DELLA MICROSTRUTTURA DI UN RIVESTIMENTO (Junestam et al., 2005)

3.2.1.1. Resine

Le resine presenti nella composizione segnano profondamente il successivo procedimento produttivo e le proprietà finali del rivestimento in polvere. Si possono suddividere in termoplastiche e termoindurenti. Un rivestimento termoplastico fonde e fluisce quando viene applicato del calore ma continua ad avere la stessa composizione chimica una volta raffreddatosi diventando un rivestimento solido, quelle termoindurenti fondono quando scaldate ma, dopo che fluiscono per formare un rivestimento continuo, reticolano chimicamente se ulteriormente esposte a calore cosicché la struttura chimica finale risulta differente da quella della polvere applicata. (Talbert, 2011)

I rivestimenti termoindurenti sono ampiamente i più diffusi. Infatti, dopo la polimerizzazione, le polveri termoindurenti sono termicamente stabili e, diversamente da quelle termoplastiche, non ritornano allo stato fuso quando riscaldate. Inoltre, sono più dure, aderiscono meglio ai substrati metallici e hanno una resistenza maggiore nei confronti di solventi e prodotti chimici; per queste ragioni, le polveri termoindurenti costituiscono il 95% di tutti i rivestimenti in polvere.
La scelta della resina, o miscela di resine, è fondamentale in quanto conferisce le proprietà fondamentali al rivestimento e controlla anche alcune proprietà del film quali punto di fusione, scorrimento e livellamento; un basso punto di fusione può indicare una tendenza della polvere ad incrostare durante lo stoccaggio.

La sottostante tabella 3.2 fornisce un quadro generale delle principali resine impiegate nell'ambito della verniciatura a polvere.

TABELLA 3.2 - PRINCIPALI ISTEMI DI FORMAZIONE DEL FILM PER LE VERNICI IN POLVERE **(Brock et al., 2000)**

RESINE TERMOPLASTICHE			
Sigla convenzionale	Agente costituente		Utilizzo
PE	Polietilene (LDPE, LLDPE, HDPE)		interno
PA	Poliammide 11 o 12		interno
SP	Poliestere		interno
EVOH	Coolimero di etilene ed alcol vinilico		interno ed esterno
PVC	Cloruro di polivinile (e copolimeri)		interno ed esterno
PVDF	Fluoruro di polivinildene (e copolimeri)		interno ed esterno
RESINE TERMOINDURENTI			
Sigla convenzionale	Resina	Indurente	Utilizzo
EP	Resina epossidica	Indurenti fenolici Derivati dell'imidazoline Aggiunta di anidridi	interno
EP-DCD	Resina epossidica	Dicianammidi modificati	interno
EP-SP (ibride)	Resina poliestere COOH	Resina epossidica	interno
SP-TGIC	Resina poliestere COOH	TGIC	esterno
SP-HAA	Resina poliestere COOH	Idrossil-alchil-ammide	interno ed esterno
SP-PU	Resina poliestere OH	Isocianato	interno ed esterno
AC-PU	Resina acrilica OH	Isocianato	interno ed esterno
AC-DDA	Resina glicidil-acrilica	Acido dodecandioico	interno ed esterno

3.2.1.1.1. Resine termoplastiche

Sebbene siano ora poco diffuse, circa il 5-10% del mercato (Stirewalt & Rijkse, 2011) , le resine termoplastiche sono le prime con cui è stata applicata la tecnologia della verniciatura a polvere.
Sono materiali ad alto peso molecolare che richiedono quindi temperature elevate (300-450°C) affinché il flusso abbia una viscosità adatta all'impiego. (Brock et al., 2000) In aggiunta, la resistenza verso solventi ed agenti chimici è minore rispetto a quella delle resine termoindurenti. Per tali motivi, sono utilizzate per rivestimenti di qualità inferiore, esclusivamente per interni, in quanto hanno resistenza chimica e verso i solventi minore.

La loro applicazione avviene quasi esclusivamente tramite letto fluidizzato, riscaldando il pezzo da rivestire sia prima che dopo l'immissione nel letto stesso. Non essendo l'adesione ottimale, spesso il substrato deve essere pretrattato o addirittura innescato prima dell'applicazione del rivestimento.

Si citano in seguito le principali resine termoplastiche:

- PA (poliammide)
  Le resine basate sul nylon sono il prodotto termoplastico più utilizzato. Il processo di applicazione (modalità e temperature) è del tutto analogo a quello per il PE. Rispetto ad esso, il rivestimento risulta più duro e con miglior resistenza sia chimica che all'acqua migliori però tende ad ingiallire ed assorbe una gran quantità di umidità.
  Solo le polveri contenenti poliammide-11 e poliammide-12 hanno una certa resistenza agli agenti atmosferici e all'abrasione. In aggiunta, l'adesione è migliore rispetto alle altre resine termoplastiche quindi trova spesso impiego come primer. (Brock et al., 2000)

- PE (polietilene)
  È il prodotto più economico ma non possiede buone caratteristiche di aderenza senza un primer. La temperatura di polimerizzazione varia tra i 280 e i 400°C.

- EVOH
  Copolimero di polietilene ed alcol vinilico. Ha lo stesso intervallo di temperatura del polietilene ma l'adesione è decisamente maggiore; inoltre risulta essere flessibile e abbastanza resistente alla corrosione ed agli agenti atmosferici.

- PVC (cloruro di polivinile)
  Il cloruro di polivinile impiegato nella verniciatura è trattato con plastificanti; in più deve essere stabilizzato, usualmente tramite composti organici o saponi metallici (calcio o zinco). Il rivestimento è abbastanza flessibile ma ingiallisce facilmente.

- SP (poliestere)
  Deriva da un poliestere lineare aromatico ad alto peso molecolare. Buona adesione, eccellente flessibilità e sufficiente resistenza ad acqua ed agenti atmosferici.

- PVDF (fluoruro di polivinildene)
  Dato il costo molto elevato, i fluoropolimeri sono utilizzati solo in applicazioni ove è richiesta una resistenza eccezionale agli agenti atmosferici o a mezzi aggressivi, come ad esempio in impianti chimici; necessitano inoltre spesso di un primer.

Nella tabella seguente (tabella 3.3) sono riassunte le caratteristiche fisiche e del rivestimento che ne deriva delle tre categorie principali di resine termoplastiche, quelle viniliche, quelle poliammidiche (nylon) e quelle poliesteri.

TABELLA 3.3 - PROPRIETÀ FISICHE E DI RIVESTIMENTO DELLE PRINCIPALI RESINE TERMOPLASTICHE (SpecialChem, 2009)

	Vinile	Nylon	Poliestere
Necessità primer	sì	sì	no
Punto di fusione [°C]	130-150	186	160-170
Pre/post riscaldamento [°C]	284 / 230	310 / 250	300 / 250
Adesione	G-E	E	E
Aspetto superficiale	liscio	liscio	leggera buccia d'arancia
Lucentezza (60 gradi)	40-90	20-95	60-95
Durezza (matita)	HB-2H	B	B-H
Resistenza all'impatto	E	E	B-E
Resistenza alla nebbia salina	B	E	B
Uso esterno	B	B	E
Umidità	E	E	B
Resistenza agli acidi	E	S	B
Resistenza agli alcali	E	E	B
Resistenza ai solventi	S	E	S

E = eccellente; B = buono; S = sufficiente

3.2.1.2. Agente polimerizzante (indurente)

Serve per reticolare la resina ad una fissata temperatura. Il grado di reticolazione può anche essere usato per determinare il livello di brillantezza, il grado di "buccia d'arancia" ed altri aspetti inclusi effetti strutturali e di tessitura. L'indurente non dovrebbe essere reattivo a temperatura ambiente ma rimanere latente sino ai 100°C per poi reagire completamente tra i 100 e i 180°C. La reazione che ne deriva non dovrebbe essere né troppo rapida, in modo da permettere il completo scorrimento della resina, né troppo lenta, per non creare problemi commerciali. Gli indurenti abitualmente utilizzati sono le ammine, le anidridi e gli isocianati. Per accelerare la velocità di polimerizzazione si può ricorrere a dei catalizzatori.

3.2.1.3. Riempitivi

I riempitivi sono usati per ridurre i costi della composizione e/o migliorare specifiche proprietà quali il flusso, la tessitura superficiale, la lubrificazione;
Comuni riempitivi sono:

- carbonati: calcite (carbonato di calcio)
- silicati: talco, mica e caolino (fillosilicati), wollastonite (inosilicato di calcio)
- solfati: barite (solfato di bario)

3.2.1.4. Pigmenti

I pigmenti ricoprono un importante ruolo in quanto, oltre a fornire determinate caratteristiche quali opacità e colore, le loro proprietà, quali pezzatura e polarità, influenzano le interazioni tra essi e il mezzo circostante governando così molte proprietà dell'intero sistema vernice.
La superficie specifica è l'area superficiale di un grammo di pigmenti; questa può variare dai 2-20 m^2/g per i pigmenti inorganici, ai 10-80 m^2/g di quelli inorganici ai più di 700 m^2/g del carbon black.

Bisogna considerare che la superficie specifica dipende dalla dimensione delle particelle; questa non è però uniforme quindi è possibile derivare solo un valore approssimato in base alla distribuzione dimensionale delle particelle.

Importante è anche la dispersione della qualità dei pigmenti; un pigmento che serve da legante è inizialmente in sospensione e diventa una sospensione solida solo dopo l'essiccamento; questi pigmenti rispondono quindi alle leggi relative ai colloidi.
La qualità della dispersione ha abitualmente un'incidenza fondamentale sulle caratteristiche del sistema; essa dipende da un lato dall'interazione tra il legante e la superficie del pigmento, e dall'altro dal tipo di unità disperdente usata; la viscosità della dispersione ed una serie di proprietà ottiche (ombreggiatura, lucentezza, intensità del colore) sono invece fortemente influenzate dallo stato dispersivo. (Brock et al., 2000)

3.2.1.4.1. Pigmenti bianchi

Questi pigmenti sono utilizzati per ottenere proprietà quali una lucentezza superiore, la facilità di dispersione e la durevolezza. Gli effetti ottici derivano dal fatto che assorbono molto limitatamente la luce ed hanno una dispersione della luce per nulla selettiva.
Chimicamente possono essere ossidi, carbonati, solfati e solfuri. Il diossido di titanio è ampiamente il pigmento più utilizzato grazie al suo elevato indice di rifrazione; gli altri sono usati solo in circostanze particolari. I due parametri che influenzano maggiormente gli effetti ottici sono infatti la differenza tra gli indici di rifrazione del pigmento e del legante e la dimensione delle particelle.

Come visibile nella tabella successiva (tab. 3.4), il diossido di titanio è il pigmento che permette di avere la differenza maggiore. La dimensionale ideale delle particelle è compresa in una finestra tra i 200 ed i 400 nm, con una distribuzione il più larga possibile. (Brock et al., 2000)

TABELLA 3.4 - INDICE DI RIFRAZIONE DI ALCUNE TIPOLOGIE DI PIGMENTO (Brock et al., 2000)

Sostanza	Indice di rifrazione
Carbonato di calcio	1.40-1.65
Mica	1.58-1.61
Solfato di bario	1.64
Litofone	1.84-2.08
Ossido di zinco	2.01-2.09
Solfato di zinco	2.37
Diossido di titanio, anastase	2.55
Diossido di titanio, rutile	2.75
Riempitivi organici	circa 1.40-1.70

3.2.1.4.1.1. Diossido di titanio

La produzione mondiale di questo pigmento si aggira intorno ai 4 milioni di tonnellate annue. (Brock et al., 2000) Delle tre strutture cristalline ad esso associate in natura, solo due si ritrovano nei pigmenti, il rutile e l'anastase; in particolare, il primo riveste un ruolo particolarmente importante in quanto, oltre ad essere più facilmente ottenibile, disperde la luce più efficientemente, è più stabile e più duraturo.
Alle condizioni di esercizio a cui è sottoposto un rivestimento, il diossido di titanio è chimicamente molto resistente ed insolubile sia in acqua sia in solventi organici.
Solitamente i pigmenti di diossido di titanio sono ricoperti con un sottile strato di silice (o allumina) per prevenire la fotossidazione della matrice.

TABELLA 3.5 - CARATTERISTICHE DEL DIOSSIDO DI TITANIO **(Brock et al., 2000)**

Punto di fusione		> 1800°C
Indice di rifrazione	rutile:	2.75
	anastase:	2.55
Densità	rutile:	4.2 g/cm3
	anastase:	3.9 g/cm3
Contenuto di TiO2		> 88 %
Assorbimento della luce	rutile:	$\lambda \leq 415$ nm ($\Delta E = 3.05$ eV)
	anastase:	$\lambda \leq 385$ nm ($\Delta E = 3.29$ eV)
Durezza Mohs	rutile:	6.5-7
	anastase:	5.5

3.2.1.4.2. Pigmenti neri

Il pigmento nero più utilizzato è invece il "*carbon black*", elementare carbone in forma di particelle colloidali prodotte dalla combustione incompleta o dalla decomposizione termica di idrocarburi liquidi o gassosi in ambiente controllato. Possono comunque utilizzarsi altri pigmenti come la grafite, l'ossido di ferro nero, l'*aniline black* e l'*anthraquinone black*.

L'intensità del colore, definita come la capacità del pigmento di assorbire la luce incidente ed impartire il colore o scurire quando incorporato in una pittura bianca, dipende sia dalla struttura e dalla dispersione sia della dimensione delle particelle e dalla sua distribuzione; al di là di tutto, assume una rilevanza pratica come indicatore del grado di ombreggiatura ceduto.

I parametri chiave che influenzano il comportamento dei pigmenti neri sono:

- dimensione media o distribuzione dimensionale delle particelle
- struttura del carbon black
- proprietà chimiche alla superficie delle particelle

I pigmenti neri sono solitamente scelti secondo un punto di vista colorimetrico; sebbene non costituiscano generalmente i pigmenti primari della formulazione, viene valutata la dimensione media delle particelle perché ad un decremento di questa aumenta l'intensità del colore. Ad esempio, per colori saturati, pigmenti neri più fini determinano una tendenza a tinte blu mentre se più grossolani ne deriva una predisposizione maggiore alle tinte marroni; in miscele bianche, metalliche o trasparenti l'effetto è invece l'opposto.

3.2.1.4.3. Pigmenti inorganici

Si differenziano dai pigmenti bianchi e neri in quanto l'assorbimento e la rifrazione della luce dipendono dalla lunghezza delle onde luminose ed il loro valore assoluto può variare drasticamente. La dipendenza dei due coefficienti di assorbimento e rifrazione dalla lunghezza delle onde, dalla dimensione delle particelle e dalla sua distribuzione, e dalla forma delle stesse, determina il colore, l'intensità ed il potere nascondente dei pigmenti colorati.

I pigmenti inorganici possono essere classificati secondo il colore o in gruppi chimici.
Escluso il diossido di titanio, i pigmenti inorganici colorati sono quelli più largamente prodotti, anche se solo un terzo dei pigmenti sono effettivamente impiegati nel campo della verniciatura; tra i più diffusi si segnalano quelli derivanti dall'ossido di ferro, dall'ossido di cromo (verdi), dai cromati (gialli), dal ferro (blu) e dal molibdeno (rosso).

Sono noti per essere facilmente disperdibili, termicamente stabili, opachi, fotoresistenti e adattabili alle condizioni atmosferiche. Alcuni di essi, specialmente quelli che contengono ioni capaci di assumere più stati di ossidazione, come piombo, mercurio, cromo, rame e ferro, scuriscono in seguito all'esposizione. La degradazione termica si manifesta solitamente anch'essa attraverso un oscuramento. I pigmenti inorganici forniscono buoni standard durante il loro utilizzo. Alcuni hanno un alta riflettività infrarossa per un dato colore visibile; questi sono utilizzati in applicazioni dove è richiesto che la superficie si mantenga fresca o che vi sia una certa resistenza stando all'esterno; esempi di utilizzo possono essere tetti, terrazze e parti esterne di veicoli. Questo permette un risparmio monetario ed energetico ed inoltre permette una vita più lunga al substrato che è protetto dai danni causati dal calore del sole.

3.2.1.4.4. Pigmenti organici

Comprende un'ampia gamma di famiglie chimiche e copre un largo spettro di proprietà.
Sono principalmente utilizzati per applicazioni che richiedono un'alta resistenza del colore e tonalità brillanti, mentre quelli inorganici sono utili dove è necessaria opacità elevata.

Si possono distinguere 3 categorie principali di pigmenti organici, policiclici, azoici (mono- e di-) e complessi di metalli. Per ogni categoria, sono disponibili pigmenti classici e ad alta prestazione; la prestazione dipende dalla struttura chimica, dalle proprietà superficiali, dalla cristallinità e da dimensione e distribuzione delle particelle.

I pigmenti organici devono essere maneggiati con cura perché alcuni di essi possono reagire durante il processo e la polimerizzazione; questo può comportare una perdita di brillantezza e nitidezza.

3.2.1.5. Additivi

Servono per aggiustare la formulazione una volta scelti resina, indurente e pigmenti. Nella maggior parte dei casi servono per modificare lo scorrimento e le proprietà del film per soddisfare le condizioni di applicazione e polimerizzazione (ad esempio, gli agenti tissotropici per rallentare lo scorrimento o gli stabilizzatori UV). Altre funzioni possono essere:

- aumentare/diminuire l'attrazione elettrostatica
- aumentare/diminuire il livellamento superficiale
- creare effetti decorativi
- diminuire la temperatura necessaria nel forno
- cambiare la conducibilità
- aumentare la re-rivestibilità
- aumentare la durezza superficiale

Il tipico additivo di una polvere sono gli agenti fluidificanti, in percentuale pari all'1-2%. Questo perché allo stato fuso le vernici in polvere presentano una tensione superficiale relativamente alta dovuta all'assenza di solventi e quindi su substrati metallici pretrattati o inadeguatamente puliti ciò potrebbe determinare difetti di copertura, soprattutto agli spigoli, o scarsa adesione. Questi additivi migliorano attenuano il fenomeno migliorando il flusso; inoltre, si hanno migliori proprietà del film e una riduzione o eliminazione dei difetti superficiali. Bisogna comunque porre attenzione a non dosarne in quantità eccessiva in quanto si può incorrere nel problema dell'effetto buccia d'arancia. Rientrano in questa categoria poliacrilati, siliconi, surfactanti e alchil-esteri fluorinati.

Molte polveri contengono anche un agente degassante. Questi additivi, particolarmente importanti nei sistemi a bassa cottura, sono usati per eliminare o dissipare le bolle di gas che possono causare porosità o debolezze nel film.

Altri additivi sono:

- agenti fluidificanti a secco che servono per migliorere il flusso libero delle polveri all'interno dei sistemi di consegna;
- agenti opacizzanti che servono per ridurre la lucentezza del film polimerizzato; sono a base di silice, cera (a base di polietilene, polipropilene o PTFE, politetrafluoroetilene) o materiali organici (soprattutto a base di resina polimetil-ureica);
- agenti strutturanti, usati per controllare o migliorare la lucentezza del film polimerizzato;
- cere, aggiunte per fornire proprietà antiscivolo, durezza e resistenza ai graffi ed ai danneggiamenti e per far sì che le polveri fluiscano liberamente durante il processo.

3.2.2. Produzione

I leganti e gli indurenti sono resine solide, così come gli additivi sono solidi. Tutti gli ingredienti sono preventivamente pesati (le percentuali vengono riferite al peso equivalente) e premescolati in una macchina speciale. Nelle fasi successive la miscela è fusa a 100-120°C e dispersa, andando a creare una miscela omogenea. Dopo essere stata trasportata su rulli di raffreddamento la miscela viene raffreddata e quindi suddivisa in fiocchi, particelle fini ed infine imballata. A seconda delle richieste del cliente, la polvere può essere confezionata in scatole di cartone (fino a 25 kg), bags (400-900 kg) o containers di plastica o metallo. Una schematizzazione di quanto descritto è visibile in figura 3.3.

Essendo questi componenti pre-miscelati, omogeneizzati in un estrusore e quindi macinati, ogni particella di polvere contiene tutti i componenti nelle stesse proporzioni. È possibile sostituire la fase di estrusione con una miscelazione ad alta velocità senza riscaldamento anche se il prodotto che ne deriva spesso non è molto omogeneo.

Molto importante è la temperatura di transizione vetrosa della resina; infatti, le polveri da un lato devono essere in grado di rammollire nell'estrusore senza una reticolazione apprezzabile e poi essere stoccate senza sinterizzare e dall'altro devono successivamente fluire durante la polimerizzazione in modo da creare il rivestimento desiderato prima che le proprietà siano consolidate. Per tali ragioni, le resine sono di solito polimeri amorfi con una temperatura di transizione vetrosa abbastanza alta (Tg > 40-50°C); le nuove resine che polimerizzano a bassa temperatura hanno però questa temperatura molto bassa tant'è che devono essere stoccate e conservate in condizioni particolari.

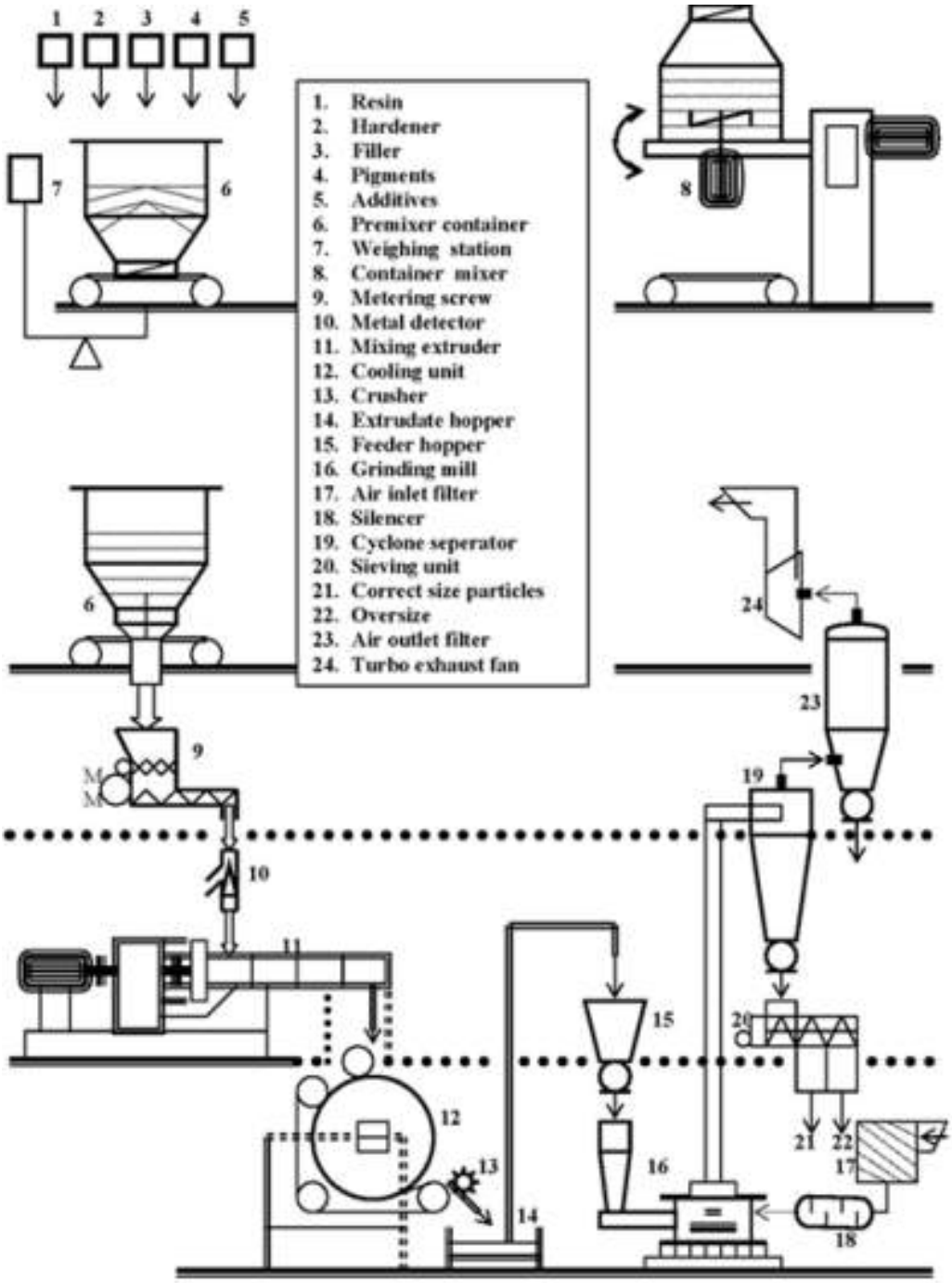


FIGURA 3.3 - SCHEMA IMPIANTISTICO DI PRODUZIONE DELLE VERNICI IN POLVERE (AZKO NOBEL, 1999)

3.3. Le resine termoindurenti

3.3.1. Resine termoindurenti tradizionali

3.3.1.1. Resine epossidiche

Le resine epossidiche più utilizzate derivano da bisfenolo A (la prima resina apparsa sul mercato è stata il DGEBA, diglicidilestere di bisfenolo A) e epicloroidrina (Pham & Marks, 2002); comunque anche altri tipi di resina, come il bisfenolo F, sono comunemente usate per determinare differenti proprietà, combinazioni o aggiunte. Le resine sono inoltre disponibili in varie lunghezze molecolari.

Le caratteristiche principali sono:

- massa molecolare media: 1500-3000 g/mol
- temperatura di transizione vetrosa: T_g = 50-65°C
- temperatura di rammollimento (misura Mettler): T_r = 80-100°C

La struttura epossidica contiene un anello ciclico a tre componenti, un atomo di ossigeno connesso con due atomi di carbonio; questa è la parte più reattiva presente nelle resine epossidiche; l'agente polimerizzante reagisce con l'anello epossidico o con il gruppo idrossile, lungo la catena molecolare epossidica. Anche se esistono numerosi indurenti, classificati come catalizzatori o co-reagenti (Pham & Marks, 2002), i più diffusi sono le cianammide, le ammine aromatiche e le diammine alifatiche.

Le di-cian-di-ammide (e derivate) sono solidi cristallini con temperatura di fusione pari a 209-212°C. A causa della bassa solubilità, devono essere miscelate nella composizione in forma di particelle molto fini. Non è reattiva quanto le ammine quindi a volte è necessaria l'aggiunta di catalizzatori; a tale scopo, sono presenti in commercio diciandiammide accelerate che permettono di passare da una temperatura di cottura di 185-220°C per 15-30 minuti ad una pari a 150-180°C per 10-15 minuti. Il rapporto tra resina epossidica e diciandiammide è normalmente di 97:3 o 95:5 (calcolato in massa equivalente di NH).
La scelta dell'indurente determina la natura del prodotto finale, la densità di reticolazione, la resistenza chimica, la fragilità, la flessibilità.

I rivestimenti epossidici sono utilizzati dovunque sia richiesto un rivestimento duro e elettricamente isolante che dia protezione per un ampio intervallo di temperatura; questi possono essere infatti utilizzati sino 150°C o anche più, in base alla resina epossidica utilizzata. Da esse si possono anche avere rivestimenti di un'ampissima gamma di colori, molto lucenti e lisci con adesione, flessibilità e durezza eccellenti. Questi fattori hanno determinato quindi il loro utilizzo sia in film spessi a scopo funzionale (industria elettrica ed elettronica, componenti automobilistici, tubazioni) sia in spessori sottili a scopo decorativo (arredi, interni automobilistici, giocattoli).

Tra le altre caratteristiche si rilevano il costo contenuto, la scarsa manutenzione richiesta, la buona resistenza chimica ai solventi e ai liquidi sia acidi che alcalini. Lo svantaggio principale è che tendono a sfarinare e ad ingiallire quando esposti a luce UV, motivo per cui non trovano impiego in applicazioni esterne. Lo sfarinamento provoca comunque solo una perdita estetica e non di resistenza alla corrosione.
Le resine epossidiche trovano infine impiego anche come primer sotto un rivestimento poliestere in modo da aumentarne drasticamente la resistenza alla nebbia salina.

3.3.1.2. Resine ibride

Sono un'alternativa economica alle polveri epossidiche e consistono in una miscela di resine epossidiche e poliesteri, quest'ultima contenuta anche in notevole percentuale. La reticolazione di queste resine avviene mediante catalizzatori quali fosfano (fosfuro di idrogeno), sali di fosforo, ammine terziarie o sali organici di metalli pesanti. La temperatura di cottura varia tra i 140°C e i 200°C.

La frazione poliestere permette di avere un ingiallimento ed uno sfarinamento minori rispetto alle resine puramente epossidiche; sono quindi da preferirsi nel caso di uso decorativo; d'altro lato il film risulta più morbido e la resistenza ai solventi inferiore.
Essendo un eccellente rivestimento per ogni uso interno e soprattutto poco sensibili al substrato su cui aderiscono, sono impiegate per una moltitudine di oggetti differenti come elementi da soffitto, scaffalature, mobili metallici, arredi da negozio e lampade.

3.3.1.3. Resine poliesteri

Le resine poliesteri rappresentano gran parte delle polveri vendute negli USA (circa il 60%). Questo soprattutto grazie al loro elevato standard nelle applicazioni all'esterno e al loro vasto campo d'applicazione. (Stirewalt & Rijkse, 2011)

3.3.1.3.1. Carbossiliche

3.3.1.3.1.1. TGIC

Queste resine poliesteri sono associate al triglicidil-isocianurato (TGIC) come indurente.

L'utilizzo del TGIC ha iniziato a declinare rapidamente in Europa alla fine degli anni Novanta (Rossini, 2004). Questo perché, nonostante gli indiscutibili aspetti tecnici positivi, sono state sviluppate valutazioni tossicologiche molto più severe riguardo questa molecola che, infatti, è stata classificata come tossica, irritante e mutagena di categoria 2; inoltre è anche dannoso per l'ambiente e gli organismi acquatici. Ad esso sono perciò state associate alcune frasi di rischio, tra cui spicca la R46 indicante pericolo di "alterazioni genetiche ereditarie". Questo implica un'etichettatura speciale del TGIC quale rifiuto tossico con impatto sulla salute e la sicurezza degli operatori nonché sulla psicologia degli stessi. Problemi si riscontrano dal fatto che manca un'uniformità legislativa a livello internazionale in quanto esso è attualmente vietato solo dalla normativa europea.

I rivestimenti derivanti da queste resine offrono una durevolezza eccellente e caratteristiche meccaniche vantaggiose, come la resistenza agli urti e l'eccellente adesione.
Il poliestere carbossilico assicura una resistenza alla corrosione ed agli agenti atmosferici maggiore rispetto alle resine poliurataniche; inoltre, la temperatura e la durata di polimerizzazione sono inferiori.
Risultano invece minori la resistenza chimica ed ai solventi.
Per le suddette caratteristiche, trovano largo impiego qualora ci sia la necessità di avere rivestimenti che resistano alle condizioni meteorologiche e allo sfarinamento, sia per scopi decorativi sia per quelli protettivi; le caratteristiche di aderenza permettono l'applicazione di ulteriori processi quali taglio, foratura o fresatura.

3.3.1.3.1.2. TGIC/free

Introdotte a partire dagli anni Novanta, sono resine poliesteri in cui il TGIC è stato sostituito da un altro agente indurente; in particolare, è diffuso il sistema Primid in cui l'indurente è l'idrossil-alchil-ammide (HHA).

Pur essendo questi indurenti meno reattivi rispetto al TGIC, queste resine sono una valida alternativa per tutte le applicazioni esterne sia alle resine poliesteri con TGIC sia a quelle poliuretaniche in quanto le proprietà risultano molto simili. In aggiunta, comportano livelli di rischi di gran lunga inferiori; in base a quanto previsto dalla normativa europea le resine PE/Primid non necessitano di etichettatura.

La tecnologia PE/Primid comporta comunque alcuni svantaggi.
Infatti, il ciclo di polimerizzazione risulta essere ben definito e non può essere accelerato o rallentato come invece è possibile fare con le resine contenenti TGIC. Inoltre, analogamente agli ammidi, la temperatura di fusione risulti abbastanza elevata (circa 120°C).
Bisogna infine considerare che attraverso il sistema PE/Primid è difficile ottenere rivestimenti di notevole spessore in quanto durante la polimerizzazione si forma del vapore acqueo che tende a bucherellare il film (l'idrossil-alchilammide reagisce con il gruppo carbossilico formando un gruppo estere con eliminazione di acqua, avviene quindi una reazione di condensazione).

La tabella seguente (tab. 3.6) mostra un confronto fra le resine PE/Primid e quelle PE/TGIC.

TABELLA 3.6 - CARATTERISTICHE DELLE RESINE POLIESTERI ALTERNATIVE A QUELLE CONTENENTI TGIC

	PE/Primid	PE/TGIC
Proprietà		
Colore	Bianco	Bianco
Ciclo di polimerizzazione	204°C / 5 min	204°C / 5 min
Spessore (mils)	1.8 - 2.2	1.8 - 2.2
Brillantezza 60°	96%	94%
Brillantezza 20°	85%	75%
Impatto (diretto/inverso)	160/160	160/160
Mandrel 1/8"	Superato	Superato
Durezza (matita)	H	H
Nebbia salina (ore)	>1000	>1000
Re-rivestibilità	Buona	Buona
Ciclo di polimerizzazione - temperatura del metallo		
204°C	5 min	4 min
191°C	8 min	7 min
177°C	12 min	10 min
163°C	20 min	16 min

3.3.1.3.2. Idrossiliche

Queste resine sono basate su gruppi reattivi funzionali idrossilici, cosicché vengono generalmente definite polioli; tra queste si rilevano quelle contenenti TMMGU e i cosiddetti uretani.

3.3.1.3.2.1. TMMGU

Combinando un poliestere con il TMMGU, acronimo di tetrametossimetilglicourile, si ottiene un'ottima alternativa ai poliesteri contenenti TGIC per applicazioni che richiedono un film sottile. Come per l'HHA, anche il meccanismo di polimerizzazione del TMMGU si basa su una reazione di condensazione (con produzione di metanolo) cosicché si può formare un film bucherellato; è stato comunque mostrato come questo fenomeno sia attenuato per film con spessore di almeno 0.10 mm. (Fawer, 1993)

Questo tipo di combinazione necessita l'impiego di un catalizzatore acido forte, il quale se da un lato permette di avere temperature di polimerizzazione inferiori, dall'altro può però alterare la reattività dell'intero sistema durante un deposito a lungo termine; questo problema è risolvibile impiegando comuni pigmenti o riempitivi quali il carbonato di calcio. Alternativamente, il catalizzatore acido può essere preventivamente bloccato; in questo caso sia ha però bisogno di elevate temperature o di un ampio tempo di cottura per attivarlo.

I rivestimenti prodotti con il sistema TMMGU offrono un vasto campo applicativo, da prodotti estremamente flessibili a molto duri; inoltre, il livellamento e la resistenza all'esterno risultano molto buone o eccellenti, come dimostra il fatto che, sottoposti al test di esposizione Florida, dopo 20 mesi non si hanno ancora perdite di lucentezza apprezzabili. (Fawer, 1993)

3.3.1.3.2.2. Uretaniche

Le resine poliuretaniche consistono generalmente in un poliestere a cui come indurente è associato un isocianato (alifatico inattivo); il più diffuso è l'iso-forone-di-isocianato (IPDI). Inoltre è consuetudine bloccare la reticolazione nei poliesteri uretanici con l'Σ-caprolattame; affinché abbia inizio il processo di reticolazione, il materiale deve raggiungere una temperatura superiore a quella di soglia dell'agente bloccante, quindi nel caso specifico dell' Σ-caprolattame, lo "sblocco" avviene a circa 182°C.
Questa polimerizzazione lenta tipica delle resine poliuretaniche determina che si possano però avere delle emissioni di composti volatili durante il processo.

Il campo di applicazione è quello delle polveri poliesteri/TGIC: condizionatori, ruote cromate, impianti per luci fluorescenti, oggetti in ferro, giostre da parco. Rispetto ai poliesteri/TGIC hanno però temperature di polimerizzazione generalmente maggiori ed alcuni composti possono avere un rendimento minore lungo i bordi di copertura. Comunque le caratteristiche dei rivestimenti sono notevoli, adatti a garantire durezza e resistenza agli agenti atmosferici. In aggiunta permettono la formulazione di polveri per esterno a bassa lucentezza (opache) più stabili e hanno resistenza chimica migliore rispetto ai poliesteri TGIC.

3.3.1.4. Acriliche

Le resine acriliche sono il materiale predestinato per l'industria automobilistica in quanto forniscono caratteristiche eccezionali quali fluidità durante il trattamento comparabile a quella delle vernici liquide, eccellente stabilità alle condizioni meteorologiche (5 anni Florida), alto livello di lucentezza, emissioni limitate e poca produzione di vernice di scarto.
Da rilevare che le resine acriliche stanno sostituendo quelle poliesteri/TGIC per impieghi esterni, favorite anche dalle recenti normative sanitarie. Oltre ad una durezza molto elevata, permettono infatti brillantezza, purezza e stabilità del colore e resistenza ai solventi migliori; in contrapposizione, hanno flessibilità, resistenza agli urti e stabilità in deposito inferiori (è necessario un ambiente fresco e non possono essere lasciate in deposito per troppo tempo). Inoltre, hanno scarsa compatibilità con le altre tipologie di resine; questo è dovuto all'utilizzo di modificatori di flusso silossanici assieme alle resine acriliche.
Le resine acriliche contengono generalmente dai 7 ai 15 gruppi reattivi per molecola cosicché la densità di reticolazione è estremamente elevata. Le tipologie più comuni sono quelle uretaniche, quelle ibride e le GMA.

3.3.1.4.1. Uretaniche

Le resine acriliche uretaniche sono resine funzionali idrossili (-OH) aventi caratteristiche del tutto similari a quelle poliuretaniche; l'agente indurente è generalmente l'IDPI o, in alternativa, il TMMGU. Queste resine, se da un lato danno la possibilità di avere film eccellentemente sottili ed hanno buona resistenza chimica, dall'altra polimerizzano ad una temperatura abbastanza elevata (182°C) e possono esserci problemi di fuoriuscite gassose per i film più spessi. Inoltre, la flessibilità e la resistenza agli urti sono scarse.

3.3.1.4.2. Ibride

Le resine acriliche ibride sono invece resine funzionali carbossiliche (-COOH), in cui una resina acrilica è combinata con un legante epossidico; sono possibili sistemi in associazione sia al TGIC, sia all'HAA ed anche con indurenti epossidici a base di bisfenolo A; quest'ultima configurazione è nota anche come "super ibrida", caratterizzata da tutti i vantaggi relativi alle resine ibride epossi-poliesteri e da un'ottima resistenza chimica, ma che richiedono l'impiego di un catalizzatore acido.
Le loro caratteristiche sono superiori rispetto a quelle ibride epossi-poliesteri ma non sono ancora ritenute accettabili per usi esterni; generalmente possiedono caratteristiche meccaniche molto superiori a quelle delle altre polveri acriliche.

3.3.1.4.3. GMA

Le GMA, acronimo di "acriliche glicidil metacrilate", sono resine funzionali epossidiche. A differenza delle due precedenti tipologie che possono essere polimerizzate in modo analogo ai poliesteri, queste resine reticolano invece per mezzo di acidi dibasici lineari ad elevato peso molecolare come l'acido dodecandioico (DDDA).
Hanno le peculiarità di poter essere polimerizzate in minor tempo o a temperatura inferiore e di garantire caratteristiche di resistenza agli agenti meteorologici superiori rispetto alle precedenti, soprattutto quando applicate su ottone o cromo. Come le altre resine acriliche, la flessibilità è limitata e la fluidità è notevole.

Queste resine vengono applicate solo in settori specifici in virtù del fatto che risultano altamente incompatibili con le polveri basate su resine differenti; possono infatti causare crateri ed altri difetti superficiali. (Dumain et al., 1999)

3.3.1.5. Confronto tra le resine termoindurenti

Nelle seguenti tabelle si confrontano le caratteristiche delle resine descritte nei paragrafi precedenti.

TABELLA 3.7 - CARATTERISTICHE DELLE PRINCIPALI RESINE TERMOINDURENTI
ADATTATA DA (Crea, 1996), (Liberto, 2003), (Talbert, 2010), (Utech, 2002)

	Epossidiche	Ibride	Poliesteri TGIC	Poliesteri uretaniche	Acriliche
Durezza (matita)	2H-5H	H-2H	H-3H	H-4H	H-3H
Resistenza ad impatto (in pollici libbre)	80-160	50-160	40-160	40-160	20-100
Lucentezza (60°)	3-100+	10-100+	20-90	15-95	10-90
Colori	Tutti i colori, le trasparenze e le consistenze	Tutti i colori, le trasparenze e le consistenze	Tutti i colori, le trasparenze e le consistenze	Tutti i colori, le trasparenze e le consistenze	Tutti i colori, le trasparenze e le consistenze
Resistenza alla nebbia salina (ore)	1000	min 1000	min 1000	1000	min 1000
Umidità (ore)	1000	min 1000	min 1000	1000	min 1000
Intervallo di polimerizzazione (film di 50 micron, tempo alla temperatura del metallo)	3 min a 232°C a 25 min a 121°C	10 min a 204°C a 25 min a 149°C	10 min a 204°C a 25 min a 149°C	10 min a 204°C a 25 min a 149°C	10 min a 204°C a 25 min a 177°C
Ciclo di polimerizzazione ad alta, media e bassa temperatura [1]	10 min 400F 15 min 350 F 30 min 275 F	10 min 400F 15 min 375 F 20 min 325 F	15 min 375F 15 min 325 F	10 min 400F 15 min 375 F 20 min 345 F	30 min 375F 30 min 275 F
Resistenza uso esterno	molto scarsa	scarsa	eccellente	molto buona	molto buona
Resistenza chimica	eccellente	molto buona	buona	buona/molto buona	buona
Resistenza ai detergenti	media	buona	buona		
Curvatura Mandrel	eccellente	eccellente	eccellente	eccellente	scarsa
Flessibilità	eccellente	eccellente	eccellente	buona	buona
Facilità d'applicazione	molto buona	eccellente	eccellente	molto buona	buona
Spessore d'applicazione (mm)	0.025-0.508	0.025-0.254	0.025-0.254	0.025-0.089	0.025-0.076
Copertura (ft^2/lb per mil)	107-160	107-160	107-160	107-160	110-180
Flessibilità (inch)	0.125	0.125	0.25	0.125	0.25
Resistenza alla corrosione	eccellente	molto buona	molto buona	buona	molto buona
Costo	medio	basso	medio/alto	medio	alto
Estetica del film a 50 μm	buona	buona	molto buona	eccellente	buona
Emissioni volatili	molto basse	molto basse	molto basse	basse	molto basse
Resistenza al calore	scarsa	buona	buona/molto buona	molto buona	buona
Resistenza all'abrasione	molto buona	buona	buona	buona	buona
Compatibilità	buona	buona	buona	buona	molto scarsa
Adesione	eccellente	eccellente	eccellente	eccellente	eccellente
CRS	eccellente	eccellente	eccellente		
Stabilità dei gas in cottura	scarsa	molto buona	eccellente		

TABELLA 3.8 - RESISTENZA DEI DIVERSI RIVESTIMENTI TERMOINDURENTI (E DEL NYLON) AGLI AGENTI CHIMICI (Talbert, 2010)

	Epossidiche		Ibride		Poliesteri		Nylon	
Chemicals	C	H	C	H	C	H	C	H
Acids								
Acetic, 10%	F	N	F	P	F	P	F	P
Acetic, Glacial	N	N	P	P	P	P	N	N
Benzene Sulfonic, 10%	E	E	F	P	F	P	F	P
Benzoic	E	E	E	E	E	E	P	P
Boric	E	E	E	E	E	E	G	F
Butyric, 100%	P	N	F	P	F	P	G	F
Chloracetic, 10%	E	E	E	E	E	E	P	P
Chromic, 5%	F	N	P	P	P	P	G	F
Citric, 10%	E	N	E	E	E	E	G	F
Fatty Acids	E	E	E	E	E	E	G	G
Fluosilicic	N	N	P	P	P	P	P	P
Formic, 90%	E	F	P	P	P	P	P	P
Hydrobromic, 20%	G	G	G	F	G	F	P	P
Hydrochloric, 20%	E	G	G	F	G	F	P	P
Hydrocianic	E	E	E	E	E	E	F	P
Hydrofluoric, 20%	G	G	P	P	P	P	F	F
Hypochlorous, 5%	F	N	G	F	G	F	F	P
Lactic, 5%	F	N	F	P	F	P	E	E
Maleic, 25%	E	E	E	R	E	E	F	F
Nitric, 5%	E	G	F	F	F	F	P	P
Nitric, 30%	G	P	P	P	P	P	P	P
Oleic	E	E	E	E	E	E	E	E
Oxalic	E	E	E	E	E	E	F	F
Phosphoric	G	F	G	F	G	F	P	P
Picric	G	F	G	F	G	F	G	G
Stearic	E	E	E	E	E	E	E	E
Sulfuric, 50%	G	F	F	P	F	P	P	P
Sulfuric, 80%	F	N	P	N	P	N	P	P
Tannic	E	E	E	E	E	E	G	G
Alkalies								
Ammonium Hydroxide	E	G	P	P	P	P	F	F
Calcium Hydroxide	E	E	P	P	P	P	F	F
Potassium Hydroxide	E	E	P	P	P	P	F	F
Sodium Hydroxide	E	E	P	P	P	P	F	F
Acid Salts								
Aluminium Sulfate	E	E	E	E	E	E	E	E
Ammonium Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	F
Copper Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	G
Iron Choride*	E	E	E	E	E	E	E	G
Nickel Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	G
Zinc Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	F
Alkaline Salts								
Barium Sulfide	E	E	E	E	E	E	G	F
Sodium Bicarbonate	E	E	E	E	E	E	G	F
Sodium Carbonate	E	E	E	F	E	F	G	F
Sodium Sulfide	E	E	E	F	E	F	G	F
Trisodium Phosphate	E	E	G	F	G	F	G	F
Neutral Salts								
Calcium Chloride*	E	E	E	E	E	E	G	F
Magnesium Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	E

	Epossidiche		Ibride		Poliesteri		Nylon	
Potassium Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	E
Sodium Chloride*	E	E	E	E	E	E	E	E
Solvents								
Alcohols	E	E	E	E	E	E	E	G
Aliphatic Hydrocarbons	E	E	G	G	G	G	E	G
Aromatic Hydrocarbons	E	E	G	F	G	F	F	P
Chlorinated Hydrocarbons	F	F	P	N	P	N	E	G
Ketones	F	F	F	P	F	P	E	F
Ethers	F	F	F	P	F	P	E	E
Esters	F	F	F	P	F	P	E	F
Gasoline	E	E	E	E	E	E	E	E
Carbon Tetrachloride	E	E	G	G	G	G	E	E
Organics								
Aniline	G	P	P	P	P	P	F	P
Benzene	E	E	F	P	F	P	E	E
Formaldehyde, 37%	E	G	G	G	G	G	G	F
Phenol, 5%	G	F	G	F	G	F	P	P
Mineral Oils	E	E	E	E	E	E	E	E
Vegetable Oils	E	E	E	E	E	E	E	E
Chlorobenzene	G	P	G	F	G	F	E	E

E = eccellente; G = buona; F = sufficiente; P = scarsa; N = non resistente

3.3.2. Polveri UV

Le polveri UV sono appositamente formulate per essere sottoposte a polimerizzazione tramite esposizione ai raggi ultravioletti; a tale scopo, oltre alle usuali componenti (resina UV, riempitivi, pigmenti ed additivi) contengono anche un fotoiniziatore.
Questa particolare tipologia di polveri permette di conciliare due caratteristiche peculiari come l'elevata velocità e la contenuta temperatura di polimerizzazione; proprio quest'ultima proprietà, ha permesso di applicare la tecnologia della verniciatura a polvere su materiali termosensibili quali legno (MDF), plastica e vetro e anche oggetti pre-assemblati in parte metallici ed in parte in materiale termosensibile; il metodo è comunque applicabile anche ai metalli con risultati analoghi a quelli prodotti dalle polveri tradizionali e tutti i vantaggi derivanti dal risparmio di tempo e dal raggiungimento di temperature inferiori.
Le proprietà di durezza ed adesione delle polveri UV sono comparabili con le corrispondenti vernici liquide per UV, la resistenza chimica è generalmente migliore. In aggiunta, questa tecnologia è estremamente ecocompatibile; infatti, questo metodo non produce emissioni di COV e, comparandola con la tecnologia delle polveri convenzionali, richiede tempi e temperature minori, così da risparmiare energia e diminuire le emissioni i CO2; non va inoltre dimenticato che solitamente basta un unico strato per conseguire buoni risultati.
L'utilizzo di queste polveri richiede come accorgimento tecnico di suddividere la fase di polimerizzazione in due sezioni, quella infrarossa (fusione e scorrimento) e quella ultravioletta (reticolazione).

3.3.3. Altre resine

3.3.3.1. Resine siliconiche

Queste resine sono spesso utilizzate per applicazioni in ambiente ad elevata temperatura. Ne esistono diversi livelli tecnologici: il primo livello è in realtà una resina poliestere modificata in modo che questa sia stabile a temperature tra i 204°C ed i 316°C; possono resistere per brevi periodi fino a 427°C; il secondo livello ha un range di utilizzo compreso tra i 316°C ed i 427°C con possibilità di raggiungere temperature fino a 538°C; il terzo livello è una resina completamente siliconica atta a lavorare tra i 538°C ed i 593°C. (Stirewalt & Rijkse, 2011)
Queste resine non sono comunque longeve se utilizzate esternamente e hanno un'adesione molto critica. In aggiunta, un comune problema è il fallimento del pretrattamento durante la polimerizzazione in quanto la fosfatazione non resiste a tali temperature.
La tabella seguente riassume le caratteristiche salienti delle suddette resine.

TABELLA 3.9 - PROPRIETÀ DELLE RESINE SILICONICHE (Liberto, 2003)

Proprietà	Valore
Durezza (matita)	H-5H
Resistenza ad impatto diretto (N/m)	3,5
Lucentezza	10-85
Colori	nero ed altri, in funzione del sistema produttivo
Ciclo di polimerizzazione	15 minuti a 227-260°C

Temperatura di esercizio	da 204 a più di 538°C

3.3.3.2. "Super durable" poliesteri

Sono resine diffusasi su larga scala negli Stati Uniti negli ultimi 5-10 anni.
La peculiarità di questi rivestimenti è di mantenere un colore ed una lucentezza elevati per un lungo periodo temporale, verificate tramite test di esposizione Florida; in condizioni ambientali molto critiche, le loro caratteristiche sono paragonabili a quelle dei normali poliesteri.
Le caratteristiche meccaniche risultano invece leggermente inferiori.

3.3.3.3. Fluoropolimeriche

Sono resine analoghe a quelle termoplastiche, aventi un costo notevole ma caratteristiche superiori. Trovano impiego in ambienti ove è richiesta resistenza elevata sia alle condizioni esterne sia agli agenti chimici e forniscono una notevole protezione a lungo termine ad ogni substrato che rivestono.

3.4. I substrati

Per un corretto trattamento è fondamentale conoscere l'esatta composizione del substrato su cui sarà applicato il materiale di rivestimento in polvere. Tale conoscenza determinerà la scelta del pretrattamento nonché delle modalità e dei cicli di temperatura della successiva polimerizzazione.
Inoltre, è necessario conoscere la reale superficie dello stesso, cioè quella immediatamente a contatto con il rivestimento da applicare, e non quella apparente. Infatti, per esempio, considerando un pezzo in ottone lucido rivestito da un rivestimento chiaro a base acquosa è probabile confondere l'apparente superficie (ottone) con quella reale (rivestimento a base acquosa).

3.4.1. Substrati metallici

3.4.1.1. Alluminio

Elemento chimico metallico argenteo, leggero, malleabile e resistente all'ossidazione, avente temperatura di fusione pari 659,7°C.
Per ottenere la massima resistenza alla corrosione deve essere pretrattato mediante l'applicazione di un film chimico e la conversione superficiale tramite cromatura. Avendo un tempo di riscaldamento inferiore a quello dell'acciaio determina una maggior velocità del processo produttivo.
In caso di colata di alluminio, particolare attenzione deve essere posta se sono stati eventualmente intrappolati contaminanti o sacche d'aria; ciò può determinare l'uso di tecniche o vernici speciali.
Anche la tecnica di colata può influire sull'applicazione del rivestimento, in quanto una semplice colata in stampo di sabbia pressata ha una porosità maggiore rispetto ad un pezzo prodotto tramite presso-fusione, favorendo così la liberazione di gas dannosi per il trattamento.
Vi possono essere anche substrati in acciaio protetti mediante metallizzazione (spray) in alluminio cioè tramite l'applicazione di un film formato da goccioline fuse di alluminio che si fondono insieme per creare uno strato protettivo; spesso utilizzato come metodo per le riparazioni sul campo, è oggi sempre più diffuso per applicazioni in ambienti molto corrosivi.

3.4.1.2. Acciaio

Il substrato più comune è l'acciaio laminato a freddo in quanto risulta molto adatto per lo stampaggio, formatura e semplici operazioni di disegno; inoltre, può essere piegato su se stesso senza fessurazioni.
Ottimale risulta l'applicazione su di esso della fosfatazione di conversione.
Acciaio laminato a caldo: un acciaio basso tenore di carbonio adatti alla formatura, foratura, saldatura, e poco profondo disegno. Superficie ha dimensioni normali mulino che devono essere meccanicamente o chimicamente rimosso prima di procedere all'applicazione di ogni rivestimento di conversione o di qualsiasi finitura organico. Questa scala mulino debolmente aderisce al metallo e forma uno strato tra il materiale di finitura desiderato e il substrato in acciaio. Così, la proprietà totale adesione della finitura su scala mulino dipenderà l'adesione deboli della scala mulino al metallo di base.
Acciaio laminato a caldo salamoia e OLIO: Un materiale bassa emissione di carbonio, da cui la scala mulino è stato rimosso da decapaggio acido. L'olio di luce viene applicato dopo l'acido di decapaggio per evitare la formazione di corrosione sull'acciaio. Questo materiale ha una superficie liscia, adatta per stampaggio, disegno e pretrattamento prima del rivestimento.

3.4.1.3. Acciaio Inox

Esistono molti tipi di leghe di acciaio inossidabile, differenti per composizione chimica e proprietà. La maggior parte di essi non subisce conseguenze in seguito ai pretrattamenti comunemente utilizzati; l'unica operazione applicabile è lo sgrassaggio a meno di utilizzare dei trattamenti meccanici, quali la sabbiatura o la pallinatura, che permettono di avere una superficie tale da far legare fisicamente il rivestimento organico.

3.4.1.4. Ottone

Lega metallica giallastra formata da rame e zinco, fonde a circa 900°C.
Quando lucidato assomiglia all'oro ma si appanna velocemente quindi è spesso rivestito da un film trasparente. Un ulteriore problema si riscontra quando vengono applicati rivestimenti sottili se il rapporto rame-zinco è elevato in quanto il rame tende a rendere l'ottone rossastro e semi-opaco ai cicli di temperatura convenzionalmente adottati; per evitare ciò, deve essere ridotta la massima temperatura raggiunta dalla parte rivestita e quindi si avrà una polimerizzazione di durata maggiore.

3.4.1.5. Piombo

Elemento metallico pesante, morbido e malleabile.
Avendo un punto di fusione molto basso, fonde a 327,4°C, non può essere trattato secondo i trattamenti convenzionali. Ad esempio, si incontrano spesso problemi rivestendo parti, quali le lampade, costituite da ottone ma aventi saldature in piombo o stagno che alle normali temperature di trattamento fondono non assolvendo più al loro scopo; una possibile soluzione sarebbe costruire saldature in argento, avente temperatura di fusione più elevata.

3.4.1.6. Zinco

Elemento chimico metallico bianco-bluastro, generalmente presente in combinazione, usato come rivestimento protettivo per il ferro, componente di varie leghe o elettrodo nelle batterie elettriche; fonde a 419,5°C.
Ne caso di colate di zinco, spesso sono usate leghe di zinco di bassa qualità cosicché si possono instaurare fenomeni di degassamento durante la polimerizzazione; questo può anche essere causato dalla presenza di bolle d'aria formatesi durante il raffreddamento della colata.
Nel caso della zincatura, sono disponibili superfici zincate in una gran varietà di spessori che in alcuni casi permettono una corretta adesione del rivestimento organico ed in altri no.
Il materiale zinco in sé non determina problemi; bisogna però controllare l'impiego di sbiancanti, sigilli in cera ed altri prodotti utilizzati per allungare il tempo in cui avviene l'ossidazione del rivestimento di zinco. L'applicazione del film protettivo in zinco può avvenire anche con metallizzazione spray, analogamente a quanto suddetto per l'alluminio.
Un processo diffuso è l'elettrozincatura che consiste nel depositare elettroliticamente dello zinco su lamiere di acciaio laminato a freddo e poi trattate chimicamente per garantire la massima aderenza del rivestimento alla superficie; ciò permette che la formatura e le operazioni di fabbricazione avvengano evitando fenomeni di peeling o desquamazione. Questo materiale risulta essere un eccellente substrato per l'applicazione delle vernici in polvere.

3.4.2. Altri substrati

3.4.2.1. MDF

MDF è l'acronimo di *medium density fiberboard* e consiste nella combinazione di pannelli in fibre di legno incollati con una resina sintetica grazie all'applicazione di determinate pressioni e temperature; questo materiale si presta benissimo al rivestimento in polvere in quanto presenta una bassa porosità ed una superficie omogenea. La gamma di applicazioni è infatti molto ampia, dai mobili per ufficio, agli armadietti per bagni o cucine, alle porte sino ai vassoi per i barbecue. Per favorire l'attrazione elettrostatica il materiale è solitamente pretrattato con un apposito spray; inoltre, è anche leggermente preriscaldato per favorire l'adesione della polvere. Va rilevato, come controindicazione, che c'è la possibilità di un rilascio di formaldeide quando riscaldato.

3.4.2.2. Plastiche

Le superfici in plastica sono intrinsecamente non conduttive, di conseguenza risulta complicato utilizzare le tecniche elettrostatiche convenzionali. In aggiunta molte plastiche fondono, o comunque si deformano, già a temperature decisamente inferiori rispetto a quelle richieste per la polimerizzazione di un rivestimento.
Negli ultimi anni sono stati fatti notevoli passi nell'applicazione di processi di polimerizzazione a bassa temperatura, basate sull'utilizzo di speciali polveri polimerizzanti ai raggi UV, come riepilogato in tabella; ciò ha permesso di poter trattare plastiche comuni come nylon-6, policarbonato e copolimeri di acetato.

TABELLA 3.10 - CICLI DI COTTURA PER TRATTAMENTI SU PLASTICA (Biller, 2011)

Resina	Polimerizzazione potenziale a bassa temperatura
Epossidica	25 minuti a 120°C
Ibrida (Epossi-poliestere)	25 minuti a 125°C
Poliestere/TGIC	25 minuti a 130°C
Poliestere/Uretanica	30 minuti a 160°C
Acrilica GMA	25 minuti a 135°C

Il substrato di plastica può essere preriscaldato cosicché la polvere sia applicata su una superficie avente temperatura elevata.
In alternativa, può essere applicato anche un primer conduttivo, solitamente una vernice liquida contenente riempitivi conduttivi quali carbon black o particelle metalliche. Gli aspetti negativi includono i costi elevati dei materiali, di gestione e del processo di polimerizzazione.
Altre possibili soluzioni sono l'utilizzo di un agente antistatico disciolto in un mezzo di trasporto adatto (acqua, alcool o una miscela di entrambi); l'agente antistatico può essere un composto contenente ammonio quaternario, un'ammina alifatica a catena lunga o un estere derivante dall'acido fosforico.
In alcuni casi, vengono anche utilizzate plastiche conduttive (esempio Noryl-GTX) aventi però un costo decisamente elevato.
La combinazione di tecniche di preparazione di un substrato conduttivo con l'utilizzo della tecnologia a raggi UV, permette oggigiorno di prendere in seria considerazione l'ipotesi di rivestire materiali quali polipropilene e PMMA (polimetilmetacrilate) con le vernici in polvere. (Biller, 2011)

3.5. Il processo industriale

3.5.1. Layout impiantistico

Un impianto industriale per verniciatura in polvere solitamente comprende le seguenti fasi:

- pretrattamenti (e forno di asciugatura)
- applicazione di rivestimento
- forno di polimerizzazione
- sistema di trasporto

Variazioni di impianto sono date da necessità specifiche caso per caso, soprattutto quando vengono utilizzate polveri smaltanti.
Per piccole produzioni o colori speciali spesso è sufficiente una cabina di verniciatura manuale, che non ha particolari esigenze di spazio.

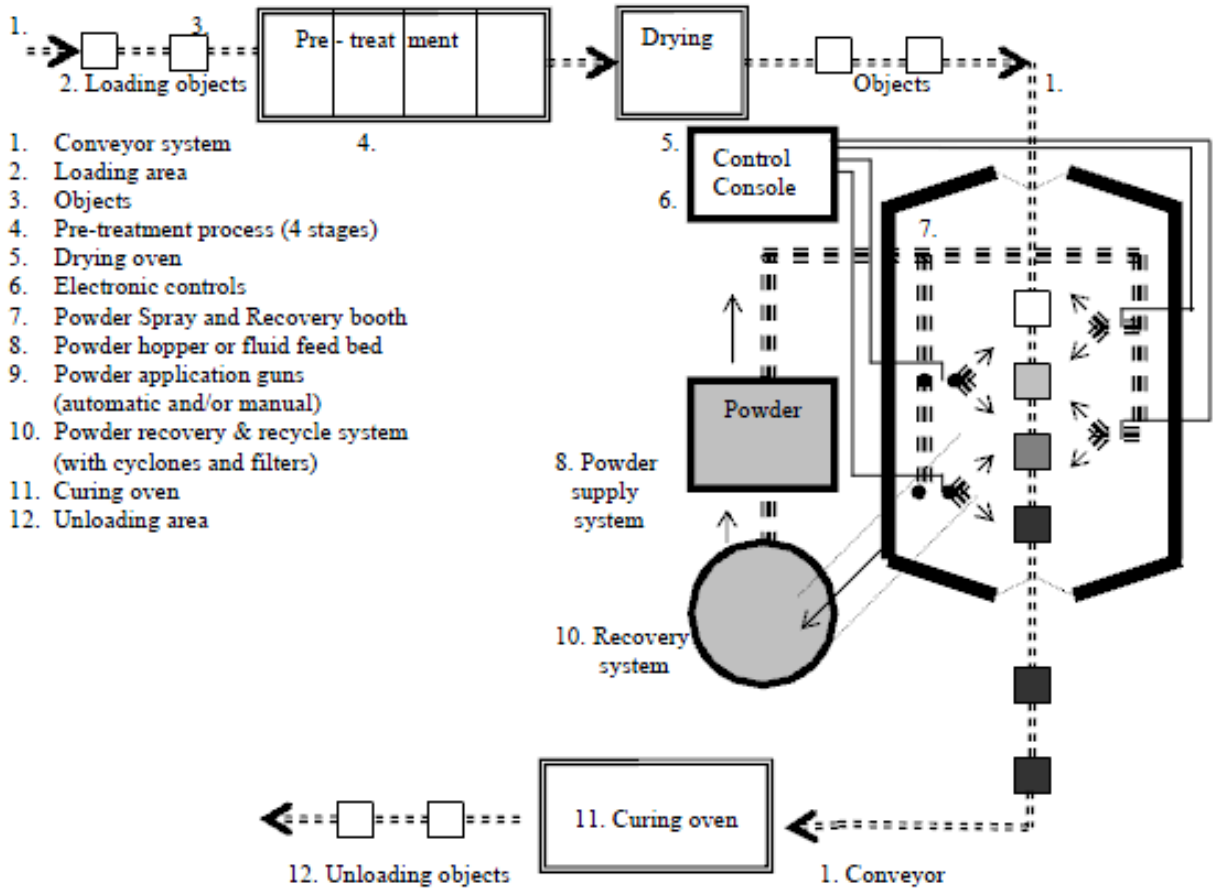


FIGURA 3.4 - LAYOUT TIPICO DI UNA LINEA AUTOMATICA DI VERNICIATURA A POLVERE (AZKO NOBEL, 1999)

3.5.2. Pretrattamenti

I trattamenti da eseguire prima della verniciatura a polvere, hanno come finalità:

- la rimozione dalla superficie di tutto ciò che potrebbe indurre fenomeni corrosivi e/o ostacolare un buon processo di verniciatura;
- la conversione chimica della superficie alla scopo di proteggerla dall'ossidazione e incrementare l'adesione della vernice.

Oggi questa fase ha assunto una rilevanza notevole in quanto la maggior parte degli scarti di lavorazione è riconducibile ad un pretrattamento non adeguato; possono, per esempio, creare problemi l'utilizzo di una cattiva acqua di risciacquo, l'errato bilanciamento chimico, l'otturazione degli ugelli o tutti quei fattori derivanti da una manutenzione imprecisa. Le vasche di fosfatazione ed i bruciatori sono i componenti che devono essere monitorati e mantenuti maggiormente.

3.5.2.1. Rimozione degli inquinanti

La rimozione degli inquinanti è l'operazione preliminare in quanto vanno eliminati gli ossidi, gli oli e altri inquinanti che potrebbero ostacolare la successiva conversione superficiale, con conseguente scarsa protezione anticorrosiva e insufficiente adesione della vernice.
Vi sono due tipologie di trattamento, meccanico o chimico.

Tra i trattamenti meccanici si annoverano operazioni come la spazzolatura o la sabbiatura. Attraverso un'azione abrasiva vengono quindi asportate sia le impurità sia altre irregolarità superficiali. La pulizia risulta ottima ma la successiva applicazione del rivestimento deve essere immediata a causa dell'alta reattività della superficie pulita e della veloce corrosione che può avvenire sulla stessa.

Il trattamento chimico include invece la rimozione di sporcizia, olio, grasso o prodotti dell'ossidazione presenti sul substrato tramite l'utilizzo di sostanze chimiche applicate tramite strofinatura, spruzzatura o immersione.

Quando il materiale è molto inquinato, viene utilizzato un apposito stadio di pulitura chimica attraverso prodotti alcalini o acidi (con le soluzioni fosfodecapanti è possibile ottenere anche una discreta conversione superficiale). L'agente pulente può essere alcalino, acido, neutro, solvente o emulsione, la scelta dipenderà dalla tipologia di materiale da rimuovere, dalla dimensione e dalla tipologia del pezzo, dal rivestimento che si applicherà e dalla natura del substrato. Deve essere in grado comunque di rimuovere una gran varietà di inquinanti e di prevenirne la rideposizione, di agire anche se contaminato e di essere facilmente risciacquato nonché essere redditizio.

I meccanismi tramite cui avviene la pulizia possono essere:

- solubilizzazione: usata quando ciò che deve essere rimosso ha polarità molto simile o affinità chimica con la soluzione pulente,
- saponificazione: utilizzata per lo sporco che contiene acidi carbossilici ed esteri che possono reagire con mezzi di pulizia alcalini,
- emulsionificazione: avviene facendo disperdere lo sporco nel mezzo pulente,
- sequestro: comporta la disattivazione degli ioni metallici nel terreno affinché non interferiscano con l'azione detergente dell'agente pulente,
- deflocculazione: consiste nella suddivisione delle particelle più grandi in altre di minor dimensione che sono tenute in sospensione nella sospensione

Solitamente gli ultimi due processi operano in concomitanza con i primi tre.

3.5.2.2. Conversione superficiale

Il rivestimento di conversione serve per protegge il substrato dalla corrosione prima che sia applicato il rivestimento in polvere e per favorire l'adesione della polvere al substrato. Si tratta di una deposizione di film composti da ossidi metallici sulla superficie da verniciare; sono possibili diverse soluzioni:

- fosfatazione amorfa;
- fosfatazione cristallina;
- cromatazione;
- nanotecnologie.

3.5.2.2.1. Fosfatazione

Questa tecnica consiste nell'applicazione di uno strato protettivo composto da cristalli di fosfato di zinco, ferro o manganese tramite spruzzatura o immersione in una soluzione fosfatica.

L'utilizzo del fosfato di ferro è il metodo più antico ed economico, sia come investimento che come gestione, ma è meno performante rispetto al fosfato di zinco. Tale processo permette anche di combinare le fasi di lavaggio e fosfatazione, riducendo così tempi e spazi necessari.

L'impiego del fosfato di zinco è necessario se è richiesta una resistenza a corrosione a lungo termine. Il rivestimento risulta ottimo anche se il processo richiede più fasi di trattamento ed è più costoso e più difficile da gestire.

Lo strato fosfatico rappresenta uno strato di transizione sotto diversi aspetti. In primo luogo in quanto ha una densità minore rispetto a quella del substrato, solitamente metallico, ma maggiore rispetto a quella del rivestimento vero e proprio. Inoltre, ha proprietà di dilatazione termica intermedie tra il metallo ed il rivestimento cosicché appiana eventuali sbalzi improvvisi di dilatazione termica.
In aggiunta, permette di avere un notevole incremento di adesione della polvere in quanto quest'ultima rimane intrappolata nel tessuto poroso e fondendo va a chiudere tali pori.

3.5.2.2.1.1. Fosfatazione amorfa

E' il processo più comune di conversione superficiale per manufatti ferrosi.
Il processo classico prevede invece le fasi di fosfosgrassaggio/fosfodecapaggio (pulitura e conversione in "mano unica"), risciacquo semplice, risciacquo con acqua demineralizzata e asciugatura in forno.
I risultati su materiale ferroso sono buoni, mentre su acciaio zincato e alluminio sono discreti. La prestazione tipica nelle prove di corrosione in nebbia salina (secondo la norma ASTM B117) è nell'ordine delle 100-120 ore. Processi più articolati possono prevedere per esempio uno sgrassaggio alcalino ed un risciacquo prima del processo standard.
L'impiego di acqua demineralizzata è giustificato dal fatto che la presenza di sali sulla superficie favorisce l'insorgere di corrosione filiforme in caso di condizioni umide (situazione particolarmente rilevante nel caso in cui il substrato sia l'alluminio). In presenza di elevata ossidazione e/o calimina è preferibile sottoporre i manufatti a sabbiatura grossolana.
Il vantaggio principale è la possibilità di ottenere risultati discreti anche con soli due stadi facilmente gestibili; se paragonata ad altre tecniche, quali per esempio i cicli basati su nanotecnologie, la resistenza in nebbia salina risulta però molto bassa.

3.5.2.2.1.2. Fosfatazione cristallina

Con il termine fosfatazione cristallina si indicano processi molto più complicati, rispetto alla fosfatazione amorfa che trovano abituale applicazione nel settore automobilistico o degli elettrodomestici "bianchi".
I prodotti sono sottoposti a diversi stadi, in genere da 7 a 10, in funzione della qualità del supporto da verniciare. Una tipica procedura a 7 stadi prevede in successione sgrassaggio alcalino, risciacquo, attivazione, fosfatazione allo zinco, risciacquo, risciacquo con acqua demineralizzata ed asciugatura all'aria o in forno.

3.5.2.2.2. Cromatazione

L'uso di prodotti a base di cromo si giustifica solo nei casi in cui sia necessario ottenere un'elevatissima resistenza alla corrosione in quanto questi, nonostante la relativa facilità di gestione, comportano un elevatissimo rischio per la salute degli operatori e per l'ambiente.
L'acido cromico diluito penetra attraverso i difetti dello strato fosfatico raggiungendo la superficie del substrato metallico e dando luogo ad uno strato inerte che protegge dalla corrosione; tale fenomeno è detto passivazione.
Comunque, anche nei processi a base di cromo, di norma considerati una garanzia assoluta per quanto riguarda la protezione dalla corrosione, possono, se non eseguiti correttamente in tutte le loro fasi, presentarsi fenomeni di corrosione anche dopo poche ore di test.

3.5.2.2.3. Nanotecnologie

I trattamenti a base nanotecnologica rappresentano il nuovo corso dei pretrattamenti superficiali. L'uso di silice, modificata superficialmente, migliora sensibilmente la qualità del pretrattamento. Le nanoparticelle, chimicamente e termicamente stabili, permettono un rinforzo a livello molecolare dei polimeri nei quali sono mescolate. Questa tecnologia si serve di nanofiller e matrici polimeriche, che creano gli ormai noti nanocomposti, i quali apportano ad un notevole miglioramento in termini di proprietà meccaniche (aggrappaggio), proprietà barriera a ossigeno e vapor d'acqua, stabilità termica e resistenza alla fiamma.

Il ciclo classico prevede 6 stadi: sgrassaggio alcalino, risciacquo, risciacquo con acqua demineralizzata, conversione superficiale a base nanotecnologica, risciacquo con acqua demineralizzata ed asciugatura in forno.

3.5.2.3. Forno di asciugatura

Serve per eliminare l'umidità residua dopo che il pezzo è stato sottoposto a tutti i pretrattamenti. Questo forno è comparabile a quello di polimerizzazione, ma progettato più semplicemente e con temperature che possono arrivare sino a 150°C. Il soffiaggio con aria attraverso degli ugelli è solitamente sufficiente allo scopo.

3.5.3. Applicazione del rivestimento

La scelta del metodo è solitamente influenzata da particolari necessità identificate attraverso indagini di mercato e da considerazioni tecnico-gestionali quali la natura e le dimensioni dei pezzi da rivestire, le specifiche del rivestimento, i colori ed i relativi cambi, le quantità, la logistica per il trasporto interno o i tempi di consegna dell'apparecchiatura.
Gran parte delle applicazioni è effettuata tramite la spruzzatura elettrostatica della polvere; esistono comunque metodi alternativi quali l'immersione in letto fluidizzato; la tabella seguente (tab. 3.11) pone a confronto queste due tecniche.

TABELLA 3.11 - CONFRONTO TRA LE COMUNI TECNICHE DI APPLICAZIONE DEL RIVESTIMENTO

	SPRUZZATURA ELETTROSTATICA	LETTO FLUIDIZZATO
PRO	▪ Possibilità di ricoprire anche forme complicate ▪ Versatilità e flessibilità maggiori (spessori tra 30 e 250 micron, cambio colore rapido) ▪ Automazione semplice ed economica ▪ Pre-riscaldamento non necessario	▪ Possibilità di applicare film di notevole spessore (>250 micron) in una volta sola ▪ Ottima uniformità dello spessore ▪ Costi iniziali e di manutenzione limitati
CONTRO	▪ Costo dell'attrezzatura più elevato	▪ Richiesta di volumi relativamente grandi di polvere ad ogni cambio ▪ Pre-riscaldamento necessario ▪ Utilizzabile solo dove è richiesto un film relativamente spesso ▪ La forma del pezzo deve essere semplice ▪ Non trattabili i pezzi di piccolo diametro a causa della bassa capacità termica

3.5.3.1. Spruzzatura elettrostatica

Il metodo della spruzzatura elettrostatica è utilizzato per applicare principalmente film di polveri sottili, 25-125 μm anche se in alcuni casi si applicano a rivestimenti più pesanti, 150-375 μm.
L'applicazione del rivestimento avviene tramite una miscela polvere-aria immessa in una tramoggia di carico per la pistola a spruzzo, ove viene impartita una carica elettrostatica ad ognuna delle particelle e quindi espulsa la nuvola di polvere carica. Queste particelle cariche sono attratte dalla superficie del pezzo da rivestire e si depositano su ogni oggetto conduttore nel raggio d'azione dello spruzzo. In ogni caso, è evidente che alcune particelle non si depositano sulla superficie del pezzo; uno dei maggiori benefici di questa tecnologia consta proprio nel fatto di poter recuperare queste polveri e quindi riutilizzarle nella tramoggia di carico della pistola con un'efficienza anche del 98%.

Il sistema di applicazione della polvere tramite spruzzatura elettrostatica consta quindi nei seguenti sottosistemi, visibili anche nella seguente figura:
- sistema di recapito della polvere
- sistema di carica elettrostatica della polvere
- sistema di spruzzatura elettrostatica
- sistema di recupero

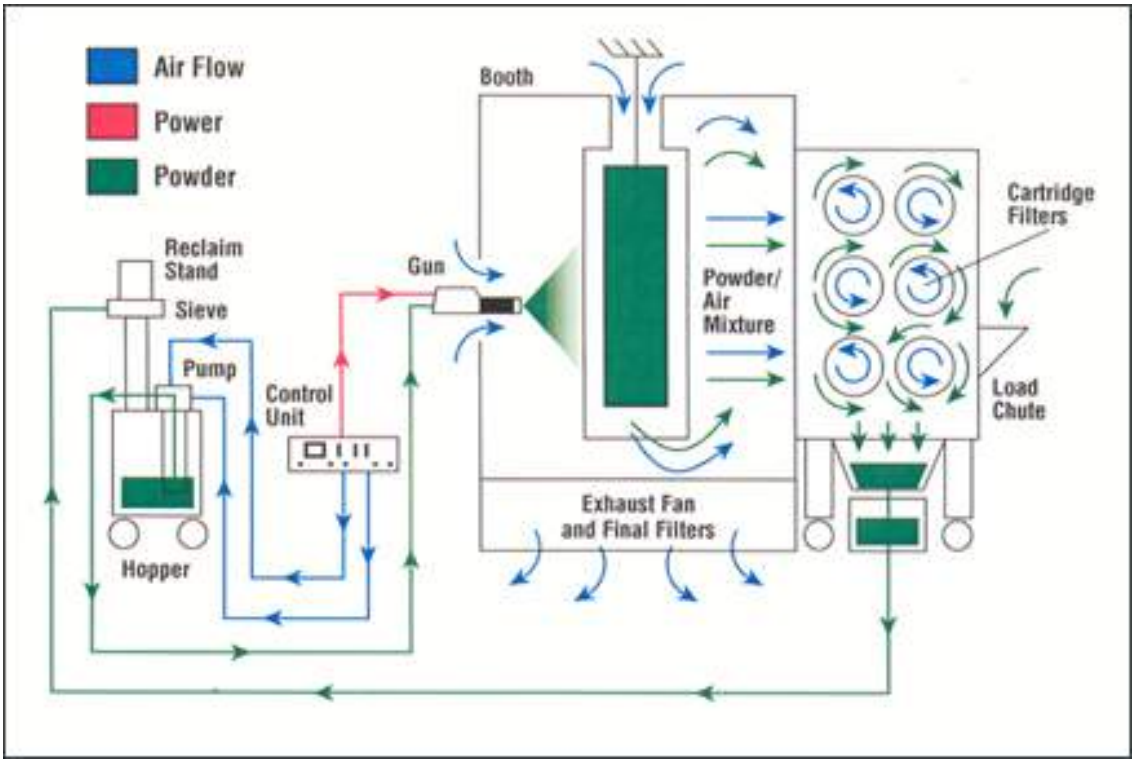


FIGURA 3.5 - SCHEMA DI APPLICAZIONE DELLA POLVERE TRAMITE SPRUZZATURA ELETTROSTATICA

Per ottenere uno spessore uniforme del rivestimento e un alto grado di utilizzo del materiale, questi sottosistemi devono necessariamente lavorare tutti assieme.

Il sistema di recapito della polvere fa sì che le particelle in polvere sia portate dalla tramoggia di conferimento alla parte che deve essere rivestita. In alcuni sistemi la tramoggia di carico consiste in un letto fluido, in altri questa possiede alcuni organi che determinano un agitazione meccanica del materiale. Sul fondo della tramoggia è collocata una pompa che estrae la polvere, la mescola con un volume d'aria regolabile e invia la miscela aria/polvere attraverso un tubo flessibile che raggiunge la pistola spray, che non è altro che un'estensione rigida di questo tubo con qualche strumento per controllare la forma della nuvola di polvere che fuoriesce; alcune pistole sono per questo scopo dotate anche di un cono di diffusione. Il montaggio della pistola e la forma della nuvola di polvere sono entrambe calcolate per far sì che le particelle di polvere non si disperdano fuori dalla zona dove è presente l'oggetto da rivestire e, allo stesso tempo, per cercare di minimizzare la velocità di avanzamento delle particelle; l'ideale è riuscire ad ottenere una soffice nuvola di polvere che si avvolge delicatamente attorno all'oggetto da rivestire, cioè l'esatto opposto di quanto accade per la spruzzatura liquida in cui la vernice bagnata e soffiata sul pezzo a grande velocità. Al giorno d'oggi esiste sul mercato un vastissimo assortimento di combinazioni ed accessori che permette di creare le condizioni (tipologia di nuvola, velocità di spruzzo, volume di polvere utilizzato) più adatte alla lavorazione in corso.

Il sistema di carica della polvere ha appunto lo scopo di caricare elettrostaticamente ogni particella che poi uscirà dalla pistola spray. Esistono due metodi differenti per impartire la carica alla superficie delle particelle, il metodo Corona e quello Tribo. La scelta va effettuata in base all'applicazione ed alle preferenze dell'operatore.

Il metodo Corona, visibile in figura 3.6, si avvale di un generatore di alta tensione (80-100 kV) per determinare una carica elettrostatica (per lo più negativa) sulla superficie delle particelle attraverso un processo intermedio di creazione di ioni di ossigeno.

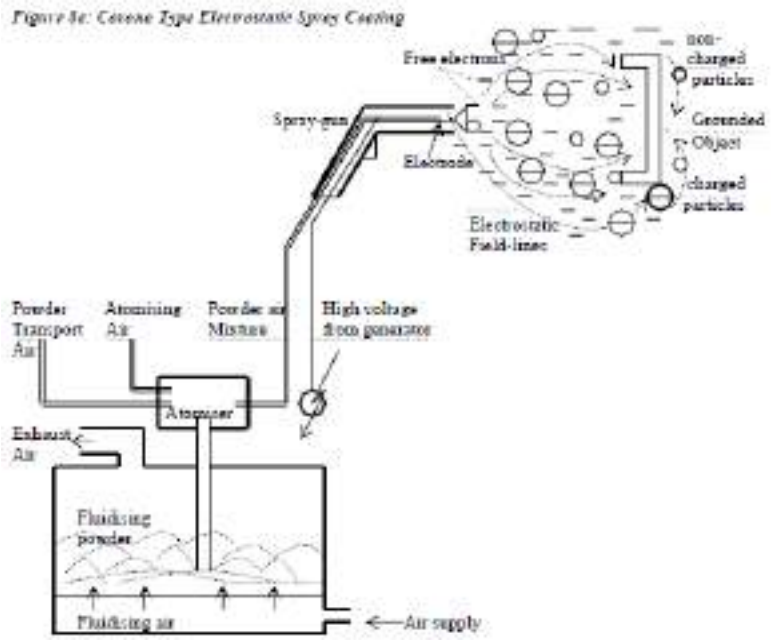


FIGURA 3.6 - SCHEMA DEL METODO CORONA (Azko Nobel, 1999)

Il metodo Tribo, invece, visibile in figura 3.7, conferisce la carica elettrostatica (positiva) mediante lo sfregamento delle particelle con un aumento della velocità attraverso un materiale selezionato (es. teflon) all'interno della pistola per un tempo sufficiente, senza l'ausilio di un generatore.

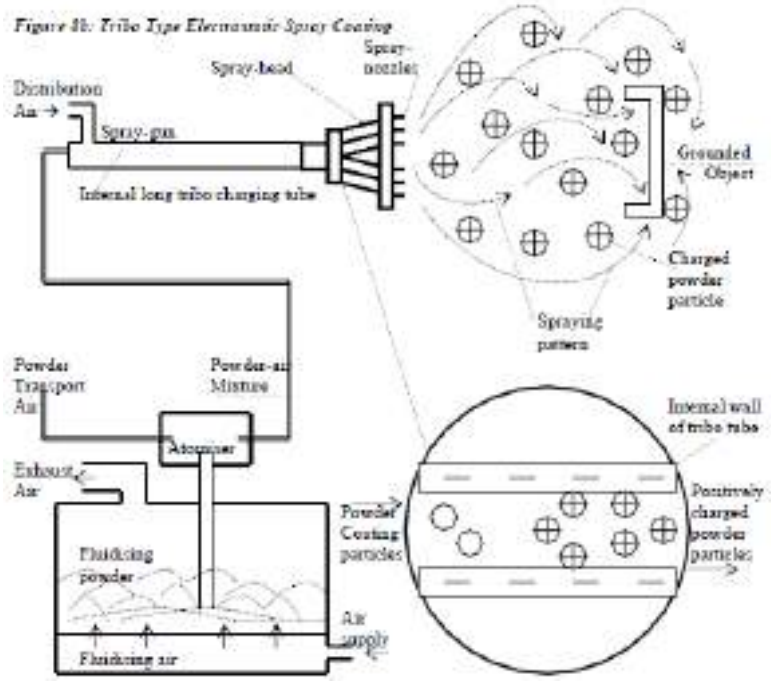


FIGURA 3.7 - SCHEMA DEL METODO TRIBO (Azko Nobel, 1999)

La tabella seguente (tab. 3.12) descrive le caratteristiche dei sopracitati sistemi di caricamento delle particelle, ponendoli a confronto.

TABELLA 3.12 - CONFRONTO TRA METODO CORONA E METODO TRIBO

	METODO CORONA	METODO TRIBO
PRO	▪ Elevata prestazione del campo elettrostatico in rapido caricamento e deposizione ▪ Le linee del campo elettrostatico supportano le particelle di polvere nel moto verso il pezzo lavorato ▪ Possibilità di semplici riparazioni della superficie in polvere ▪ Pistola spray leggera e robusta ▪ Accetta qualsiasi tipo di materiale in polvere e di qualsiasi dimensione ▪ Lo spessore può essere variato modificando la tensione ▪ Costruttivamente semplice quindi ben adattabile a rapidi cambi di colore	▪ Assenza dell'effetto Faraday; fessure profonde, angoli e spazi vuoti possono essere penetrati meglio ▪ La polvere può essere meglio direzionata usando apposite irroratrici ▪ Se è il caso, meno bordi di grasso sulla superficie rivestita ▪ Rivestimento uniforme ▪ Possibilità di un'automazione efficiente ▪ Non necessita di un generatore di alta tensione ▪ Possibilità di fare rivestimenti più spessi senza incorrere nell'auto-ionizzazione ▪ Maggiore produttività grazie ad una più stretta disposizione dei pezzi ▪ Flusso migliore, effetto "buccia d'arancia" praticamente nullo
CONTRO	▪ La ridondanza degli ioni genera un effetto autolimitante ▪ Linee di campo forti favoriscono l'effetto Faraday provocando un rivestimento non regolare ▪ Questi effetti possono essere ridotti o eliminati rispettivamente variando il voltaggio o utilizzando anelli anti-ionizzanti (per ridurre effetto Faraday e "buccia d'arancia")	▪ Le prestazione sono molto influenzate dai flussi d'aria incontrollati ▪ È necessaria una polvere speciale con una formulazione adatta al processo ▪ Le particelle minori di 10 micron sono difficili da caricare ▪ Deposizione delle polveri più lenta ▪ Tempo molto lungo per il cambio del colore ▪ Durante l'uso prolungato la carica richiede più tempo e perde in efficacia ▪ Costo d'investimento per la pistola maggiore ▪ Maggior usura e minor tempo di vita di parti interne alla pistola ed altre parti quali gli inserti per il pompaggio della polvere ▪ Specifiche più precise per pulizia ed umidità dell'aria compressa ▪ È consigliabile la formazione del personale

3.5.3.2. Letto fluidizzato

Un letto fluido consiste in due camere separate da una membrana porosa; una superiore aperta ed una inferiore da cui viene insufflata aria che, grazie alla membrana, raggiunge uniformemente la camera sovrastante. Tramite l'immissione di aria la densità della polvere di vernice inserita nella camera superiore diminuisce cosicché l'altezza del letto passa dai circa 60 cm iniziali ai 70-75 cm. (Collander, n.d.) Il movimento fa si che venga dispersa nell'ambiente circostante una nube di polvere.
Questa tecnologia è adottata in particolare quando si è in presenza di grandi pezzi altamente irregolari (es. cesti di lavastoviglie, pezzi particolari di tubazioni, piccoli componenti per l'industria elettronica); l'oggetto viene preriscaldato (70-200°C) e quindi immerso nel letto fluido; spesso si ricorre ad un post-riscaldamento, in un altro forno, al fine di completare la polimerizzazione del rivestimento.
Lo spessore del rivestimento è funzione della temperatura raggiunta dal pezzo e del tempo di trattamento. In media il film risulta essere duro e sottile con un'eccellente resistenza alla corrosione ed isolamento elettrico e proprietà chimiche buone.

3.5.3.3. Letto fluidizzato elettrostatico

Questo sistema è analogo al letto fluido tradizionale; qui la base porosa è in materiale dielettrico e l'aria è ionizzata attraverso una fonte di corrente ad alta tensione prima di passare attraverso la membrana cosicché le particelle possano essere elettricamente cariche. Le particelle si respingono l'un l'altra formando una nuvola di polvere che viene attratta dal pezzo immerso, andando così a formare film di spessore comparabile con quelli derivanti dal processo di spruzzatura. Nella figura seguente è schematizzato quanto appena descritto.
I vantaggi sono che il preriscaldamento non è necessario e che i piccoli componenti, quali quelli elettrici, possono essere rivestiti uniformemente in modo rapido; gli svantaggi sono le dimensioni limitate dei pezzi trattabili e lo spessore limitato del rivestimento sugli spigoli interni a causa dell'effetto Faraday.

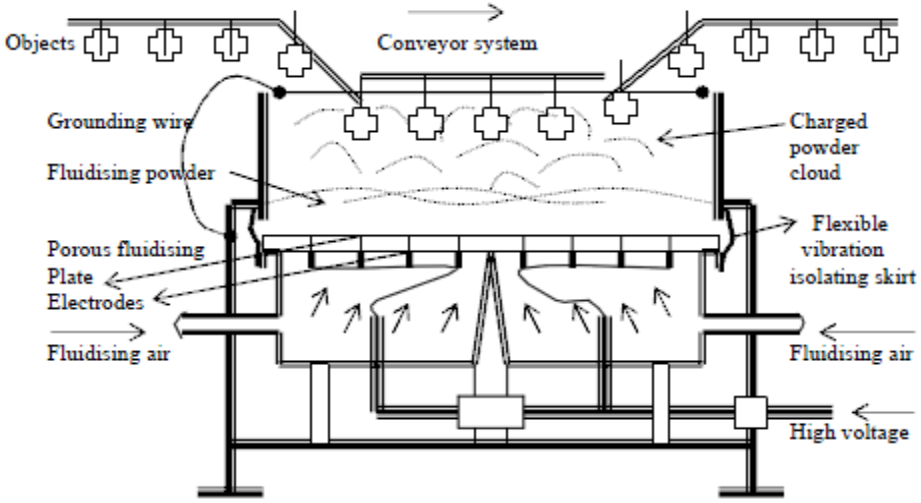


FIGURA 3.8 - LETTO FLUIDIZZATO ELETTROSTATICO (Azko Nobel, 1999)

3.5.3.4. Altri metodi

Le resine termoplastiche possono essere applicate anche tramite il metodo "flame spray" in cui la polvere, generalmente termoplastica, è attivata mediante la fiamma in una pistola riscaldata che utilizza aria compressa; il calore della fiamma fonde la polvere eliminando la necessità di avere il forno.

Un ulteriore metodo è il cosiddetto "hot flocking" che consiste nel preriscaldamento del substrato in modo tale che la polvere spruzzata gelifichi non appena a contatto con esso. Questo metodo è spesso utilizzato con resine epossidiche per formare un rivestimento sottile e con eccellenti qualità; tale rivestimento, noto come FBE (fusion bond epoxy), è diffuso come protezione di valvole e tubazioni per ambienti estremi come oleodotti o strutture off-shore. (Talbert, 2011)

3.5.4. Rimozione del rivestimento

Generalmente il cloruro di metilene è efficace nella rimozione del rivestimento. In ogni caso, la maggior parte degli altri solventi organici (acetone, diluenti …) non ha effetto. Recentemente, visto il sospetto che il cloruro di metilene sia cancerogeno, si è diffuso l'utilizzo dell'alcool benzoico con ottimi risultati. Sottili rivestimenti possono anche essere grattati con una paglietta di acciaio.

3.5.5. Sistema di recupero delle polveri

Un ruolo basilare è ricoperto dal sistema di recupero delle polveri che permette di ottenere un'efficienza anche del 98% del materiale utilizzato, contro il 30-80% dei sistemi di spruzzatura della vernice liquida. (Sabreen, 2009) Attraverso esso non solo il materiale spruzzato in eccesso viene convogliato e reso disponibile per il riciclo ma inoltre le particelle di polvere presenti nel flusso di aria esausta vengono rimosse prima che si disperdano nell'atmosfera.
La figura seguente mostra un tipico sistema di recupero delle polveri; quindi sono illustrate le due tipologie principali di collettori, su cui si basano anche progetti differenti più complessi.

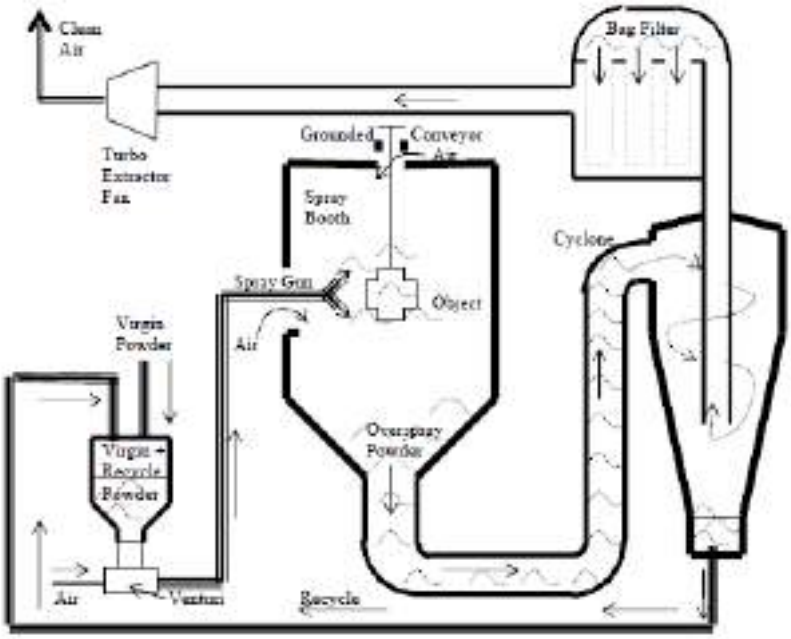


FIGURA 3.9 - DIAGRAMMA DI FLUSSO SCHEMATICO DI UN SISTEMA DI RECUPERO (Azko Nobel, 1999)

3.5.5.1. Collettori a ciclone

Questa tipologia prevede che l'ingresso del ciclone sia collegato alla cabina di verniciatura mentre l'uscita sia connessa ad un idoneo ventilatore di scarico. La polvere in eccesso giunge al ciclone con velocità di circa 20 m/s. Entrando tangenzialmente, la miscela aria/polvere acquista un moto rotatorio che determina una forza centrifuga sulle particelle. Le particelle più grandi e più pesanti tendono ad essere espulse dalle pareti della camera cadendo poi verso il basso dove vengono raccolte; la frazione più leggera rimarrà in sospensione nel flusso d'aria che una volta raggiunto il fondo viene deviato da un componente conico che permette alla miscela aria/polvere di immettersi in una spirale assiale ascendente collegata ad un filtro di raccolta.

Per una polvere standard l'efficienza di recupero può arrivare al 95%; per polveri con un'alta percentuale di particelle < 10 micron, il recupero risulta inferiore, pari a circa l'85%. L'associazione di un filtro a cartuccia al ciclone ha quindi lo scopo di evitare la dispersione in atmosfera delle particelle fini.
Le polveri recuperate sono rimosse dal ciclone tramite valvole rotanti e fatte passare attraverso un setaccio per eliminare eventuali agglomerati o corpi estranei. Le polveri recuperate vengono poi miscelate alle polveri vergini secondo proporzioni predeterminate (il rapporto dovrebbe essere sempre a favore delle polveri vergini).

3.5.5.2. Collettori a cartuccia

In questa tecnica le polveri sovrabbondanti provenienti della cabina di applicazione giungono ad una zona contenente un certo numero di filtri a cartuccia. Questi possono essere in carta, plastica o tessuto poliestere. La separazione della polvere dall'aria avviene durante il passaggio della miscela attraverso il filtro; la polvere rimarrà intrappolata nel filtro mentre l'aria sarà libera di andare verso l'esterno.

3.5.6. Polimerizzazione

Quando una polvere termoindurente è esposta ad elevate temperature, questa inizia a fondere ed in seguito reagisce chimicamente formando un polimero ad elevato peso molecolare avente struttura reticolare, avviene cioè la polimerizzazione. Allo scopo il pezzo rivestito con la polvere è posto in appositi forni ad una temperatura stabilita e per un tempo tale da permettere che il processo avvenga completamente. Le convenzionali tipologie di forno sono quello convettivo e quello ad infrarossi.

3.5.6.1. Processo

In generale, impiegando un tradizionale forno convettivo, il pezzo rivestito viene inizialmente esposto al calore cosicché le particelle di resina inizino a rammollire; al crescere della temperatura ed al diminuire della viscosità, le particelle fondono tra loro ed all'interno delle microscopiche irregolarità del substrato in modo che si determinino l'adesione ed il riempimento dei vuoti; tale processo è detto gelificazione. La resina termoindurente viene quindi sottoposta ad un incremento di temperatura di 30-50°C per attivare la reticolazione; quando le reazioni sono avvenute la resina si presenta già molto più resistente ed indurirà poi completamente quando sarà ancora calda. L'intera fase richiede generalmente tra i 10 e i 30 minuti, in funzione della formulazione del rivestimento e delle caratteristiche del pezzo rivestito.

Per avere un'ottima finitura ed evitare difetti come la buccia d'arancia, è bene che il pezzo rimanga il maggior tempo possibile nella parte superiore dell'intervallo di temperatura della gelificazione (quando la viscosità è bassa) perché questo permette al rivestimento di fluire creando una superficie liscia e un'ottima adesione. Di conseguenza, il ciclo termico ottimale consiste in un rapido incremento di temperatura seguito dal mantenimento di una temperatura di polimerizzazione costante, funzione dal tipo di resina ed additivi presenti nella polvere. Come regola generale, una resina termoindurente polimerizza a 177-204°C; in questo intervallo, la velocità di polimerizzazione aumenta con la temperatura.
In ogni caso la temperatura di polimerizzazione è altamente influenzata dalla temperatura di transizione vetrosa della resina termoindurente alla base del rivestimento; altri fattori determinanti sono la fusione del materiale non reticolato e la viscosità prima e durante l'intero processo. (Ramis et al., 2003)

Le due figure seguenti mostrano la prima (3.10) un ciclo tipico di cottura, con la relativa viscosità della polvere in ogni istante, mentre la seconda (3.11) propone una curva che spiega come un corretto trattamento implichi che i relativi parametri tempo e temperatura siano inversamente proporzionali.

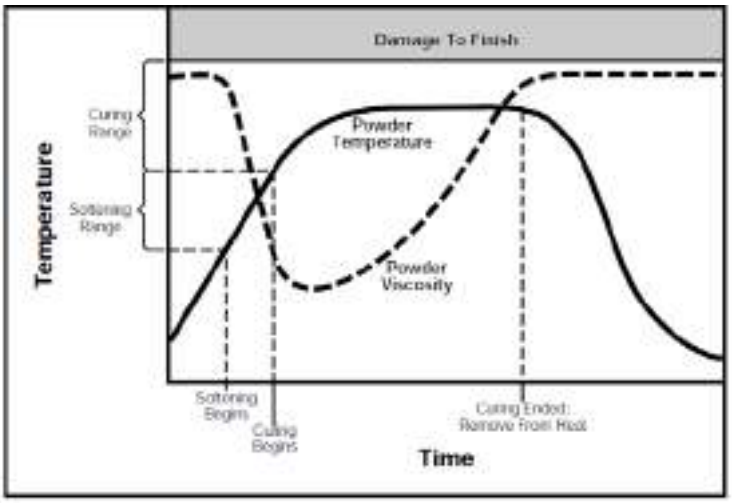


FIGURA 3.10 - CICLO DI COTTURA TIPICO (ECLIPSE COMBUSTION, 1992)

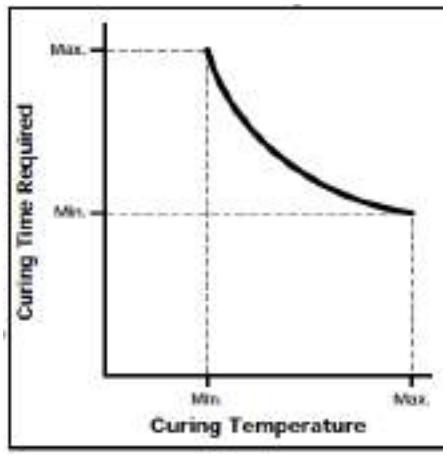


FIGURA 3.11 - RELAZIONE TEMPO-TEMPERATURA PER UNA POLIMERIZZAZIONE OTTIMALE (ECLIPSE COMBUSTION, 1992)

Siccome il rivestimento in polvere non contiene solventi, al contrario della verniciatura liquida, non è richiesta una zona di lampeggiamento (flash zone) nel forno di polimerizzazione. In aggiunta, il volume dei gas esausti è nettamente inferiore, comportando quindi anche costi di gestione molto più contenuti.

3.5.6.2. Formazione del film

La formazione del film è resa possibile dal riscaldamento delle particelle di polvere, che fondono e allo stesso tempo si diffondono sulla superficie sinterizzando assieme in modo tale da andare a creare una superficie liscia. Preferibilmente la reticolazione dovrebbe avvenire come ultima fase, dopo il livellamento, per avere un film ad alto peso molecolare; questa successione si può ottenere più facilmente applicando la tecnica della polimerizzazione con raggi UV.

Il meccanismo di formazione del film è riconducibile alle seguenti fasi, come visibile in figura 3.12:

FIGURA 3.12 - MECCANISMO DI FORMAZIONE DEL FILM

1. Diffusione delle particelle sul substrato
   Questa fase può avvenire solo quando il fuso ha una tensione superficiale minore dell'energia superficiale del substrato. La misura di quanto un liquido si diffonda bene su un substrato è data dall'angolo di contatto che forma una goccia del liquido in equilibrio con tale substrato; se il liquido copre tutta la superficie di contatto l'angolo sarà nullo, quando invece l'angolo sarà maggiore di 90° la diffusione verrà ostacolata. La proprietà che descrive questo processo è la viscosità: maggior viscosità significa minor propensione alla diffusione. Per ottenere il miglior film possibile è necessario valutare come la viscosità e la tensione superficiale si modifichino con la temperatura e la polimerizzazione; dato che la fusione ha una temperatura elevata, risulta comunque difficile studiare la tensione superficiale.

2. Coalescenza
   Consiste nella fase in cui le particelle sinterizzano assieme, cioè la loro fusione in un unico solido. I fattori che governano la coalescenza a certe temperature sono la temperatura di fusione del polimero, la viscosità della polvere fusa e la dimensione delle particelle.

3. Scorrimento del film e livellamento del rivestimento
   Un buon scorrimento richiede uno spesso strato di film, un'elevata tensione superficiale (forza motrice), bassa viscosità del fuso (forza resistente) e una ridotta dimensione delle particelle. La viscosità dipende invece dalla polarità, dal peso molecolare e dalla rigidità della resina polimerica.

4. Ottimizzazione della formazione del film
   In ambito industriale si ha sempre la necessità di processi veloci e la riduzione dei tempi e del numero di fasi produttive è sempre favorita. Il problema più importante è la qualità del prodotto finale.
   Differenti polimeri ed additivi sono combinati per ottenere diversi comportamenti nella formazione del rivestimento e diversi tempi di polimerizzazione. Attenzione deve essere posta sia nella pianificazione delle varie fasi sia nella fase di formazione del film, soprattutto riguardo tensione superficiale e viscosità; è da ricordare come piccoli cambiamenti delle proprietà superficiali possano causare una bassa bagnabilità o la coalescenza possa determinare una perdita di brillantezza.
   Per avere un buon scorrimento è necessario raggiungere una certa viscosità ed il tempo che serve per raggiungerla dipende, per una data velocità di riscaldamento (10-30°C/min abitualmente), dalla formulazione della polvere. Quando si utilizza un forno di polimerizzazione convenzionale è preferibile un alta velocità di riscaldamento al fine di ottenere un buon livellamento finale; utilizzando la tecnica con i raggi UV, invece, questo non è necessario.

3.5.6.3. Influenza della dimensione delle particelle

Le dimensioni delle particelle influenzano la bontà del prodotto polimerizzato finale anche se non direttamente in quanto le fasi più critiche al riguardo sono il trasporto della polvere, la carica delle particelle, la formazione di una nuvola di polvere uniforme, la deposizione ed infine l'accumulo della polvere sul substrato

La dimensione e la forma delle particelle determinano in gran parte la tendenza della polvere a fluire liberamente, azione essenziale nella formazione del film. La maggior parte delle polveri in commercio ha dimensioni delle particelle comprese fra 10 e 100 micron (figura 3.13); se questo intervallo è troppo ampio si può avere un notevole aumento della massa di polveri da recuperare e riciclare, con effetti negativi sull'efficienza di trasferimento.

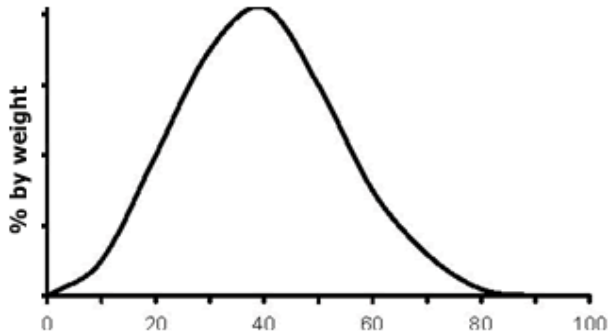


FIGURA 3.13 - DISTRIBUZIONE TIPICA DELLA DIMENSIONE DELLE PARTICELLE (AZKO NOBEL, 1999)

Per consentire la formazione di un rivestimento liscio e non poroso, le particelle che si depositano sul substrato dovrebbero essere quanto più addensate possibile su di esso prima della fusione e reticolazione in forno (figura 3.14); ciò consentirà una riduzione dei vuoti, del puntinamento e dell'effetto "buccia d'arancia".

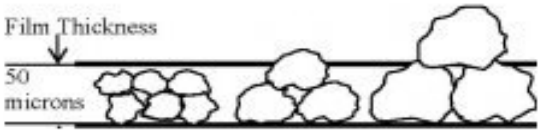


FIGURA 3.14 - RELAZIONE FRA LA DIMENSIONE DELLE PARTICELLE E LO SPESSORE DEL FILM (AZKO NOBEL, 1999)

Sfere uniformi impaccate danno una percentuale di vuoto fino al 48%. Le polveri termoindurenti invece consistono in particelle irregolari di varia dimensione cosicché il livello di volume vuoto sarà maggiore; sarà quindi possibile che lo spessore del film prima della fusione sia tra le 3 e le 7 volte maggiore rispetto allo spessore finale. Allo stato attuale, non è ancora disponibile una tecnologia che possa ridurre i vuoti prima della cottura anche se particelle di piccole dimensioni e una distribuzione dimensionale limitata favoriscono tale scopo.

3.5.6.4. Caratteristiche della polimerizzazione

Per motivi economici, la temperatura del forno ed il tempo di cottura necessari dovrebbero essere i minori possibili. I limiti possono essere comunque imposti anche dalla resistenza al calore di substrati quali legno (MDF) o plastica.
Molto importante risulta quindi la viscosità della polvere che deve essere tale da ottenere sia un rivestimento esteticamente accettabile sia un film uniforme ed il più sottile possibile; se la viscosità decade troppo durante la cottura, il rivestimento potrebbe infatti essere esteticamente buono ma la sua efficacia protettiva essere scarsa su angoli e spigoli

3.5.6.4.1. Tempo di cottura

Un tempo di cottura breve a basse temperature può essere ottenuta utilizzando, per esempio, leganti altamente reattivi. Questo potrebbe però far sì che la reticolazione abbia inizio già durante l'estrusione della polvere che avviene a circa 100°C. In aggiunta, se cotti per periodi estesi, il loro peso molecolare medio potrebbe aumentare come risultato di lente reazioni di polimerizzazione.
In sistemi di questo tipo, un rapido incremento di viscosità durante la cottura impedisce una completa fusione e un buon flusso della polvere.
È quindi necessario trovare un compromesso fra i requisiti fondamentali per una buona stabilità delle polveri durante il deposito e il processo di polimerizzazione più conveniente.
La regola empirica prevede che la temperatura del processo di polimerizzazione sia di circa 50°C superiore a quella posseduta dal fuso durante l'estrusione e di circa 70-80°C maggiore rispetto alla temperatura di transizione vetrosa Tg, generalmente quindi almeno attorno ai 130°C. (Brock et al., 2000)

3.5.6.4.2. Viscosità e tensione superficiale

Dopo la fusione, la viscosità inizialmente decade allo stesso modo in cui cresce la temperatura. Allo stesso tempo, all'aumentare della temperatura la reticolazione diventa rapidamente veloce finché, a causa della formazione di molecole con peso molecolare sempre maggiore, la viscosità ricresce repentinamente.

La figura 3.15 mostra la relazione esistente tra la viscosità ed il tempo per alcune tipologie di resina, acrilica (1), poliestere (2) ed epossidica (3); si nota in particolare come la fase a bassa viscosità sia molto più marcata per quest'ultima tipologia rispetto ad una resina acrilica, caratterizzata da una polimerizzazione più rapida e a temperatura inferiore.

Il diagramma 3.16 permette invece di comprendere il rapporto tra la tensione superficiale del rivestimento rammollito/fuso e la viscosità dello stesso; in particolare, è mostrata l'area entro cui l'aspetto del rivestimento risulta accettabile e gli effetti che si determinano in funzione di valori che non ricadono in tale intervallo.

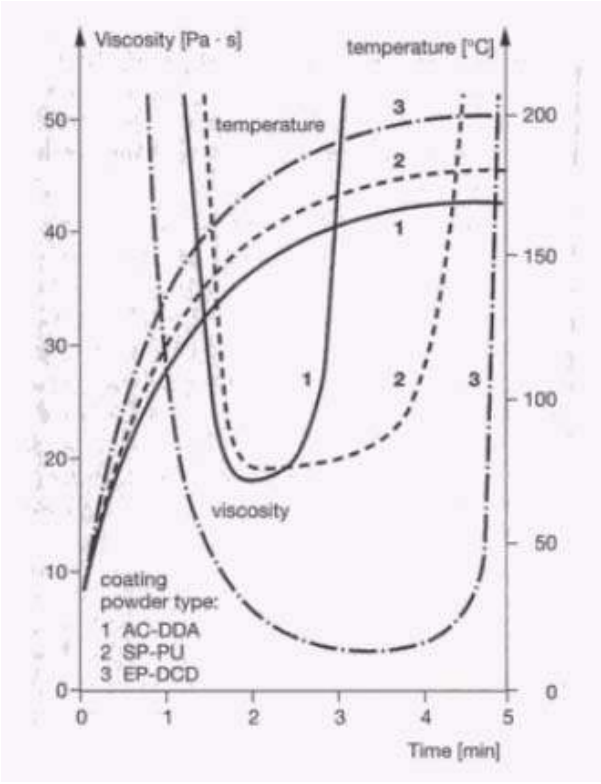


FIGURA 3.15 - VISCOSITÀ E TEMPERATURA DEL PEZZO RISPETTO ALLA PROGRESSIONE DEL TEMPO DI COTTURA (Brock et al., 2000)

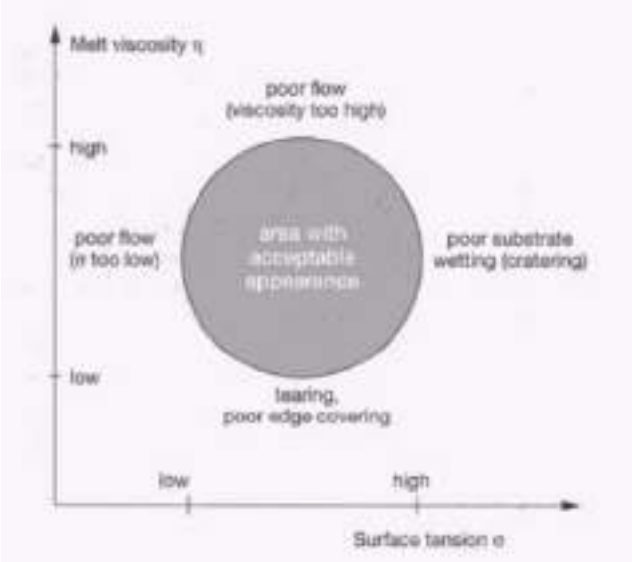


FIGURA 3.16 - DIPENDENZA DELLA QUALITÀ SUPERFICIALE DEL RIVESTIMENTO DA TENSIONE SUPERFICIALE E VISCOSITÀ (Brock et al., 2000)

3.5.6.5. Tipologie di forno

La scelta del forno dipende da considerazioni riguardo l'intero processo, dalla polvere, al sistema di trasporto ed infine al prodotto; bisogna tener quindi in considerazione fattori quali:

- formulazione, colore e lucentezza della polvere e spessore e profilo di polimerizzazione del rivestimento associato;
- tipologia, metodo di presa e velocità del nastro trasportatore;
- dimensione, configurazione, massa e resistenza termica del prodotto.

Esistono diverse tipologie di forno. Quelle principalmente diffuse sono il forno convettivo e quello ad infrarossi, nonché la combinazione degli stessi (figura 3.17). Un'ulteriore tipologia, comunque molto meno diffusa, è quello ad induzione.

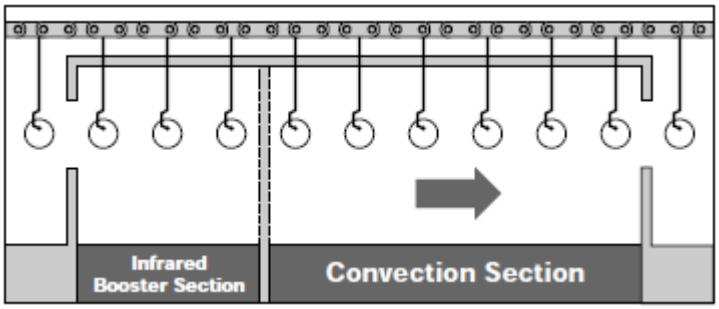


FIGURA 3.17 - SCHEMA DI FORNO COMBIANTO IR-CONVETTIVO(ECLIPSE COMBUSTION, 1992)

In aggiunta, oggi trovano sempre maggior impiego i forni a raggi UV in quanto, se da un lato necessitano di apposite polveri, dall'altro permettono di rivestire anche materiali con scarsa resistenza termica quali plastica e legno (MDF). Nella successiva tabella 3.13 è mostrato un confronto fra le tipologie più diffuse.

TABELLA 3.13 - CONFRONTO TRA LE DIVERSE TIPOLOGIE DI FORNO

Riscaldamento/polimerizzazione	Temperatura [°C]	Tempo complessivo di polimerizzaz. [min]	Substrato
Polveri termoindurenti convenzionali			
Convettivo	140-220	30-15	Metallo
Infrarossi + convettivo	140-220	25-10	Metallo
Infrarossi	160-250	15-1	Metallo
Polveri "UV curable"			
Infrarossi/convettivo per il riscaldamento (1-2 min), UV per la polimerizzazione (secondi)	90-120	3-1	Metallo, legno, plastica, altri

3.5.6.5.1. Forno convettivo

Questa tipologia di forno si basa sulla circolazione dell'aria all'interno di una camera isolata per mezzo di una fonte di calore alimentata a gas naturale, propano, petrolio o elettricità. Il consumo di energia dipende dal carico inserito, dal grado di isolamento termico e dal volume di gas esausti prodotti.
Risulta indispensabile valutare la configurazione del forno convettivo considerando la dimensione dei pezzi da verniciare, la distanza fra pezzi, condotti dell'aria e struttura del forno, la quantità di pezzi processabili alla volta e soprattutto il corretto spazio di lavoro fra i pezzi (se troppo limitato il flusso d'aria circolante risulta insufficiente e quindi il rendimento del forno non è ottimale, se sovrabbondante l'eccesso di calore e aria si trasforma in uno spreco di energia, spazio e tempo).
La velocità di circolazione dell'aria deve essere monitorata in modo da non danneggiare il rivestimento di polvere vergine, o comunque non ancora solidificato; velocità accettabili sono dell'ordine di 1-2 m/s.
Conseguenze negative sulle proprietà del rivestimento si possono avere anche se l'iniezione è diretta in quanto i gas di combustione possono interferire seriamente con la polvere durante la polimerizzazione.
La diffusione di questa tipologia è dovuta all'affidabilità e alla flessibilità garantite.

3.5.6.5.2. Forno ad infrarossi

Sfrutta l'energia radiante per scaldare il prodotto attraverso onde elettromagnetiche. Parte dell'energia emessa viene riflessa dalla superficie del substrato, parte viene assorbita nella matrice polimerica e parte viene trasmessa all'interno del pezzo; questo trasferimento diretto di energia provoca una reazione immediata nel polimero cosicché la reticolazione inizi molto rapidamente. Ci sono tre tipi di emissioni, onde corte, medie e lunghe; le principali differenze tra esse riguardano la temperatura di lavoro (rispettivamente più di 2000, 1050 e 600°C) e l'efficienza radiante (80, 60 e 50% rispettivamente). Temperature più alte determinano un riscaldamento più rapido ma un'efficienza minore con il risultato di maggior perdite di calore per convezione; sperimentalmente, si sono verificati i risultati migliori con onde di lunghezza media, 2.3-3.3 μm.
Sebbene questa tecnologia sia molto più veloce di quella tradizionale, il risultato risulta differente sia come struttura sia come massa. Inoltre, aree non esposte direttamente alle onde non si riscaldano allo stesso modo di quelle esposte. Anche la distanza tra il pezzo e la sorgente può avere una marcata influenza sulla polimerizzazione del pezzo. La tecnologia ad infrarossi non è quindi quasi mai adatta ad essere impiegata autonomamente; per questo viene associata al tradizionale forno convettivo o al trattamento con luce UV.

3.5.6.5.3. Forno doppio o combinato

Il trattamento combinato prevede l'associazione della tecnologia ad infrarossi come preriscaldamento alla tradizionale cottura in forno convettivo; In particolare, nella sezione ad infrarossi, il rivestimento in polvere viene sciolto per evitare che la polvere venga asportata durante la sezione convettiva dove è disponibile un tempo aggiuntivo per completare il processo di reticolazione.
La durata del preriscaldamento varia tra i 30 e i 60 secondi a seconda delle applicazioni.
La combinazione delle due tipologie permette di avere un veloce flusso iniziale del rivestimento, tempi di polimerizzazione ridotti, una minor lunghezza del forno e, in alcuni casi, anche una qualità finale migliore. (Talbert, 2011)

3.5.6.5.4. Trattamento UV

Questa tecnologia prevede fasi analoghe a quella precedente, con un forno ad infrarossi adibito al preriscaldamento del pezzo per 1-2 minuti sino ad una temperatura di 90-140°C, in funzione delle caratteristiche della polvere UV utilizzata.
L'esposizione della polvere UV fusa ai raggi ultravioletti ne determina la reticolazione; tale fase dura solamente pochi secondi cosicché l'intero processo di polimerizzazione sia completabile in alcuni minuti. Le tipologie di lampade impiegate variano in funzione della composizione della polvere, ed in particolare della tipologia di fotoiniziatore usato.
La tecnologia ad infrarossi può potenzialmente favorire lo sviluppo dell'applicazione delle vernici in polvere su tutti quei substrati non termoresistenti, come ad esempio legno e plastica. (Talbert, 2011)

3.5.6.5.5. Forno ad induzione

In un forno ad induzione il calore viene generato in un oggetto metallico attraverso una corrente indotta; lo svantaggio può essere, come nel caso del forno ad infrarossi, che il rivestimento in polvere inizi a reagire prima che il contatto con i gas di combustione possa avvenire.
Normalmente, anche questa tipologia di forno è principalmente utilizzata come preriscaldamento per aiutare una veloce formazione del rivestimento; tuttavia, trovano anche impiego nelle applicazioni FBE come ulteriore bloccante delle tubazioni per il trasporto di gas. (Talbert, 2011)

3.5.7. Sistema di trasporto

Il sistema di trasporto dei pezzi in lavorazione serve per automatizzare il processo. In primo luogo, il sistema si divide in due categorie: trasportatori aerei e nastri trasportatori. Molti problemi possono essere risolti tramite un singolo filo o un nastro trasportatore circolare, soprattutto nel caso di pezzi estremamente pesanti. Se l'oggetto da rivestire è lungo, grande o voluminoso o lo spazio disponibile è ridotto, un trasportatore power-and-free è ideale in quanto consente di alternare viaggi in parallelo o diagonale; questo sistema è però più costoso anche se permette una notevole flessibilità. Ulteriori vantaggi sono la possibilità di modulare meglio l'impianto e la semplificazione delle combinazioni tra le unità sopra/sotto elevate. Particolare attenzione deve essere posta alla lubrificazione del sistema di trasporto: è necessario l'utilizzo di lubrificanti resistenti alle alte temperature (più di 250°C) o di canali protettivi ventilati.

Un sistema di trasporto richiede un sistema di presa tale da orientare il pezzo per la fase successiva. Il gancio dovrebbe garantire con sufficiente stabilità che il rivestimento possa avvenire senza problemi e assicurare un processo produttivo regolare. Inoltre, nella maggior parte dei casi viene anch'esso rivestito durante la verniciatura quindi è preferibile che sia di materiale tondeggiante; per questo motivo, è sempre bene avere un sistema di aggancio di scorta da poter montare quando l'altro viene smontato per essere pulito.

3.6. Norme

3.6.1. Test sui rivestimenti

I test effettuati sui rivestimenti perseguono due finalità:

- affidabilità prestazionale (es. se un rivestimento è idoneo ad un determinato uso)
- controllo della qualità (es. mantenere uniforme la qualità del rivestimento e delle materie prime utilizzate)

Bisogna tener presente che a volte la valutazione del rivestimento è inadeguata, per esempio per la mancanza di metodologie per verificare proprietà specifiche o per il fatto che il rivestimento sia stato progettato per un utilizzo a lungo termine e quindi i risultati di laboratorio non risultino correlabili. I test in laboratorio possono fornire solo una visione generale del comportamento del rivestimento, certo è che buoni risultati in laboratorio potrebbero presupporne di buoni anche in servizio.

Per la maggior parte dei test esiste un valore di riferimento con soglie di tolleranza positiva e negativa specificate; inoltre, sono quasi tutti standardizzati a livello internazionale così da poter essere facilmente confrontati.
Inoltre, bisogna sottolineare che per qualsiasi applicazione ci possono essere apparecchiature e procedure dei test specifiche, in relazione anche alle specifiche tecniche ed agli standard qualitativi richiesti.

La tabella seguente (3.14) riassume i principali metodi, e le eventuali prove di riferimento, utilizzati per testare alcune caratteristiche del rivestimento; nei paragrafi seguenti verranno esplicitate alcune di esse particolarmente rilevanti in ambito industriale.

TABELLA 3.14 - PRINCIPALI TEST APPLICATI AI RIVESTIMENTI

Proprietà	Metodo	ISO	DIN	ASTM	BS	NFT
Spessore del film	Corrente indotta	2360		D1400		
Spessore del film	Induzione magnetica ed elttromagnetica	2178 2808		D1186	3900D5	
Corrosione	Resistenza alla nebbia salina	9227	50021	B117		
Corrosione	Resistenza alla nebbia acetica (SO_2 500hrs)	3769		G85	6496C15	
Corrosione	Resistenza filiforme			2803		
Adesione	Adhesion (Cross-hatch)	2409		D2197 D3359	3900E6	
Adesione - flessibilità	Prova di piegamento con mandrino cilindrico	1519	53152	D1737	3900E1	30040
Adesione - flessibilità	Prova di piegamento con mandrino conico	6860		D552		30078
Proprietà meccaniche	Gardner Impact Test			D5420		

Proprietà	Metodo	ISO	DIN	ASTM	BS	NFT
Proprietà meccaniche	Durezza (matita)			D3363		
Durabilità in ambiente esterno	Florida			G7		
Durabilità in ambiente esterno	QUV			D4799		
Durabilità in ambiente esterno	Xenon Arc Accelerated			D6695		
Resistenza chimica	Skydrol Fluid Immersion, 7 days					
Resistenza chimica	MEK Double Rub			D5402		
Cinetica di reazione	Gel Time @ 180°C					
Cinetica di reazione	Pill Flow @ 65 degrees to the horizontal					
Cinetica di reazione	Dielectric Cure Analysis					
Cinetica di reazione	Differentially Scanning Calorimetry (DSC)					
Lucentezza		2813	6730	D523		
Color	Prova visiva - Colorimetria	3668 7724		D2244	3900D1	
Resistenza all'impatto		6272	55669	D2794	3900E13	
	Durezza con pendolo Konig	1552	53157	D4366	900E5	
Durezza di penetrazione	Impronta Buchholtz	2815	53153		3900E9	
Resistenza alla scalfitura		1518		D2793	3900E2	
Resistenza all'imbutitura statica	Test Erichsen	1520	50102		3900E4	30019
Resistenza all'abrasione	Prova Taber		53774	D968 D4060		30015
Resistenza all'umidità	Resistenza all'umidità	6270	5017		3900F2	
Corrosione in atm contenente anidride solforosa	Kesternich Sulphur Test	3231	50018		3900F8	
Resistenza al calore	4 hrs. @ 250°F					
Qualità superficiale	DOI Wavescan (PCI standard)					

3.6.1.1. Resistenza alla nebbia salina

La verniciatura dei metalli ha due scopi principali, trattarli per ottenere una buona qualità altamente decorativa e proteggere l'articolo finito del deterioramento. Essendo possibile che un'applicazione non soddisfi uno o entrambi tali obiettivi, è necessario porre particolare attenzione alle prestazioni e ai metodi per testare la resistenza alla corrosione.

L'unico test realmente attendibile è l'esposizione diretta nell'ambiente ove il prodotto presterà servizio; inoltre, la resistenza può variare di stagione in stagione e di anno in anno.
I test di corrosione accelerata sono quindi un essenziale supporto al controllo della qualità e dà risultati riproducibili nei limiti delle specifiche applicazioni anche se il suo uso per predire il reale comportamento è generalmente da evitare, non conoscendo il grado di correlazione tra la realtà ed il test, e non essendo in grado di determinarlo. In ogni caso, a corredo di ogni test di corrosione, è necessario determinare la natura e l'estensione temporale della corrosione a cui il prodotto verrà esposto.

Il metodo tradizionale per verificare la resistenza alla corrosione è la resistenza alla nebbia salina, secondo il metodo ASTM B117.
Questo consiste nell'esporre il rivestimento ad una nebbia derivante da una soluzione acquosa di sale (NaCl) al 5%, in una cabina mantenuta a 95°F (35°C) e 95% di umidità. Sul rivestimento è praticata un'incisione a X allo scopo di classificare il rivestimento in base al numero di ore richieste affinché si creino dall'incisione fessure di lunghezza indicata. Generalmente il tempo richiesto è superiore alle 1000 ore; la tabella 3.15 mostra i valori indicativi sperimentali in funzione dello spessore del rivestimento.

TABELLA 3.15 - VALORI INDICATIVI RISULTANTI DALLAPROVA DI RESISTENZA ALLA NEBBIA SALINA

Spessore (mils - mm)	Ore per fessurazione di 1/8"
1 - 0.0254	1260
1.5 - 0.0381	1872
2.1 - 0.0533	2520
2.7 - 0.0686	3024
3.3 - 0.0838	3864

Non si conosce attualmente una correlazione tra la resistenza alla nebbia salina (ASTM B117) e la corrosione durante l'utilizzo vero e proprio. Il miglio uso della prova è attraverso un confronto di ordini di grandezza.

3.6.1.2. Durezza (matita)

Si utilizza il metodo ASTM D3363 al fine di determinare la durezza all'abrasione e/o alla scalfitura del rivestimento. La sua popolarità è dovuta al fatto che è rapido ed economico, anche se presenta diverse limitazioni: l'ultima revisione, datata 1974, suggeriva due marche di matite per la prova, che attualmente non esistono più; inoltre, la prova è molto influenzata dall'operatore che determina la pressione e l'inclinazione della matita.
In ogni caso il metodo prevede che la mina sia schiacciata con carta abrasiva grana 400, ad un angolo di 90° rispetto alla superficie del rivestimento e che la parte di mina esposta sia tra 3/16" e 1/4"
Si ricordano i valori di durezza possibili, dal più soffice al più duro:

2B - B - HB - F - H - 2H - 3H - 4H - 5H - 6H

3.6.1.3. Altri test

3.6.1.3.1. Strofinamento con solvente (grado di cottura)

Ha la funzione di determinare in che misura il rivestimento è polimerizzato. La sua esecuzione è molto semplice, consiste infatti nello strofinare sulla superficie un batuffolo di cotone imbevuto di solvente per un dato numero di volte; il risultato è valutato in termini di perdita di brillantezza, rammollimento e scolorimento. Confrontando i risultati con un rivestimento di riferimento si può determinare qualitativamente il grado di polimerizzazione avvenuto.
Il test è comunque soggetto a forti indeterminazioni quali il solvente utilizzato, l'operatore e il tipo di rivestimento; riguardo i solventi, per esempio, metiletilchetone (MEK) e acetone sono più aggressivi rispetto xilene e toluene.
Il test può quindi essere utile solo per avere un'idea di massima sulla resistenza chimica del rivestimento.

3.6.1.3.2. Valutazione dell'utilizzo in ambiente esterno

Servono per verificare la resistenza ai fenomeni causati da diversi fattori come umidità, temperatura e soprattutto esposizione ai raggi solari in un periodo relativamente breve. Si utilizzano diversi metodi in cui le condizioni sono "accelerate":

3.6.1.3.2.1. QUV

Consiste in un apparato in cui pannelli rivestiti sono esposti a cicli regolari di intensi raggi UV alternati a cicli di buio dove l'acqua è simulata grazie alla condensazione sul pannello. La luce è emessa da lunghi tubi fluorescenti progettati per emettere uno specifico spettro di luce. Il test è eseguito ad alta temperatura. I vantaggi sono l'affidabilità dell'apparecchiatura e la velocità del test (12-24 giorni); lo svantaggio è che spesso i risultati non sono correlati all'esposizione reale. Le resine acriliche hanno una struttura chimica largamente alifatica cosicché non assorbono le lunghezze d'onda generalmente emesse (260-300 nm).

3.6.1.3.2.2. Xenon Arc Weather-Ometer

In questo test cicli di luce e buio sono alternati in condizioni di alta umidità e temperatura. Come fonte di luce utilizza lampade ad arco allo xeno la cui emissione viene filtrata. Il vantaggio è una miglior correlazione con l'ambiente esterno ma è svantaggioso in termini di costi e tempo (42-82 giorni).

3.6.1.3.2.3. Emmaqua Testing

Tecnica in cui i pannelli sono esposti all'esterno in Arizona in uno speciale apparato che concentra i raggi solari. Si svolge in ambiente poco umido.

3.6.1.3.2.4. Florida Weathering

È una semplice esposizione naturale del rivestimento a calore, umidità ed irraggiamento tipici della Florida meridionale. Sebbene non sia un vero e proprio test "accelerato", i tempi risultano inferiori rispetto a molte altre aree americane ed europee. Il vantaggio del test è la sicura correlazione con le condizioni reali, lo svantaggio sono i tempi necessari.

3.6.2. Normative tecniche

Si riporta un breve elenco delle normative riguardanti standard qualitativi o settori tecnologici specifici:

TABELLA 3.16 - NORMATIVE TECNICHE SULLE VERNICI IN POLVERE

Caratteristiche e proprietà del rivestimento:	
UNI EN ISO 1514	Provini unificati per le prove
UNI EN ISO 2409	Materiali per rivestimenti - Prove di quadrettatura
UNI EN ISO 2808	Materiali per rivestimenti - Determinazione dello spessore del film
UNI EN ISO 4628-1 a -10	Materiali per rivestimenti - Valutazione del degrado dei rivestimenti - Indicazione della quantità e delle dimensioni dei difetti, e dell'intensità di variazioni di aspetto uniformi Parte 1: introduzione generale e sistema di descrizione Parte 2: Valutazione del grado di vescica mento Parte 3: Valutazione del grado di arrugginimento Parte 4: Valutazione del grado di screpolatura Parte 5: Valutazione del grado di sfogliamento Parte 6: Valutazione del grado di sfarinamento con il metodo del nastro adesivo Parte 7: Valutazione del grado di sfarinamento con il metodo del velluto Parte 8: Valutazione del grado di sfogliamento e corrosione attorno a un'incisione Parte 10: Valutazione del grado di corrosione filiforme
EN 12206-1	Resistenza alla malta
EN ISO 2813	Coating materials - determination of the reflectometer value of coatings
EN ISO 3668	Coating materials - visual comparison of the color of coatings
ISO 7724-1 a -3	Paints and coating materials, color measurement
DIN Report 49	Process for agreement of color tolerances
DIN 5033-1 a -7	Color measurement
DIN 6172	Metamerism Index of sample pairs on charge of light source
DIN 6173-1 a -2	Color assessment
DIN 6174	Colorimetric evaluation of color differences in surface color according to the CIELab formula *(regolata anche dalla norma ISO 7724/3)*
DIN 6175-1	Color tolerances for automobile finishing; uni-color finishing
Processo produttivo:	
ISO 8501	Valutazione visiva del grado di pulitura delle superfici parte I: fotografie comparative dell'arrugginimento superficiale in riferimento alla normativa svedese SIS-SS 05 59 00 parte II: gradi di preparazione di superfici già verniciate e/o particolari con vernici già rimosse parte III: gradi di preparazione dei bordi, dei tagli e delle saldatura dei lamierati
DIN 55990-4	Powder coatings - determination of cure conditions
Industria automobilistica:	
UNI 10208:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Classi di impiego e caratteristiche.
UNI 10209:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di resistenza alla benzina
UNI 10210:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di resistenza ai lubrificanti
UNI 10211:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di invecchiamento accelerato agli agenti atmosferici.
UNI 10212:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di resistenza ai colpi di pietra.
UNI 10213:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di ceratura e deceratura

UNI 10214:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di resistenza alla luce ultravioletta alternata all'umidità.
Industria automobilistica:	
UNI 10215:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di resistenza all'abrasione
UNI 10216:1993	Veicoli stradali. Verniciatura di particolari metallici vari. Prova di invecchiamento naturale agli agenti atmosferici.
Applicazioni:	
UNI EN ISO 12944	Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura
UNI EN 13438	Materiali per rivestimenti - Rivestimenti con polveri organiche di prodotti di acciaio galvanizzati o sherardizzati (cementazione allo zinco) utilizzati nelle costruzioni
UNI 10611:1997	Rivestimenti isolanti di strutture metalliche interrate da associare alla protezione catodica. Criteri di progettazione e controllo

3.6.2.1. Corrosione

Tra le norme di assoluta importanza, grande rilievo va posto alla norma UNI EN ISO 12944 riguardante la protezione dalla corrosione di strutture in acciaio mediante verniciatura. Questa fornisce indicazioni per la scelta del rivestimento in base al luogo di utilizzo (UNI EN ISO 12944-2) ed alla durevolezza (periodo entro cui andrà realizzato il primo intervento manutentivo) richiesta al manufatto (UNI EN ISO 12944-1);

La norma comprende anche altri aspetti, qui elencati:

- Parte 1 (2001): Introduzione generale
- Parte 2 (2001): Classificazione degli ambienti
- Parte 3 (2001): Considerazioni sulla progettazione
- Parte 4 (2001): Tipi di superficie e loro preparazione
- Parte 5 (2002): Sistemi di verniciatura protettiva
- Parte 6 (2001): Prove di laboratorio per le prestazioni
- Parte 7 (2001): Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura
- Parte 8 (2002): Stesura di specifiche per lavori nuovi e di manutenzione

Ci sono inoltre campi, come per esempio l'impiego in serbatoi per carburante, nel trasporto di sostanze speciali o in serbatoi per l'acqua potabile, in cui sono richieste garanzie sanitarie e di sicurezza molto elevate; si ricorre quindi a certificazioni internazionali unificate che assumono valore legale. In particolare:

- norma ASTM D635, che riguarda il potere autoestinguente;
- norma UNI EN ISO 175, che certifica la resistenza chimica al contatto con sostanze corrosive;
- norma UNI EN ISO 1186, che certifica l'idoneità al contatto con alimenti o acqua potabile;
- norma IMO (International Maritime Organization), che è la norma più severa per le prestazioni in campo navale ai fini del potere ignifugo, del potere calorifico e della emissione fumi in caso di incendio.

3.6.2.2. Standard e colori

Esistono degli standard di prodotto stabiliti da enti preposti quali Qualicoat I - GSB - AAMA 2603 - EN 12206 (già BS6496).
Inoltre, i colori si riferiscono a precisi registri: RAL 840-HR e RAL 841-GL, NCS (Natural Color System Edition 2).

3.6.3. Salute e sicurezza

Le vernici in polvere non sono generalmente considerate come pericolose per l'operatore ma sono comunque polveri che devono essere mantenute a distanza da persone, attrezzature ed ambiente. In ogni caso esistono anche polveri organiche combustibili classificate come pericolose in quanto potrebbero incendiarsi, quando sospese come polvere aerotrasportata, o esplodere, quando confinate.

La CEPE (Confederation of European Paint Manufacturers) ha pubblicato delle linee guida a livello europeo contenute in "Safe use of Powder Coatings"; in questo documento, si elencano i principali pericoli nell'impiego delle vernici in polvere che consistono dalla possibilità di esplosione della polvere, di fiamme, di shock elettrico, dall'aria compressa o dall'esposizione a materiali pericolosi. In seguito alle ultime normative, i metalli pesanti ed una gamma di sostanze chimiche pericolose sono pressoché scomparsi. Ovviamente, come negli altri settori industriali, ci sono procedure si sicurezza generali per prevenire eventuali infortuni dei lavoratori.

3.6.3.1. Rischio d'incendio

I processi che determinano miscele di aria e polveri organiche combustibili possono essere pericolosi anche se l'uso di polveri termoindurenti presenta pericoli decisamente inferiori rispetto a quelli derivanti dall'uso di vernici a base di solventi. Infatti, il processo di verniciatura a polvere non contempla vapori infiammabili e l'energia richiesta per innescare una nuvola secca di polvere sospesa è da 100 a 1000 volte superiore in confronto a quella necessaria quando si è in presenza di una miscela di aria e vapori volatili.
Un'esplosione polverosa può avvenire quando, contemporaneamente, la concentrazione di polvere nell'aria è al di sopra del limite inferiore d'esplosione (LEL) ed è presente nella nuvola secca una fonte di iniezione (superficie calda, fiamme libere, scariche elettriche o elettrostatiche) avente un adatto livello energetico.
Il fuoco può avvenire quando uno strato o una nuvola di polvere entra in contatto con una delle fonti di iniezione appena citate.
Quindi, le polveri termoindurenti possono essere pericolose solo in determinate condizioni che se l'impianto è stato progettato e viene utilizzato correttamente si possono creare solo dove si effettuano la spruzzatura ed il recupero delle polveri.
Inoltre, la temperatura di iniezione risulta molto alta rapportata alle normali concentrazioni di polvere nell'aria; per esempio, per una polvere epossidica è di circa 500°C, rispetto ai 30-40°C quando in gioco ci sono vapori volatili.

3.6.3.2. Rischio elettrico

Le fonti principali di rischi elettrico sono il malfunzionamento del sistema di messa a terra e la rottura o il surriscaldamento delle apparecchiature elettriche.
Esposizione a materiali pericolosi.
In base alla formulazione, alcuni componenti presenti nelle vernici in polvere possono essere un pericolo per il personale operativo, ma una loro fuoriuscita dall'area di lavoro può avvenire solo per uso improprio o per ventilazione inadeguata. In ogni caso, se nella polvere è presente un componente pericoloso questo deve essere indicato nella relativa Scheda di Sicurezza.

3.6.3.3. Ambiente

La verniciatura in polvere è una tecnologia ecocompatibile perché in primo luogo permette di rendere pressoché nulle le emissioni di composti organici volatili (COV), i quali limiti sono regolamentati nella Direttiva 2004/42/CE "Limitazione delle emissioni di composti organici volatili causate dall'utilizzo di solventi organici in vernici e smalti decorativi e nei prodotti automobilistici rifiniti".
In aggiunta tutte le vernici devono essere accompagnate da una scheda di sicurezza (MSDS) come previsto dai regolamenti comunitari REACH e CLP.

3.6.4. Classificazione

La classificazione dei rifiuti è attualmente regolata dal Catalogo Europeo dei Rifiuti, introdotto dalla Decisione 2000/532/CE e quindi integrato dalle successive Decisioni della Commissione n. 2001/118/CE e 2001/119/CE e dalla Decisione del Consiglio n. 2001/573/CE; questo ha articolato i rifiuti oltre che sulla base del ciclo produttivo di provenienza in tre classi distinte, rifiuti pericolosi, non pericolosi e con codice a specchio, in funzione delle caratteristiche chimico-fisiche degli stessi.

In particolare, le vernici in polvere di scarto rientrano nel capitolo 08 sottocapitolo 01, qui riportato per completezza:

08 RIFIUTI DELLA PRODUZIONE, FORMULAZIONE, FORNITURA ED USO DI RIVESTIMENTI (PITTURE, VERNICI E SMALTI VETRATI), ADESIVI, SIGILLANTI E INCHIOSTRI PER STAMPA

08 01 rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso e della rimozione di pitture e vernici

08 01 11* pitture e vernici di scarto, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose
08 01 12 pitture e vernici di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 11
08 01 13* fanghi prodotti da pitture e vernici, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose
08 01 14 fanghi prodotti da pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 08 01 13
08 01 15* fanghi acquosi contenenti pitture e vernici, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose
08 01 16 fanghi acquosi contenenti pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 08 01 15
08 01 17* fanghi prodotti dalla rimozione di pitture e vernici, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose
08 01 18 fanghi prodotti dalla rimozione di pitture e vernici, diversi da quelli di cui alla voce 08 01 17
08 01 19* sospensioni acquose contenenti pitture e vernici, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose
08 01 20 sospensioni acquose contenenti pitture e vernici, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 19
08 01 21* residui di vernici o di sverniciatori
08 01 99 rifiuti non specificati altrimenti

3.7. Bibliografia

Azko Nobel, 1999. *Complete Guide to Powder Coatings - Issue I*.

Biller, K., 2011. Next Revolution in Powder Coating Technology: Conquering Plastic Substrates. *Powder Coated Tough*, Summer. pp.16-21.

Brock, Groteklaes & Mischke, 2000. *European Coatings Handbook*. Hannover: Vincentz.

Collander, D.R., n.d. *Everything You Wanted to Know About Fluidized Beds*. [Online].

Crea, P., 1996. Automotive Powder Coating - The automotive market and its requirements for powders. *Products Finishing*.

Dumain, E.D. et al., 1999. Cure behaviour of polyester-acrylate hybrid powder coatings. *Journal of coatings technology*, giugno. pp.69-75.

Eclipse Combustion, 1992. *Eclipse Guide to Curing Powder Coatings with Gas-Fired Equipment*. Publication SP-421. Rockford, IL.

Fawer, B., 1993. Future trends in powder chemistries point to new markets for powder coating.

Junestam, P., Gamstedt, K., Ristinmaa, M. & Stahlberg, D., 2005. *Micromechanical Modeling of Thermoset Powder Coating Using Finite Element Analysis*. Lund (SVE).

Kiefer, S.L., 2004. Powder Coating Material Developments Promise New Opportunities for Finishers. *Metal Finishing*, January. pp.35-37.

Liberto, N., 2003. *User's Guide to Powder Coating - Fourth Edition*. Society of Manifacturing Engineers.

Pham, H.Q. & Marks, M.J., 2002. Epoxy Resins. In *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*. john Wiley & Sons, Inc. ed.

Ramis, X., Salla, J.M., Cadenato, A. & Morancho, J.M., 2003. Simulation of Isothermal Cure of a Powder Caoating - Non-isothermal DSC experiments. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, pp.707-18.

Rossini, T., 2004. *Le vernici in polvere esenti da TGIC*. Metal Cleaning & Finishing.

Sabreen, S., 2009. Powder Coating - Recent Advancements for Industrial Plastics Applications. *Technology feature*.

SpecialChem, 2009. *http://www.specialchem4coatings.com/tc/powder-coatings/*. [Online] [Accessed dicembre 2011].

Stirewalt, T. & Rijkse, K., 2011. Powder Chemistries. *Products Finishing*, September.

Talbert, R., 2010. *Powder Coating Manual*. Madison, AL: Chemical Coaters Association International.

Talbert, R., 2011. Fundamentals of Powder Coating. *Products Finishing Magazine*.

Utech, B., 2002. *Coating, A Guide to High-performance Powder*. Society of manufacturing Engineers.

4. Il caso studio:
piattaforma trattamento rifiuti ValleSabbiaServizi

Sommario

4.1. L'impianto di Vallesabbia Servizi 9

4.1.1. Il sito 9

4.1.2. I rifiuti trattati 11

4.1.3. Processi ed impianti 13

4.1.3.1. D9 - Attività di inertizzazione ed omogeneizzazione 13

4.1.3.1.1. Carico dei rifiuti 14

4.1.3.1.2. Stoccaggio dei reagenti 14

4.1.3.1.3. Dosaggio reagenti e maturazione 15

4.1.3.2. D13, D14 e D15 - Stoccaggio, raggruppamento preliminare e ricondizionamento 15

4.1.3.2.1. Impianto di triturazione sacconi contenenti polveri 17

4.1.3.2.2. Impianto pressa oleodinamica 17

4.1.3.3. R4, R5 e R13 - Attività di recupero e messa in riserva 17

4.2. Analisi dei rifiuti analizzati presso ValleSabbiaServizi 18

4.2.1. Introduzione 18

4.2.2. Analisi dei dati per tipologia di rifiuto 18

4.2.2.1. Analisi dei rifiuti in ingresso 23

4.2.2.1.1. CER 060502*: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose 23

4.2.2.1.2. CER 060503: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 06 05 02 26

4.2.2.1.3. CER 061302*: carbone attivato esaurito (tranne 06 07 02) 29

4.2.2.1.4. CER 080111*: pitture e vernici di scarto, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose 32

4.2.2.1.5. CER 080112*: pitture e vernici di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 11 35

4.2.2.1.6. CER 080201*: polveri di scarto di rivestimenti 38

4.2.2.1.7. CER 100207*: rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose 41

4.2.2.1.8. CER 110109*: fanghi e residui di filtrazione, contenenti sostanze pericolose 44

4.2.2.1.9. CER 110110: fanghi e residui di filtrazione, diversi da quelli di cui alla voce 11 01 09 47

4.2.2.1.10. CER 120104: polveri e particolato di materiali non ferrosi 50

4.2.2.1.11. CER 120114*: fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose 53

4.2.2.1.12. CER 120115: fanghi di lavorazione, diversi da quelli di cui alla voce 12 01 14 56

4.2.2.1.13. CER 120116*: materiale abrasivo di scarto, contenente sostanze pericolose 59

4.2.2.1.14. CER 120117: materiale abrasivo di scarto, diverso da quello di cui alla voce 12 01 16 62

4.2.2.1.15. CER 120118*: fanghi metallici (fanghi di rettifica, affilatura e lappatura) contenenti olio 65

4.2.2.1.16. CER 150203*: assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02 ... 68
4.2.2.1.17. CER 160303*: rifiuti inorganici, contenenti sostanze pericolose ... 71
4.2.2.1.18. CER 160304: rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 03 ... 74
4.2.2.1.19. CER 160305*: rifiuti organici, contenenti sostanze pericolose ... 77
4.2.2.1.20. CER 161104: altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti dalle lavorazioni metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 16 11 03 ... 80
4.2.2.1.21. CER 170503*: terra e rocce, contenenti sostanze pericolose ... 83
4.2.2.1.22. CER 170903*: altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose ... 86
4.2.2.1.23. CER 190205*: fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, contenenti sostanze pericolose ... 89
4.2.2.1.24. CER 190813*: fanghi contenenti sostanze pericolose prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali ... 92
4.2.2.1.25. CER 190814: fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13 ... 95
4.2.2.2. Analisi dei rifiuti in uscita ... 98
4.2.2.2.1. CER 190203: miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi ... 98
4.2.2.2.2. CER 190204*: miscugli di rifiuti contenenti almeno un rifiuto pericoloso ... 101
4.2.2.2.3. CER 190305: rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04 ... 104
4.2.2.2.4. CER 191211*: altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, contenenti sostanze pericolose ... 107
4.2.2.2.5. CER 191212: altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11 ... 110
4.2.3. Analisi dei dati per parametro ... 113
4.2.3.1. Alluminio ... 115
4.2.3.2. Antimonio ... 116
4.2.3.3. Arsenico ... 118
4.2.3.4. Bario ... 120
4.2.3.5. Cadmio ... 122
4.2.3.6. Cobalto ... 125
4.2.3.7. Cromo ... 126
4.2.3.8. Mercurio ... 129
4.2.3.9. Molibdeno ... 132
4.2.3.10. Nichel ... 134
4.2.3.11. Piombo ... 137
4.2.3.12. Rame ... 139
4.2.3.13. Selenio ... 143
4.2.3.14. Zinco ... 145
4.2.3.15. Cianuri ... 148
4.2.3.16. Fenoli ... 149
4.2.3.17. Oli minerali ... 150
4.2.3.18. Cloruri ... 152
4.2.3.19. Fluoruri ... 154
4.2.3.20. Solfati ... 156
4.2.3.21. DOC ... 158
4.2.3.22. TDS ... 160

Indice delle tabelle

TABELLA 4.1 - TRATTAMENTI AUTORIZZATI ALLA DITTA VALLESABBIASERVIZI 11
TABELLA 4.2 - CAPACITÀ DI TRATTAMENTO AUTORIZZATIAAL COMPLESSO IPPC VALLESABBIASERVIZI 12
TABELLA 4.3 - CODICI CER RIFIUTI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO 19
TABELLA 4.4 - CODICI CER RIFIUTI IN USCITA DLL'IMPIANTO 20
TABELLA 4.5 - RIFIUTO CER 060502* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 24
TABELLA 4.6 - RIFIUTO CER 060502* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 25
TABELLA 4.7 - RIFIUTO CER 060503 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 27
TABELLA 4.8 - RIFIUTO CER 060503 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 28
TABELLA 4.9 - RIFIUTO CER 061302* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 30
TABELLA 4.10 - RIFIUTO CER 061302* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 31
TABELLA 4.11 - RIFIUTO CER 080111 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 33
TABELLA 4.12 - RIFIUTO CER 080111 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 34
TABELLA 4.13 - RIFIUTO CER 080112* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 36
TABELLA 4.14 - RIFIUTO CER 080112* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 37
TABELLA 4.15 - RIFIUTO CER 080201* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 39
TABELLA 4.16 - RIFIUTO CER 080201* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 40
TABELLA 4.17 - RIFIUTO CER 100207* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 42
TABELLA 4.18 - RIFIUTO CER 100207* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 43
TABELLA 4.19 - RIFIUTO CER 110109* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 45
TABELLA 4.20 - RIFIUTO CER 110109* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 46
TABELLA 4.21 - RIFIUTO CER 110110 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 48
TABELLA 4.22 - RIFIUTO CER 110110 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 49
TABELLA 4.23 - RIFIUTO CER 120104 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 51
TABELLA 4.24 - RIFIUTO CER 120104 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 52
TABELLA 4.25 - RIFIUTO CER 120114* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 54
TABELLA 4.26 - RIFIUTO CER 120114* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 55
TABELLA 4.27 - RIFIUTO CER 120115 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 57
TABELLA 4.28 - RIFIUTO CER 120115 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 58
TABELLA 4.29 - RIFIUTO CER 120116* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 60
TABELLA 4.30 - RIFIUTO CER 120116* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 61
TABELLA 4.31 - RIFIUTO CER 120117 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 63
TABELLA 4.32 - RIFIUTO CER 120117 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 64
TABELLA 4.33 - RIFIUTO CER 120118* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 66
TABELLA 4.34 - RIFIUTO CER 120118* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 67
TABELLA 4.35 - RIFIUTO CER 150203* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 69
TABELLA 4.36 - RIFIUTO CER 150203* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 70
TABELLA 4.37 - RIFIUTO CER 160303* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 72
TABELLA 4.38 - RIFIUTO CER 160303* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 73
TABELLA 4.39 - RIFIUTO CER 160304 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 75
TABELLA 4.40 - RIFIUTO CER 160304 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 76
TABELLA 4.41 - RIFIUTO CER 160305* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 78
TABELLA 4.42 - RIFIUTO CER 160305* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 79
TABELLA 4.43 - RIFIUTO CER 161104 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 81
TABELLA 4.44 - RIFIUTO CER161104 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 82
TABELLA 4.45 - RIFIUTO CER 170503* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 84
TABELLA 4.46 - RIFIUTO CER 170503* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 85
TABELLA 4.47 - RIFIUTO CER 170903* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 87
TABELLA 4.48 - RIFIUTO CER 170903* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 88
TABELLA 4.49 - RIFIUTO CER 190205* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 90
TABELLA 4.50 - RIFIUTO CER 190205* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 91
TABELLA 4.51 - RIFIUTO CER 190813* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 93
TABELLA 4.52 - RIFIUTO CER 190813* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 94
TABELLA 4.53 - RIFIUTO CER 190814 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 96
TABELLA 4.54 - RIFIUTO CER 190814 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 97
TABELLA 4.55 - RIFIUTO CER 190203 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 99
TABELLA 4.56 - RIFIUTO CER 190203 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 100
TABELLA 4.57 - RIFIUTO CER 190204* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 102

TABELLA 4.58 - RIFIUTO CER 190204* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 103
TABELLA 4.59 - RIFIUTO CER 190305 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 105
TABELLA 4.60 - RIFIUTO CER 190305 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 106
TABELLA 4.61 - RIFIUTO CER 191211* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 108
TABELLA 4.62 - RIFIUTO CER 191211* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 109
TABELLA 4.63 - RIFIUTO CER 191212 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE 111
TABELLA 4.64 - RIFIUTO CER 191212 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA 112
TABELLA 4.65 - CODICI CER RIFIUTI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO CONSIDERATI NELL'ANALISI DEI DATI PER PARAMETRO 114
TABELLA 4.65 - CODICI CER RIFIUTI IN USCITA DALL'IMPIANTO CONSIDERATI NELL'ANALISI DEI DATI PER PARAMETRO 114

Indice delle figure

FIGURA 4.1 - PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO VALLESABBIASERVIZI AD AGNOSINE (BS) 10
FIGURA 4.2 - SCHEMA DEL PROCESSO DI INERTIZZAZIONE 14
FIGURA 4.3 - SCHEMA DI FLUSSO DELLE E PROVE DEI CONTROLLI PRELIMINARI 16

Indice dei grafici

GRAFICO 4.1 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ALLUMINIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE 115
GRAFICO 4.2 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 117
GRAFICO 4.3 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 117
GRAFICO 4.4 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 118
GRAFICO 4.5 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 119
GRAFICO 4.6 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 119
GRAFICO 4.7 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 120
GRAFICO 4.8 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI BARIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 121
GRAFICO 4.9 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI BARIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 121

GRAFICO 4.10 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CADMIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORE LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO 123
GRAFICO 4.11 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CADMIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 123
GRAFICO 4.12 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CADMIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 124
GRAFICO 4.13 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI COBALTO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO 125
GRAFICO 4.14 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO VI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 127
GRAFICO 4.15 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO TOTALE NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE 127
GRAFICO 4.16 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO TOTALE NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 128
GRAFICO 4.17 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO TOTALE NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 128
GRAFICO 4.18 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MERCURIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 130
GRAFICO 4.19 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MERCURIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 130
GRAFICO 4.20 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MERCURIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 131
GRAFICO 4.21 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MOLIBDENO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 133
GRAFICO 4.22 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MOLIBDENO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 133
GRAFICO 4.23 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI NICHEL NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO 135
GRAFICO 4.24 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI NICHEL NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 135
GRAFICO 4.25 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI NICHEL NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 136
GRAFICO 4.26 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI PIOMBO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 138
GRAFICO 4.27 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI PIOMBO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 138
GRAFICO 4.28 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI PIOMBO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 139
GRAFICO 4.29 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME SOLUBILE IN ACQUA NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 141
GRAFICO 4.30 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE 141
GRAFICO 4.31 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 142

GRAFICO 4.32 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 142
GRAFICO 4.33 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SELENIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 143
GRAFICO 4.34 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SELENIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 144
GRAFICO 4.35 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SELENIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 144
GRAFICO 4.36 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ZINCO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO 146
GRAFICO 4.37 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ZINCO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 147
GRAFICO 4.38 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ZINCO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 147
GRAFICO 4.39 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CIANURI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 148
GRAFICO 4.40 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI FENOLI TOTALI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO 149
GRAFICO 4.41 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI OLI MINERALI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO 151
GRAFICO 4.42 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CLORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 153
GRAFICO 4.43 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CLORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 153
GRAFICO 4.44 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI FLUORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 155
GRAFICO 4.45 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI FLUORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 155
GRAFICO 4.46 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SOLFATI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 157
GRAFICO 4.47 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SOLFATI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 157
GRAFICO 4.48 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI DOC NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 159
GRAFICO 4.49 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI DOC NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 159
GRAFICO 4.50 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI TDS NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005 161
GRAFICO 4.51 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI TDS NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010 161

4.1. L'impianto di Vallesabbia Servizi

La società ValleSabbiaServizi s.r.l. con sede in Agnosine (BS) in Località Fondi 73/75 opera ormai da tempo nel campo dello smaltimento rifiuti provenienti da terzi.

La Regione Lombardia ha autorizzato nel 1994 "la costruzione e l'esercizio di un impianto di trattamento di rifiuti speciali" e nel 1997 "ha approvato la "modifica dell'impianto già autorizzato per lo stoccaggio provvisorio, cernita, recupero e pretrattamento di rifiuti speciali assimilabili ali urbani e rifiuti urbani pericolosi e per lo stoccaggio provvisorio di rifiuti speciali e/o tossico nocivi provenienti da terzi". Con provvedimento provinciale del 28/04/2004, alla ditta è stato concesso il rinnovo dell'autorizzazione all'esercizio dell'impianto per ulteriori 5 anni.
L'impianto ha quindi ottenuto l'Autorizzazione Integrata Ambientale (IPPC), integrata con Decreto regionale n.6771 del 23/06/2008.

4.1.1. Il sito

L'impianto in argomento è costituito da 2 capannoni uniti tra loro, costruiti in due fasi successive, il primo (capannone 1) realizzato nel 1994 ed il secondo (capannone 2) costruito nel 2004, per una superficie complessiva di circa 5000 m^2.
In essi, ValleSabbiaServizi dispone di un impianto di trattamento, cernita, recupero e pretrattamento e per lo stoccaggio provvisorio di rifiuti speciali non pericolosi, pericolosi e/o tossico nocivi. Inoltre la ditta dispone di un parco di automezzi propri, di attrezzature per la riduzione volumetrica e la movimentazione di materiali e rifiuti.

Presso l'impianto sono presenti 8 buche e 8 box, come meglio di seguito specificato.

All'interno del capannone 1 vi sono:
- 8 buche per lo stoccaggio dei rifiuti;
- 2 aree dedicate allo stoccaggio di rifiuti confezionati pericolosi;
- 2 aree dedicate allo stoccaggio di rifiuti confezionati non pericolosi;

In esso è presente anche un'area coperta e chiusa, con accesso solo dall'esterno dedicata allo stoccaggio di rifiuti infiammabili (resistenza al fuoco REI 120).
Le buche sopracitate sono in cemento armato, interrate e sono dotate di un accesso dall'esterno, attraverso appositi portoni a chiusura scorrevole, e di idonei dispositivi di captazione di aeriformi. Il volume di ognuna è pari a circa 290 m^3.

All'esterno del capannone trovano alloggio, in un bacino di contenimento in calcestruzzo, i 7 silos di stoccaggio dei rifiuti liquidi. Questi hanno dimensione variabile: 4 hanno capacità di circa 63 m^3, 2 di circa 30 m^3 ed 1 di circa 10 m^3.

All'interno del capannone 2 vi sono invece:

- 8 box lo stoccaggio dei rifiuti;
- 1 zona travaso polveri, dove sono sottoposti a ricondizionamento tutti i materiali confezionati potenzialmente polverulenti;
- 1 zona travaso solventi, dove sono sottoposti a travaso e confezionamento i rifiuti contenenti solventi;
- 1 area dedicata allo stoccaggio di rifiuti confezionati pericolosi;
- 1 area destinata al recupero.

Gli 8 box destinati allo stoccaggio di rifiuti solidi sfusi o confezionati sono realizzati in cemento armato, per un volume medio di 290 m^3. ognuno, allestiti con idonei dispositivi di captazione di aeriformi e accessibili solo dall'interno del capannone. Queste ultime caratteristiche permettono di assicurare un miglior presidio ambientale per le emissioni di polveri diffuse che possono generarsi in fase di carico e scarico dei materiali polverulenti a cui i box sono dedicati.

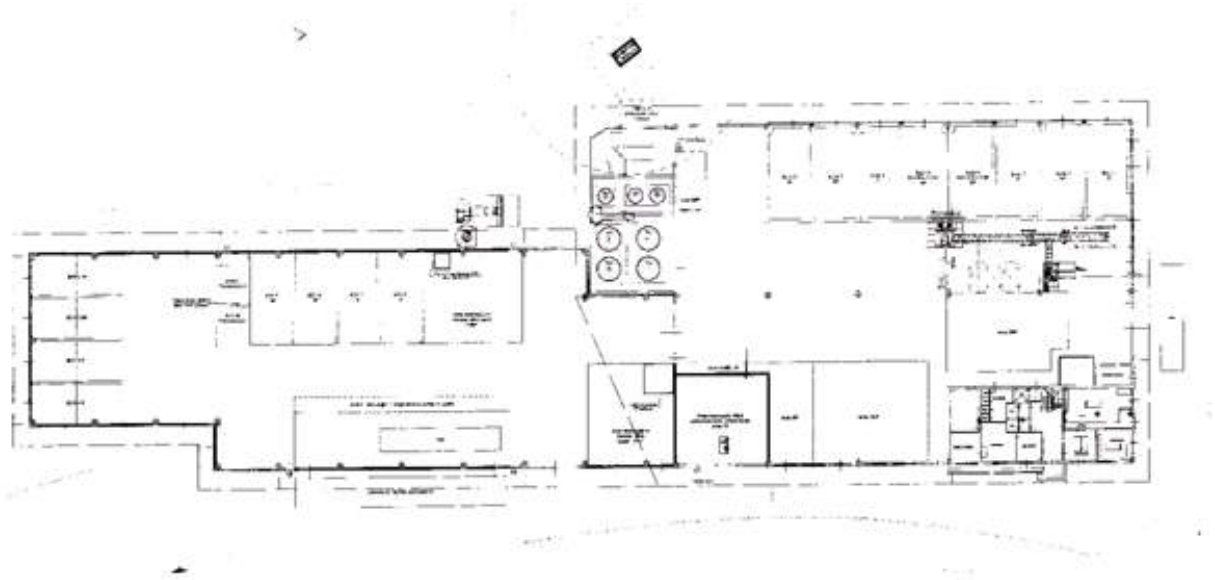


FIGURA 4.1 - PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO VALLESABBIASERVIZI AD AGNOSINE (BS)

4.1.2. I rifiuti trattati

Il complesso di ValleSabbiaServizi è autorizzato secondo le seguenti quantità:

TABELLA 4.1 - TRATTAMENTI AUTORIZZATI ALLA DITTA VALLESABBIASERVIZI

Descrizione	Codice attività	Potenzialità (t/anno) o vol. max dei rifiuti (m^3)
Trattamento di recupero e smaltimento	D9, D13,D14 D15 R3,R4, R5, R13	62.302 t/anno
Trattamento rifiuti solidi speciali non tossico nocivi mediante inertizzazione	D9	Max 40.000 t/anno di cui almeno 10.000 di rifiuti NP (comprese nelle 62.302 totali)
Stoccaggio rifiuti destinati a recupero	R13	360 m^3
Stoccaggio rifiuti destinati a trattamento e/o smaltimento	D13, D14, D15	1495 m^3
Stoccaggio oli esausti destinati a smaltimento e/o recupero	D13, D14, D15 R13	126 m^3
Stoccaggio di rifiuti pericolosi destinati a smaltimento	D13, D14, D15	600 m^3
Stoccaggio di rifiuti con cloro organico > 2%	D13, D14, D15	100 m^3
Stoccaggio di rifiuti contenenti PCB	D13, D14, D15	30 m^3

Classificando le diverse attività in IPPC e non IPPC si può ricavare la capacità di trattamento autorizzata del complesso IPPC ValleSabbiaServizi.

TABELLA 4.2 - CAPACITÀ DI TRATTAMENTO AUTORIZZATIAAL COMPLESSO IPPC VALLESABBIASERVIZI

n. ordine attività	tipo operazione svolta		capacità autorizzata		
	operazione	prodotto	t/a	t/g	m^3
1	D9		40.000		
	D13		62.302		600
	D14		62.302		600
	D15		62.302		600
2	D9		40.000		
3	D13		62.302		1495
	D14		62.302		1495
	D15		62.302		1495
4	R3		62.302		
	R4		62.302		
	R5		62.302		
	R13				360

La capacità di progetto dell'impianto di trattamento chimico fisico (D9) è stata calcolata a partire dalla capacità oraria di targa degli impianti e da un utilizzo prolungato su tre turni (24 ore al giorno) degli stessi per circa 250 giorni annui:

$$20 \text{ t/h} \cdot 8 \text{ h/turno} \cdot 3 \text{ turni} \cdot 250 \text{ g/anno} = 120.000 \text{ t/anno}$$

Per il calcolo della capacità di progetto delle operazioni D13, D14 e D15 si è fatto un calcolo basato sulle capacità di movimentazione dei rifiuti in relazione alla disponibilità di personale presente in impianto, in quanto questo, attualmente, è il vincolo che maggiormente limita le potenzialità dell'impianto stesso.
È stata valutata una possibilità di movimentazione di circa 5 mezzi ora, stimando la portata di ogni mezzo in 30 tonnellate cadauno. Date le modalità di conferimento rifiuti, tramite mezzi su gomma, si è ipotizzato un tempo massimo di operatività dell'impianto di circa 10 ore al giorno per 250 giorni all'anno.

$$5 \text{ mezzi/h} \cdot 30 \text{ t/mezzo} \cdot 10 \text{ h/giorno} \cdot 250 \text{ giorni/anno} = 375.000 \text{ t/anno}$$

Relativamente alle operazioni di recupero (R), essendo il limite calcolato per le operazioni D13, D14 e D15 vincolato dalle capacità di gestione e movimentazione, i valori di capacità progettuale è compreso nei limiti sopraindicati.

Per la definizione della capacità di esercizio, non potendo individuare nei trascorsi un esercizio standard che ben rappresentasse la reale capacità di esercizio dell'impianto, si è proceduto moltiplicando la capacità oraria dichiarata per il calcolo delle capacità di progetto, per il tempo reale di funzionamento dell'impianto (8 ore al giorno per 250 giorni anno). La capacità di esercizio dell'impianto di trattamento chimico fisico (D9) dunque è stimata come segue:

$$20 \text{ t/h} \cdot 8 \text{ h/giorno} \cdot 250 \text{ g/anno} = 40.000 \text{ t/anno}$$

Per tutte le operazioni di tipo manuale le ore di lavoro vengono decurtate di 0,5 ore calcolate per il riposo fisiologico degli operatori. Dunque la capacità di esercizio per le operazioni D13, D14 e D15 (comprese le operazioni (R3, R4, R5 e R13) diviene:

$$5 \text{ mezzi} \cdot 30 \text{ t/mezzo} \cdot 7{,}5 \text{ h/giorno} \cdot 250 \text{ giorni/anno} = 281.250 \text{ t/anno}$$

Si può notare come l'effettiva capacità di esercizio dell'impianto sia ampiamente superiore alle capacità di esercizio autorizzate dell'impianto; pertanto sarebbe possibile portare i limiti autorizzati ad un valore ragionevolmente commisurato alle esigenze del mercato di 90000 t/annue globali di cui al massimo 40000 per operazioni di trattamento D9.

4.1.3. Processi ed impianti

Gli impianti presenti nel complesso ValleSabbiaServizi Srl possono essere così sintetizzati:

- M1 Macchina taglia sacconi
- M2 Pressa oleodinamica - schiacciafusti
- M3 Trituratore a 2 alberi
- M4 Trituratore a 3 alberi
- M5 Miscelatore inertizzatore
- M6 Cabina di travaso liquidi
- M7 Cabina di travaso solidi
- M8 Vaglio
- M9 Pompe per il carico/scarico rifiuti liquidi
- M10 Ventilatore a servizio dell'emissione E1
- M11 Ventilatore a servizio dell'emissione E2
- M12 Caldaia per il riscaldamento n°1
- M13 Caldaia per il riscaldamento n°2

A servizio della movimentazione dei rifiuti sono presenti nel complesso 2 carro ponte dotati di benna, 3 muletti elettrici ed 1 pala gommata.
L'utilizzo di questi impianti consente di svolgere tutte le attività di Vallesabbiaservizi.

4.1.3.1. D9 - Attività di inertizzazione ed omogeneizzazione

L'impianto di inertizzazione (M5), già realizzato con autorizzazione Regionale n.V/50780 del 7/04/1994, tratta, mediante inertizzazione, rifiuti in forma fisica diversa e precisamente in polvere, palabili sfusi e pompabili. L'impianto può lavorare in continuo per 8 h/g per 5 gg/settimana; la potenzialità oraria è pari a 20 tonnellate orarie.

L'impianto è stato costruito all'interno del fabbricato esistente in zona adiacente le vasche di stoccaggio solidi impiegando moderne tecnologie, sulla scorta di esperienze teoriche e pratiche maturate in precedenti e analoghe applicazioni; è composto dalle sezioni schematizzate in figura.

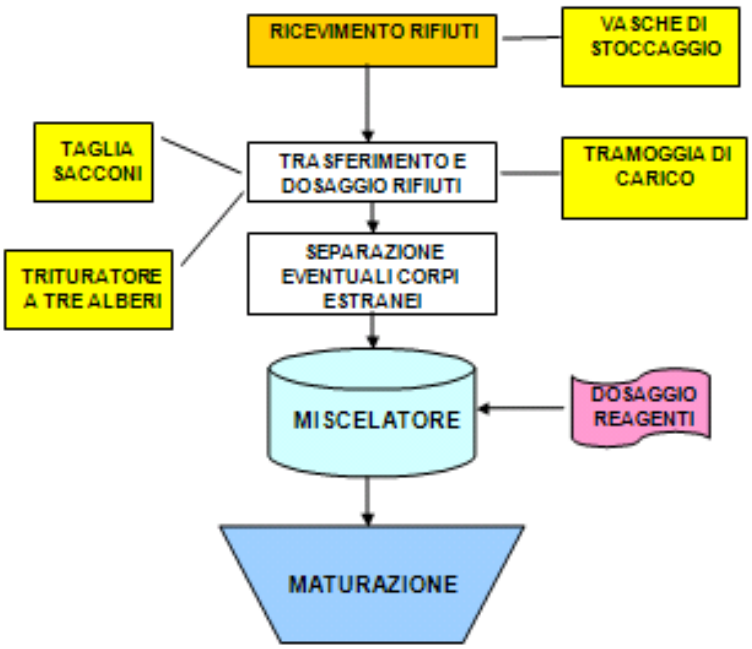


FIGURA 4.2 - SCHEMA DEL PROCESSO DI INERTIZZAZIONE

L'impianto di inertizzazione tratta, rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi.
I rifiuti palabili sfusi e pellettizzati vengono conferiti all'impianto a mezzo di autocarri con cassoni ribaltabili e scaricati, previa accettazione, nelle vasche di stoccaggio nella zona adiacente le tramogge di carico da dove, mediante carroponte a benna idraulica, vengono prelevati e caricati in quelle di alimentazione all'impianto di trattamento. I rifiuti in polvere vengono accettati solo ed esclusivamente se confezionati in sacconi in materiale plastico con capacità pari ad un metro cubo e stoccati successivamente nel capannone in attesa di essere avviati alla lavorazione.

4.1.3.1.1. Carico dei rifiuti

I rifiuti sfusi vengono caricati nella tramoggia di alimentazione dell'impianto di inertizzazione dalla quale, mediante nastro estrattore a tapparelle metalliche a portata variabile vengono trasferiti sopra un nastro trasportatore inclinato realizzato con telaio autoportante e tappeto in gomma. La funzione del nastro in gomma è di convogliare i rifiuti al mescolatore.
I sacconi contenenti rifiuti polverulenti vengono dapprima aperti grazie ad un impianto automatico di taglio sacconi e ad un trituratore di sacconi e successivamente la polvere viene inviata al mescolatore utilizzando nastri di trasporto e coclee.

4.1.3.1.2. Stoccaggio dei reagenti

I reagenti utilizzati nel processo di inertizzazione per rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi non tossico nocivi, sono cemento, calce idrata e silicato di sodio in soluzione in percentuali da definire.

Il cemento è stoccato in un silo ad asse verticale e fondo conico avente capacità pari a circa 50 m^3 completo di filtro a maniche autopulenti e controllo elettronico di livello.

Il sistema di caricamento del silo è ottenuto mediante trasporto pneumatico effettuato direttamente dagli automezzi di trasporto. Sul fondo del silo è montata una coclea a portata variabile motorizzata che estrae il contenuto dal silo e lo dosa al mescolatore. Il trasferimento del cemento dal silo al mescolatore avviene mediante coclea con flangia a tenuta stagna sia sul silo che sulla bocca di carico del mescolatore per assicurare la perfetta tenuta ed escludere la fuoriuscita di materiale polverulento.

La calce idrata è stoccata in un silo ad asse verticale a fondo conico avente le medesime caratteristiche di quello utilizzato per il cemento ed i trasferimenti, della calce idrata, avvengono seguendo le medesime fasi ed utilizzando le stesse apparecchiature già sopra descritte, inerenti al trasferimento del cemento.

Il silicato di sodio è stoccato in un serbatoio completo di indicatore di livello e selle di sostegno collocato fuori terra e contenuto in una vasca di contenimento atta a raccogliere eventuali perdite di materiale che si dovessero verificare durante le operazioni di carico del materiale o di utilizzo dello stesso. Il reagente in oggetto è una soluzione acquosa di silicato di sodio, privo di componenti ed impurità comportanti pericolo, con pH pari a 10,5 non corrosivo e stoccabile in contenitori di acciaio al carbonio.
Il dosaggio del reagente al mescolatore avviene mediante pompa volumetrica a portata variabile.

4.1.3.1.3. Dosaggio reagenti e maturazione

Contemporaneamente i reagenti liquidi e in polvere, i rifiuti da trattare palabili o polverulenti, vengono trasferiti dai rispettivi stoccaggi al reattore miscelatore dove avviene una intima miscelazione la quale risulta essere la condizione indispensabile per innescare la reazione di inertizzazione. Il mescolatore a batch garantisce la possibilità di modulare il tempo di contatto necessario ad una perfetta omogeneizzazione dei materiali in esso introdotti allo scopo di facilitare l'insorgere dei legami chimici e fisico-chimici di inertizzazione. Le reazioni che avvengono non producono aumento di temperatura, si svolgono a pressione atmosferica, non causano aumento di pressione e non generano emissioni di vapori o emissioni di gas.

Conclusa la fase di mescolamento il fango viene espulso dal mescolatore e cade direttamente nella vasca sottostante, spostato con la benna nella vasca ad esso dedicata dove viene lasciato maturare per 24 - 48 ore. Dopo la maturazione i rifiuti inertizzati e testati chimicamente, vengono caricati su appositi automezzi mediante carroponte per il trasferimento alla destinazione finale.

4.1.3.2. D13, D14 e D15 - Stoccaggio, raggruppamento preliminare e ricondizionamento

Le sezioni di stoccaggio, raggruppamento preliminare e di ricondizionamento sono costituite da tutte le strutture di stoccaggio presenti nell'impianto (vasche interrate, box, serbatoi, aree allestite, ecc.) e dai dispositivi, macchinari e mezzi idonei per condurre tutte le operazioni necessarie:

- impianti per la gestione di rifiuti polverulenti (trituratore e taglio sacconi);
- sezione travaso polveri (M7);
- sezione travaso rifiuti contenenti solventi (M6);
- pressa oleodinamica (M2);
- trituratori (M3, M4);
- omogeneizzatori (M5).

La miscelazione, o raggruppamento preliminare, viene limitata esclusivamente alle categorie di rifiuti che, pur provenendo da cicli produttivi diversi, presentano caratteristiche chimico-fisiche analoghe (ad es. i casi sopra citati dei fanghi da impianti di depurazione delle acque reflue e dei rifiuti derivanti dal trattamento delle emissioni aeriformi) e, soprattutto, il medesimo trattamento finale.

Allo scopo di ottemperare alle prescrizioni della AIA Regione Lombardia N°6771/2008, nonché di assicurare le operazioni di raggruppamento dei materiali facenti parte di una partita in condizioni di sicurezza (ovvero evitando l'eventuale contatto di materiali incompatibili), viene effettuato un controllo preventivo di raggruppamento dei rifiuti destinati a costituire la partita stessa.
Le prove di contatto vengono condotte in tutti i casi in cui la gestione dei rifiuti condotta sulle sezioni inertizzazione e di samltimento/recupero preveda un'effettiva miscelazione di materiali con origine e provenienza diversa allo scopo di produrre miscele di rifiuti ottimizzate ai fini del recupero e/o smaltimento. Per maggiore cautela le prove di miscelazione vengono condotte su tutti i rifiuti per ciascuna sezione, solidi e liquidi, previsti nel Programma dei conferimenti.

Di seguito si rappresenta lo schema di flusso che evidenzia le prove e controlli preliminari svolti da ValleSabbiaServizi per determinare il destino interno dei rifiuti e le operazioni di smaltimento/recupero a cui sottoporlo.

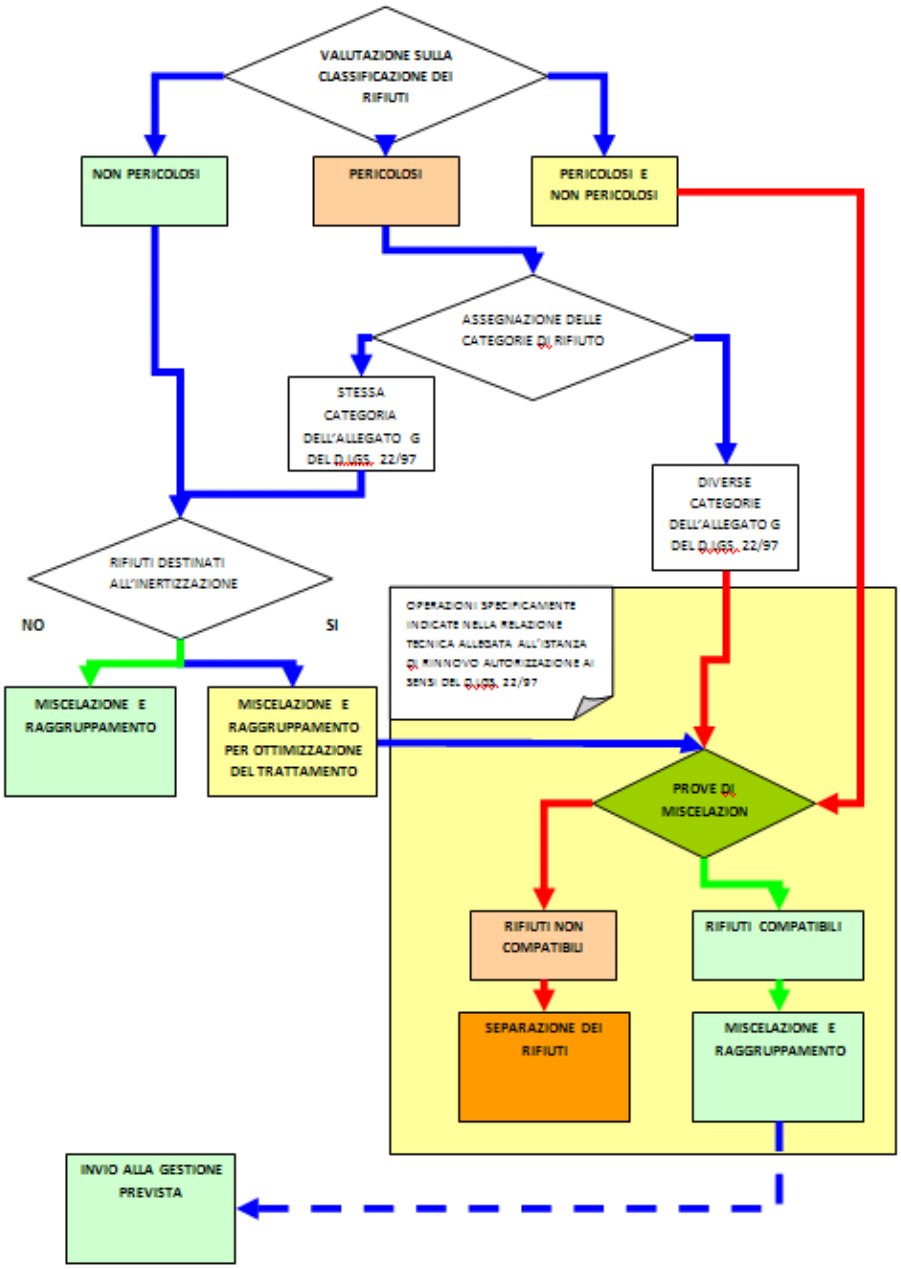


FIGURA 4.3 - SCHEMA DI FLUSSO DELLE E PROVE DEI CONTROLLI PRELIMINARI

4.1.3.2.1. Impianto di triturazione sacconi contenenti polveri

I rifiuti polverulenti in sacconi che ne contengono altri (sacconi "sottoconfezionati") vengono destinati alla linea di triturazione sacconi. I sacconi che contengono rifiuti polverulenti non "sottoconfezionati", vengono inviati alla linea di taglio automatico.

L'impianto di triturazione è montato all'interno del capannone in zona adiacente l'impianto di inertizzazione ed opera in modalità discontinua con una potenzialità massima pari a 20 sacconi/ora.
Lo scopo di questo impianto è quello di triturare rifiuti anche polverulenti contenuti in sacconi plastici aventi capacità di 1 mc. circa, conferiti all'impianto solo ancora da ricondizionare.
I sacconi vengono scaricati dall'automezzo, previa accettazione e dopo essere stati contrassegnati con un'etichetta su cui viene riportato il produttore, il codice e la classificazione del rifiuto; vengono poi stoccati all'interno del capannone in attesa di essere avviati alla lavorazione.
I sacconi da triturare vengono quindi inseriti nella tramoggia di carico utilizzando un carrello elevatore, mentre la macchina è ferma. Il carico viene convogliato sul corpo macinante il quale è costituito da una camera di macinazione che contiene tre alberi rotanti muniti di lame circolari ad un becco.
I primi due alberi portano il materiale verso il centro, le lame agganciano il saccone per mezzo dei becchi disposti sulla loro circonferenza e lo tagliano. Il materiale passato attraverso le lame dei primi due alberi viene raccolto da una griglia sottostante e riportato dal terzo albero in zona di macinazione; man mano le dimensioni del prodotto si riducono fino a passare attraverso i fori della griglia e ad essere quindi scaricato in basso.

4.1.3.2.2. Impianto pressa oleodinamica

L'impianto, montato all'interno del capannone, viene utilizzato per ridurre il volume occupato dai rifiuti metallici. Ha una capacità di 20-30 fusti/ora e prevede che sia il carico che lo scarico siano manuali.
Una volta avviato dall'operatore , l'impianto funziona automaticamente; quindi il fusto pressato viene scaricato per poi essere stoccato in apposito bancale. La bocca di carico della pressa è dimensionata per contenere un fusto per volta, quindi non vi è possibilità di sovraccarico.

4.1.3.3. R4, R5 e R13 - Attività di recupero e messa in riserva

Le sezioni di recupero e messa in riserva sono costituite da tutte le strutture di stoccaggio presenti nell'impianto (vasche interrate, box, serbatoi, aree allestite, ecc.) e dai dispositivi, macchinari e mezzi idonei per condurre tutte le operazioni necessarie, quali i nastri deferrizzatori, posti sui nastri trasportatori dell'impianto di miscelazione/inertizzazione, ed i vagli.

Per quanto attiene la semplice messa in riserva R13, si rimanda alle considerazioni sopracitate inerenti all'attività di stoccaggio D15, in quanto in tale caso il rifiuto viene semplicemente raggruppato per un successivo trattamento di recupero.

Le operazioni di recupero vero e proprio autorizzate presso l'impianto invece sono semplicemente operazioni di stoccaggio, cernita, trattamento ed adeguamento volumetrico.

4.2. Analisi dei rifiuti analizzati presso ValleSabbiaServizi

4.2.1. Introduzione

Prima della ricezione dei rifiuti all'impianto deve essere verificata l'accettabilità degli stessi e l'effettiva compatibilità con quelli già presenti nelle diverse aree di stoccaggio. Tale verifica avviene attraverso analisi di Caratterizzazione di base o omologa dei rifiuti.
L'omologa dei rifiuti consiste nell'identificazione di tutte le caratteristiche del rifiuto (tipo ed origine, composizione, consistenza ed altre proprietà caratteristiche che possono includere anche informazioni sulle specifiche modalità di gestione nell'impianto). La caratterizzazione base porta ad identificare le "caratteristiche chiave" di ogni campione di rifiuto. La caratterizzazione di base o omologa viene effettuata prima dei conferimenti o comunque quando le caratteristiche di base di un rifiuto sono soggette a significativo cambiamento. Per la caratterizzazione di primo livello ci si avvale del laboratorio interno "Ambiente e Ricerche".
L'analisi sui rifiuti in ingresso è dettata dal fatto che nonostante determinati rifiuti siano classificati con il medesimo codice CER, cioè siano generati dallo stesso processo, spesso sono estremamente diversi fra di loro sia dal punto di vista chimico che fisico.
In laboratorio prevede anche all'analisi dei rifiuti in uscita, procedura indispensabile per valutare la destinazione futura degli stessi.

Sono stati qui analizzati i dati forniti dal laboratorio per evidenziare le principali caratteristiche qualitative di ogni rifiuto e, soprattutto, i parametri critici, sia dal punto di vista quantitativo sia riguardo la variabilità. In particolare sono state prese in considerazione le analisi effettuate, sia sul tal quale sia sull'eluato, sui rifiuti conferiti all'impianto e usciti dallo stesso nel biennio da luglio 2009 a giugno 2011. L'orizzonte temporale è stato scelto in base al fatto che a partire da giugno 2009 le analisi tramite eluato in acqua sono diventate obbligatorie a discapito di quelle in acido acetico.

4.2.2. Analisi dei dati per tipologia di rifiuto

Nelle tabelle seguenti si individuano i codici CER dei rifiuti considerati per l'analisi dei sopracitati dati in base ad un criterio tipologico; nella prima (tabella 4.3) sono riassunti quelli relativi ai rifiuti in ingresso all'impianto, nella seconda (tabella 4.4) quelli in uscita. Va notato come comunque possa esserci una piccola percentuale di rifiuti aventi un codice CER qui classificato come ingresso ma che in realtà sia stata un'uscita o viceversa; questo è dovuto al fatto che alcuni rifiuti in ingresso vengono semplicemente miscelati mantenendo il medesimo CER all'uscita, mentre d'altro canto l'impianto accetta anche rifiuti derivanti da altri siti di trattamento, quindi con codice CER assimilabile ad un'uscita. Si specifica come la miscelazione sia soggetta alla deroga prevista dell'art.187 c.2 del D.Lgs. 152 del 3 aprile 2006, al fine della produzione di miscele di rifiuti ottimizzate ai fini del successivo conferimento e senza alcuna diluizione fra i rifiuti incompatibili.
Per la significatività delle elaborazioni statistiche sono stati presi in esame i soli codici CER con disponibilità di almeno 20 analisi durante il periodo considerato.

TABELLA 4.3 - CODICI CER RIFIUTI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO

CER	Descrizione	Analisi tal quale	Eluato in acqua
060502*	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose	30	20
060503	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 06 05 02	104	66
061302*	carbone attivato esaurito (tranne 06 07 02)	20	9
080111*	pitture e vernici di scarto, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose	76	26
080112	pitture e vernici di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 11	225	149
080201	polveri di scarto di rivestimenti	30	18
100207*	rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose	32	14
110109*	fanghi e residui di filtrazione, contenenti sostanze pericolose	30	18
110110	fanghi e residui di filtrazione, diversi da quelli di cui alla voce 11 01 09	38	22
120104	polveri e particolato di materiali non ferrosi	50	26
120114*	fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose	184	131
120115	fanghi di lavorazione, diversi da quelli di cui alla voce 12 01 14	259	144
120116*	materiale abrasivo di scarto, contenente sostanze pericolose	65	53
120117	materiale abrasivo di scarto, diverso da quello di cui alla voce 12 01 16	96	59
120118*	fanghi metallici (fanghi di rettifica, affilatura e lappatura) contenenti olio	72	48
150203	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02	129	35
160303*	rifiuti inorganici, contenenti sostanze pericolose	26	15
160304	rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 03	30	26
160305*	rifiuti organici, contenenti sostanze pericolose	29	17
161104	altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti dalle lavorazioni metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 16 11 03	52	31
170503*	terra e rocce, contenenti sostanze pericolose	32	20
170903*	altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose	27	17
190205*	fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, contenenti sostanze pericolose	44	15
190813*	fanghi contenenti sostanze pericolose prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali	29	17
190814	fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13	47	32

TABELLA 4.4 - CODICI CER RIFIUTI IN USCITA DLL'IMPIANTO

CER	Descrizione	Analisi tal quale	Eluato in acqua
190203	miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi	256	146
190204*	miscugli di rifiuti contenenti almeno un rifiuto pericoloso	139	18
190305	rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04	240	245
191211*	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, contenenti sostanze pericolose	139	18
191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	116	49

Complessivamente sono stati esaminati 30 codici appartenenti a 9 dei 20 capitoli CER stabiliti dalla decisione 2001/118/CE e ss.mm.ii, per completezza in seguito riportati:

01 Rifiuti derivanti dalla prospezione, l'estrazione da miniera o cava, nonché dal trattamento fisico o chimico di minerali;
02 Rifiuti prodotti da agricoltura, orticoltura, acquicoltura caccia e pesca, trattamento e preparazione di alimenti;
03 Rifiuti della lavorazione del legno e della produzione di pannelli, mobili, polpa, carta e cartone;
04 Rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce e dell'industria tessile;
05 Rifiuti della raffinazione del petrolio, purificazione del gas naturale e trattamento pirolitico del carbone;
06 Rifiuti dei processi chimici inorganici;
07 Rifiuti dei processi chimici organici;
08 Rifiuti da produzione, formulazione, fornitura ed uso di rivestimenti (pitture, vernici e smalti vetrati), adesivi, sigillanti e inchiostri per stampa;
09 Rifiuti dell'industria fotografica;
10 Rifiuti provenienti da processi termici;
11 Rifiuti prodotti dal trattamento chimico superficiale e dal rivestimento di metalli ed altri materiali, idrometallurgia non ferrosa;
12 Rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastica;
13 Oli esauriti e residui di combustibili liquidi (tranne oli commestibili 05 e 12);
14 Solventi organici, refrigeranti e propellenti di scarto (tranne 07 e 08);
15 Rifiuti di imballaggio, assorbenti, stracci, materiali filtranti e indumenti protettivi (non specificati altrimenti);
16 Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco;
17 Rifiuti delle operazioni di costruzioni e demolizioni (compreso il terreno proveniente da siti contaminati);
18 Rifiuti prodotti dal settore sanitario e veterinario o da attività di ricerca collegate (tranne i rifiuti di cucina e di ristorazione che non derivino direttamente da trattamento terapeutico);
19 Rifiuti prodotti da impianti di trattamento dei rifiuti, impianti di trattamento delle acque reflue fuori sito nonché dalla potabilizzazione dell'acqua e della sua preparazione per uso industriale;
20 Rifiuti urbani (rifiuti domestici ed assimilabili prodotti da attività commerciali e industriali nonché dalle istituzioni) inclusi i rifiuti della raccolta differenziata.

I capitoli su cui sono distribuiti i campioni sono 06, 08, 10, 11, 12, 15, 17, 18 e 19.
Distinguendo tra i rifiuti in ingresso e quelli in uscita, si ricava che sono stati considerati 25 codici dei primi, distribuiti sui 9 capitoli già citati, mentre i secondi sono suddivisi in 5 codici, tutti appartenenti al capitolo 19.

Il paragrafo consta in una prima parte in cui vengono considerate le tipologie di rifiuto in ingresso ed una seconda relativa a quelli in uscita dall'impianto oggetto di studio; per una più facile consultazione, la struttura è analoga, derivante dalle indicazioni qui in seguito specificate.

I dati sono stati rielaborati in due tabelle specifiche per ogni tipologia di rifiuto, una relativa alle analisi sul campione tal quale ed una relativa a quelle sull'eluato; quest'ultima è stata ulteriormente suddivisa in altre due tabelle riguardanti le analisi effettuate rispettivamente prima e dopo l'entrata in vigore del DM 27/09/2010.
Ogni tabella è caratterizzata da:

1. parametri statistici per ogni inquinante analizzato (valori minimo e massimo, media, mediana, deviazione standard e coefficiente di variazione), necessari ad una valutazione più precisa della quantità degli stessi
2. numero di volte in cui un dato analitico si presenta sotto l'indicazione "minore di" un certo valore (x), indicando che la misura è al di sotto del limite di rilevabilità impostato dal laboratorio.
3. il valore minimo richiesto su parametri quali la percentuale di secco ed il punto di infiammabilità, sul tal quale, e il pH, sull'eluato affinché il rifiuto possa essere accettato in discarica;
4. limiti di concentrazione per l'accettabilità in discarica, in base alla sostanza ed alla tipologia di analisi svolta
   - 4.1 limite A che per i campioni tal quali individua la soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo e per gli eluati in acqua individua la soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi;
   - 4.2 limite B per i campioni tal quali individua la soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso e per gli eluati in acqua individua la soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi;
5. numero di superamenti delle concentrazioni limite;

I suddetti limiti fanno riferimento a specifiche normative:

- per le analisi sul rifiuto solido tal quale sono forniti i limiti per la classificazione in rifiuto speciale o tossico/nocivo, secondo quanto sancito dalla D.C.I. del 27 luglio 1984, e quelli per la classificazione come pericoloso, come stabilito dal D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006;
- per il test di eluizione in acqua sono esplicitati i limiti per l'accettabilità dei rifiuti in discarica per rifiuti non pericolosi e pericolosi come previsto dal D.M. 27/09/2010 (pubblicato sulla G.U. del 01/12/2010 ed entrato in vigore il 15/12/2010); per i test antecedenti si rimanda al precedente D.M. del 03/08/2005.

Il fatto che si faccia riferimento ai limiti per la classificazione in rifiuto speciale o tossico/nocivo nonostante non siano più in vigore, è dettato dall'utilità gestionale che questi ricoprono.
A livello operativo, infatti, questi limiti sono tutt'oggi utilizzati per il conferimento dei rifiuti negli impianti di smaltimento preesistenti all'entrata in vigore della nuova normativa.
Per quanto riguarda la determinazione della pericolosità di un rifiuto, questa risulta molto complessa dal punto di vista analitico, in quanto i limiti non sono riferiti a singole sostanze, ma alle caratteristiche di pericolosità e di rischio dei composti contenuti all'interno del rifiuto. Per la verifica di un limite, è quindi necessario sommare le concentrazioni di più sostanze, le quali, a loro volta, possono presentare più caratteristiche fra quelle elencate e quindi rientrare nella verifica di più limiti.
Dal punto di vista gestionale, quando viene effettuato il conferimento di un rifiuto presso un impianto, esso risulta già classificato dal produttore con un determinato codice CER in funzione del processo da cui è stato generato. Se il codice identifica il rifiuto come pericoloso, il laboratorio non effettua alcuna verifica sulla pericolosità in quanto non necessario; in caso contrario, viene eseguito il controllo e se il rifiuto è effettivamente non pericoloso, viene ammesso al trattamento nell'impianto; qualora, l'esito sia negativo viene invece avvisato il direttore tecnico dell'impianto che avrà il compito di informare il committente, tenuto con ciò a modificare il codice CER.

La determinazione di ogni parametro e l'esecuzione delle prove è stata svolta secondo metodiche analitiche standardizzate, riportate in seguito:

- UNI 10802 del 01/10/2004: "Rifiuti - Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati";
- UNI EN 12457-2: "Prova di eluizione per rifiuti granulari";
- Metodo EPA 3051A: "mineralizzazione con microonde";
- UNI EN 12506: "Caratterizzazione dei rifiuti - Analisi degli eluati - Determinazione di pH, As, Ba, Cd, Cl^-, Co, Cr, Cr(VI), Cu, Mo, Ni, NO_2^-, Pb, S totale, SO_4^-, V e Zn";
- UNI EN 13370: "Caratterizzazione dei rifiuti - Analisi degli eluati - Determinazione di ammonio, AOX, conducibilità, mercurio, indice di fenolo, TOC, CN^- facilmente liberabile e F^-".

4.2.2.1. Analisi dei rifiuti in ingresso

4.2.2.1.1. CER 060502: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.5 e 4.6 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 060502*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 3 campioni (13%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti sul piombo (1 campione) e sul selenio (2 campioni);
  - 17 campioni (71%) risultano classificati come pericolosi a causa dell'elevatissimo contenuto di nichel; a questo problema è spesso associata anche la presenza dello zinco (10 campioni);
  - 4 campioni (17%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 6 dei 13 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 4 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 5 dei 7 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 4 non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi il parametro più critico risulta essere il DOC (5 superamenti in totale e livelli molto elevati); nel primo gruppo di analisi, sono critici i valori dei TDS (sino a più di 4 volte il limite per discarica per rifiuti pericolosi), i cloruri, lo zinco, il piombo e l'antimonio (questi ultimi 2 parametri superano solo il parametro per i rifiuti non pericolosi); nel secondo gruppo, portano al superamento dei limiti i solfati (1 campione avente concentrazione pari a 10 volte il limite ammesso), il rame ed il mercurio (solo per il limite sui rifiuti non pericolosi).

TABELLA 4.5 - RIFIUTO CER 060502* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**30**										Totale campioni respinti			**3**	**10%**		**17**	**57%**
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		19	80	80	19	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	24	22,16	63,32	0	99	45,33	34,66	23,66	0,52	25	4	17%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	14	17,01	68,48			32,50	28,40	15,55	0,48									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	16	134,90	14450,00			2019,10	345,15	3941,79	1,30									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	12	0,00	31,42	10	5	3,93	0,00	9,53	2,43				5000	0	0%	3000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	23	0,00	36,37	16	1	3,58	0,24	8,75	2,50				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	24	0,00	5,89	22	1	0,42	0,06	1,17	2,80				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	3	0,00	27,04			9,04	0,14	15,57	1,72							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	23	0,00	2,48	21	1	0,14	0,00	0,51	3,63				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	23	7,14	50775	0	1	6183	2325	15587	1,48									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	23	0,00	0,78			0,15	0,00	0,22	1,48				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	24	7,20	22040			8732	6580	7761	0,89							1000	17	71%
Nichel ed i suoi composti (come NiCHO2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	23	1,03	32660	3	5	1494	34,44	6842	4,58				5000	1	4%	5000	1	4%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	23	8,66	19240	0	5	3773	1220	5859	1,50									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	22	0,00	79,61	15	1	6,73	0,37	16,46	3,23				5000	0	0%	3000	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	1	6,82	6,82			6,82	6,82						5000	0	0%	3000	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	24	0,00	1259,00	20	1	102,70	0,10	345,71	3,36				100	2	0%	3000	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	23	20,64	90000			15158	1117	26080	1,72							3000	10	43%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCO2)	ppm (mg/kg)	1	187684	187684			187684	187684											
Cianuri	ppm (mg/kg)	23	0,00	123,93	17	0	16,02	0,00	37,67	2,24				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00	19	1	0,00	0,00	0,00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	19	0,00	7380	4	20	1287	120	2345	1,74							25000	0	0%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)		19																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		13	0,00	0,00	13	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		19	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		19	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00	19	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.6 - RIFIUTO CER 060502* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**13**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**8**	**46%**		**4**	**31%**
pH dell'eluato	unità pH	13	3.48	11.20			8.38	8.80	2.35	0.28	6	2	15%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	13	0.00	0.18	7	0	0.03	0.00	0.05	1.58				0.07	2	15%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	13	0.00	0.04	13	0	0.01	0.00	0.01	1.52				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	13	0.00	2.00	0	0	0.39	0.00	1.00	2.75				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	13	0.00	0.18	12	0	0.01	0.00	0.03	3.61				0.02	1	8%	0.3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	13	0.00	21.67	7	0	1.79	0.02	6.00	3.43				1	1	8%	7	1	8%
Mercurio (come Hg)	mg/l	13	0.00	0.00	13	0	0.00	0.00	0.00	2.49				0.005	0	0%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	13	0.00	10.00	9	0	0.87	0.00	2.99	3.44				1	1	8%	3	1	8%
Nichel (come Ni)	mg/l	13	0.01	6.48	1	0	1.04	0.08	1.98	1.87				1	3	23%	4	1	8%
Piombo (come Pb)	mg/l	13	0.00	6.61	8	0	0.68	0.02	1.82	3.30				1	1	8%	5	1	8%
Rame (come Cu)	mg/l	13	0.00	2.41	6	0	0.39	0.03	0.75	1.88				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	13	0.00	0.09	5	0	0.02	0.01	0.03	1.20				0.05		15%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	13	0.00	11424	6	0	1399	0.08	3544	2.53				5	2	15%	20	2	15%
Cianuri (come CN-)	mg/l	10	0.00	0.00	10	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	12	12.00	30032	1	10	4342	91.01	10084	2.32				1500	2	17%	2500	2	17%
Fluoruri (come F-)	mg/l	12	0.00	13.79	7	1	2.36	0.00	4.23	1.79				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	12	0.00	1770	2	10	436	278	541	1.23				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		12	1.66	340.91	4	10	48.28	17.43	86.96	1.80				80	2	17%	160	2	17%
TDS		12	331	43631			7475	1432	14562	1.95				6000	2	17%	10000	2	17%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**7**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**5**	**71%**		**4**	**57%**
pH dell'eluato	unità pH	7	7.00	11.10			9.03	9.14	1.35	0.15	6	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	7	0.00	0.04			0.01	0.01	0.02	1.59				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0.00	0.00			0.01	0.01	0.01	0.89				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0.02	0.71			0.18	0.07	0.25	1.53				0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00					1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0.00	0.48			0.11	0.03	0.19	1.48				5	0	0%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0.00	0.00			0.01	0.01	0.01	1.22				0.02	1	14%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0.01	0.80			0.20	0.10	0.23	1.15				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0.01	0.91			0.34	0.42	0.33	0.98				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0.00	0.08			0.01	0.01	0.01	0.88				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0.01	26.03			3.88	0.08	9.75	2.54				0.07	1	14%	0.5	1	14%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0.00	0.03			0.01	0.00	0.01	1.15				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0.01	0.53			0.14	0.07	0.19	1.35				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	7	3.21	373			136	55.43	146	1.04				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	7	0.00	7.27			2.24	0.00	3.39	1.93				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	7	7.97	42266			6220	34.00	15887	2.56				2000	1	14%	5000	1	14%
DOC (come C)	mg/l	7	32.36	1747			372.39	59.46	630.83	1.69				100	3	43%	160	3	43%
TDS	mg/l	7	220	7394			3477	2111	2312	0.83				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.2. CER 060503: fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 06 05 02

Nelle tabelle 4.7 e 4.8 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 060503; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 1 solo campione sui 104 (< 1%) analizzati risulta classificato come speciale o tossico/nocivo a causa del superamento di una concentrazione di selenio eccedente il limite;
  - 10 campioni (10%) risultano classificati come pericolosi soprattutto a causa dello zinco (7 campioni e massima concentrazione rilevata pari a 160 volte il limite normativo); altri parametri che determinano la pericolosità sono il nichel, valutato come idrossido, e gli oli minerali (idrocarburi con 10-40 atomi di carbonio);
  - 11 campioni (11%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 21 dei 45 campioni (47%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 15 (33%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 12 dei 21 campioni (57%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 10 (48%) non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi i parametri più critici risultano essere il DOC (11 superamenti in totale) ed i TDS (7 superamenti); nel primo gruppo di analisi, si ha una notevole influenza dei parametri relativi ai solfati ed al selenio (quest'ultimo pur non superando i limiti di rifiuto pericoloso) e si rilevano anche superamenti riguardo molibdeno, nichel e zinco (1 campione con concentrazione superiore al limite di quasi 350 volte); nel secondo gruppo, portano al superamento dei limiti i solfati (ampiamente sopra i limiti in 3 campioni), l'antimonio ed i cloruri.

TABELLA 4.7 - RIFIUTO CER 060503 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		104										Totale campioni reiterati			1	1%		10	10%
pH	unità pH	1	7,5	7,5			7,5	7,5											
Punto d'infiammabilità		61	80	80	88	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	68	0,39	132,92	2	99	48,24	46,41	23,43	0,48	25	11	11%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	75	1,12	104,37			38,98	35,23	18,05	0,52									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	5	132,00	9050,00			2185,02	491,12	3845,03	1,76									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	43	0,00	198,74	34	6	10,01	0,66	38,20	0,38				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	58	0,00	21,62	71	1	1,15	0,07	2,77	2,42				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	66	0,00	61,02	84	1	1,48	0,11	7,17	5,12				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	0,01	2,79			1,83	1,83	1,31	0,71							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	68	0,00	3,00	94	1	0,08	0,00	0,45	5,37				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	66	0,00	40760	2	1	1984	14	7361	3,71									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	66	0,00	0,38			0,03	0,00	0,08	2,73				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	66	0,00	407			69	27	107	1,89							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH02)	ppm (mg/kg)	2	3667,16	5601,48			3729,32	3729,32	2647,64	0,71							1000	2	100%
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	68	0,00	1855	38	5	141	7,80	348	2,48				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	67	0,00	120100	11	6	7236	118	18562	2,57									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	68	0,00	86,43	57	1	2,87	0,39	8,16	2,84				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	9	0,00	28,38			2,83	0,33	9,30	2,43				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	1	16,27	16,27			16,27	16,27											
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	68	0,00	164,38	79	1	4,38	0,28	16,27	4,30				100	1	1%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	24	0,00	61221			11251	94	25158	2,90							2500	7	29%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO5)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	61	-0,04	9,89	78	0	0,10	0,09	0,78	7,88				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	62	0,00	122,38	76	1	2,87	0,00	17,15	5,98				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	65	0,00	118975	19	20	2546	122	14699	5,77							25000	1	2%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		62																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		60	0,00	0,00	58	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	10	0,00	0,00	10	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	72	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		62	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	62	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		62	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	62	0,00	0,00	62	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.8 - RIFIUTO CER 060503 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**45**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**21**	**47%**		**15**	**33%**
pH dell'eluato	unità pH	43	3,70	10,60			8,57	8,10	1,23	0,15	6	1	2%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	42	0,00	0,18	28	0	0,01	0,00	0,02	2,21				0,07	1	2%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	43	0,00	0,01	43	0	0,00	0,00	0,00	2,99				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	43	0,00	0,43	31	0	0,06	0,02	0,09	1,60				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	43	0,00	0,18	43	0	0,00	0,00	0,01	5,49				0,02	1	2%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	43	0,00	0,82	37	0	0,04	0,00	0,14	3,37				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	45	0,00	0,00	45	0	0,00	0,00	0,00	4,75				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	43	0,00	7,51	33	0	0,27	0,01	1,15	4,38				1	2	5%	3	1	2%
Nichel (come Ni)	mg/l	43	0,00	6,48	13	0	0,28	0,02	1,03	3,69				1	2	5%	4	1	2%
Piombo (come Pb)	mg/l	43	0,00	0,28	28	0	0,03	0,02	0,04	1,32				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	43	0,00	10,62	17	0	0,96	0,11	1,60	3,29				5	1	2%	10	1	2%
Selenio (come Se)	mg/l	43	0,00	0,28	18	0	0,02	0,01	0,05	2,01				0,05	4	9%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	43	0,00	6759	13	0	156	0,13	1031	6,54				5	1	2%	20	1	2%
Cianuri (come CN-)	mg/l	40	0,00	0,06	39	0	0,00	0,00	0,02	-6,32				0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	37	0,00	30044	5	15	1097	36,40	4962	4,52				1500	3	8%	2500	3	8%
Fluoruri (come F-)	mg/l	37	0,00	4,32	27	1	0,43	0,00	1,07	2,45				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	38	0,00	11203	10	10	1154	104	2599	2,25				2000	6	16%	5000	4	11%
DOC (come C)		42	0,00	683,82	13	10	81,87	21,86	145,10	1,77				80	11	26%	160	7	17%
TDS		40	26	43646			3389	360	7933	2,34				6000	6	15%	10000	4	10%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**21**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**12**	**57%**		**10**	**48%**
pH dell'eluato	unità pH	19	0,00	9,70			7,47	8,00	2,23	0,30	6	2	11%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	19	0,00	0,68			0,07	0,01	0,19	2,78				0,2	4	21%	2,5	1	5%
Arsenico (come As)	mg/l	19	0,00	0,15			0,02	0,00	0,03	1,80				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	19	0,00	0,30			0,07	0,04	0,09	1,30				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	19	0,00	0,06			0,00	0,00	0,00	2,30				1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	19	0,00	19,70			1,04	0,00	4,39	4,14				5	1	5%	10	1	5%
Mercurio (come Hg)	mg/l	19	0,00	0,02			0,01	0,00	0,01	1,88				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	19	0,00	1,07			0,07	0,01	0,24	3,22				1	1	5%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	18	0,00	5,48			0,34	0,00	1,21	3,55				1	1	5%	4	1	5%
Piombo (come Pb)	mg/l	19	0,00	0,63			0,05	0,00	0,13	2,49				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	19	0,00	3,47			0,57	0,04	1,19	2,08				0,01	0	0%	0,5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	19	0,00	0,06			0,01	0,00	0,02	2,41				0,05	1	5%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	19	0,00	12,60			0,87	0,06	2,83	3,24				5	1	5%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	18	0,00	6897			919	22,77	2566	2,79				2500	2	13%	2500	2	13%
Fluoruri (come F-)	mg/l	19	0,00	0,42			0,02	0,00	0,10	4,12				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	17	0,00	30766			4437	41,97	10439	2,35				2000	3	18%	5000	3	18%
DOC (come C)	mg/l	19	0,00	160			57,21	34,97	61,74	1,08				100	4	21%	160	4	21%
TDS	mg/l	18	0	27467			4880	630	8569	1,83				10000	3	17%	10000	3	17%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.3. CER 061302: carbone attivato esaurito (tranne 06 07 02)*

Nelle tabelle 4.9 e 4.10 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 061302*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei 20 campioni analizzati risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - 4 campioni (20%) risultano classificati come pericolosi a causa dello zinco e del nichel (3 superamenti ciascuno); non vi sono altri parametri che eccedono i limiti;
  - tutti i campioni rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 5 dei 7 campioni (71%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, 2 (29%) invece non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione; i parametri più critici sono il DOC (2 superamenti) ed il nichel (1 solo superamento del limite per le discariche di rifiuti pericolosi ma con concentrazione superiore di 460 volte);
  - i campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 sono soltanto 2; non sono stati rilevati parametri che ne ostacolino l'accettabilità in entrambe le tipologie di discarica.

TABELLA 4.9 - RIFIUTO CER 061302* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**20**										Totale campioni reiterati			**0**	**0%**		**4**	**20%**
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		18	80	80	18	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	20	43,35	95,48	0	99	73,87	74,69	13,00	0,19	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	14,14	93,35			47,06	46,12	22,02	0,48									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	17	113,00	6816,00			2037,04	636,20	2068,18	0,99									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	5	0,00	1,53	5	5	0,37	0,48	0,57	1,51				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	20	0,00	1,01	15	1	0,53	0,47	0,51	0,96				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	20	0,00	3,23	18	1	0,31	0,05	0,80	2,60				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	1	2,11	2,11			2,11	2,11									1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	20	0,00	0,00	20	1	0,00	0,00	0,00					100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	20	0,58	92	1	1	12	6	20	1,71									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	20	0,00	0,39			0,01	0,00	0,04	4,47				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	20	2,60	14160			1009	14	3192	3,17							1000	3	15%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	20	1,00	1910	7	5	81	13,94	224	2,75				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	20	0,00	10320	2	5	1389	43	3276	2,39									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	18	0,02	1,82	12	1	0,67	0,37	0,65	0,96				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	2	0,30	1,25			0,78	0,78	0,68	0,87				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	20	0,00	1,66	19	1	0,33	0,25	0,40	1,22				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	19	8,19	3711			666	43	1289	1,93							2500	3	16%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00	19	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00	19	1	0,00	0,00	0,00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	19	0,00	14295	3	20	2197	275	4332	1,97							25000	0	0%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		19																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		19	0,00	0,00	19	19	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	2	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	17	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		19	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	2	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	16	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		19	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	19	0,00	0,00	19	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.10 - RIFIUTO CER 061302* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		7	[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni respinti				5	71%		2	29%
pH dell'eluato	unità pH	7	5,20	8,00			7,30	7,70	0,87	0,12	6	1	14%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	7	0,00	0,13	6	0	0,02	0,00	0,05	2,49				0,07	1	14%	0,6	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0,00	0,02	7	0	0,00	0,00	0,01	2,65				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0,00	0,01	7	0	0,00	0,00	0,00	0,82				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0,00	0,00	7	0	0,00	0,00	0,00	1,33				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0,00	0,78	6	0	0,17	0,00	0,30	1,82				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0,00	0,00	7	0	0,00	0,00	0,00					0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0,00	0,03	7	0	0,01	0,00	0,01	1,58				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0,00	1639,07	2	0	263,53	0,57	695,10	2,64				1	3	43%	4	1	14%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0,00	0,22	6	0	0,03	0,02	0,08	1,80				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0,01	0,40	1	0	0,19	0,19	0,13	0,64				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0,00	0,02	1	0	0,01	0,01	0,00	0,49				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0,00	2	1	0	1	0,85	1	1,02				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	7	0,00	0,00	7	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	7	0,00	646	5	15	93	0,00	244	2,61				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	7	0,00	110,23	6	1	15,75	0,00	41,66	2,65				15	1	14%	50	1	14%
Solfati (come SO4--)	mg/l	7	0,00	1773	6	10	254	0	669	2,64				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		7	0,00	447,58	2	10	126,80	19,43	189,59	1,49				80	2	29%	160	2	29%
TDS		7	40	3184			563	61	1166	2,11				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		2	[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni respinti				0	0%		0	0%
pH dell'eluato	unità pH	2	7,60	8,00			7,80	7,80	0,28	0,04	0	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,2	0	0%	2,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,02				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				5	0	0%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	2	0,01	0,02			0,01	0,01	0,01	0,83				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,11				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	2	0,00	0,16			0,08	0,08	0,11	1,37				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	2	0,00	0,01			0,00	0,00	0,01	1,41				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	2	0,03	0,03			0,03	0,03	0,00	0,12				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	2	0,00	0			0	0,00	0					2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	2	0,00	0			0	0,00	0					2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	2	4,70	50			27,30	27,30	31,07	1,17				100	0	0%	160	0	0%
TDS	mg/l	2	47	67			57	57	28	0,42				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.4. CER 080111: pitture e vernici di scarto, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.11 e 4.12 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 080111*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 11 campioni (14%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi esclusivamente a causa della presenza di piombo in quantità sino a 10 volte maggiore del limite;
  - 37 campioni (49%) risultano classificati come pericolosi in quanto sono superati i limiti relativi allo zinco (22 campioni), al sopra citato piombo (11 campioni) e agli oli minerali (idrocarburi con un numero di atomi di carbonio tra 10 e 40)
  - 8 campioni (11%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 10 dei 15 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi e 9 di essi non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 10 degli 11 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 9 non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi la percentuale di rifiuti che necessitano di inertizzazione è molto elevata (dal 60 all'80%) a causa delle concentrazioni di DOC che determinano la quasi totalità dei superamenti; l'unico altro parametro che determina il ricorso all'inertizzazione è lo zinco (2 campioni nelle analisi post D.M.).

TABELLA 4.11 - RIFIUTO CER 080111 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		76										Totale campioni superati			11	14%		37	49%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		67	0	93	48	90	67	68	34	1	55	33	49%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	75	0,00	99,09	6	99	69,01	82,45	30,74	0,45	25	8	11%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	52	0,00	102,80			28,84	20,32	26,40	0,92									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	53	3,60	134100			5003,24	798,80	19722,48	3,72									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	40	0,00	412,30	39	5	10,05	0,20	64,25	6,62				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	74	0,00	22,54	65	1	1,15	0,00	3,78	3,28				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	74	0,00	8,58	61	1	0,81	0,13	1,23	2,01				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	8	0,00	6,58			1,30	0,04	2,65	2,03							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	74	0,00	50,60	72	1	0,86	0,00	3,70	6,30				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	74	0,00	10606	10	1	565	14	1589	3,00									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	73	0,00	1,61			0,10	0,00	0,29	2,84				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	74	0,00	284			17	6	39	2,24							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	74	0,00	48360	29	5	2708	27,65	7447	2,75				5000	11	15%	5000	11	15%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	69	0,00	7655	19	5	268	34	951	3,55									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	41	0,00	6,94	33	1	0,76	0,17	1,52	2,01				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	27	0,00	4,13			0,65	0,32	1,00	1,54				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	8	2,26	4,45			3,28	3,32	1,01	0,31									
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	74	0,00	4,37	48	1	0,96	0,47	1,06	1,20				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	71	0,00	653100			36248	706	134112	3,91							2500	22	31%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	67	0,00	0,39	66	0	0,01	0,00	0,05	5,84				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	67	0,00	4260,82	48	1	69,35	0,00	516,72	7,48				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	67	0,00	252500	34	20	8257	22	36769	4,33							25000	4	6%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		66																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		44	0,00	58,10	44	10	1,29	0,00	8,66	6,71							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	50	0,00	0,00	51	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	13	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		66	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	15	0,00	0,00	16	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	51	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		66	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	67	0,00	0,00	68	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.12 - RIFIUTO CER 080111 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**15**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni rispetti			**10**	**67%**		**9**	**60%**
pH dell'eluato	unità pH	15	4,90	11,30			7,75	7,50	1,58	0,20	5	1	7%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	15	0,00	0,47	9	0	0,04	0,00	0,12	3,18				0,07	1	7%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	15	0,00	0,00	14	0	0,00	0,00	0,01	3,82				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	15	0,00	5,56	6	0	1,09	0,14	1,82	1,69				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	15	0,00	0,00	15	0	0,00	0,00	0,00	1,27				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	15	0,00	3,38	12	0	0,23	0,01	0,88	3,89				1	1	7%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	15	0,00	0,00	15	0	0,00	0,00	0,00	3,87				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	15	0,00	1,15	13	0	0,08	0,00	0,28	3,48				1	1	7%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	15	0,00	0,11	3	0	0,03	0,02	0,03	1,50				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	15	0,00	0,29	11	0	0,04	0,01	0,08	1,77				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	15	0,00	0,15	11	0	0,04	0,02	0,04	1,12				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	15	0,00	0,12	4	0	0,02	0,01	0,03	1,48				0,05	1	7%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	15	0,01	14	3	0	3	0,58	5	1,73				5	2	13%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	13	0,00	0,00	13	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	1	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	12	0,00	85	8	15	16	10,62	21	1,32				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	12	0,00	0,81	10	1	0,16	0,00	0,25	2,49				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	12	0,00	265	4	10	48	12	83	1,71				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		13	13,60	4044,84	0	10	836,97	336,84	1235,61	1,47				80	10	77%	160	9	69%
TDS		13	10	2590			466	272	691	1,42				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**11**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni rispetti			**10**	**91%**		**9**	**82%**
pH dell'eluato	unità pH	10	6,10	8,50			7,33	7,20	0,78	0,11	8	0	0%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	11	0,00	0,04			0,01	0,00	0,01	1,58				0,3	0	0%	2,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	11	0,00	0,18			0,02	0,00	0,05	2,30				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	11	0,05	23,60			2,76	0,64	7,03	2,54				0,1	1	9%	0,5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	11	0,00	0,02			0,00	0,00	0,01	2,37				1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	11	0,00	0,08			0,03	0,01	0,03	1,43				5	0	0%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	11	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,42				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	11	0,00	0,04			0,01	0,01	0,01	1,15				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	11	0,00	0,11			0,04	0,04	0,03	0,82				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	11	0,00	1,87			0,20	0,00	0,61	2,94				1	1	9%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	11	0,00	0,27			0,09	0,01	0,09	1,82				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	11	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,55				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	11	0,00	43,00			9,35	1,78	15,32	1,64				5	3	27%	20	2	18%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	9	0,00	370			43	2,92	123	2,93				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	9	0,00	7,18			0,13	0,00	0,39	3,03				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	9	0,00	314			39	1,51	100	2,56				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	11	16,00	1697			488,48	414,25	559,05	1,14				100	8	73%	160	8	73%
TDS	mg/l	11	29	1327			365	226	368	0,88				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.5. CER 080112: pitture e vernici di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 11*

Nelle tabelle 4.13 e 4.14 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 080112*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - solo 2 campioni sui ben 225 analizzati (< 1%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi in quanto sono superati una volta il limite sull'arsenico e l'altra quello sul piombo
  - anche la percentuale di campioni classificati come pericolosi risulta pressoché nulla (2 su 225, < 1%); i campioni difformi presentano il superamento rispettivamente sul piombo e sugli oli minerali;
  - tutti i campioni rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 72 e 71 dei 100 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità rispettivamente in discarica per rifiuti non pericolosi ed in quella per rifiuti pericolosi, richiedendo quindi il trattamento di inertizzazione;
  - sui 49 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10, 36 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in entrambe le tipologie di discarica e devono essere inertizzati;
  - è importante notare come la percentuale di campioni da inertizzare (poco più del 70%) rimanga costante nonostante l'entrata in vigore del nuovo D.M.;
  - tutti i superamenti sono dovuti ad una concentrazione troppo elevata di DOC; nella prima serie di analisi si rileva in pochi casi isolati che l'inertizzazione è dovuta anche alla presenza di rame e zinco; in pochi casi, la soglia di pericolosità è superata per alcuni metalli, tra cui zinco (complessivamente 13 volte), selenio, rame, piombo e cromo totale.

TABELLA 4.13 - RIFIUTO CER 080112* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	s	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		225									Totale campioni respinti				2	9%		2	9%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		191	23	80	167	60	69	80	8	0	55	1	1%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	223	26,43	99,94	121	9,9	92,06	99,13	15,12	0,16	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	164	-7,57	100,00			38,53	35,44	18,21	0,53									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	3	43,69	1370,00			514,23	123,09	747,38	1,45									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	114	0,00	46,30	106	6	1,88	0,21	6,38	3,87				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	222	0,00	175,37	214	1	1,85	0,00	12,03	11,51				100	1	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	222	0,00	13,23	211	1	0,38	0,18	1,11	3,10				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,58			0,11	0,06	0,12	1,06							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	222	0,00	8,27	220	1	0,05	0,00	0,59	11,61				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	222	0,13	2800	18	1	78	6	300	3,86									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	222	0,00	1,87			0,04	0,00	0,18	3,68				100	0	0%	800	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	221	0,28	397			18	9	38	2,37							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)	1	1033,00	1033,00			1033,00	1033,00									10000	0	0%
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	224	0,00	10710	80	6	167	9,18	666	6,15				5000	1	0%	5000	1	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	222	0,00	3871	26	5	215	32	508	2,79									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	192	0,00	157,80	164	1	1,98	0,13	12,21	6,16				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	30	0,00	47,59			2,97	0,20	9,35	3,15				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	222	0,00	4,00	111	1	1,07	1,00	1,02	0,95				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)																2500		
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	192	0,00	0,09	191	0	0,00	0,00	0,00	13,86				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	192	0,00	210,95	162	1	4,95	0,00	15,04	4,70				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	186	0,00	59608	130	20	515	0	4880	9,55							25000	1	1%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		192																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		137	0,00	0,00	137	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	92	0,00	0,00	92	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	99	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		192	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	9	0,00	0,00	9	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	71	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		192	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	192	0,00	0,00	192	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.14 - RIFIUTO CER 080112* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**100**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**72**	**72%**		**71**	**71%**
pH dell'eluato	unità pH	100	4,48	11,20			7,37	7,40	1,01	0,14	6	7	7%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	98	0,00	0,06	89	0	0,00	0,00	0,01	1,82				0,07	0	0%	0,6	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	98	0,00	0,04	97	0	0,00	0,00	0,01	4,47				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	98	0,00	2,75	30	0	0,75	0,64	0,58	0,78				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	100	0,00	0,01	100	0	0,00	0,00	0,00	1,47				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	100	0,00	0,29	96	0	0,01	0,00	0,04	2,74				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	100	0,00	0,00	102	0	0,00	0,00	0,00	4,36				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	100	0,00	0,32	91	0	0,02	0,00	0,04	2,31				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	100	0,00	0,34	43	0	0,02	0,01	0,04	1,88				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	100	0,00	1,79	81	0	0,03	0,01	0,17	6,29				1	1	1%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	100	0,00	15,66	88	0	0,28	0,01	1,60	6,17				5	1	1%	10	1	1%
Selenio (come Se)	mg/l	99	0,00	0,28	21	0	0,01	0,01	0,03	1,99				0,05	3	3%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	99	0,00	21	34	0	2	0,18	4	2,53				5	8	10%	20	2	3%
Cianuri (come CN-)	mg/l	99	0,00	0,06	90	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	1	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	84	0,00	106	73	15	5	0,00	16	3,09				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	84	0,00	7,49	77	1	0,25	0,00	1,02	4,13				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	84	0,00	206	65	10	12	1	33	2,73				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		99	3,13	3960,36	2	10	467,14	407,84	530,18	1,13				80	72	80%	160	71	79%
TDS		92	18	2995			196	80	317	2,03				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**49**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**36**	**73%**		**36**	**73%**
pH dell'eluato	unità pH	48	6,10	8,70			7,41	7,40	0,54	0,07	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	47	0,00	0,18			0,01	0,00	0,03	3,14				0,2	1	2%	2,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	47	0,00	0,00			0,00	0,00	0,01	1,39				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	47	0,01	3,55			0,92	0,66	0,83	0,91				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	47	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	3,04				1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	47	0,00	2,46			0,08	0,00	0,39	5,04				5	1	3%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	47	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,21				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	47	0,00	0,13			0,01	0,00	0,02	1,84				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	47	0,00	0,81			0,07	0,02	0,19	2,44				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	47	0,00	0,33			0,01	0,00	0,05	4,13				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	47	0,00	5,03			0,17	0,01	0,74	4,47				0,05	1	2%	0,5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	47	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,81				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	47	0,00	12,73			1,20	0,09	2,71	2,25				5	5	11%	20	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	43	0,00	171			7	0,00	27	3,84				2500	0	0%	5000	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	43	0,00	3,22			0,17	0,00	0,68	3,84				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	43	0,00	1760			49	0,00	272	5,56				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	48	13,09	3502			558,08	384,71	669,14	1,20				100	36	75%	180	36	75%
TDS	mg/l	47	35	3887			264	129	588	2,15				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.6. CER 080201: polveri di scarto di rivestimenti*

Nelle tabelle 4.15 e 4.16 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 080201*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei 30 campioni analizzati risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - 2 campioni (7%) risultano classificati come pericolosi a causa del superamento dei limiti sullo zinco (analizzato comunque in soli 7 dei 30 casi);
  - tutti i campioni rispettano il limite minimo di accettabilità in discarica sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 8 dei 12 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 richiedono il trattamento di inertizzazione in quanto superano i limiti per il conferimento sia in discarica per rifiuti non pericolosi sia in quella per rifiuti pericolosi;
  - 5 dei 6 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi né in quella per pericolosi, necessitando perciò di essere inertizzati;
  - in tutti i casi il superamento dei limiti è dovuto al DOC (13 superamenti in totale); in alcuni casi vi è anche il superamento dei limiti su zinco (2 superamenti globalmente di entrambi i limiti), antimonio e mercurio (solo superamento del limite di pericolosità).

TABELLA 4.15 - RIFIUTO CER 080201* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**30**										Totale campioni superati			0	0%		3	7%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		29	90	90	29	90	90	90	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	30	74,99	99,88	14	99	95,56	96,61	5,03	0,05	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	22	0,17	99,21			41,84	41,08	29,20	0,70									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	1	439,93	439,93			439,93	439,93											
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	14	0,00	5,80	13	5	0,87	0,24	1,67	1,73				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	30	0,00	11,16	28	1	0,54	0,00	2,03	3,74				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	30	0,00	2,58	28	1	0,34	0,21	0,51	1,53				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	1	8,06	8,06			8,06	8,06									1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	30	0,00	0,00	30	1	0,00	0,00	0,00					100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	30	0,70	1794	3	1	142	14	355	2,49									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	30	0,00	0,87			0,07	0,00	0,15	2,09				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	30	0,62	647			80	10	128	2,62							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	30	0,00	2450	11	5	166	7,84	466	2,82				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	30	3,50	2649	2	5	532	75	576	1,73									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	28	0,00	8,17	22	1	0,89	0,20	1,64	2,38				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	4	0,00	1,68			0,97	1,10	0,74	0,76				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	30	0,00	3,34	16	1	0,96	0,77	0,64	0,66				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	7	23,54	14643			3241	258	5629	1,74							2500	3	29%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	29	0,00	0,28	24	0	0,01	0,00	0,04	5,60				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	25	0,00	15,10	22	1	1,04	0,00	3,53	3,38				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	19	0,00	1941	17	30	83	0	263	3,18							25000	0	0%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		29																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		18	0,00	0,00	18	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	14	0,00	0,00	14	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	11	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		29	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	24	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		29	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	29	0,00	0,00	29	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.16 - RIFIUTO CER 080201* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<LQ	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**12**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**8**	**67%**		**8**	**67%**
pH dell'eluato	unità pH	12	4.30	10.70			7.24	7.20	1.46	0.20	6	1	9%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	12	0.00	1.07	8	0	0.11	0.01	0.30	2.84				0.07	2	17%	0.5	1	8%
Arsenico (come As)	mg/l	12	0.00	0.02	12	0	0.00	0.00	0.01	2.19				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	12	0.00	1.58	4	0	0.41	0.09	0.55	1.36				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	12	0.00	0.00	12	0	0.00	0.00	0.00	2.34				0.03	0	0%	0.2	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	12	0.00	0.03	10	0	0.01	0.01	0.01	1.30				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	12	0.00	0.01	11	0	0.00	0.00	0.00	3.46				0.005	1	8%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	12	0.00	0.07	10	0	0.02	0.01	0.03	1.44				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	12	0.00	0.13	5	0	0.03	0.01	0.04	1.57				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	12	0.00	0.02	11	0	0.01	0.01	0.01	0.91				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	12	0.00	0.14	9	0	0.03	0.00	0.05	1.39				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	12	0.00	0.01	8	0	0.00	0.00	0.01	1.62				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	12	0.02	23	6	0	2	0.06	6	2.85				5	1	8%	20	1	8%
Cianuri (come CN-)	mg/l	11	0.00	0.06	11	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	15	0.00	30	9	15	6	2.44	8	1.28				1000	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	0.00	4.21	8	1	0.74	0.00	1.07	2.14				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	15	0.00	52	7	10	12	5	18	1.44				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		11	4.00	7965.27	1	10	1014.75	353.00	2324.28	2.29				50	8	73%	100	8	73%
TDS		11	4	340			126	118	113	0.90				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**6**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**5**	**83%**		**5**	**83%**
pH dell'eluato	unità pH	6	6.40	8.80			7.18	6.95	0.83	0.12	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	6	0.00	0.00			0.01	0.01	0.01	1.31				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	6	0.00	0.00			0.00	0.00	0.01	1.85				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	6	0.00	0.87			0.35	0.31	0.37	0.77				6.1	0	0%	0.5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	6	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	1.63				1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	6	0.00	0.01			0.01	0.01	0.01	0.68				5	0	0%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.35				0.02	0	0%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	6	0.00	0.03			0.01	0.00	0.01	1.28				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	6	0.00	0.16			0.03	0.04	0.06	1.23				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	6	0.00	0.08			0.00	0.00	0.00	1.34				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	6	0.00	0.86			0.20	0.01	0.34	1.74				0.07	0	0%	0.5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	0.83				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	6	0.01	33.16			5.93	0.46	13.35	2.24				5	1	17%	20	1	17%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	5	0.00	13			4	3.87	5	1.22				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	5	0.00	3.88			1.27	0.00	1.81	1.42				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	5	0.00	21			11	14.14	10	0.94				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	6	60.65	1038			387.74	314.80	364.16	0.94				100	5	83%	100	5	83%
TDS	mg/l	6	38	761			308	258	317	0.83				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.7. CER 100207: rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.17 e 4.18 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 100207*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 6 campioni (19%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti sul piombo (6 campioni), sul cadmio (5 campioni) e sul selenio (1 campione);
  - 20 campioni (63%) risultano classificati come pericolosi a causa del contenuto di zinco (14 campioni), piombo (6 campioni) ed oli minerali (1 campione); lo zinco, in particolare, raggiunge concentrazioni molto elevate, sino a 50 volte superiori al limite;
  - tutti i 32 campioni possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 9 degli 11 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 5 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - sono stati analizzati solamente 3 campioni dopo l'entrata in vigore del D.M. 27.09.10; uno di questi non soddisfa i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi ma può essere ammesso in discarica per rifiuti pericolosi senza esser prima inertizzato;
  - i parametri critici sono differenti da campione a campione determinando così una situazione molto eterogenea; i parametri che comportano l'utilizzo del processo di inertizzazione sono i fluoruri (3 campioni), il molibdeno (2), il DOC (2), i TDS (1), il cadmio (1), il piombo (1) e lo zinco (1); molibdeno, cromo e selenio sono i parametri che più comportano la classificazione del rifiuto come pericoloso anche se solo il primo supera anche il limite previsto per essere accettato in discariche per rifiuti pericolosi.

TABELLA 4.17 - RIFIUTO CER 100207* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		32									Totale campioni reiterati				8	19%		20	63%
pH	unità pH	1	7,7	7,7			7,7	7,7											
Punto d'infiammabilità		18	80	80	18	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	22	32,32	100,00	11	99	94,44	98,93	14,29	0,15	25,00	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	17	32,01	100,51			90,70	92,77	16,37	0,18									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	18	36,24	9979			4801	4354	2490	0,54									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	8	0,00	44,36	6	6	8,24	4,04	14,47	1,76				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	21	0,00	62,91	2	1	20,30	18,43	18,30	0,90				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	21	0,00	1918	3	1	153,31	14,19	446,88	2,43				100	5	24%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00			0,00	0,00									1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	21	0,00	46,00	16	1	5,86	1,72	14,25	1,82				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	20	11,20	64170	0	1	5080	1192	14514	2,85									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	20	0,00	1,18			0,07	0,00	0,35	5,73				100	0	0%	800	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	20	36,75	56220			3743	178	12614	3,37							1000	2	10%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	21	22,44	31250	0	6	4802	2083,00	7439	1,55				5000	6	29%	5000	6	29%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	20	142,50	114400	0	5	7785	758	25387	3,54									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	17	0,00	83,14	14	1	6,82	0,12	20,10	3,34				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	3	0,00	0,11			0,04	0,06	0,06	0,86				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	20	0,00	1201	19	1	67,24	0,55	267,21	3,97				100	1	5%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	17	60,07	132300			24328	14010	32064	1,32							2500	14	82%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCO3)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00	18	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	18	0,00	32,69	15	1	3,82	0,00	9,02	2,50				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	18	0,00	25210	10	20	1736	0	5891	3,45							25000	1	6%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		18																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		12	0,00	8,58	12	10	0,71	0,00	2,47	3,48							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	17	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00	18	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.18 - RIFIUTO CER 100207* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**11**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**9**	**82%**		**5**	**45%**
pH dell'eluato	unità pH	10	8,00	12,00			9,64	9,35	3,02	0,31	6	0	0%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	11	0,00	0,09	7	0	0,01	0,00	0,01	1,38				0,07	0	0%	0,6	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	11	0,00	0,02	11	0	0,00	0,00	0,01	2,24				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	11	0,00	2,60	6	0	0,38	0,04	0,80	2,09				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	11	0,00	96,53	10	0	8,66	0,00	30,01	3,32				0,02	1	9%	0,3	1	9%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	11	0,00	4,10	4	0	1,36	0,03	1,82	1,41				1	4	36%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	11	0,00	0,06	11	0	0,00	0,00	0,00	2,23				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	11	0,00	109,50	3	0	10,06	0,34	32,60	3,08				1	4	36%	3	2	18%
Nichel (come Ni)	mg/l	11	0,00	0,68	5	0	0,09	0,01	0,19	2,15				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	11	0,00	10,87	8	0	1,23	0,04	3,39	2,94				1	2	18%	5	1	9%
Rame (come Cu)	mg/l	11	0,00	8,50	6	0	0,84	0,04	2,54	3,01				5	1	9%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	11	0,00	0,21	2	0	0,06	0,06	0,06	1,07				0,05	6	55%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	11	0,01	914	3	0	84	0,28	275	3,28				5	2	18%	20	1	9%
Cianuri (come CN-)	mg/l	10	0,00	0,00	10	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	10	0,00	879	1	10	365	327,16	342	0,94				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	10	0,00	204,40	6	1	43,76	0,00	74,21	1,70				15	3	30%	50	3	30%
Solfati (come SO4--)	mg/l	10	0,00	3193	2	10	696	208	1037	1,49				2000	1	10%	5000	0	0%
DOC (come C)		11	0,00	2432,91	2	10	258,37	35,77	722,01	2,79				80	2	18%	160	2	18%
TDS		10	96	13334			3304	2755	3909	1,18				6000	1	10%	10000	1	10%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**3**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**1**	**33%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	2	7,10	11,00			9,05	9,05	2,76	0,30	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	2	0,01	0,18			0,09	0,06	0,07	1,30				0,3	1	50%	2,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	2	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,41				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	2	0,07	0,07			0,07	0,07	0,01	0,08				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	2	0,00	0,03			0,01	0,01	0,02	1,41				1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	2	0,00	0,04			0,02	0,02	0,03	1,41				5	0	0%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	2	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,41				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	2	0,07	0,09			0,08	0,08	0,01	0,14				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	2	0,08	0,20			0,14	0,14	0,14	1,39				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	2	0,00	0,04			0,02	0,02	0,03	1,39				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	2	0,01	0,03			0,02	0,02	0,01	0,60				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	2	0,01	0,25			0,13	0,13	0,16	1,39				0,05	1	50%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	2	0,08	5,46			2,77	2,77	3,81	1,38				5	1	50%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	2	45,86	51			48	48,26	3	0,07				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	2	15,59	18			17	16,91	2	0,11				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	3	0,85	55			25,47	19,22	28,27	1,11				100	0	0%	160	0	0%
TDS	mg/l	2	1080	3078			2079	2079	1427	0,69				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.8. CER 110109: fanghi e residui di filtrazione, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.19 e 4.20 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 110109*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 2 campioni su 30 (8%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti sul cromo VI e sul piombo (1 campione ognuno);
  - 26 campioni (87%) risultano classificati come pericolosi; questo è causato in pressoché tutte le analisi dall'elevata presenza di nichel (25 superamenti su 26 misurazioni, valore massimo pari a 206 volte il limite); altri parametri che superano il limite sono lo zinco (7 campioni), il piombo (1), i cianuri (1) e gli oli minerali (1);
  - 2 campioni (8%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 4 dei 12 campioni (33%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; tutti i campioni posso comunque essere conferiti in discarica per rifiuti pericolosi non necessitando così di essere inertizzati;
  - 4 dei 6 campioni (67%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, ma tutti possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e non devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi non vi sono parametri così critici da determinare la necessità di inertizzare il rifiuto; tra i parametri che impediscono lo smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi vi sono nichel, selenio, solfati e DOC per le analisi pre D.M. e cloruri, antimonio e nichel per le analisi post D.M.; si sottolinea come i superamenti siano minimi, solo il selenio raggiunge un valore di quasi 3 volte il limite in un caso.

TABELLA 4.19 - RIFIUTO CER 110109* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		30										Totale campioni reiterati			2	7%		26	87%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		21	90	90	21	90	90	90	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	28	15.63	66.88	0	99	48.84	50.04	22.15	0.45	25	2	6%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	11.77	76.00			33.82	30.10	15.90	0.47									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	20	118.90	3696.00			732.24	273.20	1254.79	1.64									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	19	0.00	420.20	12	6	37.06	0.00	110.07	2.94				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	26	0.00	15.61	17	1	1.88	0.00	3.49	2.05				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	26	0.00	14.04	17	1	2.33	0.45	3.93	1.68				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)																1000		
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	26	0.00	360.00	23	1	15.07	0.00	68.00	5.30				100	1	4%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	26	1.10	101100	0	1	10669	10182	26799	1.35									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	26	0.00	0.33			0.04	0.00	0.10	2.45				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	27	0.87	208100			28613	12640	62662	1.77							1000	26	93%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	26	0.60	10290	2	5	660	140.30	2027	2.94				5000	1	4%	5000	1	4%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	26	2.67	58342	1	5	6384	1254	12515	1.99									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	21	0.01	245.80	15	1	14.01	0.31	53.42	3.81				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	5	0.38	1.97			1.19	1.48	0.66	0.55				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame diossido e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	26	0.00	2.33	23	1	0.35	0.00	0.60	1.72				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	25	14.51	57250			9142	701	16663	2.03							2500	7	28%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	21	0.00	6333.60	19	0	301.68	0.00	1382.08	4.58				500	1	5%	1000	1	5%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	21	0.00	0.00	21	1	0.00	0.00	0.00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	20	0.00	204756	6	20	10637	83	45668	4.31							25000	1	5%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		21																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		14	0.00	0.00	14	10	0.00	0.00	0.00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	21	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		21	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0.00	0.00	1	1	0.00	0.00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
ALTRI SOLVENTI (escluso idrocarburi)		21	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	21	0.00	0.00	21	1	0.00	0.00	0.00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.20 - RIFIUTO CER 110109* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**12**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni respinti			**4**	**33%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	12	5,70	9,88			8,18	8,30	1,06	0,13	6	1	8%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	9	0,00	0,03	4	0	0,01	0,01	0,01	1,22				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	9	0,00	0,00	9	0	0,00	0,00	0,00					0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	9	0,00	1,88	7	0	0,24	0,03	0,62	2,57				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	9	0,00	0,01	9	0	0,00	0,00	0,00	2,00				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	9	0,01	0,49	3	0	0,17	0,08	0,20	1,14				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	11	0,00	0,00	11	0	0,00	0,00	0,00					0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	10	0,00	0,05	8	0	0,02	0,01	0,02	1,08				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	10	0,00	2,04	1	0	0,43	0,18	0,65	1,51				1	2	20%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	11	0,00	0,08	7	0	0,03	0,02	0,03	0,89				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	11	0,00	0,12	6	0	0,03	0,01	0,04	1,21				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	10	0,00	0,14	3	0	0,03	0,01	0,05	1,48				0,05	2	20%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	10	0,02	0	6	0	0	0,05	0	1,01				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	10	0,00	0,00	10	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	10	0,00	865	3	15	186	107,00	266	1,43				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	11	0,00	15,00	7	1	3,18	0,00	5,02	1,57				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	11	14,00	2776	0	10	901	857	864	0,96				2000	1	9%	5000	0	0%
DOC (come C)		9	3,72	61,17	4	10	19,43	11,66	23,99	1,23				80	1	11%	100	0	0%
TDS		12	482	4517			1514	1301	1084	0,72				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**6**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni respinti			**4**	**67%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	6	7,80	8,90			8,33	8,20	0,38	0,05	6	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	6	0,00	0,072			0,02	0,00	0,03	1,80				0,07	1	17%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	6	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	0,83				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	6	0,01	0,98			0,18	0,04	0,37	2,05				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	6	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	6	0,00	0,54			0,14	0,02	0,22	1,59				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	6	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,19				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	6	0,00	0,15			0,06	0,06	0,06	0,94				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	6	0,01	1,00			0,53	0,55	0,44	0,83				1	1	17%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	6	0,00	0,06			0,03	0,03	0,03	1,14				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	6	0,01	0,13			0,06	0,09	0,05	0,88				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	6	0,00	0,01			0,00	0,00	0,01	2,00				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	6	0,05	2,79			0,63	0,14	1,08	1,72				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	6	4,29	177			101	119,39	80	0,79				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	6	0,00	23,19			11,00	8,83	8,84	0,80				15	2	33%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	6	1,00	1670			706	743,62	652	0,92				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	6	3,92	30			12,09	8,46	12,02	0,97				100	0	0%	100	0	0%
TDS	mg/l	6	144	3654			1817	1865	1227	0,68				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.9. CER 110110: fanghi e residui di filtrazione, diversi da quelli di cui alla voce 11 01 09

Nelle tabelle 4.21 e 4.22 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 110110 si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei 38 campioni analizzati risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - 7 campioni (18%) risultano classificati come pericolosi; i parametri più critici sono lo zinco, 3 superamenti su 8 misurazioni con valore massimo pari a ben 2680 volte il limite, ed il nichel (come idrossido), misurato 3 volte e sempre di poco superiore al limite; un superamento si rileva anche per il rame solubile e gli oli minerali;
  - 3 campioni (8%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 7 dei 15 campioni (47%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 2 (13%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 2 dei 7 campioni (29%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti né per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi né per quella in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - i campioni che devono essere inertizzati presentano sempre criticità molto eterogenee e spesso associate; si rilevano superamenti su cadmio, nichel, rame, selenio, zinco, cloruri, DOC e TDS; il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi è superato anche da fluoruri e solfati (2 occorrenze per ognuno dei parametri con valori poco superiori al limite).

TABELLA 4.21 - RIFIUTO CER 110110 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**38**										Totale campioni reiterati			**0**	**0%**		**7**	**18%**
pH	unità pH	1	13,8	13,8			13,8	13,8											
Punto d'infiammabilità		32	80	80	32	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	26	12,16	99,08	1	99	54,46	52,66	27,21	0,50	25	3	5%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	26	10,07	100			41,66	31,33	28,00	0,69									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	3	160	15212			5230	296	8845	1,65									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	15	0,00	16,76	12	6	2,81	0,67	6,17	1,84				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	37	0,00	10,69	28	1	0,88	0,00	2,32	2,37				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	37	0,00	9,17	31	1	0,88	0,11	1,59	2,84				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)																1000		
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	37	0,00	4,96	36	1	0,13	0,00	0,81	6,05				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	37	3,31	11056	0	1	874	31	3310	3,84									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	37	0,00	0,71			0,04	0,00	0,14	3,38				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	32	3,06	667			101	24	163	1,62							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2)	ppm (mg/kg)	3	1447	1874			1771	1892	283,45	0,16							1000	3	100%
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	37	0,00	4589	7	5	133	8,50	679	5,02				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	36	0,00	102190	6	6	4598	89	18772	4,08									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	32	0,00	2918	23	1	98,41	0,14	515,66	5,24				5000	0	0%	2500	1	3%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	4	0,00	0,65			0,22	0,11	0,30	1,35				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	1	157,80	157,80			157,80	157,80											
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	37	0,00	22,63	35	1	0,88	0,24	3,68	4,07				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	8	19,79	678800			94769	148	239858	2,47							2500	3	38%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	33	0,00	0,00	33	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	33	0,00	12,26	32	1	0,37	0,00	2,13	5,74				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	23	0,00	46661	4	20	2492	76	9670	3,88							25000	1	4%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		33																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		18	0,00	0,00	18	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	33	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		33	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	33	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		33	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	33	0,00	0,00	33	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.22 - RIFIUTO CER 110110 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**15**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**7**	**47%**		**2**	**13%**
pH dell'eluato	unità pH	15	3,88	9,20			7,49	7,70	1,28	0,17	6	1	7%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	15	0,00	0,07	12	0	0,01	0,00	0,02	2,34				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	15	0,00	0,08	15	0	0,00	0,00	0,00	2,79				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	15	0,00	0,38	13	0	0,05	0,01	0,12	2,18				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	15	0,00	3,67	13	0	0,21	0,00	0,76	3,67				0,02	2	13%	0,3	1	7%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	15	0,00	0,78	14	0	0,04	0,00	0,20	3,49				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	15	0,00	0,00	15	0	0,00	0,00	0,00					0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	15	0,00	0,05	14	0	0,01	0,00	0,02	1,28				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	15	0,00	12,90	7	0	0,88	0,01	3,33	3,35				1	2	13%	4	1	7%
Piombo (come Pb)	mg/l	15	0,00	0,82	11	0	0,08	0,00	0,21	2,69				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	15	0,00	1,34	12	0	0,12	0,01	0,34	2,83				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	15	0,00	0,04	7	0	0,01	0,01	0,01	1,32				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	15	0,00	11228	9	0	749	0,03	2899	3,87				5	1	7%	20	1	7%
Cianuri (come CN-)	mg/l	12	0,00	0,00	12	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	13	0,00	24000	5	13	1885	29,00	6621	3,48				1500	1	8%	2500	1	8%
Fluoruri (come F-)	mg/l	12	0,00	30	9	1	4,23	0,00	7,76	1,84				15	2	17%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	12	0,00	4250	4	10	902	118	1477	1,58				2000	2	17%	5000	0	0%
DOC (come C)		14	1,29	148,11	8	10	20,07	7,80	38,23	1,82				80	1	7%	160	1	7%
TDS		14	11	28563			3401	501	7519	2,30				6000	2	14%	10000	1	7%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**7**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**2**	**29%**		**2**	**29%**
pH dell'eluato	unità pH	7	8,20	11,30			9,54	9,30	1,22	0,20	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	7	0,00	0,00			0,00	0,00	0,01	2,49				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0,00	0,11			0,04	0,02	0,05	1,32				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0,00	0,03			0,01	0,01	0,01	0,74				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	2,03				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0,00	0,06			0,01	0,01	0,02	1,91				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,18				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0,00	0,68			0,14	0,02	0,25	1,84				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0,00	0,38			0,11	0,05	0,14	1,29				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0,00	0,68			0,09	0,01	0,22	2,48				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0,00	419,17			60,00	0,02	158,69	2,64				5	1	14%	10	1	14%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0,00	2,56			0,37	0,00	0,97	2,63				0,05	1	14%	0,7	1	14%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0,00	35,95			5,20	0,04	13,56	2,61				5	1	14%	20	1	14%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	6	0,00	88			38	37,26	41	1,07				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	6	0,00	6,28			1,73	0,00	2,49	1,42				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	6	0,00	354			120	116,80	148	1,21				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	7	3,11	1315			212,18	12,31	487,43	2,30				100	2	29%	180	2	29%
TDS	mg/l	7	21	11918			3039	1302	4317	1,42				10000	1	14%	10000	1	14%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.10. CER 120104: polveri e particolato di materiali non ferrosi

Nelle tabelle 4.23 e 4.24 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 120104: si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 2 campioni (4%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi in quanto viene superato, per entrambi i campioni, il limite sul piombo;
  - 18 campioni (36%) risultano classificati come pericolosi; i limiti violati più frequentemente riguardano gli oli minerali (9 superamenti) e lo zinco (7 superamenti) ma ciò si verifica anche con il rame (3), il piombo ed il nichel (1);
  - sullo zinco sono state fatte appena 10 analisi; i 7 superamenti rappresentano quindi ben il 70% dei casi; inoltre, sia la concentrazione massima sia la media delle concentrazioni registrate sono notevolmente superiori al limite imposto, in particolare di circa 210 e 40 volte rispettivamente;
  - tutti i 50 campioni possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 15 dei 21 campioni (71%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 12 (57%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 4 dei 5 campioni (80%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti né per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi né per quella in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i periodi di analisi, il parametro sempre presente che determina la necessità dell'inertizzazione risulta essere il DOC (19 superamenti in totale e concentrazione fino a 20 volte superiore al limite); nel primo gruppo di analisi, particolarmente critici sono anche i valori sul rame (7 superamenti con massimo pari a circa 45 volte il limite) ed inoltre si rilevano singoli superamenti su piombo e zinco; anche nel secondo gruppo, si riscontrano concentrazioni eccedenti il limite sul rame (2 campioni).

TABELLA 4.23 - RIFIUTO CER 120104 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**50**										Totale campioni respinti			2	4%		18	36%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		39	60	60	39	60	60	60	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	42	42,22	101,82	22	99	96,41	98,24	9,50	0,10	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	37	0,38	124,79			70,31	70,46	22,05	0,31									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	3	44,77	15267			5618,47	3299,00	6609,37	1,14									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	29	0,00	23,60	18	5	3,44	0,30	6,53	1,90				5000	0	0%	2500	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	45	0,00	19,23	22	1	3,58	1,42	4,69	1,31				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	45	0,00	20,43	17	1	3,72	2,35	4,60	1,24				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	1	0,04	0,04			0,04	0,04									1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	43	0,00	0,00	43	1	0,00	0,00	0,00					100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	45	0,61	101	1	1	21	11	26	1,22									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	45	0,00	0,44			0,04	0,00	0,09	2,44				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	46	1,22	1019			201	122	243	1,21							1000	1	2%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	45	0,00	14460	11	5	2090	1517,00	2596	1,25				5000	2	4%	5000	2	4%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	45	2,79	658900	5	5	158279	73633	145862	1,36									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	37	0,00	4442	8	1	480,42	33,66	951,41	2,07				5000	0	0%	2500	3	8%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	7	0,09	170,98			38,66	1,34	62,19	1,70				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	43	0,00	34,30	31	1	1,48	0,59	5,16	3,47				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	15	23,04	529000			155291	94579	184760	1,49							2500	7	33%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	39	0,00	1,63	38	0	0,04	0,00	0,26	6,24				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	39	0,00	24,54	38	1	0,88	0,00	4,03	4,57				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	33	0,00	138114	12	20	20609	10460	29623	1,44							25000	9	27%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)		39																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		31	0,00	0,00	31	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	3	0,00	0,00	3	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	36	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		39	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	36	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		39	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	39	0,00	0,00	39	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.24 - RIFIUTO CER 120104 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**21**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**15**	**71%**		**12**	**57%**
pH dell'eluato	unità pH	20	8.40	10,90			7,81	7,85	0,96	0,12	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	17	0,00	0,18	6	0	0,03	0,01	0,04	1,78				0,07	2	12%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	17	0,00	0,08	16	0	0,01	0,00	0,02	2,81				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	17	0,00	0,25	13	0	0,03	0,01	0,06	1,89				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	17	0,00	0,18	14	0	0,01	0,00	0,03	3,62				0,02	1	6%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	17	0,00	0,18	13	0	0,03	0,00	0,04	1,79				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	17	0,00	0,06	17	0	0,00	0,00	0,00	4,12				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	17	0,00	0,53	15	0	0,06	0,00	0,15	2,61				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	18	0,00	0,33	5	0	0,11	0,06	0,11	1,01				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	19	0,00	18,05	8	0	1,47	0,16	4,12	2,80				1	4	21%	5	1	5%
Rame (come Cu)	mg/l	17	0,00	447,72	3	0	75,16	5,72	133,70	1,78				5	9	53%	10	7	41%
Selenio (come Se)	mg/l	17	0,00	0,03	7	0	0,01	0,01	0,01	1,03				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	17	0,00	23	3	0	4	1,38	6	1,42				5	5	29%	20	1	6%
Cianuri (come CN-)	mg/l	19	0,00	0,06	19	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	20	0,00	23	14	15	7	6,78	5	1,39				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	19	0,00	0,45	18	1	0,02	0,00	0,10	4,36				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	20	0,00	227	9	10	24	13	50	2,07				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		17	3,66	2394	2	10	394,76	247,40	716,17	1,27				80	12	71%	160	12	71%
TDS		20	24	1892			306	177	438	1,44				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**5**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**4**	**80%**		**4**	**80%**
pH dell'eluato	unità pH	5	7,40	11,10			8,72	7,90	1,51	0,17	5	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	5	0,00	0,07			0,02	0,01	0,03	1,11				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	5	0,00	0,04			0,01	0,00	0,02	2,17				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	5	0,00	0,06			0,02	0,01	0,03	1,14				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	5	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,40				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	5	0,00	0,13			0,03	0,00	0,06	1,93				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	5	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,82				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	5	0,00	0,42			0,09	0,00	0,19	2,17				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	5	0,00	0,39			0,11	0,06	0,18	1,52				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	5	0,00	0,06			0,03	0,03	0,03	0,93				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	5	0,02	33,69			12,02	0,24	17,42	1,39				5	2	40%	10	2	40%
Selenio (come Se)	mg/l	5	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,89				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	0,01	1,38			0,68	0,84	0,61	0,89				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	5	0,00	14			3	0,00	6	2,11				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	5	0,00	4,07			0,81	0,00	1,82	2,24				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	5	0,00	153			31	0,00	68	2,20				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	5	9,13	701			331,38	246,73	259,31	0,78				100	4	80%	160	4	80%
TDS	mg/l	5	59	1039			477	299	472	0,99				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.11. CER 120114: fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.25 e 4.26 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 120114*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - appena 15 campioni sui 184 analizzati (8%) sono classificati come speciali o tossici/nocivi a causa principalmente del superamento dei limiti sul piombo (10 campioni); gli altri superamenti si hanno sul selenio (2), sull'arsenico (1), sul cadmio (1) e sul rame (1);
  - 141 campioni (77%) sono classificati come pericolosi in quanto vi sono superamenti su parametri particolarmente critici quali lo zinco (73 campioni con massimo superiore di 120 rispetto al limite), il nichel (64) e gli oli minerali (40); superamenti si registrano anche sul piombo (10) e sul rame (3);
  - solamente 1 campione (< 1%) non può essere accettato nelle discariche in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 44 dei 67 campioni (67%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 4 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 50 dei 64 campioni (78%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 4 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - escludendo un solo campione, la totalità di quelli che devono essere sottoposti a inertizzazione è caratterizzata da una concentrazione di DOC eccedente il limite, avente, in entrambi i periodi di analisi, massimo pari a circa 27 volte tale limite e concentrazione media di circa 7 volte il suddetto limite; sia prima che dopo il D.M. si ha un buon numero di superamenti anche sul rame (in totale 29 campioni su 131, con massimo maggiore di circa 440 volte al limite); nel primo gruppo di analisi, ci sono singoli casi di superamento del limite riguardo nichel (5), cromo totale (3), zinco (2), antimonio (1), cadmio (1), molibdeno (1), fluoruri (1) e solfati (1); nel secondo gruppo, invece, portano al superamento dei limiti zinco (5), TDS (3), piombo (2), antimonio (1), molibdeno (1), nichel (1) e solfati (1).

TABELLA 4.25 - RIFIUTO CER 120114* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**184**										Totale campioni reiterati			15	8%		141	77%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		129	80	80	129	80	80	80	0	0	80	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	175	15,33	100,54	16	9,9	85,01	96,24	18,65	0,22	25	1	1%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	98	1,77	100,29			63,38	66,60	28,16	0,41									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	107	0,30	250700			10069	1400	30879	3,07									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	100	0,00	198,16	98	6	13,16	4,06	30,62	2,33				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	171	0,00	154,70	64	1	6,88	2,87	15,05	2,25				100	1	1%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	171	0,00	290,70	101	1	5,88	0,33	23,07	4,05				100	1	1%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	29	0,00	67,87			7,55	1,84	16,54	2,19							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	170	0,00	11,40	165	1	0,21	0,00	1,30	6,06				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	171	1,28	104571	0	1	4733	355	11889	2,50									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	171	0,00	5,44			0,13	0,00	0,48	3,73				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	174	3,11	61419			2892	613	8642	2,98							1000	64	37%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	174	0,00	14560	34	5	1190	37,11	2139	1,81				5000	10	6%	5000	10	6%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	171	10,55	428300	0	6	35769	1143	65277	1,87									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	153	0,00	28490	44	1	342	4,50	2345	6,85				5000	1	1%	2500	3	2%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	17	0,00	374,83			20,09	2,74	90,77	3,12				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	171	0,00	681,98	145	1	8,88	0,00	53,58	8,85				100	2	1%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	162	0,00	301112			22069	700	42809	1,94							2500	73	45%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	129	0,00	0,87	129	0	0,01	0,00	0,09	8,14				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	129	0,00	71,16	111	1	2,44	0,00	8,56	3,83				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	132	0,00	553400	13	20	37460	8280	91547	2,44							25000	40	30%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		129																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		97	0,00	0,00	97	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	3	0,00	0,00	3	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	126	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		129	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	4	0,00	0,00	4	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	125	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		129	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	129	0,00	0,00	129	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.26 - RIFIUTO CER 120114* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**67**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni recuperati				**44**	**66%**		**44**	**66%**
pH dell'eluato	unità pH	64	2,10	11,90			7,78	7,65	1,76	0,23	6	8	13%						
Ammoniaca (come NH_3)	mg/l	62	0,00	0,67	23	0	0,03	0,01	0,08	3,57				0,07	2	3%	0,6	1	2%
Arsenico (come As)	mg/l	62	0,00	0,00	59	0	0,00	0,00	0,01	1,77				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	62	0,00	6,83	39	0	0,34	0,03	1,18	3,43				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	63	0,00	0,51	55	0	0,02	0,00	0,07	4,44				0,02	5	8%	0,3	1	2%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	62	0,00	10,32	28	0	0,71	0,03	1,99	2,79				1	9	15%	7	3	5%
Mercurio (come Hg)	mg/l	64	0,00	0,00	64	0	0,00	0,00	0,00	3,47				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	62	0,00	16,34	34	0	0,42	0,03	2,09	4,99				1	3	5%	3	1	2%
Nichel (come Ni)	mg/l	62	0,00	12,42	7	0	1,12	0,25	2,13	1,90				1	10	26%	4	5	8%
Piombo (come Pb)	mg/l	64	0,00	2,99	33	0	0,17	0,03	0,49	2,72				1	4	6%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	63	0,00	4362,56	11	0	75,36	0,45	551,63	7,32				5	14	22%	10	12	19%
Selenio (come Se)	mg/l	62	0,00	0,06	22	0	0,01	0,01	0,01	1,80				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	62	0,00	63	13	0	4	0,47	10	2,51				5	12	19%	20	3	5%
Cianuri (come CN^-)	mg/l	62	0,00	0,06	62	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl^-)	mg/l	65	0,00	370	37	15	34	7,28	73	2,17				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F^-)	mg/l	65	0,00	57,79	47	1	3,22	0,00	9,45	2,94				15	5	8%	50	1	2%
Solfati (come SO_4^{--})	mg/l	59	0,00	33640	39	10	1015	8	7007	6,91				2000	3	5%	5000	1	2%
DOC (come C)		64	2,88	3758,01	4	10	748,30	383,04	881,06	1,18				80	44	68%	160	43	67%
TDS		62	4	7870			660	201	1574	2,13				6000	4	6%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**64**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni recuperati				**50**	**78%**		**50**	**78%**
pH dell'eluato	unità pH	64	5,40	12,40			7,88	7,80	1,28	0,16	6	1	2%					0	0%
Ammoniaca (come NH_3)	mg/l	64	0,00	2,66			0,08	0,01	0,32	6,49				0,07	5	8%	0,6	1	2%
Arsenico (come As)	mg/l	64	0,00	0,18			0,01	0,00	0,02	2,19				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	64	0,00	1,78			0,18	0,03	0,37	2,05				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	64	0,00	0,08			0,00	0,00	0,01	2,40				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	64	0,00	2,04			0,23	0,01	0,47	2,01				1	7	11%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	64	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,40				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	64	0,00	19,65			0,39	0,01	2,44	6,28				1	1	2%	3	1	2%
Nichel (come Ni)	mg/l	64	0,00	6,38			0,43	0,10	0,90	2,11				1	6	9%	4	1	2%
Piombo (come Pb)	mg/l	64	0,00	10,30			0,44	0,04	1,46	3,38				1	5	8%	5	2	3%
Rame (come Cu)	mg/l	64	0,00	376,94			31,60	1,46	75,21	2,38				5	23	36%	10	17	27%
Selenio (come Se)	mg/l	64	0,00	0,26			0,01	0,00	0,03	3,26				0,05	2	3%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	64	0,01	50,22			5,43	1,30	10,48	1,93				5	18	28%	20	3	5%
Cloruri (come Cl^-)	mg/l	61	0,00	190			12	4,81	29	2,32				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F^-)	mg/l	61	0,00	33,62			2,87	0,00	7,82	2,73				15	5	8%	50	0	0%
Solfati (come SO_4^{--})	mg/l	61	0,00	6497			276	6,23	984	3,54				2000	1	2%	5000	1	2%
DOC (come C)	mg/l	64	0,00	2793			726,78	395,93	762,01	1,05				100	50	78%	160	50	78%
TDS	mg/l	64	31	22067			1339	199	3800	2,84				10000	3	5%	10000	3	5%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.12. CER 120115: fanghi di lavorazione, diversi da quelli di cui alla voce 12 01 14

Nelle tabelle 4.27 e 4.28 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 120115; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - appena 7 campioni su 259 (3%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti sul selenio (5 campioni) e sul piombo (2 campioni);
  - 45 campioni (17%) risultano classificati come pericolosi a causa principalmente della concentrazione di oli minerali oltre il limite (42 campioni su 174 analisi effettuate); si registrano superamenti anche su piombo e rame (2 campioni ognuno, comunque < 1%);
  - solamente 1 campione (< 1%) non può essere accettato nelle discariche in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 67 dei 112 campioni (60%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 63 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 20 dei 32 campioni (63%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti né per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi né per quella in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi il parametro che determina l'inaccettabilità del rifiuto è quasi sempre il DOC (79 volte sugli 83 superamenti totali); in aggiunta, si riscontra un buon numero di superamenti sul rame (28 in totale); nel primo gruppo di analisi, eccedono i limiti anche le concentrazioni di TDS (3 campioni), fluoruri (2), antimonio (1), cromo totale (1), selenio (1), cloruri (1) e solfati (1), considerando comunque che sono stati analizzati più di 100 campioni e quindi tali avvenimenti risultano percentualmente abbastanza rari; nel secondo gruppo, invece, eccedono i limiti le concentrazioni di TDS (3 campioni), solfati (2), cromo totale (2), zinco (2), antimonio (1) e fluoruri (1).

TABELLA 4.27 - RIFIUTO CER 120115 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**259**										Totale campioni reiterati			7	3%		45	17%
pH	unità pH	4	7,5	8,1			7,7	7,6	0,38	0,04									
Punto d'infiammabilità		219	80	80	219	80	80	80	0	0	55	5	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	245	15,30	101,24	24	9,9	78,65	90,30	21,02	0,35	25	3	1%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	193	0,87	102,61			53,02	54,08	22,15	0,42									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	17	35,31	23340			9025	2521	8921	1,38									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	111	0,08	29,30	79	6	4,88	1,97	6,31	1,35				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	248	0,08	40,62	126	1	2,82	0,78	5,55	1,80				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	248	0,08	61,61	139	1	2,44	0,63	5,30	2,17				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	3	0,08	87,84			29,36	0,23	50,71	1,73							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	245	0,08	83,30	240	1	0,44	0,00	5,40	12,33				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	248	0,79	77596	2	1	1212	15	6829	5,63									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	248	0,08	24,05			0,15	0,00	1,84	18,07				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	248	1,88	1787			168	89	241	1,28							1000	2	1%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)	1	2930	2930			2930	2930									10000	0	0%
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	250	0,08	9807	24	5	882	172,80	1299	1,47				5000	2	1%	5000	2	1%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	242	1,44	210400	1	6	30078	7702	41611	1,38									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	213	0,08	2707	88	1	217,52	8,00	523,06	2,40				5000	0	0%	2500	2	1%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	38	0,08	1400			187,40	7,31	380,21	1,62				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	4	20,59	23670			8229	4935	10940	1,39									
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	247	0,08	1159	178	1	10,10	0,49	77,42	7,67				100	5	2%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)																2500		
Zinco ed i suoi composti (come ZnO5)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	220	0,08	1,08	217	0	0,08	0,08	0,07	14,63				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	223	0,08	3869	202	1	19,92	0,00	246,50	12,37				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	175	0,08	187000	37	20	15542	1935	28082	1,82							25000	42	24%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		223																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		198	0,08	61,30	154	10	0,79	0,08	6,84	8,79							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	31	0,08	0,08	31	1	0,08	0,08	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)																		
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		183	0,08	0,08			0,08	0,08	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	14	0,08	0,08	14	1	0,08	0,08	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)																		
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		223	0,08	0,08			0,08	0,08	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)					1													

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.28 - RIFIUTO CER 120115 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**112**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**67**	**60%**		**63**	**56%**
pH dell'eluato	unità pH	112	3.00	11.00			7.79	7.80	1.34	0.17	6	8	7%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	110	0.00	0.68	47	0	0.02	0.01	0.07	3.07				0.07	10	9%	0.5	1	1%
Arsenico (come As)	mg/l	110	0.00	0.06	104	0	0.01	0.00	0.01	1.76				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	110	0.00	3.80	77	0	0.12	0.03	0.39	3.16				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	110	0.00	0.02	109	0	0.00	0.00	0.00	1.78				0.02	0	0%	0.3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	110	0.00	62.44	99	0	0.88	0.00	9.04	8.83				1	3	3%	7	1	1%
Mercurio (come Hg)	mg/l	111	0.00	0.01	110	0	0.00	0.00	0.00	4.05				0.005	1	1%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	110	0.00	2.57	89	0	0.09	0.01	0.34	3.64				1	2	2%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	110	0.00	3.01	34	0	0.15	0.00	0.33	2.21				1	1	1%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	110	0.00	3.23	98	0	0.13	0.04	0.38	2.78				1	2	2%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	110	0.00	895.10	21	0	26.72	0.62	104.16	3.90				5	27	25%	10	23	21%
Selenio (come Se)	mg/l	110	0.00	0.75	38	0	0.02	0.01	0.08	3.67				0.05	7	6%	0.7	1	1%
Zinco (come Zn)	mg/l	67	0.00	41	12	0	4	0.92	7	1.84				5	24	36%	20	2	3%
Cianuri (come CN-)	mg/l	109	0.00	0.06	106	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	103	0.00	3828	54	15	72	4.93	363	5.32				1500	1	1%	2500	1	1%
Fluoruri (come F-)	mg/l	102	0.00	509.93	85	1	0.98	0.00	51.11	7.45				15	4	4%	50	2	2%
Solfati (come SO4--)	mg/l	102	0.00	15146	51	10	267	7	1554	5.83				2000	2	2%	5000	1	1%
DOC (come C)		100	3.09	4730.11	4	10	390.54	122.52	891.81	1.75				80	60	61%	160	60	57%
TDS		67	13	26938			640	150	2923	3.48				6000	3	3%	10000	3	3%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**32**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**20**	**63%**		**20**	**63%**
pH dell'eluato	unità pH	32	4.20	12.20			8.21	7.90	1.68	0.20	6	1	3%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	32	0.00	0.68			0.04	0.01	0.11	2.39				0.07	6	19%	0.5	1	3%
Arsenico (come As)	mg/l	32	0.00	0.14			0.02	0.00	0.03	2.00				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	32	0.00	2.10			0.15	0.04	0.37	2.46				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	32	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.66				0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	32	0.00	41.19			1.88	0.01	7.45	4.43				1	2	6%	7	2	6%
Mercurio (come Hg)	mg/l	32	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.31				0.02	0	0%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	32	0.00	1.57			0.18	0.01	0.40	2.54				1	2	6%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	32	0.00	1.38			0.18	0.00	0.29	1.60				1	1	3%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	32	0.00	1.84			0.13	0.03	0.31	2.44				1	1	3%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	32	0.00	266.78			26.46	0.53	66.20	2.50				5	6	19%	10	6	19%
Selenio (come Se)	mg/l	32	0.00	0.21			0.02	0.00	0.04	2.49				0.05	3	9%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	32	0.00	42.69			3.48	0.23	8.61	2.50				5	5	16%	20	2	6%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	31	0.00	2183			94	5.15	387	4.10				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	31	0.00	219.97			8.88	0.00	38.78	4.48				15	2	6%	50	1	3%
Solfati (come SO4--)	mg/l	31	0.00	12250			663	25.05	2246	3.54				2000	2	6%	5000	2	6%
DOC (come C)	mg/l	32	6.72	4793			857.47	293.57	1170.47	1.37				100	19	59%	160	19	59%
TDS	mg/l	32	16	20302			3002	410	4585	2.29				10000	3	9%	10000	3	9%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.13. CER 120116: materiale abrasivo di scarto, contenente sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.29 e 4.30 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 120116*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 11 campioni su 65 (17%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti su piombo (5 campione), arsenico (4), cadmio (2 campioni, massimo pari a ben 64 volte il limite), cromo VI (2) e selenio (1);
  - 42 campioni (65%) risultano classificati come pericolosi principalmente a causa del contenuto di nichel (23 campioni) e zinco (21 campioni, massimo pari a quasi 100 volte il limite); si registrano superamenti anche su piombo (5 campioni), oli minerali (2) e rame (1);
  - tutti i campioni possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 14 dei 26 campioni (54%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 9 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 13 dei 27 campioni (48%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 7 non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi, nonostante il parametro più critico risulti essere il DOC (13 superamenti in totale), lo scenario è molto eterogeneo; infatti, nel primo gruppo di analisi, vi sono superamenti su molibdeno (1), nichel (1), rame (1) e fluoruri (1); nel secondo gruppo, invece, portano al superamento dei limiti rame (3), cadmio (1), cromo totale (1), molibdeno (1) e fluoruri (1).

TABELLA 4.29 - RIFIUTO CER 120116* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	e	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**65**										Totale campioni reiterati			**11**	**17%**		**42**	**65%**
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		63	80	80	63	80	80	80	0	0	65	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	64	75,22	100	41	99	97,05	99,29	3,90	0,04	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	24	4,47	135			87,19	97,65	29,08	0,34									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	39	99,99	191300			11919	1574	30924	2,60									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	47	0,00	1327	33	6	36,06	0,00	193,44	5,23				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	64	0,00	130	18	1	10,36	6,48	31,05	1,80				100	4	6%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	64	0,00	6400	37	1	153,82	0,42	887,20	5,77				100	2	3%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	9	0,00	19,41			4,44	0,00	7,07	1,59							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	64	0,00	110	61	1	3,96	0,00	19,55	5,02				100	2	3%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	64	1,13	151800	0	1	11491	997	33667	2,94									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	64	0,00	3,08			0,17	0,00	0,47	3,93				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	64	4,21	34403			2883	639	8639	2,30							1000	23	36%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	64	0,00	14456	12	5	1144	53,64	2776	2,43				5000	5	8%	5000	5	8%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	64	8,68	311400	0	6	24204	1182	60631	2,50									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	54	0,00	2748	34	1	124,80	0,18	519,77	4,16				5000	0	0%	2500	1	2%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	10	0,07	595			180,82	0,39	319,36	1,99				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	64	0,00	661	50	1	11,26	0,00	82,51	7,33				100	1	2%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	59	2,09	248700			20603	737	43588	2,09							2500	21	36%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO(2))	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	63	0,00	4,89	48	0	0,08	0,00	0,64	8,08				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	53	0,00	560	41	1	24,65	0,00	103,07	4,18				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	53	0,00	38749	21	20	3636	210	8963	2,23							25000	2	4%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		53																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		49	0,00	21,90	44	10	0,49	0,00	3,28	6,71							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	53	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		53	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	62	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		53	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	53	0,00	0,00	53	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.30 - RIFIUTO CER 120116* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**26**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**14**	**54%**		**9**	**35%**
pH dell'eluato	unità pH	23	8.30	9.88			7.81	7.70	1.00	0.13	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	24	0.00	0.47	13	0	0.03	0.00	0.09	3.60				0.07	1	4%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	24	0.00	0.01	23	0	0.00	0.00	0.00	2.02				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	24	0.00	6.11	13	0	0.57	0.00	1.40	2.52				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	24	0.00	0.04	23	0	0.00	0.00	0.01	3.45				0.02	1	4%	0.3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	24	0.00	8.78	20	0	0.37	0.00	1.89	3.62				1	2	8%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	25	0.00	0.00	25	0	0.00	0.00	0.00	3.46				0.005	0	0%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	24	0.00	3.84	17	0	0.24	0.02	0.79	3.30				1	1	4%	3	1	4%
Nichel (come Ni)	mg/l	24	0.00	6.43	4	0	0.38	0.03	1.31	3.44				1	2	8%	4	1	4%
Piombo (come Pb)	mg/l	24	0.00	0.74	16	0	0.08	0.01	0.17	1.88				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	24	0.00	194.78	12	0	8.26	0.06	39.73	4.81				5	1	4%	10	1	4%
Selenio (come Se)	mg/l	24	0.00	0.06	7	0	0.01	0.01	0.02	1.23				0.05	1	4%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	24	0.00	6	9	0	1	0.11	1	2.21				5	1	4%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	24	0.00	0.00	24	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	21	0.00	50	16	15	5	3.18	10	1.81				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	21	0.00	53.51	13	1	3.73	0.00	11.96	3.21				15	2	10%	50	1	5%
Solfati (come SO4--)	mg/l	21	0.00	70	12	10	13	5	20	1.60				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		28	2.14	2340	3	10	394.88	31.44	729.10	2.05				80	8	31%	160	7	27%
TDS		24	6	1950			146	87	210	1.44				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**27**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**13**	**48%**		**7**	**26%**
pH dell'eluato	unità pH	26	8.00	11.70			8.33	8.45	1.23	0.15	6	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	26	0.00	0.18			0.01	0.00	0.02	1.99				0.07	1	4%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	26	0.00	0.09			0.01	0.00	0.01	1.89				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	26	0.00	1.17			0.15	0.06	0.24	1.65				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	26	0.00	15.51			0.60	0.00	3.04	5.08				0.1	1	4%	0.5	1	4%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	26	0.00	19.69			0.77	0.00	3.88	5.00				1	1	4%	7	1	4%
Mercurio (come Hg)	mg/l	26	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.98				0.02	0	0%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	26	0.00	30.04			1.35	0.03	6.03	4.46				1	3	12%	3	1	4%
Nichel (come Ni)	mg/l	26	0.00	0.18			0.04	0.02	0.05	1.10				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	26	0.00	1.33			0.07	0.00	0.29	3.48				1	1	4%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	26	0.00	244.82			14.03	0.01	51.12	3.64				5	4	15%	10	3	12%
Selenio (come Se)	mg/l	26	0.00	0.04			0.00	0.00	0.01	1.74				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	26	0.00	18.01			1.31	0.04	4.16	2.90				5	4	15%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	26	0.00	62			5	1.00	12	2.73				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	26	0.00	67.47			7.03	0.00	19.20	2.17				15	4	15%	50	1	4%
Solfati (come SO4--)	mg/l	25	0.00	206			22	3.40	50	2.52				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	26	3.37	1219			102.59	31.15	237.84	2.32				100	6	23%	160	6	23%
TDS	mg/l	26	16	6765			526	131	1666	3.23				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.14. CER 120117: materiale abrasivo di scarto, diverso da quello di cui alla voce 12 01 16

Nelle tabelle 4.31 e 4.32 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 120117; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 2 soli campioni su 96 (2%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa dei superamenti sul cadmio;
  - 2 soli campioni su 96 (2%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa dei superamenti sulla concentrazione di oli minerali;
  - tutti i campioni possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 10 delle 38 analisi (26%) effettuate prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 7 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 8 dei 21 campioni (38%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 7 non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - la necessità di inertizzare il rifiuto è in gran parte dovuta alla concentrazione di DOC (13 cai sui 14 superamenti in totale); nel primo gruppo di analisi, risultano superati anche i limiti su rame (2), fluoruri (1) e TDS (1); nel secondo gruppo, si riscontrano similmente superamenti su rame (1), fluoruri (1) e TDS (1).

TABELLA 4.31 - RIFIUTO CER 120117 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**96**									Totale campioni reiporti				2	2%		2	2%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		88	80	80	88	80	80	80	0	0	80	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	94	42,76	103,96	58	99	96,57	99,66	6,42	0,09	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	67	15,44	136,39			87,42	99,05	25,05	0,30									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	2	62,75	155,03			108,89	108,89	65,23	0,60									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	46	0,00	54,46	43	6	3,94	0,28	10,23	2,59				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	94	0,00	61,30	47	1	5,81	1,00	11,55	2,00				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	95	0,00	220,30	79	1	7,88	0,17	30,09	4,25				100	2	2%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	9	0,00	129,29			27,54	0,82	48,24	1,79							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	94	0,00	11,60	93	1	0,13	0,00	1,22	9,70				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	95	1,58	5110	0	1	347	80	716	2,06									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	95	0,00	1,94			0,09	0,00	0,31	3,90				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	93	1,69	797			137	43	188	1,38							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)	2	1064	2342			1703	1703	903,68	0,53							10000	0	0%
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	95	0,00	2907	26	5	177	23,92	422	2,39				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	95	0,79	266800	4	6	9439	252	30570	6,42									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	64	0,00	2554	59	1	61,90	0,30	339,02	4,99				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	10	0,18	1274			122,23	1,25	403,98	3,01				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	66	0,00	12,11	64	1	0,47	0,00	1,41	2,99				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	19	4,09	1400			269	115	369	1,44							2500	0	0%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO(2))	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	88	0,00	0,00	88	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	66	0,00	802,13	73	1	16,49	0,00	84,80	4,55				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	71	0,00	32266	40	30	1187	0	5127	4,32							25000	2	3%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		88																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		67	0,00	0,00	57	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	2	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	64	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		88	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	3	0,00	0,00	3	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	63	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		88	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	88	0,00	0,00	88	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.32 - RIFIUTO CER 120117 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**38**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**10**	**26%**		**7**	**18%**
pH dell'eluato	unità pH	37	8,88	12,10			9,35	9,20	1,42	0,17	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	36	0,00	0,11	14	0	0,01	0,01	0,02	1,76				0,07	2	6%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	36	0,00	0,00	34	0	0,00	0,00	0,01	2,30				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	36	0,00	0,47	39	0	0,06	0,01	0,11	1,79				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	36	0,00	0,08	35	0	0,00	0,00	0,03	4,58				0,02	1	3%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	36	0,00	1,37	32	0	0,09	0,00	0,23	6,03				1	1	3%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	36	0,00	0,00	36	0	0,00	0,00	0,00	6,00				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	36	0,00	0,58	30	0	0,05	0,01	0,12	2,23				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	37	0,00	1,58	33	0	0,09	0,01	0,30	3,30				1	1	3%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	36	0,00	1,38	30	0	0,07	0,00	0,24	3,60				1	1	3%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	36	0,00	207,79	26	0	11,36	0,02	47,32	4,16				5	2	6%	10	2	6%
Selenio (come Se)	mg/l	36	0,00	0,55	16	0	0,02	0,01	0,09	3,87				0,05	1	3%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	36	0,00	19	24	0	1	0,03	3	3,92				5	2	6%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	36	0,00	0,00	39	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	29	0,00	160	24	15	5	0,00	34	3,55				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	29	0,00	51,01	23	1	2,61	0,00	10,37	3,89				15	2	7%	50	1	3%
Solfati (come SO4--)	mg/l	29	0,00	1831	24	10	107	0	365	3,41				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		36	1,66	2103,84	18	10	192,65	11,05	427,77	2,63				80	7	19%	100	7	19%
TDS		36	0	10212			568	43	1989	3,50				6000	1	3%	10000	1	3%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**21**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**8**	**38%**		**7**	**33%**
pH dell'eluato	unità pH	21	8,70	12,00			9,43	9,10	1,39	0,17	6	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	21	0,00	0,02			0,00	0,00	0,01	1,30				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	21	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,24				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	21	0,01	0,51			0,13	0,06	0,16	1,20				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	21	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	2,25				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	21	0,00	0,13			0,03	0,01	0,03	1,84				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	21	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,30				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	21	0,00	0,88			0,05	0,01	0,14	2,84				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	21	0,00	0,33			0,03	0,01	0,07	2,30				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	21	0,00	0,77			0,07	0,01	0,19	2,67				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	21	0,00	88,98			4,28	0,04	18,63	4,37				5	1	5%	10	1	5%
Selenio (come Se)	mg/l	21	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,88				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	21	0,00	4,65			0,34	0,03	1,01	2,95				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	21	0,00	34			3	0,00	7	2,31				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	21	0,00	64,97			7,22	0,00	17,11	2,37				15	4	19%	50	1	5%
Solfati (come SO4--)	mg/l	21	0,00	3232			169	0,00	704	4,16				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	21	2,29	1775			191,49	11,61	421,82	2,20				100	6	29%	100	6	29%
TDS	mg/l	21	0	18195			1347	80	4185	3,11				10000	1	5%	10000	1	5%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.15. CER 120118: fanghi metallici (fanghi di rettifica, affilatura e lappatura) contenenti olio*

Nelle tabelle 4.33 e 4.34 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 120118*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - non ci sono campioni classificati come speciali o tossici/nocivi;
  - 42 campioni (58%) risultano classificati come pericolosi a causa dei superamenti su oli minerali (28 campioni), nichel (20) e zinco (5);
  - tutti i 72 campioni possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 23 dei 34 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 21 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 13 dei 14 campioni (86%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi e non possono neanche essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi dovendo quindi essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi la quasi totalità dei superamenti è dovuta alla concentrazione di DOC (34 su 36 totali); sia prima che dopo l'entrata in vigore del D.M., si registra 1 caso in cui la necessità di inertizzare il rifiuto è dettata dal superamento del limite sul molibdeno; da segnalarsi, nel primo gruppo di analisi, un campione avente, oltre al DOC, anche il mercurio eccedente entrambi i limiti.

TABELLA 4.33 - RIFIUTO CER 120118* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		72										Totale campioni reiterati			0	0%		42	58%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		63	80	80	63	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	72	34,80	99,68	6	99	78,93	83,60	18,76	0,24	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	52	25,46	137,34			95,20	97,14	28,09	0,30									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	56	0,00	14710			1196	384	2849	2,38									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	59	0,00	40,71	29	6	6,31	0,00	11,04	1,88				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	71	0,00	52,65	13	1	14,10	11,91	13,86	0,98				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	71	0,00	27,90	57	1	1,48	0,06	4,24	3,03				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	4	0,00	188,88			42,25	0,00	84,45	2,00							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	71	0,00	0,00	71	1	0,00	0,00	0,00					100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	71	0,00	14903	1	1	3448	3957	3572	1,04									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	71	0,00	0,77			0,04	0,00	0,12	2,85				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	71	0,00	30847			2379	667	6666	2,82							1000	20	28%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	71	0,00	895	17	5	100	17,07	213	2,07				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	71	0,00	32650	2	5	2016	608	5140	2,55									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	60	0,00	80,70	37	1	5,24	0,63	13,05	2,58				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	11	0,10	10,30			3,22	0,46	3,75	1,16				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	71	0,00	48,37	67	1	0,84	0,00	5,66	6,71				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	69	0,00	21950			1141	74	3770	3,31							2500	5	7%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	63	0,00	0,34	61	0	0,01	0,00	0,04	7,84				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	63	0,00	321,23	56	1	3,73	0,00	40,46	7,04				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	63	0,00	453300	1	20	51404	19923	86391	1,68							25000	28	44%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		63																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		43	0,00	0,00	43	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	62	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		63	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	62	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		63	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	63	0,00	0,00	63	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.34 - RIFIUTO CER 120118* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**34**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**24**	**71%**		**22**	**65%**
pH dell'eluato	unità pH	33	5,88	8,96			7,98	8,20	0,79	0,09	6	1	3%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	31	0,00	0,09	22	0	0,01	0,00	0,01	1,67				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	32	0,00	0,06	30	0	0,00	0,00	0,01	2,84				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	32	0,00	1,48	27	0	0,17	0,01	0,36	2,13				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	33	0,00	0,00	33	0	0,00	0,00	0,00	2,32				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	33	0,00	0,24	28	0	0,02	0,00	0,05	2,19				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	33	0,00	0,01	32	0	0,00	0,00	0,00	5,11				0,005	1	3%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	33	0,00	12,70	26	0	0,58	0,01	2,21	4,47				1	3	9%	3	1	3%
Nichel (come Ni)	mg/l	33	0,00	183,71	9	0	5,70	0,03	32,32	5,67				1	1	3%	4	1	3%
Piombo (come Pb)	mg/l	33	0,00	1,22	23	0	0,04	0,02	0,22	2,67				1	1	3%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	33	0,00	7,56	14	0	0,87	0,10	1,80	2,26				5	1	3%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	31	0,00	0,06	10	0	0,01	0,01	0,01	1,03				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	32	0,00	8	13	0	1	0,07	2	2,34				5	2	6%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	27	0,00	0,00	27	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	26	0,00	34	23	13	5	2,87	7	1,52				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	26	0,00	0,33	25	1	0,02	0,00	0,07	3,65				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	26	0,00	112	18	10	14	3	28	2,04				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		28	-0,20	3626,08	2	10	1088,23	790,12	1108,28	1,02				80	22	78%	160	21	75%
TDS		30	10	631			184	150	149	0,81				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**14**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**13**	**93%**		**13**	**93%**
pH dell'eluato	unità pH	13	8,50	9,10			8,83	8,90	0,29	0,03	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	13	0,00	0,06			0,01	0,00	0,01	1,77				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	13	0,00	0,01			0,01	0,00	0,01	1,11				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	13	0,00	0,30			0,07	0,05	0,08	1,14				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	13	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,48				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	13	0,00	0,07			0,03	0,02	0,02	0,83				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	13	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,80				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	13	0,00	12,14			0,99	0,02	3,35	3,38				1	1	8%	3	1	8%
Nichel (come Ni)	mg/l	13	0,01	0,82			0,15	0,04	0,24	1,65				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	13	0,00	0,06			0,01	0,00	0,02	1,90				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	13	0,00	1,64			0,29	0,09	0,44	1,79				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	13	0,00	0,02			0,00	0,00	0,00	1,70				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	13	0,00	2,55			0,63	0,17	0,87	1,38				5	0	0%	20	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	11	0,00	25			5	0,00	8	1,63				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	11	0,00	20,14			1,83	0,00	6,07	3,32				15	1	9%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	11	0,00	81			15	0,00	25	1,69				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	14	2,74	5807			1423,41	443,94	1684,29	1,22				100	12	86%	160	12	86%
TDS	mg/l	13	49	645			226	179	167	0,73				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.16. CER 150203: assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02*

Nelle tabelle 4.35 e 4.36 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 150203*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - solo 1 campione sui 129 analizzati (< 1%) risulta classificato come speciale o tossico/nocivo a causa del superamento del limite sul selenio;
  - 24 campioni (19%) risultano classificati come pericolosi, quasi tutti a causa della presenza di un'elevata concentrazione di oli minerali; 1 superamento è dovuto allo zinco;
  - 1 solo campione (< 1%) non può essere accettato in discarica in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 12 dei 14 campioni (86%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 7 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 16 dei 21 campioni (76%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 15 non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi il parametro che determina la maggior parte dei superamenti risulta essere il DOC (22 superamenti in totale e livelli sino a 20 volte eccedenti il limite); nel primo gruppo di analisi, sono superati tutti e due i limiti su rame (3 superamenti), antimonio (1), cromo totale (1), piombo (1) e zinco (1) mentre nel secondo gruppo, portano al superamento dei limiti lo zinco e l'antimonio.

TABELLA 4.35 - RIFIUTO CER 150203* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		129									Totale campioni reiporti				1	1%		24	19%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		120	37	80	119	80	80	80	0	0	80	1	1%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	127	0,39	100,00	16	99	69,06	64,00	12,70	0,14	25	1	1%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	98	0,87	99,60			22,13	11,60	23,69	1,08									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	5	140,10	1067,00			552,40	494,30	422,97	0,77									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	67	0,00	213,10	38	6	19,77	1,84	46,00	2,02				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	126	0,00	40,14	90	1	1,98	0,14	5,49	2,78				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	120	0,00	16,70	106	1	0,79	0,18	1,91	2,41				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	18	0,00	81,31			10,77	1,20	28,41	2,64							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	126	0,00	3,00	125	1	0,04	0,00	0,35	9,82				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	126	0,00	26500	2	1	676	13	3076	4,55									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	130	0,00	3,46			0,08	0,00	0,33	4,34				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	123	0,00	941			82	30	181	2,20							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	120	0,00	4881	33	5	219	11,60	692	3,16				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	129	0,00	387400	2	6	8514	89	38660	6,83									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	85	0,00	388,90	40	1	14,78	1,17	57,75	3,91				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	41	0,00	134,40			10,26	1,01	25,72	2,50				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	129	0,00	1208,60	82	1	12,20	0,57	107,30	8,79				100	1	1%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	22	0,00	10462			774	134	2155	2,78							2500	1	5%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	122	0,00	0,99	119	0	0,02	0,00	0,11	6,72				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	122	0,00	764,53	101	1	11,77	0,00	72,14	6,13				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	110	0,00	198400	24	20	16165	668	35323	2,19							25000	23	21%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		122																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		62	0,00	20,00	60	10	0,38	0,00	2,60	6,81							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	31	0,00	0,00	31	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	91	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		122	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	8	0,00	0,00	8	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	116	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		122	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	122	0,00	0,00	122	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.36 - RIFIUTO CER 150203* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		14	[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni rispetti				12	86%		7	50%
pH dell'eluato	unità pH	14	4,53	7,88			6,81	7,05	0,93	0,14	6	3	21%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	14	0,00	1,68	7	0	0,13	0,01	0,46	3,33				0,07	2	14%	0,5	1	7%
Arsenico (come As)	mg/l	14	0,00	0,06	13	0	0,01	0,00	0,02	1,73				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	14	0,01	0,20	0	0	0,07	0,04	0,07	1,05				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	14	0,00	0,01	14	0	0,00	0,00	0,00	1,07				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	14	0,00	8,88	10	0	0,99	0,00	2,39	3,64				1	1	7%	7	1	7%
Mercurio (come Hg)	mg/l	14	0,00	0,00	14	0	0,00	0,00	0,00	2,01				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	14	0,00	0,45	13	0	0,04	0,00	0,12	3,13				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	14	0,00	0,55	4	0	0,10	0,02	0,15	1,51				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	14	0,00	29,76	11	0	2,18	0,01	7,84	3,62				1	1	7%	5	1	7%
Rame (come Cu)	mg/l	14	0,00	42,01	5	0	3,81	0,07	12,49	2,19				5	3	21%	10	3	21%
Selenio (come Se)	mg/l	14	0,00	0,51	6	0	0,04	0,01	0,14	3,08				0,05	1	7%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	14	0,00	53	2	0	6	0,28	14	2,23				5	4	29%	20	1	7%
Cianuri (come CN-)	mg/l	13	0,00	0,00	13	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	13	0,00	228	7	15	31	14,00	61	1,96				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	13	0,00	0,00	13	1	0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	13	0,00	1470	4	10	212	40	444	2,10				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		13	1,47	2151	1	10	571,20	225,41	739,83	1,29				80	8	62%	100	7	54%
TDS		13	22	2437			466	161	708	1,52				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		21	[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni rispetti				16	76%		15	71%
pH dell'eluato	unità pH	19	0,00	10,20			6,88	7,55	2,30	0,33	6	5	26%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	20	0,00	0,63			0,08	0,01	0,15	2,39				0,07	4	20%	0,5	1	5%
Arsenico (come As)	mg/l	20	0,00	0,15			0,02	0,01	0,03	2,19				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	20	0,00	0,31			0,10	0,08	0,09	0,92				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	20	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,43				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	20	0,00	0,79			0,05	0,01	0,18	3,68				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	20	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,16				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	20	0,00	0,27			0,03	0,01	0,06	2,23				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	20	0,00	2,20			0,18	0,03	0,48	2,90				1	1	5%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	20	0,00	0,28			0,03	0,01	0,06	2,01				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	20	0,00	2,28			0,31	0,09	0,59	1,78				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	20	0,00	0,02			0,00	0,00	0,00	2,11				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	20	0,00	20,05			3,58	0,25	7,58	2,46				5	2	10%	20	2	10%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	19	0,00	361			38	12,02	83	2,19				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	19	0,00	0,72			0,04	0,00	0,19	4,47				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	19	0,00	2304			270	28,06	623	2,31				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	20	0,00	2401			481,98	173,87	602,55	1,25				100	15	75%	100	15	75%
TDS	mg/l	20	0	5708			967	399	1408	1,47				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.17. CER 160303: rifiuti inorganici, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.37 e 4.38 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 160303*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 1 campione sui 26 totali è classificato come speciale o tossico/nocivo in quanto è superato il limite relativo al piombo;
  - 12 campioni (46%) risultano classificati come pericolosi soprattutto in seguito al massiccio contenuto di zinco ed oli minerali (5 occorrenze per ognuno, il primo con concentrazione massima pari a 140 volte il limite); si rileva 1 superamento anche per il nichel ed il piombo;
  - tutti i 26 campioni possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 7 dei 11 campioni (64%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 5 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 1 dei 4 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfa nessuno dei limiti richiesti per l'accettabilità in discarica e deve perciò essere sottoposto ad inertizzazione;
  - nelle analisi pre D.M. non c'è un unico parametro particolarmente critico che eccede frequentemente i limiti ma sono presenti superamenti diversificati sul DOC (3 campioni), sui TDS (1), sul rame (1), sui cloruri (1), sui fluoruri (1) e sui cianuri (1); nelle analisi post D.M., l'unico campione da inertizzare risulta tale in quanto è superato il limite sul DOC.

TABELLA 4.37 - RIFIUTO CER 160303* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°>x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**26**										Totale campioni reiterati			**1**	**4%**		**12**	**46%**
pH	unità pH	2	11	13			12	12	1,4142134	0,1178511									
Punto d'infiammabilità		22	80	80	22	60	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	23	38,22	101,32	5	99	66,43	60,24	16,64	0,19	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	0,43	103,70			60,40	60,60	31,57	0,52									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	18	2,44	275990			17469	620	62768	3,59									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	18	0,00	16,66	13	6	2,38	0,45	6,02	2,11				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	25	0,00	51,39	18	1	3,88	0,28	11,04	3,02				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	25	0,00	62,20	17	1	5,88	0,15	16,62	3,27				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	3	0,01	4,37			1,55	0,28	2,44	1,57							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	25	0,00	1,38	24	1	0,05	0,00	0,26	5,90				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	25	0,08	400	4	1	37	7	84	2,27									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	25	0,00	2,18			0,18	0,00	0,45	2,63				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	25	0,08	1939			161	22	366	2,27							1000	1	4%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	25	0,00	13140	12	5	660	4,35	2619	3,97				5000	1	4%	5000	1	4%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	23	0,11	594900	7	6	26431	47	123858	4,69									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	19	0,00	42,37	15	1	3,45	0,28	10,15	2,95				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	3	0,00	14,97			5,17	0,55	8,49	1,64				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	3	1,01	3,28			2,15	2,15	1,62	0,75									
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	25	0,00	2,28	22	1	0,39	0,17	0,62	1,33				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	23	1,36	351050			16749	90	73014	4,36							2500	5	22%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO(2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	24	0,00	0,00	24	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	24	0,00	5,12	22	1	0,28	0,00	1,06	3,87				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	24	0,00	207000	11	20	19751	73	47757	2,42							25000	5	21%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		24																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		20	0,00	66,00	18	10	2,75	0,00	12,30	4,47							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	3	0,00	0,00	3	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		24	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	23	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		24	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	24	0,00	0,00	24	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.38 - RIFIUTO CER 160303* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**11**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni reiniti				**7**	**64%**		**5**	**45%**
pH dell'eluato	unità pH	11	3,50	11,40			7,88	7,80	2,41	0,31	6	2	18%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	11	0,00	0,29	7	0	0,03	0,00	0,07	2,47				0,07	1	9%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	11	0,00	0,02	11	0	0,00	0,00	0,01	1,89				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	11	0,00	0,14	0	0	0,03	0,02	0,04	1,37				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	11	0,00	0,01	11	0	0,00	0,00	0,00	1,83				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	11	0,00	0,04	10	0	0,01	0,01	0,01	0,88				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	11	0,00	0,00	12	0	0,00	0,00	0,00					0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	11	0,00	0,05	11	0	0,02	0,02	0,02	0,88				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	11	0,00	1,21	3	0	0,13	0,01	0,38	2,87				1	1	9%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	11	0,01	0,11	8	0	0,03	0,03	0,03	0,89				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	11	0,00	181,20	0	0	16,50	0,03	54,63	3,31				5	1	9%	10	1	9%
Selenio (come Se)	mg/l	11	0,00	0,06	5	0	0,01	0,01	0,02	1,99				0,05	1	9%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	11	0,01	14	3	0	2	0,12	4	2,00				5	1	9%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	11	0,00	0,00	11	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	11	0,00	5149	6	10	355	2,32	948	2,67				1500	1	9%	2500	1	9%
Fluoruri (come F-)	mg/l	11	0,00	333,84	9	1	30,41	0,00	100,64	3,31				15	1	9%	50	1	9%
Solfati (come SO4--)	mg/l	11	0,00	43638	5	10	4039	17	13191	3,34				2000	1	9%	5000	1	9%
DOC (come C)		11	0,00	7184,76	4	10	719,13	67,80	2146,49	2,99				80	3	27%	160	3	27%
TDS		11	2	67865			6125	290	20187	2,87				6000	1	9%	10000	1	9%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**4**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni reiniti				**1**	**25%**		**1**	**25%**
pH dell'eluato	unità pH	4	7,30	12,00			9,03	8,40	2,13	0,24	0	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	4	0,00	0,01			0,01	0,01	0,01	0,79				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	4	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,03				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	4	0,01	0,11			0,05	0,05	0,05	0,93				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	4	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	2,00				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	4	0,00	0,02			0,01	0,00	0,01	1,77				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	4	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	2,00				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	4	0,00	0,07			0,02	0,01	0,03	1,51				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	4	0,00	0,01			0,01	0,01	0,01	1,10				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	4	0,00	3,88			0,97	0,00	1,94	1,99				1	1	25%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	4	0,00	1,73			0,43	0,02	0,86	1,93				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	4	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,10				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	4	0,00	0,63			0,25	0,06	0,39	1,58				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	4	0,00	25			6	0,00	12	2,00				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	4	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	4	0,00	448			112	0,00	224	2,00				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	4	1,20	667			170,14	0,42	330,95	1,95				100	1	25%	160	1	25%
TDS	mg/l	4	52	4422			1259	273	2121	1,69				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.18. CER 160304: rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 16 03 03

Nelle tabelle 4.39 e 4.40 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 160304; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei 30 campioni analizzati risulta classificato né come speciale o tossico/nocivo né come pericoloso;
  - inoltre, tutti possono essere accettati nelle discariche in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 10 dei 19 campioni (53%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 9 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 3 dei 7 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti né per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi né per quella in discarica per rifiuti pericolosi dovendo quindi essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - nel primo gruppo di analisi, ci sono molti parametri che rendono il rifiuto pericoloso; i principali sono TDS (6 superamenti), solfati (5) e DOC (2); in particolare, quest'ultimo ha un valore massimo rilevato pari a 60 volte il limite di legge; nel secondo gruppo di analisi si riscontrano criticità riguardo DOC (2 superamenti) e TDS (1).

TABELLA 4.39 - RIFIUTO CER 160304 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		30										Totale campioni reiporti			0	0%		0	0%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		24	80	80	24	80	80	80	0	0	80	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	29	46,27	100,45	13	99	90,46	93,75	12,33	0,14	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	32,00	99,59			73,31	76,17	22,16	0,29									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	1	93,47	93,47			93,47	93,47											
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	22	0,00	515,43	20	6	25,29	0,43	109,58	4,32				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	28	0,00	34,10	16	1	3,38	0,72	8,47	2,35				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	28	0,00	5,07	21	1	0,91	0,12	1,54	1,70				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	1,06	3,18			2,08	2,08	1,44	0,69							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	29	0,00	5,85	23	1	0,81	0,00	1,75	2,16				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	28	0,00	456	2	1	43	6	87	2,02									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	28	0,00	0,41			0,07	0,00	0,12	1,81				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	28	1,79	774			69	20	148	2,11							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	28	0,00	517	12	5	49	7,05	112	2,43				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	28	0,00	2829	8	6	528	16	664	1,89									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	28	0,00	16,13	18	1	2,01	0,23	4,88	2,42				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	2	0,15	1,43			0,79	0,79	0,91	1,14				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	28	0,00	2,58	25	1	0,39	0,23	0,64	1,48				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	8	0,00	418			117	52	148	1,27							2500	0	0%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	24	0,00	0,00	23	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	24	0,00	0,00	24	1	0,00	0,00	0,00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	23	0,00	277	19	20	24	0	64	2,69							25000	0	0%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (escluso IPA)		24																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		21	0,00	0,00	21	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	2	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	22	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		24	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	23	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (escluso idrocarburi)		24	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	24	0,00	0,00	24	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.40 - RIFIUTO CER 160304 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		19	[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni respinti				10	53%		8	47%
pH dell'eluato	unità pH	18	4.20	11.80			8.56	9.70	1.90	0.22	6	3	17%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	18	0.00	8.87	9	0	0.81	0.01	2.40	2.95				0.07	2	11%	0.5	2	11%
Arsenico (come As)	mg/l	17	0.00	0.29	15	0	0.04	0.00	0.09	2.82				0.2	2	12%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	17	0.00	1.01	10	0	0.11	0.02	0.25	2.25				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	17	0.00	0.08	15	0	0.01	0.00	0.03	2.43				0.02	2	12%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	17	0.00	0.83	11	0	0.10	0.02	0.19	1.79				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	17	0.00	0.01	15	0	0.00	0.00	0.00	2.55				0.005	2	12%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	17	0.00	0.12	12	0	0.03	0.01	0.04	1.20				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	17	0.00	0.90	7	0	0.13	0.02	0.30	2.37				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	17	0.00	0.13	16	0	0.02	0.01	0.03	1.84				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	17	0.00	2.06	10	0	0.31	0.03	0.64	2.06				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	17	0.00	0.07	11	0	0.01	0.00	0.02	2.13				0.05	1	6%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	17	0.01	6	0	0	1	0.08	2	2.58				5	1	6%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	17	0.00	0.00	17	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	17	0.00	7911	8	15	576	25.14	1902	3.30				1500	1	6%	2500	1	6%
Fluoruri (come F-)	mg/l	17	0.00	40.79	12	1	5.14	0.00	13.44	2.61				15	2	12%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	17	0.00	35346	3	10	8833	115	14811	1.68				2000	5	29%	5000	5	29%
DOC (come C)		17	0.00	6899	6	10	399.88	28.26	1469.04	3.68				80	5	29%	160	2	12%
TDS		17	37	98238			22604	397	35290	1.94				6000	6	35%	10000	6	35%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		7	[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni respinti				3	43%		3	43%
pH dell'eluato	unità pH	7	7.20	11.90			8.88	8.40	1.60	0.18	6	0	0%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	7	0.00	0.02			0.01	0.00	0.01	1.61				0.07	0	0%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0.00	0.08			0.01	0.00	0.03	2.39				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0.01	0.57			0.17	0.06	0.21	1.26				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0.00	0.01			0.00	0.00	0.01	2.43				0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0.00	0.58			0.13	0.00	0.30	1.67				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.45				0.02	0	0%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0.00	0.06			0.03	0.02	0.03	0.97				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0.00	0.06			0.02	0.00	0.03	1.41				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0.00	0.67			0.13	0.00	0.33	2.60				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0.00	0.36			0.09	0.01	0.11	2.12				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0.00	0.17			0.03	0.00	0.06	2.25				0.05	1	14%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0.00	2.82			0.43	0.02	1.05	2.48				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	7	0.00	730			126	1.92	268	2.11				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	7	0.00	1.71			0.24	0.00	0.69	2.89				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	7	0.00	3269			607	65.66	1192	1.96				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	7	9.27	3475			538.98	46.18	1295.72	2.41				100	2	29%	160	2	29%
TDS	mg/l	7	39	12284			2779	1820	4429	1.59				10000	1	14%	10000	1	14%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.19. CER 160305: rifiuti organici, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.41 e 4.42 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 160305*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei 29 campioni analizzati risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - 7 campioni (24%) risultano classificati come pericolosi a causa della concentrazione di zinco (4 campioni) e di oli minerali (3 campioni) oltre i limiti di circa 30 e 20 volte rispettivamente;
  - 1 campione non può essere accettato nelle discariche in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 6 dei 10 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano né i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi né quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 4 dei 7 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui 3 non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - ad esclusione di un campione, analizzato prima dell'entrata in vigore del nuovo D.M., la necessità di inertizzare il rifiuto deriva dai livelli troppo elevati della concentrazione di DOC, fino ad un massimo superiore di 530 volte al limite previsto; il campione non influenzato da questo parametro presenta invece come criticità le concentrazioni di alcuni metalli (antimonio, cromo totale, mercurio e piombo).

TABELLA 4.41 - RIFIUTO CER 160305* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**29**									Totale campioni reiqonti				0	0%		7	24%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		18	40	80	17	60	69	80	10	0	55	1	6%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	28	0,39	101,07	10	99	67,45	68,60	24,66	0,36	25	1	4%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	-62,61	103,67			38,08	27,60	45,76	1,20									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	17	5,42	16834,93			3166,70	237,60	6790,32	1,42									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	9	0,00	43,86	6	6	9,79	0,49	18,01	1,72				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	21	0,00	2,68	18	1	0,42	0,00	0,80	1,90				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	21	0,00	2,48	19	1	0,33	0,06	0,69	2,14				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)																1000		
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	21	0,00	0,00	21	1	0,00	0,00	0,00					100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	21	0,28	1141	4	1	62	4	248	4,01									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	21	0,00	4,51			0,24	0,00	0,98	3,85				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	21	0,12	32			6	4	6	0,88							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	21	0,24	160	15	5	19	1,78	43	2,31				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	20	0,61	145	7	6	14	6	31	2,19									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	18	0,00	6,14	17	1	0,43	0,07	1,43	3,30				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	2	0,01	0,54			0,27	0,27	0,38	1,37				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	1	0,81	0,81			0,81	0,81											
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	21	0,00	2,66	15	1	0,61	0,21	0,77	1,39				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	20	2,18	76970			7507	53	20143	2,68							2500	4	20%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00	18	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	21	0,00	1164,36	18	1	57,17	0,00	253,72	4,44				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	17	0,00	474276	11	20	33518	0	114304	3,41							25000	3	18%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		18																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		10	0,00	0,00	10	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	8	0,00	0,00	8	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	12	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	17	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00	18	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.42 - RIFIUTO CER 160305* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**10**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**8**	**80%**		**8**	**80%**
pH dell'eluato	unità pH	10	2.50	11.60			8.08	9.25	3.26	0.40	6	3	50%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	7	0.00	3.66	4	0	0.53	0.00	1.38	2.61				0.07	1	14%	0.5	1	14%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0.00	0.00	7	0	0.00	0.00	0.00	2.65				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0.00	1.07	2	0	0.26	0.15	0.37	1.44				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0.00	0.00	7	0	0.00	0.00	0.00					0.02	0	0%	0.3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0.00	122.84	6	0	17.56	0.02	46.34	2.64				1	1	14%	7	1	14%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0.00	0.48	6	0	0.07	0.00	0.18	2.65				0.005	1	14%	0.05	1	14%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0.00	0.14	6	0	0.03	0.01	0.05	1.75				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0.00	0.44	3	0	0.07	0.02	0.16	2.27				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	8	0.00	7.34	6	0	0.93	0.01	2.59	2.79				1	1	13%	5	1	13%
Rame (come Cu)	mg/l	8	0.00	0.58	7	0	0.09	0.01	0.23	2.55				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0.00	0.03	2	0	0.01	0.01	0.01	1.17				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0.00	4	2	0	1	0.28	2	1.52				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	8	0.00	0.00	8	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	8	0.00	9	8	10	3	2.51	3	1.06				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	8	0.00	0.00	8	1	0.00	0.00	0.00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	8	0.00	158	4	10	38	4	64	1.69				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		8	0.00	23212.14	1	10	3088.41	189.49	8134.29	2.63				80	5	63%	160	5	63%
TDS		7	0	6143			2307	729	2685	1.17				6000	1	14%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**7**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**4**	**57%**		**3**	**43%**
pH dell'eluato	unità pH	4	9.20	10.30			9.75	9.75	0.49	0.05	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	4	0.00	0.08			0.02	0.00	0.04	2.00				0.07	1	25%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	4	0.00	0.01			0.00	0.00	0.01	1.82				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	4	0.00	0.10			0.03	0.01	0.05	1.64				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	4	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	2.00				0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	4	0.00	0.01			0.00	0.00	0.01	1.73				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	4	0.00	0.00			0.01	0.00	0.01	1.41				0.02	1	25%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	4	0.00	0.00			0.00	0.00	0.01	0.84				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	4	0.00	0.00			0.01	0.00	0.01	2.00				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	4	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.35				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	4	0.00	0.01			0.00	0.00	0.01	1.61				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	4	0.00	0.02			0.01	0.00	0.01	2.00				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	4	0.00	0.06			0.02	0.01	0.03	1.34				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cl-)	mg/l	4	0.00	672			169	2.11	336	1.99				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	4	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	4	0.00	2800			666	7.84	1300	1.98				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	7	4.28	50222			7015.14	21.63	20025.37	2.90				100	3	43%	160	3	43%
TDS	mg/l	4	30	2831			609	167	1350	1.87				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.20. CER 161104: altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti dalle lavorazioni metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 16 11 03

Nelle tabelle 4.43 e 4.44 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 161104 si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei 52 campioni analizzati risulta classificato né come speciale o tossico/nocivo né come pericoloso;
  - 2 campioni (4%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - nessuno dei 31 campioni complessivamente analizzati supera i limiti per il conferimento in discarica per rifiuti pericolosi e quindi non deve essere sottoposto ad inertizzazione;
  - 4 dei 25 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; i parametri che determinano questa condizione sono cromo totale, zinco, fluoruri e solfati (1 superamento per ognuno);
  - tutti i 6 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 soddisfano anche i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi;

TABELLA 4.43 - RIFIUTO CER 161104 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		52										Totale campioni reiporti			0	0%		0	0%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		44	0	80	49	80	89	80	18	0	55	2	5%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	49	0,30	100,06	20	99	80,13	96,06	21,11	0,24	25	2	4%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	39	39,20	100,37			91,51	95,39	11,36	0,12									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)																		
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	21	0,00	11,00	22	6	1,41	0,40	2,50	1,77				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	48	0,00	17,62	43	1	0,88	0,00	2,53	3,85				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	48	0,00	27,03	39	1	2,93	0,24	5,29	2,58				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,66			0,33	0,29	0,43	1,31							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	48	0,00	33,00	40	1	1,73	0,00	6,33	3,65				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	48	0,00	462	4	1	44	16	84	1,92									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	48	0,00	0,66			0,03	0,00	0,10	3,07				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	48	0,00	611			67	21	108	1,63							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come NiO/H2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	49	0,00	1140	15	5	106	11,00	224	2,25				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	48	0,00	40290	4	6	3582	108	9066	2,53									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	44	0,00	3,18	43	1	0,27	0,08	0,56	2,05				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	4	0,18	1,98			0,79	0,50	0,82	1,04				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	48	0,00	44,40	43	1	1,44	0,24	6,27	4,37				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	6	0,00	672			129	30	239	1,79							2500	0	0%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	44	0,00	0,00	44	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	44	0,00	0,00	44	1	0,00	0,00	0,00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	33	0,00	6450	28	20	205	0	1089	5,30							25000	0	0%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (escluse IPA)		48																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		27	0,00	0,00	29	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	4	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	42	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		48	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	4	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	42	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		48	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	44	0,00	0,00	48	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.44 - RIFIUTO CER161104 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**25**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni rispetti			**4**	**16%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	25	8.88	10.90			9.77	9.83	1.09	0.12	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	25	0.00	0.02	16	0	0.00	0.00	0.01	1.18				0.07	0	0%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	25	0.00	0.01	25	0	0.00	0.00	0.00	1.55				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	24	0.00	0.37	19	0	0.05	0.01	0.08	1.77				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	25	0.00	0.00	25	0	0.00	0.00	0.00	2.38				0.02	0	0%	0.3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	25	0.00	4.40	20	0	0.24	0.00	0.88	3.69				1	1	4%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	25	0.00	0.00	25	0	0.00	0.00	0.00	5.00				0.005	0	0%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	25	0.00	0.52	21	0	0.05	0.02	0.12	2.30				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	25	0.00	0.06	23	0	0.01	0.00	0.01	1.83				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	25	0.00	0.08	23	0	0.01	0.01	0.02	1.19				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	25	0.00	0.08	22	0	0.01	0.01	0.02	1.73				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	24	0.00	0.03	11	0	0.01	0.01	0.01	1.08				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	24	0.00	11	14	0	1	0.02	2	4.97				5	1	4%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	24	0.00	0.06	24	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	1	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	23	0.00	710	17	15	36	0.00	147	4.05				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	23	0.00	24.21	20	1	1.18	0.00	5.04	4.26				15	1	4%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	23	0.00	2277	18	10	150	0	484	3.24				2000	1	4%	5000	0	0%
DOC (come C)		24	0.97	30.73	22	10	4.88	2.83	6.19	1.32				80	0	0%	100	0	0%
TDS		24	0	2329			256	47	654	2.55				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**6**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni rispetti			**0**	**0%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	6	0.00	10.20			8.41	7.45	4.15	0.63	6	2	33%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	6	0.00	0.07			0.01	0.01	0.02	1.58				0.07	0	0%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.27				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	6	0.00	0.49			0.09	0.02	0.17	1.90				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	6	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00					0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	6	0.00	0.58			0.08	0.00	0.30	3.64				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	6	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	1.35				0.02	0	0%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	6	0.00	0.09			0.02	0.01	0.03	1.25				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.32				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	6	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00	0.64				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	2.02				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	6	0.00	0.02			0.01	0.00	0.01	1.42				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.89				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	6	0.00	63			10	0.00	30	1.94				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	6	0.00	2.09			0.42	0.00	0.79	1.93				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	6	0.00	40			12	0.00	17	1.45				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	6	0.00	12			4.16	3.25	4.07	0.98				100	0	0%	100	0	0%
TDS	mg/l	6	0	797			256	173	288	1.11				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.21. CER 170503: terra e rocce, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.45 e 4.46 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 170503*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 1 campione su 32 (3%) risulta classificato come speciale o tossico/nocivo a causa dell'elevata concentrazione di mercurio, pari a quasi 23 volte il limite previsto;
  - 3 campioni (9%) risultano classificati come pericolosi a causa delle concentrazioni eccedenti i limiti di mercurio, zinco ed oli minerali;
  - 1 campioni (su 25 rilevazioni effettive) risulta inaccettabile in discarica in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 4 dei 14 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi né in quella per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - nessuno dei 6 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 presenta criticità tali che il rifiuto non possa essere accettato in discarica per rifiuti non pericolosi;
  - nel primo gruppo di analisi i superamenti sono determinati in gran parte dal DOC (3 campioni); 1 campione presenta il superamento del mercurio, già abbondantemente superiore al limite anche nell'analisi del corrispondente tal quale.

TABELLA 4.45 - RIFIUTO CER 170503* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°>x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		32										Totale campioni reiterati			1	3%		3	9%
pH	unità pH	3	6.4	7.4			7.0666667	7.4	0.3775563	0.0531006									
Punto d'infiammabilità		28	0	80	21	60	69	80	30	0	55	1	5%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	28	0.39	100.41	2	99	61.76	66.05	18.06	0.29	25	1	4%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	17	61.03	100.41			82.45	83.46	9.41	0.11									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	17	3.79	21513			5830	2870	8842	1.14									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	11	0.00	3.34	12	6	0.84	0.39	0.95	1.48				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	22	0.00	20.31	6	1	5.38	2.53	6.61	1.23				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	22	0.00	6.38	19	1	0.87	0.23	1.34	2.90				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	3	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00								1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.60	20	1	0.03	0.00	0.13	4.58				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	22	0.00	659	2	1	54	13	138	2.55									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	23	0.00	3357			94.09	0.00	480.70	4.80				100	1	4%	500	1	4%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	23	0.00	648			61	21	128	2.09							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	22	0.00	1217	2	5	143	22.09	308	2.09				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	23	0.00	4809	2	5	302	31	940	3.11									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	18	0.00	1.37	17	1	0.29	0.13	0.38	1.33				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	2	0.01	0.18			0.05	0.05	0.08	1.18				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.66	21	1	0.13	0.00	0.24	1.89				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)	2	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	22	0.00	3894			341	89	699	2.05							2500	1	5%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.00	21	0	0.00	0.00	0.00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.00	21	1	0.00	0.00	0.00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	22	0.00	39630	2	20	4774	812	8697	1.82							25000	1	5%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		21																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		19	0.00	0.00	20	10	0.00	0.00	0.00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	3	0.00	0.00	4	1	0.00	0.00	0.00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	17	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		21	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		21	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	20	0.00	0.00	21	1	0.00	0.00	0.00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.46 - RIFIUTO CER 170503* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**14**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**4**	**29%**		**4**	**29%**
pH dell'eluato	unità pH	14	8,70	10,10			9,09	7,85	0,91	0,11	6	0	0%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	13	0,00	0,03	10	0	0,00	0,00	0,01	1,62				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	13	0,00	0,02	12	0	0,00	0,00	0,01	2,45				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	13	0,00	0,10	10	0	0,03	0,02	0,03	0,79				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	13	0,00	0,00	13	0	0,00	0,00	0,00	2,48				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	13	0,00	0,07	11	0	0,01	0,00	0,02	1,79				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	15	0,00	3,52	14	0	0,24	0,00	0,91	3,87				0,005	1	7%	0,05	1	7%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	13	0,00	0,05	12	0	0,01	0,00	0,02	1,51				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	13	0,00	0,13	7	0	0,03	0,01	0,04	1,41				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	13	0,00	0,08	11	0	0,02	0,02	0,02	1,51				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	13	0,00	0,12	10	0	0,03	0,02	0,04	1,16				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	13	0,00	0,01	5	0	0,01	0,01	0,00	0,85				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	13	0,00	0	6	0	0	0,00	0	0,59				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	13	0,00	0,00	13	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	11	0,00	1211	7	10	118	0,44	362	3,07				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	11	0,00	0,24	10	1	0,02	0,00	0,07	3,32				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	11	0,00	1211	6	10	157	1	365	2,27				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		13	3,63	120	7	10	36,02	9,27	46,43	1,31				60	3	23%	180	3	23%
TDS		13	25	2807			336	80	751	2,22				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**8**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**0**	**0%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	5	0,00	8,20			6,55	7,85	3,23	0,49	5	1	20%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	5	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,35				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	5	0,00	0,02			0,00	0,00	0,01	1,39				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	5	0,00	0,06			0,03	0,02	0,02	0,68				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	5	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	2,45				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	5	0,00	0,02			0,01	0,00	0,01	1,35				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	5	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,55				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	5	0,00	0,02			0,01	0,01	0,01	0,79				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	5	0,00	0,06			0,03	0,02	0,03	1,15				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	5	0,00	0,03			0,01	0,00	0,01	1,18				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	5	0,00	0,17			0,04	0,02	0,07	1,62				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	5	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,12				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	0,00	0,42			0,18	0,02	0,18	1,01				5	0	0%	20	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	5	0,00	0			0	0,00	0					2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	5	0,00	0,06			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	5	0,00	0			0	0,00	0					5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	5	0,00	24			9,59	7,39	8,58	0,89				100	0	0%	180	0	0%
TDS	mg/l	5	0	106			59	62	35	0,59				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.22. CER 170903: altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.47 e 4.48 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 170903*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 4 campioni su 27 (3%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi soprattutto a causa dei valori rilevati di cromo VI (3 superamenti); 1 superamento si rileva anche per il piombo;
  - 14 campioni (52%) risultano classificati come pericolosi a causa delle concentrazioni eccedenti i limiti di oli minerali (5 superamenti su 20 rilevazioni), nichel (4), cromo VI (3), zinco (2) e piombo (1); da notare come 1 campione di zinco superi il limite di ben 260 volte;
  - tutti i 27 campioni analizzati sono accettabili in discarica in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 5 dei 15 campioni (33%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi né in quella per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - nessuno dei 2 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 presenta criticità tali che il rifiuto non possa essere accettato in discarica per rifiuti non pericolosi;
  - nel primo gruppo di analisi i parametri più frequenti che fanno sì che il rifiuto debba essere inertizzato sono il cromo totale ed il nichel, caratterizzati ognuno da 3 superamenti; in particolare, il cromo totale raggiunge una concentrazione massima pari a 330 volte il limite di ammissibilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 1 campione possiede inoltre una quantità di cianuri maggiore, seppur di una quantità estremamente limitata, rispetto a tale limite.

TABELLA 4.47 - RIFIUTO CER 170903* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		27										Totale campioni reiterati			4	15%		14	52%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		21	90	90	21	90	90	90	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	25	60,45	100,01	8	99	94,30	94,00	4,97	0,05	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	25,06	95,15			73,79	84,04	22,83	0,31									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	18	935,70	52020			7579	4989	12388	1,63									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	12	0,00	13,79	10	6	1,88	0,32	4,09	2,19				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	22	0,00	23,30	5	1	4,74	3,42	5,33	1,13				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	22	0,00	8,34	19	1	1,29	0,20	2,70	2,10				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	0,00	2,05			1,02	1,02	1,44	1,41							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	25	0,00	2521	17	1	102,01	0,00	513,38	5,17				100	3	12%	1000	3	5%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	25	2,76	3810	0	1	356	34	658	2,32									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	22	0,00	0,36			0,02	0,00	0,07	3,68				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	28	8,80	2874			538	48	898	1,78							1000	4	18%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	22	2,69	10010	1	5	567	25,93	2135	3,64				5000	1	5%	5000	1	5%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	25	8,25	461000	0	6	18032	113	92088	4,84									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	20	0,00	53,60	18	1	3,42	0,15	11,97	3,50				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	2	0,49	1,06			0,77	0,77	0,40	0,52				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	22	0,00	7,87	19	1	0,57	0,00	1,64	2,87				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	18	21,63	599400			39735	114	164650	4,14							2500	2	11%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	21	0,00	291,19	20	0	12,43	0,00	64,86	4,68				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	21	0,00	0,00	21	1	0,00	0,00	0,00					5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	20	0,00	145241	4	20	19612	1494	35640	1,82							25000	5	25%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		21																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		17	0,00	1,29	16	10	0,07	0,00	0,30	4,12							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		21	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	21	0,00	0,00	21	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.48 - RIFIUTO CER 170903* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**15**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni respinti			**5**	**33%**		**5**	**33%**
pH dell'eluato	unità pH	15	7,08	11,20			9,13	9,20	1,21	0,13	6	0	0%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	12	0,00	0,02	6	0	0,01	0,00	0,01	1,42				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	12	0,00	0,04	12	0	0,01	0,00	0,01	2,13				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	12	0,01	0,41	0	0	0,07	0,04	0,11	1,60				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	12	0,00	0,00	12	0	0,00	0,00	0,00	1,63				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	15	0,00	230,49	7	0	28,01	0,09	66,02	2,64				1	5	33%	7	3	20%
Mercurio (come Hg)	mg/l	12	0,00	0,00	12	0	0,00	0,00	0,00					0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	12	0,00	0,04	12	0	0,01	0,00	0,01	1,35				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	15	0,00	26,64	3	0	2,78	0,04	6,91	2,48				1	4	27%	4	3	20%
Piombo (come Pb)	mg/l	12	0,00	0,08	11	0	0,02	0,02	0,01	0,67				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	15	0,00	5,66	7	0	0,84	0,08	1,69	2,02				5	1	7%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	12	0,00	0,01	3	0	0,01	0,01	0,00	0,62				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	12	0,00	1	11	0	0	0,02	0	2,59				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	12	0,00	5,08	10	0	0,70	0,00	1,68	2,40				0,5	2	17%	5	1	8%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	12	0,00	72	8	15	13	3,58	22	1,75				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	12	0,00	0,44	12	1	0,04	0,00	0,13	3,46				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	12	0,00	618	5	10	74	11	174	2,34				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		12	0,00	30,11	7	10	9,17	7,84	8,09	0,88				80	0	0%	100	0	0%
TDS		15	38	664			266	192	207	0,78				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**2**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**									Totale campioni respinti			**0**	**0%**		**0**	**0%**
pH dell'eluato	unità pH	2	8,30	8,20			8,75	8,75	0,64	0,07	6	0	0%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	2	0,00	0,01			0,01	0,01	0,00	0,92				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	2	0,04	0,06			0,06	0,06	0,03	0,52				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	2	0,00	0,01			0,01	0,01	0,01	0,83				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,52				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,52				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	2	0,01	0,04			0,02	0,02	0,02	0,80				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	2	0,01	0,01			0,01	0,01	0,00	0,69				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	2	0,01	0,08			0,04	0,04	0,05	1,09				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	2	0,04	2,08			1,06	1,06	1,44	1,36				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	2	0,00	0			0	0,00	0					2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	2	0,00	0			0	0,00	0					5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	2	10,23	38			24,26	24,26	19,71	0,81				100	0	0%	100	0	0%
TDS	mg/l	2	42	68			55	55	21	0,39				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.23. CER 190205: fanghi prodotti da trattamenti chimico-fisici, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.49 e 4.50 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 190205*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - il numero di campioni classificati come pericolosi è molto esiguo (6 campioni pari al 2%); i superamenti si riscontrano su nichel (3 casi), oli minerali (2) e nichel (1);
  - solamente 1 campione (< 1%) non può essere accettato nelle discariche in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 6 degli 8 campioni (75%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 5 (63%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 5 dei 7 campioni (71%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi, né in quella per rifiuti pericolosi, dovendo essere quindi sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - tutti i campioni che verranno inertizzati sono caratterizzati dal superamento sul DOC, con un massimo pari a 35 volte il limite imposto; nel primo gruppo di analisi, si presentano superamenti anche su cloruri (2 casi), TDS (2), selenio (1) e fluoruri (1); nel secondo gruppo, invece, si riscontrano solo due superamenti singoli su cloruri e TDS.

TABELLA 4.49 - RIFIUTO CER 190205* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°>x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		**44**										Totale campioni reiterati			0	0%		25	57%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		13	80	80	13	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	18	17,53	71,67	0	99	48,39	48,25	13,33	0,29	25	1	5%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	12	13,93	58,21			33,72	33,12	12,31	0,37									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	12	299	48320			12561	4482	17287	1,38									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	32	0,00	29,00	15	6	6,97	0,93	7,40	1,06				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	40	0,00	6,27	15	1	1,81	1,52	1,57	0,86				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	40	0,00	11,00	31	1	0,94	0,51	1,85	1,96				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00								1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	39	0,00	0,00	39	1	0,00	0,00	0,00					100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	40	34,54	14548	0	1	1307	183	3079	2,36									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	40	0,00	3,28			0,51	0,30	0,73	1,40				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	40	31,89	33477			2912	199	7921	3,19							1000	5	13%
Nichel ed i suoi composti (come NiO(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	40	9,45	1477	0	5	220	91,24	365	1,69				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	40	26,80	2593	5	5	622	490	628	1,00									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	18	0,02	30,18	7	1	6,54	1,39	10,30	1,57				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	22	0,00	86,20			10,10	0,31	23,79	2,35				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	40	0,00	42,22	38	1	3,33	0,32	7,92	2,38				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	40	190,40	23681			8049	3911	8061	1,00							2500	22	55%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO(2))	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	14	0,00	0,00	14	0	0,00	0,00	0,00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	13	0,00	25,00	10	1	3,51	0,00	7,52	2,14				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	17	0,00	26250	2	20	8173	4710	9377	1,15							25000	2	12%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		13																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		12	0,00	0,00	12	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	10	0,00	0,00	10	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	3	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		13	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	4	0,00	0,00	4	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	9	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		13	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	13	0,00	0,00	13	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.50 - RIFIUTO CER 190205* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**8**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**6**	**75%**		**5**	**63%**
pH dell'eluato	unità pH	7	7,70	11,90			9,59	9,10	1,61	0,19	6	0	0%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	6	0,00	0,04	0	0	0,02	0,01	0,02	1,54				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	6	0,00	0,02	6	0	0,00	0,00	0,01	2,45				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	6	0,02	0,37	3	0	0,11	0,07	0,13	1,17				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	6	0,00	0,01	5	0	0,00	0,00	0,01	1,71				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	6	0,01	0,08	3	0	0,03	0,03	0,02	0,89				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	6	0,00	0,00	6	0	0,00	0,00	0,00					0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	6	0,00	1,17	2	0	0,35	0,12	0,47	1,33				1	1	17%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	6	0,28	3,94	0	0	1,94	1,58	1,46	0,76				1	4	67%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0,00	0,26	3	0	0,09	0,04	0,09	1,09				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0,02	4,67	1	0	1,87	1,42	1,62	0,87				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	6	0,00	0,74	2	0	0,18	0,06	0,29	1,74				0,05	3	50%	0,7	1	17%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0,00	8	2	0	4	4,51	3	0,85				5	2	29%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	7	0,00	0,07	6	0	0,01	0,00	0,02	2,69				0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	7	10,27	12865	1	15	3586	324,27	4747	1,77				1500	3	43%	2500	2	29%
Fluoruri (come F-)	mg/l	7	0,00	56,92	5	1	8,70	0,00	21,31	2,45				15	1	14%	50	1	14%
Solfati (come SO4--)	mg/l	7	49,76	4281	0	10	1117	228	1546	1,39				2000	1	14%	5000	0	0%
DOC (come C)		8	28,42	3833	0	10	1048,87	410,02	1338,71	1,28				80	5	63%	160	5	63%
TDS		7	625	21671			6991	3370	7845	1,14				6000	2	29%	10000	2	29%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**7**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**5**	**71%**		**5**	**71%**
pH dell'eluato	unità pH	7	7,70	11,70			9,17	9,30	1,74	0,19	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	7	0,00	0,18			0,03	0,01	0,04	1,34				0,07	1	14%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0,00	0,04			0,01	0,01	0,02	1,11				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0,03	0,70			0,31	0,15	0,28	0,89				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	2,02				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0,00	0,02			0,01	0,01	0,01	0,76				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,81				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0,01	0,88			0,39	0,30	0,31	0,78				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0,08	3,13			0,77	0,43	1,07	1,39				1	1	14%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0,00	0,07			0,01	0,00	0,03	1,81				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0,01	0,61			0,11	0,03	0,22	1,89				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0,01	0,07			0,02	0,02	0,02	0,99				0,05	1	14%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0,00	1,07			0,30	0,09	0,38	1,80				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	6	0,49	17491			3274	58,17	7189	2,04				2500	1	20%	2500	1	20%
Fluoruri (come F-)	mg/l	6	0,00	0,06			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	6	0,00	1909			511	139,03	777	1,27				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	7	7,19	1582			309,11	234,78	549,33	1,53				100	5	71%	160	5	71%
TDS	mg/l	7	51	24601			4957	1867	8839	1,79				10000	1	14%	10000	1	14%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.24. CER 190813: fanghi contenenti sostanze pericolose prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali*

Nelle tabelle 4.51 e 4.52 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 190813*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 4 campioni su 29 (14%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti sul piombo (4 campioni) e sui cianuri (1 campione);
  - 24 campioni (83%) risultano classificati come pericolosi a causa delle eccessive concentrazioni di zinco (13 superamenti), nichel (9 casi con massimo pari a circa 100 volte il limite fissato), piombo (4), oli minerali (3) e cianuri (1);
  - 3 campioni (14%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 8 degli 11 campioni (73%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi, né in quella per rifiuti pericolosi, dovendo essere quindi sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - 3 campioni su 6 (50%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non sono accettabili in nessuna delle due tipologie di discarica e quindi dovranno essere inertizzati;
  - in entrambi i casi non vi è un solo parametro particolarmente critico ma la situazione risulta molto eterogenea, con alcuni parametri differenti che segnano le caratteristiche di pochi campioni; in particolare, nel primo gruppo di analisi, si riscontrano criticità su DOC (3 campioni), nichel (2), molibdeno (1), cloruri (1), fluoruri (1), solfati (1) e TDS (1); nelle poche analisi post D.M. si sono verificati superamenti su DOC (2), solfati (2), nichel (2) e TDS; da sottolineare come un campione presenti un contenuto di nichel di ben 670 volte superiore al limite previsto.

TABELLA 4.51 - RIFIUTO CER 190813* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+ x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		29										Totale campioni reiporti			4	14%		24	83%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		18	80	80	17	80	80	80	0	0	55	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	22	15,56	66,59	0	99	51,56	46,62	22,05	0,43	25	3	14%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	18	13,16	66,71			41,06	36,29	23,74	0,58									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	17	122	124750			10405	669	30039	2,89									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	14	0,00	272,49	11	6	20,67	0,00	72,49	3,51				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	26	0,00	16,72	17	1	1,52	0,00	3,44	2,12				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	26	0,00	36,01	13	1	9,48	0,94	12,52	1,32				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00			0,00	0,00									1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	26	0,00	1,89	24	1	0,09	0,00	0,36	4,13				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	26	0,00	75510	1	1	9181	149	15078	2,53									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	26	0,00	4,36			0,77	0,00	1,69	2,19				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	26	1,88	100300			8799	210	22312	2,59							1000	8	38%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	27	0,00	10913	6	5	2220	335,10	3359	1,51				5000	4	15%	5000	4	15%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	26	2,41	20560	1	6	3667	272	5403	2,01									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	20	0,00	235,30	18	1	12,00	0,21	52,09	4,34				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	6	0,08	0,52			0,23	0,21	0,18	0,64				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	26	0,00	9,22	18	1	1,25	0,37	1,89	1,60				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	26	2,78	22266			4257	2076	5535	1,30							2500	13	50%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	18	0,00	3729	16	0	206,92	0,00	877,66	4,24				500	1	6%	1000	1	6%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	18	0,00	3,30	17	1	0,18	0,00	0,78	4,24				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	19	0,00	66630	3	20	10008	1449	19083	1,88							25000	3	16%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		18																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		12	0,00	0,00	12	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	2	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	1	0,00	0,00	1	1	0,00	0,00											
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	17	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		18	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	18	0,00	0,00	18	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.52 - RIFIUTO CER 190813* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**11**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**8**	**73%**		**8**	**73%**
pH dell'eluato	unità pH	10	3.88	8.08			7.51	7.75	1.44	0.19	6	1	10%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	9	0.00	0.41	2	0	0.07	0.03	0.13	1.81				0.07	2	22%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	9	0.00	0.08	6	0	0.01	0.00	0.03	3.00				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	9	0.00	3.33	5	0	0.48	0.10	1.08	2.33				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	9	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	2.33				0.02	0	0%	0.3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	9	0.00	0.18	6	0	0.04	0.01	0.08	1.93				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	9	0.00	0.02	6	0	0.00	0.00	0.01	3.00				0.005	1	11%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	9	0.00	3.54	4	0	0.47	0.08	1.18	2.48				1	1	11%	3	1	11%
Nichel (come Ni)	mg/l	10	0.00	7.57	1	0	1.87	0.14	3.74	1.84				1	3	30%	4	3	30%
Piombo (come Pb)	mg/l	9	0.00	0.34	4	0	0.07	0.04	0.10	1.47				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	9	0.00	0.28	6	0	0.06	0.04	0.08	1.22				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	9	0.00	0.09	3	0	0.02	0.02	0.03	1.33				0.05	1	11%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	9	0.01	4	1	0	1	0.14	1	2.39				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	9	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00					0.5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	9	0.00	19727	3	15	2290	35.64	6540	2.86				1500	1	11%	2500	1	11%
Fluoruri (come F-)	mg/l	9	0.00	67.49	6	1	8.74	0.00	22.26	2.55				15	1	11%	50	1	11%
Solfati (come SO4--)	mg/l	9	0.00	5427	2	10	975	81	2265	2.32				2000	1	11%	5000	1	11%
DOC (come C)		9	0.00	636.81	3	10	170.41	61.66	385.43	1.82				60	3	33%	160	3	33%
TDS		10	86	108714			11317	591	31468	2.78				6000	2	20%	10000	1	10%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**6**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**3**	**50%**		**3**	**50%**
pH dell'eluato	unità pH	6	6.70	8.00			7.33	7.30	0.47	0.06	6	0	0%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	6	0.00	0.08			0.04	0.04	0.04	0.90				0.07	1	17%	0.5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	6	0.00	0.02			0.01	0.00	0.01	1.41				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	6	0.01	0.18			0.05	0.03	0.06	1.05				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	6	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00					0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	6	0.00	0.27			0.04	0.01	0.11	1.93				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	6	0.00	0.01			0.01	0.00	0.01	1.10				0.02	0	0%	0.2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	6	0.00	1.88			0.82	0.70	0.80	0.98				1	3	50%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	6	0.00	2879			450.33	1.15	1091.83	2.43				1	3	50%	4	2	33%
Piombo (come Pb)	mg/l	6	0.00	0.01			0.00	0.00	0.00	1.39				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	6	0.00	0.07			0.02	0.01	0.03	1.40				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	6	0.00	0.07			0.02	0.00	0.03	1.63				0.05	1	17%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	6	0.00	16.02			3.29	0.15	7.62	2.32				5	1	17%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	6	0.00	88			24	7.83	39	1.63				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	6	0.00	5.48			1.88	0.00	2.44	2.24				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	6	106.85	14061			5447	3628.19	5744	1.05				5000	2	40%	5000	2	40%
DOC (come C)	mg/l	6	3.92	318			120.32	66.62	141.06	1.10				100	2	33%	160	2	33%
TDS	mg/l	6	690	16500			6120	4807	6503	1.06				10000	1	17%	10000	1	17%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.1.25. CER 190814: fanghi prodotti da altri trattamenti delle acque reflue industriali, diversi da quelli di cui alla voce 19 08 13

Nelle tabelle 4.53 e 4.54 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 190814; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - 6 campioni (13%) risultano classificati come pericolosi a causa della presenza di zinco (5 campioni) ed oli minerali (1);
  - 8 campioni su 47 (17%) non possono essere accettati nelle discariche in quanto non rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 17 dei 24 campioni (71%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 7 (29%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - tutti gli 8 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, inoltre 4 (50%) non possono essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi il parametro più critico risulta essere il DOC (10 superamenti in totale e concentrazione sino a 29 volte superiore al limite); nel primo gruppo di analisi, sono inoltre critici in un solo caso lo zinco ed i solfati; nel secondo gruppo, in un caso l'antimonio concorre a rendere inaccettabile il campione.

TABELLA 4.53 - RIFIUTO CER 190814 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<x	e	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		47										Totale campioni reiterati			0	0%		6	13%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		36	80	80	35	80	80	80	0	0	80	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	45	5.18	63.15	0	99	42.60	44.22	16.00	0.42	25	8	18%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	32	4.49	68.00			27.61	28.26	15.60	0.57									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	1	140.50	140.50			140.50	140.50											
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	18	0.00	11.00	14	6	2.88	0.43	4.21	1.46				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	39	0.00	8.38	18	1	1.80	1.15	2.06	1.14				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	42	0.00	2.83	34	1	0.45	0.14	0.65	1.43				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	0.00	0.08			0.03	0.03	0.04	1.41							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	39	0.00	5.06	36	1	0.26	0.00	0.88	4.25				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	42	0.00	2904	2	1	364	15	771	2.18									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	42	0.00	2.38			0.13	0.00	0.40	3.15				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	42	1.11	748			74	18	170	2.30							1000	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)	1	2190	2190			2190	2190									10000	0	0%
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	39	0.00	1857	18	5	130	10.26	296	2.22				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	42	0.00	34928	2	5	3614	101	8909	2.35									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	36	0.00	4.78	22	1	1.39	0.60	1.32	1.21				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	3	0.04	8.58			3.24	4.10	2.87	0.89				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	39	0.00	14.00	36	1	0.88	0.00	2.27	3.41				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	10	11.07	90340			17068	3625	28344	1.66							2500	5	50%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	39	0.00	0.00	34	0	0.00	0.00	0.00					500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	36	0.00	13.00	33	1	0.47	0.00	2.24	4.76				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	28	0.00	51599	3	20	2330	93	9705	4.15							25000	1	4%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		36																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		24	0.00	0.00	24	10	0.00	0.00	0.00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	8	0.00	0.00	8	1	0.00	0.00	0.00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	28	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		36	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)					1													
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	36	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		36	0.00	0.00			0.00	0.00	0.00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	36	0.00	0.00	35	1	0.00	0.00	0.00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.54 - RIFIUTO CER 190814 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	n	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**24**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**17**	**71%**		**7**	**29%**
pH dell'eluato	unità pH	21	5,18	11,70			8,58	7,90	1,39	0,17	6	1	5%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	21	0,00	0,09	12	0	0,01	0,00	0,01	1,35				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	21	0,00	0,01	21	0	0,00	0,00	0,00	3,37				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	21	0,00	1,08	15	0	0,18	0,04	0,28	1,53				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	21	0,00	0,01	21	0	0,00	0,00	0,00	2,38				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	21	0,00	0,47	18	0	0,03	0,00	0,10	3,73				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	22	0,00	0,00	22	0	0,00	0,00	0,00	3,30				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	21	0,00	0,57	18	0	0,06	0,02	0,12	2,15				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	21	0,00	0,31	3	0	0,04	0,02	0,08	1,43				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	21	0,00	0,07	14	0	0,02	0,01	0,02	1,19				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	21	0,00	3,78	10	0	0,34	0,06	0,83	2,40				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	21	0,00	0,06	9	0	0,02	0,01	0,02	1,39				0,05	2	10%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	21	0,00	77	12	0	4	0,06	17	3,98				5	1	5%	20	1	5%
Cianuri (come CN-)	mg/l	20	0,00	0,00	20	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	20	0,00	2203	6	15	166	12,65	511	2,58				1500	1	5%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	21	0,00	43,97	16	1	3,77	0,00	11,02	2,92				15	2	10%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	20	0,00	6174	5	10	745	97	1654	2,22				2000	2	10%	5000	1	5%
DOC (come C)		22	2,79	2889	2	10	247,88	52,48	636,61	2,58				80	9	41%	160	6	27%
TDS		17	91	6858			1890	490	2798	1,42				6000	2	12%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**8**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**8**	**100%**		**4**	**50%**
pH dell'eluato	unità pH	8	7,60	10,40			8,48	7,88	1,14	0,13	8	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	8	0,02	0,52			0,09	0,02	0,18	2,09				0,07	1	13%	0,5	1	13%
Arsenico (come As)	mg/l	8	0,00	0,04			0,01	0,01	0,01	1,27				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	8	0,01	0,18			0,06	0,04	0,06	1,04				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	8	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00					0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	8	0,00	0,06			0,01	0,00	0,02	2,09				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	8	0,00	0,01			0,00	0,00	0,01	1,27				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	8	0,00	0,74			0,12	0,02	0,25	2,03				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	8	0,04	3,29			0,58	0,13	1,11	1,91				1	1	13%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	8	0,00	0,06			0,02	0,01	0,03	1,48				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	8	0,00	0,89			0,13	0,09	0,22	1,72				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	8	0,00	0,02			0,00	0,00	0,01	1,43				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	8	0,00	7,18			1,77	0,23	2,76	1,56				5	1	13%	20	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	8	9,00	700			168	67,17	264	1,57				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	8	0,00	14,70			2,49	0,00	6,00	2,49				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	8	0,00	807			351	337,40	333	0,95				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	8	3,49	606			234,20	112,42	368,29	1,15				100	4	50%	160	4	50%
TDS	mg/l	8	401	4802			1890	1400	1450	0,88				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.2. Analisi dei rifiuti in uscita

4.2.2.2.1. CER 190203: miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi

Nelle tabelle 4.55 e 4.56 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 190203; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nonostante il gran numero di campioni analizzato (246), nessuno risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - il numero di campioni classificati come pericolosi è molto esiguo (6 campioni pari al 2%); i superamenti si riscontrano su nichel (3 casi), oli minerali (2) e nichel (1);
  - solamente 1 campione (< 1%) non può essere accettato nelle discariche in quanto non rispetta il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 14 dei 105 campioni (13%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 13 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 26 dei 41 campioni (63%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi, né in quella per rifiuti pericolosi, dovendo essere quindi sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - tutti i 40 campioni da inertizzare sono caratterizzati dal superamento sul DOC, con un massimo pari a 20 volte il limite imposto; nel primo gruppo di analisi, non si presentano altri valori critici; nel secondo gruppo, invece, portano al superamento dei limiti il nichel, il rame e i fluoruri.

TABELLA 4.55 - RIFIUTO CER 190203 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		246										Totale campioni reiterati			0	0%		5	2%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		179	0	80	179	80	89	80	7	0	55	1	1%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	180	25,00	99,51	5	99	79,01	84,69	17,54	0,22	25	1	1%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	134	12,00	100,24			67,74	73,97	23,68	0,35									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	3	119,40	4850			3045	1465	2271	1,11									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	101	0,00	26,20	94	6	1,88	0,00	4,03	2,52				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	179	0,00	85,00	48	1	4,32	2,68	8,07	1,87				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	179	0,00	24,49	111	1	2,34	0,44	4,08	2,90				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	57	0,00	2,79			0,12	0,00	0,52	4,30							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	178	0,00	6,00	154	1	0,28	0,00	0,90	3,23				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	179	0,00	14540	2	1	579	180	1541	2,66									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	179	0,00	3,66			0,12	0,00	0,33	2,73				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	179	0,00	3881			166	89	307	1,89							1000	1	1%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)	1	840,42	840,42			840,42	840,42									1000	0	0%
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)	1	2350	2350			2350	2350									10000	0	0%
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	179	0,00	4889	15	5	201	36,49	502	2,50				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	179	0,00	30010	2	6	1092	247	3300	3,02									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	178	0,00	94,62	109	1	3,31	0,42	8,43	2,55				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	1	0,52	0,52			0,52	0,52						5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	179	0,00	16,00	151	1	0,79	0,00	1,80	2,21				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	58	0,00	10001			1259	666	2343	1,85							2500	3	3%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO(2))	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	179	0,00	4,89	179	0	0,04	0,00	0,37	10,42				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	178	0,00	301,98	146	1	4,42	0,00	25,73	5,82				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	131	0,00	92000	13	20	3130	568	10003	3,20							25000	2	2%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		179																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		122	0,00	4,94	122	10	0,88	0,00	0,82	7,78							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	48	0,00	0,00	48	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	123	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		179	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	14	0,00	0,00	14	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	161	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		179	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	179	0,00	0,00	179	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.56 - RIFIUTO CER 190203 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**105**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**14**	**13%**		**13**	**12%**
pH dell'eluato	unità pH	104	5,88	12,10			9,18	9,70	1,55	0,17	8	1	1%						
Ammonio (come Sb)	mg/l	102	0,00	0,06	70	0	0,01	0,00	0,01	1,68				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	102	0,00	0,00	102	0	0,00	0,00	0,00	2,89				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	102	0,00	4,81	71	0	0,15	0,02	0,53	3,47				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	104	0,00	0,01	103	0	0,00	0,00	0,00	4,62				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	103	0,00	0,88	75	0	0,07	0,00	0,19	2,32				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	103	0,00	0,06	103	0	0,00	0,00	0,00	3,60				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	102	0,00	1,63	89	0	0,14	0,02	0,27	1,91				1	1	1%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	102	0,00	0,96	43	0	0,10	0,02	0,21	1,99				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	104	0,00	0,61	84	0	0,03	0,01	0,07	2,60				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	103	0,00	3,06	83	0	0,33	0,02	0,68	2,08				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	102	0,00	0,07	40	0	0,01	0,01	0,01	1,20				0,05	1	1%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	102	0,00	3	84	0	0	0,03	0	2,20				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	100	0,00	0,00	100	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	101	0,00	1012	58	15	51	0,00	167	2,06				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	100	0,00	33,60	87	1	0,92	0,00	4,00	4,36				15	1	1%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	101	0,00	1789	54	10	170	4	355	2,09				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		102	0,00	610,34	23	10	73,06	24,77	135,31	1,83				80	14	14%	160	13	13%
TDS		102	26	5892			943	127	1439	1,52				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**41**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**26**	**63%**		**26**	**63%**
pH dell'eluato	unità pH	41	7,20	12,50			10,94	11,50	1,41	0,13	8	0	0%					0	0%
Ammonio (come Sb)	mg/l	40	0,00	0,02			0,00	0,00	0,01	1,35				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	40	0,00	0,00			0,00	0,00	0,01	1,30				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	40	0,01	3,88			1,08	0,49	1,24	1,14				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	40	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	0,33				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	40	0,00	1,00			0,13	0,08	0,18	1,54				1	1	3%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	40	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,12				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	40	0,00	1,80			0,26	0,21	0,32	1,21				1	1	3%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	40	0,00	17,90			0,88	0,02	2,83	5,62				1	1	3%	4	1	3%
Piombo (come Pb)	mg/l	40	0,00	0,38			0,03	0,00	0,06	3,33				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	40	0,01	12,62			0,72	0,23	2,02	2,82				5	1	3%	10	1	3%
Selenio (come Se)	mg/l	40	0,00	0,04			0,01	0,00	0,01	1,53				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	40	0,00	2,09			0,23	0,04	0,45	2,01				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	37	0,00	1993			106	54,29	168	1,60				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	37	0,00	166,94			9,42	0,00	28,28	4,99				15	2	5%	50	1	3%
Solfati (come SO4--)	mg/l	37	0,00	241			26	0,00	50	1,89				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	40	2,99	2903			449,67	254,61	528,36	1,17				100	26	65%	160	26	65%
TDS	mg/l	41	71	7995			2109	1613	1792	0,85				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.2.2. CER 190204: miscugli di rifiuti contenenti almeno un rifiuto pericoloso*

Nelle tabelle 4.57 e 4.58 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 190204*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - appena 2 campioni (1%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi; ciò è dovuto ai superamenti su piombo (2 casi) e rame (1);
  - 21 campioni (15%) sono classificati come pericolosi in seguito agli eccessivi valori di concentrazione riscontrati su nichel e zinco (entrambi con 11 superamenti e media superiore al limite di legge), oli minerali (4), piombo (2) e rame (2);
  - tutti i 139 campioni analizzati risultano accettabile in discarica in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 7 dei 16 campioni (44%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 6 (38%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - tutti e 2 i campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano né i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi né quelli di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi, e devono essere quindi sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - tutti i campioni da inertizzare sono caratterizzati dal superamento sul DOC, con un massimo pari a 12 volte il limite imposto; si riscontra solamente un altro superamento nelle analisi post D.M. sul molibdeno.

TABELLA 4.57 - RIFIUTO CER 190204* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		139										Totale campioni reiterati			2	9%		21	15%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		36	80	80	34	80	80	80	0	0	80	0	0%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	36	51,53	99,77	1	99	81,02	81,19	12,48	0,16	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	31	3,88	98,33			47,32	48,12	27,18	0,57									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	31	39,00	219700			12758	2252	40229	3,15									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	14	0,00	29,10	11	6	3,93	0,00	7,84	2,00				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	36	0,00	51,03	17	1	4,74	1,88	9,01	1,90				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	36	0,00	13,00	34	1	1,38	0,31	2,53	1,83				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	2	0,83	625,98			313,16	313,16	441,71	1,41							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	36	0,00	5,96	31	1	0,36	0,00	1,16	3,27				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	36	7,73	13000	0	1	1235	225	2596	2,12									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	36	0,00	3,43			0,16	0,00	0,41	4,18				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	32	4,44	42790			3893	179	8902	2,40							1000	11	34%
Nichel ed i suoi composti (come Ni(OH)2)	ppm (mg/kg)	4	16,31	276,24			141,27	136,41	106,66	0,75							1000	0	0%
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	36	0,00	7550	1	5	965	191,33	1834	1,89				5000	2	6%	5000	2	6%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	36	0,00	34560	0	6	6393	1584	8985	1,34									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	31	0,00	360,00	7	1	19,56	4,00	64,47	3,29				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	3	0,58	5985			1201,23	1,85	2874,22	2,33				5000	1	20%	2500	1	20%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	36	0,00	25,10	23	1	1,88	0,32	3,95	2,39				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	32	47,10	12140			2534	941	3269	1,27							2500	11	34%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	36	0,00	2,80	33	0	0,12	0,00	0,92	4,20				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	36	0,00	41,76	28	1	4,90	0,00	11,65	2,37				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	36	0,00	13,9585	3	20	1647,3	4840	35005	2,13							25000	4	11%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		36																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		22	0,00	0,00	22	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	8	0,00	0,00	8	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	36	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		36	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	2	0,00	0,00	2	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	34	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		36	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	36	0,00	0,00	36	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.58 - RIFIUTO CER 190204* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	n.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n° < a	a	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		16	[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni respinti				7	44%		6	38%
pH dell'eluato	unità pH	15	7,60	11,10			8,64	8,40	0,91	0,11	6	0	0%						
Antimonio (come Sb)	mg/l	14	0,00	0,01	9	0	0,00	0,00	0,00	1,42				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	14	0,00	0,01	14	0	0,00	0,00	0,00	1,79				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	14	0,00	0,11	12	0	0,03	0,01	0,04	1,58				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	15	0,00	0,00	15	0	0,00	0,00	0,00	2,12				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	15	0,00	0,99	8	0	0,27	0,00	0,19	2,34				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	14	0,00	0,00	14	0	0,00	0,00	0,00	3,02				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	14	0,00	2,21	9	0	0,31	0,02	0,68	2,20				1	2	14%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	14	0,00	1,58	2	0	0,27	0,07	0,43	1,60				1	1	7%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	15	0,00	0,04	13	0	0,01	0,01	0,01	1,09				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	14	0,00	0,90	7	0	0,20	0,07	0,23	1,12				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	14	0,00	0,03	7	0	0,01	0,01	0,01	1,11				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	15	0,00	1	11	0	0	0,01	0	2,19				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	15	0,00	0,06	15	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	15	0,00	715	8	15	148	62,72	222	1,51				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	0,00	8,14	12	1	1,11	0,00	2,46	2,21				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	15	0,00	2581	3	10	462	155	601	1,73				2000	1	7%	5000	0	0%
DOC (come C)		15	0,00	1249	1	10	171,89	48,44	315,70	1,84				80	7	47%	160	6	40%
TDS		15	29	3609			640	479	1009	1,58				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		2	[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni respinti				2	100%		2	100%
pH dell'eluato	unità pH	2	10,00	11,50			10,75	10,75	1,06	0,10	6	0	0%					0	0%
Antimonio (come Sb)	mg/l	2	0,02	0,03			0,02	0,02	0,00	0,21				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	2	0,01	0,01			0,01	0,01	0,00	0,43				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	2	0,02	0,40			0,21	0,21	0,27	1,31				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	2	0,17	1,68			0,92	0,92	1,07	1,16				1	1	50%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	2	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00	1,41				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	2	0,56	6,62			3,59	3,59	4,28	1,19				1	1	50%	3	1	50%
Nichel (come Ni)	mg/l	2	0,08	0,19			0,13	0,13	0,07	0,58				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	2	0,03	0,10			0,07	0,07	0,10	1,37				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	2	0,70	1,30			1,00	1,00	0,43	0,43				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	2	0,00	0,07			0,03	0,03	0,05	1,41				0,05	1	50%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	2	0,08	1,14			0,61	0,61	0,75	1,21				5	0	0%	20	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2	25,21	1847			936	934,84	1289	1,38				2500	0	0%	5000	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	2	0,00	2,58			1,29	1,29	1,82	1,41				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	2	132,53	890			511	511,13	526	1,03				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	2	105,49	671			388,32	388,32	399,96	1,03				100	2	100%	160	2	100%
TDS	mg/l	2	697	7519			4077	4077	4864	1,19				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.2.3. CER 190305: rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04

Nelle tabelle 4.59 e 4.60 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 190305; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - nessuno dei risulta classificato come speciale o tossico/nocivo;
  - 5 campioni (2%) risultano classificati come pericolosi a causa del superamento dei limiti sul nichel (3 superamenti), sugli oli minerali (3) e sull'idrossido del nichel (1 campione sui 12 rilevati);
  - tutti i 240 campioni analizzati risultano accettabili in discarica in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - ben 133 dei 209 (64%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; 132 (63%) non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi necessitano di essere inertizzati;
  - 20 dei 36 campioni (56%) analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità né in discarica per rifiuti non pericolosi, né in quella per rifiuti pericolosi, dovendo essere quindi sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in molti dei campioni analizzati risultano superiori ai limiti le concentrazioni di molti parametri, soprattutto se si considera la caratteristica di pericolosità; la quasi totalità dei campioni (148 su 152) presenta comunque valori eccessivi sul DOC; nel primo gruppo di analisi, sono infatti critici anche rame (28 superamenti), cloruri (14), TDS (8), molibdeno (7), antimonio (6), nichel (2) e solfati (1); nelle analisi post D.M., decisamente meno numerose, si presentano superamenti singoli solo su cloruri e TDS.

TABELLA 4.59 - RIFIUTO CER 190305 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		240										Totale campioni reiterati			0	0%		5	2%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		134	0	93	136	90	89	93	8	0	55	1	1%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	240	33,72	99,57	7	99	74,26	71,66	13,17	0,18	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	135	15,09	98,58			57,46	53,67	20,70	0,36									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)																		
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	78	0,00	45,30	85	6	2,88	0,08	7,44	2,99				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	135	0,00	32,03	55	1	3,81	1,58	4,74	1,57				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	135	0,00	57,69	54	1	3,28	1,72	6,01	1,84				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	25	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00								1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	135	0,00	2,90	113	1	0,22	0,00	0,54	2,43				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	135	0,00	6134	1	1	604	458	697	1,29									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	135	0,00	7,18			0,17	0,00	0,68	3,83				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	122	0,00	1999			222	124	266	1,18							1000	3	2%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)	12	16,74	2520			322,19	66,61	702,30	2,18							1000	1	8%
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	135	0,00	4849	7	5	266	137,50	496	1,88				5000	0	0%	5000	0	0%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	135	0,00	16410	1	6	1449	384	2355	1,63									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	135	0,00	223,80	51	1	13,33	2,77	28,51	1,81				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)													5000			2500		
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	135	0,00	14,66	114	1	0,74	0,00	2,11	2,89				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)																2500		
Zinco ed i suoi composti (come ZnO)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	134	0,00	4,84	129	0	0,07	0,00	0,48	6,84				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	134	0,00	105,78	83	1	3,84	0,00	10,50	2,87				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	107	0,00	257540	18	20	5233	560	25983	4,96							25000	3	3%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		135																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		87	0,00	0,00	87	10	0,00	0,00	0,00								100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	48	0,00	0,00	48	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)																		
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		116	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	23	0,00	0,00	23	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)																		
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		135	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)					1													

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.60 - RIFIUTO CER 190305 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**209**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**133**	**64%**		**132**	**63%**
pH dell'eluato	unità pH	205	8,88	12,20			10,34	10,60	1,38	0,13	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	205	0,00	1,06	88	0	0,05	0,01	0,14	0,18				0,07	20	10%	0,5	6	3%
Arsenico (come As)	mg/l	205	0,00	0,08	202	0	0,00	0,00	0,01	4,45				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	204	0,00	5,82	99	0	0,18	0,08	0,50	2,75				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	205	0,00	0,03	196	0	0,00	0,00	0,00	2,38				0,02	1	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	209	0,00	2,58	83	0	0,11	0,09	0,21	2,02				1	1	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	215	0,00	0,02	213	0	0,00	0,00	0,00	6,67				0,005	2	1%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	205	0,00	6,07	39	0	0,74	0,58	0,88	1,18				1	46	22%	3	7	3%
Nichel (come Ni)	mg/l	205	0,00	4,58	36	0	0,58	0,47	0,67	1,15				1	22	11%	4	3	1%
Piombo (come Pb)	mg/l	209	0,00	0,79	106	0	0,08	0,04	0,09	1,02				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	209	0,00	67,30	29	0	0,93	2,37	9,10	1,81				5	41	20%	10	26	13%
Selenio (come Se)	mg/l	205	0,00	0,28	43	0	0,02	0,02	0,03	1,39				0,05	17	8%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	162	0,00	13	49	0	1	0,32	1	1,70				5	2	1%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	199	0,00	0,49	193	0	0,05	0,00	0,03	8,69				0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	204	0,00	14566	38	15	722	289,20	1476	2,04				1500	23	11%	2500	14	7%
Fluoruri (come F-)	mg/l	204	0,00	32,40	175	1	1,49	0,00	5,75	3,87				15	10	5%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	204	0,00	6265	31	10	606	265	907	1,49				2000	13	6%	5000	1	0%
DOC (come C)		205	3,12	1709	16	10	370,99	300,77	338,77	0,91				80	129	63%	160	128	62%
TDS		162	37	30666			3195	2969	3581	1,13				6000	19	12%	10000	8	5%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**36**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni rispetti				**20**	**56%**		**20**	**56%**
pH dell'eluato	unità pH	36	7,70	12,50			11,26	11,50	1,10	0,10	6	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	36	0,00	0,02			0,01	0,00	0,01	1,10				0,07	0	0%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	36	0,00	0,09			0,00	0,00	0,01	2,28				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	36	0,00	4,63			0,96	0,55	1,17	1,22				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	36	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	6,00				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	36	0,00	0,33			0,09	0,06	0,08	0,84				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	36	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,68				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	36	0,00	0,88			0,23	0,28	0,18	0,78				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	36	0,00	0,38			0,04	0,02	0,07	1,87				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	36	0,00	0,34			0,01	0,00	0,04	2,99				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	36	0,00	2,71			0,39	0,22	0,60	1,49				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	36	0,00	0,09			0,01	0,00	0,02	1,90				0,05	1	3%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	36	0,00	1,38			0,15	0,04	0,31	2,09				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	31	0,00	28739			966	57,01	5167	5,17				2500	1	3%	2500	1	3%
Fluoruri (come F-)	mg/l	31	0,00	0,06			0,00	0,00	0,00					15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	31	0,00	2442			100	0,00	437	4,37				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	36	0,00	1369			310,18	200,69	335,53	1,08				100	20	57%	160	20	57%
TDS	mg/l	36	88	36239			3270	2693	5835	1,79				10000	1	3%	10000	1	3%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.2.4. CER 191211: altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, contenenti sostanze pericolose*

Nelle tabelle 4.61 e 4.62 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 191211*; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 3 campioni (2%) risultano classificati come speciali o tossici/nocivi a causa del superamento dei limiti su cadmio (1 campione), mercurio (1) e piombo (1);
  - 26 campioni (19%) risultano classificati come pericolosi; molti superamenti si hanno su zinco (21) ed oli minerali (11); non mancano comunque anche problemi legati a nichel (3), cobalto (1) e piombo (1);
  - tutti i 139 campioni analizzati risultano accettabili in discarica in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;

- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - tutti gli 11 campioni analizzati prima del D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; di essi, 6 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi è necessario inertizzarli;
  - tutti i 7 campioni analizzati dopo il D.M. 27.09.10 non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, di cui ben 6 non possono essere ammessi anche in discarica per rifiuti pericolosi e devono essere sottoposti ad un processo di inertizzazione;
  - in entrambi i casi il parametro più critico risulta essere il DOC (11 superamenti su 13 totali); nel primo gruppo di analisi, sono critici anche i valori di antimonio (2), fluoruri (2) e cadmio(1); nel secondo gruppo, si rilevano singoli superamenti su antimonio, mercurio, piombo, rame, solfati e TDS.

TABELLA 4.61 - RIFIUTO CER 191211* - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	e	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		139									Totale campioni reiterati				3	2%		26	19%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		66	0	80	66	60	66	80	11	0	66	1	1%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	73	52,03	100	10	99	87,06	89,73	10,26	0,12	25	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	26	1,15	100			41,01	44,36	27,30	0,67									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	22	30,11	40150			8087	3832	8844	1,47									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	67	0,00	142	48	6	6,83	0,00	25,65	0,02				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	68	0,00	24,60	22	1	3,42	1,77	4,77	1,39				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)													500			1000		
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	68	0,00	212,40	37	1	6,83	0,55	26,67	3,93				100	1	1%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	57	0,00	10560			270,83	0,00	1883,79	6,19							1000	1	3%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	68	0,00	3,78	58	1	0,24	0,00	0,64	2,72				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	68	0,00	4889	2	1	369	120	673	1,82									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	69	0,00	469,00			6,73	0,23	56,69	8,43				100	1	1%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	68	0,00	7219			288	81	607	3,28							1000	3	4%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2)	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)																10000		
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	68	0,00	11260	5	5	562	64,27	1949	2,83				5000	1	1%	5000	1	1%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	68	0,00	25780	2	6	2478	288	5302	2,18									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	19	0,20	976,80	9	1	67,13	1,83	215,22	3,21				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	49	0,00	162,40			12,76	2,06	27,46	2,15				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	68	0,00	22,85	59	1	1,39	0,16	3,97	2,82				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	63	0,00	30246			3306	1233	5083	1,54							2500	21	33%
Zinco ed i suoi composti (come ZnO(2)	ppm (mg/kg)																		
Cianuri	ppm (mg/kg)	68	0,00	178,80	61	0	2,88	0,00	21,44	7,42				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	68	0,00	63,73	60	1	3,58	0,00	10,21	3,32				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	69	0	294200	11	20	15654	1184	40884	2,58							25000	11	16%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		69																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		63	0,00	65,10	60	10	1,88	0,00	9,55	5,09							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	13	0,00	0,00	14	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	56	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		69	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	8	0,00	0,00	7	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	63	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		69	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	69	0,00	0,00	69	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.62 - RIFIUTO CER 191211* - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°< x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**11**	**[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**11**	**100%**		**6**	**55%**
pH dell'eluato	unità pH	9	8.88	10.10			8.10	7.90	0.89	0.11	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	9	0.08	3.38	1	0	0.94	0.05	1.11	2.23				0.07	4	44%	0.5	2	22%
Arsenico (come As)	mg/l	9	0.08	0.05	6	0	0.01	0.00	0.02	2.02				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	9	0.01	0.48	4	0	0.13	0.00	0.16	1.21				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	9	0.08	0.38	6	0	0.04	0.00	0.10	2.41				0.02	2	22%	0.3	1	11%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	9	0.08	0.08	6	0	0.01	0.01	0.03	1.82				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	10	0.08	0.08	9	0	0.00	0.00	0.00	3.16				0.005	0	0%	0.05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	9	0.08	1.12	3	0	0.33	0.18	0.37	1.12				1	1	11%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	9	0.02	1.22	0	0	0.34	0.25	0.39	1.15				1	1	11%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	9	0.08	0.26	4	0	0.07	0.08	0.08	1.04				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	9	0.03	5.19	2	0	1.06	0.23	1.68	1.59				5	1	11%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	9	0.08	0.04	2	0	0.01	0.01	0.01	1.00				0.05	0	0%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	9	0.04	11	1	0	3	1.28	4	1.24				5	3	33%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	7	0.08	1.27	6	0	0.18	0.08	0.48	2.69				0.5	1	14%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	7	0.08	564	1	13	211	138.83	218	1.04				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	7	0.08	1239	4	1	193.79	0.41	462.93	2.39				15	2	29%	50	2	29%
Solfati (come SO4--)	mg/l	7	0.08	2184	1	10	451	75	787	1.83				2000	1	14%	5000	0	0%
DOC (come C)		8	24.89	1818	0	10	830.80	181.80	965.53	1.20				80	6	75%	160	6	75%
TDS		7	83	3613			1092	442	1304	1.24				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		**7**	**[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]**								Totale campioni respinti				**7**	**100%**		**6**	**86%**
pH dell'eluato	unità pH	7	8.08	11.90			10.07	11.60	1.54	0.14	6	0	0%					0	0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	7	0.08	0.53			0.08	0.00	0.20	2.48				0.07	1	14%	0.5	1	14%
Arsenico (come As)	mg/l	7	0.08	0.01			0.00	0.00	0.00	1.50				0.2	0	0%	2.5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	7	0.02	4.73			1.58	1.06	1.53	0.97				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	7	0.08	0.08			0.00	0.00	0.00	1.80				0.1	0	0%	0.5	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	7	0.08	0.24			0.12	0.11	0.10	0.83				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	7	0.08	0.38			0.05	0.00	0.11	2.41				0.02	1	14%	0.2	1	14%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	7	0.01	0.88			0.29	0.28	0.21	0.74				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	7	0.03	1.00			0.18	0.03	0.37	2.12				1	1	14%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	7	0.08	7.43			1.07	0.01	2.80	2.62				1	1	14%	5	1	14%
Rame (come Cu)	mg/l	7	0.08	42.45			6.55	0.43	15.84	2.42				5	1	14%	10	1	14%
Selenio (come Se)	mg/l	7	0.08	0.08			0.01	0.01	0.02	1.58				0.05	1	14%	0.7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	7	0.03	1.13			0.28	0.09	0.39	1.53				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come Cn-)	mg/l	7	4.91	356			134	74.24	127	0.95				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	7	0.08	8.81			0.94	0.08	2.90	2.99				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	7	0.08	9291			1290	11.12	3502	2.59				2000	1	14%	5000	1	14%
DOC (come C)	mg/l	7	19.40	420			154.04	144.99	125.30	0.70				100	5	71%	160	5	71%
TDS	mg/l	7	125	10035			3100	4126	3011	0.98				10000	1	14%	10000	1	14%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.2.2.5. CER 191212: altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11

Nelle tabelle 4.63 e 4.64 si riportano le caratteristiche del rifiuto tal quale e dell'eluato in acqua, suddiviso in analisi effettuate prima e dopo l'entrata in vigore del D.M. 27/09/2010, relativamente al rifiuto 191212; si rileva che:

- in base alle analisi sul tal quale:
  - 1 solo campione dei 116 analizzati (< 1%) risulta classificato come speciale o tossico/nocivo a causa del superamento dei limiti sul piombo;
  - 7 campioni risultano classificati come pericolosi a causa dell'elevato contenuto di zinco; in 2 di questi sono inoltre anche piombo e zinco in concentrazioni inaccettabili;
  - tutti i campioni analizzati sono accettabili in discarica in quanto rispettano il limite minimo sul residuo secco percentuale a 105°C;
  -
- in seguito alle analisi sull'eluato in acqua:
  - 11 dei 23 campioni (43%) analizzati prima del D.M. 27.09.10 e 22 dei 26 (85%) analizzati successivamente non soddisfano i requisiti per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi;
  - tutti i campioni sono accettabili in discarica per rifiuti pericolosi;
  - di essi, 6 non soddisfano neanche quelli per essere ammessi in discarica per rifiuti pericolosi e quindi è necessario inertizzarli;
  - in entrambi i casi il parametro più critico risulta essere il DOC (32 superamenti su 33 totali); nel primo gruppo di analisi, si rileva un superamento anche sull'antimonio, nel secondo sono critici anche i valori di nichel (4), rame (3) e zinco (1).

TABELLA 4.63 - RIFIUTO CER 191212 - ANALISI SUL RIFIUTO TAL QUALE

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°+x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE		116										Totale campioni reiporti			1	1%		0	0%
pH	unità pH																		
Punto d'infiammabilità		102	0	80	102	80	88	80	8	0	55	1	1%						
Residuo secco percentuale a 105°C	%	106	34,76	100,00	8	99	67,06	69,21	16,62	0,12	25,00	0	0%						
Residuo secco percentuale a 600°C	%	78	-9,83	100,10			31,09	23,66	25,67	0,83									
Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	4	7,73	2500,00			1414,78	1349,20	1220,11	0,86									
Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	67	0,00	75,80	29	6	11,02	5,08	15,77	1,37				5000	0	0%	2000	0	0%
Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	105	0,00	21,20	71	1	1,40	0,21	3,14	2,25				100	0	0%	1000	0	0%
Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)	5	0,00	0,05			0,04	0,00	0,02	0,55				500	0	0%	1000	0	0%
Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	107	0,00	30,00	65	1	2,71	0,68	5,68	2,09				100	0	0%			
Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	29	0,00	56,17			4,48	1,83	7,40	1,65							1000	0	0%
Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	105	0,00	2,10	106	1	0,02	0,00	0,20	10,24				100	0	0%	1000	0	0%
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	105	0,00	6850	4	1	469	95	1000	2,55									
Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	107	0,00	57,47			0,54	0,00	3,83	6,69				100	0	0%	500	0	0%
Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	104	0,00	7139			179	99	729	4,09							1000	2	2%
Nichel ed i suoi composti (come NiOH(2))	ppm (mg/kg)																1000		
Nichel (come Ni metallico)	ppm (mg/kg)	2	273,00	5056,00			2665,50	2665,50	3380,66	1,27							10000	0	0%
Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	109	0,00	5540	4	5	691	100,75	1139	1,64				5000	1	1%	5000	2	2%
Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	107	0,00	147000	4	6	6242	622	17516	2,81									
Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	61	0,00	155,00	19	1	13,46	4,25	22,90	1,70				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame, composti solubili (come Cu)	ppm (mg/kg)	24	0,00	159,80			22,03	6,16	34,02	1,52				5000	0	0%	2500	0	0%
Rame disciolto e suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)																		
Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	107	0,00	12,00	78	1	0,78	0,23	1,43	1,82				100	0	0%	2500	0	0%
Tallio ed i suoi composti (come Tl)	ppm (mg/kg)																		
Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	24	0,00	9155			2389	1020	2997	1,21							2500	7	29%
Zinco ed i suoi composti (come ZnCl2)	ppm (mg/kg)																		
Clorurati	ppm (mg/kg)	102	0,00	9,80	88	0	0,21	0,00	1,28	6,19				500	0	0%	1000	0	0%
Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	103	0,00	97,60	80	1	5,70	0,00	14,95	2,62				5000	0	0%	10000	0	0%
Oli Minerali (idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	94	0,00	143000	9	20	11845	3243	22798	1,92							25000	3	3%
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (diverse IPA)		100																	
Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		77	0,00	25,60	75	10	0,52	0,00	3,35	6,40							100	0	0%
Altri Solventi Organici Aromatici	ppm (mg/kg)	38	0,00	30,00	39	1	0,75	0,00	4,74	6,32									
Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	67	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI		109	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Altri Solventi Organici Clorurati	ppm (mg/kg)	11	0,00	0,00	11	1	0,00	0,00	0,00										
Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	04	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)		100	0,00	0,00			0,00	0,00	0,00										
Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	105	0,00	0,00	105	1	0,00	0,00	0,00										

LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

TABELLA 4.64 - RIFIUTO CER 191212 - ANALISI SULL'ELUATO IN ACQUA

DESCRIZIONE	U.M.	N.	CAMPO DI VARIABILITÀ				PARAMETRI STATISTICI				LIMITE MIN	SUPERAMENTI		LIMITE A	SUPERAMENTI		LIMITE B	SUPERAMENTI	
			MIN	MAX	n°<x	x	MEDIA	MEDIANA	DEV. STD.	CV		n°	%		n°	%		n°	%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		23	[ANALISI PRE D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni rispetti				11	48%		3	13%
pH dell'eluato	unità pH	17	5,88	9,08			7,88	8,10	0,72	0,09	6	0	0%						
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	21	0,00	0,29	6	0	0,02	0,01	0,06	2,63				0,07	1	5%	0,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	20	0,00	0,05	20	0	0,00	0,00	0,01	3,10				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	20	0,00	0,71	10	0	0,14	0,10	0,16	1,09				10	0	0%	30	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	20	0,00	0,01	20	0	0,00	0,00	0,00	1,30				0,02	0	0%	0,3	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	20	0,00	0,07	11	0	0,02	0,01	0,02	1,24				1	0	0%	7	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	21	0,00	0,00	21	0	0,00	0,00	0,00	2,61				0,005	0	0%	0,05	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	20	0,00	0,19	12	0	0,06	0,04	0,05	0,85				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	20	0,00	0,27	3	0	0,07	0,06	0,07	1,03				1	0	0%	4	0	0%
Piombo (come Pb)	mg/l	20	0,00	0,34	18	0	0,08	0,04	0,11	1,27				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	20	0,01	3,58	5	0	0,54	0,27	0,89	1,67				5	0	0%	10	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	20	0,00	0,02	0	0	0,01	0,01	0,01	0,80				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	20	0,01	4	2	0	1	0,44	1	1,43				5	0	0%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	19	0,00	0,00	19	0	0,00	0,00	0,00					0,5	0	0%	5	0	0%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	20	0,00	142	4	15	28	21,25	33	1,23				1500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	19	0,00	7,94	13	1	1,22	0,00	2,38	1,95				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	20	0,00	404	3	10	79	37	103	1,31				2000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)		19	3,66	436,88	1	10	105,26	61,84	130,47	0,84				80	10	53%	160	8	47%
TDS		20	40	770			238	218	175	0,73				6000	0	0%	10000	0	0%
ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		26	[ANALISI POST D.M. 27 settembre 2010]								Totale campioni rispetti				22	85%		22	85%
pH dell'eluato	unità pH	26	6,90	10,30			7,93	7,80	0,88	0,11	6	0	0%						0%
Ammoniaca (come Sb)	mg/l	26	0,00	0,04			0,02	0,02	0,01	0,63				0,2	0	0%	2,5	0	0%
Arsenico (come As)	mg/l	26	0,00	0,09			0,01	0,01	0,01	1,18				10	0	0%	30	0	0%
Bario (come Ba)	mg/l	26	0,00	0,79			0,18	0,13	0,17	1,02				0,1	0	0%	0,5	0	0%
Cadmio (come Cd)	mg/l	26	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,61				1	0	0%	7	0	0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	26	0,00	0,79			0,10	0,04	0,15	1,59				5	0	0%	10	0	0%
Mercurio (come Hg)	mg/l	26	0,00	0,01			0,00	0,00	0,00	1,10				0,02	0	0%	0,2	0	0%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	26	0,00	0,72			0,08	0,04	0,14	1,80				1	0	0%	3	0	0%
Nichel (come Ni)	mg/l	26	0,00	12,97			1,44	0,15	3,62	2,50				1	4	15%	4	3	12%
Piombo (come Pb)	mg/l	26	0,00	0,61			0,12	0,03	0,20	1,76				1	0	0%	5	0	0%
Rame (come Cu)	mg/l	26	0,00	8,83			1,73	0,84	2,22	1,29				0,07	3	12%	0,5	0	0%
Selenio (come Se)	mg/l	26	0,00	0,02			0,00	0,00	0,00	1,57				0,05	0	0%	0,7	0	0%
Zinco (come Zn)	mg/l	26	0,00	6,28			1,49	0,55	1,72	1,23				5	1	4%	20	0	0%
Cianuri (come CN-)	mg/l	24	0,00	310			88	41,67	93	1,08				2500	0	0%	2500	0	0%
Fluoruri (come F-)	mg/l	24	0,00	4,39			0,89	0,00	1,29	1,93				15	0	0%	50	0	0%
Solfati (come SO4--)	mg/l	24	0,00	1843			167	143,39	327	1,75				5000	0	0%	5000	0	0%
DOC (come C)	mg/l	26	0,00	1323			453,42	444,83	301,99	0,80				100	22	85%	160	22	85%
TDS	mg/l	26	0	4494			884	756	892	1,01				10000	0	0%	10000	0	0%

LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5 del D.M. 27.09.2010);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6 del D.M. 27.09.2010)

4.2.3. Analisi dei dati per parametro

Nei seguenti grafici sono mostrate le concentrazioni dei parametri più diffusi o critici per alcune tipologie di rifiuto. In particolare, sono stati considerati solo i rifiuti aventi un numero di analisi pari ad almeno 50 unità per il tal quale o per l'eluato (in totale, considerando sia il numero di analisi antecedenti al D.M. 2010 sia quello delle analisi successive), come riepilogato nelle successive tabelle, rispettivamente relative ai rifiuti in ingresso (tabella 4.65) ed a quelli in uscita (tabella 4.66).

I grafici si riferiscono distintamente alle analisi sul rifiuto solido tal quale e a quelle dell'eluato precedenti e successive al D.M. 2010 che ha modificato i limiti su alcuni parametri.

Ogni grafico mette in evidenza per le sopracitate categorie di rifiuto il valore medio di concentrazione, la dispersione dei dati, tramite indicazione dell'intervallo entro cui sono compresi i relativi valori, ed infine i limiti previste dalle normative, in particolare la soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo e quella per la classificazione di un rifiuto come pericoloso sul rifiuto tal quale e le soglie di accettabilità in discarica per rifiuti per rifiuti non pericolosi o pericolosi riguardo gli eluati in acqua.
Vengono distinte le categorie relative ai rifiuti in ingresso, a sinistra nei grafici, da quelle associate alle uscite dall'impianto, illustrate sulla destra dello stesso.

TABELLA 4.65 - CODICI CER RIFIUTI IN INGRESSO ALL'IMPIANTO CONSIDERATI NELL'ANALISI DEI DATI PER PARAMETRO

CER	Descrizione	Analisi tal quale	Eluato in acqua		
			pre DM 27/09/2010	post DM 27/09/2010	totale
060503	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti, diversi da quelli di cui alla voce 06 05 02	104	45	21	66
080111*	pitture e vernici di scarto, contenenti solventi organici o altre sostanze pericolose	76	15	11	26
080112	pitture e vernici di scarto, diverse da quelle di cui alla voce 08 01 11	225	100	49	149
120104	polveri e particolato di materiali non ferrosi	50	21	5	26
120114*	fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose	184	67	64	131
120115	fanghi di lavorazione, diversi da quelli di cui alla voce 12 01 14	259	112	32	144
120116*	materiale abrasivo di scarto, contenente sostanze pericolose	65	26	27	53
120117	materiale abrasivo di scarto, diverso da quello di cui alla voce 12 01 16	96	38	21	59
120118*	fanghi metallici (fanghi di rettifica, affilatura e lappatura) contenenti olio	72	34	14	48
150203	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 15 02 02	129	14	21	35
161104	altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti dalle lavorazioni metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 16 11 03	52	25	6	31

TABELLA 4.66 - CODICI CER RIFIUTI IN USCITA DALL'IMPIANTO CONSIDERATI NELL'ANALISI DEI DATI PER PARAMETRO

CER	Descrizione	Analisi tal quale	Eluato in acqua		
			pre DM 27/09/2010	post DM 27/09/2010	totale
190203	miscugli di rifiuti composti esclusivamente da rifiuti non pericolosi	256	105	41	146
190204*	miscugli di rifiuti contenenti almeno un rifiuto pericoloso	139	16	2	18
190305	rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04	240	209	36	245
191211*	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, contenenti sostanze pericolose	139	11	7	18
191212	altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19 12 11	116	23	26	49

4.2.3.1. Alluminio

L'alluminio non è un parametro previsto né dalle normative sul tal quale tanto meno da quella sull'eluato in acqua. Essendo comunque analizzato regolarmente nel rifiuto tal quale, se ne riporta in seguito il comportamento rilevato.

Sia i rifiuti in ingresso che quelli in uscita mostrano una notevole variabilità in termini di concentrazione media, da un minimo pari a 100 mg/l ad un massimo poco superiore ai 10.000 mg/l.
La variabilità dei valori all'interno delle analisi relative ad ogni singola tipologia è estremamente differente tra l'una e l'altra, soprattutto considerando i rifiuti in ingresso; si hanno rifiuti con una finestra di valori pari ad un ordine di grandezza ma anche altri che raggiungono i 6 ordini.

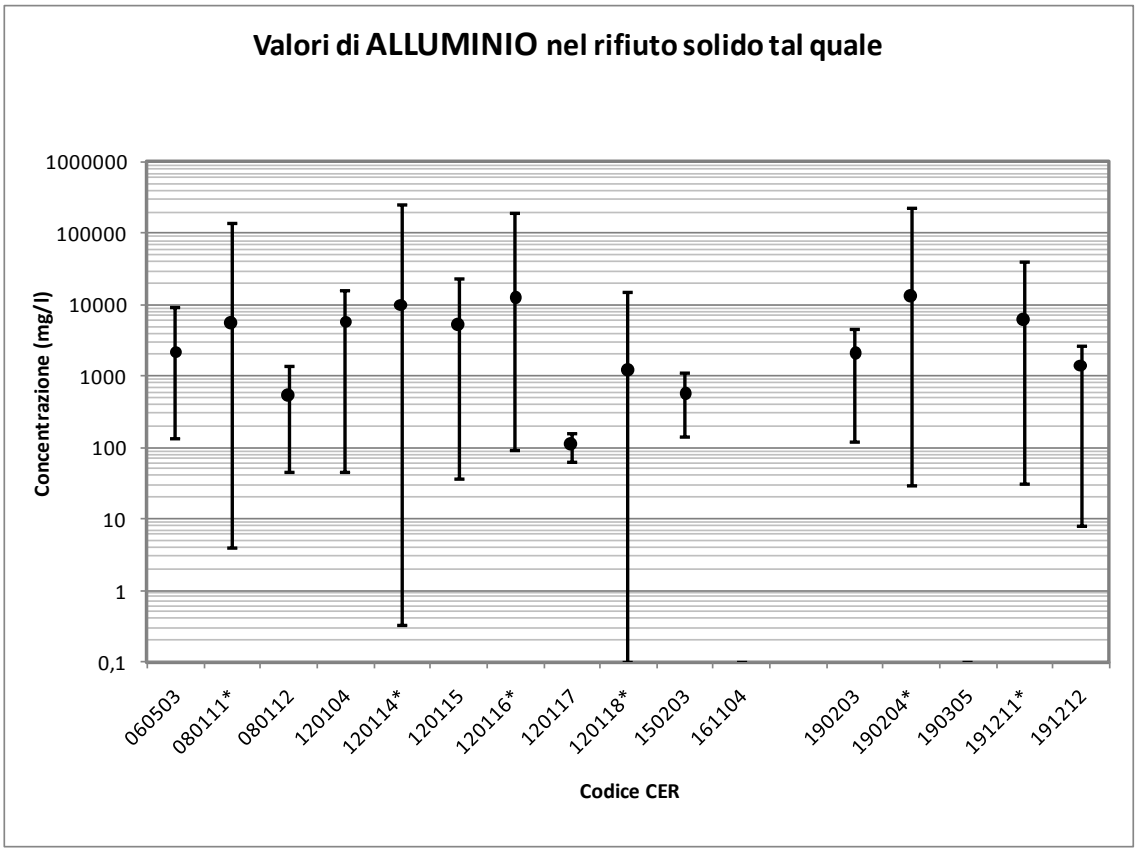


GRAFICO 4.1 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ALLUMINIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE

4.2.3.2. Antimonio

I valori medi sul rifiuto solido tal quale oscillano entro un intervallo di grandezza, da valori minimi poco superiore a 1 mg/l ad un massimo pari a circa 37 mg/l per quanto riguarda i rifiuti in ingresso, da pari valor minimo a poco più di 10 mg/l per i valori in uscita; i primi sono in aggiunta abbastanza variabili, a differenza dei secondi che risultano più stabili.
Non si verifica nessun caso in cui l'antimonio determini la connotazione del rifiuto come speciale e/o tossico nocivo o come pericoloso, né tra gli ingressi né tra le uscite.

Per quanto riguarda le analisi sull'eluato in acqua, si sottolinea come i limiti di riferimento per l'antimonio non siano variati con l'entrata in vigore del nuovo decreto.
I valori medi sono in gran parte compresi nella fascia di valori tra 0,005 mg/l e 0,07 mg/l, limite per l'accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi; valutando gli ingressi si nota come la tipologia 150203 presenti un valore medio superiore al limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; riguardo alle uscite, il rifiuto derivante dal trattamento meccanico, CER 191211*, si mostra particolarmente critico in quanto il valore medio eccede il limite in entrambi i periodi temporali di analisi, superando quello di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi nelle analisi pre DM 27/09/2010.
In generale, la variabilità dei valori ricavati dall'eluato è molto elevata, con valori che coprono più di 3 ordini di grandezza di concentrazione.

Il superamento del limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi si è rilevata su:
- rifiuti in ingresso
  - n. 1 campione su 42 del rifiuto 060503
  - n. 1 campione su 15 del rifiuto 080111*
  - n. 2 campioni su 17 del rifiuto 120104
  - n. 2 campioni su 62 del rifiuto 120114*
  - n. 10 campioni su 110 del rifiuto 120115
  - n. 1 campione su 24 del rifiuto 120116*
  - n. 2 campioni su 35 del rifiuto 120117
  - n. 2 campioni su 14 del rifiuto 150203
- rifiuti in uscita
  - n. 20 campioni su 205 del rifiuto 190305
  - n. 4 campioni su 9 del rifiuto 191211*
  - n. 1 campione su 21 del rifiuto 191212

Quello per l'accettabilità in discariche per i rifiuti pericolosi su:
- rifiuti in ingresso
  - n. 1 campione su 62 del rifiuto 120114*
  - n. 1 campione su 110 del rifiuto 120115
  - n. 1 campioni su 14 del rifiuto 150203
- rifiuti in uscita
  - n. 6 campioni su 205 del rifiuto 190305
  - n. 2 campioni su 9 del rifiuto 191211*

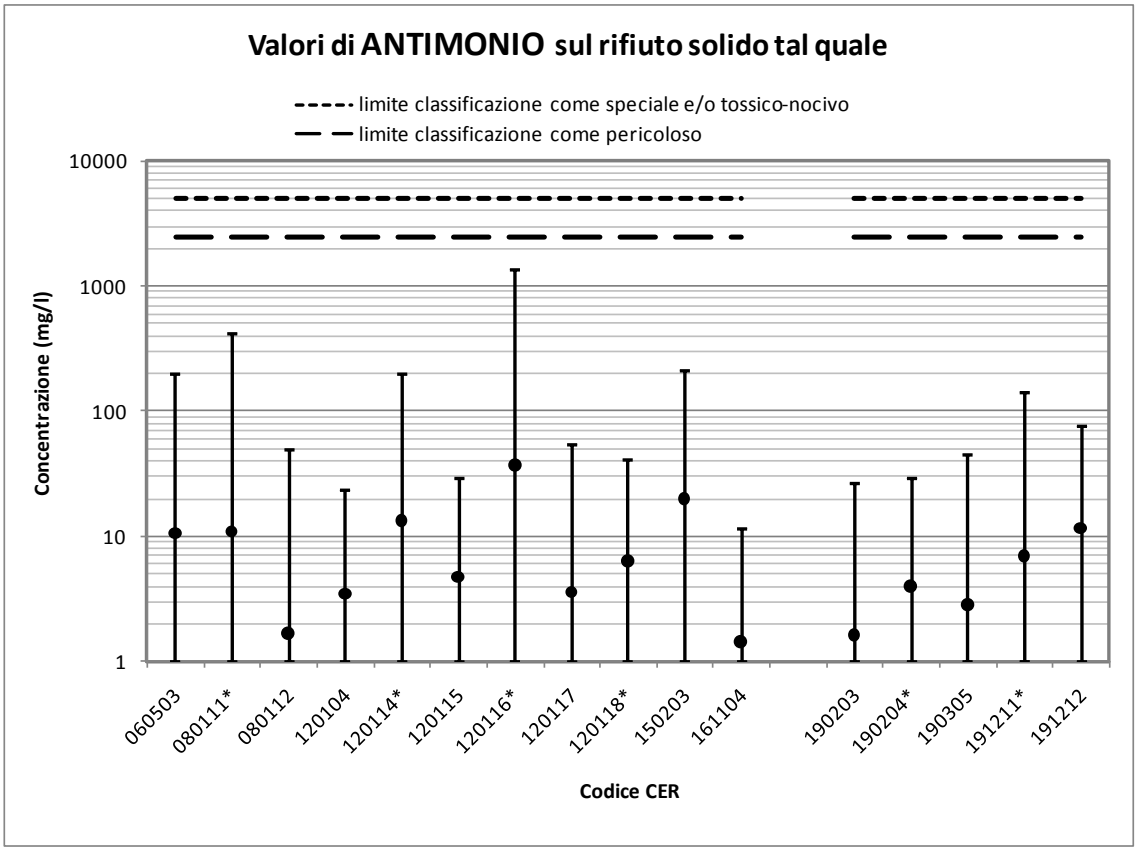


GRAFICO 4.2 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

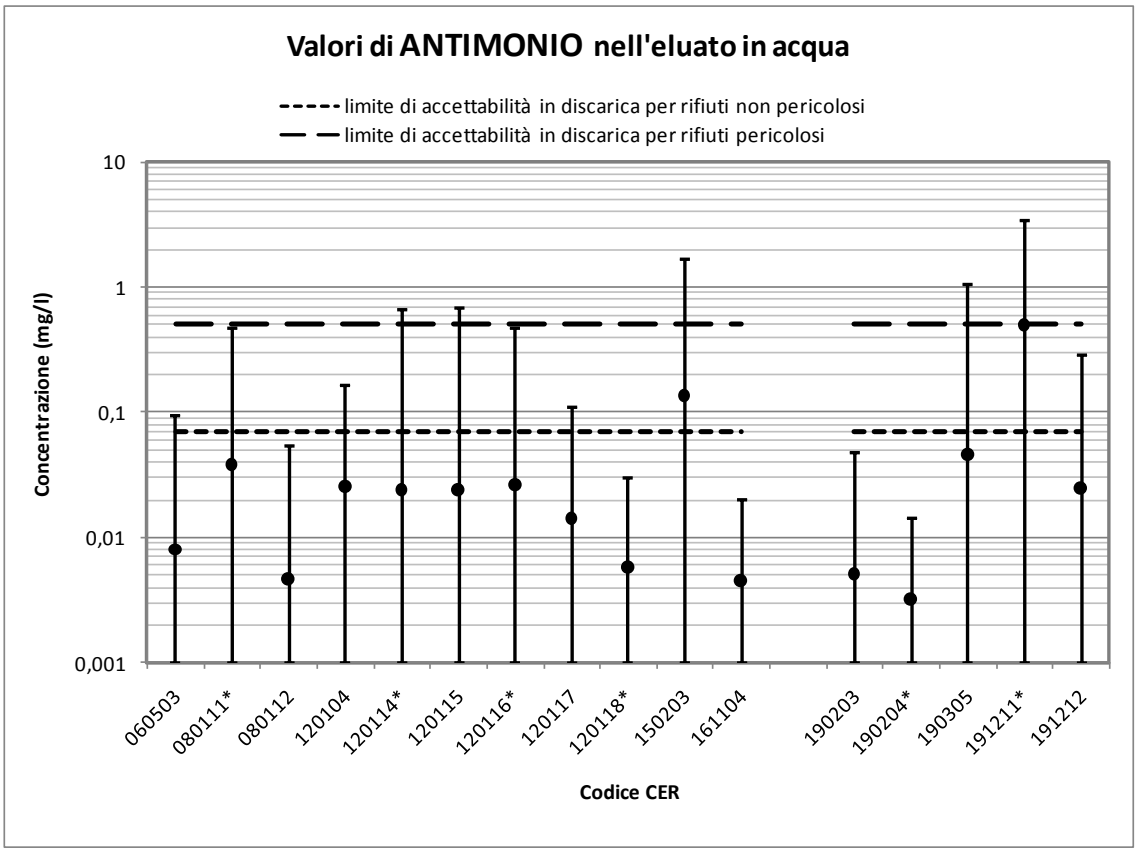


GRAFICO 4.3 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

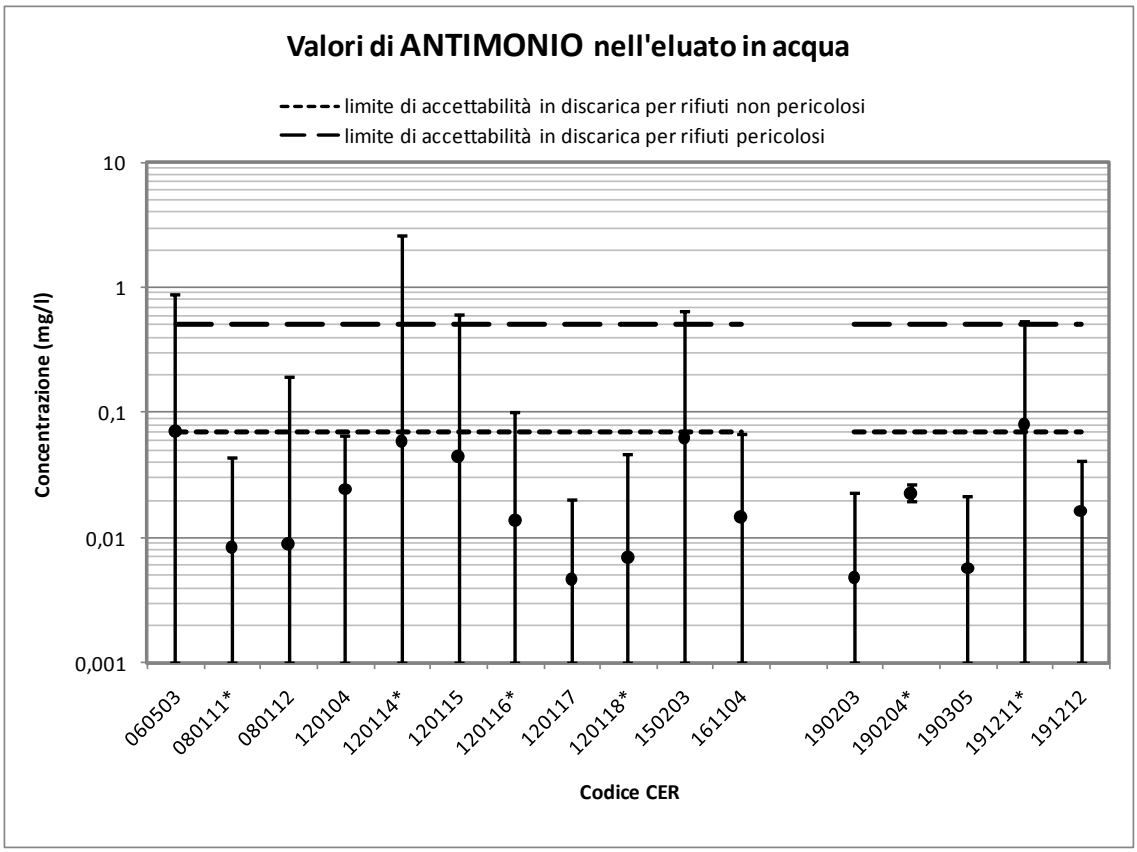


GRAFICO 4.4 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.3. Arsenico

I valori medi sul tal quale dei rifiuti in ingresso risultano molto variabili e compresi tra 0,5 e 20 mg/l, comunque non eccedenti i limiti che caratterizzano il rifiuto come speciale e/o tossico nocivo o come pericoloso. Si hanno però alcuni superamenti del primo limite di singoli valori riguardo al rifiuto 120116* (4 campioni su 64); in aggiunta si registra un solo superamento anche per i codici 080112 e 120114*, rifiuti però su cui è stato effettuato un numero di analisi cospicuo (rispettivamente 222 e 171 campioni).
I rifiuti in uscita presentano valori medi decisamente costanti, poco inferiori a 5 mg/l, e quindi ampiamente inferiori ai limiti.

I limiti dell'arsenico sull'eluato in acqua non hanno subito variazione con l'introduzione del nuovo decreto ed i valori relativi alle singole categorie sono comparabili se si considerano i rifiuti in ingresso e quelli in uscita.
Considerando quindi l'intero gruppo di tipologie ed analisi, si evince che tutti i rifiuti presentano valori medi ampiamente entro i limiti, in una fascia tra 0,001 e 0,1 mg/l per le analisi pre decreto e tra 0,002 e 0,2 mg/l nelle successive; pur essendoci alcune variazione, i valori risultano abbastanza costanti tra un rifiuto e l'altro. Non si registra nessun superamento né per quanto riguarda i valori medi né considerando le singole misurazioni effettuate.

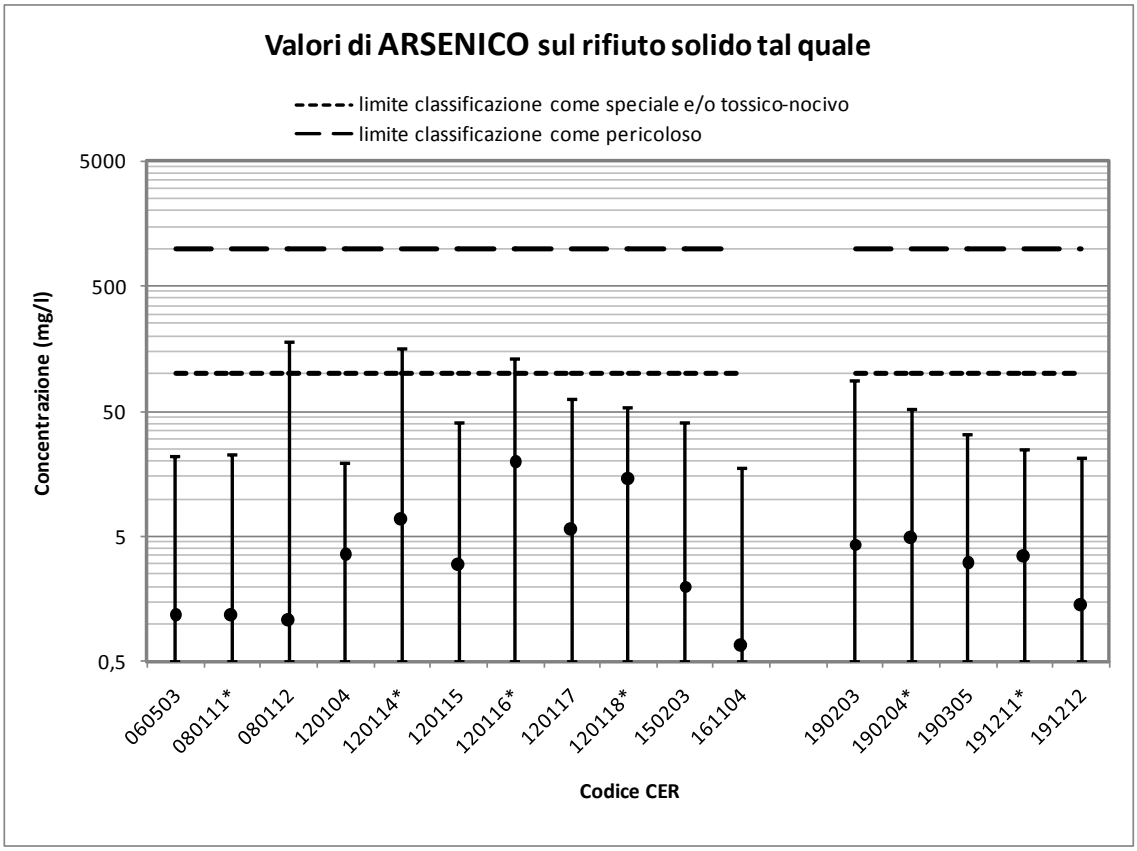


GRAFICO 4.5 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

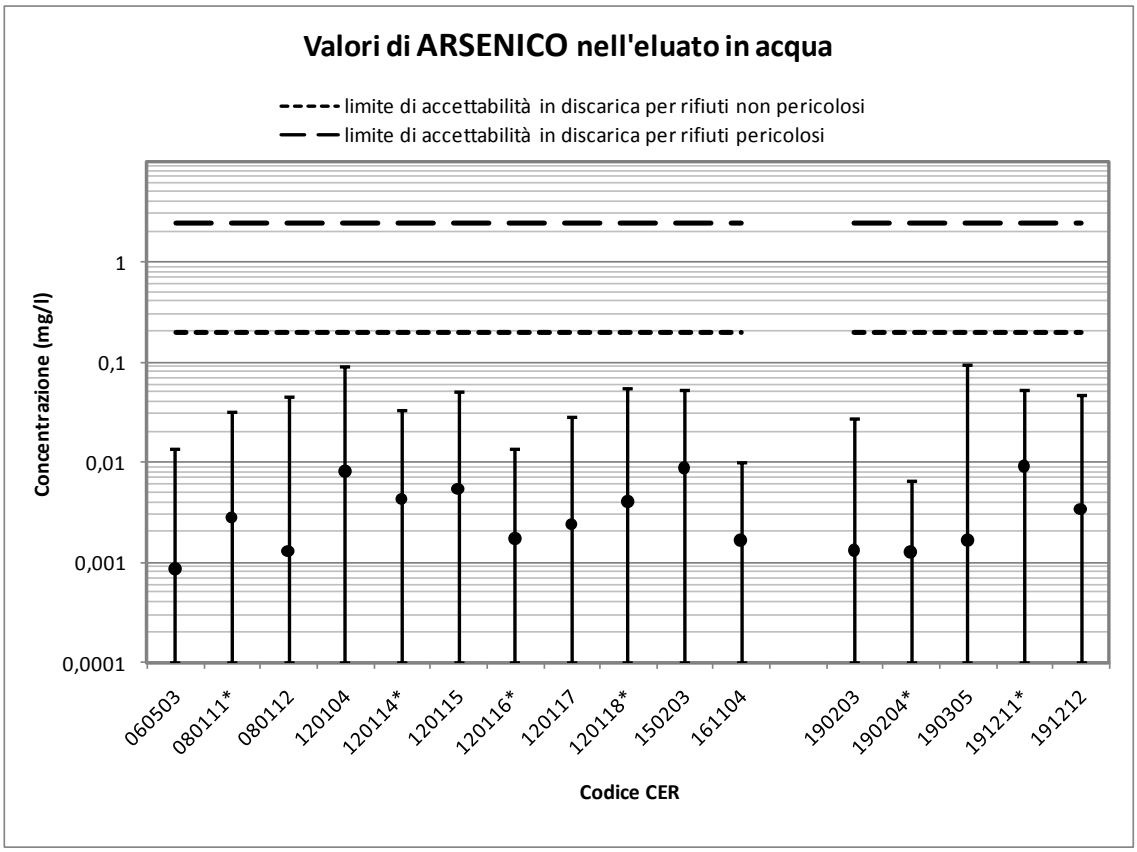


GRAFICO 4.6 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

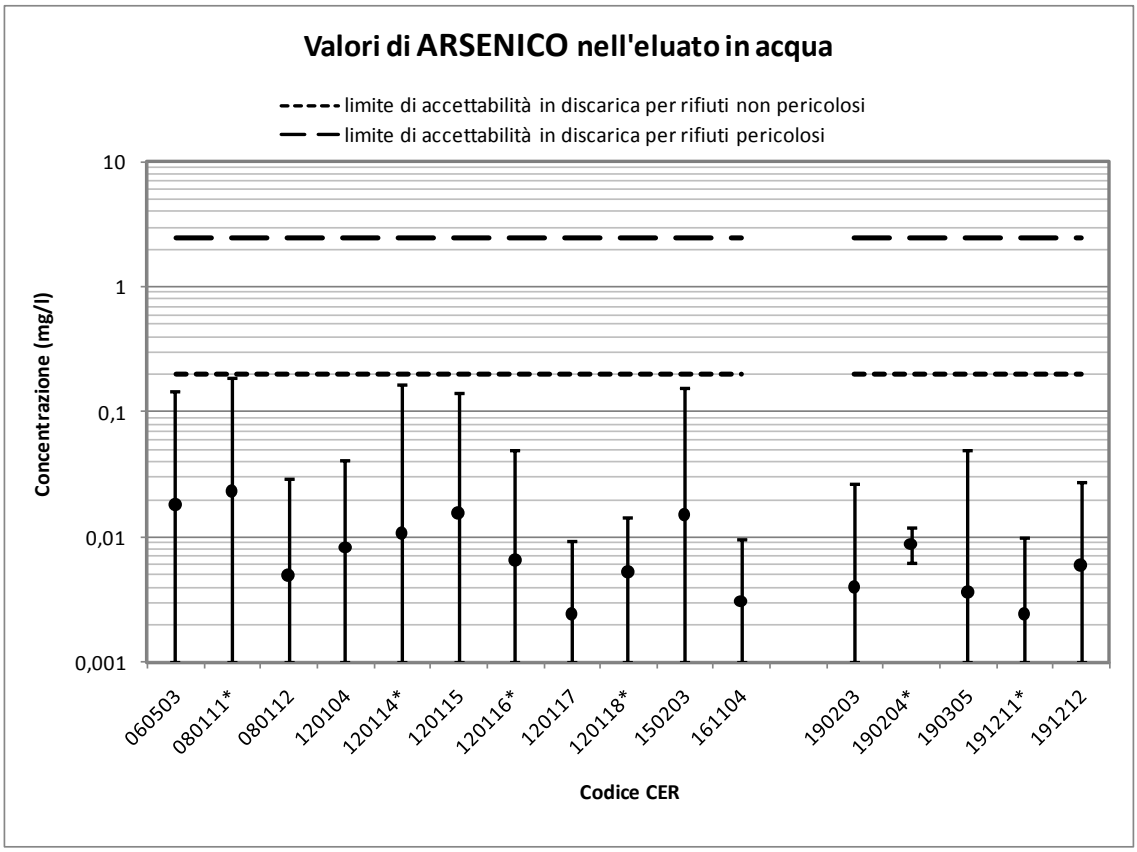


GRAFICO 4.7 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ANTIMONIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.4. Bario

Il bario non è stato considerato nelle analisi sul rifiuto solido tal quale in quanto non ci sono i limiti su questo parametro affinché un rifiuto sia considerato speciale e/o tossico nocivo o pericoloso.

L'introduzione del nuovo decreto non ha modificato i limiti riguardanti il bario.
Per quanto riguarda i rifiuti in ingresso, dai grafici si nota come sia le analisi pre decreto sia quelle successive presentino gran parte dei valori medi compresi tra 0,02 e 1 mg/l, ampiamente al di sotto dei limiti; In un solo caso, per il rifiuto 080111*, il valore medio è leggermente maggiore (2,76 mg/l), con una singola misurazione (su 11 campioni) che eccede la soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi. Escludendo un numero minoritario di tipologie di rifiuto, nelle altre la concentrazione di bario si mostra abbastanza costante.
Valutando i valori relativi alle uscite si nota come nelle analisi precedenti al D.M. 2010 i valori medi siano costanti e poco superiori a 0,1 mg/l mentre quelle più recenti si presentano un po' più elevati e dispersi, ma comunque decisamente sotto i limiti.

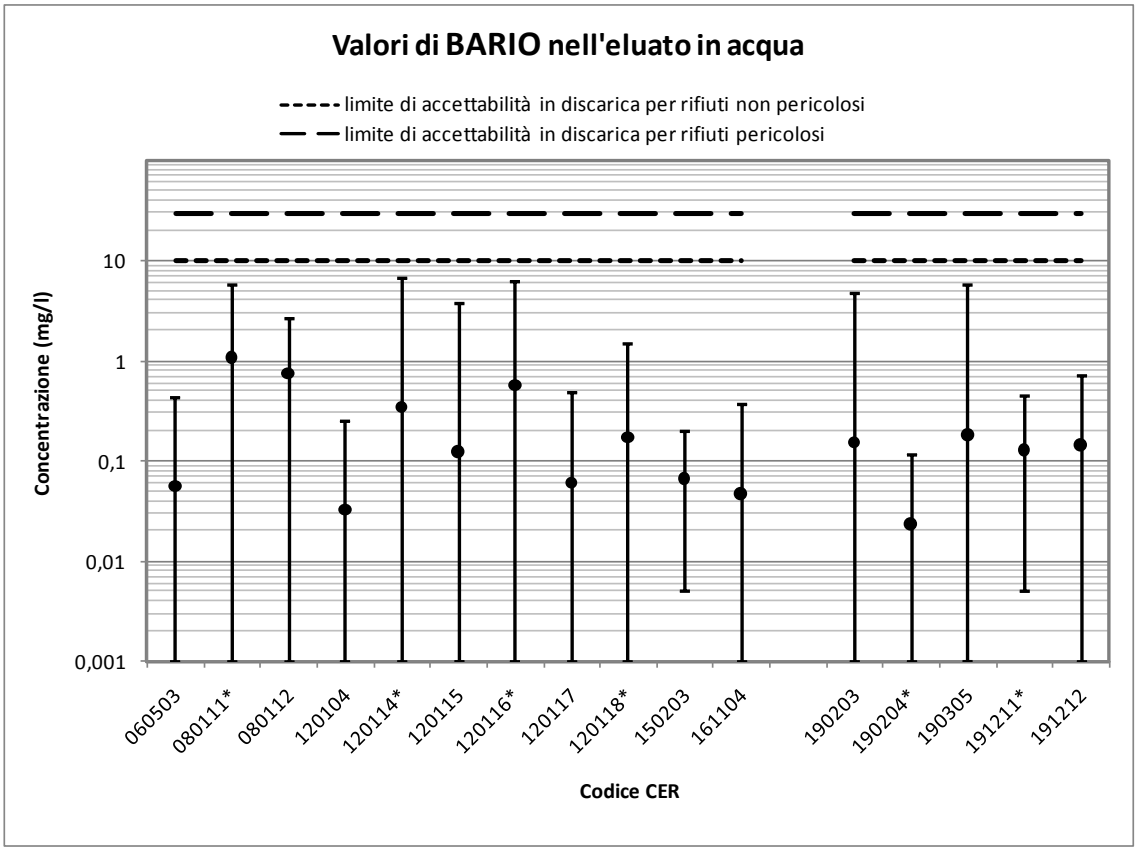


GRAFICO 4.8 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI BARIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

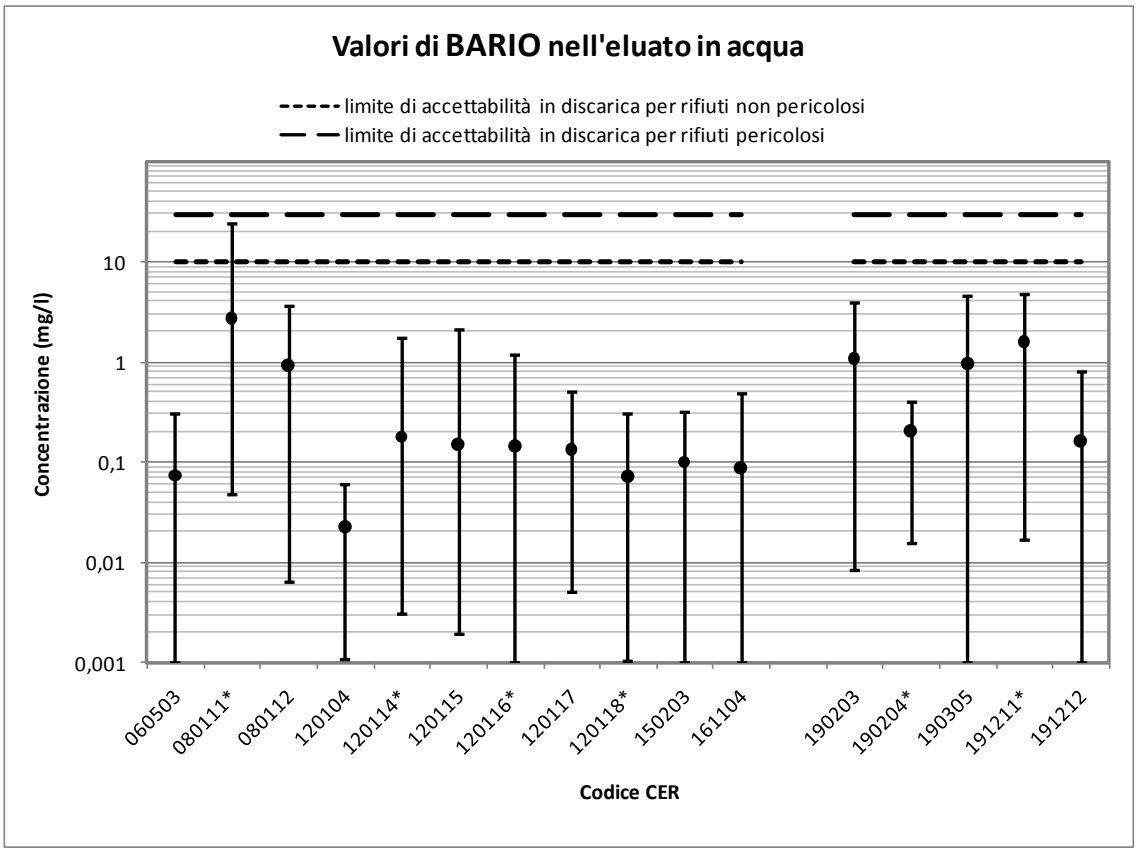


GRAFICO 4.9 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI BARIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.5. Cadmio

Sul tal quale, il cadmio è valutato solamente in relazione alla caratterizzazione del rifiuto come speciale e/o tossico nocivo in quanto non è previsto il limite relativo alla pericolosità.
I valori medi si attestano su valori inferiori ai 10 mg/l e sono molto costanti sia per quanto riguardano l'entrate che le uscite; l'unica eccezione è rappresentata dal rifiuto 120116* per cui la media (154 mg/l) eccede il limite ed il valore massimo risulta essere maggiore di tale limite di quasi 2 ordini di grandezza.
Superamenti di singoli valori si hanno, oltre che per il rifiuto appena citato (2 campioni su 64), anche sui rifiuti 120114* (1 su 45) e 120117 (2 su 95), per quanto concerne i rifiuti in ingresso, e sul rifiuto 191211* (1 su 68), come uscita.

Le analisi sull'eluato in acqua saranno prese in esame distintamente tra quelle pre e post decreto in quanto i limiti di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi e pericolosi sono stati modificati rispettivamente da 0,02 a 0,1 e da 0,2 a 0,5.

Nelle analisi pre decreto il valore medio di cadmio presente risulta molto variabile ma comunque mediamente inferiore al limite; l'unico caso in cui la media eccede il primo limite si ha per il rifiuto in uscita avente codice CER 191211* (concentrazione media pari a 0,038 mg/l).

Singoli superamenti del limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi sono stati rilevati per le seguenti tipologie:

- rifiuti in ingresso
  - n. 1 campione su 43 del rifiuto 060503
  - n. 1 campione su 17 del rifiuto 120104
  - n. 5 campioni su 63 del rifiuto 120114*
  - n. 1 campione su 24 del rifiuto 120116*
  - n. 1 campione su 36 del rifiuto 120117
- rifiuti in uscita
  - n. 1 campione su 205 del rifiuto 190305
  - n. 2 campioni su 9 del rifiuto 191211*

Quello per l'accettabilità in discariche per i rifiuti pericolosi su:

- rifiuti in ingresso
  - n. 1 campione su 63 del rifiuto 120114*
- rifiuti in uscita
  - n. 1 campione su 9 del rifiuto 191211*

Le analisi post decreto hanno invece evidenziato valori medi inferiori a 0,01 mg/l, quindi rientranti nei limiti anche con la vecchia normativa, e decisamente fluttuanti.
Riguardo i rifiuti in ingresso, analogamente a quanto mostrato dalle analisi sul tal quale, il rifiuto 120116* ha media maggiore rispetto ad entrambi i limiti con valore massimo pari a più di 30 volte il limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi. In aggiunta a questo caso isolato non si registra nessun superamento sul singolo campione.
È importante notare come le concentrazioni medie dei rifiuti in uscita risultino stabilmente ben due ordini di grandezza inferiori al primo limite previsto dalla normativa.

Tenendo conto dei nuovi limiti, la maggior parte dei campioni non ammissibili nelle analisi pre decreto non eccederebbe i limiti ma il cadmio sarebbero un problema per lo smaltimento solo alcuni campioni del rifiuto in entrata 120114*.

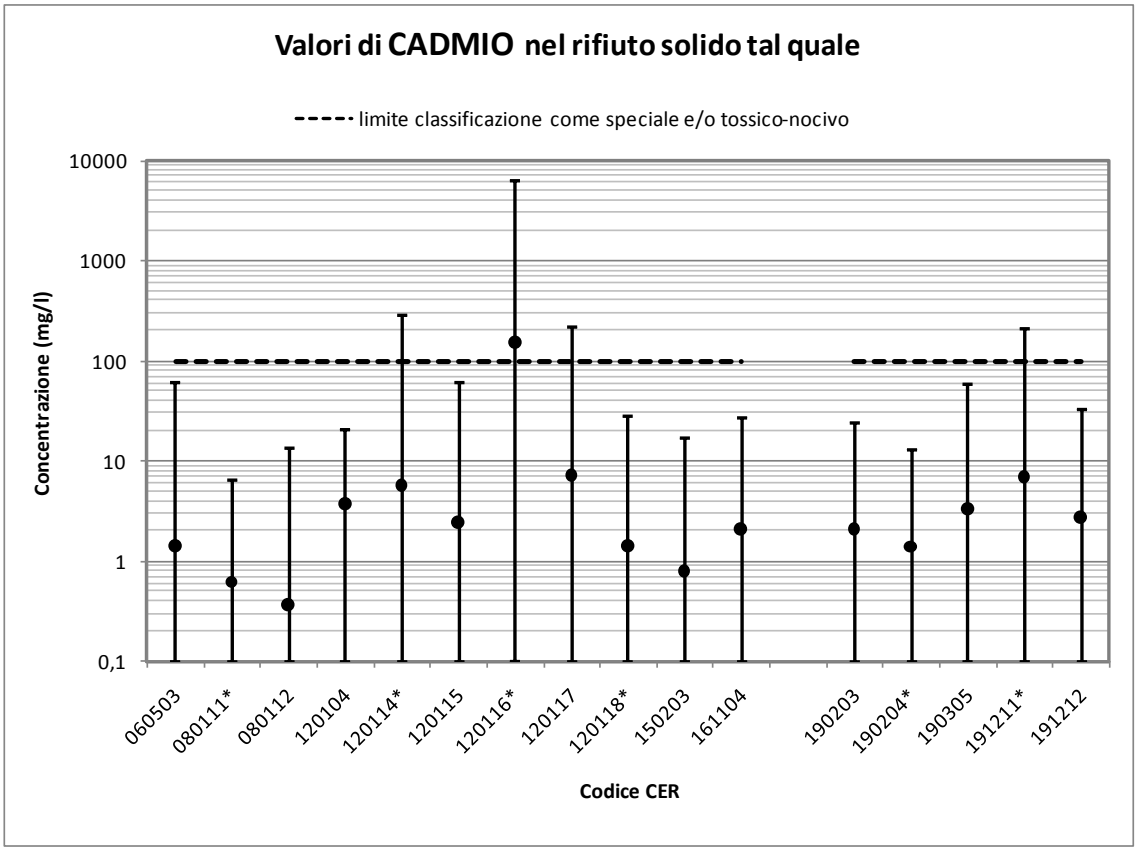


GRAFICO 4.10 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CADMIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORE LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO

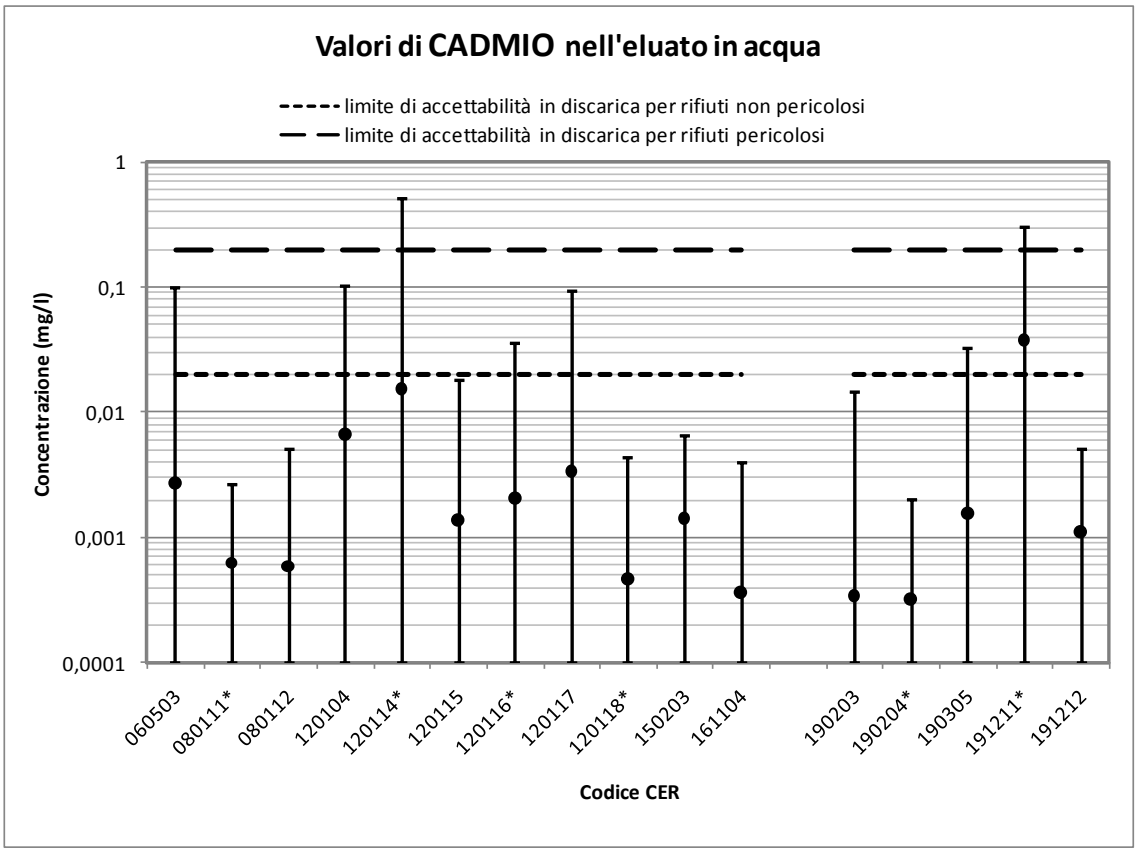


GRAFICO 4.11 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CADMIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

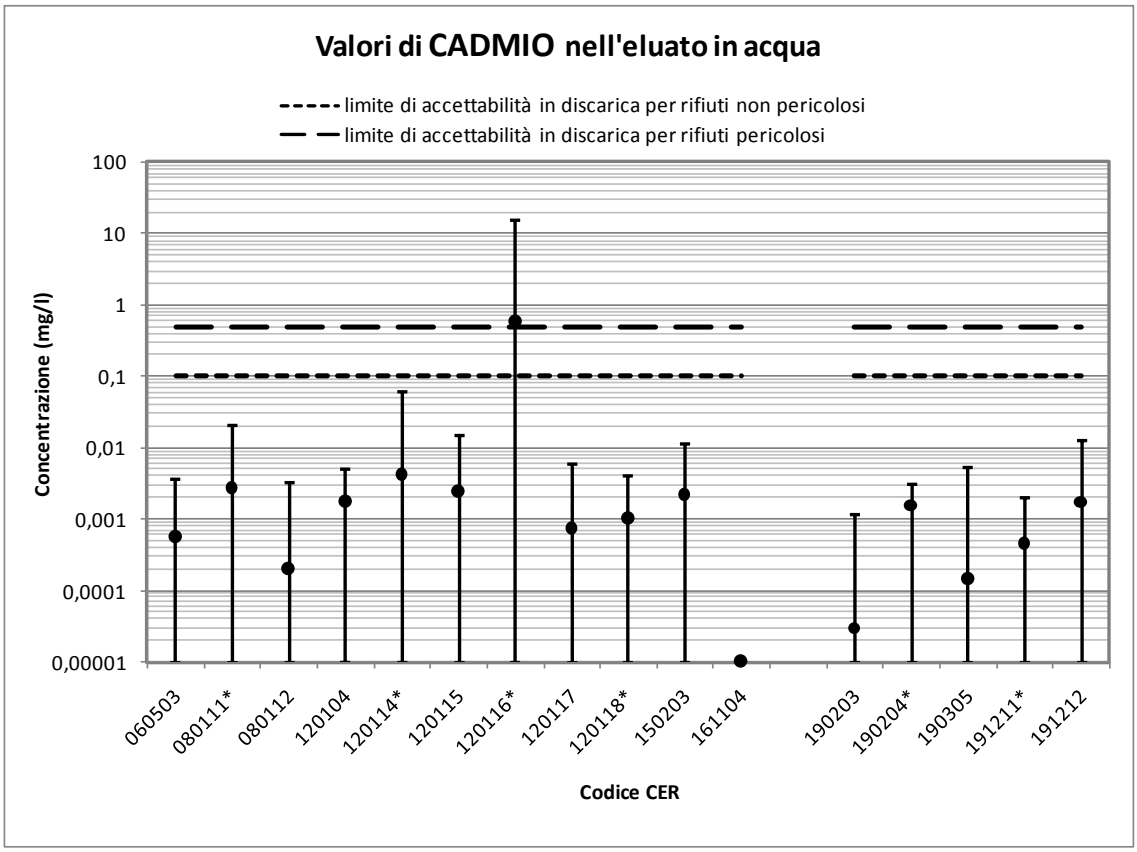


GRAFICO 4.12 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CADMIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.6. Cobalto

La D.C.I. del 27 luglio 1984 non prevede limiti sul cobalto, ma questo è preso in esame solo dal D.Lgs. 152/2006 per la caratterizzazione come rifiuto pericoloso.
Considerando i rifiuti in ingresso, le concentrazioni medie risultano abbastanza variabili; una serie di valori si registrano mediamente attorno ai 10 mg/l; in ogni caso, tutti i valori sono abbondantemente al di sotto dei limiti.
I valori relativi ai rifiuti in uscita presentano una variabilità molto maggiore, variando da zero sino a concentrazioni di circa 300 mg/l. Anche l'ampiezza entro cui fluttuano i valori relativi ad una singola tipologia di rifiuto è molto ampia, non potendo definire un valore medio comune e che raggiunge i 5 ordini di grandezza per il rifiuto 191211*; quest'ultimo è anche l'unico che presenta una singola analisi eccedente il limite, con valore pari a 10380 mg/l rispetto ai 1000 mg/l previsti dalla normativa.

Non sono previsti limiti sull'eluato per questo parametro.

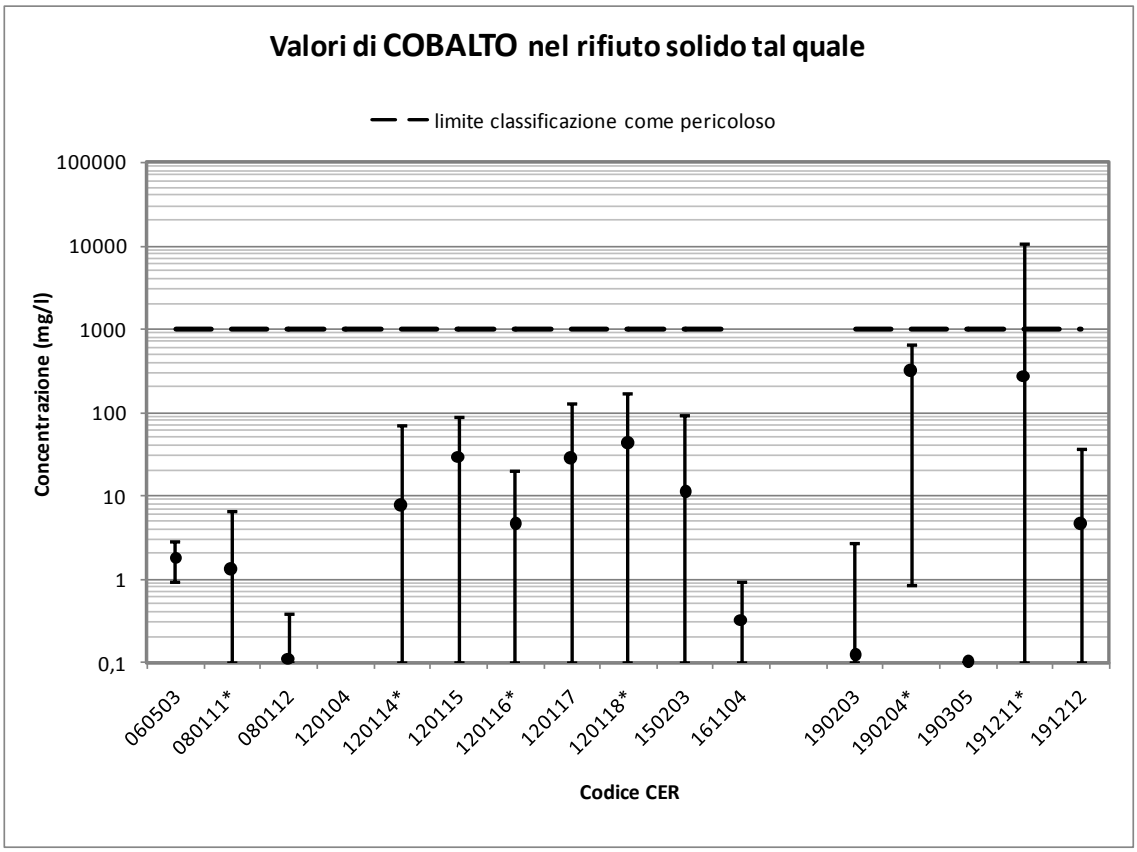


GRAFICO 4.13 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI COBALTO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO

4.2.3.7. Cromo

Il parametro previsto sul tal quale è il cromo esavalente. I relativi valori medi risultano molto variabili ma comunque sempre abbondantemente sotto ad entrambi i limiti. Si registrano solo 2 singoli superamenti (su 64 campioni) del limite che determina la connotazione del rifiuto come speciale e/o tossico-nocivo sul rifiuto 120116*, con valore massimo (110 mg/l) appena superiore al limite. Da registrasi anche la buonissima stabilità dei valori relativi ai rifiuti in uscita dall'impianto, costantemente al di sotto del limite per più di 2 ordini di grandezza.

Per le analisi sul tal quale, non sono previsti limiti riferiti al cromo totale. I valori medi fluttuano comunque abbastanza notevolmente attorno ad una concentrazione media di 1000 mg/l; i rifiuti in uscita sono decisamente costanti, quelli in entrata mostrano una variabilità maggiore. Nella maggior parte delle tipologie, inoltre, l'intervallo dei singoli valori copre ben 5 ordini di grandezza.

Le analisi sull'eluato prevedono invece come parametro limitante proprio il cromo totale, con identico valore sia prima che dopo l'entrata in vigore del nuovo decreto.
Considerando quindi la totalità delle analisi, si evidenzia come ci sia una grande dispersione dei valori medi, soprattutto riguardo ai rifiuti in ingresso, nella maggior parte dei casi inferiori comunque ad entrambi i limiti; per le analisi post decreto, si rilevano valori medi superiori al limite di pericolosità per i rifiuti 120115 e 060503. I valori in uscita sono generalmente attorno a 0,1 mg/l. Esaminando interamente i dati, si rilevano valori oltre il limite di accettabilità in discarica per rifiuto non pericolosi sui seguenti rifiuti:

- in ingresso
  - 060503 (1 campione su 19 nelle analisi post decreto)
  - 080111* (1 campione su 15 nelle analisi pre decreto)
  - 080112 (1 campione su 47 nelle analisi post decreto)
  - 120114* (9 campioni su 62 nelle analisi pre decreto, 7 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (3 campioni su 110 nelle analisi pre decreto, 2 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (2 campioni su 24 nelle analisi pre decreto, 1 su 26 in quelle successive)
  - 120117 (1 campione su 36 nelle analisi pre decreto)
  - 150203 (1 campione su 14 nelle analisi pre decreto)
  - 160104 (1 campione su 25 nelle analisi pre decreto)
- in uscita
  - 190203 (1 campione su 20 nelle analisi post decreto)
  - 190204* (1 campione su 6 nelle analisi post decreto)
  - 190305 (1 campione su 205 nelle analisi pre decreto)

Il limite riferito alle discariche per quelli pericolosi è invece superato solo da alcune tipologie di rifiuto in ingresso, come specificato a seguire:

- 060503 (1 campione su 19 nelle analisi post decreto)
- 120114* (3 campioni su 62 nelle analisi pre decreto)
- 120115 (1 campione su 110 nelle analisi pre decreto, 2 su 32 in quelle successive)
- 120116* (1 su 26 nelle analisi post decreto)
- 150203 (1 campione su 14 nelle analisi pre decreto)

Da quanto riassunto si può dedurre come il cromo sia un parametro critico per i rifiuti appartenenti alla categoria 12 della classificazione CER, cioè quelli derivanti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastica.

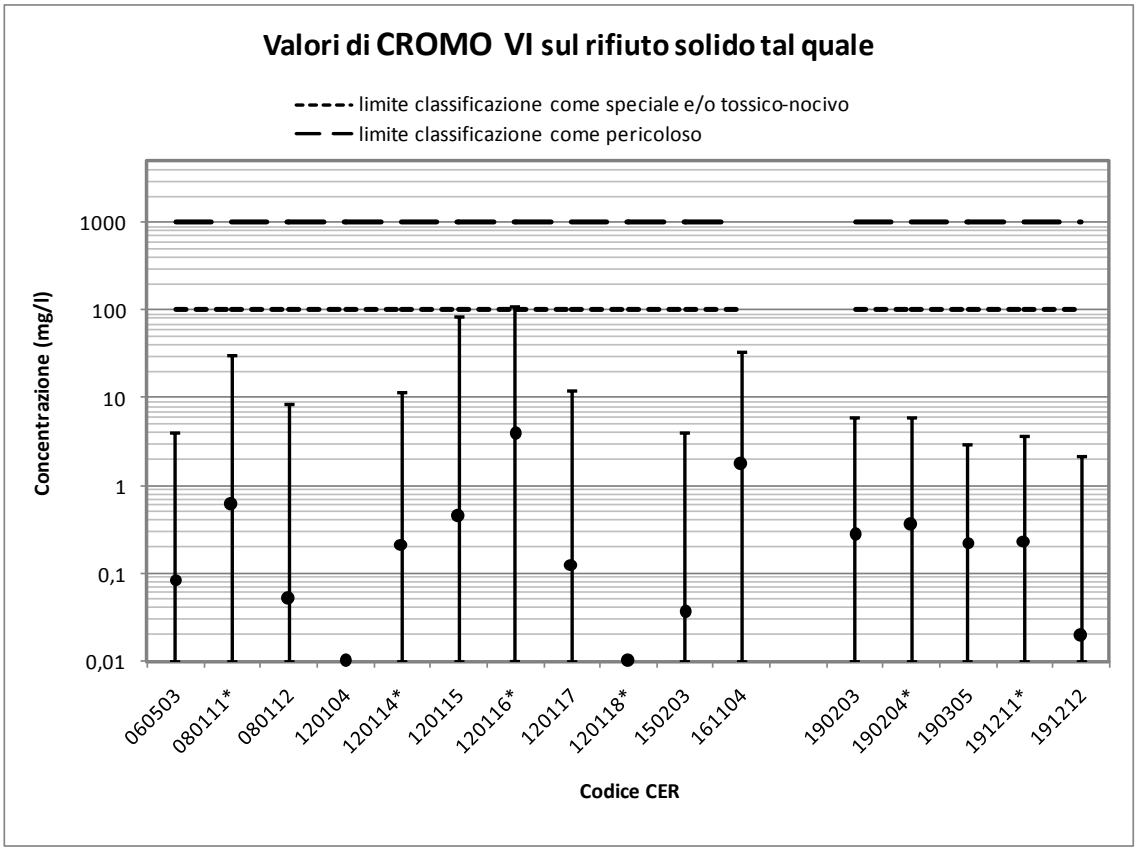


GRAFICO 4.14 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO VI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

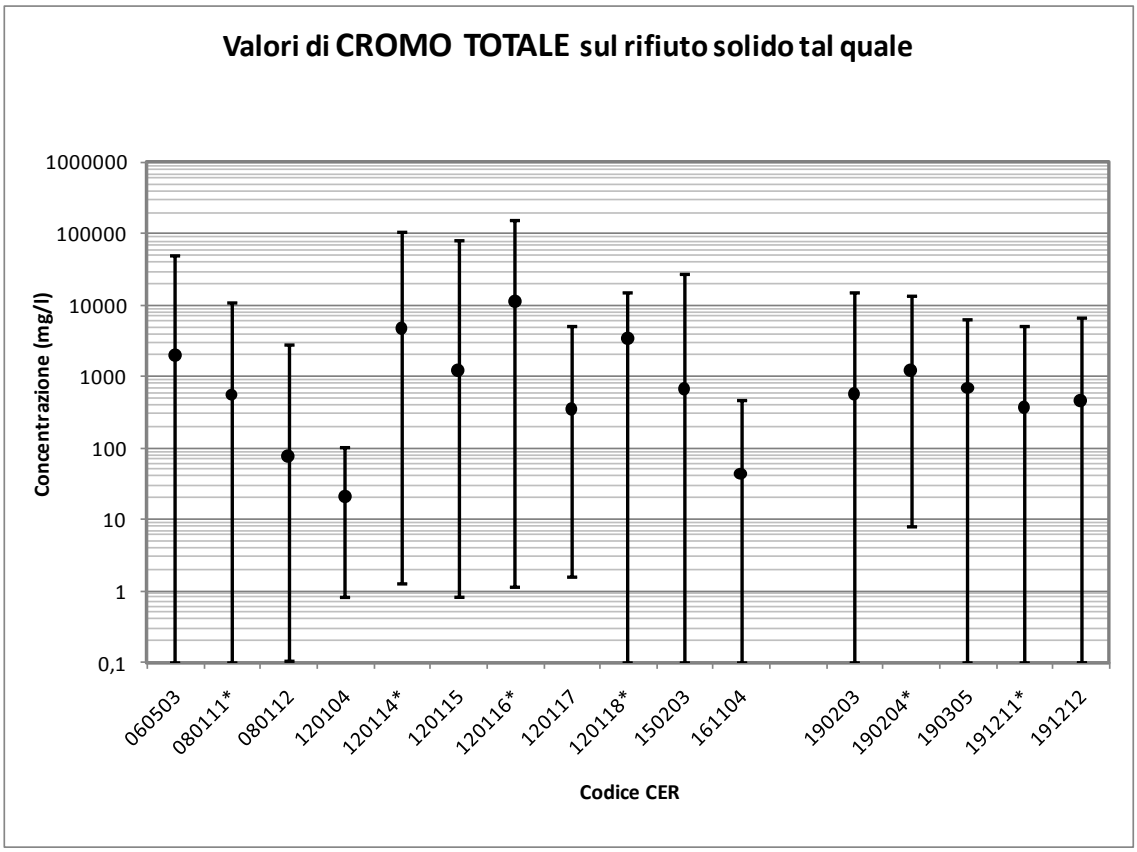


GRAFICO 4.15 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO TOTALE NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE

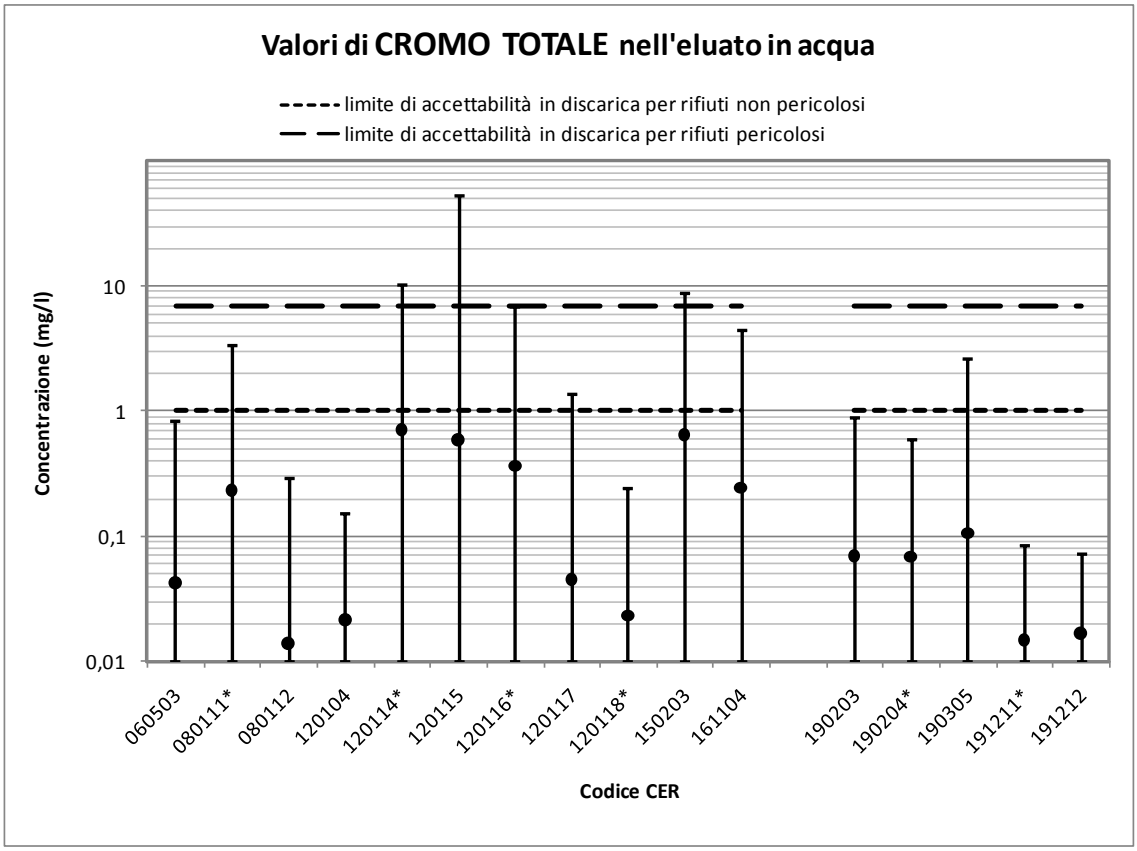


GRAFICO 4.16 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO TOTALE NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

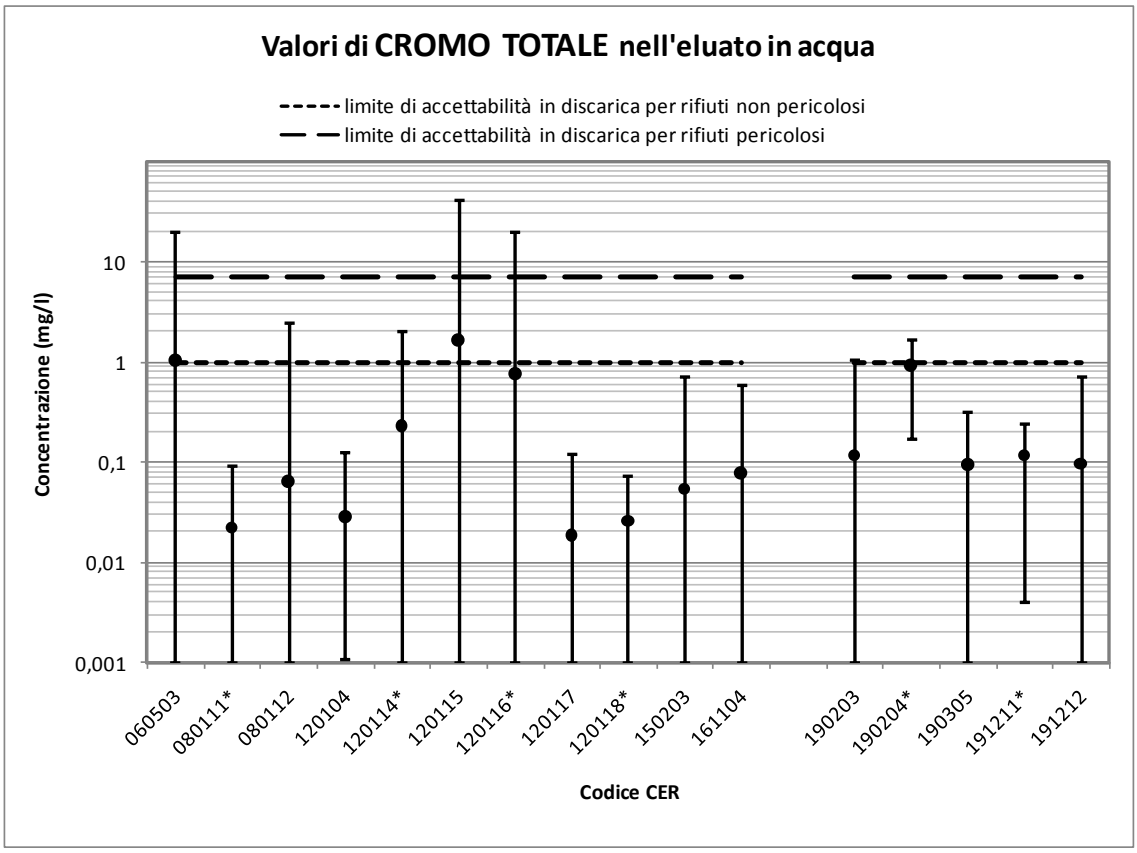


GRAFICO 4.17 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CROMO TOTALE NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.8. Mercurio

In base alle analisi sul rifiuto solido tal quale, i valori medi sul tal quale risultano abbastanza costanti, in particolare compresi tra le concentrazioni di 0,03 mg/l e 1,1 mg/l; non si rilevano criticità sui rifiuti in ingresso, mentre tra le uscite il rifiuto 191211* presenta un valore medio decisamente più elevato degli altri, pari a quasi 9 mg/l che corrisponde anche all'unico superamento del singolo campione rispetto al limite previsto dalla D.C.I. del 1984.

Passando alle analisi sull'eluato in acqua, con l'introduzione del decreto del 2010, i limiti riguardanti il mercurio sono stati variati rispettivamente da 0,005 mg/l a 0,02 mg/l e da 0,05 mg/l a 0,20 mg/l, quindi amplificati di quattro volte.
Nelle analisi pre decreto, i valori medi si attestano nella fascia tra 0,001 mg/l e 0,01 mg/l, ben al di sotto dei limiti. Alcuni singoli superamenti sul limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi si riscontrano per i rifiuti in ingresso aventi codice CER 120115 e 120118* e per quello in uscita stabilizzato, codice CER 190305.
Le analisi post decreto mostrano un valore medio pressoché costante nella maggior parte delle tipologie di rifiuto; questo è mediamente di un ordine di grandezza maggiore rispetto ai valori medi riscontrati in precedenza. L'unica tipologia fuori dalla norma è il rifiuto derivante dal trattamento meccanico, CER 191211*, analogamente a quanto accade per le analisi sul tal quale; il valore medio (0,046 mg/l) eccede il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi ed il singolo valore massimo (0,30 mg/l) supera entrambi i limiti.

Considerando i nuovi limiti, tutti i valori delle analisi pre decreto sarebbero risultati al di sotto di entrambi. Viceversa, valutando le analisi più recenti con i vecchi limiti, la maggior parte delle categorie avrebbe un valore medio leggermente minore del limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi ma un range di valori che eccederebbe tale limite.

Questo parametro è caratterizzato dal fatto che le concentrazioni medie, sia inerenti le analisi sul rifiuto tal quale sia quelle sull'eluato, presentano una notevole costanza per quasi tutte le tipologie di rifiuto, indipendentemente che siano ingressi od uscite.

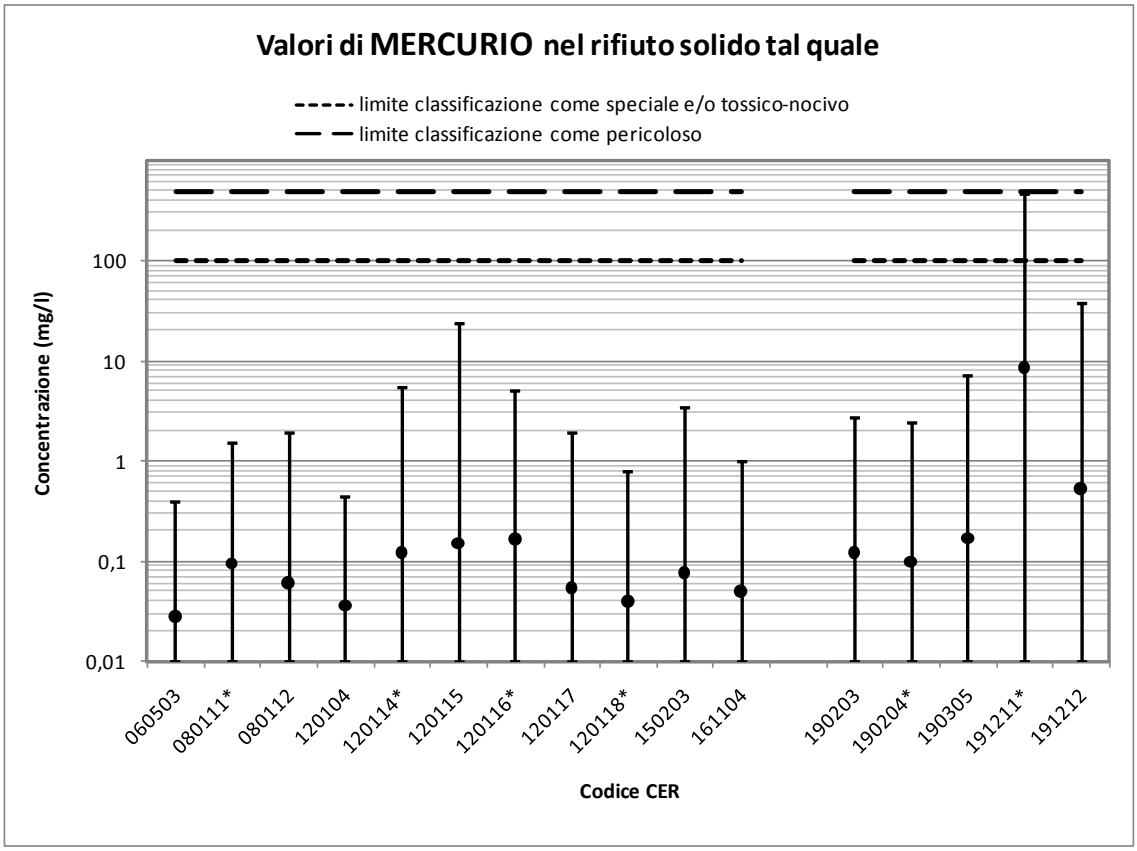


GRAFICO 4.18 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MERCURIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

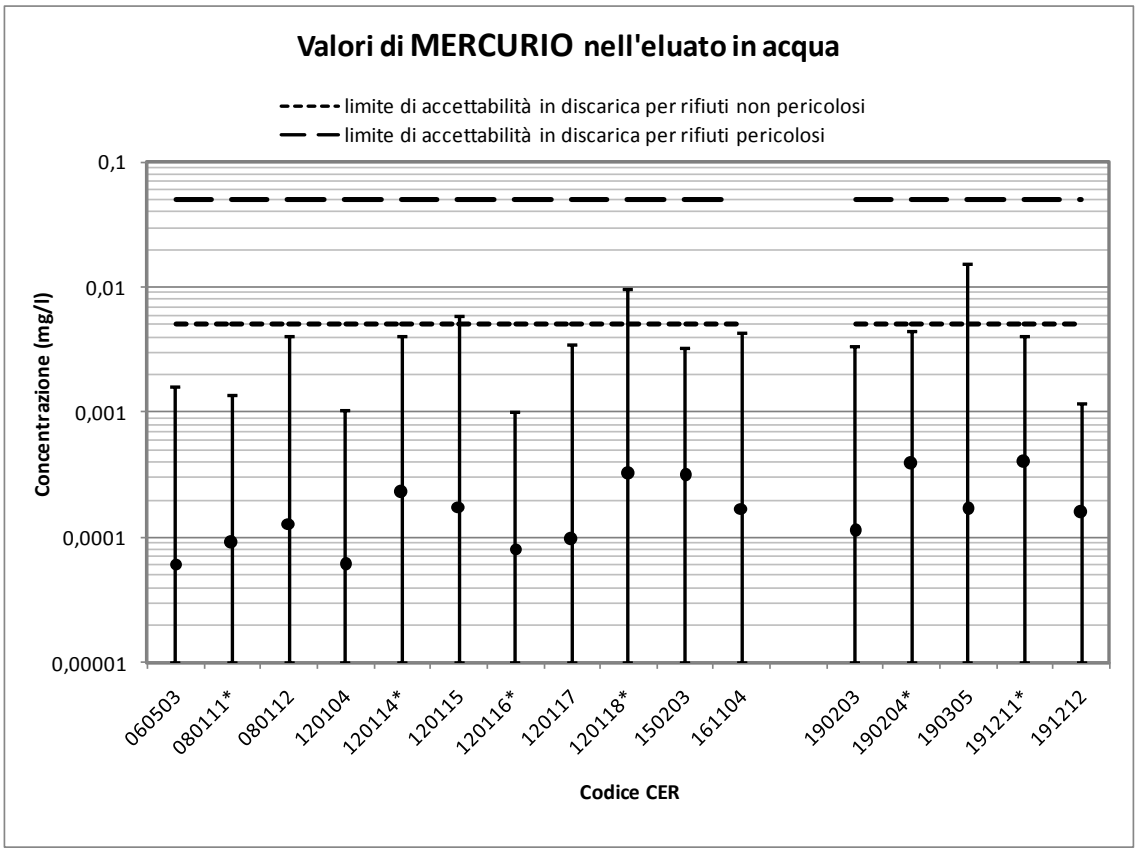


GRAFICO 4.19 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MERCURIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

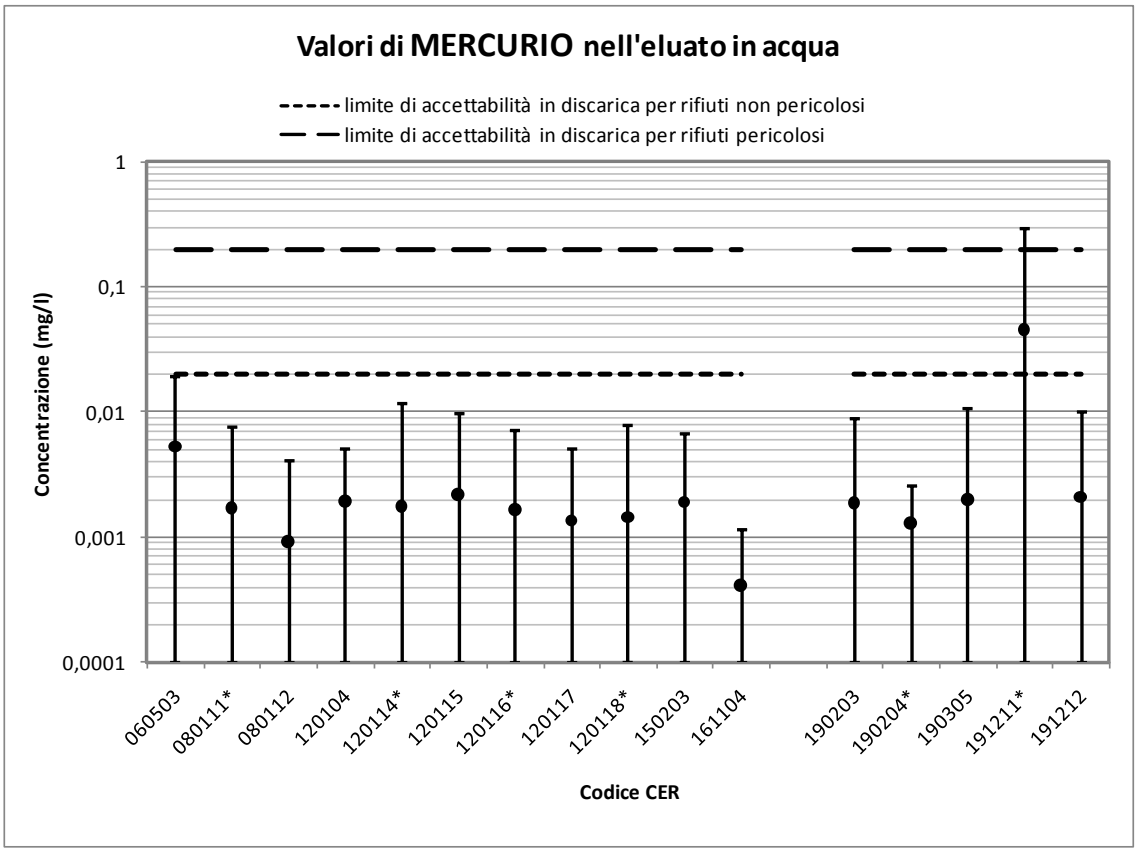


GRAFICO 4.20 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MERCURIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.9. Molibdeno

Riguardo al molibdeno presente nel rifiuto solido tal quale, non è stato fatto un numero di analisi tale da permettere l'elaborazione statistica in quanto non ci sono i limiti su questo parametro affinché un rifiuto sia considerato speciale e/o tossico nocivo o pericoloso.

Sull'eluato, l'introduzione del nuovo decreto non ha modificato i limiti riguardanti il molibdeno, pari rispettivamente a 1 mg/l e 3 mg/l.

La distribuzione dei valori associati ai rifiuti in ingresso ed in uscita è similare; sia per le analisi effettuate prima del decreto del 2010 sia per quelle successive la variabilità del valore medio è molto elevata; generalmente questo è compreso tra 0,01 mg/l e 1 mg/l anche se per alcune tipologie si raggiungono valori di qualche unità; in particolare, le analisi post decreto mostrano che il valore medio dei rifiuti in ingresso 120116* e 120118* eccede il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi mentre quello del rifiuto in uscita 190204*, pari a 3,6 mg/l, supera addirittura entrambi i limiti; quest'ultimo dato non risulta comunque altamente significativo in quanto deriva dalla media di due soli valori.

Singoli valori oltre il limite di accettabilità in discarica per rifiuto non pericolosi si registrano sui seguenti rifiuti:

- in ingresso:
  - 060503 (2 campione su 43 nelle analisi pre decreto, 1 su 19 in quelle successive)
  - 080111* (1 campione su 15 nelle analisi pre decreto)
  - 120114* (3 campioni su 62 nelle analisi pre decreto, 1 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (2 campioni su 110 nelle analisi pre decreto, 2 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (1 campione su 24 nelle analisi pre decreto, 3 su 26 in quelle successive)
  - 120118* (3 campioni su 33 nelle analisi pre decreto, 1 su 18 in quelle successive)
- in uscita:
  - 190203 (1 campione su 102 nelle analisi pre decreto, 1 su 40 in quelle successive)
  - 190204* (2 campioni su 14 nelle analisi pre decreto, 1 su 2 in quelle successive)
  - 190305 (46 campioni su 205 nelle analisi pre decreto)
  - 191211* (1 campione su 9 nelle analisi pre decreto)

Il limite riferito alle discariche per quelli pericolosi è indice superato dai rifiuti:

- in ingresso:
  - 060503 (1 campione su 43 nelle analisi pre decreto)
  - 120114* (1 campione su 62 nelle analisi pre decreto, 1 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (1 campione su 110 nelle analisi pre decreto)
  - 120116* (1 campione su 24 nelle analisi pre decreto, 1 su 26 in quelle successive)
  - 120118* (3 campioni su 33 nelle analisi pre decreto, 1 su 18 in quelle successive)
- in uscita:
  - 190204* (1 campione su 2 nelle analisi post decreto)
  - 190305 (7 campioni su 205 nelle analisi pre decreto)

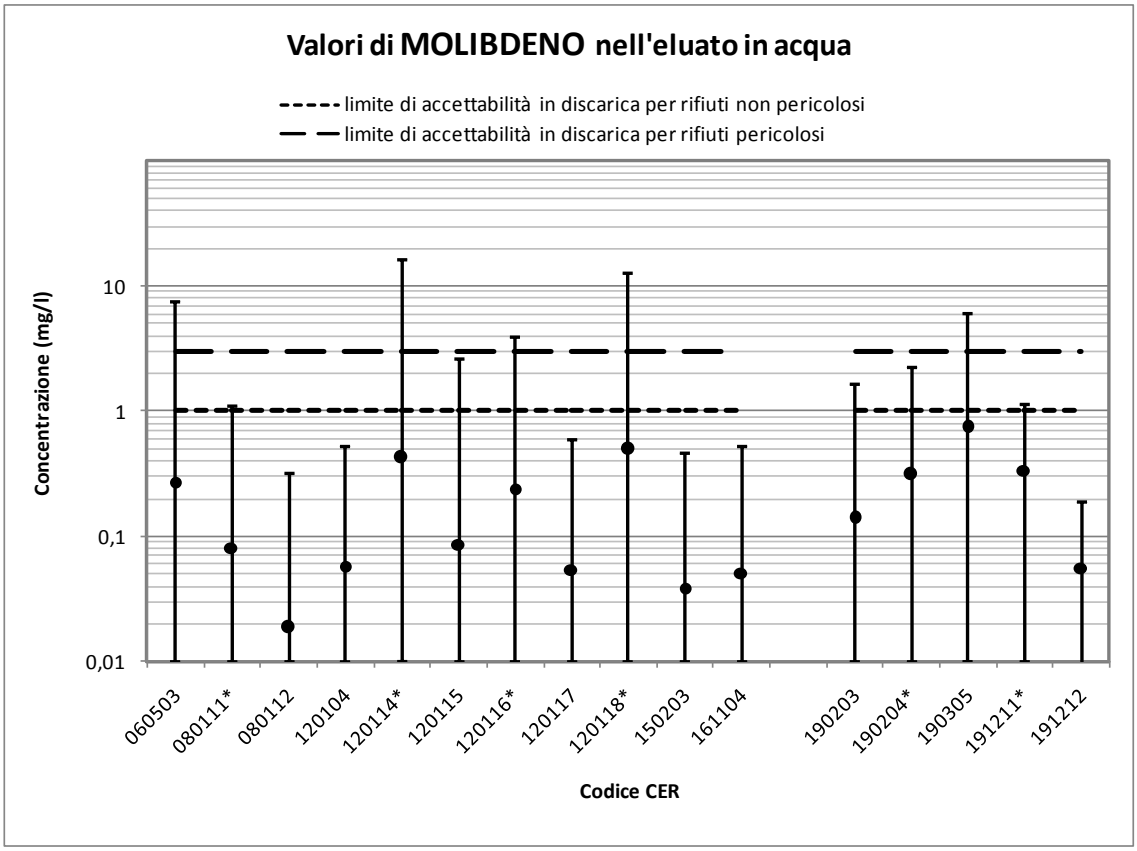


GRAFICO 4.21 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MOLIBDENO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

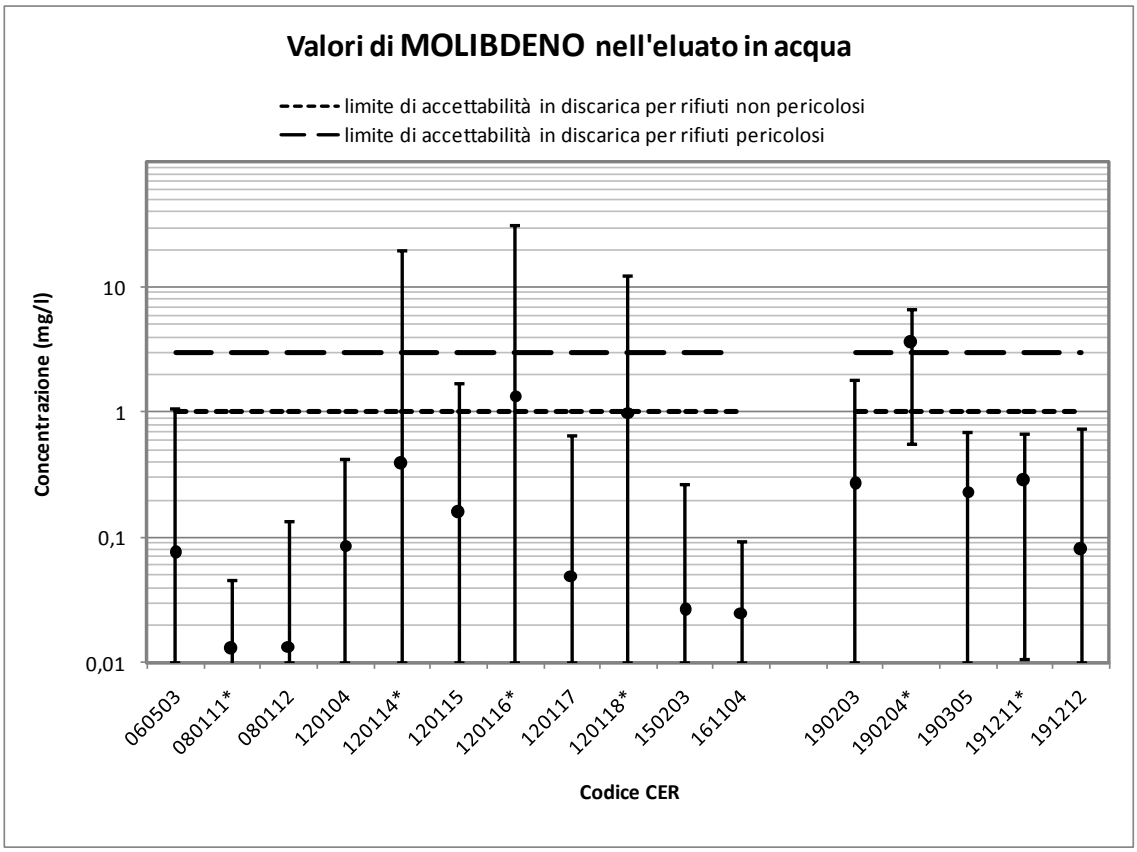


GRAFICO 4.22 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI MOLIBDENO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.10. Nichel

Sul tal quale, è previsto il limite sul nichel solamente in relazione alla caratterizzazione del rifiuto come pericoloso.
Si può notare come i valori medi, simili sia per i rifiuti in entrata sia per quelli in uscita, si attestino principalmente attorno a due concentrazioni; un primo gruppo di rifiuti ha valore medio compreso in una fascia tra gli 80 mg/l ed i 250 mg/l, al di sotto quindi del limite, mentre un secondo gruppo, meno numeroso, ha concentrazione media pari a 2500-3000 mg/l, perciò eccedente rispetto al limite.
Sebbene le concentrazioni medie risultino abbastanza costanti considerando i due suddetti gruppi distintamente, la variabilità dei singoli valori per ogni tipologia di rifiuto è molto elevata, coprendo dai tre ai cinque ordini di grandezza.
Tra i rifiuti con media superiore al limite, si hanno in particolare 64 superamenti su 174 per il rifiuto 120114*, 23 su 64 per il 120116*, 20 su 71 per il 120118, tra i rifiuti in entrata, e 11 su 32 per il rifiuto in uscita CER 190204*; altri singoli superamenti si hanno per i rifiuti in ingresso 120104 (1 campione su 46) e 120115 (2 su 246), e per quelli in uscita 190203 (1 su 179), 190305 (3 su 122) e 191211* (3 su 68).

Sull'eluato, l'introduzione del nuovo decreto non ha modificato i limiti riguardanti il nichel, pari rispettivamente a 1 mg/l e 4 mg/l.
I valori medi della totalità delle analisi riflettono quanto emerso dalle considerazioni sul rifiuto tal quale anche se la variabilità di tali valori e molto marcata. Il valore medio risulta maggiore rispetto al primo limite solo nel caso di un rifiuto in ingresso, il 120114*, per le analisi pre DM 2010 e per un solo rifiuto in uscita, CER 191212, per quelle successive; il superamento di entrambi i limiti è registrato solo dal rifiuto 120118* in entrata, nella prima serie di analisi.

Il limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi è superato da alcuni campioni appartenenti alle seguenti categorie:

- in entrata:
  - 060503 (2 campioni su 43 nelle analisi pre decreto, 1 su 19 in quelle successive)
  - 120114* (16 campioni su 62 nelle analisi pre decreto, 16 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (1 campione su 110 nelle analisi pre decreto, 1 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (2 campioni su 24 nelle analisi pre decreto)
  - 120117 (1 campione su 37 nelle analisi pre decreto)
  - 120118* (1 campione su 33 nelle analisi pre decreto)
  - 150203 (1 campione su 20 nelle analisi post decreto)
- in uscita:
  - 190203 (1 campione su 40 nelle analisi post decreto)
  - 190204* (1 campione su 14 nelle analisi pre decreto)
  - 190305 (22 campioni su 205 nelle analisi pre decreto)
  - 191211* (1 campione su 9 nelle analisi pre decreto, 1 su 7 in quelle successive)
  - 191212 (4 campioni su 25 nelle analisi post decreto)

In riferimento al limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi si riscontrano invece i seguenti superamenti singoli:

- in entrata:
  - 060503 (1 campione su 43 nelle analisi pre decreto, 1 su 19 in quelle successive)
  - 120114* (5 campioni su 62 nelle analisi pre decreto, 16 su 64 in quelle successive)
  - 120116* (1 campione su 24 nelle analisi pre decreto)
  - 120118* (1 campione su 33 nelle analisi pre decreto)
- in uscita:
  - 190203 (1 campione su 40 nelle analisi post decreto)
  - 190305 (2 campioni su 205 nelle analisi pre decreto)

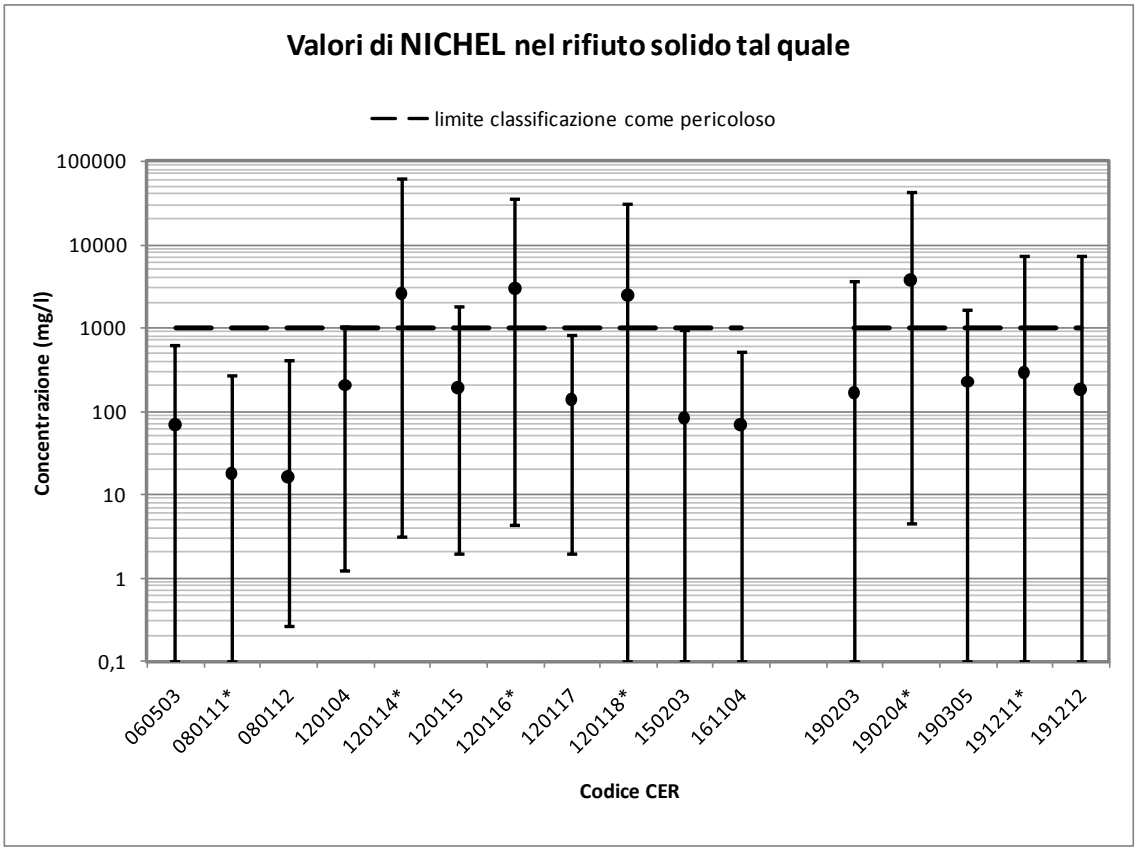


GRAFICO 4.23 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI NICHEL NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO

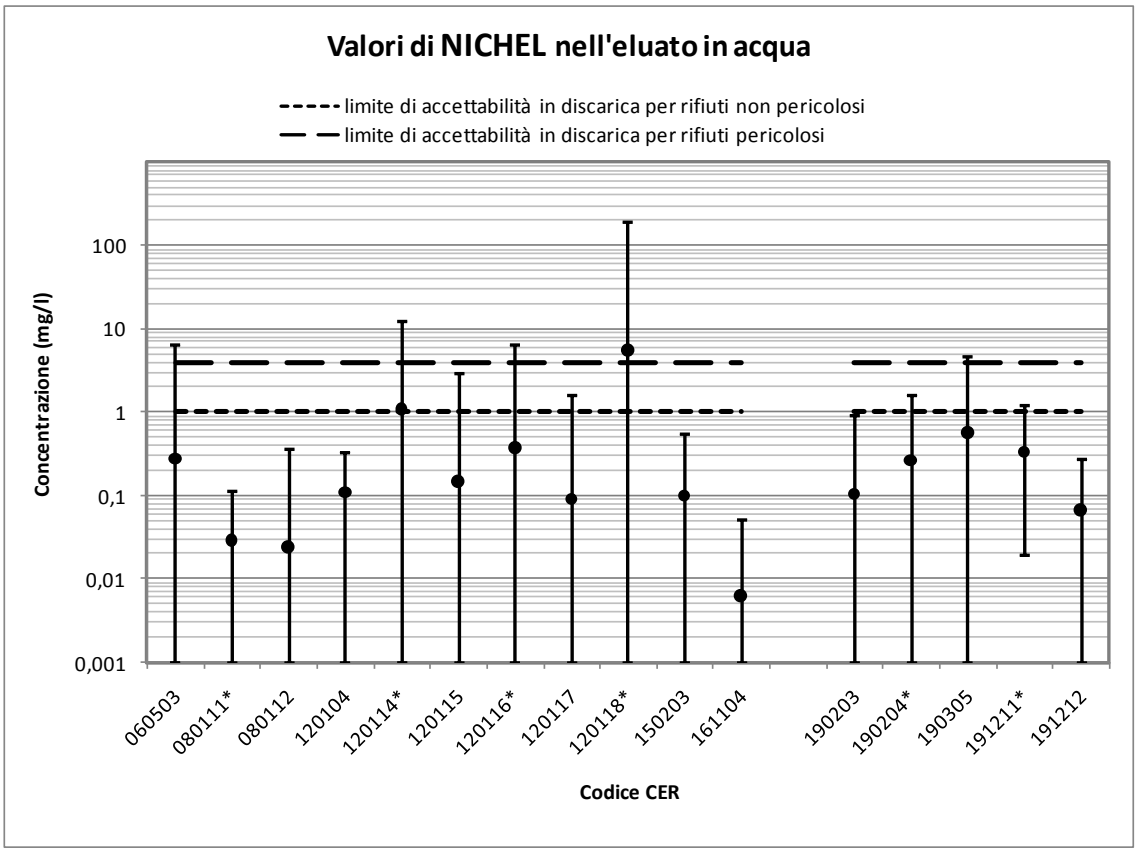


GRAFICO 4.24 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI NICHEL NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

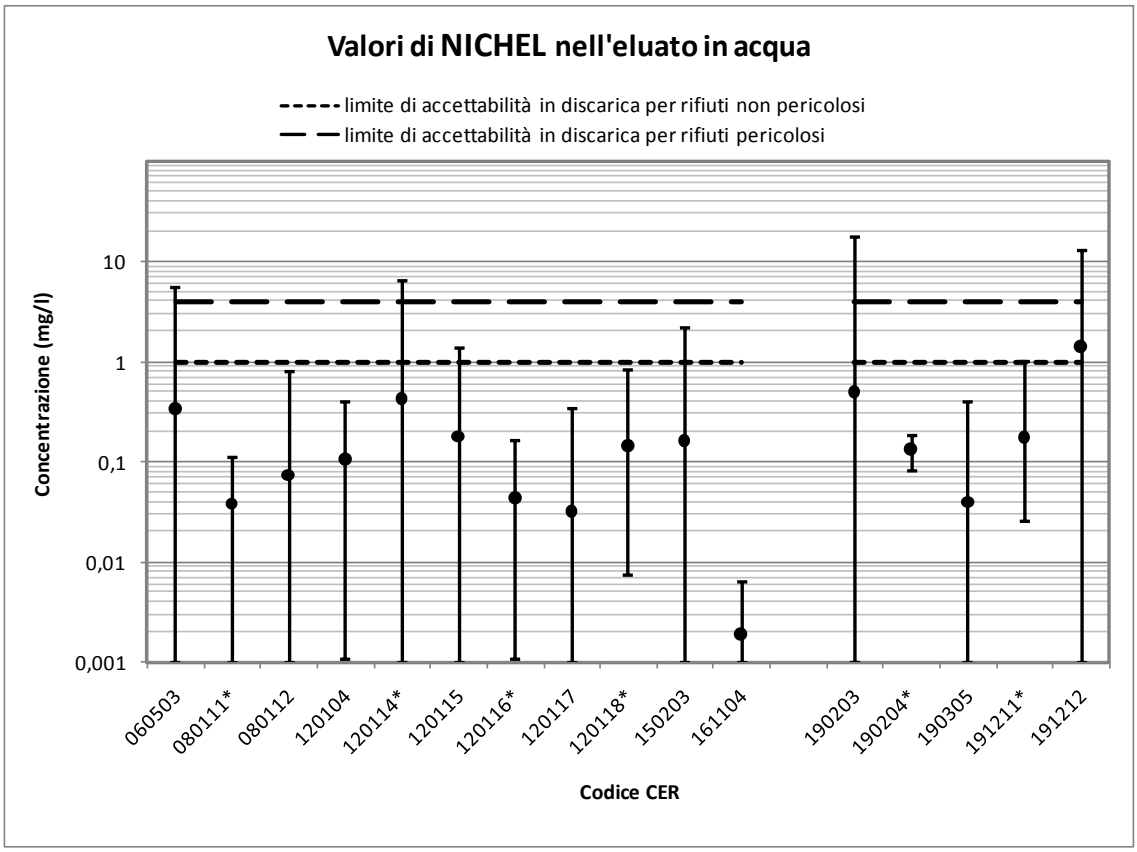


GRAFICO 4.25 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI NICHEL NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.11. Piombo

Il limiti previsti per la classificazione come speciale e/o tossico-nocivo e come pericoloso coincidono essendo in entrambi i casi pari a 5000 mg/l.
I valori medi riscontrati sono abbastanza variabili e compresi tra un minimo di 100 mg/l ed un massimo di 3000 mg/l, con concentrazioni mediamente leggermente inferiori per quanto concerne i rifiuti in uscita; tutti risultano comunque inferiori al limite.
Singoli superamenti si hanno per parecchie tipologie di rifiuto:

- tra i rifiuti in ingresso, 11 superamenti su 74 per il rifiuto 080111*, 1 su 224 per il 080112, 2 su 45 per il 120104, 10 su 174 per il 120114*, 2 su 250 per il 120115 e 5 su 64 per il 120116*;
- tra quelli in uscita, 2 su 36 per il 190204*, 1 su 68 per il 191211* e 1 su 109 per il 191212*.

Anche per il piombo, l'introduzione del nuovo decreto non ha apportato modifiche ai limiti già in vigore, rispettivamente fissati a 1 mg/l e 5 mg/l.
La variabilità dei valori medi delle varie tipologie riflette, sia per le analisi antecedenti che per quelle successive all'emissione del nuovo decreto, quanto emerso dalle considerazioni sul rifiuto tal quale in quanto risulta estremamente elevata; i valori medi delle varie tipologie sono in generale al di sotto dei limiti; solo in tre casi questo risulta maggiore rispetto al limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi: in particolare, ciò avviene per i rifiuti in ingresso 120104 e 150203 nelle analisi pre decreto e per il rifiuto in uscita 191211* nelle più recenti; si può inoltre rilevare come il massimo valore medio sia quello del rifiuto 150203, il quale non determina situazioni critiche nelle analisi sul rifiuto solido tal quale.

Soffermandoci sui singoli campioni, si rileva il superamento del limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi per analisi associate alle seguenti categorie di rifiuto:

- in entrata:
  - 080111* (1 campione su 11 nelle analisi post decreto)
  - 080112 (1 campione su 100 nelle analisi pre decreto)
  - 120104 (4 campioni su 19 nelle analisi pre decreto)
  - 120114* (4 campioni su 64 nelle analisi pre decreto, 5 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (2 campioni su 110 nelle analisi pre decreto, 1 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (1 campione su 26 nelle analisi post decreto)
  - 120117 (1 campione su 36 nelle analisi pre decreto)
  - 150203 (1 campioni su 14 nelle analisi pre decreto)
- in uscita:
  - 191211* (1 campione su 25 nelle analisi post decreto)

In riferimento al limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi si riscontrano invece i seguenti superamenti singoli:

- in entrata:
  - 120104 (4 campioni su 19 nelle analisi pre decreto)
  - 120114* (2 campioni su 64 nelle analisi post decreto)
  - 150203 (1 campioni su 14 nelle analisi pre decreto)
- in uscita:
  - 191211* (1 campione su 25 nelle analisi post decreto)

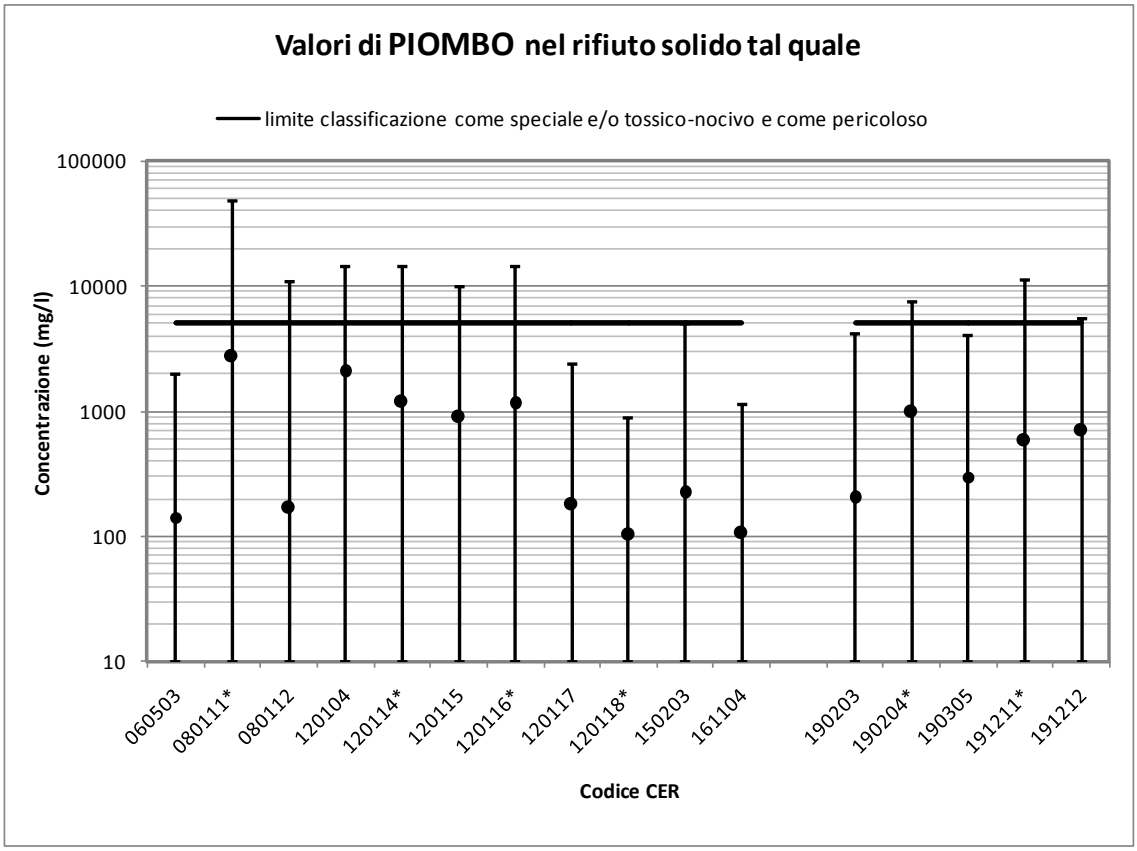


GRAFICO 4.26 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI PIOMBO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

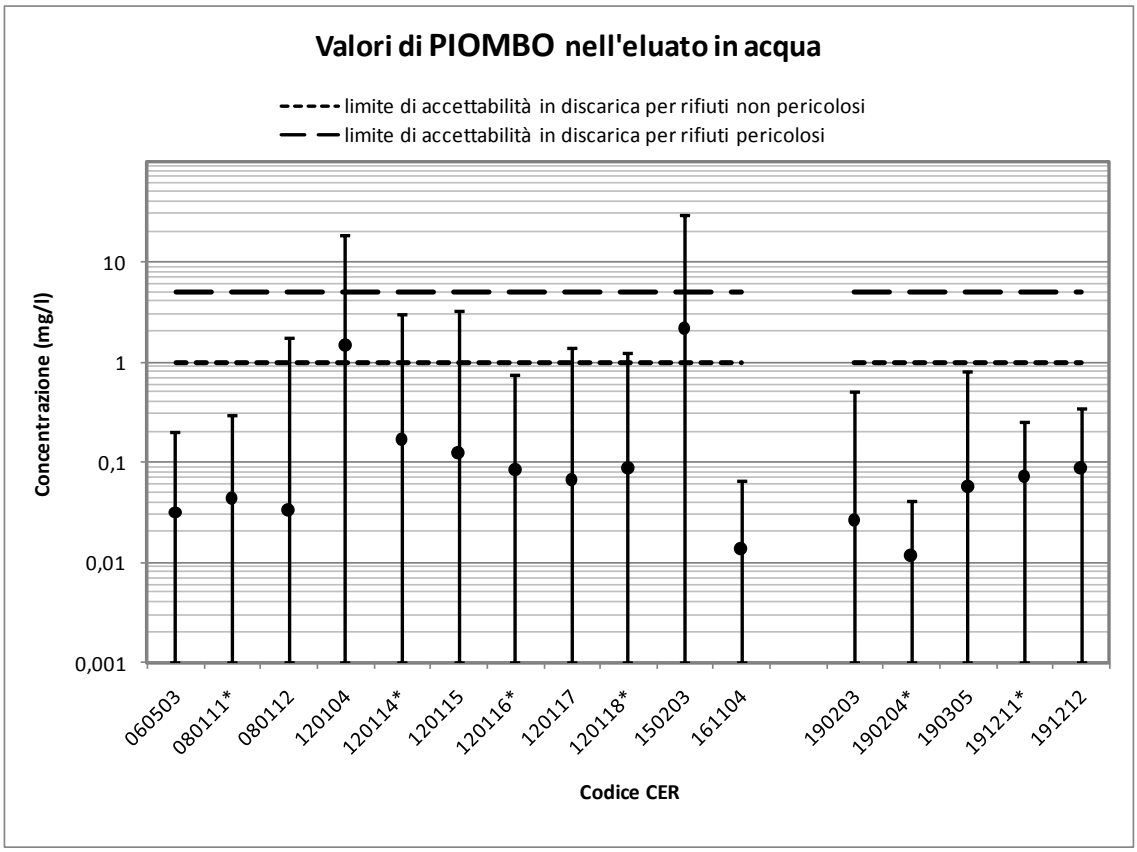


GRAFICO 4.27 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI PIOMBO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

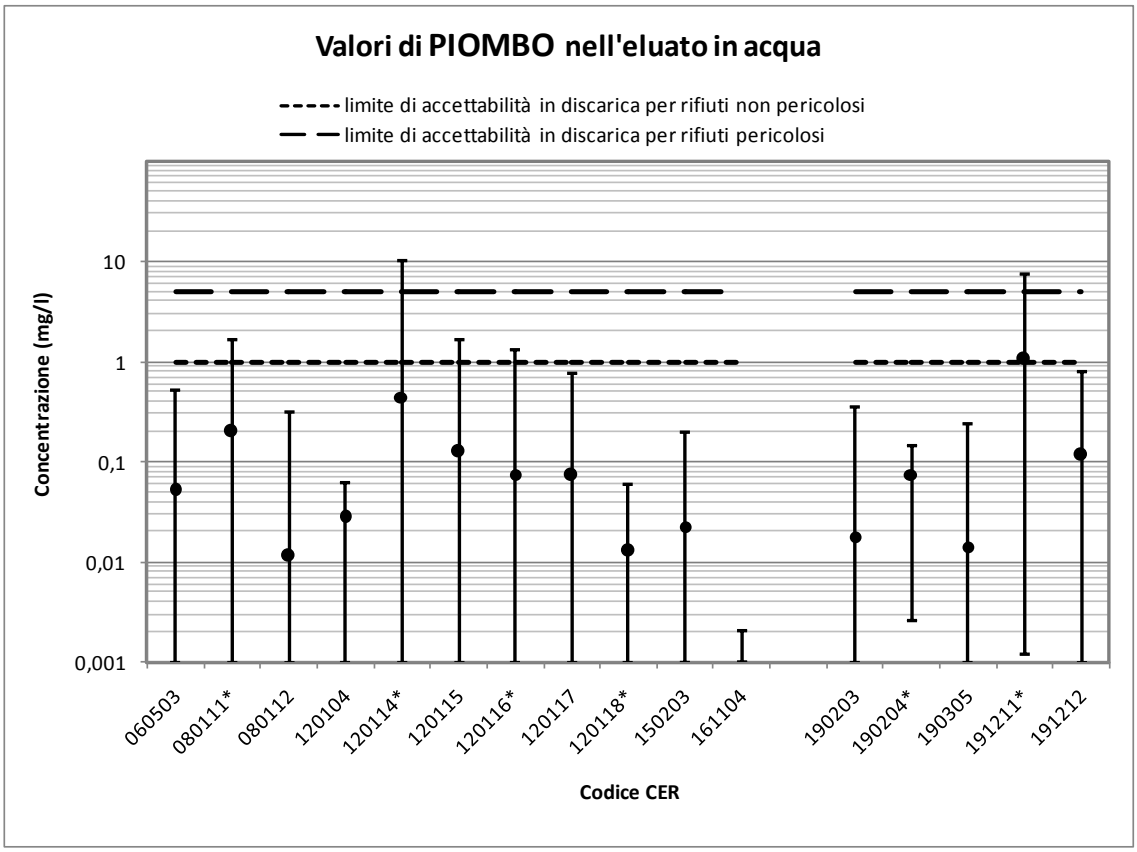


GRAFICO 4.28 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI PIOMBO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.12. Rame

Il parametro su cui si basano i limiti sul tal quale è la concentrazione di rame solubile in acqua.
Tutti i valori medi risultano inferiori ai limiti anche se sono estremamente variabili, tanto da coprire più di tre ordini di grandezza. Si nota inoltre come i valori più elevati siano relativi a pressoché tutta la categoria 12 del codice CER (rifiuti prodotti dalla lavorazione e dal trattamento fisico e meccanico superficiale di metalli e plastica); questi sono compresi nella fascia 100-400 mg/l. Proprio relativamente a questa categoria si riscontrano gli unici superamenti di singoli valori sul tal quale; nello specifico, il limite che determina la connotazione del rifiuto come pericoloso è superato solamente in un campione appartenente alla tipologia 120114* mentre quello per l'identificazione come speciale e/o tossico-nocivo è oltrepassato per le tipologie 120104 (3 su 37), 120114* (3 su 153), 120115 (2 su 213) e 120116* (1 su 54).
Non si riscontrano problemi sui rifiuti in uscita.

Sul rame non vi è limite previsto nelle analisi sul tal quale. I valori medi registrati sono comunque abbastanza variabili, compresi su circa 3 ordini di grandezza; le singole misurazioni sono invece spalmate su ben sette ordini di grandezza.
Non vi sono notevoli differenze tra i valori ricavati dall'analisi sui rifiuti in ingresso e tra quelli in seguito alle tipologie in uscita.

Le analisi sull'eluato prevedono invece come parametro limitante proprio il rame, con identico valore sia prima che dopo l'entrata in vigore del nuovo decreto.
Entrambe le analisi, antecedenti e seguenti al nuovo decreto, confermano una gran variabilità dei valori e soprattutto che le problematiche legate a questo parametro si rilevano pressoché solo nella categoria 12 del codice CER.
Infatti, sono superati entrambi i limiti per entrambi i gruppi di prove dai rifiuti della tipologia 120104, 120114* e 120115; i rifiuti 120116* e 120117 superano tale limite in uno solo dei due gruppi ma anche nell'altro, ove ciò non accade, il valore medio è prossimo al superamento dei limiti. Il valore medio è maggiore del primo limite anche per il rifiuto in ingresso della tipologia 150203 e quelli in uscita dei codici CER 190305 e 191211*.

Singoli valori oltre il limite di accettabilità in discarica per rifiuto non pericolosi si registrano sui seguenti rifiuti:

- in entrata:
  - 060503 (1 campione su 43 nelle analisi pre decreto)
  - 080112 (1 campione su 100 nelle analisi pre decreto, 1 su 47 in quelle successive)
  - 120104 (9 campioni su 17 nelle analisi pre decreto, 2 su 5 in quelle successive)
  - 120114* (14 campioni su 63 nelle analisi pre decreto, 23 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (27 campioni su 110 nelle analisi pre decreto, 6 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (1 campione su 24 nelle analisi pre decreto, 4 su 26 in quelle successive)
  - 120117 (2 campioni su 36 nelle analisi pre decreto, 1 su 21 in quelle successive)
  - 120118* (1 campione su 33 nelle analisi pre decreto)
  - 150203 (3 campioni su 14 nelle analisi pre decreto)
- in uscita:
  - 190203 (1 campione su 40 nelle analisi post decreto)
  - 190305 (41 campioni su 209 nelle analisi pre decreto)
  - 191211* (1 campione su 20 nelle analisi pre decreto, 1 su 7 in quelle successive)
  - 191212 (3 campioni su 25 nelle analisi post decreto)

Il limite riferito alle discariche per quelli pericolosi è invece superato dai rifiuti:

- in entrata:
  - 060503 (1 campione su 43 nelle analisi pre decreto)
  - 080112 (1 campione su 100 nelle analisi pre decreto)
  - 120104 (7 campioni su 17 nelle analisi pre decreto, 2 su 5 in quelle successive)
  - 120114* (12 campioni su 63 nelle analisi pre decreto, 17 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (23 campioni su 110 nelle analisi pre decreto, 5 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (1 campione su 24 nelle analisi pre decreto, 3 su 26 in quelle successive)
  - 120117 (2 campioni su 36 nelle analisi pre decreto, 1 su 21 in quelle successive)
  - 150203 (3 campioni su 14 nelle analisi pre decreto)
- in uscita:
  - 190203 (1 campione su 40 nelle analisi post decreto)
  - 190305 (28 campioni su 209 nelle analisi pre decreto)
  - 191211* (1 campione su 7 nelle analisi post decreto)

Si può notare come gran parte dei campioni eccedono entrambi i limiti, dovendo quindi essere trattati prima di essere smaltiti.

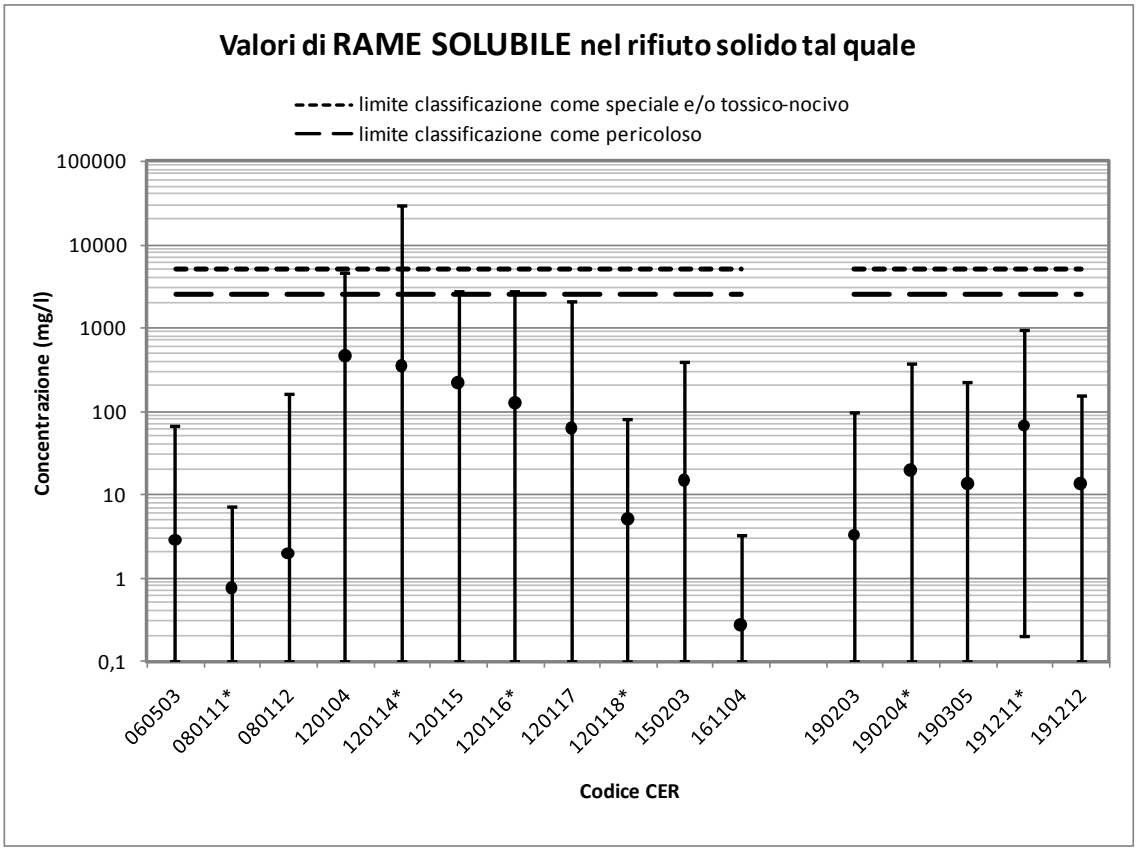


GRAFICO 4.29 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME SOLUBILE IN ACQUA NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

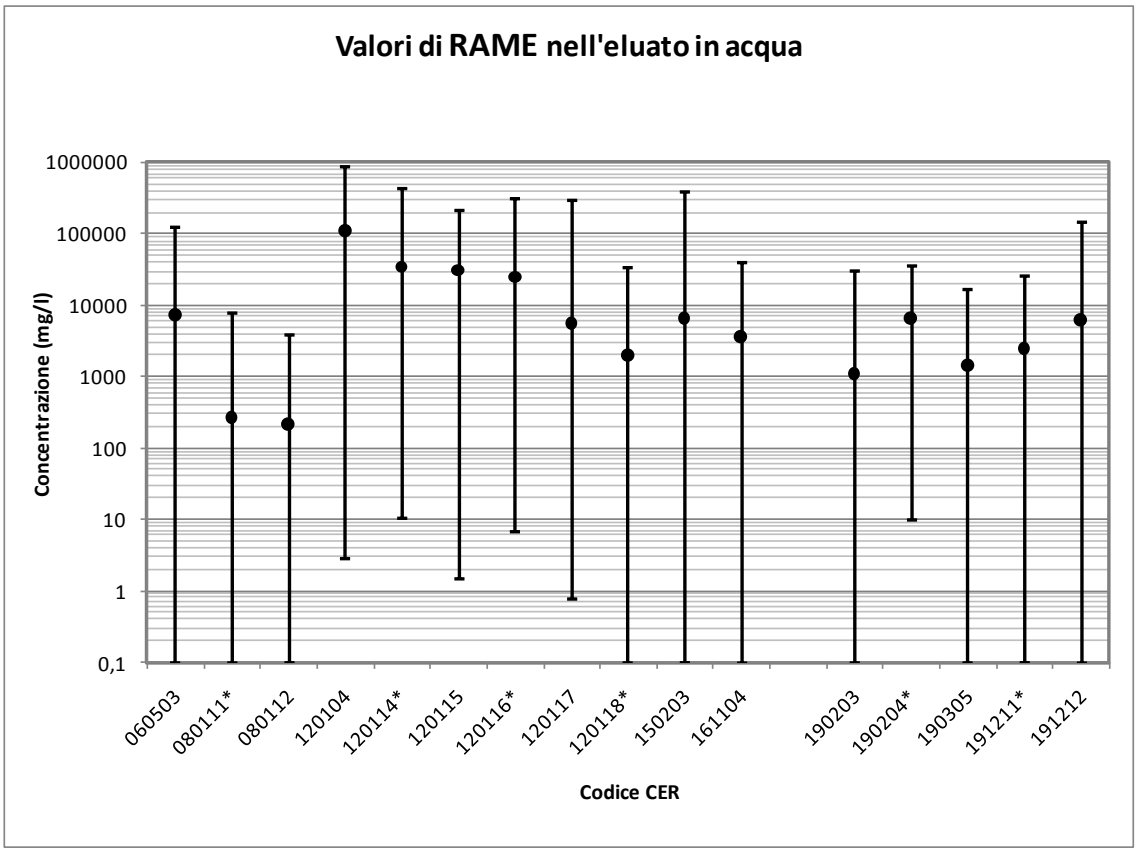


GRAFICO 4.30 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE

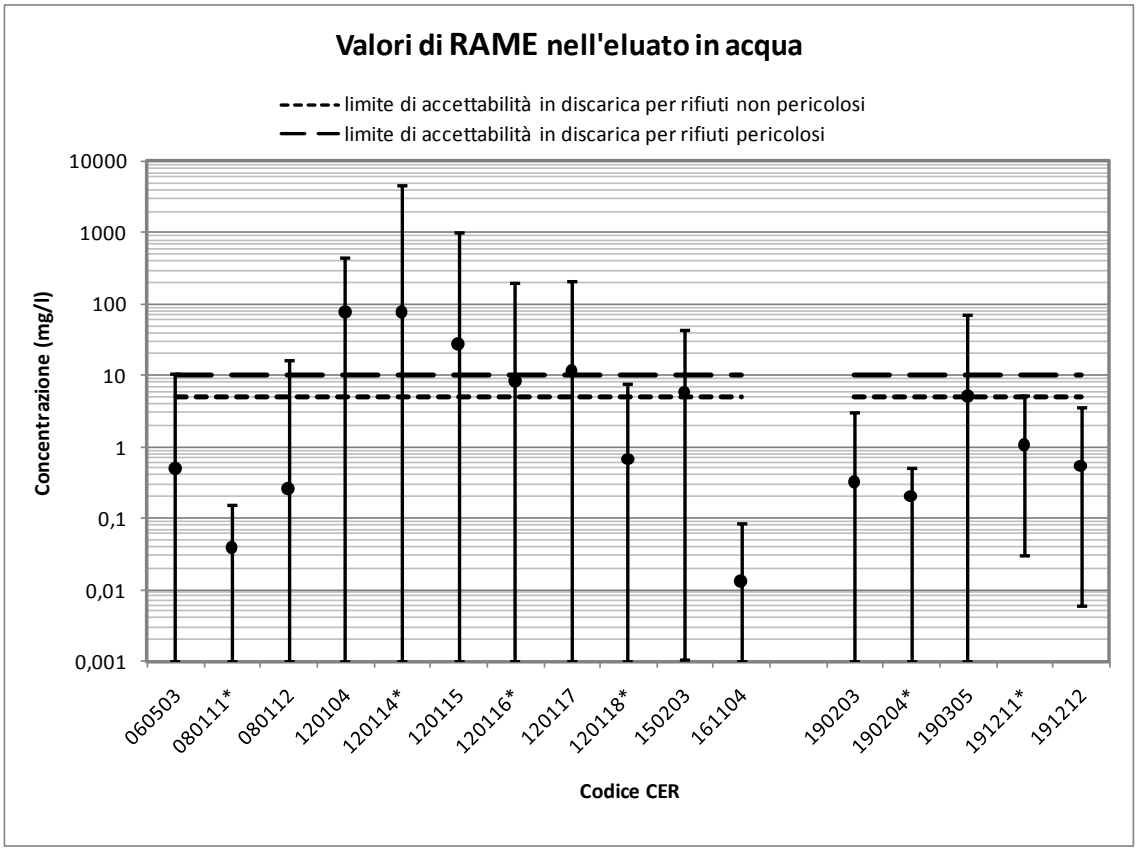


GRAFICO 4.31 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

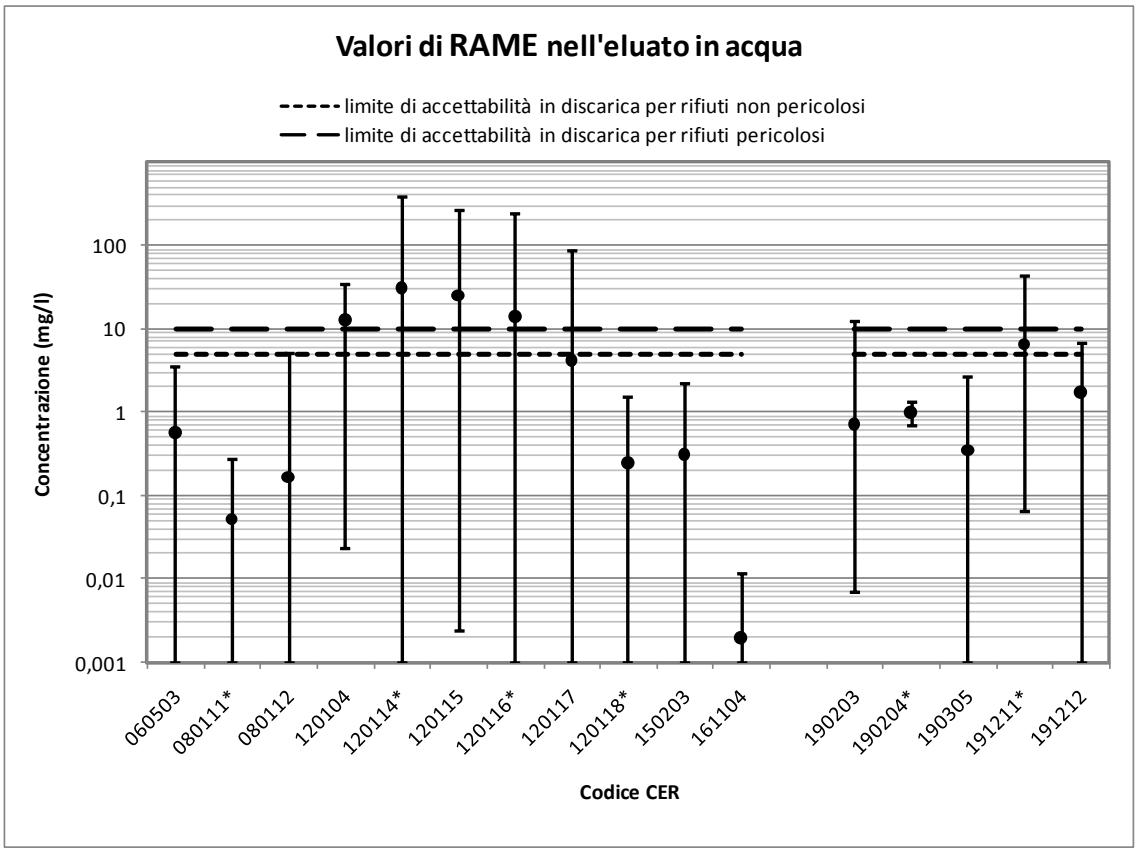


GRAFICO 4.32 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI RAME NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.13. Selenio

I valori medi sul tal quale fluttuano in modo eterogeneo tra un minimo di 0,3 mg/l ad un massimo di 10 mg/l, notevolmente inferiore ai limiti previsti.
Esistono comunque singoli superamenti del limite stabilito per la classificazione del rifiuto come speciale e/o tossico-nocivo associati ad alcuni rifiuti in ingresso, in particolare quelli con i codici CER 060503 (1 campione su 98), 120114* (2 su 171), 120115 (5 su 247), 120116* (1 su 64) e 150203 (1 su 126); questi rifiuti sono anche quelli con un range di valori più ampio pari a circa 4 ordini di grandezza.
I rifiuti in uscita presentano caratteristiche praticamente identiche fra loro: la concentrazione media si attesta attorno ad 1 mg/l, circa 2 ordini di grandezza inferiore al limite più basso, e la variabilità è pari a 2 ordini di grandezza.

Con l'introduzione del decreto del 2010, i limiti riguardanti il selenio non sono stati variati.
Le analisi sia precedenti sia successive allo stesso determinano valori medi abbastanza fluttuanti; nelle prime l'intervallo varia tra 0,005 e 0,05 mg/l, appena al di sotto del limite di legge, mentre nelle seconde i valori sono minori, compresi tra 0,002 e 0,02 mg/l, anche se maggiormente dispersi; queste considerazioni valgono sia per i rifiuti in ingresso sia per quelli in uscita.
Riguardo i singoli superamenti, il limite di accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi è violato solo da un campione (su ben 110) del rifiuto 120115.
Il superamento del limite per l'ammissione in discarica per rifiuti non pericolosi accade invece per la maggior parte dei rifiuti; in particolare per i rifiuti in uscita 190305 (17 campioni su 205) e 190203 e per quelli in entrata 120115 (7 su 110), 060503 (4 su 43), 080112 (3 su 99) e 080111*, 120116* e 120117 (1 superamento a testa).

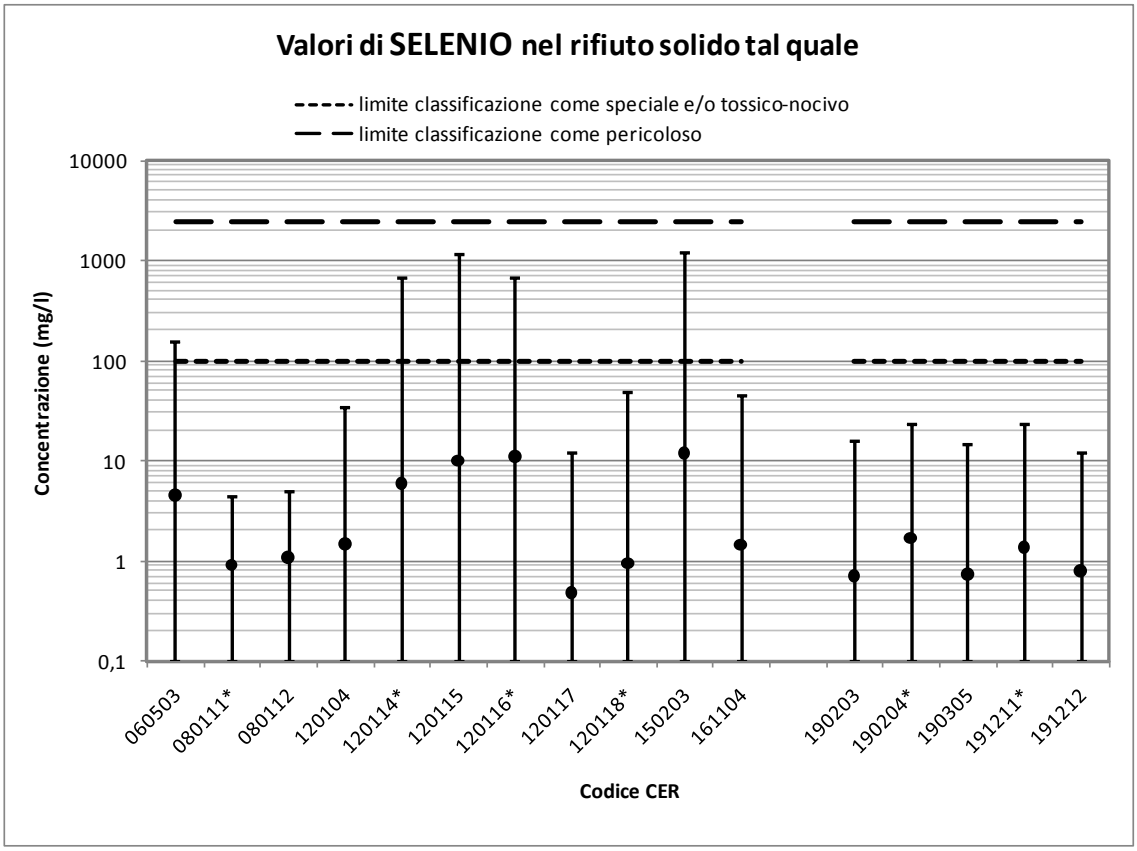


GRAFICO 4.33 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SELENIO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

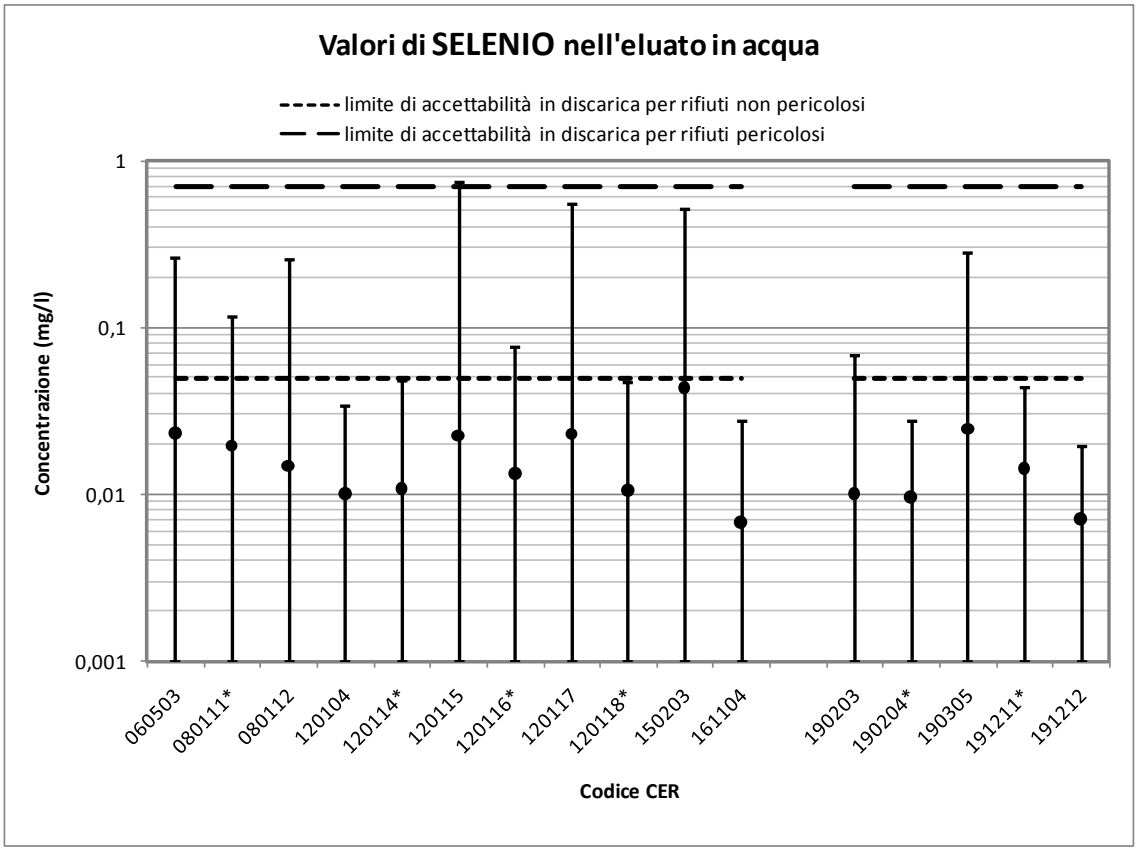


GRAFICO 4.34 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SELENIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

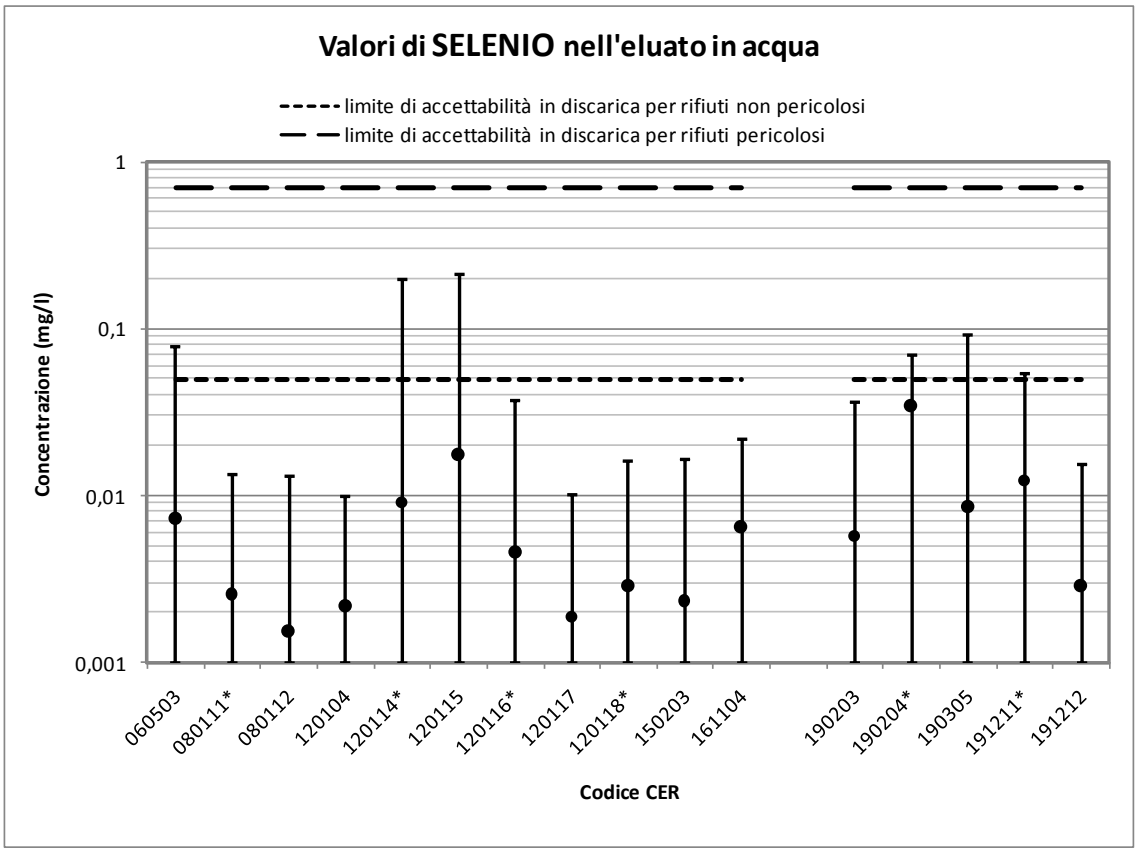


GRAFICO 4.35 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SELENIO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.14. Zinco

Sul tal quale, è previsto il limite sullo zinco solamente in relazione alla caratterizzazione del rifiuto come pericoloso.
Riguardo ai rifiuti in ingresso, si può notare come metà delle tipologie presenti valori medi nettamente al di sopra del limite mentre i restanti si attestino comunque su valori non distanti dallo stesso; quelli in uscita presentano invece valori a cavallo del limite.
Le tipologie critiche in ingresso sono principalmente i rifiuti 120114 (media pari a 105.000 mg/l in confronto ai 2.500 mg/l previsti dal limite), 060503, 080111*, 120114* e 120116*; tra i rifiuti in uscita superamenti si hanno per i rifiuti 190204*, 190211* e 190212.

Sull'eluato, l'introduzione del nuovo decreto non ha modificato i limiti riguardanti lo zinco.
Escludendo rifiuti per cui i valori risultano decisamente elevati o contenuti, non vi sono notevoli differenze tra le concentrazioni dei rifiuti in ingresso e quelli in uscita; le concentrazioni medie si attestano in un'ampia fascia compresa tra 0,1 mg/l e 10 mg/l; essendo il primo limite pari a 5 mg/l, alcuni rifiuti presentano media superiore ad esso. Inoltre, nelle analisi pre decreto, il rifiuto 060503 presenta un valore medio notevolmente maggiore rispetto ad entrambi i limiti.
La maggior parte dei rifiuti presenta una variabilità di valori molto ampia, pari a circa quattro ordini di grandezza.

Il limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi è superato da alcuni campioni appartenenti alle seguenti categorie:

- in entrata:
  - 060503 (1 campione su 43 nelle analisi pre decreto, 1 su 19 in quelle successive)
  - 080111* (2 campioni su 15 nelle analisi pre decreto, 3 su 11 in quelle successive)
  - 080112 (8 campioni su 80 nelle analisi pre decreto, 5 su 47 in quelle successive)
  - 120104 (5 campioni su 17 nelle analisi pre decreto)
  - 120114* (12 campioni su 62 nelle analisi pre decreto, 18 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (24 campione su 87 nelle analisi pre decreto, 5 su 32 in quelle successive)
  - 120116* (1 campione su 24 nelle analisi pre decreto, 4 su 26 in quelle successive)
  - 120117 (2 campioni su 36 nelle analisi pre decreto)
  - 120118* (2 campioni su 32 nelle analisi pre decreto)
  - 150203 (4 campione su 14 nelle analisi post decreto, 2 su 20 in quelle successive)
  - 161104 (1 campione su 24 nelle analisi post decreto)
- in entrata:
  - 190305 (2 campioni su 162 nelle analisi pre decreto)
  - 191211* (3 campioni su 9 nelle analisi pre decreto)
  - 191212 (4 campioni su 25 nelle analisi post decreto)

In riferimento al limite per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi si riscontrano invece i seguenti superamenti singoli:

- in entrata:
  - 060503 (1 campione su 43 nelle analisi pre decreto)
  - 080111* (2 campioni su 11 nelle analisi post decreto)
  - 080112 (2 campioni su 80 nelle analisi pre decreto)
  - 120104 (1 campione su 17 nelle analisi pre decreto)
  - 120114* (2 campioni su 62 nelle analisi pre decreto, 5 su 64 in quelle successive)
  - 120115 (5 campione su 87 nelle analisi pre decreto, 2 su 32 in quelle successive)
  - 150203 (1 campione su 14 nelle analisi post decreto, 2 su 20 in quelle successive)
  - 161104 (1 campione su 24 nelle analisi post decreto)
- in entrata:
  - 191212 (4 campioni su 25 nelle analisi post decreto

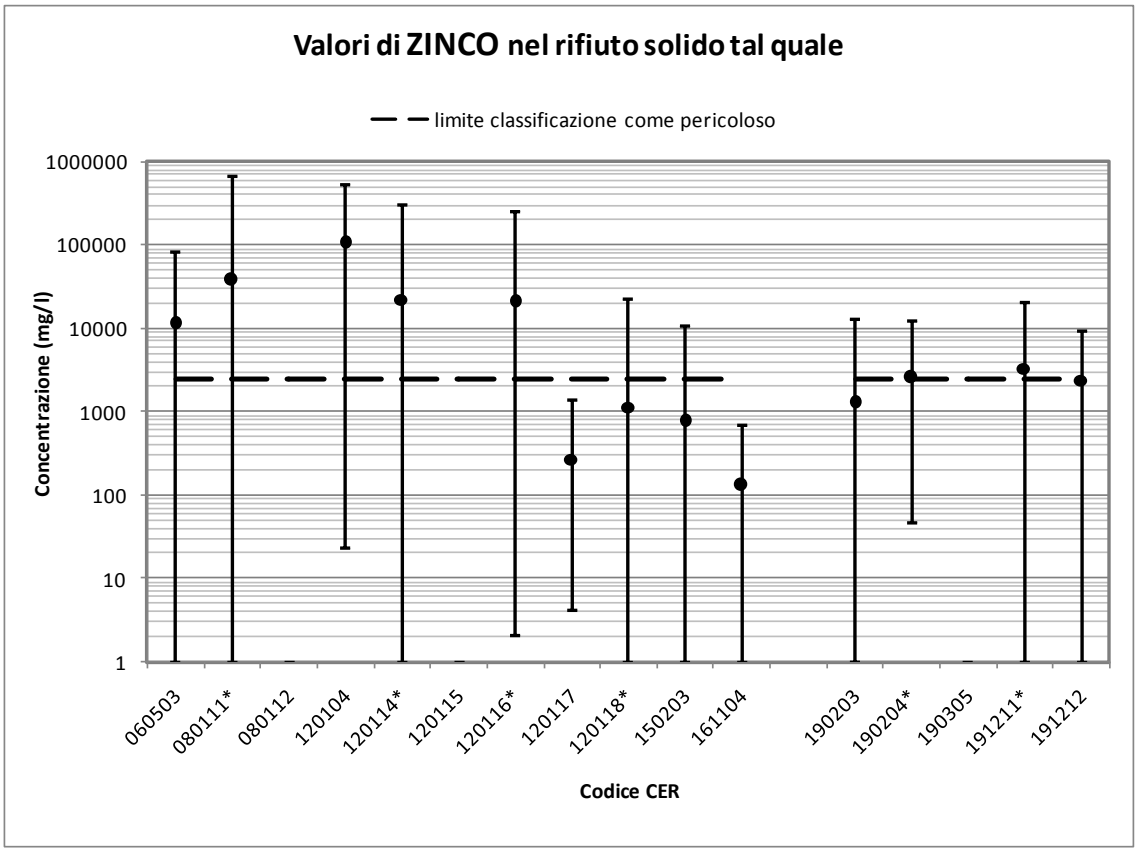


GRAFICO 4.36 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ZINCO NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO

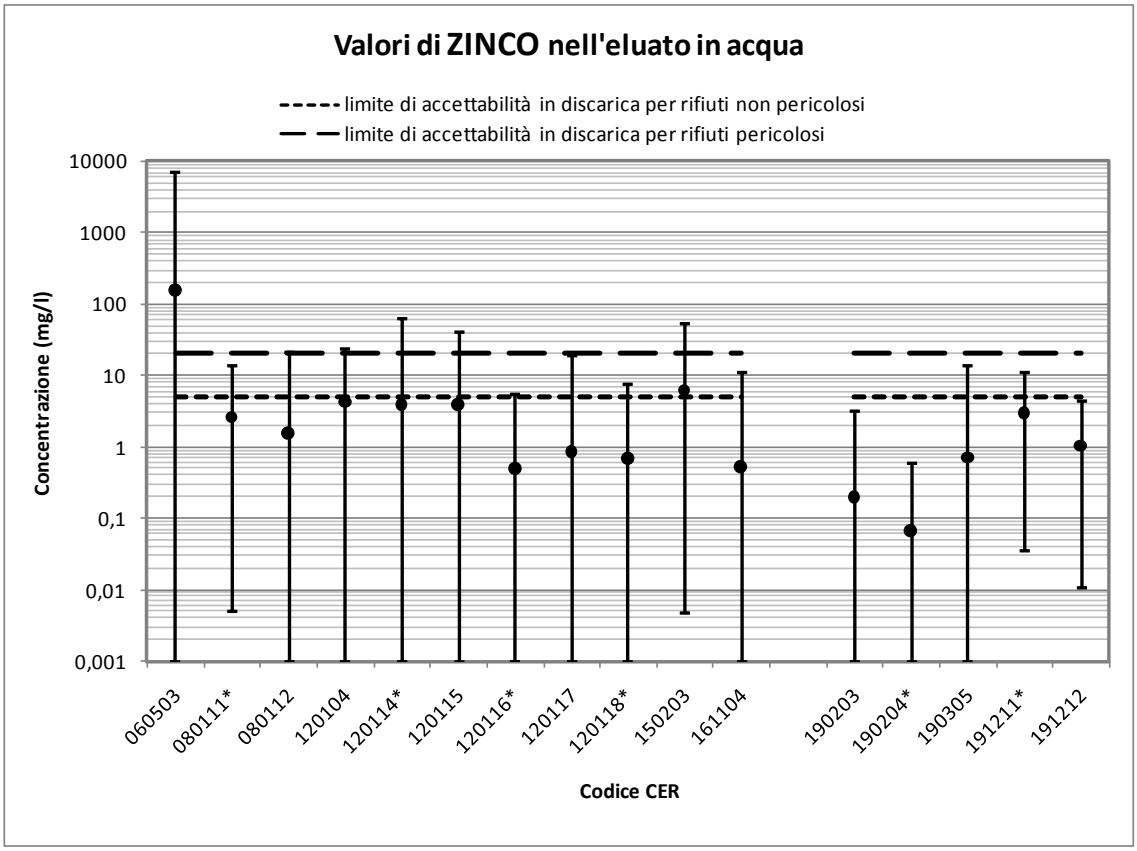


GRAFICO 4.37 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ZINCO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

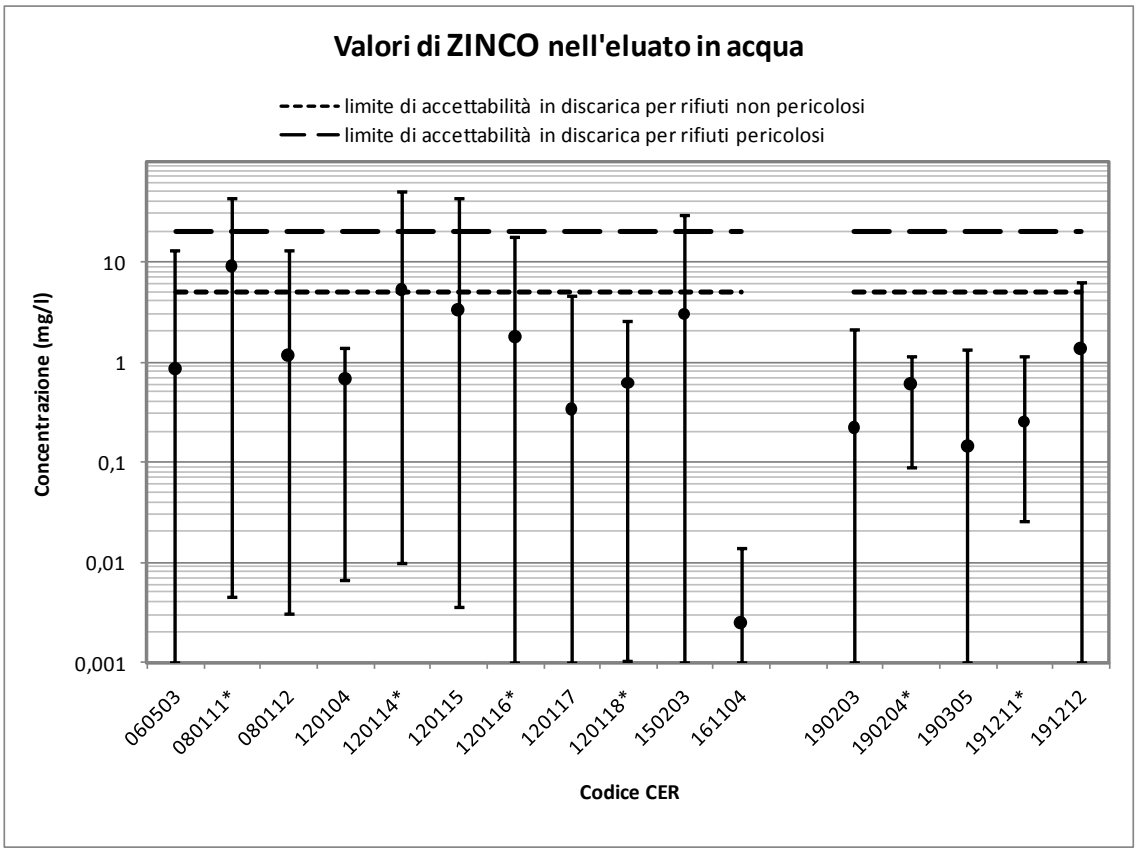


GRAFICO 4.38 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI ZINCO NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.15. Cianuri

Il limite sui cianuri è stato preso in considerazione solo nelle analisi sul tal quale.
I valori medi, pur coprendo ben più di 4 ordini di grandezza, non avvicinano i limiti; infatti, il più alto, riscontrato per il rifiuto 191211*, è comunque di ben due ordini di grandezza inferiore ad essi, rispettivamente pari a 500 e 1000 mg/l.. Gran parte dei valori è compreso tra le concentrazioni di 0,005 mg/l e 0,1 mg/l.
Anche i singoli valori non determinano superamenti, pur essendo molto dispersi.
Bisogna comunque rilevare come i valori dei rifiuti in uscita siano mediamente maggiori rispetto a quelli dei rifiuti in ingresso.

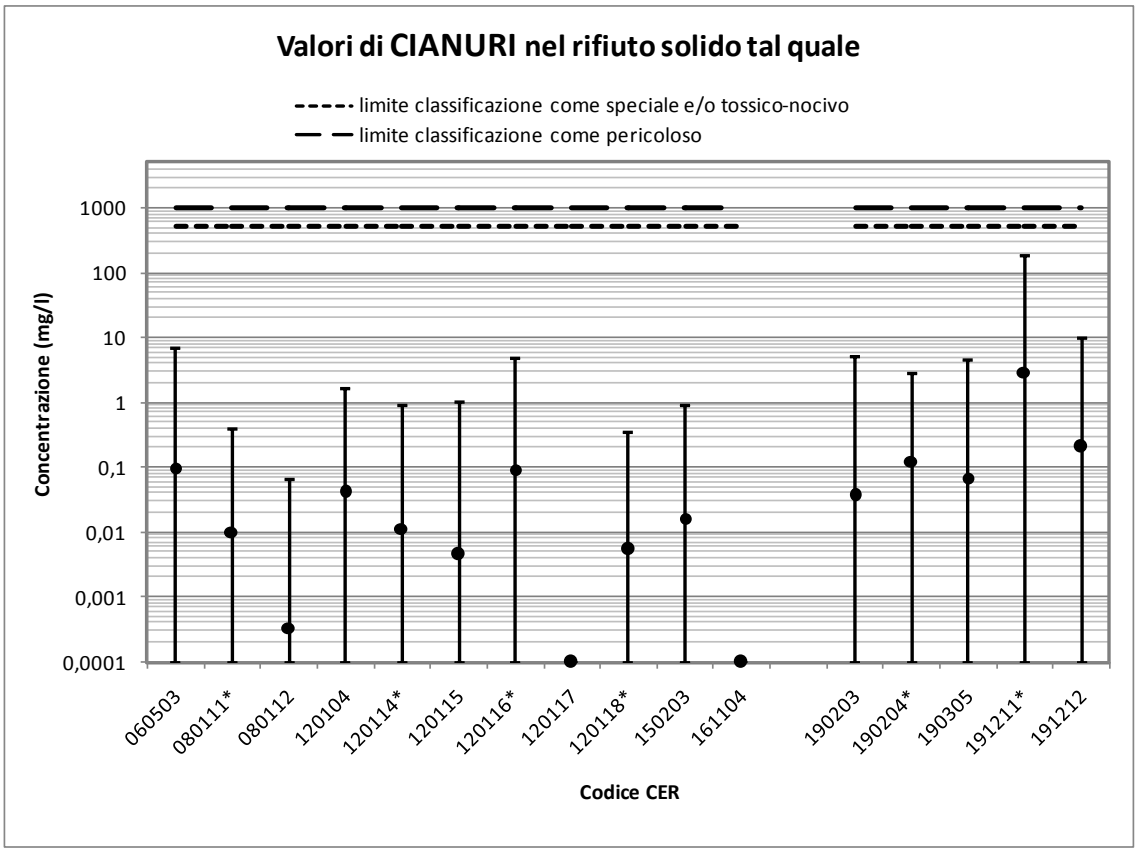


GRAFICO 4.39 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CIANURI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

4.2.3.16. Fenoli

Analogamente ai cianuri, anche i fenoli vengono considerati solo per quanto concerne le analisi sul tal quale, con limite previsto sia dalla Delibera del 1984 sia dal Decreto del 2006.
I valori medi risultano abbastanza costanti attorno ad una concentrazione pari a 10 mg/l; in particolare, per i rifiuti della categoria 12 questi risultano leggermente maggiori mentre per quelli della categoria 19 sono appena inferiori. Questi valori sono molto inferiori rispetto ai limiti imposti dalle normative.
I singoli valori risultano notevolmente dispersi andando a coprire dai 3 ai 6 ordini di grandezza; solo per due tipologie di rifiuto, 080111* e 120115, presentano un valore massimo che si avvicina a quello che conferisce la caratteristica di speciale e/o tossico nocivo, senza comunque superarlo.
I rifiuti in uscita presentano concentrazione media praticamente identica, pari a qualche mg/l, di quasi 3 ordini di grandezza inferiori ai limiti.

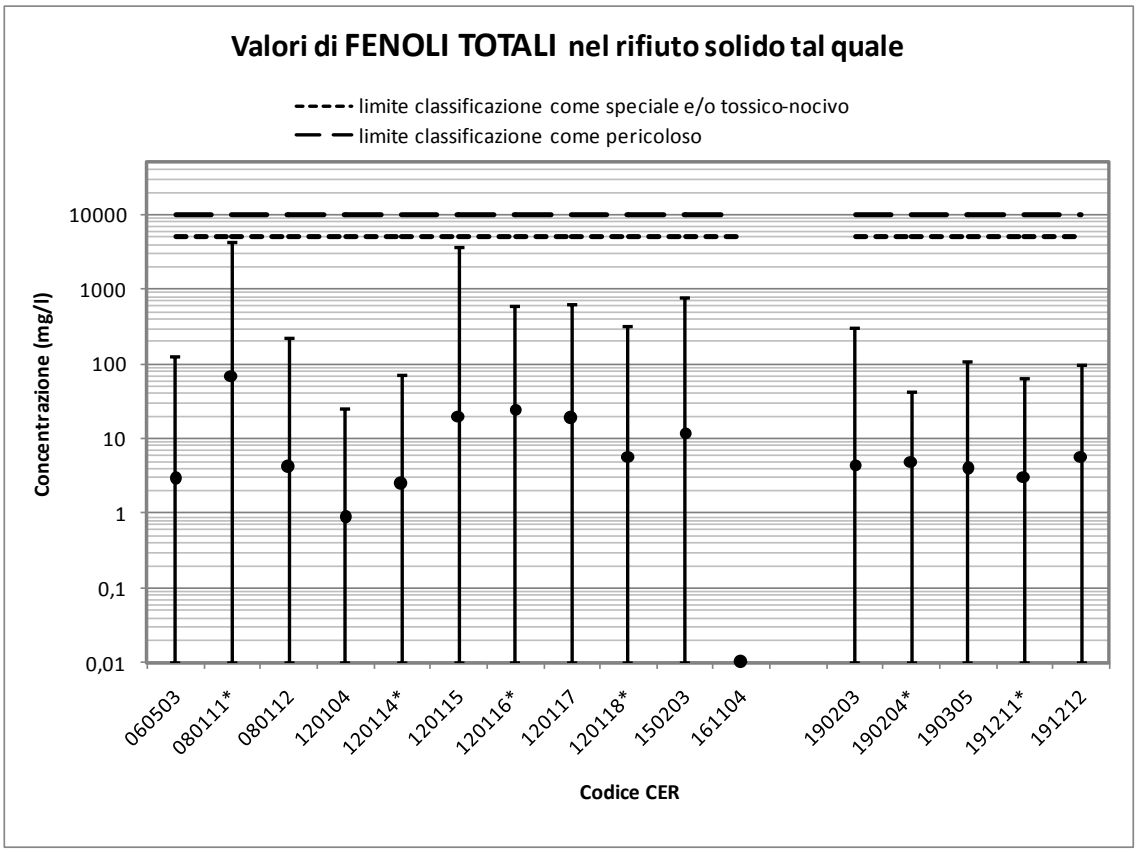


GRAFICO 4.40 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI FENOLI TOTALI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME SPECIALE O TOSSICO/NOCIVO E COME PERICOLOSO

4.2.3.17. Oli minerali

Il limite sugli oli minerali, idrocarburi con un numero di atomi di carbonio compreso tra 10 e 40, è rilevante solo alla definizione della caratteristica di pericolosità del rifiuto solido tal quale.
Le analisi mostrano come non ci siano grandi differenze tra le concentrazioni derivanti dai rifiuti in ingresso e quelle inerenti ai rifiuti in uscita.
La concentrazione media delle varie tipologie di rifiuto è assai differente; si passa da un minimo di 205 mg/l per il rifiuto 161104 ad un massimo di 51.400 mg/l per il rifiuto 120118*; proprio per quest'ultimo ed il rifiuto 120114* (37.400 mg/l) hanno valore medio eccedente il limite, imposto a 25.000 mg/l; molte altre tipologie presentano un valore poco inferiore ad esso.

Considerando i singoli valori di ogni tipologia, questi sono molto dispersi (3-4 ordini di grandezza) e determinano numerosi superamenti; ciò avviene per tutti i rifiuti ad esclusione del 161104. In particolare si segnalano i seguenti superamenti:

- in ingresso:
- 060503 (1 campione su 65)
- 080111* (4 campioni su 67)
- 080112 (1 campione su 166)
- 120104 (9 campioni su 33)
- 120114* (40 campioni su 132)
- 120115 (42 campioni su 175)
- 120116* (2 campioni su 53)
- 120117 (2 campioni su 71)
- 120118* (28 campioni su 63)
- 150203 (23 campioni su 110)
- in uscita:
- 190203 (2 campioni su 131)
- 190204* (4 campioni su 36)
- 190305 (3 campioni su 107)
- 191211* (11 campioni su 69)

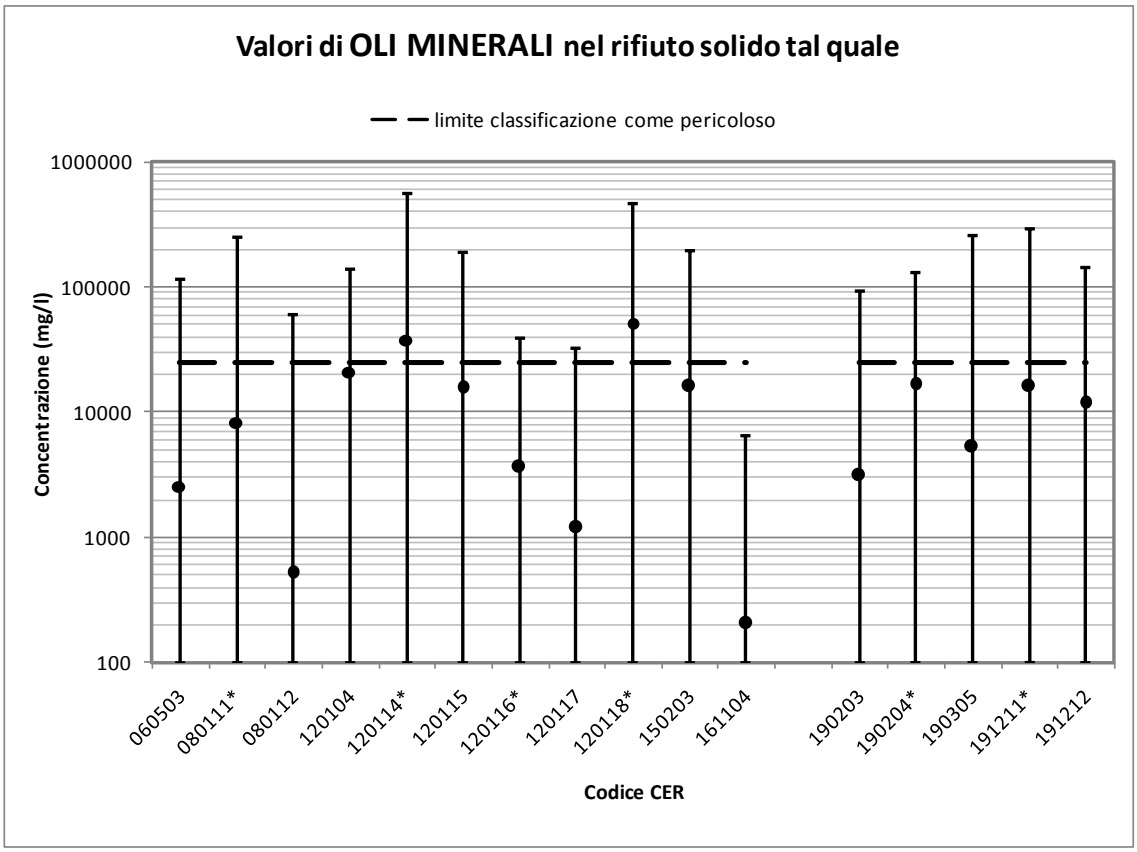


GRAFICO 4.41 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI OLI MINERALI NELLE ANALISI SUL RIFIUTO SOLIDO TAL QUALE E VALORI LIMITE PER LA CLASSIFICAZIONE DEL RIFIUTO COME PERICOLOSO

4.2.3.18. Cloruri

I cloruri presentavano due limiti differenti sull'eluato prima dell'entrata in vigore del nuovo decreto, rispettivamente 1.500 e 2.500 mg/l; attualmente, i due limiti invece coincidono avendo entrambi un valore di 2.500 mg/l. Quindi l'introduzione del nuovo decreto ha comportato modifiche solo per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi.

Nelle analisi pre decreto, i valori medi risultano abbastanza dispersi, compresi tra 4 mg/l e circa 1.000 mg/l; in nessun caso, questi valori superano i limiti.
I singoli valori di ogni tipologia presentano caratteristiche molto eterogenee; alcuni rifiuti presentano un intervallo limitato ad 1-2 ordini di grandezza, altri sono distribuiti su 3 ordini ed, infine, altri ancora sono molto dispersi, coprendo 4-5 ordini; proprio per quest'ultimi si registrano superamenti di entrambi i limiti per alcuni rifiuti, in particolare, tra quelli in uscita, 23 su 204 per il 190305 e, tra quelli in ingresso, 3 su 37 per il 060503 e 1 su 103 per il 120115.

Le analisi post presentano un andamento del tutto similare a quelle precedenti, sia come valori sia come distribuzione degli stessi. Anche per queste analisi nessun valore medio supera i limiti, essendo i valori massimi prossimi ai 1.000 mg/l (per i rifiuti in ingresso 060503 e 120115 e, i uscita, 190305).
I singoli valori di ogni categoria coprono una finestra paragonabile a quella relativa alle analisi pre decreto. Gli unici superamenti si evidenziano per il rifiuto in uscita 190305 (1 campione su 31, avente concentrazione di ben 28.700 mg/l) e per quello in ingresso avente CER 060503 (2 su 16).

Se i limiti attuali fossero stati applicati alle analisi precedenti, le osservazioni fatte non cambierebbero; se invece si tenesse conto del vecchio limite sull'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, più restrittivo, alcuni valori del secondo gruppo di analisi risulterebbero maggiori di esso, in particolare quelli massimi relativi ai rifiuti 120115 (in ingresso) e 190204* (in uscita).

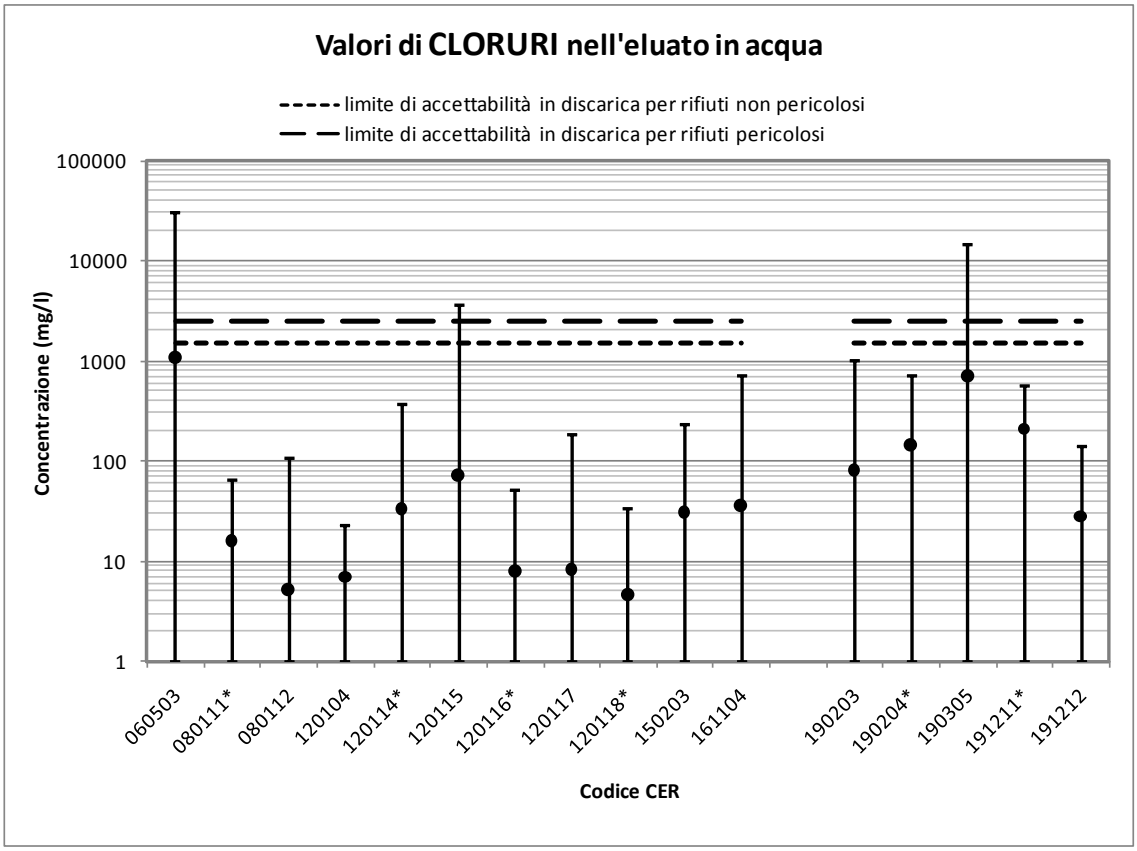


GRAFICO 4.42 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CLORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

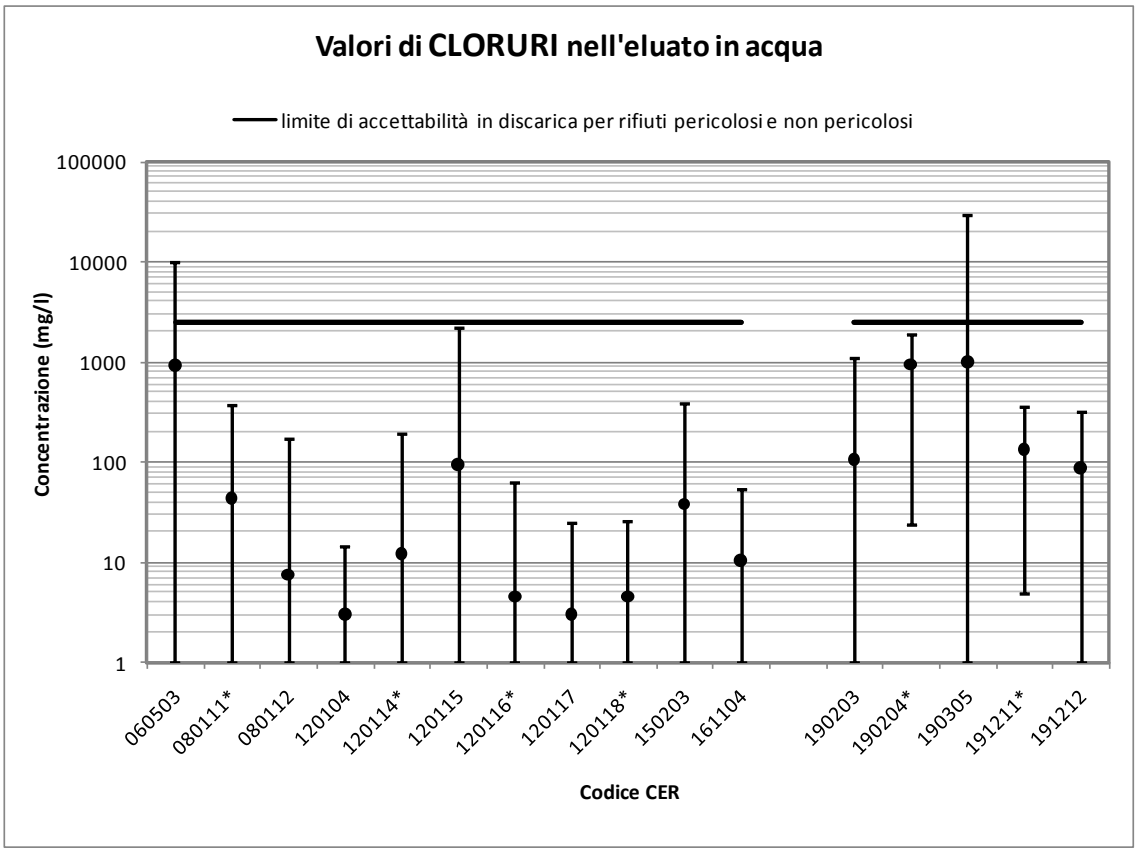


GRAFICO 4.43 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI CLORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.19. Fluoruri

I limiti sui fluoruri sono prerogativa delle analisi sull'eluato in acqua. In particolare, questi sono pari a 15 mg/l e 50 mg/l, valori rimasti immutati anche con l'adozione del nuovo decreto.

Esaminando il primo gruppo di analisi si può notare come, seppur con qualche eccezione, i rifiuti della categoria 12, in entrata, abbiano concentrazione media pari a qualche unità mentre per quelli in uscita (categoria 19) questa sia pari ad 1 mg/l. Tutti i restanti rifiuti, i cui valori non sono compresi nella fascia tra 1 mg/l e 10 mg/l, hanno concentrazione media inferiore; l'unica eccezione è rappresentata in uscita dal rifiuto 191211*, unico ad avere valore medio eccedente entrambi i limiti.
Considerando i singoli valori di ogni categoria, si evince come questi siano distribuiti su 2-3 ordini di grandezza per i rifiuti con concentrazioni minori, 3-4 per quelli con valori maggiori.
Singoli superamenti del limite di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi si riscontrano per alcuni rifiuti quali il 191211* (2 campioni su 7), il 190203 (1 su 100) ed il 190305 (10 su 204), in uscita, ed il 120114* (5 su 60), il 120115 (4 su 102), il 120116* (2 su 21), il 120117 (2 su 29) ed il 161104 (1 su 23), in entrata. Il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi è invece oltrepassato dal rifiuto 191211* (2 campioni), per quanto concerne quelli in uscita, e da tutti i rifiuti appartenenti alla categoria 12 citati nel precedente elenco (5 campioni in totale), per quelli in ingresso.

Le analisi post decreto registrano invece valori medi maggiormente dispersi; i valori relativi alla categoria 12 sono paragonabili a quelli precedenti mentre quelli della categoria 19 risultano molto più dispersi rispetto a quanto riscontrato nelle precedenti analisi; in particolare, il rifiuto più critico tra quelli in uscita è quello con codice CER 191211* che presenta ora un valore medio abbondantemente sotto entrambi i limiti.
La dispersione dei singoli valori all'interno di ogni categoria segue lo stesso criterio precedentemente descritto. Anche i singoli superamenti risultano mediamente analoghi; in particolare, il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi è superato dai rifiuti in ingresso 120114* (5 su 61), 120115 (2 su 31), 120116* (4 su 25), 120117 (4 su 21) e 120118* (1 su 11), e dal rifiuto in uscita 190203 (2 su 37); esclusi il rifiuto 120114* e 120118*, per tutti gli altri si riscontra un superamento ciascuno del limite per l'accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi.

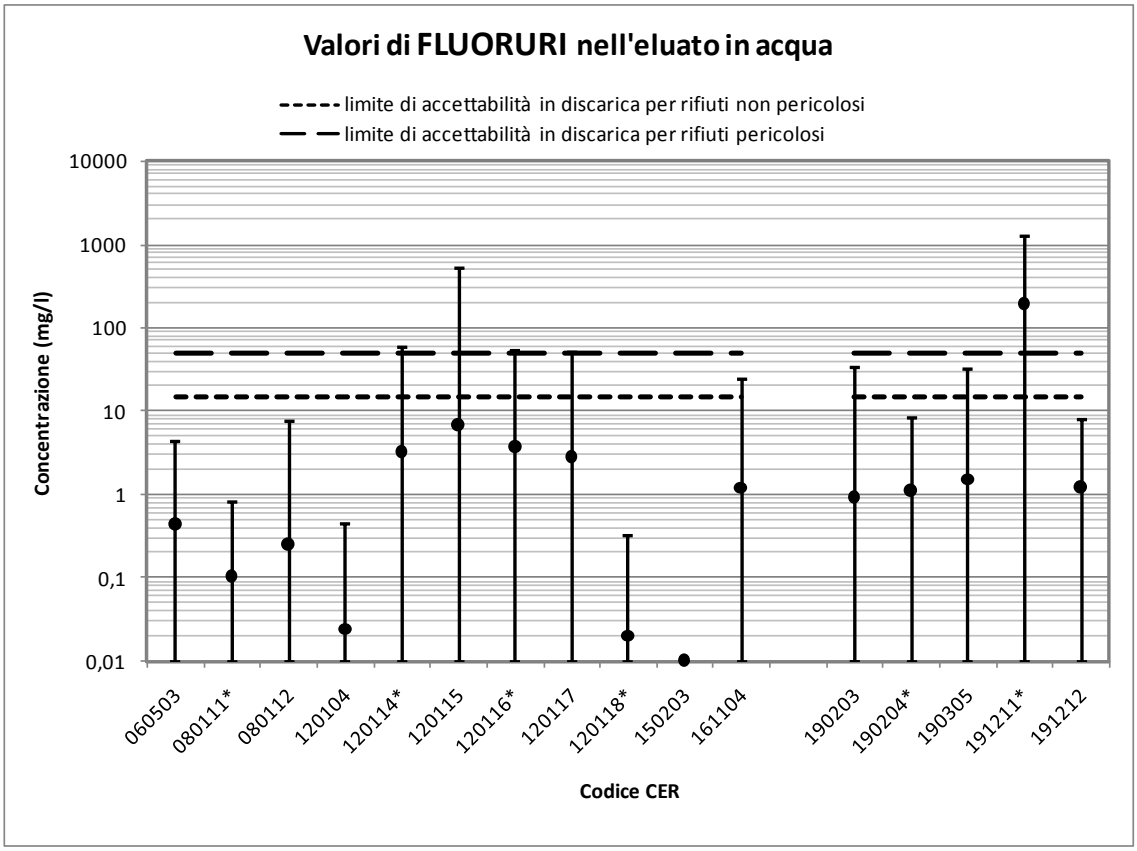


GRAFICO 4.44 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI FLUORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

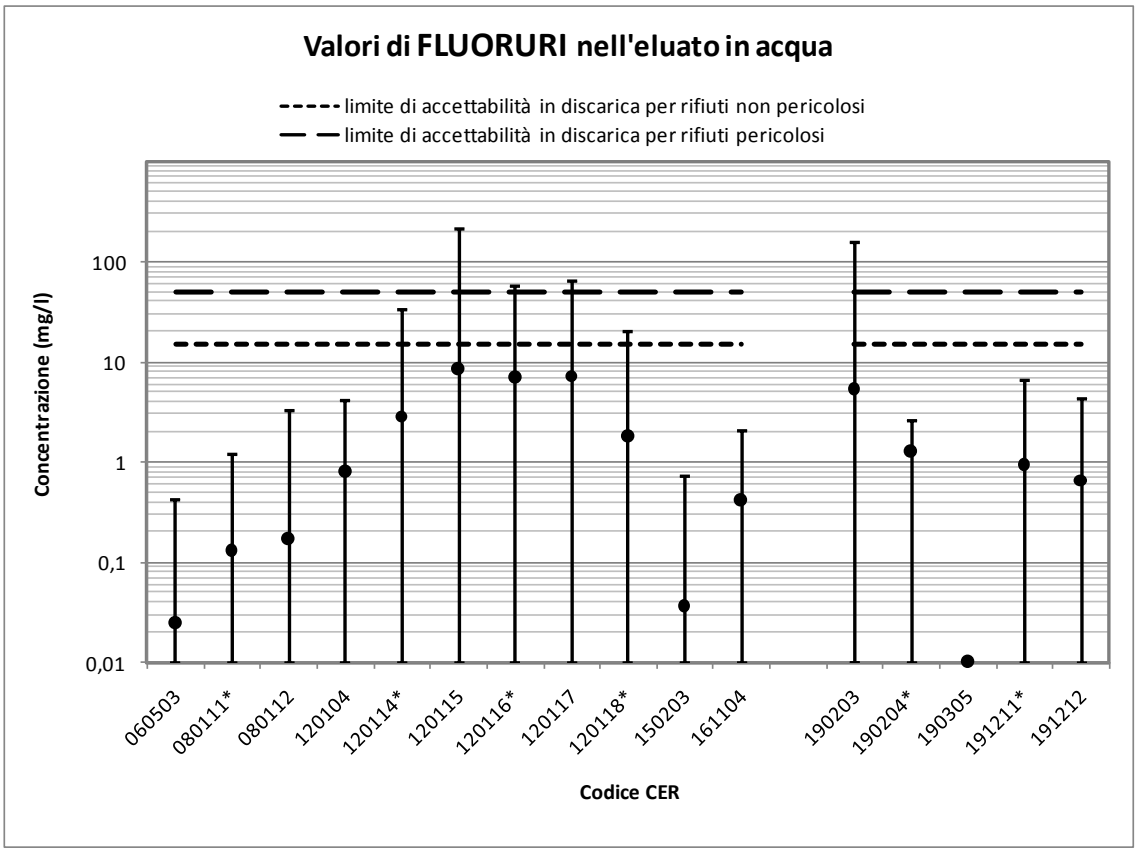


GRAFICO 4.45 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI FLUORURI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.20. Solfati

Analogamente a quanto accade per i cloruri, l'introduzione del nuovo decreto ha comportato modifiche solo per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, essendo il limite attuale meno restrittivo; infatti, i solfati presentavano precedentemente due differenti limiti sull'eluato, rispettivamente 2.000 mg/l e 5.000 mg/l, mentre il decreto vigente prevede che i due limiti coincidano (5.000 mg/l).

Esaminando il primo gruppo di analisi, si nota come gran parte dei valori medi sia distribuita nella finestra compresa tra le concentrazioni di 100 e 1.000 mg/l; solo alcune tipologie di rifiuto presentano valori minori, nell'ordine delle decine di mg/l.
Nessun valore medio eccede comunque il limite.
Ciò avviene invece per singole misurazioni di diverse categorie di rifiuto:

- in ingresso:
  - 6 su 38 del rifiuto 060503
  - 13 su 204 del rifiuto 190305
  - 2 su 59 del rifiuto 120114*
  - 2 su 102 del rifiuto 120115
  - 1 su 23 del rifiuto 161104
- in uscita:
  - 1 su 15 del rifiuto 190204*
  - 1 su 7 del rifiuto 191211*

Gran parte dei superamenti sul rifiuto 060503 (4 su 6) eccedono anche il limite di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi; analoghi risultano 1 caso ognuno per i rifiuti in uscita 190204*, 120114* e 120115.

Nelle successive analisi, la distribuzione dei valori medi è assai simile; si registra come quello relativo al rifiuto 060503 sia appena inferiore ai limiti (risulta maggiore rispetto al vecchio limite previsto per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi).
Riguardo ai valori delle singole analisi, la dispersione risulta molto variabile da categoria a categoria ed i massimi paragonabili a quelli precedentemente registrati ma leggermente inferiori; i singoli superamenti appartengono alle stesse categorie di rifiuto viste in precedenza ma avvengono con minor frequenza:

- in ingresso:
  - 3 su 17 per il rifiuto 060503
  - 1 su 61 del rifiuto 120114*
  - 2 su 31 del rifiuto 120115
- in uscita:
  - 1 su 7 del rifiuto 191211*

Si può notare come l'innalzamento del limite previsto per le discariche di rifiuti non pericolosi comporti l'idoneità per molti campioni in uscita appartenenti al rifiuto 190305, prima esclusi.
L'applicazione dei nuovi limiti al primo gruppo di analisi determinerebbe un numero ed una tipologia di superamenti analoga a quella descritta nelle seconde; infatti, la differenza nel numero di campioni eccedenti il limite deriva solamente dalla modifica dello stesso.

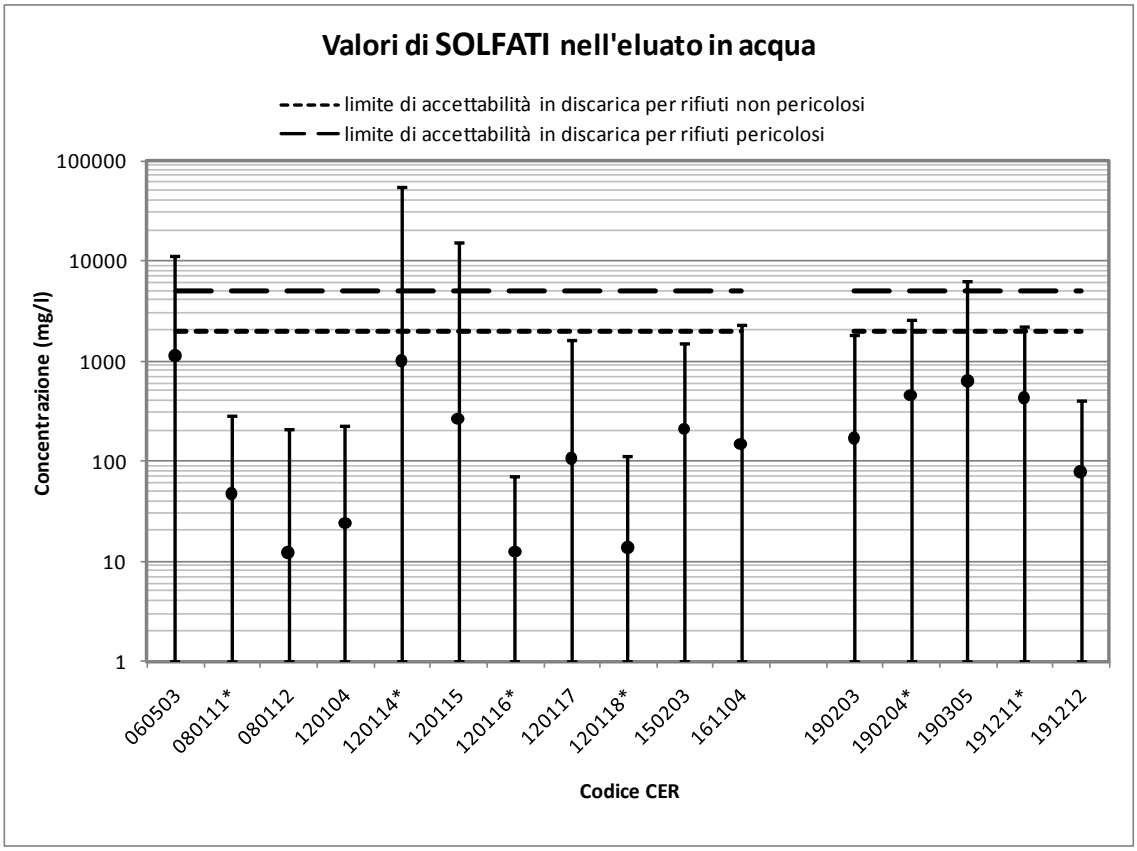


GRAFICO 4.46 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SOLFATI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

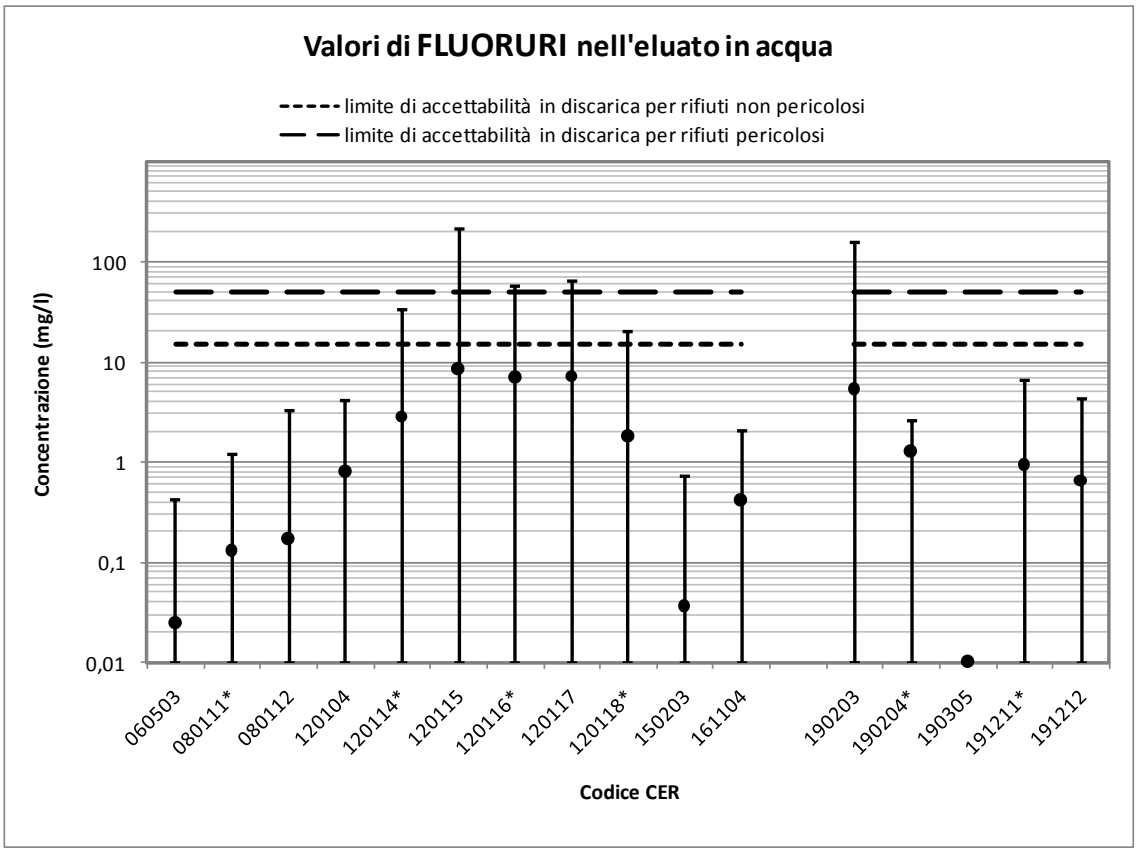


GRAFICO 4.47 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI SOLFATI NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.21. DOC

La normativa vigente prevede un limite unico sul DOC, pari a 100 mg/l; questo coincide con il precedente limite previsto per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi, mentre il limite per quelle di rifiuti non pericolose era pari a 80 mg/l.

La variazione dei limiti non influisce comunque sul fatto che il DOC sia un parametro altamente critico; infatti, in tutti e due i gruppi di analisi, il valore medio di quasi tutte le categorie, in ingresso ed in uscita, risulta dell'ordine delle centinaia di mg/l, quindi non accettabile in nessun tipo di discarica.
Solamente una tipologia di rifiuto, il 161104 (*altri rivestimenti e materiali refrattari provenienti dalle lavorazioni metallurgiche, diversi da quelli di cui alla voce 16 11 03*), non mostra problemi riguardo al DOC, in quanto sia la concentrazione media sia quella massima sono inferiori ai limiti.

Prendendo in esame i singoli valori delle varie categorie, si nota come questi siano notevolmente dispersi, quasi tutti coprenti quasi 3 ordini di grandezza; in aggiunta, il valore massimo è nella quasi totalità dei casi molto maggiore rispetto ai limiti.

Considerando i superamenti del limite di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi, unitamente per le analisi pre e post decreto, le tipologie di rifiuto più critiche sono le seguenti:

- in ingresso:
  - 080112: 107 campioni su 138
  - 1201114*: 93 campioni su 128
  - 1201115: 79 campioni su 148
  - 1201118*: 33 campioni su 42
- in uscita:
  - 190305: 148 campioni su 240
  - 191212: 32 campioni su 43

Superamenti si hanno comunque su praticamente ogni tipologia di rifiuto:

- in ingresso:
  - 060503: 11 campioni su 61
  - 080111*: 17 campioni su 24
  - 120104: 16 campioni su 22
  - 1201116*: 13 campioni su 52
  - 1201117: 13 campioni su 57
  - 150203: 22 campioni su 33
- in uscita:
  - 190203: 39 campioni su 142
  - 190204*: 8 campioni su 17
  - 191211*: 11 campioni su 15

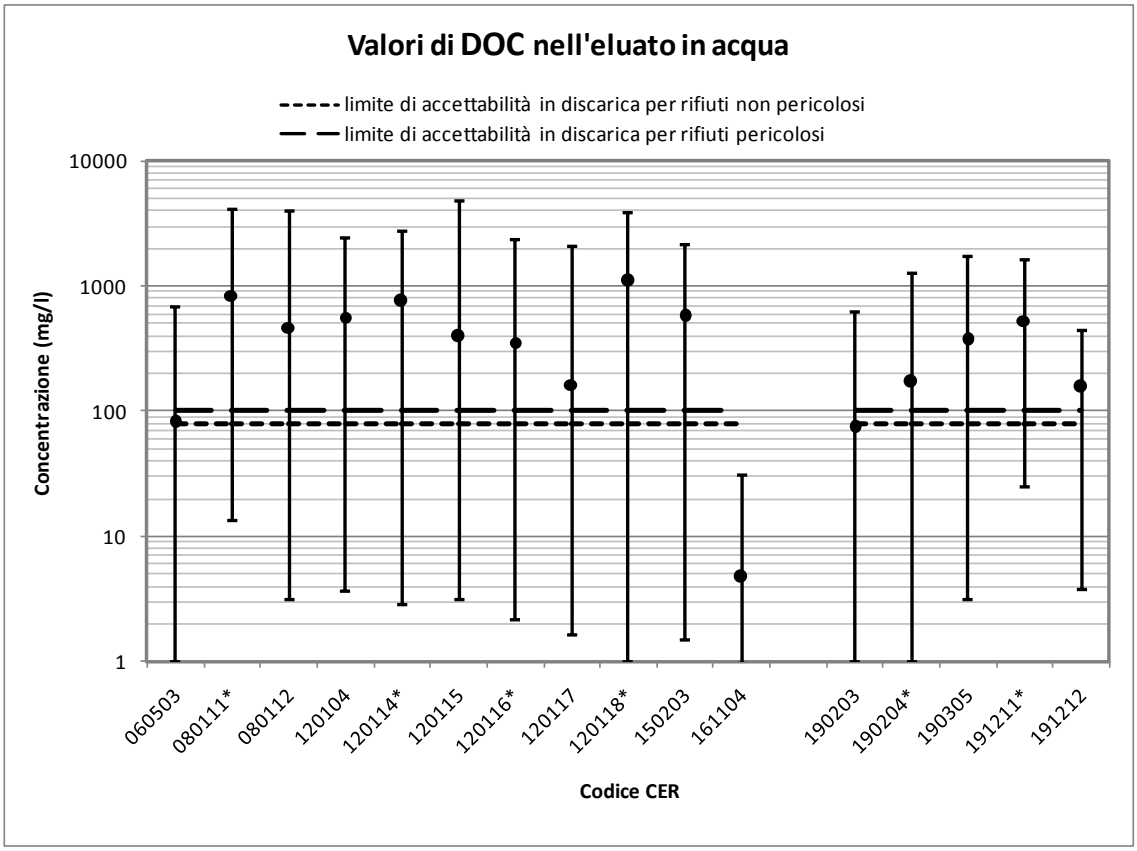


GRAFICO 4.48 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI DOC NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

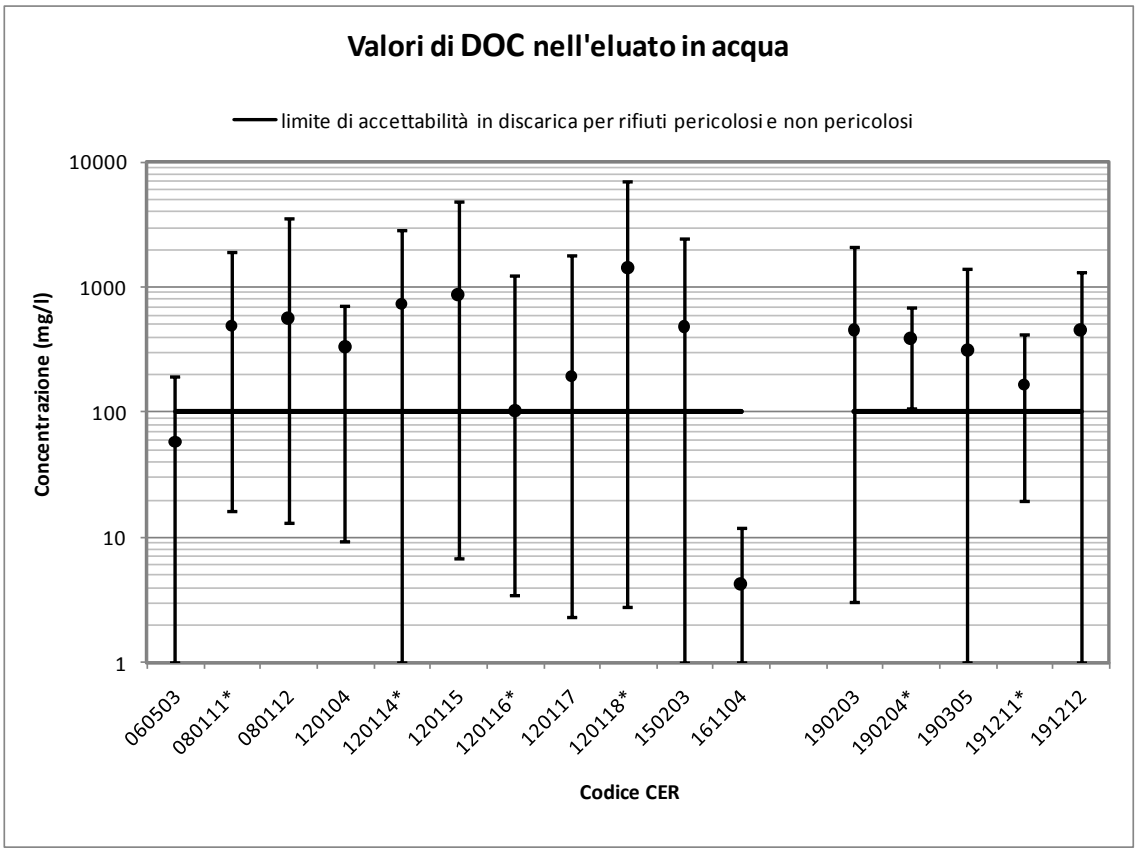


GRAFICO 4.49 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI DOC NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

4.2.3.22. TDS

Analogamente a quanto accaduto per il DOC, anche i limiti sui TDS sono stati unificati, adottando il precedente limite previsto per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi, pari a 10.000 mg/l; precedentemente, il limite per quelle di rifiuti non pericolose era fissato a 80 mg/l.

Si tratteranno i rifiuti in generale, non suddividendo entrate ed uscite, in quanto non presentano notevoli diversità nella distribuzione dei valori, se non il fatto che quelli in uscita risultano leggermente superiori.

Le analisi pre e post decreto forniscono risultati molto simili; in entrambi i casi infatti i valori medi sono fluttuanti in una fascia compresa tra i 100 mg/ e i 5.000 mg/l, non andando quindi ad oltrepassare il limite. I rifiuti più a rischio risultano essere il 060503, per quelli in entrata, e quelli della categoria 19, cioè le uscite dall'impianto, soprattutto nel secondo gruppo di analisi.

Considerando la distribuzione dei singoli valori di ogni tipologia è possibile osservare come vi sia una distribuzione mediamente equamente distribuita tra i due ed i tre ordini di grandezza.
Riferendoci al limite massimo di accettabilità in una discarica, le tipologie di rifiuto per cui si riscontrano superamenti sono analoghe nell'uno e nell'altro gruppo di analisi:

- rifiuti in entrata:
  - 060503 (4 campioni su 40 nelle analisi pre DM 2010, 3 su 18 nelle successive);
  - 120114* (3 campioni su 64 nelle analisi post DM 2010);
  - 120115 (3 campioni su 87 nelle analisi pre DM 2010, 3 su 32 nelle successive);
  - 120117 (1 campione su 36 nelle analisi pre DM 2010, 1 su 21 nelle successive);
- rifiuti in uscita:
  - 190305 (8 campioni su 162 nelle analisi pre DM 2010, 1 su 36 nelle successive);
  - 191211* (1 campione su 7 nelle analisi post DM 2010).

Tutti i rifiuti del suddetto elenco presentano comunque qualche superamento del limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi riguardo al primo gruppo di analisi, campioni che con il nuovo limite sarebbero idonei.
La variazione del di questo limite non incide comunque profondamente sulle valutazione generali riguardo questo parametro.

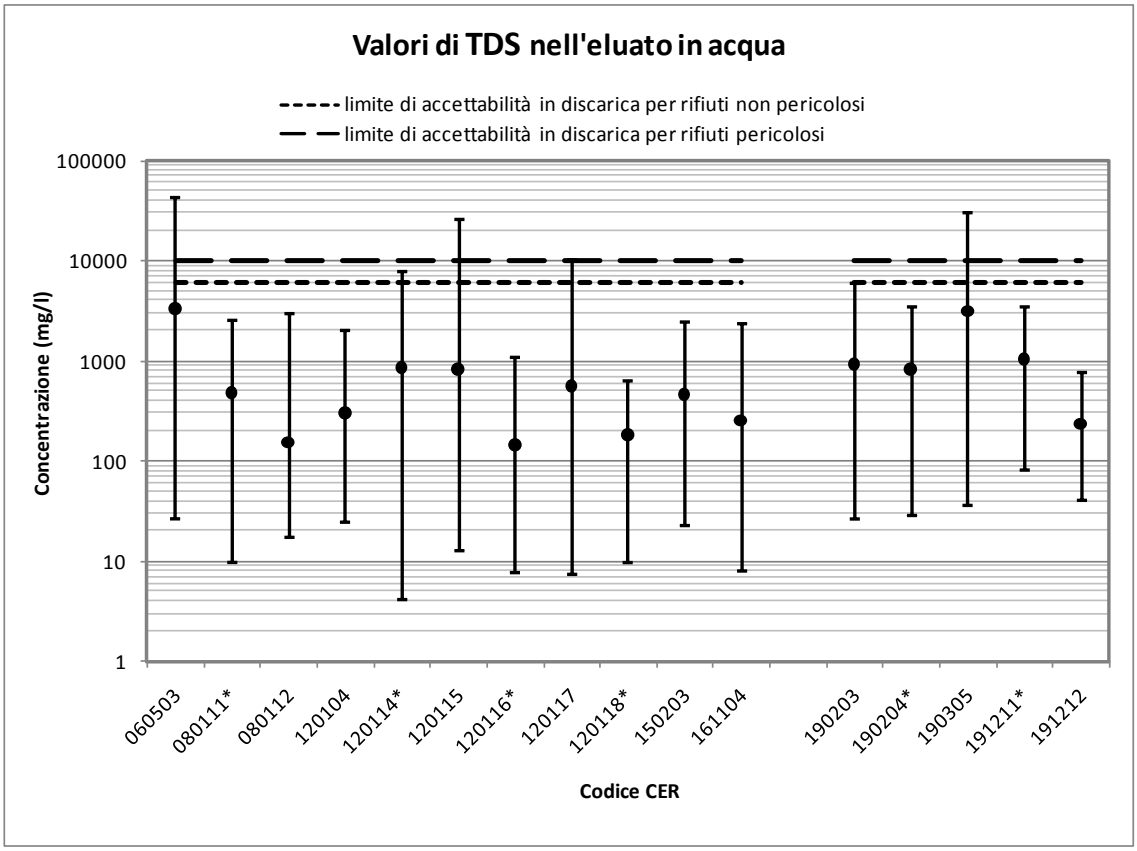


GRAFICO 4.50 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI TDS NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 03/08/2005

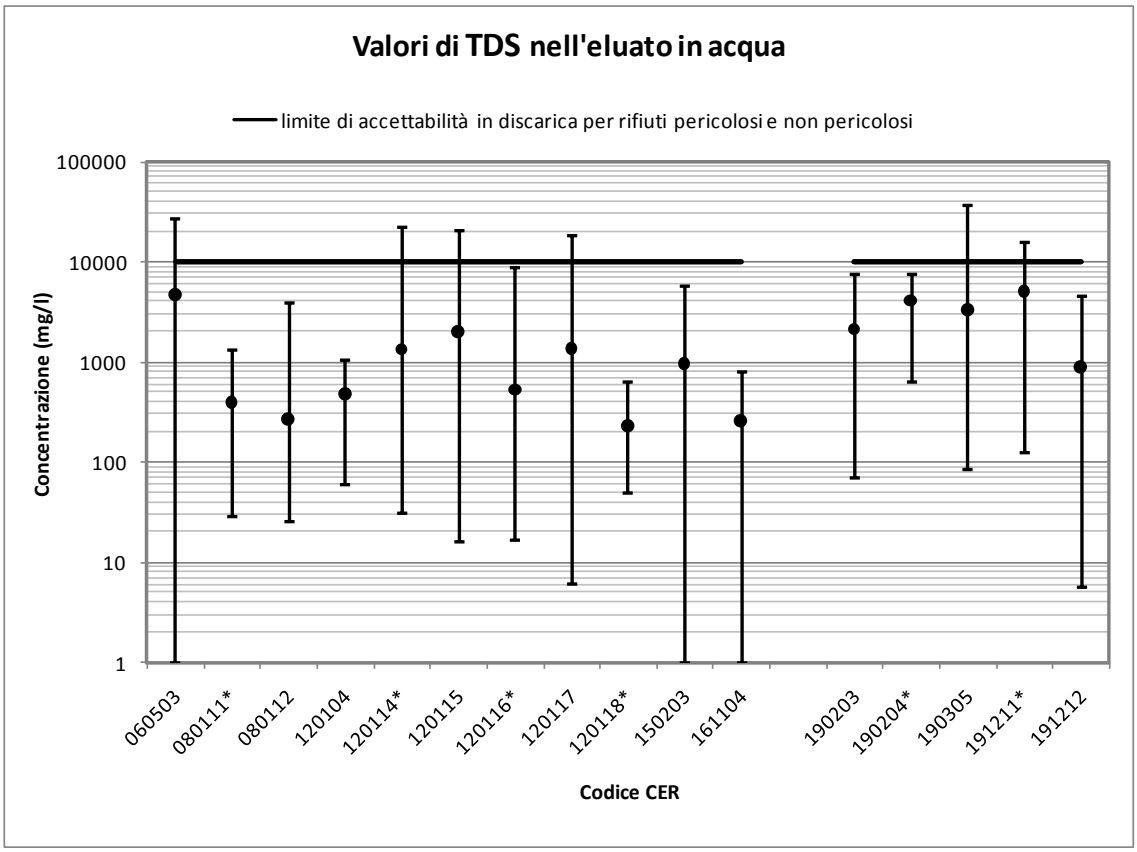


GRAFICO 4.51 - CONCENTRAZIONI MEDIE, MINIME E MASSIME DI TDS NELL'ELUATO IN ACQUA E VALORI LIMITE PER IL CONFERIMENTO IN DISCARICHE PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E RIFIUTI PERICOLOSI SECONDO IL DM 27/09/2010

5. Materiali e metodi

Sommario

5.1. Obiettivo della sperimentazione 9

5.2. Rifiuti trattati 10

5.2.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1] 10
5.2.2. Rifiuto CER 100207* [n.2] 11
5.2.3. Rifiuto CER 101115* [n.3] 12
5.2.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4] 13
5.2.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 14

5.3. Gli additivi 15

5.3.1. Le vernici in polvere 15
5.3.2. Il contaminante: molibdato di potassio 16
5.3.3. I leganti idraulici 17
5.3.3.1. Leganti principali 17
5.3.3.1.1. Cemento portland 17
5.3.3.1.2. Cemento ferrrico pozzolanico 18
5.3.3.2. Leganti secondari: la calce 20
5.3.3.3. Reagenti secondari: il silicato di sodio 20

5.4. Procedura sperimentale 21

5.4.1. Caratterizzazione dei rifiuti e della vernice 21
5.4.2. Prove mediante vernici in polvere 22
5.4.2.1. Prove preliminari 24
5.4.2.1.1. Prove di polimerizzazione della vernice 24
5.4.2.1.2. Scelta del materiale del contenitore 25
5.4.2.1.3. Determinazione ciclo di cottura 26
5.4.2.2. Prove dinamiche 28
5.4.2.2.1. Preparazione e trattamento dei campioni 29
5.4.2.2.2. Contaminazione delle matrici 30
5.4.2.2.2.1. Calcolo della quantità di sale necessaria 30
5.4.2.2.2.2. Procedura di aggiunta del sale 30

5.4.2.2.3. Analisi qualitativa 31
5.4.2.2.4. Analisi quantitativa (secondo la norma UNI EN 12457-2) 31
5.4.3. Prove mediante tecniche convenzionali 33
5.4.3.1. Preparazione del campione 33
5.4.3.1.1. Calcolo della quantità di silicato necessaria 34
5.4.3.2. Analisi quantitativa 35

5.5. Prove dinamiche vernici 36

5.5.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1] 36
5.5.1.1. Parametri indagati 36
5.5.1.2. Prove qualitative 36
5.5.1.3. Prove quantitative 40
5.5.2. Rifiuto CER 100207* [n.2] 41
5.5.2.1. Parametri indagati 41
5.5.2.2. Prove qualitative 41
5.5.2.3. Prove quantitative 43
5.5.3. Rifiuto CER 101115* [n.3] 44
5.5.3.1. Parametri indagati 44
5.5.3.2. Prove qualitative 44
5.5.3.3. Prove quantitative 45
5.5.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4] 46
5.5.4.1. Parametri indagati 46
5.5.4.2. Prove qualitative 46
5.5.4.3. Prove quantitative 50
5.5.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 51
5.5.5.1. Parametri indagati 51
5.5.5.2. Prove qualitative 51
5.5.5.3. Prove quantitative 52

5.6. Prove mediante tecniche convenzionale 53

5.6.1. Rifiuto CER 100207* [n.2] 53
5.6.2. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 56

5.7. Strumentazione e metodiche analitiche utilizzate 57

5.7.1. Processo di polimerizzazione 57

5.7.1.1. Stufa 57

5.7.1.2. Sistema di agitazione 57

5.7.1.2.1. Motori vibranti 59

5.7.1.2.1.1. Sistema elettrico 59

5.7.1.2.1.2. Sistema pneumatico 60

5.7.2. Test di eluizione 62

5.7.3. Analisi campioni 63

5.7.3.1. Metodiche certificate 63

5.7.4. Strumentazione analitica 65

5.8. Bibliografia 66

Indice delle tabelle

TABELLA 5.1 - ANALISI SUL CEMENTO PORTLAND SOLIDO NON MATURATO E DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE 18
TABELLA 5.2 - ANALISI SULL'ELUATO DEL CEMENTO PORTLAND DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE..... 18
TABELLA 5.3 - ANALISI SUL CEMENTO FERRICO POZZOLANICO SOLIDO NON MATURATO E DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE 19
TABELLA 5.4 - ANALISI SULL'ELUATO DEL CEMENTO FERRICO POZZOLANICO DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE..... 19
TABELLA 5.5 - CRITERI DI VALUTAZIONE VISIVA DEI CAMPIONI TRATTATI 31
TABELLA 5.6 - ANALISI SULL'ELUATO DELL'ACQUA DEMINERALIZZATA..... 32
TABELLA 5.7 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - PROVE AD AMPIO SPETTRO..... 37
TABELLA 5.8 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 60')..... 37
TABELLA 5.9 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 15')..... 37
TABELLA 5.10 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 30')..... 38
TABELLA 5.11 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 90')..... 38
TABELLA 5.12 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 38
TABELLA 5.13 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 90°C)..... 39
TABELLA 5.14 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 110°C)..... 39
TABELLA 5.15 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ 39
TABELLA 5.16 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ (CON AGGIUNTA MOLIBDENO)..... 39
TABELLA 5.17 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 40
TABELLA 5.18 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 CONTAMINATO 40
TABELLA 5.19 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - PROVE AD AMPIO SPETTRO..... 41
TABELLA 5.20 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ 42
TABELLA 5.21 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA..... 42
TABELLA 5.22 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TEMPO DI TRATTAMENTO 42
TABELLA 5.23 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 42
TABELLA 5.24 - PROVE QUANTATIVE RIFIUTO 2 CONTAMINATO..... 43
TABELLA 5.25 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - PROVE AD AMPIO SPETTRO..... 44
TABELLA 5.26 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 1 45
TABELLA 5.27 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 4 45
TABELLA 5.28 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON NACL 45
TABELLA 5.29 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE ELETTRICO..... 46
TABELLA 5.30 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE PNEUMATICO 48
TABELLA 5.31 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE CON PERCENTUALI DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI..... 48
TABELLA 5.32 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA..... 48
TABELLA 5.33 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TRATTAMENTO DI COTTURA 49
TABELLA 5.34 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'ORDINE DI MISCELAZIONE..... 49
TABELLA 5.35 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA GRANULOMETRIA DEL RIFIUTO..... 49
TABELLA 5.36 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ 50
TABELLA 5.37 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA QUANTITÀ DI CAMPIONE TRATTATO..... 50
TABELLA 5.38 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 50
TABELLA 5.39 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI VERNICE VARIABILE..... 51
TABELLA 5.40 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI..... 52
TABELLA 5.41 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ 52
TABELLA 5.42 - PROVE CON I CEMENTI SUL RIFIUTO 2 54
TABELLA 5.43 - PROVE CON I CEMENTI SUL RIFIUTO 5 56
TABELLA 5.44- STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LE ANALISI QUANTITATIVE 63
TABELLA 5.45 - METODICHE ANALITICHE (TAL QUALE) 63
TABELLA 5.46 - METODICHE ANALITICHE (ELUATO)..... 65

Indice delle figure

FIGURA 5.1 - RIFIUTO N. 1: CER 120104* (OTTONE) 10
FIGURA 5.2 - RIFIUTO N. 2: CER 100207* 11
FIGURA 5.3 - RIFIUTO N. 3: CER 10115* 12
FIGURA 5.4 - RIFIUTO N. 4: CER 120104* (FANGO) 13
FIGURA 5.5 - RIFIUTO ESSICCATO N. 4: CER 120104* (FANGO) 13
FIGURA 5.6 - RIFIUTO N. 5: CER 120104* (MISTO) 14
FIGURA 5.7 - VERNICE IN POLVERE DI SCARTO 15
FIGURA 5.8 - PRODOTTO NON ADATTO DERIVANTE DA UN TRATTAMENTO STATICO 22
FIGURA 5.9 - PRODOTTO OTTIMALE DERIVANTE DA UN TRATTAMENTO DINAMICO 23
FIGURA 5.10 - PARAMETRI IMPLICATI NEL TRATTAMENTO CON VERNICI IN POLVERE DI SCARTO 24
FIGURA 5.11 - LISCIVIAZIONE DAL RIFIUTO SOLIDIFICATO IN FUNZIONE DEL CONTENUTO DI SILICATO (CONNER, 1990) ... 34
FIGURA 5.12 - SCHEMA DEL SISTEMA UTILIZZATO PER IL TRATTAMENTO 58
FIGURA 5.13 - VIBRATORE ELETTRICO 59
FIGURA 5.14 - VIBRATORE PNEUMATICO 60
FIGURA 5.15 - CARATTERISTICHE TECNICHE VIBRATORE PNEUMATICO OR 65 61
FIGURA 5.16 - SISTEMA DI AGITAZIONE ROTAX 6.8 MODIFICATO 62

5.1. Obiettivo della sperimentazione

La sperimentazione ha avuto l'obiettivo di testare l'efficacia di alcuni materiali alternativi nell'ambito dell'inertizzazione di rifiuti industriali. In particolare, è stata valutata la possibilità di impiego delle vernici di scarto in tale processo.
L'eventuale applicabilità di tale metodologia permetterebbe lo sviluppo di un metodo di inertizzazione alternativo, nonché il raggiungimento di importanti vantaggi derivanti da un trattamento che sfrutta altri rifiuti come reagenti stabilizzanti e che permette di smaltire in modo più agevole rifiuti come le vernici per i quali è possibile incontrare difficoltà in fase di collocazione finale a causa della loro natura polverulenta.
Le prove sono state effettuate su tipologie di rifiuto largamente presenti presso l'impianto di trattamento della ditta Vallesabbia Servizi di Agnosine (BS), aventi caratteristiche fisiche e soprattutto chimiche su cui le normali tecniche di inertizzazione non hanno pieno successo; in particolare, l'attenzione si è focalizzata su un elemento quale il molibdeno, molto critico in quanto associato a limiti normativi molto restrittivi.

Per una miglior valutazione globale dei risultati ottenuti, una seconda fase della sperimentazione è stata indirizzata ad un confronto con quelli derivanti da un processo di inertizzazione più convenzionale, andando quindi a trattare la stessa matrice anche con alcune tipologie di cemento, eventualmente addittivate con altri reagenti.

L'attività sperimentale è stata condotta in due laboratori appositamente allestiti l'uno presso l'ITIS "B. Castelli" di Brescia e l'altro a Ome.
Le analisi quantitative sono state effettuate presso Ambiente Ricerche, laboratorio associato all'impianto di trattamento sopra citato.

5.2. Rifiuti trattati

I rifiuti utilizzati durante la sperimentazione sono stati forniti direttamente dell'impianto stesso in funzione delle loro caratteristiche chimiche critiche e della difficoltà di applicarvi un trattamento convenzionale efficace.
Su tutti è stata l'analisi qualitativa sia sul rifiuto solido tal quale sia sul relativo eluato in acqua, al fine di determinarne le criticità presenti.

A seguire è presentata una breve descrizione dei rifiuti utilizzati.

5.2.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1]

Il rifiuto CER 120114* (*fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose*), per semplicità richiamato nelle prove come "rifiuto n. 1", è costituito da residui derivanti dal processo di spazzolatura dei metalli; in particolare, questo riguarda la lucidatura di superfici in ottone, con la conseguente presenza di un elevatissimo contenuto dei metalli che formano questa lega, il rame e lo zinco.
Il rifiuto si presenta visivamente molto eterogeneo; è costituito sia da particelle polverulente sia da ammassi di residui fibrosi. Per poter effettuare le prove, è stato sfibrato e frantumato in modo da avere una struttura fisica omogenea, risultata simile ad un terriccio grossolano (figura 5.1). Inoltre, risulta praticamente privo di umidità.
Dal punto di vista della composizione, il rifiuto tal quale è ricco di inquinanti sia inorganici (i metalli lucidati) sia organici (lubrificanti e lucidanti utilizzati, peli e i residui delle spazzole lucidatrici ecc...).

FIGURA 5.1 - RIFIUTO N. 1: CER 120104* (OTTONE)

5.2.2. Rifiuto CER 100207* [n.2]

Il rifiuto CER 100207* (*rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose*), denominato "rifiuto n. 2" durante la sperimentazione, è composto da polveri di abbattimento dei fumi derivanti da processi industriali metallurgici.
Questa tipologia di rifiuto si presenta tipicamente una notevole quantità di ossidi metalli, quali per esempio quelli di alluminio, ferro o magnesio, ed una limitata presenza di sostanza organica. Essendo il rifiuto una miscela di queste polveri, i metalli presenti sono abbastanza eterogenei, rendendone difficile l'associazione ad una precisa provenienza. Inoltre, risulta secco e praticamente privo di sostanza organica. Visivamente si presentano come polveri bruno-nerastre di dimensioni omogenee anche se talvolta compattate in blocchi, facilmente disgregati prima di ogni trattamento per assicurare l'omogeneità del rifiuto (figura 5.2).

FIGURA 5.2 - RIFIUTO N. 2: CER 100207*

5.2.3. Rifiuto CER 101115* [n.3]

Il rifiuto CER 101115* (*rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose*), richiamato nelle prove come "rifiuto n. 3", è composto da particelle solide derivanti dal trattamento dei fumi; a differenza del precedente, queste polveri non sono solo state filtrate ma hanno subito anche una o più fasi di lavorazione. In particolare, questo rifiuto è prodotto dalla filiera del vetro.
Fisicamente si presenta come una polvere bianca, uniforme ed inodore (figura 5.3); ha una percentuale di umidità pressoché nulla ma possiede una spiccata tendenza ad assorbire l'acqua formando una pasta viscosa.
Caratteristica peculiare del campione è la presenza naturale di una notevole quantità di molibdeno, cosicché si possa indagare sullo stesso senza doverlo aggiungere appositamente.

FIGURA 5.3 - RIFIUTO N. 3: CER 10115*

5.2.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4]

Il rifiuto CER 120114* (*fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose*), successivamente chiamato "rifiuto n. 4" è una miscela di fanghi di lavorazione provenienti principalmente da lavorazioni sui metalli.
Il rifiuto si presenta visivamente molto eterogeneo; è costituito prevalentemente da blocchi di natura fangosa di colore bruno-grigiastro ma non manca una consistente percentuale di particelle polverulente (figura 5.4). Tramite essiccazione (figura 5.5) di 10 campioni da 50 grammi di rifiuto, è stata valutata l'umidità media dello stesso, risultata pari al 27%.
All'olfatto presenta un odore molto pungente.

FIGURA 5.4 - RIFIUTO N. 4: CER 120104* (FANGO)

FIGURA 5.5 - RIFIUTO ESSICCATO N. 4: CER 120104* (FANGO)

5.2.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

Il rifiuto CER 120114* (*fanghi di lavorazione, contenenti sostanze pericolose*), in seguito denominato "rifiuto n.5", è costituito da residui derivanti dal processo di spazzolatura dei metalli; non è possibile associare in questo caso il rifiuto alla lavorazione di un metallo specifico in quanto è composto da residui molto eterogenei provenienti da lavorazioni differenti su substrati di varia natura; in base all'esperienza, si può comunque supporre una prevalenza di rame e zinco associati a processi inerenti l'ottone. Questa tipologia di rifiuto presenta in ogni caso una considerevole concentrazione sia di sostanza inorganica sia di quella organica.
Visivamente è molto eterogeneo, composto infatti da residui di polveri finissime impaccate e materiale a granulometria minima derivanti sia dal metallo sia dal materiale abrasivo, da componenti fibrose e anche da residui di nastri abrasivi e corde (figura 5.6). Tale composizione ha richiesto un'accurata omogeneizzazione manuale dl rifiuto prima di sottoporlo ad analisi e/o trattamento.

FIGURA 5.6 - RIFIUTO N. 5: CER 120104* (MISTO)

5.3. Gli additivi

5.3.1. Le vernici in polvere

I campioni di vernice in polvere utilizzati derivano dai residui della verniciatura a polvere, aventi quindi codice CER 080112. È necessario sottolineare come questa attività sia svolta principalmente per conto terzi, e quindi caratterizzata dall'utilizzo di diverse tipologie di vernici nella stessa cabina di verniciatura con conseguente miscelazione degli scarti prima dello smaltimento (figura 5.7); per tale motivo risulta complicato associare i campioni ad una precisa natura polimerica.

La miscela di vernici di scarto utilizzata è stata fornita dalla ditta VERN. Anche se non è possibile determinare le quantità delle varie tipologie presenti nella stessa, si riportano le principali caratteristiche delle vernici utilizzate presso la ditta:

- vernice rossa a base poliestere priva di TGIC, densità 1,2-1,7 g/cm3, adatta per finiture sia esterne che interne;
- vernice oro metallizzato a base epossipoliestere, densità 1,711 kg/l; contiene ossido di ferro monoidrato (concentrazione 6-7%), bario solfato (30-32,5%) e rame elettrolitico (5-6%);
- vernice grigia a base poliestere, densità 1,438 kg/l; contiene idrossido di alluminio (5-6 %), biossido di titanio (10,5-12%) e bario solfato (21-22,5%);
- vernice nera opaca a base epossidica, densità 1,463 kg/l; contiene sale di(fenilimidazolina) dell'acido piromellitico (2-2,5%) e calcio carbonato (32,5-35%).

La vernice rossa a base poliestere priva di TGIC risulta comunque essere la tipologia nettamente predominante.

FIGURA 5.7 - VERNICE IN POLVERE DI SCARTO

5.3.2. Il contaminante: molibdato di potassio

Alcune prove sono state effettuate per indagare gli effetti delle varie tecniche di inertizzazione su un contaminante critico quale il molibdeno. A tale scopo, i campioni sono stati contaminati con una quantità nota dello stesso tramite dosatura di molibdato di potassio (K_2MoO_4), CAS n. 13446-49-6; in particolare, è stato adoperato quello con purezza del 98% della ditta Sigma Aldrich, in confezione da 100 g, lotto n. #5703THV.
Essendo quest'ultimo altamente solubile, nel caso il molibdeno non sia immobilizzato da nessun agente, lo si ritroverebbe totalmente nell'analisi dell'eluato del campione.
Per un adeguato dosaggio, il molibdato è stato posto in stufa a 105°C ± 5°C per 1 ora in modo da eliminare l'eventuale umidità, dovuta alla sua elevata igroscopia.
Le limitate dosi in massa necessarie per la contaminazione di ciascun campione, hanno reso necessario il dosaggio di molibdeno attraverso una soluzione in acqua distillata.
La procedura di contaminazione del rifiuto è illustrata nei prossimi paragrafi.

5.3.3. I leganti idraulici

A confronto di una tecnica innovativa quale l'utilizzo delle vernici in polvere, sono state effettuate prove convenzionali mediante leganti idraulici; la scelta della tipologia da utilizzare si è basata sulle indicazioni derivanti da uno studio precedente sull'inertizzazione del molibdeno tramite differenti matrici cementizie. (Lonati, 2011).
La sperimentazione è avvenuta contaminando appositamente un campione di sabbia per poi trattarlo secondo tipologie, combinazioni e percentuali di leganti differenti, nonché in funzione di diversi tempi di maturazione.
In particolare, sono stati impiegate le seguenti tipologie di cemento:

- Cemento Portland (CEM I)
- Cemento pozzolanico (CEM IV/B)
- Cemento ferrico pozzolanico (CEM IV/A)
- Cemento Portland alla loppa(CEM II/S)

5.3.3.1. Leganti principali

La sperimentazione in atto è stata condotta usufruendo dei leganti che hanno fornito i risultati migliori, il cemento Portland (CEM I) e quello ferrico pozzolanico (CEM IV/B), eventualmente con l'aggiunta di calce o silicato di sodio in percentuali variabili.
Si riporta nei paragrafi successivi la caratterizzazione dei due cementi, effettuata durante la precedente sperimentazione. (Lonati, 2011)

5.3.3.1.1. Cemento portland

Il cemento Portland è costituito per il 95-100% da clinker e per lo 0-5% da costituenti secondari. Il prodotto utilizzato per le prove è lo stesso utilizzato nell'impianto di "VallesabbiaServizi" per il trattamento di inertizzazione.

Sul materiale solido non maturato asciutto e su quello fatto maturare 2 giorni a seguito dell'aggiunta di acqua in misura di circa l'80% in peso, è stata effettuata l'analisi dei metalli e di Ca, K, Mg, Na.
L'analisi è stata effettuata su 3 campioni differenti (A,B,C) a causa della possibile eterogeneità del prodotto.

Per valutare eventuale rilascio di contaminante, il cemento Portland maturato 2 giorni è stato sottoposto a prova di lisciviazione, seguendo la stessa procedura di preparazione eseguita per la matrice contaminata inertizzata. Il rilascio di molibdeno, così come quello di cromo e ferro, si attesta attorno agli 0,1 mg/l.
Il bario fa registrare il valore più alto di rilascio pari a 0,5 mg/l, seguito dal'allumino a 0,2 mg/l.

Si riportano nelle tabelle successive (5.1 e 5.2) le analisi effettuate sul solido tal quale e sull'eluato.

TABELLA 5.1 - ANALISI SUL CEMENTO PORTLAND SOLIDO NON MATURATO E DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE SUL SOLIDO non mat.	VALORE SUL SOLIDO mat. 2 gg
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE			
TAL QUALE	Alluminio (come Al)	ppm (mg/kg)	19331	18848
TAL QUALE	Arsenico (come As)	ppm (mg/kg)	1,953	1,683
TAL QUALE	Boro (come B)	ppm (mg/kg)	43,60	42,50
TAL QUALE	Bario (come Ba)	ppm (mg/kg)	52,98	51,07
TAL QUALE	Cadmio (come Cd)	ppm (mg/kg)	0,179	0,137
TAL QUALE	Cobalto (come Co)	ppm (mg/kg)	1,042	0,871
TAL QUALE	Cromo Totale (come Cr)	ppm (mg/kg)	70,38	65,34
TAL QUALE	Rame (come Cu)	ppm (mg/kg)	187,8	181,1
TAL QUALE	Ferro (come Fe)	ppm (mg/kg)	5816	5742
TAL QUALE	Mercurio (come Hg)	ppm (mg/kg)	1,02	1,043
TAL QUALE	Manganese (come Mn)	ppm (mg/kg)	326,6	312,9
TAL QUALE	Molibdeno (come Mo)	ppm (mg/kg)	4,482	4,175
TAL QUALE	Nichel (come Ni)	ppm (mg/kg)	44,81	46,3
TAL QUALE	Piombo (come Pb)	ppm (mg/kg)	16,34	15,24
TAL QUALE	Antimonio (come Sb)	ppm (mg/kg)	3,638	3,518
TAL QUALE	Selenio (come Se)	ppm (mg/kg)	0,436	0,761
TAL QUALE	Silicio (come Si)	ppm (mg/kg)	402,4	335,2
TAL QUALE	Zinco (come Zn)	ppm (mg/kg)	122,6	117,7
TAL QUALE	Calcio (Ca)	ppm (mg/kg)	308908	297608
TAL QUALE	Potassio (K)	ppm (mg/kg)	398,2	357,7
TAL QUALE	Magnesio (Mg)	ppm (mg/kg)	16434	15848
TAL QUALE	Sodio (Na)	ppm (mg/kg)	8769	7898

TABELLA 5.2 - ANALISI SULL'ELUATO DEL CEMENTO PORTLAND DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,282
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,517
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	0,104
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,013
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l	0,098
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l	
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,110
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	0,006
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	< 0,01

5.3.3.1.2. Cemento ferrrico pozzolanico

Il cemento ferrico pozzolanico utilizzato è, per le caratteristiche di tipo comune, un cemento pozzolanico tipo IV/A (P) ad alta resistenza normalizzata. Tale prodotto è inoltre classificato, secondo le norme UNI 9156, "ad Altissima Resistenza ai Solfati".
Contiene, conformemente alla composizione prescritta dalla norma UNI EN 197-1 e dalla norma UNI 9156, il 65-89 % di clinker a bassissimo contenuto di alluminato tricalcico, mentre la restante parte è costituita da pozzolana naturale (P) e da eventuali costituenti secondari. Il requisiti richiesto dalla norma UNI 9156 è che l'alluminato tricalcico sia in misura minore del 3,5%.
Questo composto chimico, a contatto con acque solfatiche o seleniose, reagisce formando il solfoalluminato di calcio che provoca fenomeni espansivi che provoca fessurazioni e rotture.
Il prodotto utilizzato contiene pozzolana naturale (11-35%) che non solo accresce la resistenza ai solfati, ma conferisce al prodotto un'alta resistenza alle azioni solubilizzanti di acque pure e alle aggressioni di acque carboniche ed acide.

La maggior finezza di questo cemento rispetto ad altri di pari classe determina una maggiore velocità di idratazione e la formazione di aggregati più compatti e meno permeabili.

Sul materiale solido non maturato asciutto e su quello fatto maturare 2 giorni a seguito dell'aggiunta di acqua in misura di circa l'80% in peso, è stata effettuata l'analisi dei metalli e di Ca, K, Mg, Na.
L'analisi è stata effettuata su 3 campioni differenti (A,B,C) a causa della possibile eterogeneità del prodotto.

Per valutare eventuale rilascio di contaminante, il cemento pozzolanico maturato 2 giorni è stato sottoposto a prova di lisciviazione. Il rilascio di molibdeno si attesta sui 0,17 mg/l; cromo e alluminio superano gli 0,10 mg/l ed il ferro gli 0,2 mg/l. Il valore più alto è ancora quello del bario che è pari a 1,08 mg/l.

Si riportano nelle tabelle successive (5.3 e 5.4) le analisi effettuate sul solido tal quale e sull'eluato.

TABELLA 5.3 - ANALISI SUL CEMENTO FERRICO POZZOLANICO SOLIDO NON MATURATO E DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE SUL SOLIDO non mat.	VALORE SUL SOLIDO mat. 2 gg
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE			
TAL QUALE	Alluminio (come Al)	ppm (mg/kg)	16104	15400
TAL QUALE	Arsenico (come As)	ppm (mg/kg)	48,84	46,33
TAL QUALE	Boro (come B)	ppm (mg/kg)	59,01	54,79
TAL QUALE	Bario (come Ba)	ppm (mg/kg)	112,4	106,6
TAL QUALE	Cadmio (come Cd)	ppm (mg/kg)	0,029	0,137
TAL QUALE	Cobalto (come Co)	ppm (mg/kg)	< 0,001	< 0,001
TAL QUALE	Cromo Totale (come Cr)	ppm (mg/kg)	80,49	75,47
TAL QUALE	Rame (come Cu)	ppm (mg/kg)	478,4	450,5
TAL QUALE	Ferro (come Fe)	ppm (mg/kg)	33309	31467
TAL QUALE	Mercurio (come Hg)	ppm (mg/kg)	1,057	1,045
TAL QUALE	Manganese (come Mn)	ppm (mg/kg)	327,4	308,5
TAL QUALE	Molibdeno (come Mo)	ppm (mg/kg)	63,76	60,73
TAL QUALE	Nichel (come Ni)	ppm (mg/kg)	55,17	58,86
TAL QUALE	Piombo (come Pb)	ppm (mg/kg)	14,53	15,37
TAL QUALE	Antimonio (come Sb)	ppm (mg/kg)	9,641	11,52
TAL QUALE	Selenio (come Se)	ppm (mg/kg)	0,301	0,113
TAL QUALE	Silicio (come Si)	ppm (mg/kg)	525,4	370
TAL QUALE	Zinco (come Zn)	ppm (mg/kg)	366,9	370,1
TAL QUALE	Calcio (Ca)	ppm (mg/kg)	315039	302223
TAL QUALE	Potassio (K)	ppm (mg/kg)	578,6	553
TAL QUALE	Magnesio (Mg)	ppm (mg/kg)	19162	18401
TAL QUALE	Sodio (Na)	ppm (mg/kg)	11047	10230

TABELLA 5.4 - ANALISI SULL'ELUATO DEL CEMENTO FERRICO POZZOLANICO DOPO 2 GIORNI DI MATURAZIONE

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802		
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,135
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,168
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	0,123
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,017
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l	0,213
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l	
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,168
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	0,001
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	< 0,01

5.3.3.2. Leganti secondari: la calce

L'ossido di calcio utilizzato è stato fornito dall'azienda VallesabbiaServizi e risulta essere quello comunemente utilizzato nell'impianto di stabilizzazione/solidificazione. Nell'impianto di Agnosine, la calce viene dosata insieme al cemento per innalzare il valore del pH del rifiuto. In questo modo si facilita la formazione di composti insolubili dei metalli che vengono poi intrappolati nella matrice cementizia.
L'ossido di calcio risulta essere un solido bianco inodore, poco solubile in acqua e con un alta pericolosità dovuta a gravi lesioni in caso di contatto con l'occhio.
Nelle prove svolte è stato utilizzato come reagente secondario in aggiunta al cemento.

5.3.3.3. Reagenti secondari: il silicato di sodio

Il silicato di sodio è uno dei cosiddetti vetri solubili, silicati avente formula generale $M_2O \cdot nSiO_2$ (M = Na, K, Li); questi sono caratterizzati dal fatto che solidificano dal fuso formando vetri, sono quindi amorfi e non stechiometrici. Gli anioni polisilicati con polimerizzazione tridimensionale favoriscono la formazione di una soluzione viscosa, altamente alcalina, quando il silicato viene sciolto in acqua.
Esistono anche silicati che solidificano in forma cristallina, spesso con acqua di cristallizzazione; i più noti sono l'ortosilicato, il metasilicato ed il disilicato di sodio, anche se solo il primo ha valenza commerciale con formula $Na_2SiO_3 \cdot mH_2O$ con m = 0, 5, 8 o 9.
Per una dosatura più semplice ed accurata, nelle prove verrà utilizzato il metasilicato di sodio anidro (Na_2SiO_3), CAS n. 6834-92-0; in particolare, è stato usato quello della ditta Sigma Aldrich, in confezione da 1 kg, lotto n. #STBB9708V.

5.4. Procedura sperimentale

La procedura sperimentale si articola in 3 fasi.
Preliminarmente, si è provveduto a caratterizzare i materiali utilizzati, quali le diverse tipologie di rifiuto trattate e la vernice.
La seconda fase, fondamenta della sperimentazione, ha riguardato la valutazione della possibilità di utilizzare le vernici in polvere per inertizzare i rifiuti, tramite la definizione delle condizioni operative generali ed, in seguito, l'esecuzione di prove dinamiche, sia qualitative che quantitative.
La parte finale del progetto è stata focalizzata sul confronto dei risultati ottenuti in precedenza con quelli derivanti dall'utilizzo di tecniche di inertizzazione più convenzionali.
Le suddette fasi verranno esplicitate singolarmente nei successivi paragrafi.

5.4.1. Caratterizzazione dei rifiuti e della vernice

I rifiuti trattati sono stati omogeneizzati manualmente e quindi campionati per essere analizzati. In particolare, sono stati prelevati 6 campioni da 0,5 kg per ognuno di essi; su 3 è stata fatta l'analisi sul rifiuto solido tal quale per determinare i parametri critici per la classificazione (D.C.I. 27/07/1984 art. 1.2) e la caratterizzazione del rifiuto (D.lgs. 152/2006); gli altri 3 campioni sono stati invece sottoposti ad analisi dell'eluato in acqua per valutarne l'accettabilità in discarica (D.M. 27/09/2010).
I valori presi in considerazione risultano quindi dalla media dei relativi valori sopra menzionati.
In entrambe le tipologie di analisi sono stati analizzati i parametri limitanti nonché alcuni di ampia diffusione ma non aventi limite (es. alluminio).

Per i rifiuti contaminati con molibdeno, è stata eseguita l'analisi dell'eluato in acqua nelle medesime modalità appena descritte.

Tale metodologia è stata inoltre applicata per determinare le caratteristiche della vernice cosicché da poterne valutare la successiva influenza; trattandosi di una miscela molto eterogenea di vernici di scarto, sono stati analizzati 5 campioni per entrambe le tipologie di analisi e quindi estrapolati i relativi valori medi. Per determinare eventuali rilasci, sono stati analizzati anche gli eluati derivanti da campioni di vernice polimerizzata.

5.4.2. Prove mediante vernici in polvere

Per loro natura le vernici in polvere tendono a polimerizzare quando riscaldate creando una copertura resistente sul substrato ove sono applicate.
Scopo della presente tesi è quello di trovare una metodologia che permetta di ottenere buoni risultati quantitativi conseguenti alla prova di eluizione in acqua prevista dalla recente normativa per determinare l'ammissibilità di un rifiuto in discarica. Affinché la prova possa essere applicata, il rifiuto deve avere una granulometria inferiore ai 4 mm per il 95% in peso.
Esperienze precedenti (Messali & Zanotti, 2009) hanno mostrato come prove statiche di inglobamento dei rifiuti con vernice in polvere non permettano di ottenere risultati qualitativi accettabili; questo perché, data la mancanza di movimento, la polvere di vernice polimerizzare in un corpo monolitico, inglobando sì il rifiuto ma lasciando scoperto lo stesso una volta che il prodotto ottenuto viene frantumato al fine di renderlo conforme ai requisiti granulometrici della prova. Questo effetto dannoso è ben visibile in figura 5.8, dove si possono notare distintamente i grani di rifiuto a contatto diretto con l'ambiente esterno.
Da ciò la necessità di implementare prove dinamiche che mantengano in movimento le particelle di polvere termoindurente durante il rammollimento e la successiva polimerizzazione, cosicché possano formarsi grani di dimensioni adatte alla prova, che non necessitano perciò di successiva frantumazione, composti dal rifiuto ricoperto da uno strato di vernice. La figura 5.9 mostra il prodotto finale ottimale dal punto di vista qualitativo.
In base alle considerazioni di qui sopra non sono state quindi eseguite prove statiche bensì solo prove dinamiche.

FIGURA 5.8 - PRODOTTO NON ADATTO DERIVANTE DA UN TRATTAMENTO STATICO

FIGURA 5.9 - PRODOTTO OTTIMALE DERIVANTE DA UN TRATTAMENTO DINAMICO

Allo scopo di avere un prodotto fisicamente accettabile, su cui poter poi effettuare anche valutazioni quantitative, è perciò necessario ottimizzare il trattamento secondo una serie di parametri, riassunti nella figura seguente (figura 5.10). Le variabili in gioco possono essere raggruppate in 3 categorie, nello specifico le caratteristiche intrinseche del rifiuto, quelle associate alla preparazione del campione e quelle inerenti al processo di polimerizzazione. Si evidenziano, in giallo, le variabili fondamentali indagate durante questa sperimentazione, tempo e temperatura di cottura, percentuale di vernice ed umidità del rifiuto. Riguardo quest'ultimo parametro va detto come in realtà i rifiuti siano essiccati e quindi bagnati con una quantità nota di acqua in modo da creare le volute condizioni di umidità.
Evidenziati in grigio si possono notare invece i parametri da ritenersi costanti durante le prove descritte nei parametri successivi. Durante l'arco di tutte le prove sono infatti stati usati i medesimi contenitori in silicone e caratteristiche della sollecitazione invarianti sia tramite l'utilizzo del sistema elettrico sia tramite quello pneumatico; in quest'ultimo, la pressione di azionamento è stata considerata costante e pari al minimo necessario all'attuazione del vibratore, sia per limitare il numero di parametri in gioco sia per contenimento dei costi.
In grigio chiaro si evidenziano parametri non considerati in virtù del loro scarso peso, delle scelte progettuali o della difficoltà a determinarli correttamente in questa fase preliminare di studio.

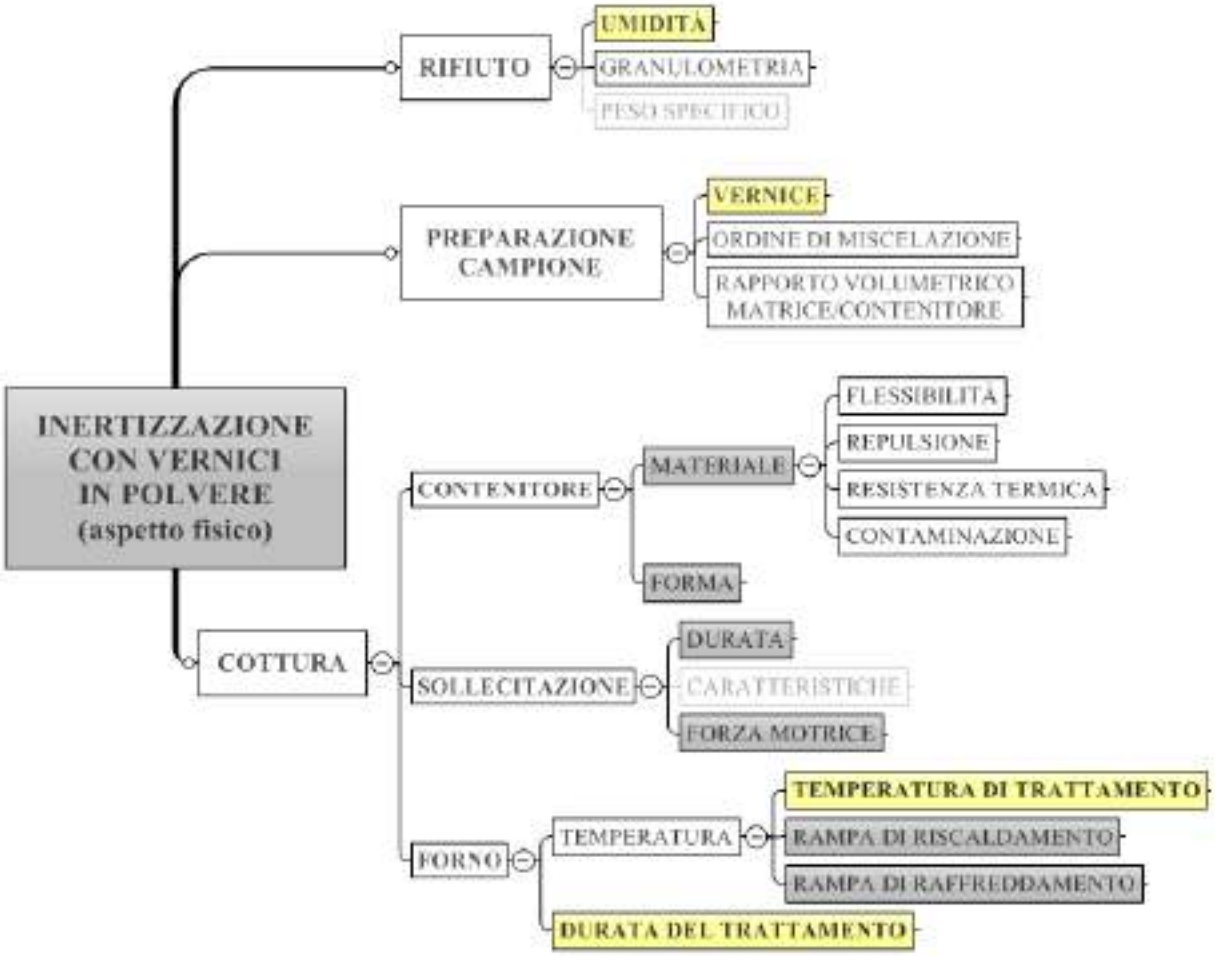


FIGURA 5.10 - PARAMETRI IMPLICATI NEL TRATTAMENTO CON VERNICI IN POLVERE DI SCARTO

5.4.2.1. Prove preliminari

Prima di applicare questa tecnologia innovativa ai rifiuti si è reso necessario verificare alcune componenti fondamentali per il buon funzionamento e la ripetibilità della sperimentazione. Nei successivi parametri vengono illustrate le procedure preliminari condotte sull'agente inertizzante (prove di polimerizzazione della vernice) e sulle componenti strumentali utilizzate (tipologia di contenitore e rapporto fra la temperatura della stufa e quella dell'ambiente ove sono posti i campioni).

5.4.2.1.1. Prove di polimerizzazione della vernice

La polvere di vernice, e più in generale i polimeri termoindurenti, è caratterizzata dalla cosiddetta polimerizzazione cioè quella reazione chimica che porta alla formazione di una catena polimerica, ovvero di una molecola costituita da molte parti uguali (detti "monomeri" o "unità ripetitive"), che si ripetono in sequenza. Quando una vernice in polvere viene scaldata, avviene questa reazione; ciò si traduce nella realtà in una trasformazione del materiale da una forma fisica polverulenta ad una compatta; nel caso non avvenga questa trasformazione, la polvere brucia.

La polvere di vernice utilizzata è in realtà una miscela di scarti, costituita sia dalla polvere inutilizzata recuperata dalla cabina di spruzzatura sia da quella già polimerizzata derivante dalla ripulitura di eventuali prodotti il cui rivestimento non risulta accettabile; premesso che la prima tipologia è presente in quantità decisamente prevalenti, si rende in ogni caso necessario verificare che la miscela di polveri effettivamente polimerizzi. Sono quindi stati prelevati 10 campioni omogenei di vernice e posti su piastra elettrica a 150°C per 20 min, verificandone l'effettiva idoneità.
In base al precedente studio di (Messali & Zanotti, 2009) e per limitare il numero di variabili in gioco, nelle successive prove è stato inizialmente considerato un tempo di trattamento pari ad 1 ora.

5.4.2.1.2. Scelta del materiale del contenitore

Le vernici in polvere sono per loro natura atte ad aderire al substrato con cui vengono a contatto; basilare risulta quindi la scelta del materiale di cui deve essere fatto il contenitore dei provini sottoposti a cottura.
Per la scelta del materiale più adatto si è fatto riferimento alle seguenti caratteristiche:

- attitudine a non far aderire le vernici
- resistenza alle temperature di cottura
- possibilità di contaminazione del campione
- forma e dimensioni
- possibilità di estrazione del campione e successiva pulitura

Innanzitutto, le caratteristiche costruttive dell'apparecchiatura hanno determinato la dimensione dei contenitori che vi dovevano essere inseriti.
La camera in cui alloggiare i contenitori consiste in un cilindro in acciaio di spessore 2 mm, altezza 70 mm e diametro esterno pari a 140 mm. L'adozione di questa camera principale come unico contenitore è stata scartata per poter effettuare un maggior numero di prove e per comodità lavorativa, funzioni invece assolte da ulteriori contenitori di dimensione inferiore inseriti in questo cilindro in modo che siano facilmente sfilabili.

Sono stati inizialmente adottati contenitori cilindrici in acciaio di altezza pari a quella della camera principale, spessore 2 mm e diametro tale che possano essere inseriti 3 contenitori; questi erano mantenuti solidali alla camera principale tramite materiale isolante resistente ad alta temperatura.
Questi contenitori sono stati testati sia senza rivestimento protettivo interno, sia rivestiti dapprima tramite carta forno e quindi mediante silicone termoresistente; è stato escluso l'utilizzo di oli o altri grassi in quanto se da un lato avrebbero limitato l'aderenza delle vernici, dall'altro sarebbero andati ad inquinare il campione.

Sono stati successivamente testati anche contenitori in das (pasta sintetica per modellare a base minerale) e in silicone rosso termoresistente (a base acetica, durezza 36 Shore A) costruiti appositamente tramite stampi in plastica; questi contenitori sono stati prodotti con le medesime dimensioni dei precedenti (altezza 70 mm, rapporto d/h prossimo a 1).

Tra i materiali testati sono da annoverarsi anche forme prestampate in teflon, sia aventi dimensioni paragonabili a quelle dei contenitori precedenti sia con un rapporto d/h molto più elevato.

Sono infine stati testati contenitori in silicone, resistenti ad una temperatura di almeno 180-200°C ed aventi differente durezza Shore. La scala Shore è una scala centigrada utilizzata per testare la durezza degli elastomeri. Il valore viene determinato mediante un penetratore che esercita una data forza sul materiale esaminato (*DIN 53505 - Testing of rubber - Shore A and Shore D hardness test*): tale valore è inversamente proporzionale alla profondità di penetrazione. I valori a cui si fa riferimento in seguito si riferiscono alla scala Shore A, quella utilizzata per gomme e plastiche flessibili; per materiali rigidi e duri si utilizza invece la scala Shore D.

In particolare, sono stati provate le seguenti tipologie di contenitori in silicone, tutti aventi rapporto tra il diametro medio e l'altezza pari a 2:

- forma cilindrica liscia, bassa durezza (10 shore A)
- forma cilindrica liscia, media durezza (30 shore A)
- forma troncoconica liscia, elevata durezza (60 shore A)
- forma troncoconica con scanalature, elevata durezza (60 shore A)

Per testare questi ultimi materiali si è presentata l'esigenza di modificare l'apparato in quanto i contenitori sono prestampati. Nella camera principale si è provveduto a creare due livelli tramite due piastre facilmente estraibili dotate ognuna di due anelli internamente troncoconici per l'alloggiamento dei contenitori.

Tutte le prove sono state condotte a 180°C, temperatura di sicurezza per la resistenza del materiale, e con 2 provini differenti, il primo composto dalla sola vernice in polvere, il secondo formato dalla vernice e da sabbia inerte in uguali quantità (riferite al peso).

Per avere un quadro generale delle caratteristiche dei materiali testati e poter successivamente scegliere quello più adatto, questi sono stati valutati secondo alcune caratteristiche essenziali:

- A: attitudine a non far aderire le vernici
- T: resistenza alle temperature di cottura
- C: possibilità di contaminazione del campione
- F: forma e dimensioni
- E: possibilità di estrazione del campione e successiva pulitura

Per ogni caratteristica è stato espresso un giudizio da "+++" (positivo) a "---" (negativo).

5.4.2.1.3. <u>Determinazione ciclo di cottura</u>

Al fine di valutare la temperatura nell'ambiente ove avviene la polimerizzazione (i contenitori) in relazione alla temperatura espressa dal display della stufa (Ts), sono state create le curve di cottura caratteristiche per ogni configurazione stufa-apparecchiatura. La conoscenza di questa relazione ha permesso di regolare manualmente la stufa per ottenere una temperatura pressoché costante durante tutto il trattamento.

Oltre alla temperatura indicata dal display, tramite una termocoppia sono state monitorate sia la reale temperatura interna alla stufa (T1) sia le temperature interne al contenitore cilindrico esterno; quest'ultime misure si differenziano a seconda della configurazione interna del contenitore principale stesso:

- nella prima fase, ove la configurazione interna consisteva in un'unica camera (eventualmente riempita con materiale isolante) e contenitori metallici interni, sono state rilevate la temperatura interna alla camera principale (T2) e quella interna ai contenitori (T3);
- nella seconda fase, in cui il contenitore principale era composto dalle due camere divise tramite una piastra, le temperature misurate si riferiscono alla camera inferiore (T2) e a quella superiore (T3).

Le temperature delle due fasi non sono comparabili in virtù del fatto che, passando da un azionamento elettrico (adottato nella prima fase) ad uno pneumatico (utilizzato nella seconda fase), si è reso necessario modificare la stufa per permettere il passaggio dei tubi di alimentazione e scarico dell'aria senza che questi vengano compressi.

Le curve sono inoltre state tarate per ogni temperatura e durata prevista dalle prove:

- sistema pneumatico, contenitori in silicone
  - ciclo di cottura a 90°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
  - ciclo di cottura a 110°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
  - ciclo di cottura a 130°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
  - ciclo di cottura a 150°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
- sistema elettrico, a 110-130-150°C per 60 minuti:
  - senza riempimento tra i contenitori metallici;
  - riempimento tra i contenitori metallici tramite alluminio;
  - riempimento tra i contenitori metallici mediante materiale isolante (lana di roccia);
  - senza riempimento tra i contenitori in silicone.

5.4.2.2. Prove dinamiche

Dall'esperienza diretta presso l'impianto di inertizzazione sono state rilevate alcune tipologie di rifiuto di difficile trattamento tramite le tecniche convenzionalmente applicate; tra i parametri caratteristici di questi rifiuti assume particolare rilievo il molibdeno, divenuto specialmente critico negli ultimi anni a causa dei limiti molto restrittivi previsti dalla normativa e su cui quindi si è focalizzata l'attenzione.

La sperimentazione ha quindi interessato inizialmente un rifiuto il più possibile rispondente alle suddette caratteristiche allo scopo di valutarne l'inertizzazione tramite una tecnica alternativa quale l'impiego delle vernici in polvere di scarto come agente inertizzante. In particolare, è stato utilizzato un rifiuto, per semplicità chiamato rifiuto n.1 in seguito, derivante dai processi di lucidatura e spazzolatura dei metalli, ricco di sostanze sia organiche sia inorganiche; non essendo presente il molibdeno, questo è stato aggiunto per poter effettuare considerazioni quantitative.

Il lavoro su questo è stato caratterizzato da 2 fasi, una prima qualitativa, allo scopo di produrre un rifiuto granulometricamente adatto ad essere sottoposto a test di eluizione in acqua, ed una successiva di tipo quantitativo, dipendente dalla precedente ed atta a valutare l'efficacia del trattamento.
La fase qualitativa ha indagato gran parte dei parametri che occorrono durante il trattamento, primariamente le variabili relative alla composizione del campione quindi quelle associate al processo di cottura.

In funzione dei risultati ottenuti, si è cercato successivamente di valutare l'applicabilità del trattamento da un lato a rifiuti contenenti molibdeno e dall'altro ad altre tipologie di rifiuto, diverse sia fisicamente sia chimicamente.

In funzione di ciò sono stati considerati due rifiuti polverulenti, un primo (rifiuto n.2) privo di sostanza organica e contaminato appositamente con molibdeno ed un secondo (rifiuto n.3) già contenente un elevato quantitativo di questo elemento.
Al fine di indagare meglio la fattibilità della tecnica innovativa applicata, il rifiuto non contenente sostanza organica è stato anche oggetto di un confronto con l'inertizzazione convenzionale differentemente addizionata.

Ulteriori esperienze sono inoltre state condotte su altri due rifiuti provenienti da lavorazioni dello stesso settore (medesimo codice CER) del rifiuto inizialmente utilizzato; più precisamente, sono stati oggetto di studio un rifiuto dal punto di vista fisico molto frequente negli impianti come è un generico fango di lavorazione (rifiuto n.4) ed un rifiuto fisicamente simile al rifiuto n.1, ma non ugualmente selezionato (rifiuto n.5); su quest'ultimo sono anche state sviluppate prove atte a verificare le difficoltà tipicamente riscontrate durante il trattamento di alcuni metalli e della componente organica tramite le tecniche convenzionali.

Nei paragrafi successivi si illustrano dettagliatamente la preparazione dei campioni e le prove qualitative e quantitative effettuate sui vari campioni.

5.4.2.2.1. Preparazione e trattamento dei campioni

I campioni utilizzati per effettuare queste prove sono composti essenzialmente dal rifiuto e dalla vernice.
Al fine di valutare anche l'influenza dell'umidità della matrice, i rifiuti sono stati preventivamente essiccati in stufa a 105°C per 1 ora; ciò non ha comportato la perdita delle caratteristiche inquinanti del rifiuto in quanto questi sono stati preventivamente scelti in modo da non contenere sostanze volatilizzabili a caldo; il contenuto d'acqua è stato aggiunto successivamente in modo da determinare un dato valore di umidità. Le vernici non necessitano di essere essiccate in quanto per loro stessa natura hanno un contenuto di secco maggiore al 99%.

A seconda delle loro caratteristiche, le matrici esaminate sono state frantumate o sfibrate in modo che avessero una granulometria consona per poter applicare il trattamento.
Sono stati preparati campioni aventi un peso totale di 8-10 g, scelta principalmente dettata dalle dimensioni dell'apparecchiatura utilizzata; campioni di peso differente sono stati utilizzati solo per alcune prove specifiche finalizzate alla valutazione dell'influenza di questo parametro sul trattamento. Per raggiungere il quantitativo necessario ad una corretta esecuzione della prova di eluizione, sono stati trattati contemporaneamente più campioni aventi identiche caratteristiche.
Gli ingredienti di ogni provino sono stati aggiunti secondo l'ordine specificato dal codice associato ad ogni prova; il codice è formato da una sequenza di lettere ognuna indicante un ingrediente, R per il rifiuto (o la miscela di rifiuti), V per la vernice, H per l'acqua e così via; quando la lettera compare n volte significa che ad ogni fase è stata immessa una n-esima parte della quantità totale dell'ingrediente. Il codice "VRHV", significa, per esempio, che è stata inserita metà quantità di vernice, poi il rifiuto, quindi l'acqua ed infine la restante metà di vernice.
Nella preparazione dei campioni tutte le percentuali sono riferite al peso. Inoltre, la percentuale di vernice è riferita al totale (rifiuto+vernice), mentre quella dell'umidità è basata sulla quantità del solo rifiuto.
Ad ogni aggiunta di un ingrediente è stata fatta una miscelazione manuale in modo che il prodotto in divenire risulti il più omogeneo possibile.

Una volta preparato il campione, il contenitore è stato chiuso mediante foglio d'alluminio, posizionato entro il contenitore e cotto secondo il ciclo di polimerizzazione (tempo e temperatura) previsto.
Durante la cottura il campione è stato mantenuto in movimento allo scopo di avere un prodotto adatto ad essere sottoposto a test di eluizione in acqua, cioè avente una granulometria inferiore a 4 mm per il 95% della massa; senza movimentazione, infatti, le vernici creerebbero un unico pezzo monolitico, non accettabile in quanto verrebbe ricoperto l'intero rifiuto che, una volta frantumato, fuoriuscirebbe dall'involucro creato, come verificato in precedenti sperimentazioni. (Messali & Zanotti, 2009) La movimentazione del contenitore, per entrambe le tipologie di azionamento testate (elettrico o pneumatico), è stata azionata ed interrotta manualmente ad inizio e fine ciclo ad una temperatura di 40°C, in modo da mantenere dinamica la prova durante tutta la fase in cui le vernici rammolliscono. Le due differenti tipologie di movimentazione sono inoltre perfettamente comparabili.
La temperatura è stata impostata manualmente secondo le curve ricavate mediante le prove preliminari; sia la reale temperatura interna alla stufa sia quelle interne all'apparecchiatura sono state monitorate in continuo tramite termocoppia.

5.4.2.2.2. Contaminazione delle matrici

5.4.2.2.2.1. Calcolo della quantità di sale necessaria

Per valutare gli effetti del trattamento su uno specifico parametro, in alcune prove le matrici sono state preventivamente contaminate in modo tale da ottenere una concentrazione aggiuntiva nota nell'eluato (con rapporto solido/liquido di 1/10); quella reale sarà perciò data dalla somma di questa aggiunta al quantitativo già presente.
Uno dei parametri più critici segnalati dall'impianto di inertizzazione è il molibdeno; è stato quindi aggiunto attraverso l'aggiunta di molibdato di potassio (K_2MoO_4); il dosaggio è stato calcolato presupponendo che tutto il molibdeno aggiunto venga effettivamente rilasciato.
In particolare, la quantità di molibdato da aggiungere al rifiuto è stata calcolata come segue:

peso molecolare Mo: 95,940 g/mol

peso molecolare K_2MoO_4: 238,132 g/mol

purezza K_2MoO_4: 98%

grammi teorici di molibdato contenenti 1 g di molibdeno
238,132/95,940 = 2,482 g K_2MoO_4 / g Mo

grammi reali di molibdato contenenti 1 g di molibdeno
2,482/0,98 = 2,533 g K_2MoO_4 / g Mo

Riferendoci per semplicità a 100 g di matrice secca, secondo il rapporto solido/liquido di 1/10 previsto dalla normativa, i grammi di molibdato previsti dall'ultimo calcolo saranno da diluire con 1 litro di acqua demineralizzata; per avere la concentrazione nota di X mg/l nell'eluato, sarà quindi da aggiungere un quantitativo di sale pari a $2{,}533 \cdot X$ mg.
In definitiva, per ottenere una concentrazione all'eluato di X mg/l (ppm), ogni 100 g di matrice secca sono stati aggiunti $2{,}533 \cdot X$ mg di K_2MoO_4.

5.4.2.2.2.2. Procedura di aggiunta del sale

Preliminarmente la matrice è stata essiccata a 105°C per circa 1 ora in modo che risulti secca.
In seguito, per contaminare in modo uniforme la matrice inerte, si è scelto di dosare il molibdato di potassio attraverso una soluzione di concentrazione nota: sia nel caso delle vernici sia per i cementi, sono stati utilizzati 10 ml di soluzione per ogni 100 g di secco.
Inoltre, quando necessario è stato aggiunto un ulteriore quantitativo di acqua demineralizzata per ottenere una bagnatura il più omogenea possibile, in funzione delle caratteristiche della matrice.
In ottica di un futuro trattamento tramite le vernici di scarto, la matrice è stata nuovamente essiccata, in modo da poter procedere nelle medesime condizioni stabilite precedentemente per l'analogo rifiuto non contaminato; l'essiccazione non è stata invece prevista per quanto concerne le prove con il cemento in quanto l'acqua presente assolve successivamente la funzione di idratare i reagenti.

Sia nel caso delle vernici sia in quello del cemento, la contaminazione è avvenuta prima di qualsiasi aggiunta di additivo necessario al trattamento; inoltre, per garantire la corretta contaminazione di ogni campioni questi sono stati singolarmente contaminati.

Le pesate sono state effettuate tramite bilancia tecnica (precisione 0,0001 g); per la misura volumetrica delle soluzioni sono state invece adottate beute graduate da 500 ml; l'aggiunta della soluzione alle matrici è avvenuta tramite pipetta graduata Classe A da 10 ml divisione 1/10.

5.4.2.2.3. Analisi qualitativa

L'aspetto fisico del prodotto polimerizzato è stato valutato visivamente secondo 3 parametri:

- uniformità granulometrica;
- copertura, indicante la bontà dell'azione di rivestimento della vernice;
- dimensione dei grani, parametro limitante per l'applicabilità della prova.

Ad ogni parametro è stato assegnato un valore da 0 a 3, secondo i criteri indicati in tabella 5.5:

TABELLA 5.5 - CRITERI DI VALUTAZIONE VISIVA DEI CAMPIONI TRATTATI

parametro	0	1	2	3
uniformità (U)	Campione monolitico o polverulento	Campione in parte in grani di grandi dimensione ed in parte polverulento	Campione con dimensione dei grani eterogenea ma compresa in un range dimensionale ridotto	Campione avente una pezzatura uniforme
copertura (C)	Campione monolitico o polverulento	Netta separazione rifiuto-vernice.	Copertura del rifiuto da scarsa a sufficiente	Copertura del rifiuto da buona a ottima
dimensione (D)	Campione monolitico o polverulento	Campione con molti grani di dimensioni eccedenti i 4 mm	Campione con pochi grani di dimensioni eccedenti i 4 mm	Campione dimensionalmente adatto ad essere sottoposto alla prova di eluizione in acqua

Sono stati considerati sottoponibili alla prova solo i campioni la cui somma dei valori era di almeno 8 punti; i campioni non soddisfacenti questo requisito sono stati scartati; inoltre, nessun campione è stato frantumato per renderlo granulometricamente adatto.

Per una miglior valutazione della bontà del trattamento, oltre all'analisi dell'eluato del rifiuto cotto è stato analizzato anche l'eluato del corrispondente campione (miscela rifiuto-vernice) non sottoposto a cottura.
Ad ogni campione è stato assegnato un codice univoco, secondo lo schema seguente:

[rif].[t].[T].[U].[V]

i cui simboli indicano rispettivamente:

- rif: identifica il rifiuto trattato
- t, T: parametri del ciclo di cottura, cioè tempo (in minuti) e temperatura
- U,V: parametri del rifiuto miscelato, U indicante la percentuale di umidità (in peso rispetto al solo rifiuto) e V quella della vernice (in peso rispetto al totale)

5.4.2.2.4. Analisi quantitativa (secondo la norma UNI EN 12457-2)

Sono state svolte le prove di lisciviazione in conformità a quanto nella norma UNI EN 12457-2 *"Caratterizzazione dei rifiuti, Lisciviazione - Prova di conformità per la lisciviazione di rifiuti granulari e di fanghi, Parte 2: Prova a singolo stadio, con rapporto liquido/solido di 10 l/kg, per materiali con particelle di dimensioni minori di 4 mm (con o senza riduzione delle dimensioni)"*, recepita a livello nazionale dalla norma UNI 10802 *"Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi - Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati"*.

Preliminarmente è stata effettuata la prova in bianco dell'agente lisciviante (tabella 5.6); nell'eluato dell'acqua demineralizzata utilizzata, la concentrazione di ogni elemento considerato deve essere minore del 20% rispetto alla concentrazione presente nell'eluato del rifiuto testato.
Nella tabella seguente, si riportano le concentrazioni rilevate, derivanti dalla media di 4 misurazioni sullo stesso campione, e le misurazione dei parametri effettuata prima dell'analisi quantitativa.

Come prescritto, tali risultati non sono stati sottratti dai quelli della prova di lisciviazione dei rifiuti.
La norma UNI EN 12457-2 prevede di sottoporre alla prova, una massa di rifiuto pari a 0,090 kg ± 0,005 kg di massa secca. Per ragioni pratiche, la prova è stata svolta su una massa minore pari a 0,050 kg ± 0,005 kg sapendo che ciò non avrebbe modificato i risultati a causa dell'omogeneità del rifiuto trattato in laboratorio. Conseguentemente, sono stati utilizzati contenitori di volume pari a 500 ml a differenza di quelli da 1 litro citati nella norma.

TABELLA 5.6 - ANALISI SULL'ELUATO DELL'ACQUA DEMINERALIZZATA

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE
DIL10802	**ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802**		
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,0035
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,01
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,0015
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l	0
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l	0
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,013
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	0,003
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	< 0,05
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,005
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	< 0,005
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	0,011
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	< 10
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	< 0,15
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	< 15
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	0,83
DIL10802	TDS	mg/l	13,1

Per la determinazione del volume di liquido lisciviante da aggiungere per rispettare il rapporto solido/liquido pari a 1/10, è necessario conoscere il peso della matrice secca.
Nel caso delle vernici, il peso secco corrisponde a quello del rifiuto generatosi dopo il trattamento in quanto, sottoponendo il rifiuto a cottura per far sì che avvenga la polimerizzazione della vernice, il contenuto di umidità risulta pressoché nullo.

5.4.3. Prove mediante tecniche convenzionali

Le prove convenzionali non contemplano la cottura del campione bensì una fase di maturazione; ne conseguono alcune differenze durante lo svolgimento del trattamento, che comprende quindi una prima fase di preparazione dei campioni, seguita dalla maturazione degli stessi e dall'analisi finale dell'eluato in acqua svolta secondo normativa. Nei successivi paragrafi sono evidenziate le modalità di preparazione del campione e della prova di eluizione.

5.4.3.1. Preparazione del campione

I rifiuti da sottoporre ad inertizzazione tramite cemento non sono stati preventivamente essiccati.
Il rifiuto tal quale è stato quindi contaminato tramite una soluzione acquosa contenente molibdeno, secondo modalità analoghe a quelle utilizzate per il trattamento con vernici; neanche in questa fase è stata effettuata un'essicazione in quanto la soluzione acquosa usata per bagnare il rifiuto servirà poi al cemento per idratarsi.
La fase seguente è stata la miscelazione del rifiuto contaminato ai leganti previsti. L'eventuale aggiunta di calce è avvenuta a secco, miscelandola con il cemento utilizzato.
Per aggiungere il silicato ci si è invece avvalsi di una soluzione acquosa affinché la sua diffusione risulti più omogenea; questa è stata gradualmente addizionata al composto formato dal rifiuto contaminato e dal cemento, mantenendo il tutto costantemente in miscelazione.
Dopodiché a ciascun campione è stato aggiunto un quantitativo di acqua, necessario per l'idratazione del cemento; i campioni sono stati quindi trasferiti in navicelle da laboratorio e coperti con pellicola per evitare il contatto con eventuali impurità.

5.4.3.1.1. Calcolo della quantità di silicato necessaria

In letteratura, si evince come il contenuto di silicato determini una bassa solubilità quando utilizzato in concentrazione tra il 6% ed il 10%; (Conner, 1990) questo studio si riferisce ad un silicato di sodio di grado N avente le seguenti caratteristiche:

- SiO_2/Na_2O = 3,22
- % Na_2O = 8,90
- % SiO_2 = 28,7
- % solidi = 37,6

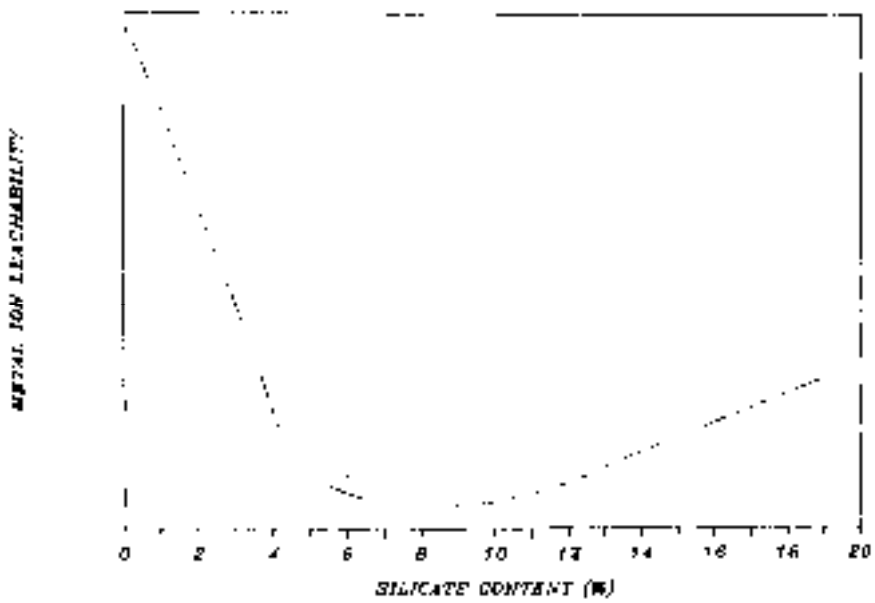


FIGURA 5.11 - LISCIVIAZIONE DAL RIFIUTO SOLIDIFICATO IN FUNZIONE DEL CONTENUTO DI SILICATO (CONNER, 1990)

La notevole varietà di silicati presenti sul mercato, rende difficile valutare questa percentuale; per una dosatura più semplice è stato allora utilizzato nelle prove il metasilicato di sodio anidro (Na_2SiO_3); in definitiva, ne è stata dosata una quantità tale da ottenere le suddette percentuali di silciato (SiO_2), secondo i seguenti calcoli:

peso molecolare SiO_2: 60,09 g/mol

peso molecolare Na_2SiO_3: 122,06 g/mol

contenuto di SiO_2 secondo lo studio di riferimento: 28,7%
(quindi 0,287 punti percentuali per ogni punto percentuale di silicato di sodio)

dosaggio di Na_2SiO_3 per ogni punto percentuale
0,287/(60,09/122,06) = 0,586

Considerando 100 g di rifiuto, saranno quindi dosati 0,586 g di Na_2SiO_3 per ogni punto percentuale previsto.

Le pesate sono state effettuate tramite bilancia tecnica (precisione 0,0001 g); per la misura volumetrica delle soluzioni sono state invece adottate beute graduate da 500 ml; l'aggiunta della soluzione alle matrici è avvenuta tramite pipetta graduata Classe A da 10 ml divisione 1/10.

5.4.3.2. Analisi quantitativa

Dopo il tempo di maturazione voluto, i campioni sono stati frantumati manualmente in modo da raggiungere una granulometria inferiore ai 4 mm per il 95% in massa. La maggior parte dei campioni inertizzati si sbriciolava facilmente a causa della matrice incoerente, solamente i campioni con reagenti in misura del 20% hanno presentato difficoltà nella riduzione granulometrica.
Per effettuare correttamente la prova di eluizione è necessario determinare il contenuto di umidità del campione in quanto non sottoposto a cottura; è stata quindi prelevata parte dello stesso e pesata una prima volta, per poi essere essiccata in stufa a 105°C e ripesata in modo tale da conoscere il quantitativo di umidità presente. Tale valore permette di calcolare il peso secco della restante parte di campione, al fine di determinare la quantità di acqua da impiegare per la corretta esecuzione della prova di eluizione, tramite la formula:

$$U = (R - R_S) / R$$

in cui R e R_S sono rispettivamente i pesi del rifiuto prima e dopo essiccazione.
Per la prova di lisciviazione sono stati prelevati 50 g di campione non essiccato; in funzione dell'umidità misurata, è stato aggiunto un volume di lisciviante L (in litri) calcolato come:

$$L = [0{,}050\ (1 - U)]\ 10 - 0{,}050\ U$$

Il contenitore è stato posto nel dispositivo di agitazione, appositamente modificato in modo da potervi alloggiare i contenitori da 500 ml, per 24 ore ± 0,5 ore ad una velocità di circa 10 giri al minuto.

5.5. Prove dinamiche vernici

Sono evidenziate nei seguenti paragrafi le prove effettuate suddivise per tipologia di rifiuto, fornendo dapprima un quadro generico sul percorso seguito e quindi esplicitando numericamente le prove sia qualitative che quantitative effettuate.

Si specifica come le prove quantitative siano state effettuate in seguito all'esito positivo della valutazione fisica del campione, come spiegato nei paragrafi precedenti. Ogni valore quantitativo deriva dalla media di 4 campioni aventi medesime caratteristiche.

5.5.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1]

5.5.1.1. Parametri indagati

Considerati i numerosi parametri in gioco, è stato inizialmente deciso di considerare solamente i parametri fondamentali, mantenendo costanti quelli meno influenti o più difficilmente gestibili.
Tutte le prove sono state eseguite con motore vibrante pneumatico, ad una pressione pari a 2 bar, l minima necessaria al corretto funzionamento dell'attrezzatura meccanica.

Le prove hanno posto attenzione sulla temperatura del trattamento, sull'umidità del rifiuto e sulla percentuale di vernice, fatti variare ad uno ad uno in funzione di una finestra prestabilita. Successivamente, è stato preso in esame anche la durata del trattamento per trovare le condizioni ottimali sia dal punto di vista qualitativo sia in termini economici; questo parametro è stato in principio fissato pari ad 1 ora in quanto ne era stata verificata l'efficienza da precedenti studi. (Messali & Zanotti, 2009)

Le prove qualitativamente migliori sono state ripetute al fine di analizzarle anche quantitativamente; sempre a tale fine alcuni campioni sono stati contaminati con il molibdeno, non presente nel rifiuto originario.

Al fine di verificare l'influenza delle modalità di cottura sulla capacità di rimozione degli inquinanti, è stata infine approntata una serie di prove alle migliori condizioni trovate per la matrice variando il tempo e la temperatura di polimerizzazione.

5.5.1.2. Prove qualitative

Prima di sottoporre il campione a prove quantitative è necessario che questo sia fisicamente adatto.
A tale scopo, è stata implementata una serie di prove ad ampio spettro per avere un primo indirizzo riguardo le condizioni di trattamento ottimali, come mostrato in tabella 5.7; il tempo e la temperatura sono stati mantenuti pari rispettivamente a 60' e 110°C, quest'ultimo valore scelto in funzione del fatto che l'essiccazione avviene a 105°C cosicché il prodotto finito possa essere considerato secco.
Sono invece state variate le percentuali di acqua e di vernice presenti secondo i seguenti valori:

- umidità (rispetto al peso del rifiuto): 0-20-40%
- percentuale di vernice (rispetto al peso totale del campione): 20-30-40%

TABELLA 5.7 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - PROVE AD AMPIO SPETTRO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	0%	20%	4
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	0%	40%	4
R1.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	20%	20%	4
R1.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	20%	30%	4
R1.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	20%	40%	4
R1.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	40%	20%	4
R1.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	40%	30%	4
R1.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	40%	40%	4

In virtù dei risultati ottenuti, si è cercato di ottimizzare il trattamento nelle migliori condizioni ottenute riguardo le caratteristiche iniziali del campione; mantenendo costante la durata del trattamento, è stata dunque testata l'influenza della temperatura dello stesso, secondo il programma riportato in tabella 5.8:

TABELLA 5.8 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 60')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.60.90.00.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.60.130.00.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.60.150.00.30	VRHV	60	150	5,00	70%	R1	0%	30%	2

Serie di prove analoghe alla precedente sono state disposte anche considerando un tempo di cottura differente in modo da poter valutare l'influenza di tale processo secondo i due parametri che lo governano.
Nelle seguenti tabelle 5.9, 5.10 e 5.11 sono evidenziate le prove effettuate rispettivamente con durate pari a 15, 30 e 90 minuti, per temperature pari a 90, 110, 130 e 150°C. Le prove di breve durata (15 minuti) sono state testate anche per temperature intermedie a quelle già preventivate, esattamente a 100 e 120°C.

TABELLA 5.9 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 15')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.15.100.00.30	VRHV	15	100	8,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.15.120.00.30	VRHV	15	120	8,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.15.130.00.30	VRHV	15	130	8,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.15.150.00.30	VRHV	15	150	8,00	70%	R1	0%	30%	2

TABELLA 5.10 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 30')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.30.90.00.30	VRHV	30	90	8,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.30.110.00.30	VRHV	30	110	8,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.30.130.00.30	VRHV	30	130	8,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.30.150.00.30	VRHV	30	150	8,00	70%	R1	0%	30%	2

TABELLA 5.11 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 90')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.90.90.00.30	VRHV	90	90	8,00	70%	R1	0%	30%	2
R1.90.110.00.30	VRHV	90	110	8,00	70%	R1	0%	30%	2

Nella seguente tabella 5.12 sono riassunte le prove effettuate su un campione composto al 30% da vernice ed al 70% da rifiuto secco in funzione dei valori di tempo e temperatura; il numero relativo ad ogni combinazione rappresenta quello dei campioni testati. Alcune combinazioni non sono state implementate (n.v. = non valutato) in seguito alle indicazioni pervenute durante l'effettivo svolgimento del percorso sperimentale.

TABELLA 5.12 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1

PROVE QUALITATIVE		Tempo [minuti]			
		15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	**4**	**2**	**2**	**2**
	110	**4**	**4**	**2**	**2**
	130	**4**	**2**	**2**	**n.v.**
	150	**2**	**2**	**2**	**n.v.**

Si è voluto in seguito verificare se i risultati ottenuti finora fossero raggiungibili anche trattando il rifiuto con diverse percentuali di vernice; nello specifico sono stati preparati campioni con percentuali dal 20 al 40% con passo di 5 punti percentuali. Sono state implementate 2 serie a temperatura differente, 90°C e 110°C, riepilogate rispettivamente nelle tabelle 5.13 e 5.14.

TABELLA 5.13 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 90°C)

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R1	0%	20%	4
R1.15.90.00.25	VRHV	15	90	8,00	75%	R1	0%	25%	4
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.15.90.00.35	VRHV	15	90	8,00	65%	R1	0%	35%	4
R1.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R1	0%	40%	4

TABELLA 5.14 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 110°C)

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.15.110.00.20	VRHV	15	110	8,00	80%	R1	0%	20%	4
R1.15.110.00.25	VRHV	15	110	8,00	75%	R1	0%	25%	4
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	4
R1.15.110.00.35	VRHV	15	110	8,00	65%	R1	0%	35%	4
R1.15.110.00.40	VRHV	15	110	8,00	60%	R1	0%	40%	4

Passaggio fondamentale per una successiva analisi è verificare che i risultati siano ripetibili. Sono quindi stati preparati numerosi campioni secondo le migliori condizioni riscontrate nelle precedenti prove e quindi sottoposti a trattamento secondo i valori che permettono da un lato un buon risultato qualitativo e dall'altro un consumo energetico minore, cioè 90°C per 15 minuti (tabella 5.15).
Sono stati trattati nelle medesime condizioni anche una serie di campioni aventi caratteristiche pari a quelle sopra descritte, contaminati però con il molibdeno, in quantità pari a 200 mg/l teorici nell'eluato (tabella 5.16).

TABELLA 5.15 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	8

TABELLA 5.16 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ (CON AGGIUNTA MOLIBDENO)

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1*	0%	30%	8

5.5.1.3. Prove quantitative

Inizialmente le prove quantitative sono state effettuate sul rifiuto trattato secondo le condizioni ottimali di umidità e vernice; solo successivamente è stato valutato l'effetto del trattamento sul molibdeno tramite analisi del rifiuto contaminato. Le successive tabelle 5.17 e 5.18 mostrano il numero di campioni ottimali preparati, rispettivamente senza e con contaminazione, secondo le diverse combinazioni di tempo e temperatura. Le combinazioni non sperimentate sono dovute essenzialmente a:

- n.v. = non valutata, cioè non effettuata in base alle indicazioni derivanti dalle prove qualitative;
- N = prova quantitativa non effettuata in virtù dell'esito negativo della corrispondente prova qualitativa;
- P = prova quantitativa non eseguita a causa di altri fattori (relativa prova qualitativa conforme).

TABELLA 5.17 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1

PROVE QUANTITATIVE		Tempo [minuti]			
		15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	**8**	**P**	**P**	**P**
	110	**20**	**P**	**4**	**P**
	130	**N**	**N**	**N**	**n.v.**
	150	**N**	**N**	**N**	**n.v.**

TABELLA 5.18 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 CONTAMINATO

PROVE QUANTITATIVE (rif. contaminato)		Tempo [minuti]			
		15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	**4**	**4**	**4**	**P**
	110	**8**	**4**	**4**	**P**
	130	**neg.**	**neg.**	**neg.**	**n.v.**
	150	**neg.**	**neg.**	**neg.**	**n.v.**

5.5.2. Rifiuto CER 100207* [n.2]

5.5.2.1. Parametri indagati

Scopo di questa fase è la trattazione di un rifiuto avente diverse caratteristiche fisiche e chimiche rispetto a quello su cui si è ottimizzato il processo, valutando principalmente l'influenza sul molibdeno.

Avendo precedentemente riscontrato che il trattamento è qualitativamente accettabile alle minime condizioni di temperatura, sono state valutate le differenti combinazioni di umidità e vernice; in seguito, è stato anche variato il tempo di trattamento.

Come già fatto per il precedente rifiuto, le matrici risultate sufficienti dal punto di vista qualitativo sono state contaminate con il molibdeno e quindi sottoposte ad analisi sull'eluato in acqua.

Analogamente, per migliorare le rese del trattamento è stata verificata l'influenza dei parametri relativi al ciclo di polimerizzazione in funzione delle migliori condizioni trovate per la matrice.

5.5.2.2. Prove qualitative

Sono state inizialmente svolte prove di carattere esplorativo variando le percentuali di umidità e vernice rispettivamente in un range tra 10 e 40% e con valori del 20 e 30%.
Essendo il rifiuto polverulento, non è stato considerato di trattare direttamente il rifiuto secco; in aggiunta, non sono state effettuate prove con quantitativi di vernice maggiori in quanto la differenza di peso specifico tra il rifiuto in oggetto e la vernice stessa è tale da determinare un'eccessiva richiesta di quest'ultima.
In tabella 5.19 si evidenziano le prove effettuate.

TABELLA 5.19 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - PROVE AD AMPIO SPETTRO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R2.15.90.10.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	10%	20%	4
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	4
R2.15.90.30.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	30%	20%	4
R2.15.90.40.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	40%	20%	4
R2.15.90.10.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	10%	30%	4
R2.15.90.20.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	20%	30%	4
R2.15.90.30.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	30%	30%	4
R2.15.90.40.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	40%	30%	4

In base ai risultati ottenuti sono quindi stati trattati più campioni in modo da verificare la ripetibilità dei risultati ottenuti (tabella 5.20).

TABELLA 5.20 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	12

Successivamente, avendo finora lavorato a temperatura pari a 90°C, sono stati valutati gli effetti del trattamento a temperature superiori (tabella 5.21). Quindi l'attenzione si è focalizzata anche sulla durata del trattamento (tabella 5.22) associata alle temperature che finora hanno fornito i risultati migliori.
In tabella 5.23 sono riepilogate le combinazioni testate su campioni aventi il 20% di umidità e addizionati da una quantità di vernice pari al 20% in peso; le combinazioni non valutate (n.v.) sono state scelte valutando sia le indicazioni man mano fornite dalla sperimentazione su questo rifiuto sia dall'esperienza effettuata trattando il precedente rifiuto (n.1).

TABELLA 5.21 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R2.15.110.20.20	VRHV	15	110	15,00	80%	R2	20%	20%	4
R2.15.130.20.20	VRHV	15	130	15,00	80%	R2	20%	20%	4

TABELLA 5.22 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TEMPO DI TRATTAMENTO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	15,00	80%	R2	20%	20%	4
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	15,00	80%	R2	20%	20%	4
R2.90.90.20.20	VRHV	90	90	15,00	80%	R2	20%	20%	2
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	15,00	80%	R2	20%	20%	4
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	15,00	80%	R2	20%	20%	4
R2.90.110.20.20	VRHV	90	110	15,00	80%	R2	20%	20%	2

TABELLA 5.23 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2

PROVE QUALITATIVE		Tempo [minuti]			
		15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	**12**	**4**	**4**	**2**
	110	**4**	**4**	**4**	**2**
	130	**4**	**n.v.**	**n.v.**	**n.v.**
	150	**n.v.**	**n.v.**	**n.v.**	**n.v.**

5.5.2.3. Prove quantitative

Inizialmente le prove quantitative sono state effettuate sul rifiuto trattato secondo le condizioni ottimali di umidità e vernice; solo successivamente è stato valutato l'effetto del trattamento sul molibdeno tramite analisi del rifiuto contaminato.
Le analisi sul rifiuto senza contaminazione sono avvenute nelle condizioni energetiche più vantaggiose, cioè con trattamento a 90°C per 15 minuti; complessivamente sono stati ottenuti 8 risultati confrontabili.

La successiva tabella 5.24 mostra, invece, il numero di campioni ottimali contaminati, analizzati secondo le diverse combinazioni di tempo e temperatura. Le combinazioni non sperimentate sono dovute essenzialmente alla non sperimentazione della relativa analisi qualitativa (n.v.), all'esito negativo della stessa (N), ovvero ad altri fattori (P).

TABELLA 5.24 - PROVE QUANTATIVE RIFIUTO 2 CONTAMINATO

PROVE QUANTITATIVE (rif. contaminato)		Tempo [minuti]			
		15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	**20**	**4**	**4**	**P**
	110	**P**	**4**	**4**	**P**
	130	**P/N**	**n.v.**	**n.v.**	**n.v.**
	150	**n.v.**	**n.v.**	**n.v.**	**n.v.**

5.5.3. Rifiuto CER 101115* [n.3]

5.5.3.1. Parametri indagati

La finalità del trattamento su questo rifiuto è la valutazione dello stesso su una matrice di per sé già contenente molibdeno confrontando i risultati con quanto già riscontrato in precedenza sul rifiuto n.2; tale confronto è basato sull'apparente somiglianza fisica dei due rifiuti tal quali.

Le prove sono state eseguite variando umidità e vernice; le variabili relative alla polimerizzazione sono state invece mantenute costanti.
In conseguenza dei risultati ottenuti, la sperimentazione è stata inoltre applicata a matrici derivanti dalla combinazione di questo rifiuto con altre tipologie o altri elementi che possano dare struttura.

5.5.3.2. Prove qualitative

Le prove preliminari (tabella 5.25) sono state effettuate alle condizioni standard di cottura, temperatura pari a 110°C e durata pari a 60 minuti, variando sia l'umidità sia la percentuale di vernice secondo i seguenti valori:

- umidità (rispetto al peso del rifiuto): 0-10-20-40-50%
- percentuale di vernice (rispetto al peso totale del campione): 20-30-50%

TABELLA 5.25 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - PROVE AD AMPIO SPETTRO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R3.60.110.00.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	0%	20%	2
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	0%	30%	2
R3.60.110.00.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	0%	50%	2
R3.60.110.10.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	10%	20%	2
R3.60.110.10.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	10%	30%	2
R3.60.110.10.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	10%	50%	2
R3.60.110.20.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	20%	20%	2
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	20%	30%	2
R3.60.110.20.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	20%	50%	2
R3.60.110.40.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	40%	20%	2
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	40%	30%	2
R3.60.110.40.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	40%	50%	2
R3.60.110.50.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	50%	20%	2
R3.60.110.50.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	50%	30%	2
R3.60.110.50.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	50%	50%	2

Valutati i risultati precedenti, sono state decise delle serie di prove in cui il rifiuto oggetto di studio venisse miscelato in differenti percentuali con un altro rifiuto che abbia fornito buoni risultati dal punto di vista qualitativo, partendo dalle migliori condizioni previste per quest'ultimo; ciò deriva dall'esigenza di avere un componente che faccia da struttura al prodotto finale. In particolare, la miscelazione è avvenuta dapprima con il rifiuto CER 120114* derivante dalla lavorazione dell'ottone [n.1] (tabella 5.26), quindi con il rifiuto CER 120114* fangoso [n.4] (tabella 5.27); in funzione di questi risultati, la miscelazione è avvenuta anche con un materiale granulometricamente adatto quale il normale sale da cucina (tabella 5.28).

TABELLA 5.26 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 1

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	0%	30%	2
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	20%	30%	2
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	0%	30%	2
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	20%	30%	2
R3.15.110.00.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	0%	30%	2
R3.15.110.20.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	20%	30%	2
R3.15.110.00.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	0%	30%	2
R3.15.110.20.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	20%	30%	2

TABELLA 5.27 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 4

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	0%	30%	4
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	40%	30%	4
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	0%	30%	4
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	40%	30%	4
R3.30.110.00.30	VRHV	30	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 3:1	0%	30%	4

TABELLA 5.28 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON NACL

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	4
R3.15.110.40.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 2:1	40%	30%	4

5.5.3.3. Prove quantitative

In virtù dei buoni risultati ottenuti impiegando i grani di normale sale da cucina come mezzo strutturante, è stata svolta l'analisi qualitativa al solo scopo di valutare gli effetti del trattamento sul molibdeno; si sottolinea infatti come parametri quali i cloruri saranno inevitabilmente maggiori in seguito all'aggiunta del sale. L'analisi qualitativa è stata condotta con rapporto tra rifiuto e sale di 1:1 e umidità pari al 20%.

5.5.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4]

5.5.4.1. Parametri indagati

L'utilizzo di questo rifiuto deriva dal fatto che deriva dagli stessi processi che generano anche il primo rifiuto trattato; essendo però fisicamente differente, ci si è posti come obiettivo di valutarne il comportamento.

Sono state fatte analisi ad ampio spettro secondo le diverse combinazioni di temperatura, umidità e percentuale di vernice, mantenendo costante il tempo; ciò è stato svolto sia con un motore vibrante pneumatico sia con uno elettrico, più economico e gestibile ma che necessita di essere protetto termicamente.

I campioni che hanno superato la valutazione qualitativa sono stati sottoposti ad analisi dell'eluato. In base ai risultati conseguenti ed alla relativa semplicità di trattare il rifiuto dal punto di vista fisico, l'attenzione si è focalizzata sul miglioramento delle rese di rimozione tramite affinamento di alcuni aspetti quali l'ordine di miscelazione degli ingredienti, la granulometria iniziale o il grado di riempimento del contenitore.

5.5.4.2. Prove qualitative

Si esplicitano a seguire le prove ad ampio spettro effettuate variando la temperatura, il contenuto di umidità e la percentuale di vernice; le tabelle 5.29 e 5.30 sono inerenti rispettivamente ai campioni trattati mediante apparecchiatura elettrica e pneumatica.

TABELLA 5.29 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE ELETTRICO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.00.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	0%	10%	1
R4.60.110.10.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	10%	10%	1
R4.60.110.20.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	20%	10%	1
R4.60.110.30.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	30%	10%	1
R4.60.110.00.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	0%	20%	1
R4.60.110.10.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	10%	20%	1
R4.60.110.20.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	20%	20%	1
R4.60.110.30.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	30%	20%	1
R4.60.110.00.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	0%	30%	1
R4.60.110.10.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	10%	30%	1
R4.60.110.20.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	20%	30%	1
R4.60.110.30.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	1

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.00.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	0%	40%	1
R4.60.110.10.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	10%	40%	1
R4.60.110.20.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	1
R4.60.110.30.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	30%	40%	1
R4.60.130.00.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	0%	10%	1
R4.60.130.10.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	10%	10%	1
R4.60.130.20.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	20%	10%	1
R4.60.130.30.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	30%	10%	1
R4.60.130.00.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	0%	20%	1
R4.60.130.10.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	10%	20%	1
R4.60.130.20.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	20%	20%	1
R4.60.130.30.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	30%	20%	1
R4.60.130.00.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	0%	30%	1
R4.60.130.10.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	10%	30%	1
R4.60.130.20.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	20%	30%	1
R4.60.130.30.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	30%	30%	1
R4.60.130.00.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	0%	40%	1
R4.60.130.10.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	10%	40%	1
R4.60.130.20.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	20%	40%	1
R4.60.130.30.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	30%	40%	1
R4.60.150.00.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	0%	10%	1
R4.60.150.10.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	10%	10%	1
R4.60.150.20.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	20%	10%	1
R4.60.150.30.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	30%	10%	1
R4.60.150.00.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	0%	20%	1
R4.60.150.10.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	10%	20%	1
R4.60.150.20.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	20%	20%	1
R4.60.150.30.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	30%	20%	1
R4.60.150.00.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	0%	30%	1
R4.60.150.10.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	10%	30%	1
R4.60.150.20.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	20%	30%	1
R4.60.150.30.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	30%	30%	1
R4.60.150.00.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	0%	40%	1
R4.60.150.10.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	10%	40%	1
R4.60.150.20.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	20%	40%	1
R4.60.150.30.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	30%	40%	1

TABELLA 5.30 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE PNEUMATICO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	0%	20%	2
R4.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	20%	20%	2
R4.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	40%	20%	2
R4.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	0%	40%	2
R4.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	2
R4.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	40%	40%	2
R4.60.130.00.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	0%	20%	2
R4.60.130.20.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	20%	20%	2
R4.60.130.40.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	40%	20%	2
R4.60.130.00.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	0%	40%	2
R4.60.130.20.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	20%	40%	2
R4.60.130.40.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	40%	40%	2
R4.60.150.00.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	0%	20%	2
R4.60.150.20.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	20%	20%	2
R4.60.150.40.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	40%	20%	2
R4.60.150.00.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	0%	40%	2
R4.60.150.20.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	20%	40%	2
R4.60.150.40.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	40%	40%	2

Valutando i risultati ottenuti in entrambe le precedenti serie, l'attenzione è stata ristretta a prove ad una temperatura pari a 110°C, variando umidità e percentuale di vernice in una finestre più ridotta (tabella 5.31). In seguito, trovate le caratteristiche ottimali relative al campione, sono state svolte prove per una miglior valutazione dapprima della temperatura (tabella 5.32) quindi delle caratteristiche generali di cottura (tabella 5.33).

TABELLA 5.31 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE CON PERCENTUALI DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	20%	30%	2
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2
R4.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	2
R4.60.110.30.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	30%	40%	2
R4.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	40%	40%	2

TABELLA 5.32 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.90.40.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	4

TABELLA 5.33 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TRATTAMENTO DI COTTURA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.15.130.40.30	VRHV	15	130	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.30.110.40.30	VRHV	30	110	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.30.130.40.30	VRHV	30	130	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2
R4.90.110.40.30	VRHV	90	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2
R4.90.130.40.30	VRHV	90	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2

Le prove successive sono state implementate al fine di migliorare ulteriormente la conoscenza del trattamento in atto; più in dettaglio, le prove hanno riguardato l'ordine di miscelazione degli ingredienti formanti il campione, secondo composizioni differenti (tabella 5.34), e la granulometria del rifiuto iniziale (tabella 5.35).

TABELLA 5.34 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'ORDINE DI MISCELAZIONE

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.30.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2
R4.60.110.30.30	RVH	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2
R4.60.110.30.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	4
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	4
R4.60.110.40.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2
R4.60.110.40.30	RVH	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2
R4.60.110.40.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	4

TABELLA 5.35 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA GRANULOMETRIA DEL RIFIUTO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 0-2 mm	40%	30%	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 2-4 mm	40%	30%	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 misto	40%	30%	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 polvere	40%	30%	2

Fase finale necessaria prima di sottoporre il campione ad analisi quantitativa è la verifica della ripetibilità delle valutazioni finora dedotte (tabella 5.36); è stato inoltre indispensabile verificare che la quantità di matrice inserita nel contenitore utilizzato per la cottura non influisse sulle caratteristiche finali ricercate (tabella 5.37).

TABELLA 5.36 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	8

TABELLA 5.37 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA QUANTITÀ DI CAMPIONE TRATTATO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	7,50	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	15,00	70%	R4	40%	30%	4
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	20,00	70%	R4	40%	30%	4

5.5.4.3. Prove quantitative

Le prove quantitative (tabella 5.38) sono state fatte secondo le condizioni ottimali riscontrate nella fase precedente, quindi con percentuale di vernice pari al 30% e contenuto di umidità del 30 e del 40%; successivamente, si è verificato come la riduzione della durata di trattamento possa influire sulla bontà finale del trattamento.

TABELLA 5.38 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	4
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R4	40%	30%	1
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R4	40%	50%	1

5.5.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

5.5.5.1. Parametri indagati

Come nel caso precedente, anche l'utilizzo di questo rifiuto deriva dal fatto che deriva dagli stessi processi che generano il primo rifiuto trattato, presentando in aggiunta caratteristiche sia chimiche sia fisiche similari.

In particolare, sono state ricercate le condizioni ottimali di trattamento in termini di umidità del rifiuto e di percentuale di vernice utilizzata. Successivamente alla buona riuscita del campione dal punto di vista fisico, si è provveduto alle analisi quantitative del relativo eluato.

5.5.5.2. Prove qualitative

Essendo questo rifiuto fisicamente simile al primo trattato (rifiuto n.1), si è deciso di eseguire le prove iniziali ad ampio spettro partendo dalle condizioni ottimali di quest'ultimo; mantenuti validi gli altri parametri, è stata variata la percentuale di vernice come dettagliato in tabella 5.39.
Secondo quanto ottenuto, sono state dunque eseguite analoghe prove con rifiuto non secco bensì con contenuto di umidità variabile (tabella 5.40).
I campioni risultati migliori sono stati ripetuti al fine di poter effettuare successivamente l'analisi quantitativa (tabella 5.41).

TABELLA 5.39 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI VERNICE VARIABILE

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R5.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	0%	20%	4
R5.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	0%	30%	4
R5.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	0%	40%	4
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	4

TABELLA 5.40 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R5.15.90.20.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	20%	20%	4
R5.15.90.20.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	20%	30%	4
R5.15.90.20.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	20%	40%	4
R5.15.90.20.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	20%	50%	4
R5.15.90.30.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	30%	20%	4
R5.15.90.30.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	30%	30%	4
R5.15.90.30.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	30%	40%	4
R5.15.90.30.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	30%	50%	4

TABELLA 5.41 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	N. CAMP.
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	8

5.5.5.3. Prove quantitative

L'analisi quantitativa è stata condotta nelle migliori condizioni dedotte attraverso la fase sperimentale precedentemente descritta, cioè su un campione secco composto in parti uguali di rifiuto e vernice in polvere, mantenendo un trattamento a 90°C per 15 minuti.

5.6. Prove mediante tecniche convenzionale

Nei paragrafi seguenti sono illustrate le prove effettuate tramite tecnica convenzionale suddivise per tipologia di rifiuto. Il fine di tali prove è quello di confrontare i risultati ottenuti con quelli derivanti dalle precedenti esperienze con le vernici, ovvero confermare le criticità derivanti dal trattamento mediante leganti idraulici.

In virtù del fatto che i campioni trattati mediante i suddetti leganti risultano frantumabili prima di essere sottoposti alla prova di eluizione in acqua e che la metodica è ampiamente consolidata anche su scala reale, non sono state previste prove qualitative bensì solo quelle quantitative.

Queste prove sono state applicate ai rifiuti CER 100207* [n.2] e CER 120114* (misto) [n.5], in funzione delle loro caratteristiche, dei risultati precedentemente ottenuti e della disponibilità degli stessi.

5.6.1. Rifiuto CER 100207* [n.2]

La sperimentazione su questo rifiuto tramite tecniche convenzionali ha indagato l'utilizzo delle due tipologie di cemento più performanti secondo un'approfondita sperimentazione precedente (Lonati, 2011), sia in percentuali differenti sia con l'aggiunta di un altro reagente come la calce.
Inoltre, sono state effettuate prove addizionando il silicato di sodio in diverse quantità in modo da poterne valutare gli effetti; in quest'ultime la percentuale di rifiuto trattato rispetto al peso totale del campione è stata mantenuta costante pari all'80%.
Le prove sono state effettuate a differenti tempi di maturazione, compresi tra 1 e 28 giorni.
Nella seguente tabella 5.42, si dettaglia l'esperienza sopracitata.

TABELLA 5.42 - PROVE CON I CEMENTI SUL RIFIUTO 2

codice	TEMPO DI MATURAZIONE [giorni]	RIFIUTO R5 [%]	CEMENTO PORTLAND [%]	CEMENTO FERRICO POZZ. [%]	CALCE [%]	SILICATO DI SODIO [%]
C1.Po10	1	90	10			
C1.Po20	1	80	20			
C1.Po10.C10	1	80	10		10	
C1.Po14.S6	1	80	14			6
C1.Po12.S8	1	80	12			8
C1.Po10.S10	1	80	10			10
C1.Fe10	1	90		10		
C1.Fe20	1	80		20		
C1.Fe10.C10	1	80		10	10	
C1.Fe14.S6	1	80		14		6
C1.Fe12.S8	1	80		12		8
C1.Fe10.S10	1	80		10		10
C2.Po10	2	90	10			
C2.Po20	2	80	20			
C2.Po10.C10	2	80	10		10	
C2.Po14.S6	2	80	14			6
C2.Po12.S8	2	80	12			8
C2.Po10.S10	2	80	10			10
C2.Fe10	2	90		10		
C2.Fe20	2	80		20		
C2.Fe10.C10	2	80		10	10	
C2.Fe14.S6	2	80		14		6
C2.Fe12.S8	2	80		12		8
C2.Fe10.S10	2	80		10		10
C4.Po10	4	90	10			
C4.Po20	4	80	20			
C4.Po10.C10	4	80	10		10	
C4.Po14.S6	4	80	14			6
C4.Po12.S8	4	80	12			8
C4.Po10.S10	4	80	10			10
C4.Fe10	4	90		10		
C4.Fe20	4	80		20		
C4.Fe10.C10	4	80		10	10	
C4.Fe14.S6	4	80		14		6
C4.Fe12.S8	4	80		12		8
C4.Fe10.S10	4	80		10		10

codice	TEMPO DI MATURAZIONE [giorni]	RIFIUTO R5 [%]	CEMENTO PORTLAND [%]	CEMENTO FERRICO POZZ. [%]	CALCE [%]	SILICATO DI SODIO [%]
C7.Po10	7	90	10			
C7.Po20	7	80	20			
C7.Po10.C10	7	80	10		10	
C7.Po14.S6	7	80	14			6
C7.Po12.S8	7	80	12			8
C7.Po10.S10	7	80	10			10
C7.Fe10	7	90		10		
C7.Fe20	7	80		20		
C7.Fe10.C10	7	80		10	10	
C7.Fe14.S6	7	80		14		6
C7.Fe12.S8	7	80		12		8
C7.Fe10.S10	7	80		10		10
C14.Po10	14	90	10			
C14.Po20	14	80	20			
C14.Po10.C10	14	80	10		10	
C14.Po14.S6	14	80	14			6
C14.Po12.S8	14	80	12			8
C14.Po10.S10	14	80	10			10
C14.Fe10	14	90		10		
C14.Fe20	14	80		20		
C14.Fe10.C10	14	80		10	10	
C14.Fe14.S6	14	80		14		6
C14.Fe12.S8	14	80		12		8
C14.Fe10.S10	14	80		10		10
C28.Po10	28	90	10			
C28.Po20	28	80	20			
C28.Po10.C10	28	80	10		10	
C28.Po14.S6	28	80	14			6
C28.Po12.S8	28	80	12			8
C28.Po10.S10	28	80	10			10
C28.Fe10	28	90		10		
C28.Fe20	28	80		20		
C28.Fe10.C10	28	80		10	10	
C28.Fe14.S6	28	80		14		6
C28.Fe12.S8	28	80		12		8
C28.Fe10.S10	28	80		10		10

5.6.2. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

Le prove sul rifiuto, simile sia chimicamente sia fisicamente al rifiuto n.1 inizialmente indagato e perciò ricco di metalli e sostanza organica, sono state implementate al fine di verificare l'efficienza del tradizionale processo di inertizzazione e confermare le già note problematiche; a tale fine è stato inoltre aggiunto il molibdeno (in concentrazione teorica nell'eluato pari a 50 mg/l), secondo le modalità spiegate nell'apposito paragrafo.

Come riepilogato in tabella 5.43, le prove sono state limitate alle condizioni tipicamente impiegate presso l'impianto, quindi impiegando come legante semplicemente calce e cemento (secondo le combinazioni già testate anche per il precedente rifiuto sottoposto a trattamento convenzionale) e con un tempo di maturazione pari a 2 giorni.

TABELLA 5.43 - PROVE CON I CEMENTI SUL RIFIUTO 5

codice	TEMPO DI MATURAZIONE [giorni]	RIFIUTO R4 [%]	CEMENTO PORTLAND [%]	CEMENTO FERRICO POZZ. [%]	CALCE [%]	SILICATO DI SODIO [%]
C2.Po10	2	90	10			
C2.Po20	2	80	20			
C2.Po10.C10	2	80	10		10	
C2.Fe10	2	90		10		
C2.Fe20	2	80		20		
C2.Fe10.C10	2	80		10	10	

5.7. Strumentazione e metodiche analitiche utilizzate

5.7.1. Processo di polimerizzazione

5.7.1.1. Stufa

Fase saliente del processo è la cottura della miscela rifiuto-vernice, eseguita avvalendosi di una stufa da laboratorio. Sono state monitorate in continuo le temperature, sia nell'ambiente interno alla stufa sia nell'alloggiamento dei contenitori, tramite termocoppia. Si riportano le caratteristiche di suddetta strumentazione:

- stufa convettiva Binder FP53
  - campo di applicazione: 5°C - 300°C
  - precisione: 1°C
- termometro digitale PCE T-390
  - campo di misurazione: -100°C - 1200°C
  - precisione: 0,1°C

5.7.1.2. Sistema di agitazione

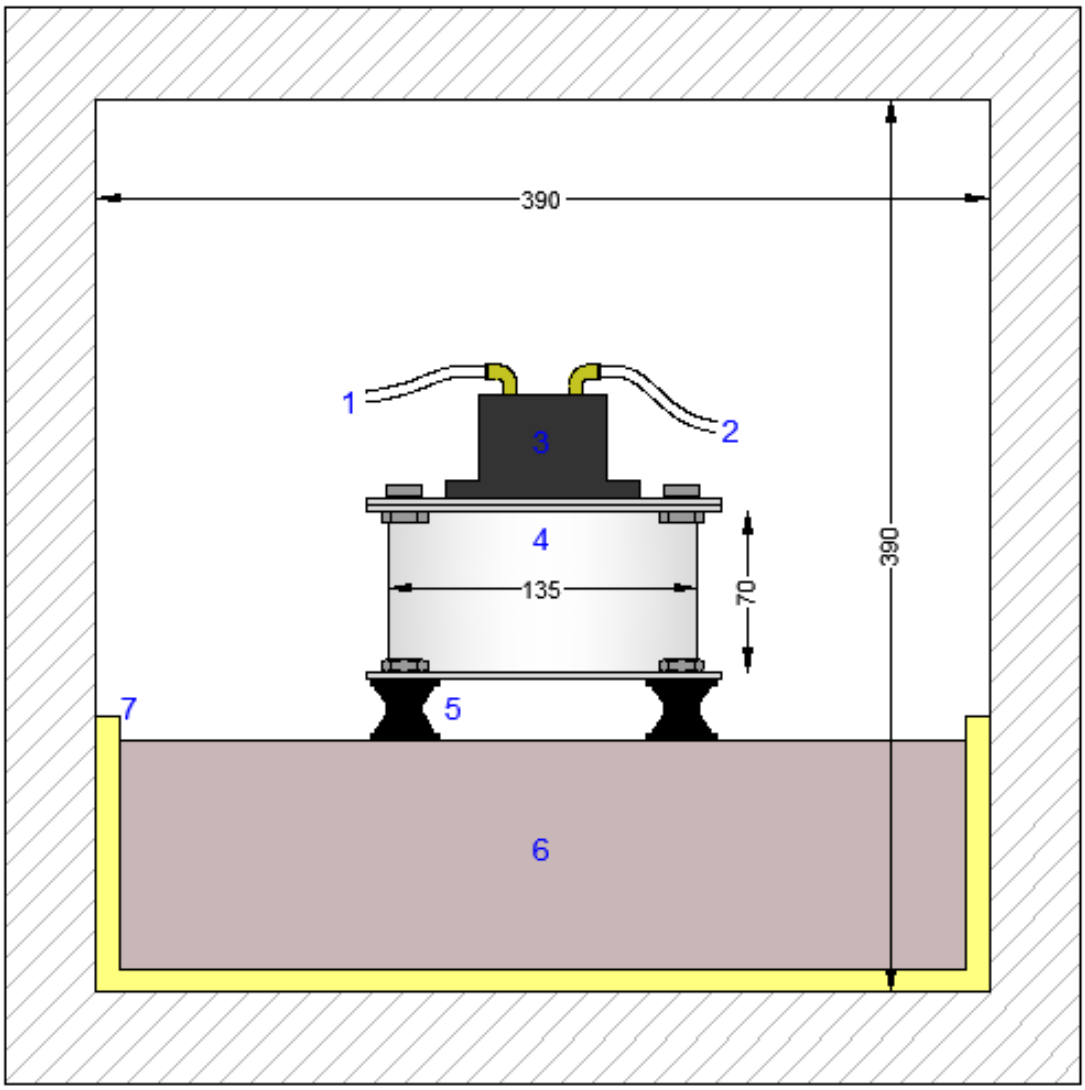
Il sistema di agitazione risulta essenziale e ricopre un duplice scopo:

- permettere la formazione di particelle di dimensioni adatte ad essere analizzate tramite la metodica prevista dalla norma UNI EN 12457-2, recepita in Italia dalla norma UNI 10802 su cui è basata l'ammissibilità del rifiuto in discarica;
- non permettere che le vernici interagiscano con le pareti del contenitore ove i campioni sono posti, andando a creare un rivestimento polimerizzato.

Il sistema (figura 5.12) risulta composto dai componenti seguenti:

- un motore vibrante, atto a fornire il movimento;
- una piastra metallica, su cui è montato il motore, che chiude il contenitore trasmettendoli inoltre il movimento tramite un fissaggio rigido;
- un contenitore cilindrico in metallo, ove sono stati alloggiati i campioni in cottura;
- un sistema di antivibranti a clessidra, utili a smorzare le vibrazioni cosicché non si trasmettano alla struttura della stufa;
- un blocco in calcestruzzo, prodotto specificatamente con lo scopo di eliminare la trasmissione delle vibrazioni provenienti dall'attrezzatura; a tale scopo, inoltre, la stufa è stata internamente rivestita con fogli di lana di roccia.

Durante la prova del materiale più adatto ad ospitare i campioni, i contenitori sono stati appoggiati nella struttura metallica cilindrica e tenuti in posizione tramite riempimento dei vuoti con lana di vetro. Con la definitiva adozione dei contenitori in silicone, questi sono stati creati appositi scomparti tramite due piastre ospitanti ognuna due anelli cilindrici internamente troncoconici per favorire il bloccaggio dei suddetti recipienti; ciò ha permesso sia una miglior trasmissione delle vibrazioni, dovuta all'estrema rigidità del sistema dal motore dal motore ai contenitori in silicone, sia di poter trattare 4 campioni contemporaneamente, con notevole risparmio di tempo.



1. tubo di alimentazione aria
2. tubo di scarico aria
3. motore vibrante pneumatico
4. camera di trattamento
5. antivibranti
6. blocco in cemento
7. materiale isolante

FIGURA 5.12 - SCHEMA DEL SISTEMA UTILIZZATO PER IL TRATTAMENTO

5.7.1.2.1. Motori vibranti

I vibratori utilizzati sono specificatamente progettati per la manipolazione, il carico, lo scarico ed il deposito di polveri e materiali granulari nonché per la setacciatura, la miscelazione o l'omogeneizzazione degli stessi. Il movimento vibratorio può essere determinato utilizzando motori elettrici equipaggiati con masse rotanti eccentriche o motori pneumatici a rullo.

5.7.1.2.1.1. Sistema elettrico

La struttura del vibratore elettrico è estremamente semplice in quanto formata dal corpo motore, dalle masse eccentriche montate alle estremità dell'albero e da due pezzi a copertura delle masse stesse; le masse consistono in dischi semicircolari, smontabili al fine di regolare la vibrazione.
La forza centrifuga provocata dalla rotazione di queste masse genera la sollecitazione del vibratore.
Indicando con m la massa rotante e con e l'eccentricità rispetto all'asse di rotazione è facile calcolare la forza centrifuga in funzione della velocità angolare ω, tramite la formula $F_c = m \cdot e \cdot \omega^2$.
Il movimento ottenuto risulta di tipo rotazionale: momento per momento la forza centrifuga cambia direzione portandosi dietro la struttura a cui il motore è connesso ed il materiale ivi contenuto, cosicché questo compia una traiettoria circa elicoidale.
La caratterizzazione dell'esatto movimento delle particelle è comunque difficile in virtù dei molti parametri in gioco, quali l'intensità e la frequenza delle vibrazioni, la posizione reciproca tra contenitore e vibratore e lo smorzamento determinato nei collegamenti.

Il motore elettrico utilizzato è stato un Micro MVE a 3 fasi della ditta Oli S.p.A. (figura 5.13), avente 3000-3600 rpm e una forza centrifuga massima pari a 143 libbre (60 Hz).
Dovendo lavorare a temperature elevate, il motore è stato adeguatamente protetto tramite rivestimento con materiale isolante ed alluminio in modo da garantire il funzionamento delle parti in moto; l'alimentazione è avvenuta facendo passare il cavo, anch'esso debitamente protetto, attraverso la guarnizione della stufa.

FIGURA 5.13 -VIBRATORE ELETTRICO

5.7.1.2.1.2. Sistema pneumatico

Il motore pneumatico utilizzato permette di riprodurre lo stesso movimento fornito da quello elettrico; in particolare ci si è avvalsi di un vibratore pneumatico a rulli, modello OR 65 della ditta Oli S.p.A. (figura 5.14), consistente in un rullo in acciaio posto all'interno di una sede in ghisa. In dettaglio, la vibrazione è generata da un rotore che descrive un movimento epicicloidale in una gabbia d'acciaio temprato determinando una forza centrifuga di tipologia analoga a quella derivante dalla rotazione delle masse eccentriche; caratteristiche salienti di questa tipologia di vibratori sono le altissime frequenze del movimento prodotto.
Il motore non è stato protetto termicamente in quanto adatto a lavorare fino a 200°C.
Per limitare i consumi di aria, e visto che il movimento risultava più che sufficiente data il peso limitato di quanto da agitare, la sperimentazione è avvenuta a pressione minima di funzionamento, pari a 2 bar.
L'impiego di un sistema pneumatico implica l'utilizzo di due tubi da 1/4" in rilsan, resistenti ad alta temperatura, uno per fornire aria al sistema e l'altro come scarico. L'impossibilità di far passare i tubi attraverso la guarnizione senza che vi sia lo schiacciamento degli stessi, con alterazione quindi del flusso d'aria, ha reso necessaria la costruzione di un'apposita guarnizione in silicone munita di incavo dove alloggiare gli stessi.
L'alimentazione dell'aria è stata fornita tramite un compressore da 2 cavalli erogante una portata massima pari a 200 litri/min. La pressione di esercizio è stata regolata in continuo tramite apposito manometro; per semplicità, è stata inoltre assunta costante durante il rapido passaggio all'interno della stufa.
Si allegano a seguire le caratteristiche tecniche del motore in oggetto (figura 5.15).

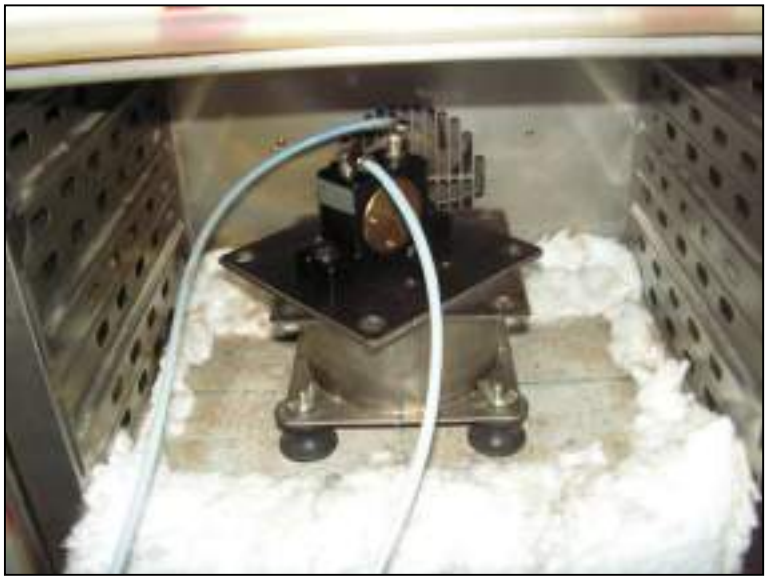


FIGURA 5.14 - VIBRATORE PNEUMATICO

TYPE	A		B		C		D		E		F		X-Y		
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch		kg	lbs
OR 50	50	1.97	86	3.39	68	2.68	12	0.47	30	1.18	7	0.28	1/8"	0.37	0.81
OR 65	65	2.56	113	4.45	90	3.54	16	0.63	36	1.42	9	0.35	1/4"	0.76	1.67
OR 80	80	3.15	128	5.04	104	4.09	16	0.63	40	1.57	9	0.35	1/4"	1.270	2.79
OR 100	100	3.94	160	6.30	130	5.12	20	0.79	52	2.05	11	0.43	3/8"	2.600	5.72

TYPE	Vibrations - Schwingungen Vibrations - Vibrazioni			F.C. max.						Air consumption - Luftverbrauch Consommation d'air - Consumo d'aria					
	2 bar=29 psi	4 bar=58 psi	6 bar=87 psi	2 bar=29 psi		4 bar=58 psi		6 bar=87 psi		2 bar=29 psi		4 bar=58 psi		6 bar=87 psi	
	Vpm			kg	lbs	kg	lbs	kg	lbs	l	CF	l	CF	l	CF
OR 50	21,000	25,000	29,500	188	413	281	619	355	780	78	2.8	144	5.1	204	7.2
OR 65	19,000	22,000	26,000	235	516	439	966	552	1215	100	3.5	198	7.0	296	10.5
OR 80	14,000	16,500	21,500	342	752	587	1292	624	1373	122	4.3	255	9.0	378	13.3
OR 100	6,750	9,750	11,000	289	637	604	1329	783	1722	132	4.7	384	10.0	412	14.5

Fonte: Oli S.p.A.

FIGURA 5.15 - CARATTERISTICHE TECNICHE VIBRATORE PNEUMATICO OR 65

5.7.2. Test di eluizione

Per l'attuazione delle prove di lisciviazione conformemente a quanto riportato nella norma UNI EN 12457-2, è necessario utilizzare un dispositivo che mantenga i campioni in agitazione per 24 h ± 0,5 h ad una velocità di circa 10 giri al minuto. Allo scopo è stato usato il mescolatore rotativo Rotax 6.8 della RG strumenti (figura 5.16). I contenitori sono stati mantenuti in agitazione per 24 h ± 0,5 h ad una velocità di circa 10 giri al minuto.
Il mescolatore è stato modificato per permettere il montaggio di contenitori da 500 ml, cosicché siano ospitabili da 20 a 40 campioni a seconda che le bottiglie siano a base circolare o rettangolare. La potenzialità di carico non rispetta la potenzialità del motore, in quanto lo strumento è stato creato per alloggiarvi al massimo 6 bottiglie da 2 litri; durante la sperimentazione il mescolatore è stato comunque caricato rispettando la potenzialità del motore.
La successiva filtrazione è stata eseguita con carta da filtro con porosità 0,45 μm, posizionata su dispositivo di filtrazione sottovuoto.

FIGURA 5.16 - SISTEMA DI AGITAZIONE ROTAX 6.8 MODIFICATO

5.7.3. Analisi campioni

Le analisi dei campioni sono state effettuate tramite le apparecchiature di cui è dotato il laboratorio Ambiente Ricerche, come descritto nella seguente tabella 5.44:

TABELLA 5.44- STRUMENTAZIONE UTILIZZATA PER LE ANALISI QUANTITATIVE

PARAMETRO	STRUMENTO DI MISURA
anioni	cromatografo ionico DIONEX ICS 1000
metalli	Perkin Elmer optima 2100 spettrometro ICP-OES plasma ad accoppiamento indotto simultaneo *Agilent 720*
DOC/TOC	spettrometro IR Shimadzu CSV
TDS	conduttimetro WTW cond.330i

5.7.3.1. Metodiche certificate

Si riportano in seguito le metodiche utilizzate dal laboratorio per le analisi sul tal quale (tabella 5.45) e sull'eluato in acqua (tabella 5.46).

TABELLA 5.45 - METODICHE ANALITICHE (TAL QUALE)

Parametro	Metodo analitico
Perdita di massa organica sul secco	IRSA/CNR Quaderni 100 - 2080
Residuo secco percentuale a 105°C	UNI EN 12880:2002
Residuo secco percentuale a 600°C	UNI EN 12880:2002
Cromo VI ed i sui composti (come Cr)	IRSA/CNR Quaderni 64
Cromo totale e suoi composti (come Cr)	IRSA/CNR Quaderni 64
Cadmio e suoi composti (come Cd)	IRSA/CNR Quaderni 64
Piombo ed suoi composti (come Pb)	IRSA/CNR Quaderni 64
Nichel ed suoi composti (come Ni)	IRSA/CNR Quaderni 64
Zinco ed suoi composti (come Zn)	IRSA/CNR Quaderni 64
Alluminio ed suoi composti (come Al)	IRSA/CNR Quaderni 64
Arsenico ed suoi composti (come As)	IRSA/CNR Quaderni 64
Mercurio ed suoi composti (come Hg)	IRSA/CNR Quaderni 64
Selenio ed suoi composti (come Se)	IRSA/CNR Quaderni 64
Rame ed suoi composti (come Cu)	IRSA/CNR Quaderni 64
Rame solubile in acqua (come Cu)	IRSA/CNR Quaderni 64
Fenoli totali (come Fenolo)	IRSA/CNR Quaderni 64
Cianuri	IRSA/CNR Quaderni 64
Oli minerali (Idrocarburi totali C>12)	IRSA/CNR Quaderni 64
Punto d'infiammabilità	UNI EN 22719:1994 (Pensky-Martens)

Parametro	Metodo analitico
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)	
Toluene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Etilbenzene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Xilene (o-, m-, p-)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Benzene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Stirene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Isopropilbenzene (Cumene)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
n-propilene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Propilbenzene (Cumene)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Trimetilbenzene (mesitilene)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Arom. Ramificati (come trimetilbenzene)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Altri Solventi Organici Aromatici	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Totale solventi organici aromatici	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
SOLVENTI ORGANICI CLORURATI	
Totale solventi organici clorurati	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Tricloroetilene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Diclorometano	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Tetracloroetano	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Cloroformio	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Tetracloroetilene	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Altri Solventi Organici Clorurati	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)	
1-Butanolo	EPA 5021/1996+EPA8260B/1996
2-Butossietanolo	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Butanolo	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Etanolo	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Isobutanolo	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Isopropanolo	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Metanolo	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
4-idrossi-2metil-pentanone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Acetone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Cicloesanone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Metilchetone (MEK)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Metiletilisobutilchetone (MIBK)	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Isobutilacetone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Metilacetone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Butilacetone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Etilacetone	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
DMF (N,N-dimetilformamide)	EPA 8260B/1996+EPA5021A/2003
Butiletere	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b
Caprolattame	EPA 8260B/1996+EPA5030C/2003
1-Bromopropano	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23a
Totale altri solventi organici	IRSA CNR Quaderni 64 - M.23b

TABELLA 5.46 - METODICHE ANALITICHE (ELUATO)

Parametro	Metodo analitico
pH dell'eluato	UNICHIM 169/94 MU 929
Arsenico (come As)	UNI EN 12506:2004
Bario (come Ba)	UNI EN 12506:2004
Cadmio (come Cd)	UNI EN 12506:2004
Cromo Totale (come Cr)	UNI EN 12506:2004
Rame (come Cu)	UNI EN 12506:2004
Mercurio (come Hg)	UNI EN 13370:2004
Molibdeno (come Mo)	UNI EN 12506:2004
Nichel (come Ni)	UNI EN 12506:2004
Piombo (come Pb)	UNI EN 12506:2004
Antimonio (come Sb)	UNI EN 12506:2004
Selenio (come Se)	UNI EN 12506:2004
Zinco (come Zn)	UNI EN 12506:2004
Cloruri (come Cl-)	UNI EN 12506:2004
Fluoruri (come F-)	UNI EN 13370:2004
Cianuri (come CN-)	UNI EN 13370:2004
Solfati (come SO4--)	UNI EN 12506:2004
DOC	UNI EN 12506:2004
TDS	APAT IRSA-CNR 2090/A Man.25/2003

5.7.4. Strumentazione analitica

Per effettuare le misure di temperatura, pH, conducibilità elettrica e potenziale redox sugli eluati appena preparati, come prescritto dalla norma UNI EN 12457-2, sono stati utilizzati un misuratore WTW pH315i per le misure di temperatura, pH e potenziale di ossidoriduzione, ed un conduttimetro Delta OHM HD 2306.0 munito di una sonda SP06T per la conducibilità elettrica.

Per le pesate dei materiali sono state usate le seguenti bilance:

- bilancia Libertini modello Europe 1700 con pesatura massima di 1700 g e precisione pari a 0,01 g, per i cementi e i rispettivi rifiuti;
- bilancia Wunder modello Mix con pesatura massima pari a 50 g e precisione di 0,01 g, per le vernici e i rispettivi rifiuti.

Per le pesate che hanno richiesto maggior precisione, quelle per il molibdato e il silicato di sodio, è stata utilizzata una bilancia di precisione Mettler AJ50 con pesatura massima pari a 50 g e precisione pari a 0,0001 g.

5.8. Bibliografia

Conner, J.R., 1990. Chapter 11. Portland Cement/Soluble Silicate Processes. In *Chemical Fixation and Solidification of Hazardous Wastes*. New York: Van Nostrand Reinhold. pp.376-95.

Lonati, M., 2011. Inertizzazione con leganti idraulici di rifiuti contenenti molibdeno ai fini dello smaltimento in discarica. Università degli studi di Brescia, Facoltà di ingegneria, corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, relatore Prof. Carlo Collivignarelli A.A. 2010/2011.

Messali, L. & Zanotti, D., 2009. Studio sperimentale finalizzato all'inertizzazione di rifiuti industriali mediante processi non convenzionali. Università degli studi di Brescia, Facoltà di ingegneria, corso di Laurea in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio, relatore Prof. Carlo Collivignarelli A.A. 2008/2009.

6. Risultati e discussione

Sommario

6.1. Caratterizzazione dei rifiuti e della vernice 7

6.1.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1] 7
6.1.2. Rifiuto CER 100207* [n.2] 9
6.1.3. Rifiuto CER 101115* [n.3] 11
6.1.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4] 13
6.1.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 15
6.1.6. Vernice in polvere 17

6.2. Prove preliminari al trattamento con vernici in polvere 20

6.2.1. Prove di polimerizzazione della vernice 20
6.2.2. Scelta del materiale del contenitore 21
6.2.3. Determinazione ciclo di cottura 23

6.3. Prove mediante vernici in polvere 25

6.3.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1] 25
6.3.1.1. Prove qualitative 25
6.3.1.2. Prove quantitative 29
6.3.2. Rifiuto CER 100207* [n.2] 36
6.3.2.1. Prove qualitative 36
6.3.2.2. Prove quantitative 37
6.3.3. Rifiuto CER 101115* [n.3] 43
6.3.3.1. Prove qualitative 43
6.3.3.2. Prove quantitative 44
6.3.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4] 48
6.3.4.1. Prove qualitative 48
6.3.4.2. Prove quantitative 53
6.3.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 56
6.3.5.1. Prove qualitative 56
6.3.5.2. Prove quantitative 57

6.4. Prove mediante tecniche convenzionali 58

6.4.1. Rifiuto CER 100207* [n.2] 58

6.4.1.1. Confronto tra le tecniche di inertizzazione per il trattamento del molibdeno 60

6.4.2. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 63

Indice delle tabelle

TABELLA 6.1 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] 8
TABELLA 6.2 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 100207* [N.2] 10
TABELLA 6.3 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 101115* [N.3] 12
TABELLA 6.4 - ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] 14
TABELLA 6.5 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 120114* (MISTO) [N.5] 16
TABELLA 6.6 - ANALISI DELL'ELUATO IN ACQUA SULLA VERNICE IN POLVERE COTTA A T = 110°C PER 60' 17
TABELLA 6.7 - ANALISI QUANTITATIVE SULLA VERNICE IN POLVERE NON COTTA 18
TABELLA 6.8 - VALUTAZIONE DEL MATERIALE PIÙ ADATTO PER I CONTENITORI DELLE PROVE MEDIANTE VERNICI 22
TABELLA 6.9 - ANALISI QUANTITATIVA SULL'ELUATO DEL SILICONE 23
TABELLA 6.10 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE IN FUNZIONE DI TEMPO E TEMPERATURA 28
TABELLA 6.11 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ DELLE CONDIZIONI OTTIMALI 29
TABELLA 6.12 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI NON CONTAMINATI 31
TABELLA 6.13 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI CONTAMINATI CON MOLIBDENO 34
TABELLA 6.14 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - CONCENTRAZIONI NELL'ELUATO DEI PARAMETRI CRITICI DOPO IL TRATTAMENTO 35
TABELLA 6.15 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE GENERALE IN FUNZIONE DI TEMPO E TEMPERATURA 37
TABELLA 6.16 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI NON CONTAMINATI 39
TABELLA 6.17 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI CONTAMINATI 41
TABELLA 6.18 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI NELL'ELUATO DEI PARAMETRI CRITICI DOPO IL TRATTAMENTO 42
TABELLA 6.19 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110631 - ANALISI SULL'ELUATO 46
TABELLA 6.20 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - ANALISI SULL'ELUATO 47
TABELLA 6.21 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE CON TEMPERATURA PARI A 110°C 48
TABELLA 6.22 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE CON TEMPERATURA PARI A 130°C 48
TABELLA 6.23 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE CON TEMPERATURA PARI A 150°C 49
TABELLA 6.24 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE GENERALE IN FUNZIONE DI TEMPO E TEMPERATURA 51
TABELLA 6.25 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI 54
TABELLA 6.26 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - ANALISI SULL'ELUATO 57
TABELLA 6.27 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI DI MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO 59
TABELLA 6.28 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI DI MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO 59
TABELLA 6.29 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - RESE DI RIMOZIONE DEL MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO 59
TABELLA 6.30 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - RESE DI RIMOZIONE DEL MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO 60
TABELLA 6.26 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5 - CONCENTRAZIONI DOPO IL TRATTAMENTO 64
TABELLA 6.26 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5- RESE DI RIMOZIONE DOPO IL TRATTAMENTO 64

Indice delle figure

FIGURA 6.1 - VERNICE POLIMERIZZATA 20
FIGURA 6.2 - VERNICE NON PIÙ IN GRADO DI POLIMERIZZARE 20
FIGURA 6.3 - RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO 26
FIGURA 6.4 - RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO (RIFIUTO MONOLITICO) 26
FIGURA 6.5 - RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO (RIFIUTO NON ADEGUATAMENTE INCAPSULATO) 27
FIGURA 6.6 - RIFIUTO CER 101115* [N.3] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO 43
FIGURA 6.7 - RIFIUTO CER 101115* [N.3] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO 44
FIGURA 6.8 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO 49
FIGURA 6.9 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO 50
FIGURA 6.10 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO - PARTICOLARE INADEGUATEZZA DELL'INGLOBAMENTO 50
FIGURA 6.11 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO (COTTURA BREVE) 52

Indice dei grafici

GRAFICO 6.1 - CICLO DI COTTURA A 110°C PER 60 MINUTI 24
GRAFICO 6.2 - CONCENTRAZIONE DI MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO LE DIVERSE TIPOLOGIE DI TRATTAMENTO 62

6.1. Caratterizzazione dei rifiuti e della vernice

Nei seguenti paragrafi è riportata la caratterizzazione dei materiali usati durante la sperimentazione, dapprima i rifiuti quindi la vernice in polvere adottata come inertizzante.

6.1.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1]

Le analisi effettuate sul rifiuto derivante dalla lavorazioni di superfici in ottone, riassunte in tabella 7.1, hanno mostrato quanto segue.

L'elevato contenuto di metalli ne determina la connotazione sia come tossico nocivo sia come pericoloso; nel primo caso, ciò avviene a causa del superamento del limite sul piombo (circa 1,5 volte quanto consentito). La caratterizzazione come pericoloso è invece legata al superamento sul nichel, sul piombo e sullo zinco, quest'ultimo avente una concentrazione di ben 50 volte superiore al limite. Il rame, l'altro parametro caratteristico di tali tipologie di rifiuto, presenta una concentrazione di ben 222 g/l, ma non è previsto nessun limite dalle normative.

L'eluato in acqua evidenzia l'inaccettabilità del rifiuto anche in discariche per rifiuti pericolosi. Fuoriescono infatti da entrambi i limiti il rame e lo zinco, nonché il piombo e il DOC; in particolare, la concentrazione di rame è pari rispettivamente a 40 e 20 volte i limiti di accettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi e per quelli pericolosi.

In sintesi:

- giudizio di caratterizzazione: PERICOLOSO
- giudizio di classificazione: TOSSICO E NOCIVO
- giudizio di accettabilità in discarica: NON ACCETTABILE IN DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI

TABELLA 6.1 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1]

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE						
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 105°C	%	> 99				
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 600°C	%					
TAL QUALE	Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	6355				
TAL QUALE	Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	8,4	50000	2500		
TAL QUALE	Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	3,4	100	1000		
TAL QUALE	Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	17,2	100			
TAL QUALE	Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	3,5		1000		
TAL QUALE	Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	< 0,5	100	1000		
TAL QUALE	Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	50,7				
TAL QUALE	Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	1,04	100	500		
TAL QUALE	Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	1150		1000		X
TAL QUALE	Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	7630	5000	5000	X	X
TAL QUALE	Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	222000				
TAL QUALE	Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	2000	5000	2500		
TAL QUALE	Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	1,05	100	2500		
TAL QUALE	Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	120000		2500		X
TAL QUALE	Cianuri	ppm (mg/kg)	< 0,01	500	1000		
TAL QUALE	Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	< 0,5	5000	10000		
TAL QUALE	Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	17600		25000		
TAL QUALE	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		< 10		100		
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)						
TAL QUALE	Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI CLORURATI						
TAL QUALE	Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)						
TAL QUALE	Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	Punto d'infiammabilità	°C	> 60				
	Sommatoria Ex Delibera 27/07/84 art. 1.2		2,2	1		X	
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH	8,10				
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l					
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	1,11	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l					
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,01	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	200	5	10	X	X
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l					
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l					
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	< 0,05	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	0,3	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	9,73	1	5	X	X
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	0,03	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	< 0,01	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	46,7	5	20	X	X
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	< 15	2500	2500		
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	< 0,5	15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	< 10	5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	820	100	100	X	X
DIL10802	TDS	mg/l	3220	10000	10000		
	TEST H14 - Sommatoria R50/53		0,51		1		
	TEST H14 - Sommatoria R51/53		5,2		1		X
	TEST H14 - Sommatoria R52/53		52,1		1		X

LIMITI SUL TAL QUALE
LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.1.2. Rifiuto CER 100207* [n.2]

Il rifiuto derivante dall'abbattimento dei fumi in impianti metallurgici, i cui risultati delle analisi sono esplicitati in tabella 7.2, evidenziano quanto segue.

Le analisi sul rifiuto solido tal quale hanno evidenziato come l'unico parametro critico lo zinco, la cui concentrazione risulta pari a ben 32.000 ppm; tale valore è di quasi 13 volte superiore al limite che connota il rifiuto come pericoloso, posto a 2.000 ppm; non risulta invece classificabile come tossico e/o nocivo in quanto la Delibera del 1984 non prevedeva limiti su tale parametro.
Il rifiuto contiene anche altri metalli quali cadmio, cromo, cromo totale e piombo, presenti comunque in quantità limitate che risultano ben lontane dagli eventuali limiti associati.

L'eluato in acqua evidenzia come non ci siano grandi criticità, infatti il rifiuto è adatto allo smaltimento in discarica per rifiuti pericolosi in quanto non vi è alcun parametro che eccede il relativo limite; non è invece accettabile in discarica per rifiuti non pericolosi in quanto si registra un superamento sul piombo pari a quasi 2 volte il limite; appena entro i limiti si attesta il cromo totale.
Si notano infine livelli molto bassi di DOC (solo 16,8 mg/l).

In sintesi:

- giudizio di caratterizzazione: PERICOLOSO
- giudizio di classificazione: NON TOSSICO-NOCIVO
- giudizio di accettabilità in discarica: ACCETTABILE IN DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI

Questa tipologia di rifiuto è solitamente caratterizzata da una notevole quantità di metalli e da un basso contenuto organico; mentre la seconda ipotesi è stata confermata dalle analisi, la prima non è pienamente rispettata, in quanto vi è sì la presenza di molti metalli ma non in quantità così elevata come ci si poteva attendere; ciò è dovuto probabilmente al fatto che il campione non deriva da uno specifico carico/processo ma è un omogeneizzazione di rifiuti aventi stesso codice CER e caratteristiche chimiche e fisiche analoghe, provenienti da realtà differenti.

TABELLA 6.2 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 100207* [N.2]

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE						
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 105°C	%					
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 600°C	%					
TAL QUALE	Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	10723				
TAL QUALE	Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	< 5	50000	2500		
TAL QUALE	Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	< 1	100	1000		
TAL QUALE	Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	58,76	100			
TAL QUALE	Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	36,77		1000		
TAL QUALE	Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)		100	1000		
TAL QUALE	Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	3053				
TAL QUALE	Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	3,49	100	500		
TAL QUALE	Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	318		1000		
TAL QUALE	Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	2220	5000	5000		
TAL QUALE	Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	976				
TAL QUALE	Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	0,39	5000	2500		
TAL QUALE	Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	0	100	2500		
TAL QUALE	Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	32172		2500		X
TAL QUALE	Cianuri	ppm (mg/kg)	< 0,01	500	1000		
TAL QUALE	Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	< 0,5	5000	10000		
TAL QUALE	Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	1182		25000		
TAL QUALE	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	ppm (mg/kg)	< 10		100		
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)						
TAL QUALE	Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI CLORURATI						
TAL QUALE	Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)						
TAL QUALE	Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	Punto d'infiammabilità	°C					
	Sommatoria Ex Delibera 27/07/84 art. 1.2			1			
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH	12,00				
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,04				
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,54	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	0,0005				
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	0,9625	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,29	5	10		
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l					
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l					
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,54	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	0,0005	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	1,972	1	5	X	
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	0,005	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	< 0,005	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	1,76	5	20		
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	181,5	2500	2500		
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	< 15	15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	117,5	5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	16,8	100	100		
DIL10802	TDS	mg/l	5905	10000	10000		

LIMITI SUL TAL QUALE
LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.1.3. Rifiuto CER 101115* [n.3]

Le analisi effettuate sul rifiuto derivante dal settore del vetro, contenente molibdeno, (tabella 7.3) hanno condotto alle seguenti osservazioni.

Dal punto di vista della composizione, il rifiuto tal quale non presenta parametri che ne determinino la qualifica come tossico- nocivo o come pericoloso.
È bene inoltre segnalare come non si segnalino criticità sul rifiuto tal quale perché i parametri più problematici non sono previsti dalle relative normative di riferimento.

L'eluato in acqua mostra invece diversi parametri che lo rendono inaccettabile anche in discariche per rifiuti pericolosi. In particolare, il parametro simbolo di tale criticità è il molibdeno, presente in una concentrazione di 150 mg/l, pari a ben 50 volte il limite previsto dalla normativa (3 mg/l); questa caratteristica rende il rifiuto particolarmente adatto alla sperimentazione in atto in quanto non si presenta la necessità di aggiungere una quantità nota teorica di molibdeno.
Altri parametri critici sono i cloruri ed il DOC, eccedenti il limite massimo rispettivamente di circa 2 (5070 mg/l rispetto a 2500 mg/l) e 3 (28800 mg/l rispetto a 10000 mg/l) volte. In aggiunta ai precedenti parametri, si nota anche il superamento del cromo totale riguardo al limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi (1,12 mg/l rispetto a 1 mg/l).

In sintesi:

- giudizio di caratterizzazione: NON PERICOLOSO
- giudizio di classificazione: NON TOSSICO-NOCIVO
- giudizio di accettabilità in discarica: NON ACCETTABILE IN DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI

TABELLA 6.3 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 101115* [N.3]

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE						
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 105°C	%	98,5				
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 600°C	%					
TAL QUALE	Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	1590				
TAL QUALE	Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	< 5	50000	2500		
TAL QUALE	Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	13,5	100	1000		
TAL QUALE	Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	< 1	100			
TAL QUALE	Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)			1000		
TAL QUALE	Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	< 0,5	100	1000		
TAL QUALE	Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	21,5				
TAL QUALE	Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	< 1	100	500		
TAL QUALE	Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	8,2		1000		
TAL QUALE	Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	27,2	5000	5000		
TAL QUALE	Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	8,6				
TAL QUALE	Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	3,6	5000	2500		
TAL QUALE	Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	1,37	100	2500		
TAL QUALE	Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	16,7		2500		
TAL QUALE	Cianuri	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)		5000	10000		
TAL QUALE	Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)			25000		
TAL QUALE	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)				100		
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)						
TAL QUALE	Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI CLORURATI						
TAL QUALE	Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)						
TAL QUALE	Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	Punto d'infiammabilità	°C					
	Sommatoria Ex Delibera 27/07/84 art. 1.2			1			
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH	12,20				
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l					
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	0,1	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	1,21	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l					
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1,12	1	7	X	
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,37	5	10		
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l					
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	0,01	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l					
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	150	1	3	X	X
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	< 0,01	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	0,06	1	5		
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	0,06	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	< 0,005	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	0,11	5	20		
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	5070	2500	2500	X	X
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	< 0,5	15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	390	5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	< 10	100	100		
DIL10802	TDS	mg/l	28800	10000	10000	X	X

LIMITI SUL TAL QUALE
LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.1.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4]

Viene qui specificata, dal punto di vista quantitativo, la composizione del rifiuto n.4, un generico ed eterogeneo fango proveniente da lavorazioni metalliche; i valori numerici sono evidenziati in tabella 7.4.

In funzione delle analisi sul tal quale, il rifiuto è classificato come pericoloso, in quanto presenta un contenuto di zinco di circa 3,5 volte quanto consentito; non è invece qualificato come speciale e/o tossico-nocivo, in quanto non erano previsti limiti su questo parametro nella D.C.I. del 1984.

L'eluato in acqua evidenzia come il rifiuto non possa essere accettato neanche in discariche per rifiuti pericolosi in virtù dei superamenti sul DOC, sui cloruri e sul nichel, aventi valori rispettivamente pari a 8, 2 e 1,5 volte il limite previsto; oltre ai parametri sopracitati, contribuiscono a rendere il rifiuto inaccettabile per le discariche di rifiuti non pericolosi anche il selenio e lo zinco.

In sintesi:

- giudizio di caratterizzazione: PERICOLOSO
- giudizio di classificazione: NON TOSSICO-NOCIVO
- giudizio di accettabilità in discarica: NON ACCETTABILE IN DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI

TABELLA 6.4 - ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4]

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE						
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 105°C	%	38,28				
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 600°C	%					
TAL QUALE	Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	28000				
TAL QUALE	Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	< 1	50000	2500		
TAL QUALE	Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	< 1	100	1000		
TAL QUALE	Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	1,031	100			
TAL QUALE	Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	1,373		1000		
TAL QUALE	Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	< 0,5	100	1000		
TAL QUALE	Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	183,7				
TAL QUALE	Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	< 1	100	500		
TAL QUALE	Molibdeno ed i suoi composti (come Mo)	ppm (mg/kg)	50,51		1000		
TAL QUALE	Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	196,1		1000		
TAL QUALE	Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	105,1	5000	5000		
TAL QUALE	Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	592				
TAL QUALE	Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	< 1	5000	2500		
TAL QUALE	Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	15,07	100	2500		
TAL QUALE	Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	8472		2500		X
TAL QUALE	Cianuri	ppm (mg/kg)	3,8	500	1000		
TAL QUALE	Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	<0,5	5000	10000		
TAL QUALE	Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	1840		25000		
TAL QUALE	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		< 10		100		
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)						
TAL QUALE	Xilene (o-, m-, p-)	ppm (mg/kg)	2,4	50000	125000		
TAL QUALE	Trimetilbenzene (mesitilene)	ppm (mg/kg)	1,18		25000		
TAL QUALE	Arom. ramificati (come trimetilbenzene)	ppm (mg/kg)	0,64				
TAL QUALE	Altri solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI CLORURATI						
TAL QUALE	Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	<1				
TAL QUALE	ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)						
TAL QUALE	Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	Punto d'infiammabilità	°C					
	Sommatoria Ex Delibera 27/07/84 art. 1.2			1			
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH	7,30				
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,11				
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,20	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	0,17				
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,05	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,09	5	10		
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l	0,66				
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l	2,49				
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,88	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	6,54	1	4	X	X
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	0,068	1	5		
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,005	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	0,12	0,05	0,7	X	
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	9,47	5	20	X	
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	5590	2500	2500	X	X
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	< 2,0	15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	46,5	5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	820	100	100	X	X
DIL10802	TDS	mg/l	9040	10000	10000		

LIMITI SUL TAL QUALE
LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.1.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

Anche questo rifiuto, analogo al primo testato, deriva dal trattamento superficiale dei metalli, anche se, essendo una miscela, non è stato possibile associarlo ad una precisa lavorazione, comunque ipotizzata in funzione delle analisi (tabella 7.5) qui di seguito valutate.

Il rifiuto risulta abbondantemente ricco sia di componenti inorganiche sia organiche; tra le prime, elevate concentrazioni si riscontrano in per il nichel e lo zinco, mentre tra le seconde figurano gli oli minerali. Questo scenario porta alla caratterizzazione del rifiuto come pericoloso; non è invece classificato come tossico-nocivo in quanto nella normativa di riferimento nessuno dei tre parametri sopra citati era preso in considerazione. Mentre per il nichel e gli oli la concentrazione è eccedente il limite con valori comunque non esorbitanti, altro discorso deve essere fatto per lo zinco presente in concentrazione pari a circa 46.500 ppm, quasi 20 volte superiore al limite imposto.
In aggiunta, si riporta come il rifiuto possieda un elevato contenuto di rame, indice della provenienza dello stesso dal settore di lavorazione dell'ottone; su questo parametro però non grava nessun limite

L'eluato in acqua evidenzia come i parametri critici siano il rame ed il DOC, entrambi determinanti il superamento anche del limite di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi avendo concentrazione superiore di 4-6 volte a quanto concesso: 57 mg/l rispetto a 10 mg/l per il rame, 417 mg/l rispetto a 100 mg/l per il DOC. A provocare l'inaccettabilità in discariche per rifiuti non pericolosi, si aggiunge anche lo zinco, presente in concentrazione pari a 10 mg/l.

In sintesi:

- giudizio di caratterizzazione: PERICOLOSO
- giudizio di classificazione: NON TOSSICO-NOCIVO
- giudizio di accettabilità in discarica: NON ACCETTABILE IN DISCARICA PER RIFIUTI PERICOLOSI

TABELLA 6.5 -ANALISI QUANTITATIVE SUL RIFIUTO CER 120114* (MISTO) [N.5]

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE						
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 105°C	%					
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 600°C	%					
TAL QUALE	Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	14445				
TAL QUALE	Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	< 5	50000	2500		
TAL QUALE	Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	< 1	100	1000		
TAL QUALE	Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	11,65	100			
TAL QUALE	Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	31,84		1000		
TAL QUALE	Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	< 0,5	100	1000		
TAL QUALE	Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	4992				
TAL QUALE	Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	0,87	100	500		
TAL QUALE	Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	4617		1000		X
TAL QUALE	Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	2788	5000	5000		
TAL QUALE	Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	83089				
TAL QUALE	Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	299	5000	2500		
TAL QUALE	Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	0	100	2500		
TAL QUALE	Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	46562		2500		X
TAL QUALE	Cianuri	ppm (mg/kg)	< 0,01	500	1000		
TAL QUALE	Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	12,68	5000	10000		
TAL QUALE	Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	48079		25000		X
TAL QUALE	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)	ppm (mg/kg)	< 10		100		
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)						
TAL QUALE	Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI CLORURATI						
TAL QUALE	Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)						
TAL QUALE	Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)					
TAL QUALE	Punto d'infiammabilità	°C					
	Sommatoria Ex Delibera 27/07/84 art. 1.2			1			
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH	7,60				
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,62				
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l		10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	0,0017				
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,01	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	57,21	5	10	X	X
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l					
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l					
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,07	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	0,1947	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	0,145	1	5		
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	0,0237	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	< 0,005	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	10,06	5	20	X	
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	< 15	2500	2500		
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	7,77	15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	20,4	5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	417	100	100	X	X
DIL10802	TDS	mg/l	364	10000	10000		

LIMITI SUL TAL QUALE
LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.1.6. Vernice in polvere

Per poter avere dei risultati significativi nelle successive analisi, la miscela di vernici è stata accuratamente omogeneizzata. Sono state quindi eseguite alcune analisi (tabella 7.7), sia sul tal quale sia sull'eluato, per determinare le caratteristiche medie della stessa.

L'analisi sul tal quale ha mostrato come tutti i parametri sia abbondantemente al di sotto dei limiti; le vernici di scarto utilizzate sono quindi un rifiuto speciale non pericoloso (e non tossico-nocivo).
I risultati derivanti dalle analisi sull'eluato delle vernici tal quali hanno mostrato una concentrazione di carbonio organico disciolto (DOC) pari a circa 3 volte i limiti consentiti; si può notare, in aggiunta, come lo zinco superi leggermente il limite previsto per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi.

Per una valutazione migliore del trattamento in cui verranno impiegate, sono state effettuate anche analisi sulla vernice cotta (tabella 7.6), che hanno evidenziato come l'eluato non presenti nessun parametro critico.

TABELLA 6.6 - ANALISI DELL'ELUATO IN ACQUA SULLA VERNICE IN POLVERE COTTA A T = 110°C PER 60'

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH					
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,11				
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,23	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	< 0,01				
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,01	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,14	5	10		
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l	< 0,01				
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l	< 0,01				
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,20	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	0,003	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	0,005	1	5		
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,005	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	0,015	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	0,12	5	20		
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l	3,10	2500	2500		
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l	< 0,15	15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l	3,60	5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	5	100	100		
DIL10802	TDS	mg/l	93	10000	10000		

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

TABELLA 6.7 - ANALISI QUANTITATIVE SULLA VERNICE IN POLVERE NON COTTA

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
TAL QUALE	ANALISI SUL CAMPIONE TAL QUALE						
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 105°C	%	99,02				
TAL QUALE	Residuo secco percentuale a 600°C	%					
TAL QUALE	Alluminio ed i suoi composti (come Al)	ppm (mg/kg)	2593				
TAL QUALE	Antimonio ed i suoi composti (come Sb)	ppm (mg/kg)	0,087	50000	2500		
TAL QUALE	Arsenico ed i suoi composti (come As)	ppm (mg/kg)	< 1	100	1000		
TAL QUALE	Berillio ed i suoi composti (come Be)	ppm (mg/kg)		500	1000		
TAL QUALE	Cadmio e suoi composti (come Cd)	ppm (mg/kg)	0,16	100			
TAL QUALE	Cobalto ed i suoi composti (come Co)	ppm (mg/kg)	0,506		1000		
TAL QUALE	Cromo VI ed i suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	< 0,5	100	1000		
TAL QUALE	Cromo totale e suoi composti (come Cr)	ppm (mg/kg)	6,092				
TAL QUALE	Mercurio ed i suoi composti (come Hg)	ppm (mg/kg)	0,073	100	500		
TAL QUALE	Molbdeno ed i suoi composti (come Mo)	ppm (mg/kg)	0,063		1000		
TAL QUALE	Nichel ed i suoi composti (come Ni)	ppm (mg/kg)	3,303		1000		
TAL QUALE	Piombo ed i suoi composti (come Pb)	ppm (mg/kg)	53,42	5000	5000		
TAL QUALE	Rame ed i suoi composti (come Cu)	ppm (mg/kg)	94,83				
TAL QUALE	Rame solubile in acqua (come Cu)	ppm (mg/kg)	2,53	5000	2500		
TAL QUALE	Selenio ed i suoi composti (come Se)	ppm (mg/kg)	0,782	100	2500		
TAL QUALE	Zinco ed i suoi composti (come Zn)	ppm (mg/kg)	140,7		2500		
TAL QUALE	Cianuri	ppm (mg/kg)	< 0,01	500	1000		
TAL QUALE	Fenoli totali (come Fenolo)	ppm (mg/kg)	< 0,5	5000	10000		
TAL QUALE	Oli Minerali (Idrocarburi da C10 a C40)	ppm (mg/kg)	254		25000		
TAL QUALE	Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA)		< 10		100		
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI AROMATICI (tranne IPA)						
TAL QUALE	Totale solventi organici aromatici	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	SOLVENTI ORGANICI CLORURATI						
TAL QUALE	Totale solventi organici clorurati	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	ALTRI SOLVENTI (esclusi idrocarburi)						
TAL QUALE	Totale altri solventi organici	ppm (mg/kg)	< 1				
TAL QUALE	Punto d'infiammabilità	°C	> 60				
	Sommatoria Ex Delibera 27/07/84 art. 1.2			1			
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH					
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,021				
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,56	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	0,0015				
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,01	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	1,72	5	10		
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l	0,0063				
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l	0,054				
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,062	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	0,037	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	0,0023	1	5		
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,005	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	0,04575	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	5,53	5	20	X	
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l		2500	2500		
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l		15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l		5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	320	100	100	X	X
DIL10802	TDS	mg/l	150	10000	10000		

LIMITI SUL TAL QUALE
LIMITE A: soglia per la classificazione di un rifiuto come speciale o tossico/nocivo (D.C.I. del 27 luglio 1984 art. 1.2);
LIMITE B: soglia per la classificazione di un rifiuto come pericoloso (D.Lgs. 152 del 03/04/2006)

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.2. Prove preliminari al trattamento con vernici in polvere

Prima di applicare questa tecnologia innovativa ai rifiuti si è reso necessario verificare alcune componenti fondamentali per il buon funzionamento e la ripetibilità della sperimentazione. Nei successivi parametri vengono illustrati i risultati ottenuti tramite le prove preliminari condotte sull'agente inertizzante (prove di polimerizzazione della vernice) e sulle componenti strumentali utilizzate (tipologia di contenitore e rapporto fra la temperatura della stufa e quella dell'ambiente ove sono posti i campioni).

6.2.1. Prove di polimerizzazione della vernice

Come accennato nel precedente capitolo, è stato necessario verificare che la vernice utilizzata fosse essere ancora in grado di polimerizzare; questa si è rivelata idonea in quanto, tramite riscaldamento su piastra elettrica a 150°C per 20 min, si rileva come polimerizzi integralmente (figura 6.1).
Altre partite di polvere di vernice di scarto testate non erano invece più in grado di polimerizzare cosicché non sono state successivamente utilizzate (figura 6.2).

FIGURA 6.1 - VERNICE POLIMERIZZATA

FIGURA 6.2 - VERNICE NON PIÙ IN GRADO DI POLIMERIZZARE

6.2.2. Scelta del materiale del contenitore

In tabella 7.8 si riportano le valutazioni effettuate per i diversi materiali testati, secondo le caratteristiche essenziali già descritte nel capitolo precedente:

- A: attitudine a non far aderire le vernici
- T: resistenza alle temperature di cottura
- C: possibilità di contaminazione del campione
- F: forma e dimensioni
- E: possibilità di estrazione del campione e successiva pulitura

In base a queste valutazioni, sono stati utilizzati contenitori in silicone ad elevata durezza (60 shore A), resistenti ad alta temperatura (fino 300°C) e aventi forma troncoconica con scanalature.
Viste le ridotte dimensioni (volume pari a 51 ml), è stato possibile trattare fino a 4 campioni simultaneamente.

La conformazione con le scanalature, il rapporto diametro-altezza decisamente maggiore dell'unità (circa pari a 2,5) e una certa durezza, hanno permesso di estrarre facilmente il campione rovesciando il contenitore, contribuendo così ad un successivo lavaggio meno difficoltoso; ogni contenitore è stato lavato dapprima con acqua, quindi tramite due lavaggi con acqua demineralizzata.

Il contenitore tal quale è stato spezzettato in particelle di dimensione adatta e quindi sottoposto a test di eluizione in acqua per verificare se vi era la possibilità di contaminazione del campione; come visibile in tabella 7.9, i valori misurati sono decisamente al di sotto di entrambi i limiti.

TABELLA 6.8 - VALUTAZIONE DEL MATERIALE PIÙ ADATTO PER I CONTENITORI DELLE PROVE MEDIANTE VERNICI

MATERIALE	A	T	C	F	E	NOTE
acciaio	- - -	+ + +	+	- - -	- - -	Il metallo costituisce il substrato ideale per l'adesione delle vernici e la forma impedisce l'estrazione del campione.
acciaio rivestito con carta forno	- -	+ + +	n.v.	- - -	-	Il campione può essere estratto sfilando la carta ma resta in gran parte aderente alla stessa.
acciaio rivestito con silicone termoresistente	-	+ + +	+	- - -	- -	L'estrazione del campione risulta difficile, l'adesione delle vernici alle pareti è limitata ma non è possibile ripulirle.
acciaio unto	n.v.	n.v.	- - -	n.v.	n.v.	Oli e grassi dovrebbero inibire l'adesione tra vernici e pareti ma contaminerebbero il campione.
das	-	+ +	n.v.	- -	- -	L'adesione è limitata ma è difficilmente pulibile e presenta imperfezioni nelle pareti.
silicone rosso termoresistente	+ +	+ + +	+	+	+ -	Materiale discreto, permette di estrarre facilmente il campione ma non è possibile pulire correttamente le imperfezioni di produzione.
teflon	+ -	+ + +	++	-	-	Resistenza all'adesione non soddisfacente, quasi nulla solo con percentuali di vernici molto basse rispetto al campione totale; non facile da pulire efficacemente.
silicone 1	+ + +	+	+ + +	+ + +	+ +	Buone caratteristiche generali ma scarsa resistenza alla temperatura.
silicone 2	+ + +	+ + +	+ + +	+ +	+ +	Ottime caratteristiche, non sempre pulibile con semplicità.
silicone 3	+ + +	+ + +	+ + +	+ +	+ +	Ottime caratteristiche, non sempre pulibile con semplicità.
silicone 4	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	+ + +	Ottime caratteristiche, le scanalature favoriscono il distacco del campione e la successiva pulitura.

silicone 1: forma cilindrica liscia, bassa durezza (10 shore A); silicone 2: forma cilindrica liscia, media durezza (30 shore A); silicone 3: forma troncoconica liscia, elevata durezza (60 shore A); silicone 4: forma troncoconica con scanalature, elevata durezza (60 shore A)
n.v. = non valutato

TABELLA 6.9 - ANALISI QUANTITATIVA SULL'ELUATO DEL SILICONE

	DESCRIZIONE	UNITÀ DI MISURA	VALORE	LIMITE A	LIMITE B	SUPERO LIM. A	SUPERO LIM. B
DIL10802	ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802						
DIL10802	pH dell'eluato	unità pH					
DIL10802	Alluminio (come Al)	mg/l	0,17				
DIL10802	Arsenico (come As)	mg/l	< 0,05	0,2	2,5		
DIL10802	Bario (come Ba)	mg/l	0,11	10	30		
DIL10802	Cadmio (come Cd)	mg/l	< 0,01	0,1	0,5		
DIL10802	Cobalto (come Co)	mg/l	< 0,01				
DIL10802	Cromo Totale (come Cr)	mg/l	< 0,01	1	7		
DIL10802	Rame (come Cu)	mg/l	0,009	5	10		
DIL10802	Ferro (come Fe)	mg/l					
DIL10802	Mercurio (come Hg)	mg/l	< 0,005	0,02	0,2		
DIL10802	Manganese (come Mn)	mg/l					
DIL10802	Molibdeno (come Mo)	mg/l	0,61	1	3		
DIL10802	Nichel (come Ni)	mg/l	< 0,001	1	4		
DIL10802	Piombo (come Pb)	mg/l	< 0,05	1	5		
DIL10802	Antimonio (come Sb)	mg/l	< 0,005	0,07	0,5		
DIL10802	Selenio (come Se)	mg/l	< 0,005	0,05	0,7		
DIL10802	Zinco (come Zn)	mg/l	0,03	5	20		
DIL10802	Cloruri (come Cl-)	mg/l		2500	2500		
DIL10802	Fluoruri (come F-)	mg/l		15	50		
DIL10802	Solfati (come SO4--)	mg/l		5000	5000		
DIL10802	DOC (come C)	mg/l	5	100	100		
DIL10802	TDS	mg/l	6310	10000	10000		

LIMITI SULL'ELUATO IN ACQUA SECONDO UNI 10802 (D.M. 27/09/2010)
LIMITE A: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti NON pericolosi (tab. 5);
LIMITE B: soglia per l'accettabilità in discariche per rifiuti pericolosi (tab. 6)

6.2.3. Determinazione ciclo di cottura

Si riporta in seguito il grafico tipo tarato per monitorare la reale temperatura presente ove sono alloggiati i campioni in trattamento nel sistema ad azionamento pneumatico (grafico 6.1); in particolare, è mostrato quello relativo ad un trattamento orario ad una temperatura di 110°C.

Le temperature sono state misurate con precisione pari a 0,1°C; verosimilmente, si può affermare che, per tutte le prove, la temperatura a regime abbia un'oscillazione pari a ± 2°C rispetto a quella indicata nel grafico, mentre quelle relative alle rampe di riscaldamento e raffreddamento abbiano una possibile variazione reale maggiore, pari a ± 5°C, in virtù di una maggior difficoltà di misurazione e riproduzione delle condizioni sperimentali.

In azzurro è evidenziato il periodo considerato come "durata del trattamento", il cui inizio è tipicamente associato ad una stabilità termica raggiunta da circa 5 minuti; si evidenziano invece in rosso i momenti di attacco e stacco del motore vibrante, determinati in funzione di una temperatura dell'ambiente dove sono alloggiati i campioni pari a 50°C.

Analogo grafico è stato utilizzato anche per gli altri cicli di cottura relativi a combinazioni di tempo e di temperatura differenti; in particolare, temperature maggiore e minori sono ricavate rispettivamente aumentando o diminuendo la durata della rampa di riscaldamento iniziale; in ogni caso, a regime la differenza tra temperatura della stufa (display esterno e sonda interna) e la reale temperatura di trattamento è pari a 20 ± 2°C.

Si riportano a seguire le combinazioni utilizzate:

- ciclo di cottura a 90°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
- ciclo di cottura a 110°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
- ciclo di cottura a 130°C per 15, 30, 60, 90 minuti;
- ciclo di cottura a 150°C per 15, 30, 60, 90 minuti;

Non si riporta qui il grafico relativo al sistema pneumatico in quanto quest'ultimo è stato utilizzato solo in una breve fase dell'esperienza; le curve a esso inerenti mostrano comunque un andamento analogo, seppur con una perdita termica media a regime pari a circa 5°C, dovuta alla necessità di sostituire la guarnizione originale con una artigianale nell'ambito del sistema pneumatico, al fine di alloggiare i tubi di alimentazione e scarico.

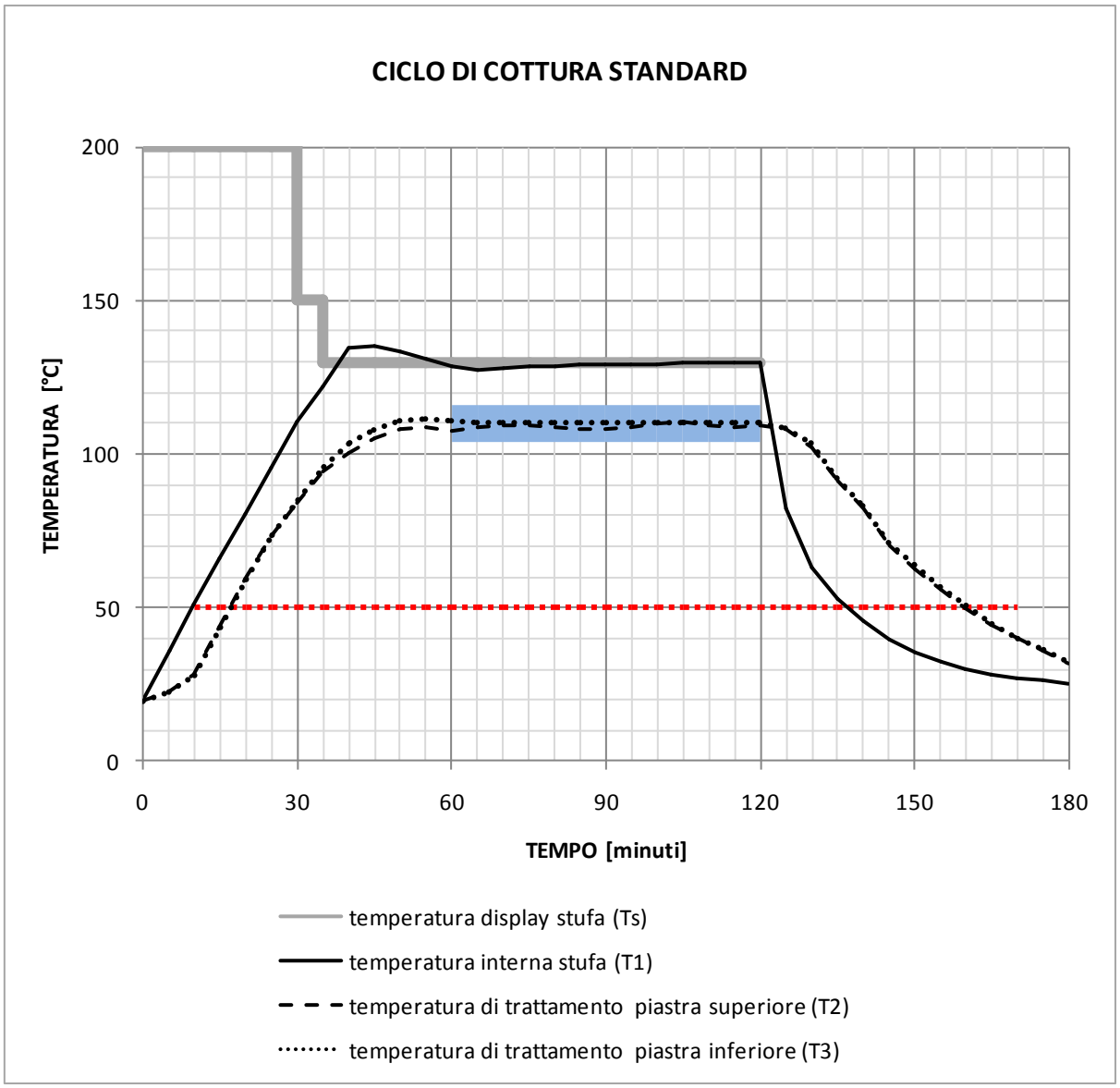


GRAFICO 6.1 - CICLO DI COTTURA A 110°C PER 60 MINUTI

6.3. Prove mediante vernici in polvere

Sono evidenziati nei seguenti paragrafi i risultati delle prove effettuate suddivise per tipologia di rifiuto; si valutano dapprima quelli riguardanti la fase qualitativa del trattamento quindi quelli inerenti alle analisi quantitative svolte sui campioni considerati ottimali, o quantomeno ipotizzati sufficienti, durante la precedente fase.

Per una lettura più facile dei risultati si riportano le assunzioni relative alla grafica delle tabelle presenti nel capitolo:

- le concentrazioni sono evidenziate in modo differente per sottolinearne eventuale criticità, secondo la seguente logica:
  - [**conc**] (*grassetto sottolineato*): concentrazione eccedente il limite di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi;
  - [**conc**] (*grassetto*): concentrazione eccedente il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi;
- le rese di rimozione, sono evidenziate secondo una scala colorimetrica, dal rosso (rimozione nulla) al giallo (50%) sino al verde (100%); le rese teoriche negative derivanti dai calcoli sono presentate in un colore più chiaro senza evidenziazione.

Si riportano infine, In Appendice A, le tabelle relative ad ogni singolo campione a cui si fa riferimento in questi successivi paragrafi.

6.3.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1]

6.3.1.1. Prove qualitative

Un'attenta valutazione iniziale ha permesso di effettuare le seguenti osservazioni riguardo l'aspetto iniziale che il rifiuto deve necessariamente avere:

- il rifiuto consente di ottenere risultati soddisfacenti solo se inizialmente tritato, cosicché si possa avere un rifiuto composto da una parte poco più che polverulenta e da un'altra formata da conci di filamenti, spesso ingarbugliati fra loro, con lunghezza massima di 15-20 mm;
- un'eccessiva presenza di filamenti non tritati tende a far agglomerare maggiormente il prodotto con il rischio di raggiungere dimensioni non accettabili;
- se il campione è prevalentemente formato dalla parte polverulenta del rifiuto, il prodotto risulta fisicamente accettabile, con grani di piccole dimensioni, purché vi sia qualche filamento che possa far agglomerare la restante parte della miscela

Prima di sottoporre il campione a prove quantitative è necessario che questo sia fisicamente adatto; per maggior chiarezza sull'obiettivo ricercato in tale fase, sono visibili nelle seguenti immagini un prodotto conforme a quanto previsto dalla prova di eluizione in acqua (cioè formato da particelle di granulometria inferiore a 4 mm per il 95% in peso), figura 6.3, e due prodotti che non soddisfano tali requisiti, l'uno in quanto monolitico (figura 6.4) e l'altro in quanto scarsamente incapsulato, seppur di granulometria adatta (figura 6.5); il prodotto monolitico rappresenta inoltre un ottimo esempio degli effetti dell'umidità.

FIGURA 6.3 - RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO

FIGURA 6.4 - RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO (RIFIUTO MONOLITICO)

FIGURA 6.5 - RIFIUTO CER 120114* (OTTONE) [N.1] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO (RIFIUTO NON ADEGUATAMENTE INCAPSULATO)

I campioni preliminari relativi all'iniziale prova ad ampio spettro, le cui singole valutazioni numeriche sono riportate in tabella A.1, hanno fornito le seguenti indicazioni:

- il parametro fondamentale che regola il trattamento è il contenuto di acqua;
- per ottenere un prodotto finale accettabile questo deve essere essenzialmente secco; volendo qui valutare le condizioni generali di trattamento, sono state testate solo alcune percentuali di umidità, in particolare 0, 20 e 40%, cosicché non è possibile esprimere il limite massimo della stessa accettabile in queste condizioni di trattamento;
- un contenuto d'umidità elevato comporta la formazione di un rifiuto prettamente monolitico in cui son ben distinguibili particelle di rifiuto in parte aggrovigliate alla massa polimerizzata ma direttamente esposte ad una possibile lisciviazione;
- la percentuale di vernice influisce in misura minore sullo stato fisico finale in quanto la presenza di acqua produce gli stessi negativi risultati nonostante la variazione della quantità utilizzata;
- valutando il rifiuto secco, un risultato ottimale, secondo tutti e 3 i parametri di valutazione, è ottenuto impiegando una percentuale di vernice pari al 30% in peso; diminuendola (20%) il rifiuto presenta un aspetto analogo, quindi decisamente buono, ma si evidenzia una copertura delle particelle non ottimale che pone parte del rifiuto ad esposizione diretta; d'altro canto, aumentando tale percentuale (40%) la vernice tende sì ad inglobare il rifiuto ma anche a reticolare in un unico blocco non conforme a quanto desiderato.

La fase successiva ha indagato le principali variabili relative al trattamento (tabelle da A.2 a A.5) valutandone l'influenza su campioni secchi composti dal 30% da vernice e per il resto da rifiuto.
La tabella presentata appena sotto (tabella 6.10) mette a confronto i valori medi dei 3 parametri di valutazione in funzione delle diverse condizioni operative (tempo e temperatura); nella lettura delle stessa è bene tener presente che i singoli giudizi possono fornire un'indicazione generale, in quanto il metodo di assegnazione degli stessi non è strettamente oggettivo, e che il numero di campioni testati è differente tra combinazione e combinazioni, in virtù del fatto che prove aggiuntive sono state svolte per avere un quadro meglio delineato. In base a quanto man mano ottenuto sono state escluse alcune combinazioni, indicate dalla dicitura "n.v." (non valutato).

TABELLA 6.10 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE IN FUNZIONE DI TEMPO E TEMPERATURA

		UNIFORMITÀ				COPERTURA				DIMENSIONE			
Tempo [minuti]		15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	3.00	3.00	3.00	3.00	2.50	2.50	3.00	2.50	2.75	2.50	3.00	3.00
	110	3.00	3.00	2.50	2.50	2.50	2.75	3.00	3.00	3.00	2.50	1.50	2.50
	130	1.25	1.00	1.00	n.v.	1.75	1.50	1.00	n.v.	1.00	1.00	0.50	n.v.
	150	0.00	0.00	0.00	n.v.	0.00	0.00	0.00	n.v.	0.00	0.00	0.00	n.v.

Come si può notare, vi è una netta differenza prestazionale tra i risultati ottenuti con temperature più basse o con quelle più elevate; in particolare, per tutti i parametri "visivi" temperature più contenute (90-110°C) determinano una qualità finale più che buona se non ottima, soprattutto dal punto di vista dell'uniformità granulometrica; a 130°C si assiste ad un prodotto finale scarso, tipicamente caratterizzato da una parte minima di rifiuto conforme ai requisiti ed un'altra prevalente monolitica, o comunque suddivisa in pochi blocchi, in cui il rifiuto non è ben incapsulato.

Il tempo di cottura non fornisce un trend marcato, in quanto i valori risultano abbastanza costanti; si può notare come un trattamento di lunga durata sembra che fornisca una copertura leggermente migliore, scelta che comunque andrebbe valutata tenendo conto di molteplici altri fattori quali, per esempio, un consumo energetico maggiore.
Anche prove effettuate con temperature intermedie a quelle che fornivano i risultati migliori hanno mostrato un prodotto in linea con quanto appena espresso.

Tra i tre parametri di valutazione, la copertura del campione si è rivelata essere il parametro più critico, nonché il più importante al fine di immobilizzare i contaminanti del rifiuto; allo scopo di ottenere un trattamento il più performante possibile si è andati ad affinare maggiormente il contenuto di vernice necessario a trattare il rifiuto (tabelle A.6 e A.7). Le prove, eseguite alle condizioni ottimali più favorevoli dal punto di vista energetico e quindi economico, hanno mostrato come in una finestra compresa tra il 20 ed il 40% non vi siano apprezzabili variazioni dell'aspetto qualitativo del prodotto finale, sia a 90°C sia a 110°C; ognuno dei 3 parametri di valutazione presenta solo qualche valore isolato non ottimale, ma comunque più che buono, associato a singoli campioni senza una precisa distribuzione.
La prosecuzione della sperimentazione si è basata su una percentuale di vernice del 30% in quanto valore centrale della finestra testata nonché già soggetto ad approfondite considerazioni precedenti; bisogna inoltre ricordare che per quanto concerne la quantità di vernice da impiegare non è fondamentale utilizzarne un quantitativo minimo perché essa stessa rappresenta un rifiuto che deve essere smaltito, presente solitamente in buone quantità presso l'impianto oggetto di studio.

L'applicabilità del trattamento è subordinato comunque alla ripetibilità di quanto finora trovato. A tal fine sono stati ripetuti una serie di campioni secchi costituiti dal 30% p/p di vernice e dal 70% da rifiuto, sia privi (tab. 6.19) sia con (tab. 6.20) contaminazione mediante molibdeno, con un trattamento a 90°C per 15 minuti. I risultati riscontrati sono stati soddisfacenti, come visibile dalla tabella 6.12.

TABELLA 6.11 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ DELLE CONDIZIONI OTTIMALI

Parametri di valutazione:		UNIFORMITÀ	COPERTURA	DIMENSIONE
Rifiuto non contaminato	Valore medio	2.75	2.75	2.63
	Scarto quadr. medio	0.46	0.46	0.52
Rifiuto contaminato	Valore medio	3.00	2.50	3.00
	Scarto quadr. medio	0.00	0.53	0.00

6.3.1.2. Prove quantitative

Inizialmente il rifiuto è stato essiccato per eliminare l'umidità eventualmente presente; quindi è stata valutata l'eventuale perdita di inquinanti durante la cottura analizzando l'eluato derivante dal rifiuto originario e da quello essiccato. Si riscontra una perdita di piombo inferiore al 20%, mentre rame, zinco e DOC presentano valori pressoché comparabili.

In tutte le prove sono stati utilizzati campioni secchi composti al 30% da vernice in polvere, quindi con un carico di rifiuto pari al 70%; si genera così un effetto di diluizione iniziale, che è stato valutato analizzando anche il campione prima della cottura. Confrontando quindi l'eluato del rifiuto non miscelato e/o trattato con quello derivante dal campione non cotto, si può notare come le concentrazioni dei contaminanti critici in quest'ultimo risultino inferiori; in particolare, si va da una diminuzione inferiore al 20% per quanto concerne la sostanza organica ad una attorno al 40% per i metalli (rame, zinco e piombo).

La prova iniziale effettuata in seguito ad un trattamento a 110°C per 60' (tabelle A.10-A.11) ha mostrato eccellenti risultati su tutti i parametri cosicché l'eluato sia conforme a quello previsto per l'accettabilità in discarica di rifiuti non pericolosi; in particolare, sui parametri critici, si rilevano le seguenti rese di rimozione:

- > 99% sul rame (da 200 a 1,3 mg/l);
- > 99% sul piombo (da 9,73 a 0,03 mg/l);
- > 95% sullo zinco (da 46,7 a 1,5 mg/l);
- > 95% sul DOC (da 820 a 21 mg/l).

In funzione di questi risultati, le analisi successive sono state svolte in seguito ad un trattamento con condizioni operative energeticamente più favorevoli (tabelle da A.12 a A.25); dalle prove effettuate dopo un ciclo di cottura breve (15 min) si rilevano dunque le seguenti rese di rimozione:

- tra l'85 ed il 97% sul rame, rendimento buono ma non sufficiente per rientrare nei limiti;
- > 94% sul piombo, con concentrazioni finali sempre entro entrambi i limiti;
- attorno all'80-90% sullo zinco, rendimento atto ad ottenere una concentrazione entro il limite superiore ma ancora appena eccedente quello relativo alla pericolosità;
- tra il 74 ed il 95% sul DOC, con valori finali eccedenti entrambi i limiti in 6 casi su 8.

Nonostante le buone rese ottenute, il rifiuto risulterebbe comunque inaccettabile in discarica.

In tabella 6.12 sono riepilogate le concentrazioni e le rese di tutte le prove effettuate su questo rifiuto senza contaminazione con molibdeno; si può affermare che:

- non vi è una differenza apprezzabile tra l'eluato di un rifiuto trattato a 90°C e quello di uno cotto a 110°C; infatti, per tutti e quattro i parametri critici la differenza dei valori è minima, in positivo per quanto concerne lo zinco, negativamente per i restanti;
- il tempo di cottura sembra, invece, occupare un ruolo decisivo perché i campioni trattati per 60 minuti hanno fornito un eluato migliore rispetto a quelli sottoposti a cottura breve, permettendo una rimozione quasi totale dei contaminanti e l'ipotetico smaltimento del rifiuto in una discarica per rifiuti non pericolosi;
- per far rientrare nei limiti il rame serve una resa del 97,5%, ottenuta solo tramite cottura di 1 ora; gran parte dei campioni sottoposti a cottura breve permettono solo di raggiungere una concentrazione pari a 2-3 volte quella prevista dal limite superiore;
- lo zinco necessiterebbe di una resa di poco inferiore al 90%, valore solo avvicinato dalla maggioranza dei campioni, che rientrano comunque tutti entro il limite superiore;
- analoghe percentuali sarebbero necessarie anche per il DOC; si può notare come la rimozione sia generalmente buona ma non permetta di rientrare nell'unico limite, valevole per entrambe le tipologie di discariche; si nota inoltre come sia il parametro più soggetto a peggioramento abbassando la temperatura di trattamento;
- le rese di rimozione sul piombo sono ottime ed ampiamente sufficienti in tutte le condizioni testate.

TABELLA 6.12 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI NON CONTAMINATI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RilFIUTO TQ	10210301	110621	120121	120122	120123	120124	120125	120126
UMIDITÀ RIFIUTO	%				0	0	0	0	0	0	0	0
VERNICE	%				30	30	30	30	30	30	30	30
TEMPERATURA	°C				110	110	110	110	110	110	90	90
TEMPO	min				60	15	15	15	15	15	15	15
CONCENTRAZIONI												
Alluminio (come Al)	mg/l				0,031	0,0475	0,032	0,266	0,25	0,037	0,068	0,0535
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,093	0,343	0,691	0,4425	0,523	0,596	1,216	1,006
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobalto (come Co)	mg/l						0	0	0,001	0	0	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0145	0,018	< 0,01	0,011	< 0,01
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	1,3	**6,8**	**10,2**	**27,9**	**29,7**	**30,4**	**34,2**	**34,2**
Ferro (come Fe)	mg/l											
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Manganese (come Mn)	mg/l											
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	0,01	< 0,05	0,072	0,7055	0,74	0,156	0,026	0,024
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,0575	0,0845	0,146	0,1795	0,158	0,091	0,095	0,118
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	0,025	0,1815	0,254	0,455	0,441	0,351	0,512	0,594
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0	0	0,007	0,0075	0,006	0,003	0,006	0,008
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	1,5	**6,7**	**8,8**	**10,5**	**8,8**	4,6	**6,0**	**6,5**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10	5,5	< 10	< 10	< 10	< 10
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	21	78	**119**	**175**	**183**	**196**	**216**	**252**
TDS	mg/l	10000	10000	3220	115	65	161	251	231	201	120	155
RESE DI RIMOZIONE												
Alluminio (come Al)	mg/l											
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05								
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	92%	69%	38%	60%	53%	46%	-10%	9%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01								
Cobalto (come Co)	mg/l											
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01								
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	99%	97%	95%	86%	85%	85%	83%	83%
Ferro (come Fe)	mg/l											
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005								
Manganese (come Mn)	mg/l											
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05								
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	81%	72%	51%	40%	47%	70%	68%	61%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	100%	98%	97%	95%	95%	96%	95%	94%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	100%	100%	77%	75%	80%	90%	80%	73%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01								
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	97%	86%	81%	77%	81%	90%	87%	86%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15								
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5								
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10								
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	97%	90%	86%	79%	78%	76%	74%	69%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	96%	98%	95%	92%	93%	94%	96%	95%

Successivamente, sono stati analizzati i campioni appositamente contaminati con molibdeno (tabelle da A.26 a A.39); i trattamenti considerati derivano dai risultati ottenuti sia dalle analisi quantitative sul rifiuto non contaminato sia da quelle qualitative, come già evidenziato nel capitolo precedente.
La tabella 6.13 riporta una panoramica di tutti i risultati ottenuti in termini sia di concentrazioni sia di rese di rimozione; in tabella 6.14 sono invece riepilogati, singolarmente per ognuno dei parametri eccedenti i limiti, le concentrazioni, medie nel caso di più campioni, riscontrate in funzione delle varie combinazioni; questo quadro generale permette di ricavare le seguenti informazioni:

- su tutti i parametri critici si hanno buone percentuali di rimozione; le più basse si registrano per il rame e il DOC, tali che questi non rientrino nei limiti;
- per quanto riguarda il rame, a fronte di una rimozione necessaria pari al 95%, questa non viene riscontrata in nessun campione; le percentuali di rimozione risultano maggiori del 90% per i trattamenti effettuati a 110°C, con un risultato migliore (rimozione pari al 95%, concentrazione pari a 10,9 mg/l, poco superiore al limite di accettabilità in discarica stabilito in 10 mg/l) associato ad una cottura di durata pari a 15 minuti, anche se tutti i valori sono confrontabili; i campioni trattati a 90°C determinano mediamente concentrazioni di quasi 4 volte maggiori rispetto ai corrispettivi trattati a temperatura superiore;
- gli effetti del trattamento sul DOC sono analoghi a quelli sul rame in quanto nessun campione raggiunge l'abbattimento necessario (quantificato in circa l'88%) e i risultati migliori derivano dal trattamento a 110°C, tramite cui si raggiunge una concentrazione minima di 113 mg/l, poco eccedente il limite di 100 mg/l; i trattamenti a temperatura inferiore forniscono risultati decisamente più modesti (rimozione mediamente inferiore di circa 15 punti percentuali);
- il piombo mostra valori finali inferiori ad entrambi i limiti per ogni combinazione di tempo e temperatura; si registrano infatti rese di rimozioni sempre al di sopra del 90%; le concentrazioni risultano mediamente inferiori trattando il rifiuto a 110°C;
- lo zinco necessita di essere rimosso per una quantità maggiore dell'87% affinché rientri in entrambi i limiti; ciò accade per tempi di trattamento pari a 30 e 60 minuti, senza variazioni di rilievo tra l'una e l'altra opzione, che determinano in particolare una concentrazione finale di 3-4 mg/l, a fronte dei 5 mg/l previsti dal limite; i campioni trattati solo per 15 minuti si presentano invece maggiori di tale limite, anche se connotano il rifiuto come accettabile almeno in discarica per rifiuti pericolosi; tale superamento è più limitato trattando il rifiuto a temperature superiori;
- il molibdeno, aggiunto appositamente al rifiuto iniziale, presenta rese di rimozione decisamente buone, essendo in ogni caso testato maggiori del 97%; ciò non è comunque sempre sufficiente a far rientrare tale parametro entro i limiti in quanto, data l'elevata concentrazione iniziale, a tale scopo sono necessarie rese rispettivamente del 98,5 e del 99,5; tra le combinazioni insufficienti si riscontrano quelle inerenti ad un tempo di cottura pari a 15 minuti, relativamente ad entrambi i limiti, e quella determinata da un trattamento a 90°C per 30 minuti, eccedente solo il limite di accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi; dalle altre combinazioni testate scaturiscono invece concentrazioni ampiamente entro i limiti, senza però uno spiccato indirizzo di trattamento;
- va rilevato infine come applicando le deroghe previste dalla normativa vigente, possibili fino a concentrazioni triple rispetto a quelle prescritte, i rifiuti trattati a 110°C sarebbero smaltibili in discariche per rifiuti pericolosi, in funzione del valore del rame; ciò non sarebbe possibile, per ugual motivo, per quelli cotti a 90°C; nessun campione sarebbe comunque caratterizzato da tutti i parametri entro il limite di pericolosità derogato.

TABELLA 6.13 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI CONTAMINATI CON MOLIBDENO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RiIFIUTO TQ	120127	120128	110625	121521	121525	121523	121527
UMIDITÀ RIFIUTO	%				0	0	0	0	0	0	0
VERNICE	%				30	30	30	30	30	30	30
TEMPERATURA	°C				90	90	110	90	110	90	110
TEMPO	min				15	15	15	30	30	60	60
CONCENTRAZIONI											
Alluminio (come Al)	mg/l				0,811	0,301	0,287	0,148	0,06	0,089	0,1
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,566	0,633	0,165	0,218	0,174	0,245	0,189
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobalto (come Co)	mg/l				0	0	0	0	0	0	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,001	< 0,01	< 0,01
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**58,7**	**74,4**	**10,9**	**45,7**	**17,3**	**37,0**	**19,4**
Ferro (come Fe)	mg/l										
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Manganese (come Mn)	mg/l										
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**	**4,17**	**3,23**	**6,14**	**1,14**	0,09	0,27	0,36
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,13	0,13	0,11	0,114	0,165	0,182	0,166
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	0,53	0,85	0,25	0,294	0,144	0,424	0,222
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,008	0,014	0,000	0,013	0,035	0,011	0,011
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**8,5**	**12,0**	**7,0**	3,3	3,2	4,3	3,9
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 0,15	< 1,5	< 015
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**248**	**313**	**113**	**270**	**165**	**251**	**156**
TDS	mg/l	10000	10000	3220	278	262	152	112	135	166	137
RESE DI RIMOZIONE											
Alluminio (come Al)	mg/l										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05							
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	49%	43%	85%	80%	84%	78%	83%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01							
Cobalto (come Co)	mg/l										
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01							
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	71%	63%	95%	77%	91%	81%	90%
Ferro (come Fe)	mg/l										
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005							
Manganese (come Mn)	mg/l										
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**	98%	98%	97%	99%	100%	100%	100%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	58%	57%	62%	62%	45%	39%	45%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	95%	91%	97%	97%	99%	96%	98%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	73%	53%	100%	57%	-17%	63%	63%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01							
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	82%	74%	85%	93%	93%	91%	92%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15							
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5							
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10							
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	70%	62%	86%	67%	80%	69%	81%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	91%	92%	95%	97%	96%	95%	96%

TABELLA 6.14 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - CONCENTRAZIONI NELL'ELUATO DEI PARAMETRI CRITICI DOPO IL TRATTAMENTO

MOLIBDENO [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	**3.70**	**1.14**	0.27
	110	**6.14**	0.09	0.36
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**204**

RAME [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	**66.5**	**45.7**	**37.0**
	110	**10.9**	**17.3**	**19.4**
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**200**

PIOMBO [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	0.69	0.29	0.42
	110	0.25	0.14	0.22
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**9.73**

ZINCO [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	**10.3**	3.3	4.3
	110	**7.0**	3.2	3.9
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**46.7**

DOC [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	**281**	**270**	**251**
	110	**113**	**165**	**156**
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**820**

6.3.2. Rifiuto CER 100207* [n.2]

6.3.2.1. Prove qualitative

La prova esplorativa al fine di determinare il corretto aspetto fisico del rifiuto trattato si è focalizzata sulle variabili relative alle caratteristiche del campione da trattare, attuando sempre alle condizioni di trattamento energeticamente più favorevoli (cottura a 90°C per 15 minuti); questa fase, di cui è possibile trovare la valutazione numerica per singolo campione in Appendice A tabella A.40, ha mostrato che:

- anche per questo rifiuto risulta fondamentale ai fini di un buon aspetto qualitativo il contenuto di acqua inizialmente presente;
- un contenuto di acqua pari al 20% risulta l'ideale per entrambe le percentuali di vernice testate, anche se un aumento di quest'ultima comporta una maggior tendenza alla formazione di grani di maggiore dimensione;
- un minor contenuto d'acqua comporta caratteristiche finali non sufficienti in quanto, pur non formandosi un blocco monolitico, si rileva la presenza di parte abbondante del rifiuto non inglobato; al contrario, un'umidità maggiore determina la formazione di un blocco monolitico che non incapsula efficacemente il rifiuto;
- non vi sono apprezzabili differenze estetiche trattando il rifiuto con il 20 o il 30% di vernice;
- tali percentuali risultano entrambe sufficienti a inglobare il rifiuto.

Per poter applicare il trattamento è stato necessario verificare la ripetibilità di quanto finora trovato, testando quindi diversi campioni aventi le caratteristiche ottimali sopra citate (tabella A.41); la quantità di vernice adottata è stata pari al 20% considerando il fatto che le particelle derivanti possiedono sempre una dimensione consona a quanto desiderato. I tre parametri di valutazione risultano complessivamente ottimi, solo qualche campione presenta uniformità dimensionale o copertura di qualità leggermente inferiore ma comunque molto buona.

In base hai risultati qualitativi e quantitativi ottenuti, si è cercato di migliorare le caratteristiche del prodotto finale modificando il ciclo di cottura utilizzato, e quindi le condizioni di polimerizzazione della polvere; notando dalle esperienze precedenti, la maggior influenza della temperatura rispetto al tempo di trattamento, questa primo parametro è stato fatto variare (tabella A.42); tali prove mostrano come a 130°C, con una cottura breve di soli 15 min, la tendenza a formare blocchi di dimensioni inaccettabili sia notevole, seppur non si registri la reticolazione in un blocco monolitico.

Prendendo successivamente in esame l'altro parametro relativo al trattamento, il tempo, sono state fatte prove atte ad avere un quadro completo delle varie combinazioni a cui si può sottoporre il campione (tabella A.43).
La seguente tabella 6.15 mostra i valori medi dei parametri di valutazione ottenuti per campioni composti per il 20% da vernice e per la restante frazione da rifiuto avente umidità pari al 20%.

TABELLA 6.15 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE GENERALE IN FUNZIONE DI TEMPO E TEMPERATURA

		UNIFORMITÀ				COPERTURA				DIMENSIONE			
Tempo [minuti]		15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	2.83	3.00	3.00	2.00	2.67	2.50	3.00	2.50	3.00	3.00	3.00	2.00
	110	2.75	2.75	2.75	1.00	3.00	3.00	2.75	3.00	2.75	3.00	2.25	1.00
	130	2.00	n.v.	n.v.	n.v.	2.75	n.v.	n.v.	n.v.	1.25	n.v.	n.v.	n.v.
	150	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.

Dalla tabella si nota come le condizioni migliori escludano un tempo di trattamento a partire dai 90 minuti e da una temperatura di 130°C; infatti, sia l'elevata temperatura che la lunga durata influiscono negativamente sull'idoneità dimensionale del prodotto in quanto si formano grani di dimensione sempre più grande; in seguito a questa osservazione è stato deciso di non testare combinazioni oltre queste condizioni, ipotizzando che si possa formare un blocco monolitico.
In merito ai trattamenti alle temperature inferiori, si può vedere come la copertura sia leggermente migliore a 110°C, mentre per gli altri due parametri sarebbe da preferirsi un processo a 90°C; in ogni caso, i risultati risultano più che buoni ad entrambe le temperature.
Non vi è invece una netta influenza della durata della cottura in una finestra temporale compresa tra i 15 ed i 60 minuti.

6.3.2.2. Prove quantitative

Il rifiuto si presentava inizialmente secco (>99%) quindi non è stato essiccato prima di essere utilizzato e cosicché non è stato valutato il rifiuto tal quale cotto.

Diversamente, è stata valutata la diluizione prodotta dall'aggiunta della vernice in quantità pari al 20%. Rispetto al rifiuto tal quale, caratterizzato da un eccesso (rispetto al primo limite) del solo piombo, il campione miscelato non cotto presenta una concentrazione dello stesso piombo leggermente superiore, ma comunque ancora entro il limite superiore; si rileva però anche un deciso incremento della componente organica, originariamente molto contenuta ed ora eccedente i limiti, probabilmente in virtù della quantità contenuta nelle vernici in polvere.

Le prove qualitative effettuate sui campioni contaminati (tabelle da A.44 a A.59) in seguito al processo energeticamente più conveniente (15 minuti a 90°C) sono riepilogate in tabella 6.16, sia in termini di concentrazione sia come rese di rimozione.
È possibile rilevare come le rese di rimozione non siano buone; quella relativa al piombo è modesta, compresa tra il 50 ed il 70% circa, ma comunque tra le più alte; essendo il valore iniziale poco più alto del limite previsto dalla normativa, quindi le concentrazioni rilevate nell'eluato del campione trattato risultano conformi all'accettabilità del rifiuto in discarica per rifiuti non pericolosi.
Pur non presentando un problema già inizialmente, si può vedere come tutti i parametri non abbiano una resa di rimozione soddisfacente, quasi sempre inferiore al 50%, e neanche molto costante.

Un problema rilevante è invece il DOC; a fronte di un quantitativo iniziale molto contenuto, si riscontrano concentrazioni finali di poco superiori all'unico limite previsto (da 16 mg/l ad un valore medio di 120 mg/l) cosicché il rifiuto non possa teoricamente essere accettato in nessun tipo di discarica.

Considerata l'insufficienza del trattamento più economico, le seguenti analisi pongono a confronto i trattamenti effettuate alle diverse condizioni operative (tabelle da A.60 a A.67); in tale fase, si inserisce la contaminazione con il molibdeno, parametro principale su cui si vuole focalizzare l'attenzione.
La tabella 6.17 riporta una panoramica di tutti i risultati ottenuti in termini sia di concentrazioni sia di rese di rimozione; in tabella 6.18 sono invece riepilogate le concentrazioni, medie nel caso di più campioni, riscontrate in funzione delle varie combinazioni per i parametri sotto osservazione, cioè il piombo ed il molibdeno eccedenti i limiti ed il DOC come parametro critico da monitorare; questo quadro generale permette di ricavare le seguenti informazioni:

- analogamente a quanto rilevato in precedenza, la rimozione dei contaminanti è mediocre e altalenante; escludendo la condizione economicamente più vantaggiosa (a 90°C per 15 minuti) che non determina buoni risultati, percentuali discrete si rilevano per il piombo, lo zinco ed il molibdeno, quest'ultimo appositamente aggiunto al rifiuto iniziale;

- l'unico contaminante inizialmente presente, il piombo, presenta valori finali entro i limiti in funzione di ogni combinazione di trattamento; va comunque rilevato come questo parametro fosse eccedente, e non di una gran quantità, solo il limite di pericolosità; in aggiunta, si rileva come il valore derivato da un trattamento a 90°C per 15 minuti sia accettabile come valore medio dei 5 campioni analizzati anche se 3 di essi sono in realtà di poco eccedenti il limite prima citato;

- il molibdeno, aggiunto appositamente al rifiuto iniziale, presenta in generale rese di rimozione buone, comunque non sufficienti; in particolare, il valore medio derivato dalle prove a 90°C per 15 minuti risulta superiore al maggiore tra i limiti di accettabilità in discarica di ancora 5 volte con una resa di rimozione pari circa al 70%; le concentrazioni diminuiscono aumentando la durata del trattamento, arrivando fino ad un limite di qualche unità superiore a quanto necessario (4-7 mg/l rispetto ai previsti 3 mg/l);

- anche in queste prove si riscontrano problemi sul DOC, ampiamente entro i limiti nel rifiuto originario; per tempi di trattamento a partire dai 30 minuti, la concentrazione finale risulta decisamente in aumento ma in generale entro il limite; le condizioni economiche più vantaggiose mostrano un valore medio finale abbastanza superiore al limite (155 mg/l rispetto 100 mg/l);

- ricorrendo alla possibilità di derogare i limiti fino a 3 volte, tutti i campioni trattati per un tempo non inferiore a 30 minuti sarebbero smaltibili, anche se in nessun caso in discarica per rifiuti non pericolosi in virtù dell'elevata presenza di molibdeno.

TABELLA 6.16 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI NON CONTAMINATI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RilFIUTO TQ	120151	120152	120153	120154	121251	121252	121253	121254
UMIDITÀ RIFIUTO	%				20	20	20	20	20	20	20	20
VERNICE	%				20	20	20	20	20	20	20	20
TEMPERATURA	°C				90	90	90	90	90	90	90	90
TEMPO	min				15	15	15	15	15	15	15	15
CONCENTRAZIONI												
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043	0,039	0,037	0,038	0,037	0,038	0,217	0,027	0,178
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,526	0,561	0,534	0,565	0,25	0,168	0,313	0,217
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,729	0,752	0,829	0,896	0,412	0,231	0,426	0,321
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,2	0,3
Ferro (come Fe)	mg/l											
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Manganese (come Mn)	mg/l											
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54	0,383	0,358	0,385	0,366	0,442	0,202	0,29	0,4233
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	0,001	0,002	0,003	0,001	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,77	0,95	0,86	0,62	0,171	0,035	0,604	0,21
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,002	0,005	0,005	0,008	0,029	0,02	0,015	0,02
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,6	0,8	0,9	0,4	0,5	0,1	0,6	0,2
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	112	111	117	112	175	125	137	108
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	53	82	91	56	59,4	21,7	58,7	49,1
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	**104**	**128**	**132**	**109**	86	47	**121**	**102**
TDS	mg/l	10000	10000	5905	4585	5215	5218	4427	3322	1241	3068	1642
RESE DI RIMOZIONE												
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043	9%	14%	12%	14%	12%	-405%	37%	-314%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05								
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	3%	-4%	1%	-5%	54%	69%	42%	60%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01								
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01								
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	24%	22%	14%	7%	57%	76%	56%	67%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	-39%	-44%	-38%	-38%	44%	79%	16%	-2%
Ferro (come Fe)	mg/l											
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005								
Manganese (come Mn)	mg/l											
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54	29%	33%	28%	32%	18%	62%	46%	21%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	-100%	-300%	-500%	-100%				
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	61%	52%	57%	69%	91%	98%	69%	89%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	60%	0%	0%	-60%	-480%	-300%	-200%	-300%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01								
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	63%	55%	47%	78%	72%	95%	65%	88%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	38%	39%	36%	38%	4%	31%	25%	40%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15								
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	55%	30%	23%	52%	49%	82%	50%	58%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	**-519%**	**-662%**	**-683%**	**-550%**	-409%	-178%	-620%	-508%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	22%	12%	12%	25%	44%	79%	48%	72%

TABELLA 6.17 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI CONTAMINATI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RiIFIUTO TQ	120155	120156	120157	121255	121256	121551	121555	121553	121557
UMIDITÀ RIFIUTO	%				20	20	20	20	20	20	20	20	20
VERNICE	%				20	20	20	20	20	20	20	20	20
TEMPERATURA	°C				90	90	90	90	90	90	110	90	110
TEMPO	min				15	15	15	15	15	30	30	60	60
CONCENTRAZIONI													
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043	0,5	0,445	0,52	0,519	0,279	0,209	0,165	0,127	0,136
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	< 0,005	< 0,005	0,53	0,243	0,192	0,217	0,237	0,226	0,226
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,001	0,001	0,002	0,452	0,533	0,573	0,616	0,588	0,504
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	1,0	0,9	0,7	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2
Ferro (come Fe)	mg/l												
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Manganese (come Mn)	mg/l												
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**19,37**	**16,51**	**15,39**	**16,64**	**10,77**	**7,977**	**6,277**	**4,777**	**5,177**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	0,001	0,001	0	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**1,17**	**1,41**	**1,32**	0,69	0,232	0,094	0,206	0,134	0,103
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,005	0,003	0,001	0,009	0,012	0,016	0,014	0,021	0,013
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,8	1,6	1,5	0,6	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	145	103	112	113	177	155	159	144	128
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	108	81	83	69,1	114	82,9	98,5	96,3	129
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	**203**	**171**	**176**	**120**	85	**112**	79	71	79
TDS	mg/l	10000	10000	5905	5765	5790	5589	3049	3535	3034	2747	3236	3875
RESE DI RIMOZIONE													
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043	-1063%	-935%	-1109%	-1107%	-549%	-386%	-284%	-195%	-216%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05									
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54				55%	64%	60%	56%	58%	58%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01									
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01									
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96				53%	45%	40%	36%	39%	48%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	-252%	-217%	-134%	-16%	30%	12%	12%	38%	43%
Ferro (come Fe)	mg/l												
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005									
Manganese (come Mn)	mg/l												
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	62%	67%	70%	67%	79%	84%	88%	91%	90%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	-100%	-100%	100%						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	41%	29%	33%	65%	88%	95%	90%	93%	95%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0%	40%	80%	-80%	-140%	-220%	-180%	-320%	-160%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01									
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	55%	7%	13%	67%	71%	84%	82%	81%	81%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	20%	43%	38%	38%	2%	15%	12%	21%	29%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15									
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	8%	31%	29%	41%	3%	29%	16%	18%	-10%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	**-1108%**	**-917%**	**-947%**	**-611%**	-408%	-567%	-369%	-324%	-369%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	2%	2%	5%	48%	40%	49%	53%	45%	34%

TABELLA 6.18 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI NELL'ELUATO DEI PARAMETRI CRITICI DOPO IL TRATTAMENTO

MOLIBDENO [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	**15.74**	**7.98**	**4.78**
	110	*n.v.*	**6.28**	**5.18**
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**50.70**

PIOMBO [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	0.96	0.09	0.13
	110	*n.v.*	0.21	0.10
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				**1.97**

DOC [mg/l]		Tempo [minuti]		
		15	30	60
T [°C]	90	**155**	79	79
	110	*n.v.*	**112**	71
Concentrazione nell'eluato prima del trattamento:				16.8

6.3.3. Rifiuto CER 101115* [n.3]

6.3.3.1. Prove qualitative

Le prove preliminari ad ampio spettro hanno indagato le variabili relative al campione, quindi percentuale di vernice ed umidità, mantenendo delle condizioni di cottura intermedie (110°C per 60 minuti); le valutazioni numeriche di ogni singolo campione sono riscontrabili in Appendice, tabella A.78. Questa serie di prove permette di rilevare che le condizioni testate non sono adatte a trattare il rifiuto in questione; in particolare, si evince che:

- la quantità di vernice non influisce sensibilmente sullo stato fisico del prodotto finale;
- nelle condizioni di rifiuto secco, questo, polverulento, non si miscela con la vernice in polvere durante il trattamento, determinando un prodotto finale caratterizzato, a seconda del quantitativo di legante, da un monolite pressoché composto dalla sola vernice e da gran parte di rifiuto polverulento ancora libero, ovvero da una miscela di polveri di vernice non polimerizzata e di rifiuto (figura 6.6);
- l'aggiunta di acqua determina la formazione di una pasta la cui viscosità dipende dalla quantità addizionata; in qualsiasi caso, il prodotto finale risulta praticamente monolitico; solo in condizioni di umidità molto elevata, pari al 40%, si hanno dei miglioramenti in quanto il campione trattato risulta composto da un numero composto di grossi grani piuttosto che da un solo monolite;
- aggiungendo acqua, la vernice aderisce difficilmente alla pasta formatasi in quanto è per natura idrofoba; ciò ha suggerito di bagnare preliminarmente la vernice attraverso accurata miscelazione, anche se ciò non si è poi tradotto in alcun miglioramento.

FIGURA 6.6 - RIFIUTO CER 101115* [N.3] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO

Preso atto che nessuna delle condizioni precedentemente testate fornisce un risultato accettabile, si è cercato di trattare il rifiuto miscelato ad un'altra tipologia che risulti trattabile; è stato quindi valutato il

processo sia in miscelazione al rifiuto 1 (tabella A.79), fibroso e poco incline ad accettare acqua, sia al rifiuto 4 (tabella A.80), fangoso/granulare.

In base alle osservazioni effettuate è possibile rilevare come il trattamento del rifiuto in oggetto mostri dei miglioramenti solo quando gioca il ruolo di additivo, lasciando il compito di rifiuto strutturante a quello con cui viene miscelato; questo implica l'utilizzo delle condizioni ottimali di questo secondo componente. Il trattamento non si dimostra comunque sufficiente, anche variando il tempo di cottura; si rileva inoltre come la miscelazione ad un rifiuto fibroso sia più efficace a quello fangoso/granulare.

Le precedenti prove hanno rivelato che il problema principale nell'ambito del trattamento di questa tipologia di rifiuto sia dettato dalla mancanza di una struttura ben definita che agisca da struttura, funzione a cui la pasta acqua-rifiuto 3 non è adatta; per superare tale ostacolo, sono stati aggiunti dei grani di sale, in modo tale che la pasta e la vernice possano aderirvi determinando un rifiuto fisicamente consono. Queste prove hanno mostrato una copertura del rifiuto ottima, sia con umidità differenti (20 e 40%) sia con un diverso rapporto sale-rifiuto (tabella A.81); la granulometria risulta uniforme e di dimensione adatta con un maggior quantitativo di sale ed un'umidità minore, come visibile in figura 6.7, mentre le condizioni opposte generano soprattutto una minor uniformità dimensionale.

FIGURA 6.7 - RIFIUTO CER 101115* [N.3] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO

6.3.3.2. Prove quantitative

Sul rifiuto trattato utilizzando il sale come agente strutturante, sono state effettuate analisi quantitative al solo scopo di valutare gli effetti del trattamento sul molibdeno, già inizialmente contenuto dal rifiuto; non sono stati considerati i cloruri, già eccedenti il limite e destinati inevitabilmente a crescere parecchio a causa dell'aggiunta del sale.
Si riportano nelle tabelle seguenti 6.19 e 6.20 (riepilogate anche in Appendice, tabelle da A.82 a A.85) le concentrazioni rilevate negli eluati derivanti dal prodotto trattato.

Si rileva come la rimozione del molibdeno sia pari a circa il 75% ma non sufficiente a far sì che la relativa concentrazione rientri nei limiti; va comunque considerato l'elevatissimo valore iniziale presente.

Escludendo di valutare i cloruri per sopracitati motivi, si può notare come il trattamento non abbia effetto sui solidi disciolti, abbattuti solo per una frazione molto limitata; una buona resa si ottiene invece sul cromo (circa 80%), la cui concentrazione rientra così nei limiti.
Il DOC, presente in quantità molto limitata nel rifiuto iniziale, risulta eccedente l'unico limite (pari in media a 130 mg/l rispetto ai 100 mg/l previsti dalla normativa).
Su alcuni componenti già inizialmente entro i limiti (antimonio, solfati, zinco e mercurio), si rileva un ottimo rendimento, maggiore del 90%, anche se i valori sono in alcuni casi già molto piccoli.

TABELLA 6.19 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110631 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110631	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R3:NaCl 1:1 (umidità 20%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l						1,49		
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	0,1			0,018	82%	
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,21			2,92	-142%	
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01			< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l						< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	**1,12**			0,24	79%	
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,37			0,27	28%	
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	0,01			0,001	90%	
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**150**			**40,83**	73%	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	< 0,01			< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,06			0,09	-50%	
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,06			0	100%	
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,005			0,027		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	0,11			0,014	87%	
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5070**			**16700**	-229%	
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5			< 15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	390			26,4	93%	
DOC (come C)	mg/l	100	100	< 10			**143,6**		
TDS	mg/l	10000	10000	**28800**			**25050**	13%	

TABELLA 6.20 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110632	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R3:NaCl 1:1 (umidità 20%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l						1,29		
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	0,1			0,012	88%	
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,21			2,86	-136%	
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01			< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l						< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	**1,12**			0,19	83%	
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,37			0,30	19%	
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	0,01			0,002	80%	
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**150**			**34,95**	77%	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	< 0,01			< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,06			0,07	-23%	
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,06			0	100%	
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,005			0,022		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	0,11			0,008	93%	
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5070**			**15900**	-214%	
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5			< 15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	390			< 20		
DOC (come C)	mg/l	100	100	< 10			**129,7**		
TDS	mg/l	10000	10000	**28800**			**21900**	24%	

6.3.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4]

6.3.4.1. Prove qualitative

Data la notevole quantità di rifiuto disponibile, le prove ad ampio spettro effettuate sono state effettuate valutando la possibilità di impiegare un motore vibrante elettrico in alternativa a quello pneumatico, economicamente meno vantaggioso e che implica comunque anche un'ulteriore variabile, la pressione i esercizio, finora mantenuta comunque costante. Queste prove (riportate entrambe per completezza in Appendice, tabelle A.86 e A.87) hanno dapprima confermato come ci sia la possibilità di ottenere risultati fisicamente molto simili; si è preferito tuttavia continuare ad utilizzare il sistema pneumatico in virtù dell'affidabilità di questo quando sottoposto ad alte temperature, diversamente da quanto accade per quello elettrico, seppur adeguatamente isolato termicamente.

Esaminando ora i risultati ottenuti dalla prova con motore pneumatico, si riassumono nelle successive tabelle 6.21, 6.22 e 6.23 i valori dei parametri di valutazione ottenuti in funzione delle variabili inerenti il campione (umidità e percentuale di vernice in polvere) per diverse temperature di trattamento, rispettivamente 110, 130 e 150°C.

TABELLA 6.21 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE CON TEMPERATURA PARI A 110°C

		UNIFORMITÀ				COPERTURA				DIMENSIONE			
Vernice [% p/p]		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Umidità [% p/p]	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	2
	10	3	3	0	0	1	2	0	0	3	3	0	0
	20	1	3	3	0	1	2	3	0	1	3	2	0
	30	1	3	0	0	1	3	0	0	1	3	0	0

TABELLA 6.22 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE CON TEMPERATURA PARI A 130°C

		UNIFORMITÀ				COPERTURA				DIMENSIONE			
Vernice [% p/p]		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Umidità [% p/p]	0	0	2	2	2	0	1	1	1	0	3	3	1
	10	0	2	1	1	0	1	2	2	0	2	2	2
	20	1	2	1	2	1	2	2	2	2	3	1	2
	30	1	2	1	0	1	2	2	0	2	3	1	0

TABELLA 6.23 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE GENERALE CON TEMPERATURA PARI A 150°C

		UNIFORMITÀ				COPERTURA				DIMENSIONE			
Vernice [% p/p]		10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
Umidità [% p/p]	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	3	1
	10	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1
	20	1	1	0	0	2	2	0	0	2	1	0	0
	30	3	1	0	0	3	2	0	0	2	1	0	0

Considerando in generale tutti e 3 i parametri di valutazione, le condizioni di trattamento migliori sono:

- a temperatura di 110°C, con percentuale di vernice pari al 20% ed umidità limitata anch'essa al 10-20% o con quantitativo di vernice leggermente superiore (30%) ed umidità del 20%, condizioni da preferire in quanto determinano la miglior copertura del rifiuto;
- a 130°C, con percentuale di vernice pari al 20% e tutti i valori di umidità testati, con migliori condizioni riguardo l'inglobamento del rifiuto con un contenuto maggiore di quest'ultimo, che permette inizialmente alle particelle di vernice di aderire ai grani maggiormente inumiditi;
- a 150°C, solo con un'elevata percentuale di umidità (30%) e bassa percentuale di vernice (10%).

In figura 6.8 è visibile un rifiuto trattato avente un aspetto qualitativamente adatto preparato mediante aggiunta di una percentuale di vernice pari al 30% ed avente umidità del 30%, e quindi successivamente sottoposto ad un trattamento a 110°C per 60 minuti; le figure 6.9 - 6.10 mostrano invece un campione non ottimale in quanto monolitico; in particolare, la seconda figura (6.9) dimostra le motivazioni per cui tale prodotto non risulta accettabile avendo, se frantumato, il rifiuto direttamente esposto all'ambiente esterno.

FIGURA 6.8 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO

FIGURA 6.9 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO

FIGURA 6.10 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE NON IDONEO - PARTICOLARE INADEGUATEZZA DELL'INGLOBAMENTO

Si può notare, indipendentemente dalla temperatura, come le condizioni limite testate non siano invece adatte. In particolare, trattando un rifiuto secco con una modestissima quantità di vernice (10%) il prodotto finale si presenta pressoché polverulento, composto sia dal rifiuto disgregatosi in seguito alla vibrazione sia dalla vernice in polvere poco polimerizzata. In condizioni opposte, cioè con un rifiuto decisamente umido (40%) e una notevole quantità di vernice (40% p/p), il prodotto inertizzato si presenta come un blocco monolitico polimerizzato in cui però vi sia gran parte del rifiuto già direttamente esposto ad un'eventuale lisciviazione e che, in seguito alla frantumazione propedeutica all'analisi, rilascerebbe parte del rifiuto attualmente inglobato.
L'ultima situazione descritta si presenta in un intervallo di condizioni più ampio soprattutto a temperatura pari a 150°C, sia in termini di umidità che di vernice; da notare come un'elevata percentuale di vernice sia dannosa anche a 110°C.

A proposito di quanto appena descritto, bisogna anche considerare come il peso della vernice in polvere sia pari a poco meno di 2/3 rispetto a quello del rifiuto cosicché risulta molto abbondante dal punto di vista volumetrico, proprietà intrinseca utile utilizzando basse percentuali delle stesse ma estremamente dannosa utilizzandone in eccesso; in aggiunta, per questa caratteristica, in assenza di acqua tende separarsi dal rifiuto durante l'iniziale vibrazione, con formazione di due strati ben distinti.

Le successive prove a 110°C (Appendice, tab. A.88), focalizzate ad una miglior ottimizzazione delle caratteristiche iniziali del campione, hanno ulteriormente confermato quanto trovato in precedenza: le migliori condizioni, valutando soprattutto l'esigenza di una copertura efficace, derivano dall'impiego del 30% p/p di vernice per trattare un rifiuto avente umidità pari al 30 o al 40%.

Partendo da ciò, quindi da un rifiuto con umidità 40% miscelato alle vernici in quantità pari al 30%, si è indagata l'influenza della temperatura (Appendice, tab. A.89); esclusa una temperatura di 150°C per quanto prima rilevato, i trattamenti a 90, 110 e 130°C non mostrano differenze apprezzabili, fornendo tutte risultati molto buoni; a 130°C, si registra comunque la tendenza a formare blocchi di dimensione maggiore e granulometricamente più eterogenei, mentre una temperatura pari a 90°C sembra essere meno ottimale rispetto a quella a 110°C.

Le temperatura sopra citate sono state testate anche in accoppiamento a diverse durate di trattamento (Appendice, tabella A.90), combinazioni che hanno permesso di avere il quadro generale visibile in tabella 6.24. I risultati sono complessivamente molto buoni, molto costanti in termini di copertura del rifiuto; si può notare come un trattamento prolungato, di durata pari a 90 minuti, porti ad un peggioramento delle caratteristiche del prodotto in termini granulometrici.

TABELLA 6.24 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE GENERALE IN FUNZIONE DI TEMPO E TEMPERATURA

		UNIFORMITÀ				COPERTURA				DIMENSIONE			
Tempo [minuti]		15	30	60	90	15	30	60	90	15	30	60	90
Temperatura [°C]	90	n.v.	n.v.	2.75	n.v.	n.v.	n.v.	3.00	n.v.	n.v.	n.v.	2.75	n.v.
	110	2.75	2.25	2.75	1.50	3.00	2.75	3.00	3.00	3.00	2.75	3.00	1.00
	130	2.75	3.00	2.25	1.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.75	2.75	2.25	1.00
	150	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.

Nella figura 6.11, è mostrato l'aspetto fisico derivante dal trattamento su un campione con umidità del 40% e percentuale di vernice del 30%, ad una temperatura di 110°C per soli 15 minuti; come visibile, il prodotto finale è molto buono anche se, confrontandolo con quello della figura precedente (fig. 6.5), è caratterizzato non da grani aventi una netta ed unica forma ma bensì da raggruppamenti derivanti da grani più piccoli aderiti a quelli ben formati.

FIGURA 6.11 - RIFIUTO CER 120114* (FANGO) [N.4] - ASPETTO QUALITATIVAMENTE ADATTO (COTTURA BREVE)

Vista la buona attitudine del rifiuto ad essere sottoposto con successo a trattamento, sono stati ottimizzati altri parametri operativi, ovvero caratterizzanti il rifiuto; da questa fase è possibile dedurre le seguenti considerazioni:

- riguardo l'ordine di miscelazione degli ingredienti (tabella A.91):
  - l'immissione di metà della quantità di vernice come primo ingrediente e dell'altra metà alla fine, dopo il rifiuto e l'acqua (VRHV) permette un miglior inglobamento della matrice; la normale miscelazione caratterizzata dall'aggiunta della vernice in polvere in un unico momento dopo aver bagnato il rifiuto, comporta comunque risultati decisamente buoni;
  - bagnare preliminarmente la vernice aggiungendovi poi il rifiuto secco, risulta difficoltoso (la vernice è altamente idrofoba) e fornisce risultati inferiori alle altre procedure;
- riguardo la composizione granulometrica del rifiuto (tabella A.92):
  - si hanno risultati negativi se il rifiuto è triturato troppo finemente (rifiuto quasi polverulento);
  - la condizione migliore si è rivelata quella in cui il campione aveva una composizione eterogenea di polvere e grani di piccola (0-2 mmm) e media dimensione (2-4 mm);
  - i risultati sono buoni anche in assenza della frazione polverulenta, cioè quando il rifiuto è granulare con grani inferiori ai 2 mm o ai 4 mm;
- riguardo la quantità di campione trattato (tabella A.94)
  - il parametro non influenza il risultato finale in una finestra compresa tra i 5 ed i 15 grammi di campione (rifiuto umido e vernice) trattati;
  - un quantitativo pari a 20 grammi determina un riempimento notevole del contenitore cosicché, probabilmente a causa del poco spazio di movimento disponibile durante la vibrazione, tendono a crearsi pochi grani di notevole dimensione, e quindi non accettabili.

Le condizioni operative migliori, confermate tramite alcune prove di ripetibilità (Appendice, tab. A.93), risultano essere le seguenti (dal punto di vista qualitativo):

- umidità del rifiuto: 30% (eventualmente anche 40%)
- percentuale di vernice in polvere presente nel campione: 30%
- durata del trattamento: 60 minuti (risultati comparabili anche con 15 minuti)
- temperatura di trattamento: 110°C
- ordine di miscelazione: VRHV
- composizione granulometrica: mista (polvere, grani 0-2 mm e grani 2-4 mm)

6.3.4.2. Prove quantitative

Le prove quantitative sono state fatte secondo le condizioni ottimali riscontrate nella fase precedente, quindi con percentuale di vernice pari al 30% e contenuto di umidità del 30% (Appendice tab. A.95-A.98) e del 40% (tabelle A.99-A.106); successivamente, si è verificato come la riduzione della durata di trattamento possa influire sulla bontà finale del trattamento (tabelle A.106-A.107); infine visti i mediocri risultati, si è ipotizzato un trattamento con un quantitativo maggiore di vernice, pari al 50% (tabelle A.108-A.109).

La valutazione preliminare dell'effetto di diluizione generato dalla miscelazione del rifiuto con le vernici in polvere mostra, indipendentemente dalla quantità utilizzata, come vi siano le seguenti diminuzioni di concentrazione:

- l'80% sullo zinco;
- 60% per il nichel, il selenio ed i cloruri;
- circa il 50% per il DOC.

In tabella 6.25 sono riepilogate le concentrazioni e le rese di tutte le prove effettuate; in base a ciò si può affermare quanto segue:

- le rese di rimozione sono molto variabili e spesso insufficienti;
- in generale, i risultati derivanti da campioni trattati secondo una cottura breve (15 minuti) sono migliori rispetto a quelli sottoposti a trattamento per un tempo più prolungato (60 minuti); quest'ultimi sono buoni mentre i primi risultano adatti per alcuni dei parametri critici ma non sufficienti per altri;
- non si può definire un trend in funzione della quantità d'acqua presente nel rifiuto in quanto i risultati derivanti da campioni con contenuti d'umidità diversi presentano rese di rimozione comunque molto simili;
- valutando i campioni sottoposti a cottura breve, un aumento della percentuale di vernice non comporta miglioramenti apprezzabili nelle rese di rimozione; non si riscontrano infatti neanche gli effetti di diluizione derivati dalla maggior quantità di vernice utilizzata;
- tutti i parametri critici analizzati (nichel, DOC, selenio, zinco) presentano una bassa rimozione, inferiore al 50%, cosicché le relative concentrazioni rimangano eccedenti uno o entrambi i limiti;
- le analisi sui campioni trattati per 15 minuti mostrano un rendimento su cloruri, zinco e selenio compreso fra il 70 e l'80% circa; ciò comporta il rientro delle relative concentrazioni abbondantemente sotto i limiti previsti dalla normativa per l'eluato in acqua; il nichel, avente percentuali di rimozione dell'80%, rientra solo al di sotto del limite di accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi, restando appena al di sopra del limite di pericolosità (mediamente 1,2 mg/l rispetto a 1 mg/l); la rimozione sul DOC, variabile dal 60 al 70%, non è comunque sufficiente a far sì che il rifiuto sia smaltibile in discarica, restando ampiamente al di sopra del limite;
- il molibdeno presenta nel rifiuto tal quale un valore appena entro i limiti; data la rimozione praticamente nulla, un valore relativo ad un campione analizzato dopo un trattamento di 60

minuti risulta appena eccedente il limite (1,002 mg/l rispetto ad 1 mg/l); ciò è probabilmente dovuto all'incertezza della misurazione.

TABELLA 6.25 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - CONCENTRAZIONI E RESE CAMPIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RiIFIUTO TQ	100851	100852	100861	100865	100866	10210210	110611	110612
UMIDITÀ RIFIUTO	%				30	30	40	40	40	40	40	40
VERNICE	%				30	30	30	30	30	30	30	50
TEMPERATURA	°C				110	110	110	110	110	110	110	110
TEMPO	min				60	60	60	60	60	60	15	15
CONCENTRAZIONI												
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11	0,08	0,09	0,13	0,09	0,08	0,09	0,13	0,13
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	0,005	0
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20	0,09	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,001	0
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17	0,15	0,08	0,12	0,09	0,10	0,07	0,03	0,03
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,001	0,001
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085	0,035	0,023	0,111	0,083	0,066	0,146	0,212	0,148
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66	0,29	0,37	0,31	0,11	0,21			
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,001	0,002
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49	2,15	1,89	1,92	1,40	1,48			
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88	**1,002**	0,66	0,91	0,86	0,79	0,31	0,25	0,23
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**	**5,83**	**3,85**	**5,65**	**4,05**	**4,16**	**3,00**	**1,30**	**1,16**
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07	0,05	0,02	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,01
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,009	0,009
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**	**0,12**	**0,09**	**0,10**	**0,08**	**0,08**	**0,07**	0,04	0,03
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**	**6,9**	**5,3**	**6,7**	**5,5**	**5,5**	3,5	1,9	1,5
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**						**2926**	1617	1059
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2						< 15	<15	<15
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5						387,5	200	111
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**760**	**451**	**481**	**471**	**444**	**521**	**326**	**228**
TDS	mg/l	10000	10000	9040	7295	4960	6490	5065	5110	5993	3119	2145
RESE DI RIMOZIONE												
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11	25%	20%	-17%	23%	30%	18%	-14%	-18%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05								
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20	53%	61%	62%	64%	65%	66%	59%	62%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01								
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17	13%	51%	27%	46%	42%	56%	80%	82%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05								
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085	59%	73%	-31%	3%	22%	-71%	-149%	-74%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66	56%	44%	53%	83%	68%			
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005								
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49	14%	24%	23%	44%	41%			
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88	-14%	25%	-3%	3%	11%	65%	72%	74%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**	11%	41%	14%	38%	36%	54%	80%	82%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07	23%	64%	34%	43%	43%	40%	72%	79%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005								
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**	0%	28%	19%	31%	35%	41%	67%	73%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**	27%	45%	29%	42%	42%	63%	79%	85%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**						48%	71%	81%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2								
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5						-733%	-330%	-139%
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**7%**	**45%**	**41%**	**43%**	46%	36%	60%	72%
TDS	mg/l	10000	10000	9040	19%	45%	28%	44%	43%	34%	65%	76%

6.3.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

6.3.5.1. Prove qualitative

Essendo questo rifiuto sia fisicamente che chimicamente abbastanza simile al primo trattato (rifiuto n.1), le prove iniziali ad ampio spettro sono state eseguite partendo dalle condizioni ottimali di quest'ultimo; mantenendo il rifiuto secco, è stata variata la percentuale di vernice (Appendice, tab. A.111); da queste si rileva però come il rifiuto fornisca pessimi risultati nelle medesime condizioni (30% p/p) mentre risultati migliori si hanno con una percentuale elevata, pari al 50%. Essendo composto da materiale molto eterogeneo, in parte spugnoso, in parte polverulento, o ancora fibroso, la difficoltà maggiore risiede nel corretto inglobamento di tutte le componenti; al riguardo, la tabella mostra come a fronte di un'ottima copertura vi siano però uniformità granulometrica e dimensione finale delle particelle soltanto buone.
Basse percentuali di vernici non permettono una corretta miscelazione della stessa, che tende ad adagiarsi sul fondo, e non agiscono neanche come mezzo che inizialmente impedisce l'aggrovigliarsi del rifiuto.

In virtù di queste considerazioni, sono stati valutati gli effetti dell'umidità, aggiungendone in quantità pari al 20 e 30% (tabella A.112). Le prove hanno confermato come questa tipologia di rifiuto non sia trattabile in presenza di umidità, in quanto più ne è presente più il rifiuto tende inizialmente ad impaccarsi cosicché, anche in virtù della presenza di particelle fibrose che si aggrovigliano, si forma un prodotto inertizzato monolitico.

Secondo quanto esposto, le migliori caratteristiche del campione sono rappresentate, per un trattamento di 15 minuti a 90°C, da un contenuto di umidità nullo e un'aggiunta di vernice in polvere pari al 50% in peso sul totale; quest'elevata percentuale non rappresenta un problema in quanto queste sono un materiale di scarto che andrebbe comunque smaltito.
Per confermare tali condizioni sono state eseguite prove di ripetibilità (tabella A.113) con ottimi risultati; si evince inoltre da esse come l'uniformità e la granulometria del prodotto finale siano il problema maggiore, in base alle sopracitate caratteristiche intrinseche del rifiuto.

6.3.5.2. Prove quantitative

Le condizioni derivate dalla prima fase dello studio di questo campione hanno permesso solo una breve indagine quantitativa. Limitatamente al campione trattato secondo le migliori condizioni precedentemente descritte si riporta a seguire l'analisi in questione (tabella 6.26); per una visione completa della prove condotte sul campione, sia qualitative sia quantitative, si rimanda all'Appendice, tabelle A.114-A.115.

L'analisi mostra come i rendimenti risultino estremamente differenti da parametro a parametro, ed in ogni caso non accettabili; i risultati migliori si ottengono per alcuni parametri comunque già ampiamente entro i limiti, o per cui i limiti non sono previsti, quali alluminio (83%), antimonio (70%) e piombo (63%).
Tra i parametri critici, rame e DOC presentano rimozioni rispettivamente pari al 60 ed al 50%, ampiamente lontane da quelle necessarie affinché rientrino nei limiti, in quanto entrambe le concentrazioni finali risultano maggiori di più di 2 volte rispetto ai limiti di accettabilità in discarica.
Lo zinco, eccedente il limite per l'accettabilità in discarica per rifiuti non pericolosi, non registra pressoché alcuna rimozione (7%).

TABELLA 6.26 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120141	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifuto miscelato: R4 (100% secco) - vernice 50%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,62			0,106	83%	
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05			< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30				0,263		
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01			< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01			< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01			< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**57,21**			**22,7**	60%	
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005			< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,07			0,061	14%	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,19			0,116	40%	
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,42			0,15	63%	
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,024			0,007	70%	
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01			< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**10,1**			**9,3**	7%	
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15			< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15			< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	20,4			9,6	53%	
DOC (come C)	mg/l	100	100	**417,9**			**210,3**	50%	
TDS	mg/l	10000	10000	364			212	42%	

6.4. Prove mediante tecniche convenzionali

Si riportano in seguito i risultati delle prove effettuate mediante tecniche convenzionali, implementate sia come termine di confronto per il trattamento studiato nella presente sperimentazione sia allo scopo di verificarne le problematiche associate.

6.4.1. Rifiuto CER 100207* [n.2]

La sperimentazione su questo rifiuto polverulento è avvenuta due tipologie di cemento, il normale Portland ed il ferrico pozzolanico, in primo luogo senza l'aggiunta di reagenti o eventualmente miscelate con calce, e successivamente in combinazione con differenti percentuali di silicato di sodio. Le tabelle riportanti tutti i parametri complessivamente quantificate sono riportate in Appendice (tabelle da A.116 a A.139); in seguito si riportano invece le concentrazioni (tabelle 6.27-6.28) e le rese di rimozione (tabelle 6.29-6.30) relative al molibdeno, elemento di interesse con cui è stato originariamente contaminato il rifiuto. Una valutazione globale delle prove mostra come l'unico parametro inizialmente critico, il piombo, sia efficacemente rimosso in ogni condizione e sia associato alle migliori rese di rimozione, seppur non sempre eccellenti.

Focalizzando l'attenzione sul molibdeno si può invece rilevare che:

- il trattamento mediante leganti idraulici non è adatto ad immobilizzare questo componente; infatti, le concentrazioni finali risultano ancora abbondantemente superiori ai limiti previsti dalla normativa (rispettivamente 3 e 1 mg/l per l'accettabilità in discarica per rifiuti pericolosi e non);

- un tempo di maturazione maggiore corrisponde ad un miglior risultato del trattamento, da una resa praticamente nulla dopo 1 giorno sino ad una massima associata ad una maturazione di 28 giorni, con un limite massimo pari circa al 75% nel caso del processo semplicemente con cemento ed eventualmente calce, ed al 45% mediante utilizzo del silicato di sodio;

- considerando il trattamento con solo cemento (e calce), l'immobilizzazione è molto limitata sino ai 2 giorni di maturazione, aumentando decisamente dopo 4 giorni (> 50%) sino a raggiungere il 75-80% dopo 28 giorni, rendimento che porta ad una concentrazione minima pari a 8,88 mg/l impiegando il solo cemento ferrico pozzolanico (20% in peso), tale risultato rappresenta l'unico che, applicando le deroghe sui limiti, sarebbe accettabile in una discarica; mediamente il cemento ferrico pozzolanico fornisce risultati leggermente migliori rispetto al Portland, mentre l'aggiunta di calce non determina effetti favorevoli (tabella 6.29);

- le prove in cui è contemplato il silicato di sodio, danno risultati molto modesti in ogni caso, considerando che non si raggiungono rese di rimozione neanche del 50%; non si evince un indirizzo generale riguardo la percentuale di silicato impiegata ed anche le due tipologie di cemento forniscono risultati simili (tabella 6.30).

TABELLA 6.27 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI DI MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO

MATURAZIONE [giorni]	Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
1	49,88	48,92	48,04	49,59	50,28	47,56
2	37,67	39,27	36,43	36,46	43,81	35,53
4	23,75	23,20	24,71	25,52	20,48	24,11
7	21,21	22,40	24,25	19,60	17,00	22,06
14	17,44	17,55	19,83	19,37	15,80	20,36
28	15,18	11,20	12,87	10,63	8,88	10,46

TABELLA 6.28 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - CONCENTRAZIONI DI MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO

MATURAZIONE [giorni]	Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
1	50,63	52,40	52,67	52,17	51,27	50,33
2	48,38	47,45	49,33	50,62	50,73	48,80
4	46,42	47,32	47,78	44,08	48,14	46,74
7	43,79	39,92	41,61	38,13	41,20	38,84
14	30,90	29,25	34,76	28,86	27,40	30,81
28	24,37	27,54	28,59	22,09	25,39	31,40

TABELLA 6.29 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - RESE DI RIMOZIONE DEL MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO

MATURAZIONE [giorni]	Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
1	2%	4%	5%	2%	1%	6%
2	26%	23%	28%	28%	14%	30%
4	53%	54%	51%	50%	60%	52%
7	58%	56%	52%	61%	66%	56%
14	66%	65%	61%	62%	69%	60%
28	70%	78%	75%	79%	82%	79%

TABELLA 6.30 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - RESE DI RIMOZIONE DEL MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO IL TRATTAMENTO

MATURAZIONE [giorni]	Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
1	0%	-3%	-4%	-3%	-1%	1%
2	5%	6%	3%	0%	0%	4%
4	8%	7%	6%	13%	5%	8%
7	14%	21%	18%	25%	19%	23%
14	39%	42%	31%	43%	46%	39%
28	52%	46%	44%	56%	50%	38%

6.4.1.1. Confronto tra le tecniche di inertizzazione per il trattamento del molibdeno

Il grafico seguente (6.2) riassume le concentrazioni di molibdeno riscontrate in seguito ai diversi trattamenti effettuati sul rifiuto n. 2 (CER 100207* - *rifiuti solidi prodotti dal trattamento dei fumi, contenenti sostanze pericolose*), contaminato con molibdeno in modo tale che la concentrazione iniziale nell'eluato risulti pari a 50,70 mg/l.

Le concentrazioni sono relazionate al tempo di maturazione, ovviamente inerente alle sole prove con leganti idraulici; la concentrazione iniziale, i valori imposti dalla normativa e quelli derivanti dai diversi trattamenti con le vernici in polvere sono quindi rappresentati con una linea orizzontale.

Si precisa come limite A e limite B rappresentano i limiti di accettabilità in discarica per rifiuti rispettivamente non pericolosi (tab. 5) e pericolosi (tab. 6) previsti dal D.M. 27/09/2010.

Dal grafico si può in prima analisi notare come il trattamento mediante vernici in polvere permetta un'immobilizzazione migliore rispetto all'inertizzazione tramite leganti idraulici; si rilevano infatti 3 aree ben distinte:

- una fascia a concentrazioni abbastanza elevate (percentuali di rimozione limitate), relativa ai processi convenzionali in cui è stato aggiunto silicato di sodio;
- una fascia relativa ai processi caratterizzati dall'utilizzo del cemento, eventualmente addittivato con la calce, aventi un rendimento maggiore ma comunque insufficiente anche dopo 28 giorni di maturazione;
- un intervallo relativo ai processi mediante vernici in polvere con concentrazioni che, seppur non rientranti al di sotto dei limiti imposti dalla normativa, permettono lo smaltimento in discarica applicando le eventuali deroghe.

Le migliori rese di rimozione raggiungibili dalle due tipologie di trattamento, convenzionale e non, sono rispettivamente quelle inerenti all'impiego del solo cemento ferrico pozzolanico (circa 9 mg/l) e all'utilizzo delle vernici secondo un ciclo di cottura di 60 minuti, sia a 90 che a 100°C (circa 5 mg/l); oltre al fatto che le concentrazioni raggiungibili in questo secondo caso risultano circa pari alla metà rispetto a quelle associate al migliore processo con leganti idraulici, bisogna considerare che:

- il trattamento con vernici in polvere permette di avere un'immobilizzazione pressoché immediata, non richiedendo lo stoccaggio del prodotto come avviene invece nel caso dei leganti idraulici al fine di permetterne la maturazione;
- il suddetto trattamento può essere notevolmente migliorato, a differenza di quello con leganti idraulici, già abbondantemente studiati ed ottimizzati;
- dall'altro lato l'utilizzo di un materiale polimerico necessita di una buona quantità di energia per riscaldare il campione e far avvenire la polimerizzazione.

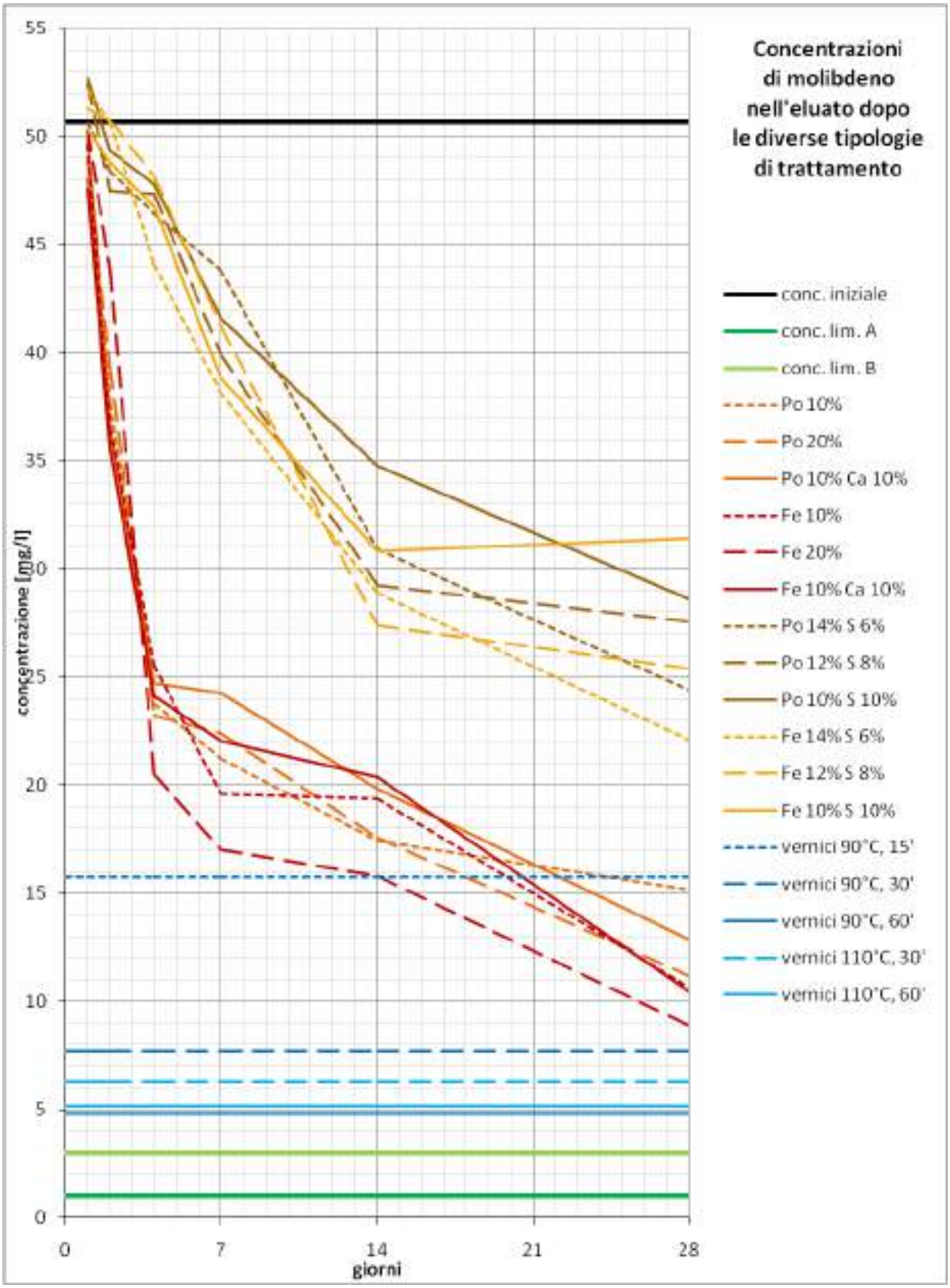


GRAFICO 6.2 - CONCENTRAZIONE DI MOLIBDENO NELL'ELUATO DOPO LE DIVERSE TIPOLOGIE DI TRATTAMENTO

6.4.2. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

Si riportano in seguito i risultati ottenuti dalle prove mediante tecnica convenzionale (con maturazione pari a 2 giorni) sul rifiuto n.5, ricco sia di metalli e che di sostanza organica e contaminato con molibdeno (circa 50 mg/l nell'eluato). Le tabelle 6.26 e 6.27 mostrano le concentrazioni dei parametri critici e le relative rese di rimozione; i risultati completi sono riepilogati in Appendice (tabelle A.140 e A.141).

Riguardo ai parametri critici, si può quindi osservare che:

- lo zinco è rimosso molto efficacemente cosicché le concentrazioni finali nell'eluato risultano ampiamente entro i limiti; la presenza di calce influisce negativamente sulla resa, con una perdita quantificabile in circa 10 punti percentuali (dal 99% al 90%);
- il rame non presenta rimozioni tali da farlo rientrare nei limiti, anche in virtù dell'elevata concentrazione inizialmente presente; le rese sono buone in assenza di calce (70-80%) mentre crollano drasticamente quando quest'ultima viene aggiunta (rispettivamente pari a circa il 30 ed il 10% con le due tipologie di cementi); si può inoltre notare come il cemento Portland sia leggermente più efficiente rispetto a quello ferrico pozzolanico;
- il DOC presenta percentuali di rimozione ridottissime (inferiori al 25%) confermando come i processi a base di leganti idraulici non siano adatti a trattare rifiuti contenenti una notevole componente organica;
- il molibdeno presenta un'immobilizzazione altamente insufficiente, compresa tra il 30 ed il 40% e leggermente migliore aumentando la quantità di legante presente.

Oltre alle suddette considerazioni, si possono dedurre alcune informazioni degne di nota:

- il trattamento conferma come l'impiego dei leganti idraulici porti in media ad un aumento del pH, da un valore circa pari a 8 sino a 11-12;
- nonostante la limitata quantità iniziale di solfati, si nota come l'utilizzo della calce abbia un effetto particolarmente benefico su questo parametro (rese maggiori del 90%); d'altro canto, impiegando il solo cemento si ha un aumento notevole della concentrazione degli stessi, fino a quasi 200 mg/l per il Portland e 100 mg/l per il ferrico pozzolanico, comunque rimanendo abbondantemente entro i limiti;
- anche i solidi sospesi subiscono un aumento in seguito al trattamento, non divenendo però una criticità; si nota come il solo cemento determini una triplicazione della concentrazione iniziale mentre la presenza di calce porta a valori finali maggiori di quasi 10 volte.

Da quanto appena espresso, e vedendo anche la tabella 6.27, si evince come i trattamenti con il solo cemento o con l'abbinamento calce-cemento comportino rese di rimozione molto differenti sulla maggior parte dei parametri; in ogni caso, i trattamenti non si dimostrano sufficienti.

TABELLA 6.31 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5 - CONCENTRAZIONI DOPO IL TRATTAMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH				8,2	9,9	11,6	11,9	11,3	11,3	11,8
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**57,21**	**10,39**	**14,17**	**38,03**	**11,34**	**19,07**	**51,90**
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**52,23**	**37,20**	**33,52**	**31,31**	**34,35**	**32,85**	**32,64**
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**10,06**	0,02	0,06	1,09	0,08	0,05	1,32
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	20,4	131,5	198,5	1,8	62,85	107,5	2,1
DOC (come C)	mg/l	100	100	**417,9**	**381,4**	**327,6**	**314,5**	**333,8**	**336,7**	**315,3**
TDS	mg/l	10000	10000	364	1099	1852	3279	1582	1724	3147

TABELLA 6.32 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5- RESE DI RIMOZIONE DOPO IL TRATTAMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**57,21**	82%	75%	34%	80%	67%	9%
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**52,23**	29%	36%	40%	34%	37%	38%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**10,06**	100%	99%	89%	99%	100%	87%
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	20,4	-545%	-873%	91%	-208%	-427%	90%
DOC (come C)	mg/l	100	100	**417,9**	9%	22%	25%	20%	19%	25%
TDS	mg/l	10000	10000	364	-202%	-409%	-801%	-334%	-373%	-764%

Conclusioni

Il presente lavoro si inserisce nell'ambito dello sviluppo di tecniche e metodologie appropriate al trattamento dei rifiuti industriali alla luce dell'evoluzione normativa riguardo l'ammissibilità dei rifiuti in discarica e, più in generale, al ciclo dei rifiuti.

Oggetto dello studio è stata la verifica sperimentale dell'applicabilità di una tecnica di inertizzazione non convenzionale tramite l'impiego di vernici in polvere di scarto, che costituiscono esse stesse un rifiuto, come agente immobilizzante. In particolare, si è cercato di applicare detta tecnica a rifiuti particolarmente critici aventi natura chimico-fisica differente, nonché al molibdeno, componente diventato estremamente critico negli ultimi anni in virtù dei bassi limiti previsti dal D.M. 27/09/2010.

Nella prima fase sperimentale, finalizzata a valutare qualitativamente l'efficacia del processo studiato, si è rilevato come sotto determinate condizioni, lo stesso possa condurre ad un prodotto discretamente incapsulato dal punto di vista fisico e ad una granulometria conforme alla norma che regola la prova di lisciviazione, nonostante il legante utilizzato, di natura polimerica, tenda intrinsecamente a polimerizzare in un corpo uniforme. Allo scopo, il sistema di miscelazione del rifiuto e della vernice in polvere andrebbe ulteriormente studiato. Le prove effettuate hanno permesso di giungere alle seguenti considerazioni:

- la natura fisica del rifiuto gioca un ruolo fondamentale; infatti, i rifiuti granulari aventi pezzatura inferiore alle dimensioni massime previste dalle relative prove costituiscono un mezzo adatto ad essere avvolto dal materiale polimerico polimerizzato; al contrario, un rifiuto polverulento può da un lato essere difficilmente miscelabile alla vernice in polvere in assenza d'acqua, ovvero, se bagnato, formare una pasta viscosa che ingloba il suddetto legante determinando un prodotto finale monolitico; in posizione intermedia si inseriscono quei rifiuti formati da materiale a bassa densità, prevalentemente fibroso, spugnoso o particellare impaccato, il quale può essere trattato solo dopo essiccazione e accurata frantumazione;

- l'umidità risulta un fattore determinante in funzione della natura del rifiuto; infatti, risultano trattabili i rifiuti granulari con contenuto d'umidità compreso tra il 20 ed il 40%, mentre per quelli prevalentemente fibrosi la presenza di quest'ultima risulta molto dannosa, in quanto favorisce l'intrecciamento delle fibre con conseguente impossibilità che si formino molteplici particelle di ridotte dimensioni; nulla si può dire comunque sul reale contenuto di umidità limite se non che risulta inferiore al 10%; i rifiuti polverulenti risultano invece difficilmente trattabili in ogni condizione di umidità, come già descritto nel paragrafo precedente, se non previa l'aggiunta di una percentuale predominante (rapporto in peso 3:1) delle tipologie fisiche di rifiuto precedentemente citate, con la conseguenza che il rifiuto generatosi debba venir trattato nelle condizioni relative a tale componente fisica;

- la quantità di vernice da impiegare dipende dalle caratteristiche sopra descritte, comunque risulta mediamente compresa tra il 20 ed il 50% in peso; in particolare, per i rifiuti granulari il trattamento risulta ottimale per percentuali dal 20 al 40% mentre per quelli eterogenei a bassa densità, privi di umidità, è richiesto un quantitativo variabile dal 25-30% sino al 50%, in funzione del fatto che la frazione predominante presente sia rispettivamente di tipo fibroso ovvero spugnoso; in ogni caso, deve essere sempre valutato il giusto compromesso tra la possibilità di determinare un prodotto finale di pezzatura consona, favorito da una limitata presenza di vernice in polvere, e la necessità di incapsulare adeguatamente il rifiuto, questo facilitato da un utilizzo cospicuo di materiale polimerico; è da ricordare, infine, come non vi sia limitazione normativa od economica all'utilizzo di queste vernici come legante in quanto rappresentano materiale di scarto da smaltire e sono facilmente reperibili;

- i vari cicli di cottura testati hanno permesso di stabilire che la temperatura di trattamento ha un'importanza prioritaria rispetto alla durata dello stesso; la temperatura ideale è compresa tra i 90 ed i 110°C; temperature superiori generano una fusione eccessiva dell'agente polimerizzante, cosicché trattamenti a 130°C sono efficaci solo se associati a brevi tempi di cottura (fino a 30 minuti) mentre quelli a 150°C sono da escludere; riguardo al tempo di trattamento, è stato verificato come in generale questo determini effetti leggermente negativi per valori superiori ai 60 minuti;

- anche la preparazione iniziale del campione risulta importante; infatti, i migliori risultati si ottengono aggiungendo il legante al rifiuto, già bagnato se previsto, ovvero inserendo la quantità di vernice in polvere in parte prima ed in parte dopo rispetto al citato rifiuto; è da escludersi l'aggiunta del rifiuto secco alla vernice bagnata, o viceversa, in quanto, in primo luogo, risulta difficile l'assorbimento dell'acqua da parte di un mezzo idrofobo quali la vernice in polvere, ed inoltre non avviene successivamente una buona miscelazione;

- si rileva anche come una miscelazione prolungata possa essere dannosa, soprattutto per rifiuti fibrosi e per quelli polverulenti inclini a formare una pasta viscosa; d'altro canto, si ricorda però come le vernici in polvere abbiano generalmente una densità inferiore (pari circa al 60-80%) rispetto a quella del rifiuto, cosicché in seguito ad una miscelazione limitata, la vibrazione prodotta durante il trattamento può implicare la netta separazione delle stesse quando non siano ancora rammollite.

I risultati delle prove effettuate nella seconda fase sperimentale, tesa a valutare l'efficienza del trattamento in termini quantitativi, mostrano che:

- in primo luogo l'immobilizzazione dei contaminanti è influenzata dalle condizioni del trattamento di polimerizzazione; le rese migliori sono state ottenute a temperatura di 110°C, mentre temperature inferiori forniscono risultati meno soddisfacenti; in generale, ad un tempo di trattamento più prolungato è associata una migliore immobilizzazione dei contaminanti;

- anche la natura fisica del rifiuto influisce sulle prestazioni del processo; è possibile trattare il rifiuto fibroso con ottime rese su gran parte dei contaminanti, mentre i rifiuti a carattere granuloso o polverulento presentano risultati eterogenei e maggiormente influenzati dalle variabili in gioco;

- in riferimento ai singoli contaminanti, la rimozione del molibdeno è da valutare rifiuto per rifiuto, in quanto si rilevano in alcuni casi rese eccellenti (superiori al 90% per rifiuto n.1) mentre in altri sono più contenute (60-90% per il rifiuto n.2); considerando i limiti normativi molto ristrettivi, l'applicabilità del trattamento dipende comunque dall'entità della contaminazione iniziale;

- tra i metalli critici analizzati, piombo e zinco sono immobilizzati efficacemente tramite il processo in esame; più problematico risulta il rame che non sempre ha raggiunto concentrazioni nell'eluato inferiori ai limiti;

- relativamente al DOC, le rese di immobilizzazione, comprese tra il 60 e l'80%, sono in generale leggermente inferiori rispetto a quelle conseguite con i parametri precedenti; le concentrazioni finali sono generalmente superiori al limite previsto dal D.M. 27/09/2010, ma tali da non ostacolare l'ammissibilità del rifiuto in discarica in virtù delle deroghe solitamente concesse.

La parte finale della sperimentazione, focalizzata sul confronto tra le diverse tecniche di inertizzazione riguardo l'immobilizzazione del molibdeno, ha permesso di evidenziare che:

- i processi convenzionali forniscono un grado di immobilizzazione progressivamente in aumento in funzione del tempo di maturazione, non raggiungendo comunque concentrazioni finali sufficienti; in particolare, utilizzando solo il cemento, eventualmente miscelato con calce, si rileva un limite compreso tra i 10 ed i 15 mg/l dopo 28 giorni, mentre il trattamento che contempla l'aggiunta del silicato di sodio non permette nel migliore dei casi di raggiungere neanche i 20 mg/l;

- i processi tramite vernice in polvere permettono invece di ottenere, già per tempi ridotti (30 minuti) e temperature non troppo elevate (90-110°C), concentrazioni finali decisamente migliori, comprese tra 5 ed 8 mg/l; si rileva quindi come i rifiuti così trattati sarebbero accettabili almeno in discarica per rifiuti pericolosi in quanto è possibile derogare il relativo limite, previsto in 3 mg/l, di 3 volte, cioè sino a 9 mg/l;

In definitiva, si è riscontrato come i processi convenzionali non siano adatti a inertizzare/incapsulare alcuni parametri critici recentemente introdotti dalla normativa, in quanto presentano un grado di immobilizzazione molto modesto, come confermato dai test effettuati sul rifiuto contaminato con molibdeno; d'altro canto l'impiego delle vernici in polvere potrebbe essere una valida alternativa poiché, già per condizioni energetiche non eccessivamente dispendiose, tale tecnica risulta potenzialmente applicabile a rifiuti industriali di natura fibrosa o granulare, contenenti sia metalli pesanti sia inquinanti organici, e mostra un'efficacia decisamente superiore ai trattamenti convenzionali riguardo particolari classi di metalli. Non da ultimo bisogna sottolineare anche come tale tecnica permetterebbe di utilizzare direttamente un rifiuto per trattarne un altro, con tutti i vantaggi che ne conseguono.

Appare comunque necessaria la prosecuzione della ricerca al fine di confermare i risultati e consolidare le conoscenze sin qui acquisiti nonché testare e sviluppare sistemi di miscelazione e riscaldamento che determinino un migliore incapsulamento da parte della vernice polimerizzata.
Andrebbe infine indagata la possibilità di impiegare altre tipologie di vernici ed altri polimeri di scarto come agenti inertizzanti.

Appendice

Risultati analitici delle prove effettuate

Sommario

6.1. Prove mediante vernici in polvere 7

6.1.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1] 7

6.1.1.1. Prove qualitative 7

6.1.1.2. Prove quantitative 12

6.1.2. Rifiuto CER 100207* [n.2] 27

6.1.2.1. Prove qualitative 27

6.1.2.2. Prove quantitative 30

6.1.3. Rifiuto CER 101115* [n.3] 47

6.1.3.1. Prove qualitative 47

6.1.3.2. Prove quantitative 50

6.1.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4] 52

6.1.4.1. Prove qualitative 52

6.1.4.2. Prove quantitative 59

6.1.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 67

6.1.5.1. Prove qualitative 67

6.1.5.2. Prove quantitative 69

6.2. Prove mediante tecniche convenzionali 70

6.2.1. Rifiuto CER 100207* [n.2] 70

6.2.2. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5] 83

Indice delle tabelle

TABELLA A.1 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - PROVE AD AMPIO SPETTRO 7
TABELLA A.2 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 60') 8
TABELLA A.3 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 15') 8
TABELLA A.4 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 30') 9
TABELLA A.5 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 90') 9
TABELLA A.6 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 90°C) 9
TABELLA A.7 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 110°C) 10
TABELLA A.8 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ 11
TABELLA A.9 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ (CON AGGIUNTA MOLIBDENO) 11
TABELLA A.10 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 10210301 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 12
TABELLA A.11 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 10210301 - ANALISI SULL'ELUATO 12
TABELLA A.12 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110621 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 13
TABELLA A.13 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110621 - ANALISI SULL'ELUATO 13
TABELLA A.14 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120121 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 14
TABELLA A.15 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120121 - ANALISI SULL'ELUATO 14
TABELLA A.16 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120122 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 15
TABELLA A.17 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120122 - ANALISI SULL'ELUATO 15
TABELLA A.18 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120123 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 16
TABELLA A.19 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120123 - ANALISI SULL'ELUATO 16
TABELLA A.20 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120124 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 17
TABELLA A.21 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120124 - ANALISI SULL'ELUATO 17
TABELLA A.22 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120125 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 18
TABELLA A.23 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120125 - ANALISI SULL'ELUATO 18
TABELLA A.24 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120126 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 19
TABELLA A.25 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120126 - ANALISI SULL'ELUATO 19
TABELLA A.26 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110625- VALUTAZIONE QUALITATIVA 20
TABELLA A.27 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110625 - ANALISI SULL'ELUATO 20
TABELLA A.28 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120127 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 21
TABELLA A.29 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120127 - ANALISI SULL'ELUATO 21
TABELLA A.30 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120128 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 22
TABELLA A.31 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120128 - ANALISI SULL'ELUATO 22
TABELLA A.32 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121521 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 23
TABELLA A.33 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121521 - ANALISI SULL'ELUATO 23
TABELLA A.34 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121525 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 24
TABELLA A.35 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121525 - ANALISI SULL'ELUATO 24
TABELLA A.36 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121523 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 25
TABELLA A.37 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121523 - ANALISI SULL'ELUATO 25
TABELLA A.38 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121527 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 26
TABELLA A.39 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121527 - ANALISI SULL'ELUATO 26

TABELLA A.40 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - PROVE AD AMPIO SPETTRO 27
TABELLA A.41 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ 28
TABELLA A.42 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA 28
TABELLA A.43 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TEMPO DI TRATTAMENTO 29
TABELLA A.44 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120151 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 30
TABELLA A.45 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120151 - ANALISI SULL'ELUATO 30
TABELLA A.46 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120152 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 31
TABELLA A.47 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120152 - ANALISI SULL'ELUATO 31
TABELLA A.48 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120153 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 32
TABELLA A.49 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120153 - ANALISI SULL'ELUATO 32
TABELLA A.50 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120154 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 33
TABELLA A.51 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120154 - ANALISI SULL'ELUATO 33
TABELLA A.52 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121251 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 34
TABELLA A.53 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121251 - ANALISI SULL'ELUATO 34
TABELLA A.54 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121252 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 35
TABELLA A.55 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121252 - ANALISI SULL'ELUATO 35

TABELLA A.56 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121253 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 36
TABELLA A.57 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121253 - ANALISI SULL'ELUATO 36
TABELLA A.58 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121254 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 37
TABELLA A.59 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121254 - ANALISI SULL'ELUATO 37
TABELLA A.60 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121255 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 38
TABELLA A.61 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121255 - ANALISI SULL'ELUATO 38
TABELLA A.62 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121256 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 39
TABELLA A.63 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121256 - ANALISI SULL'ELUATO 39
TABELLA A.64 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121257 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 40
TABELLA A.65 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121257 - ANALISI SULL'ELUATO 40
TABELLA A.66 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120155 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 41
TABELLA A.67 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120155 - ANALISI SULL'ELUATO 41
TABELLA A.68 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120156 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 42
TABELLA A.69 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120156 - ANALISI SULL'ELUATO 42
TABELLA A.70 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121551 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 43
TABELLA A.71 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121551 - ANALISI SULL'ELUATO 43
TABELLA A.72 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121555 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 44
TABELLA A.73 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121555 - ANALISI SULL'ELUATO 44
TABELLA A.74 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121553 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 45
TABELLA A.75 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121553 - ANALISI SULL'ELUATO 45
TABELLA A.76 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121557 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 46
TABELLA A.77 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121557 - ANALISI SULL'ELUATO 46

TABELLA A.78 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - PROVE AD AMPIO SPETTRO 47
TABELLA A.79 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 1 48
TABELLA A.80 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 4 49
TABELLA A.81 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON NACL 49
TABELLA A.82 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110631 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 50
TABELLA A.83 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110631 - ANALISI SULL'ELUATO 50
TABELLA A.84 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 51
TABELLA A.85 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - ANALISI SULL'ELUATO 51

TABELLA A.86 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE ELETTRICO 52
TABELLA A.87 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE PNEUMATICO 54
TABELLA A.88 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE CON PERCENTUALI DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI 55
TABELLA A.89 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA 55
TABELLA A.90 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TRATTAMENTO DI COTTURA 56
TABELLA A.91 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'ORDINE DI MISCELAZIONE 57
TABELLA A.92 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA GRANULOMETRIA DEL RIFIUTO 57
TABELLA A.93 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ 58
TABELLA A.94 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA QUANTITÀ DI CAMPIONE TRATTATO 58
TABELLA A.95 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100851 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 59
TABELLA A.96 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100851 - ANALISI SULL'ELUATO 59
TABELLA A.97 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100852 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 60
TABELLA A.98 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100852 - ANALISI SULL'ELUATO 60
TABELLA A.99 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100861 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 61
TABELLA A.100 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100861 - ANALISI SULL'ELUATO 61
TABELLA A.101 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100865 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 62
TABELLA A.102 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100865 - ANALISI SULL'ELUATO 62
TABELLA A.103 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100866- VALUTAZIONE QUALITATIVA 63
TABELLA A.104 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100866 - ANALISI SULL'ELUATO 63
TABELLA A.105 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 10210210 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 64
TABELLA A.106 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 10210210 - ANALISI SULL'ELUATO 64
TABELLA A.107 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110611 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 65
TABELLA A.108 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110611 - ANALISI SULL'ELUATO 65
TABELLA A.109 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110612 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 66
TABELLA A.110 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110612 - ANALISI SULL'ELUATO 66

TABELLA A.111 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI VERNICE VARIABILE 67
TABELLA A.112 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI 67
TABELLA A.113 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ 68
TABELLA A.114 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 5 - ANALISI N. 120141 - VALUTAZIONE QUALITATIVA 69
TABELLA A.115 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 5 - ANALISI N. 120141 - ANALISI SULL'ELUATO 69

TABELLA A.116 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - CONCENTRAZIONI 71
TABELLA A.117 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - RENDIMENTO 71
TABELLA A.118 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - CONCENTRAZIONI 71
TABELLA A.119 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - RENDIMENTO 72
TABELLA A.120 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - CONCENTRAZIONI 73
TABELLA A.121 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - RENDIMENTO 73
TABELLA A.122 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - CONCENTRAZIONI 74
TABELLA A.123 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - RENDIMENTO 74
TABELLA A.124 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - CONCENTRAZIONI 75
TABELLA A.125 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - RENDIMENTO 75
TABELLA A.126 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - CONCENTRAZIONI 76
TABELLA A.127 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - RENDIMENTO 76
TABELLA A.128 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - CONCENTRAZIONI 77
TABELLA A.129 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - RENDIMENTO 77
TABELLA A.130 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - CONCENTRAZIONI 78
TABELLA A.131 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - RENDIMENTO 78
TABELLA A.132 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - CONCENTRAZIONI 79
TABELLA A.133 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - RENDIMENTO 79
TABELLA A.134 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - CONCENTRAZIONI 80
TABELLA A.135 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - RENDIMENTO 80
TABELLA A.136 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - CONCENTRAZIONI 81
TABELLA A.137 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - RENDIMENTO 81
TABELLA A.138 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - CONCENTRAZIONI 82
TABELLA A.139 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - RENDIMENTO 82

TABELLA A.140 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5 - MATURAZIONE 2 GIORNI - CONCENTRAZIONI 83
TABELLA A.141 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5 - MATURAZIONE 2 GIORNI - RENDIMENTO 84

6.1. Prove mediante vernici in polvere

6.1.1. Rifiuto CER 120114* (ottone) [n.1]

6.1.1.1. Prove qualitative

TABELLA A.1 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - PROVE AD AMPIO SPETTRO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	0%	20%	3	1	3
R1.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	0%	20%	3	2	2
R1.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	0%	20%	2	1	3
R1.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	0%	20%	3	1	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	0%	40%	1	3	1
R1.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	0%	40%	1	3	0
R1.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	0%	40%	1	3	1
R1.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	0%	40%	1	3	1
R1.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	20%	20%	0	0	0
R1.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	20%	20%	0	1	1
R1.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	20%	20%	0	1	0
R1.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	20%	20%	0	1	1
R1.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	20%	30%	0	1	0
R1.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	20%	30%	0	1	1
R1.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	20%	30%	1	1	0
R1.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	20%	30%	1	1	1
R1.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	20%	40%	0	1	0
R1.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	20%	40%	1	1	0
R1.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	20%	40%	1	1	0
R1.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	20%	40%	1	1	0
R1.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	40%	20%	0	0	0
R1.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	40%	20%	0	0	0
R1.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	40%	20%	0	0	0
R1.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R1	40%	20%	0	0	0
R1.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	40%	30%	0	0	0

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	40%	30%	0	0	0
R1.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R1	40%	30%	0	0	0
R1.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R1	40%	30%	0	0	0
R1.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	40%	40%	0	0	0
R1.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	40%	40%	1	0	1
R1.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	40%	40%	1	0	0
R1.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R1	40%	40%	0	0	0

TABELLA A.2 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 60')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.60.90.00.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.90.00.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R1	0%	30%	2	3	1
R1.60.130.00.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R1	0%	30%	1	1	0
R1.60.130.00.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R1	0%	30%	1	1	1
R1.60.150.00.30	VRHV	60	150	5,00	70%	R1	0%	30%	0	0	0
R1.60.150.00.30	VRHV	60	150	5,00	70%	R1	0%	30%	0	0	0

TABELLA A.3 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 15')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	2
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.100.00.30	VRHV	15	100	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.100.00.30	VRHV	15	100	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.120.00.30	VRHV	15	120	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.120.00.30	VRHV	15	120	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.130.00.30	VRHV	15	130	8,00	70%	R1	0%	30%	1	2	1
R1.15.130.00.30	VRHV	15	130	8,00	70%	R1	0%	30%	1	2	1
R1.15.130.00.30	VRHV	15	130	8,00	70%	R1	0%	30%	1	1	1
R1.15.130.00.30	VRHV	15	130	8,00	70%	R1	0%	30%	2	2	1
R1.15.150.00.30	VRHV	15	150	8,00	70%	R1	0%	30%	0	0	0
R1.15.150.00.30	VRHV	15	150	8,00	70%	R1	0%	30%	0	0	0

TABELLA A.4 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 30')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.30.90.00.30	VRHV	30	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	2
R1.30.90.00.30	VRHV	30	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.30.110.00.30	VRHV	30	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.30.110.00.30	VRHV	30	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.30.110.00.30	VRHV	30	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.30.110.00.30	VRHV	30	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.30.130.00.30	VRHV	30	130	8,00	70%	R1	0%	30%	1	1	1
R1.30.130.00.30	VRHV	30	130	8,00	70%	R1	0%	30%	1	2	1
R1.30.150.00.30	VRHV	30	150	8,00	70%	R1	0%	30%	0	0	0
R1.30.150.00.30	VRHV	30	150	8,00	70%	R1	0%	30%	0	0	0

TABELLA A.5 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA (T = 90')

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.90.90.00.30	VRHV	90	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.90.90.00.30	VRHV	90	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.90.110.00.30	VRHV	90	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.90.110.00.30	VRHV	90	110	8,00	70%	R1	0%	30%	2	3	2

TABELLA A.6 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 90°C)

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R1	0%	20%	3	3	3
R1.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R1	0%	20%	3	3	3
R1.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R1	0%	20%	3	2	3
R1.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R1	0%	20%	3	3	3
R1.15.90.00.25	VRHV	15	90	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.90.00.25	VRHV	15	90	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.90.00.25	VRHV	15	90	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.90.00.25	VRHV	15	90	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.35	VRHV	15	90	8,00	65%	R1	0%	35%	3	3	2
R1.15.90.00.35	VRHV	15	90	8,00	65%	R1	0%	35%	3	3	3
R1.15.90.00.35	VRHV	15	90	8,00	65%	R1	0%	35%	3	3	3

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.90.00.35	VRHV	15	90	8,00	65%	R1	0%	35%	3	2	3
R1.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R1	0%	40%	3	2	3
R1.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R1	0%	40%	3	3	3
R1.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R1	0%	40%	3	1	3
R1.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R1	0%	40%	3	3	3

TABELLA A.7 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - INFLUENZA DELLA PERCENTUALE DI VERNICE (T = 110°C)

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.20	VRHV	15	110	8,00	80%	R1	0%	20%	3	3	3
R1.15.110.00.20	VRHV	15	110	8,00	80%	R1	0%	20%	3	2	3
R1.15.110.00.20	VRHV	15	110	8,00	80%	R1	0%	20%	3	3	3
R1.15.110.00.20	VRHV	15	110	8,00	80%	R1	0%	20%	3	2	3
R1.15.110.00.25	VRHV	15	110	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.110.00.25	VRHV	15	110	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.110.00.25	VRHV	15	110	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.110.00.25	VRHV	15	110	8,00	75%	R1	0%	25%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.110.00.35	VRHV	15	110	8,00	65%	R1	0%	35%	3	3	3
R1.15.110.00.35	VRHV	15	110	8,00	65%	R1	0%	35%	3	3	3
R1.15.110.00.35	VRHV	15	110	8,00	65%	R1	0%	35%	3	3	3
R1.15.110.00.35	VRHV	15	110	8,00	65%	R1	0%	35%	3	2	3
R1.15.110.00.40	VRHV	15	110	8,00	60%	R1	0%	40%	3	3	3
R1.15.110.00.40	VRHV	15	110	8,00	60%	R1	0%	40%	3	3	3
R1.15.110.00.40	VRHV	15	110	8,00	60%	R1	0%	40%	2	3	3
R1.15.110.00.40	VRHV	15	110	8,00	60%	R1	0%	40%	3	3	3

TABELLA A.8 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	2	3	2
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	2	3	2
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.9 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 1 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ (CON AGGIUNTA MOLIBDENO)

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3

6.1.1.2. Prove quantitative

TABELLA A.10 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 10210301 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.11 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 10210301 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 10210301	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,031		**94%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,093	**92%**	**93%**
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001			
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	1,3	**99%**	**99%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,01		**99%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,06	**81%**	48%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,03	**100%**	**100%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,000	**100%**	**100%**
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	1,5	**97%**	**95%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	21	**97%**	**97%**
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	114,5	**96%**	**94%**

TABELLA A.12 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110621 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	2	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.13 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110621 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110621	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,0475		**91%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,343	69%	74%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001			
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**6,8**	**97%**	**95%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	< 0,05		
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,08	72%	23%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,18	**98%**	**97%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,000	**100%**	**100%**
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**6,7**	**86%**	77%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	78	**90%**	**89%**
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	64,5	**98%**	**97%**

TABELLA A.14 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120121 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	2	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	2

TABELLA A.15 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120121 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120121	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,032		**94%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,691	38%	48%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**10,2**	**95%**	**92%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,072		**92%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,146	51%	-33%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,25	**97%**	**96%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,007	77%	13%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**8,8**	**81%**	69%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**119**	**86%**	**83%**
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	161	**95%**	**92%**

TABELLA A.16 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120122 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	2	2	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.17 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120122 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120122	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,266		48%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,443	60%	67%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,0145		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**27,9**	**86%**	79%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,71		24%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,18	40%	-63%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,46	**95%**	**92%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,008	75%	6%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**10,5**	77%	63%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	5,5		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**175**	79%	75%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	251	**92%**	**87%**

TABELLA A.18 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120123 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.19 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120123 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120123	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,25		51%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,523	53%	61%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0,001		0%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,018		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**29,7**	**85%**	77%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,74		20%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,16	47%	-44%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,44	**95%**	**92%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,006	80%	25%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**8,8**	**81%**	69%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**183**	78%	73%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	231	**93%**	**88%**

TABELLA A.20 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120124 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.21 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120124 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120124	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,037		**93%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,596	46%	55%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**30,4**	**85%**	77%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,16		**83%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,09	70%	17%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,35	**96%**	**94%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,003	**90%**	63%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	4,6	**90%**	**84%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**196**	76%	71%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	201	**94%**	**90%**

TABELLA A.22 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120125 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.23 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120125 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120125	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,068		**87%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	1,216	-10%	9%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,011		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**34,2**	**83%**	74%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,026		**97%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,10	68%	14%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,51	**95%**	**91%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,006	80%	25%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**6,0**	**87%**	79%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**216**	74%	69%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	120	**96%**	**94%**

TABELLA A.24 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120126 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	2
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	3	3
R1.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1	0%	30%	3	2	3

TABELLA A.25 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120126 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120126	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,0535		**90%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	1,006	9%	25%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**34,2**	**83%**	74%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	< 0,05	< 0,05	0,93	0,024		**97%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,12	61%	-7%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,59	**94%**	**90%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,008	73%	0%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**6,5**	**86%**	77%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**252**	69%	63%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	155	**95%**	**92%**

TABELLA A.26 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110625- VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	2	3	3
R1.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	2

TABELLA A.27 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 110625 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110625	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,287		44%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,165	**85%**	**88%**
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**10,9**	**95%**	**92%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			**6,14**	**97%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,11	62%	-3%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,25	**97%**	**96%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,000	**100%**	**100%**
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**7,0**	**85%**	75%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**113**	**86%**	**84%**
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	152	**95%**	**92%**

TABELLA A.28 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120127 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.15.110.00.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.29 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120127 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120127	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,811		-58%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,566	49%	58%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**58,7**	71%	55%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			**4,17**	**98%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,13	58%	-15%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,53	**95%**	**91%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,008	73%	0%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**8,5**	**82%**	70%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**248**	70%	64%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	278	**91%**	**86%**

TABELLA A.30 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120128 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.15.90.00.30	VRHV	15	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3

TABELLA A.31 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 120128 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120128	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,301		41%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,633	43%	53%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**74,4**	63%	43%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			**3,23**	**98%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,13	57%	-17%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,85	**91%**	**85%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,014	53%	-75%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	**12,0**	74%	58%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**313**	62%	54%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	262	**92%**	**87%**

TABELLA A.32 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121521 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.30.90.00.30	VRHV	30	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.30.90.00.30	VRHV	30	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.30.90.00.30	VRHV	30	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.30.90.00.30	VRHV	30	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3

TABELLA A.33 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121521 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121521	Parametri trattamento: t = 30 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,148		71%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,218	**80%**	**84%**
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**46**	77%	65%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			**1,14**	**99%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,30	0,41	0,11	0,11	62%	-4%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,29	**97%**	**95%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,013	57%	-63%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	3,31	**93%**	**88%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**270**	67%	61%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	112	**97%**	**94%**

TABELLA A.34 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121525 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.30.110.00.30	VRHV	30	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.30.110.00.30	VRHV	30	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	2	3
R1*.30.110.00.30	VRHV	30	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	2	3	3
R1*.30.110.00.30	VRHV	30	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	2	3	3

TABELLA A.35 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121525 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121525	Parametri trattamento: t = 30 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,060		**88%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,174	**84%**	**87%**
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,001		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**17**	**91%**	**87%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			0,12	**100%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,165	45%	-50%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,14	**99%**	**97%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,035	-17%	-338%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	3,24	**93%**	**89%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 0,15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**165**	80%	76%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	135	**96%**	**93%**

TABELLA A.36 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121523 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.60.90.00.30	VRHV	60	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.60.90.00.30	VRHV	60	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	2	2	3
R1*.60.90.00.30	VRHV	60	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	2
R1*.60.90.00.30	VRHV	60	90	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3

TABELLA A.37 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121523 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121523	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,089		**83%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,245	78%	**82%**
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**37,0**	**81%**	72%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			0,27	**100%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,18	39%	-65%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,42	**96%**	**93%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,011	63%	-38%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	4,3	**91%**	**85%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**251**	69%	63%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	166	**95%**	**92%**

TABELLA A.38 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121527 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R1*.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	2	3	2
R1*.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	2
R1*.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	3	3	3
R1*.60.110.00.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R1*	0%	30%	2	3	3

TABELLA A.39 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 1 - ANALISI N. 121527 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121527	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R1 (100% secco) - vernice 30% - Mo 200 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l				0,226	0,512	0,1		**80%**
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,11	0,996	1,339	0,189	**83%**	**86%**
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l				0,004	0,001	0		**100%**
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**200**	**174**	**132**	**19,4**	**90%**	**85%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**204**			0,36	**100%**	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,3	0,412	0,11	0,17	45%	-51%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**9,73**	**8,40**	**5,69**	0,22	**98%**	**96%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,03	0,019	0,008	0,011	63%	-38%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**46,7**	**50,2**	**28,4**	3,9	**92%**	**86%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5	< 1,5	< 1,5	< 015		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	< 10	< 10	< 10	< 10		
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**	**804**	**688**	**156**	**81%**	77%
TDS	mg/l	10000	10000	3220	2388	1960	137	**96%**	**93%**

6.1.2. Rifiuto CER 100207* [n.2]

6.1.2.1. Prove qualitative

TABELLA A.40 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - PROVE AD AMPIO SPETTRO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.10.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	10%	20%	1	1	2
R2.15.90.10.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	10%	20%	1	1	1
R2.15.90.10.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	10%	20%	1	1	1
R2.15.90.10.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	10%	20%	1	1	1
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.30.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	30%	20%	0	0	0
R2.15.90.30.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	30%	20%	0	0	0
R2.15.90.30.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	30%	20%	0	0	0
R2.15.90.30.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	30%	20%	0	0	0
R2.15.90.40.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	40%	20%	0	0	0
R2.15.90.40.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	40%	20%	0	0	0
R2.15.90.40.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	40%	20%	0	0	0
R2.15.90.40.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	40%	20%	0	0	0
R2.15.90.10.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	10%	30%	1	1	2
R2.15.90.10.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	10%	30%	1	1	1
R2.15.90.10.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	10%	30%	1	1	2
R2.15.90.10.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	10%	30%	1	1	2
R2.15.90.20.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	20%	30%	3	3	3
R2.15.90.20.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	20%	30%	2	3	3
R2.15.90.20.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	20%	30%	3	3	2
R2.15.90.20.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	20%	30%	3	3	2
R2.15.90.30.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	30%	30%	0	0	0
R2.15.90.30.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	30%	30%	0	0	0
R2.15.90.30.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	30%	30%	0	0	0
R2.15.90.30.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	30%	30%	0	0	0
R2.15.90.40.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	40%	30%	0	0	0
R2.15.90.40.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	40%	30%	0	0	0
R2.15.90.40.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	40%	30%	0	0	0
R2.15.90.40.30	VRHV	15	90	15,00	70%	R2	40%	30%	0	0	0

TABELLA A.41 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VERIFICA DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	2	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.42 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.110.20.20	VRHV	15	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.110.20.20	VRHV	15	110	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	2
R2.15.110.20.20	VRHV	15	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.110.20.20	VRHV	15	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.130.20.20	VRHV	15	130	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	1
R2.15.130.20.20	VRHV	15	130	15,00	80%	R2	20%	20%	2	2	1
R2.15.130.20.20	VRHV	15	130	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	2
R2.15.130.20.20	VRHV	15	130	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	1

TABELLA A.43 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 2 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TEMPO DI TRATTAMENTO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.90.90.20.20	VRHV	90	90	15,00	80%	R2	20%	20%	2	2	2
R2.90.90.20.20	VRHV	90	90	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	2
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	3
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	2	2
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	15,00	80%	R2	20%	20%	2	3	2
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	15,00	80%	R2	20%	20%	3	3	2
R2.90.110.20.20	VRHV	90	110	15,00	80%	R2	20%	20%	1	3	1
R2.90.110.20.20	VRHV	90	110	15,00	80%	R2	20%	20%	1	3	1

6.1.2.2. Prove quantitative

TABELLA A.44 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120151 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	2	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3

TABELLA A.45 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120151 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120152	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,037	14%	8%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,561	-4%	-33%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,752	22%	24%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,4	-44%	-15%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,358	33%	30%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0,002	-300%	-567%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,95	52%	72%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,005	0%	-6%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,8	55%	47%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	111	39%	26%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	82	30%	28%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**128**	-662%	9%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	5215	12%	14%

TABELLA A.46 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120152 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3

TABELLA A.47 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120152 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120153	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,038	12%	5%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,534	1%	-27%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,829	14%	17%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,4	-38%	-10%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,385	28%	25%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0,003	-500%	-900%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,86	57%	75%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,005	0%	-6%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,9	47%	38%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	117	36%	22%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	91	23%	20%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**132**	-683%	6%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	5218	12%	14%

TABELLA A.48 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120153 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3

TABELLA A.49 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120153 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120154	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,037	14%	8%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,565	-5%	-34%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,896	7%	10%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,4	-38%	-10%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,366	32%	29%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0,001	-100%	-233%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,62	69%	**82%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,008	-60%	-70%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,4	78%	74%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	112	38%	25%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	56	52%	51%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**109**	-550%	22%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	4427	25%	27%

TABELLA A.50 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120154 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	2	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	2	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3

TABELLA A.51 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120154 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120154	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,037	14%	8%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,565	-5%	-34%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,896	7%	10%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,4	-38%	-10%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,366	32%	29%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0,001	-100%	-233%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,62	69%	**82%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,008	-60%	-70%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,4	78%	74%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	112	38%	25%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	56	52%	51%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**109**	-550%	22%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	4427	25%	27%

TABELLA A.52 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121251 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	2

TABELLA A.53 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121251 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121251	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,038	12%	5%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,25	54%	41%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,41	57%	59%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,16	44%	55%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,44	18%	14%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,17	**91%**	**95%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,005	0,029	-480%	-517%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,50	72%	67%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	175	4%	-17%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	59,4	49%	48%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	86	-409%	39%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3322	44%	45%

TABELLA A.54 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121252 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.55 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121252 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121252	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,217	-405%	-443%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,168	69%	60%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,23	76%	77%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,06	79%	**83%**
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,20	62%	61%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,04	**98%**	**99%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,02	-300%	-326%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,09	**95%**	**94%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	125	31%	17%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	21,7	**82%**	**81%**
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	47	-178%	67%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	1241	79%	80%

TABELLA A.56 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121253 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	2
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.57 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121253 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121253	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,027	37%	33%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,313	42%	26%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,43	56%	57%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,24	16%	33%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,29	46%	43%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,60	69%	**82%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,015	-200%	-219%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,62	65%	59%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	137	25%	9%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	58,7	50%	49%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**121**	-620%	14%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3068	48%	49%

TABELLA A.58 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121254 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	2	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2	20%	20%	2	3	3

TABELLA A.59 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121254 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121254	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,178	-314%	-345%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,217	60%	49%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,32	67%	68%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,30	-2%	19%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,54		0,51	0,42	21%	17%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,21	**89%**	**94%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,02	-300%	-326%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,20	**88%**	**86%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	108	40%	28%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	49,1	58%	57%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**102**	-508%	27%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	1642	72%	73%

TABELLA A.60 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120155 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	2
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3

TABELLA A.61 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120155 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120155	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,5	-1063%	-1150%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	< 0,005		
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	< 0,005		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	1,0	-252%	-180%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**19,37**	62%	55%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0,001	-100%	-233%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	**1,17**	41%	66%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,005	0%	-6%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,8	55%	47%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	145	20%	3%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	108	8%	5%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**203**	-1108%	-45%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	5765	2%	5%

TABELLA A.62 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120156 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	2	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.63 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120156 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120156	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,445	-935%	-1013%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	< 0,005		
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	< 0,005		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,9	-217%	-152%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**16,51**	67%	61%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0,001	-100%	-233%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	**1,41**	29%	59%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,003	40%	36%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	1,6	7%	-9%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	103	43%	31%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	81	31%	29%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**171**	-917%	-22%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	5790	2%	5%

TABELLA A.64 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120157 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	2
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.65 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 120157 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120157	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,52	-1109%	-1200%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	< 0,005		
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	< 0,005		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,7	-134%	-87%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**15,39**	70%	64%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	0	**100%**	**100%**
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	**1,32**	33%	62%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,001	80%	79%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	1,5	13%	-2%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	112	38%	25%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	83	29%	27%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**176**	-947%	-26%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	5589	5%	8%

TABELLA A.66 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121255 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3

TABELLA A.67 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121255 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121255	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,519	-1107%	-1198%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,243	55%	42%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,452	53%	55%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,34	-16%	8%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**16,64**	67%	61%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,69	65%	80%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,009	-80%	-91%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,58	67%	61%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	113	38%	25%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	69,1	41%	39%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**120**	-611%	15%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3049	48%	50%

TABELLA A.68 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121256 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3
R2.15.90.20.20	VRHV	15	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.69 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121256 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121256	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,279	-549%	-598%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,192	64%	55%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,533	45%	46%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,20	30%	44%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**10,77**	79%	75%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,23	**88%**	**93%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,012	-140%	-155%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,50	71%	67%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	177	2%	-18%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	114	3%	0%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	85	-408%	39%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3535	40%	42%

TABELLA A.70 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121551 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	2	3
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.30.90.20.20	VRHV	30	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	2	2	3

TABELLA A.71 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121551 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121551	Parametri trattamento: t = 30 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,209	-386%	-423%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,217	60%	49%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,573	40%	42%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,25	12%	30%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**7,977**	**84%**	**81%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,09	**95%**	**97%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,016	-220%	-240%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,28	**84%**	**81%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	155	15%	-3%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	82,9	29%	27%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	**112**	-567%	20%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3034	49%	50%

TABELLA A.72 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121555 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	2
R2.30.110.20.20	VRHV	30	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.73 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121555 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121555	Parametri trattamento: t = 30 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,165	-284%	-313%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,237	56%	44%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,616	36%	38%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,3	12%	30%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**6,277**	**88%**	**85%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,21	**90%**	**94%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,014	-180%	-198%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,3	**82%**	79%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	159	12%	-6%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	98,5	16%	14%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	79	-369%	44%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	2747	53%	55%

TABELLA A.74 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121553 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.60.90.20.20	VRHV	60	90	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.75 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121553 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121553	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,127	-195%	-218%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,226	58%	46%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,588	39%	41%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,18	38%	50%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**4,777**	**91%**	**89%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,13	**93%**	**96%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,021	-320%	-347%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,3	**81%**	78%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	144	21%	4%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	96,3	18%	16%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	71	-324%	49%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3236	45%	47%

TABELLA A.76 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121557 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	2
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3
R2.60.110.20.20	VRHV	60	110	12,50	80%	R2*	20%	20%	3	3	3

TABELLA A.77 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 2 - ANALISI N. 121557 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 121557	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R5 (umidità 20%) - vernice 20% - Mo 50 mg/l

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,043		0,04	0,136	-216%	-240%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54		0,422	0,226	58%	46%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96		0,9953	0,504	48%	49%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29		0,36	0,17	43%	54%
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**		**42,82**	**5,177**	**90%**	**88%**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005		0,0003	< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**		**3,45**	0,10	**95%**	**97%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005		0,0047	0,013	-160%	-177%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76		1,5	0,33	**81%**	78%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5		150	128	29%	15%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15		< 1,5	< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5		114	129	-10%	-13%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8		**140**	79	-369%	44%
TDS	mg/l	10000	10000	5905		6065	3875	34%	36%

6.1.3. Rifiuto CER 101115* [n.3]

6.1.3.1. Prove qualitative

TABELLA A.78 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - PROVE AD AMPIO SPETTRO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R3.60.110.00.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	0%	20%	0	0	0
R3.60.110.00.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	0%	20%	0	0	0
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	0%	30%	0	0	0
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	0%	30%	0	0	0
R3.60.110.00.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	0%	50%	0	0	0
R3.60.110.00.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	0%	50%	0	0	0
R3.60.110.10.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	10%	20%	0	0	0
R3.60.110.10.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	10%	20%	0	0	0
R3.60.110.10.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	10%	30%	0	0	0
R3.60.110.10.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	10%	30%	0	0	0
R3.60.110.10.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	10%	50%	0	0	0
R3.60.110.10.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	10%	50%	0	0	0
R3.60.110.20.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	20%	20%	0	0	0
R3.60.110.20.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	20%	20%	0	0	0
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	20%	30%	0	1	0
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	20%	30%	0	1	0
R3.60.110.20.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	20%	50%	0	0	0
R3.60.110.20.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	20%	50%	0	0	0
R3.60.110.40.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	40%	20%	1	0	1
R3.60.110.40.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	40%	20%	1	1	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	40%	30%	1	1	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	40%	30%	1	1	1
R3.60.110.40.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	40%	50%	1	2	1
R3.60.110.40.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	40%	50%	1	2	1
R3.60.110.50.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	50%	20%	1	1	1
R3.60.110.50.20	VRHV	60	110	10,00	80%	R3	50%	20%	1	1	1
R3.60.110.50.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	50%	30%	1	0	0
R3.60.110.50.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3	50%	30%	0	1	0
R3.60.110.50.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	50%	50%	0	0	0
R3.60.110.50.50	VRHV	60	110	10,00	50%	R3	50%	50%	0	0	0

TABELLA A.79 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 1

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	20%	30%	1	1	1
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	20%	30%	1	2	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	0%	30%	2	2	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	0%	30%	1	2	1
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	20%	30%	0	0	0
R3.60.110.20.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	20%	30%	0	0	0
R3.15.110.00.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.15.110.00.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.15.110.20.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	20%	30%	1	1	1
R3.15.110.20.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:1	20%	30%	1	2	1
R3.15.110.00.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	0%	30%	2	2	1
R3.15.110.00.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	0%	30%	1	2	1
R3.15.110.20.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	20%	30%	0	0	0
R3.15.110.20.30	VRHV	15	110	10,00	70%	R3+R1 rapporto 1:3	20%	30%	0	0	0

TABELLA A.80 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON RIFIUTO 4

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	0%	30%	1	2	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	0%	30%	1	1	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	40%	30%	1	1	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	40%	30%	1	2	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	40%	30%	1	2	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:1	40%	30%	1	2	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	0%	30%	2	2	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	0%	30%	1	2	2
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	0%	30%	2	2	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	0%	30%	2	2	2
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	40%	30%	3	3	3
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	40%	30%	2	3	2
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	40%	30%	2	3	2
R3.30.110.40.30	VRHV	30	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 1:3	40%	30%	2	2	2
R3.30.110.00.30	VRHV	30	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 3:1	0%	30%	1	1	1
R3.60.110.00.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 3:1	0%	30%	1	1	1
R3.30.110.40.30	VRHV	30	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 3:1	40%	30%	1	2	1
R3.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R3+R4 rapporto 3:1	40%	30%	1	3	1

TABELLA A.81 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 3 - MISCELAZIONE CON NACL

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.40.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 2:1	40%	30%	1	3	2
R3.15.110.40.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 2:1	40%	30%	1	3	3
R3.15.110.40.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 2:1	40%	30%	1	3	2
R3.15.110.40.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 2:1	40%	30%	1	3	3

6.1.3.2. Prove quantitative

TABELLA A.82 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110631 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3

TABELLA A.83 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110631 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110631	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R3:NaCl 1:1 (umidità 20%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l						1,49		
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	0,1			0,018	**82%**	
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,21			2,92	-142%	
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01			< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l						< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	**1,12**			0,24	79%	
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,37			0,27	28%	
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	0,01			0,001	**90%**	
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**150**			**40,83**	73%	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	< 0,01			< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,06			0,09	-50%	
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,06			0	**100%**	
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,005			0,027		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	0,11			0,014	**87%**	
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5070**			**16700**	-229%	
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5			< 15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	390			26,4	**93%**	
DOC (come C)	mg/l	100	100	< 10			**143,6**		
TDS	mg/l	10000	10000	**28800**			**25050**	13%	

TABELLA A.84 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3
R3.15.110.20.30	VRSVH	15	110	8,00	70%	R3+NaCl rapporto 1:1	20%	30%	3	3	3

TABELLA A.85 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 3 - ANALISI N. 110632 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110632	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R3:NaCl 1:1 (umidità 20%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l						1,29		
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	0,1			0,012	**88%**	
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	1,21			2,86	-136%	
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01			< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l						< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	**1,12**			0,19	**83%**	
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,37			0,30	19%	
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	0,01			0,002	80%	
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**150**			**34,95**	77%	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	< 0,01			< 0,01		
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,06			0,07	-23%	
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,06			0	**100%**	
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,005			0,022		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	0,11			0,008	**93%**	
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5070**			**15900**	-214%	
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 0,5			< 15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	390			< 20		
DOC (come C)	mg/l	100	100	< 10			**129,7**		
TDS	mg/l	10000	10000	**28800**			**21900**	24%	

6.1.4. Rifiuto CER 120114* (fango) [n.4]

6.1.4.1. Prove qualitative

TABELLA A.86 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE ELETTRICO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.00.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	0%	10%	0	0	0
R4.60.110.10.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	10%	10%	3	1	3
R4.60.110.20.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	20%	10%	1	1	1
R4.60.110.30.10	VHR	60	110	5,00	90%	R4	30%	10%	1	1	1
R4.60.110.00.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	0%	20%	0	0	0
R4.60.110.10.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	10%	20%	3	2	3
R4.60.110.20.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	20%	20%	3	2	3
R4.60.110.30.20	VHR	60	110	5,00	80%	R4	30%	20%	3	3	3
R4.60.110.00.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	0%	30%	1	1	1
R4.60.110.10.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	10%	30%	0	0	0
R4.60.110.20.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	20%	30%	3	3	2
R4.60.110.30.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	0	0	0
R4.60.110.00.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	0%	40%	1	1	2
R4.60.110.10.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	10%	40%	0	0	0
R4.60.110.20.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	0	0	0
R4.60.110.30.40	VHR	60	110	5,00	60%	R4	30%	40%	0	0	0
R4.60.130.00.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	0%	10%	0	0	0
R4.60.130.10.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	10%	10%	0	0	0
R4.60.130.20.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	20%	10%	1	1	2
R4.60.130.30.10	VHR	60	130	5,00	90%	R4	30%	10%	1	1	2
R4.60.130.00.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	0%	20%	2	1	3
R4.60.130.10.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	10%	20%	2	1	2
R4.60.130.20.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	20%	20%	2	2	3
R4.60.130.30.20	VHR	60	130	5,00	80%	R4	30%	20%	2	2	3
R4.60.130.00.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	0%	30%	2	1	3
R4.60.130.10.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	10%	30%	1	2	2
R4.60.130.20.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	20%	30%	1	2	1
R4.60.130.30.30	VHR	60	130	5,00	70%	R4	30%	30%	1	2	1
R4.60.130.00.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	0%	40%	2	1	3
R4.60.130.10.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	10%	40%	1	2	1
R4.60.130.20.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	20%	40%	2	2	2
R4.60.130.30.40	VHR	60	130	5,00	60%	R4	30%	40%	0	0	0

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.150.00.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	0%	10%	0	0	0
R4.60.150.10.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	10%	10%	1	1	2
R4.60.150.20.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	20%	10%	1	2	2
R4.60.150.30.10	VHR	60	150	5,00	90%	R4	30%	10%	3	3	2
R4.60.150.00.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	0%	20%	0	1	0
R4.60.150.10.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	10%	20%	1	2	1
R4.60.150.20.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	20%	20%	1	2	1
R4.60.150.30.20	VHR	60	150	5,00	80%	R4	30%	20%	1	2	1
R4.60.150.00.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	0%	30%	1	2	3
R4.60.150.10.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	10%	30%	1	2	1
R4.60.150.20.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	20%	30%	0	0	0
R4.60.150.30.30	VHR	60	150	5,00	70%	R4	30%	30%	0	0	0
R4.60.150.00.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	0%	40%	1	1	1
R4.60.150.10.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	10%	40%	1	2	1
R4.60.150.20.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	20%	40%	0	0	0
R4.60.150.30.40	VHR	60	150	5,00	60%	R4	30%	40%	0	0	0

TABELLA A.87 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE MEDIANTE MOTORE PNEUMATICO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	0%	20%	1	1	1
R4.60.110.00.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	0%	20%	1	1	1
R4.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	20%	20%	2	1	2
R4.60.110.20.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	20%	20%	2	2	2
R4.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	40%	20%	3	3	3
R4.60.110.40.20	VRHV	60	110	5,00	80%	R4	40%	20%	3	2	3
R4.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	0%	40%	2	1	2
R4.60.110.00.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	0%	40%	2	1	2
R4.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	1	1	2
R4.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	2	3	1
R4.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	40%	40%	3	3	1
R4.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	40%	40%	3	3	3
R4.60.130.00.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	0%	20%	1	1	2
R4.60.130.00.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	0%	20%	2	1	3
R4.60.130.20.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	20%	20%	2	1	2
R4.60.130.20.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	20%	20%	2	2	3
R4.60.130.40.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	40%	20%	3	3	2
R4.60.130.40.20	VRHV	60	130	5,00	80%	R4	40%	20%	3	3	3
R4.60.130.00.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	0%	40%	1	1	2
R4.60.130.00.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	0%	40%	1	1	1
R4.60.130.20.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	20%	40%	1	3	2
R4.60.130.20.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	20%	40%	2	3	1
R4.60.130.40.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	40%	40%	3	3	1
R4.60.130.40.40	VRHV	60	130	5,00	60%	R4	40%	40%	3	3	2
R4.60.150.00.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	0%	20%	1	0	1
R4.60.150.00.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	0%	20%	1	0	1
R4.60.150.20.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	20%	20%	1	2	1
R4.60.150.20.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	20%	20%	1	2	1
R4.60.150.40.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	40%	20%	2	2	1
R4.60.150.40.20	VRHV	60	150	5,00	80%	R4	40%	20%	2	2	1
R4.60.150.00.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	0%	40%	0	0	0
R4.60.150.00.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	0%	40%	0	0	0
R4.60.150.20.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	20%	40%	0	0	0
R4.60.150.20.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	20%	40%	0	0	0
R4.60.150.40.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	40%	40%	0	0	0
R4.60.150.40.40	VRHV	60	150	5,00	60%	R4	40%	40%	0	0	0

TABELLA A.88 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - PROVE CON PERCENTUALI DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	20%	30%	1	2	2
R4.60.110.20.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	20%	30%	1	2	1
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2	3	2
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	2	2	1
R4.60.110.20.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	20%	40%	2	2	1
R4.60.110.30.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	30%	40%	2	3	3
R4.60.110.30.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	30%	40%	3	3	2
R4.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	40%	40%	3	2	3
R4.60.110.40.40	VRHV	60	110	5,00	60%	R4	40%	40%	3	2	2

TABELLA A.89 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DELLA TEMPERATURA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.90.40.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.90.40.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.90.40.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.90.40.30	VRHV	60	90	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2

TABELLA A.90 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'INFLUENZA DEL TRATTAMENTO DI COTTURA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.15.130.40.30	VRHV	15	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.15.130.40.30	VRHV	15	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.15.130.40.30	VRHV	15	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.15.130.40.30	VRHV	15	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.30.110.40.30	VRHV	30	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.30.110.40.30	VRHV	30	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.30.110.40.30	VRHV	30	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.30.110.40.30	VRHV	30	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.30.130.40.30	VRHV	30	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.30.130.40.30	VRHV	30	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.30.130.40.30	VRHV	30	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.30.130.40.30	VRHV	30	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.130.40.30	VRHV	60	130	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.90.110.40.30	VRHV	90	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	1
R4.90.110.40.30	VRHV	90	110	5,00	70%	R4	40%	30%	1	3	1
R4.90.130.40.30	VRHV	90	130	5,00	70%	R4	40%	30%	1	3	1
R4.90.130.40.30	VRHV	90	130	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	1

TABELLA A.91 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELL'ORDINE DI MISCELAZIONE

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.30.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2	2	2
R4.60.110.30.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	1	2	1
R4.60.110.30.30	RVH	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	1	3
R4.60.110.30.30	RVH	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	1	3
R4.60.110.30.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2	3	2
R4.60.110.30.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	3	2
R4.60.110.30.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	2	2	2
R4.60.110.30.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	3	2
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	3	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	2	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	3	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	30%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	2	1
R4.60.110.40.30	VHR	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	1	2	1
R4.60.110.40.30	RVH	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	RVH	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	RHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3

TABELLA A.92 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA GRANULOMETRIA DEL RIFIUTO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 0-2 mm	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 0-2 mm	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 2-4 mm	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 2-4 mm	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 misto	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 misto	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 polvere	40%	30%	0	0	0
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4 polvere	40%	30%	0	0	0

TABELLA A.93 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2

TABELLA A.94 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 4 - VALUTAZIONE DELLA QUANTITÀ DI CAMPIONE TRATTATO

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	5,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	7,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	7,50	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	7,50	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	7,50	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	10,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	15,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	15,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	15,00	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	15,00	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	20,00	70%	R4	40%	30%	2	2	1
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	20,00	70%	R4	40%	30%	2	3	1
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	20,00	70%	R4	40%	30%	2	3	1
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	20,00	70%	R4	40%	30%	2	3	1

6.1.4.2. Prove quantitative

TABELLA A.95 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100851 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	3	2
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	2	2
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	3	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	2	3

TABELLA A.96 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100851 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 100851	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 30%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,083	25%	21%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,081	0,094	53%	-16%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,05	0,15	13%	-175%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,30	0,035	59%	**88%**
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66			0,29	56%	
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49			2,15	14%	
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,25	**1,002**	-14%	-305%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,23**	**5,827**	11%	-161%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,05	23%	-144%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,058**	**0,12**	0%	-107%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,9	**6,9**	27%	-261%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2320			
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15			
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		365,5			
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**494**	**760,4**	7%	-54%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		4220	7295	19%	-73%

TABELLA A.97 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100852 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	2	3	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	3	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	3	3
R4.60.110.30.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	30%	30%	3	3	3

TABELLA A.98 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100852 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 100852	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 30%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,088	20%	15%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,081	0,078	61%	4%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,05	0,08	51%	-56%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,30	0,023	73%	**92%**
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66			0,37	44%	
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49			1,89	24%	
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,25	0,66	25%	-166%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,23**	**3,85**	41%	-73%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,02	64%	-14%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,058**	**0,086**	28%	-48%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,9	**5,3**	45%	-176%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2320			
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15			
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		365,5			
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**494**	**451,3**	45%	9%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		4220	4960	45%	-18%

TABELLA A.99 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100861 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3

TABELLA A.100 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100861 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 100861	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 40%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,129	-17%	-25%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,08	0,076	62%	7%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,05	0,12	27%	-146%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,31	0,111	-31%	64%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66			0,31	53%	
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49			1,92	23%	
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,29	0,91	-3%	-219%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,20**	**5,65**	14%	-157%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,05	34%	-105%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,07**	**0,097**	19%	-49%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,858	**6,7**	29%	-261%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2190			
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15			
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		328			
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**493**	**480,5**	41%	3%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		3950	6490	28%	-64%

TABELLA A.101 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100865 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	2

TABELLA A.102 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100865 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 100865	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 40%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,085	23%	18%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,08	0,072	64%	12%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,05	0,09	46%	-81%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,31	0,083	3%	73%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66			0,11	**83%**	
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49			1,40	44%	
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,29	0,86	3%	-201%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,20**	**4,05**	38%	-84%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,04	43%	-77%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,07**	**0,08**	31%	-27%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,858	**5,5**	42%	-196%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2190			
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15			
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		328			
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**493**	**471,5**	43%	4%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		3950	5065	44%	-28%

TABELLA A.103 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100866- VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	2	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3

TABELLA A.104 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 100866 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 100866	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 40%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,077	30%	26%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,08	0,07	65%	15%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,05	0,10	42%	-95%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,31	0,066	22%	79%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66			0,21	68%	
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49			1,48	41%	
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,29	0,79	11%	-176%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,20**	**4,16**	36%	-89%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,04	43%	-75%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,07**	**0,08**	35%	-21%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,858	**5,5**	42%	-194%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2190			
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15			
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		328			
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**493**	**443,6**	46%	10%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		3950	5110	43%	-29%

TABELLA A.105 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 10210210 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	2	3	2
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.60.110.40.30	VRHV	60	110	12,50	70%	R4	40%	30%	2	3	3

TABELLA A.106 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 10210210 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 10210210	Parametri trattamento: t = 60 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 40%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,091	18%	13%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,08	0,07	66%	17%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,05	0,07	56%	-48%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,31	0,146	-71%	53%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66					
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49					
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,29	0,31	65%	-9%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,20**	**3,00**	54%	-37%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,04	40%	-84%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	< 0,005		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,07**	**0,07**	41%	-8%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,858	3,5	63%	-88%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2190	**2926**	48%	-34%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15	< 15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		328	387,5	-733%	-18%
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**493**	**521,5**	36%	-6%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		3950	5993	34%	-52%

TABELLA A.107 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110611 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	2	3
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	2
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	3	3
R4.15.110.40.30	VRHV	15	110	12,50	70%	R4	40%	30%	3	2	3

TABELLA A.108 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110611 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110611	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 40%) - vernice 30%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,104	0,125	-14%	-21%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	0,005		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,08	0,08	59%	-1%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	0,001		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,051	0,034	80%	33%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	0,001		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,307	0,212	-149%	31%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66					
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	0,001		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49					
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,29	0,25	72%	14%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**2,20**	**1,30**	**80%**	41%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,02	72%	14%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	0,009		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		**0,065**	0,04	67%	38%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,9	1,9	79%	-5%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		2190	1617	71%	26%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15	<15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		328	200	-330%	39%
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**493**	**326**	60%	34%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		3950	3119	65%	21%

TABELLA A.109 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110612 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R4.15.110.40.50	VRHV	15	110	12,50	50%	R4	40%	50%	3	3	3
R4.15.110.40.50	VRHV	15	110	12,50	50%	R4	40%	50%	2	3	2
R4.15.110.40.50	VRHV	15	110	12,50	50%	R4	40%	50%	3	3	3
R4.15.110.40.50	VRHV	15	110	12,50	50%	R4	40%	50%	3	3	2

TABELLA A.110 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 4 - ANALISI N. 110612 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 110612	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 110 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (umidità 40%) - vernice 50%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,11		0,115	0,130	-18%	-14%
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05		< 0,05	0		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,20		0,083	0,08	62%	8%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01		< 0,01	0		
Cobalto (come Co)	mg/l			0,17		0,04	0,03	**82%**	22%
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,05		< 0,05	0,001		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,085		0,50	0,148	-74%	70%
Ferro (come Fe)	mg/l			0,66					
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005		< 0,005	0,002		
Manganese (come Mn)	mg/l			2,49					
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,88		0,24	0,23	74%	6%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	**6,54**		**1,62**	**1,16**	**82%**	28%
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,07		0,02	0,01	79%	32%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	< 0,005		< 0,005	0,009		
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	**0,12**		0,05	0,03	73%	33%
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**9,5**		1,5	1,5	**85%**	2%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	**5590**		1387,5	1059	**81%**	24%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 2		<15	<15		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	46,5		226	111	-139%	51%
DOC (come C)	mg/l	100	100	**820**		**411**	**227,9**	72%	45%
TDS	mg/l	10000	10000	9040		2804	2145	76%	24%

6.1.5. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

6.1.5.1. Prove qualitative

TABELLA A.111 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI VERNICE VARIABILE

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R5.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	0%	20%	0	0	0
R5.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	0%	20%	0	0	0
R5.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	0%	20%	0	0	0
R5.15.90.00.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	0%	20%	0	0	0
R5.15.90.00.30	VRHV	15	90	6,00	70%	R5	0%	30%	0	0	0
R5.15.90.00.30	VRHV	15	90	6,00	70%	R5	0%	30%	0	0	0
R5.15.90.00.30	VRHV	15	90	6,00	70%	R5	0%	30%	0	0	0
R5.15.90.00.30	VRHV	15	90	6,00	70%	R5	0%	30%	0	0	0
R5.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	0%	40%	1	2	1
R5.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	0%	40%	2	2	1
R5.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	0%	40%	1	2	1
R5.15.90.00.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	0%	40%	1	2	1
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	2

TABELLA A.112 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - PROVE CON PERCENTUALE DI UMIDITÀ E VERNICE VARIABILI

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R5.15.90.20.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	20%	20%	0	0	0
R5.15.90.20.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	20%	20%	0	0	0
R5.15.90.20.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	20%	20%	0	0	0
R5.15.90.20.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	20%	20%	0	0	0
R5.15.90.20.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	20%	30%	0	0	0
R5.15.90.20.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	20%	30%	0	0	0
R5.15.90.20.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	20%	30%	0	0	0
R5.15.90.20.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	20%	30%	0	0	0
R5.15.90.20.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	20%	40%	1	1	1
R5.15.90.20.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	20%	40%	1	1	1
R5.15.90.20.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	20%	40%	1	1	0
R5.15.90.20.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	20%	40%	1	1	0

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R5.15.90.20.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	20%	50%	1	2	1
R5.15.90.20.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	20%	50%	1	2	1
R5.15.90.20.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	20%	50%	1	3	1
R5.15.90.20.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	20%	50%	1	2	1
R5.15.90.30.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	30%	20%	0	0	0
R5.15.90.30.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	30%	20%	0	0	0
R5.15.90.30.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	30%	20%	0	0	0
R5.15.90.30.20	VRHV	15	90	8,00	80%	R5	30%	20%	0	0	0
R5.15.90.30.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	30%	30%	1	0	1
R5.15.90.30.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	30%	30%	1	0	1
R5.15.90.30.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	30%	30%	0	0	0
R5.15.90.30.30	VRHV	15	90	8,00	70%	R5	30%	30%	1	0	0
R5.15.90.30.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	30%	40%	0	0	0
R5.15.90.30.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	30%	40%	0	0	0
R5.15.90.30.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	30%	40%	0	0	0
R5.15.90.30.40	VRHV	15	90	8,00	60%	R5	30%	40%	0	0	0
R5.15.90.30.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	30%	50%	0	0	0
R5.15.90.30.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	30%	50%	0	0	0
R5.15.90.30.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	30%	50%	0	0	0
R5.15.90.30.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	30%	50%	0	0	0

TABELLA A.113 - PROVE QUALITATIVE RIFIUTO 5 - VALUTAZIONE DELLA RIPETIBILITÀ

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [℃]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	3
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	2	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	3
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	3
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	3

6.1.5.2. Prove quantitative

TABELLA A.114 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 5 - ANALISI N. 120141 - VALUTAZIONE QUALITATIVA

codice	ORDINE DI MISCELAZ.	TEMPO [min]	TEMP. [°C]	PESO CAMP. [g]	% RIFIUTO	COMPOSIZIONE RIFIUTO SECCO	% UMIDITÀ RIFIUTO	% VERNICE	U	C	D
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	3
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	2	3	2
R5.15.90.00.50	VRHV	15	90	8,00	50%	R5	0%	50%	3	3	2

TABELLA A.115 - PROVE QUANTITATIVE RIFIUTO 5 - ANALISI N. 120141 - ANALISI SULL'ELUATO

ANALISI n. 120141	Parametri trattamento: t = 15 min; T = 90 °C Composizione rifiuto miscelato: R4 (100% secco) - vernice 50%

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	RIFIUTO COTTO	RIFIUTO MISCELATO NON COTTO	CAMPIONE	RENDIMENTO	
								rispetto rifiuto tq	rispetto rif+vern non cotto
Alluminio (come Al)	mg/l			0,62			0,106	**83%**	
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05			< 0,05		
Bario (come Ba)	mg/l	10	30				0,263		
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01			< 0,01		
Cobalto (come Co)	mg/l			< 0,01			< 0,01		
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01			< 0,01		
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**57,21**			**22,7**	60%	
Ferro (come Fe)	mg/l								
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005			< 0,005		
Manganese (come Mn)	mg/l								
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	0,07			0,061	14%	
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,19			0,116	40%	
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,42			0,15	63%	
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,024			0,007	70%	
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01			< 0,01		
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**10,1**			**9,3**	7%	
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15			< 15		
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15			< 1,5		
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	20,4			9,6	53%	
DOC (come C)	mg/l	100	100	**417,9**			**210,3**	50%	
TDS	mg/l	10000	10000	364			212	42%	

6.2. Prove mediante tecniche convenzionali

6.2.1. Rifiuto CER 100207* [n.2]

TABELLA A.116 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 1 GIORNO - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,36	0,32	0,41	0,38	0,30	0,38
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	1,00	0,96	0,78	0,97	0,99	0,97
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,08	0,09	0,07	0,10	0,07	0,07
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**49,88**	**48,92**	**48,04**	**49,59**	**50,28**	**47,56**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,35	0,29	0,30	0,70	0,76	0,49
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,51	0,64	0,63	0,65	0,70	1,03
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	160	128,5	157,5	183	141	146,5
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	204	313,5	175,5	213,5	268,5	175,5
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	14,7	16,2	13,2	17,2	13,5	15,2
TDS	mg/l	10000	10000	5905	6231	7630	6904	6289	6971	6806

TABELLA A.117 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO – RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 1 GIORNO - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	33%	41%	24%	30%	45%	30%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	-4%	0%	19%	-1%	-2%	-1%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	71%	70%	77%	65%	77%	76%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	2%	4%	5%	2%	1%	6%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**82%**	**85%**	**85%**	64%	62%	75%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	71%	64%	64%	63%	60%	42%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	12%	29%	13%	-1%	22%	19%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	-74%	-167%	-49%	-82%	-129%	-49%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	13%	4%	22%	-2%	20%	10%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-6%	-29%	-17%	-6%	-18%	-15%

TABELLA A.118 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 1 GIORNO - concentrazioni					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,32	0,25	0,21	0,15	0,22	0,17
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	0,001	0,001	0,001	0	0	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,95	0,98	0,88	0,93	0,79	0,82
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,17	0,17	0,15	0,18	0,15	0,17
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	0,012	0,013	0,015	**0,021**	0,012	0,012
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**50,63**	**52,40**	**52,67**	**52,17**	**51,27**	**50,33**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,04	0,03	0,03	0,04	0,09	0,07
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,018	0,033	0,052	0,011	0,042	0,058
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	0,018	0,02	0,017	0,021	0,014	0,021
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,43	0,45	0,19	0,20	0,27	0,24
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	136	129	155	177	157	128
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	104	127	161	331	331	297
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	16,5	19,3	15,2	17,3	14,1	14,7
TDS	mg/l	10000	10000	5905	8414	8184	8151	8687	**10137**	**10957**

TABELLA A.119 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 1 GIORNO - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 1 GIORNO - rendimento					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	42%	53%	61%	72%	59%	68%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	2%	-2%	9%	3%	18%	14%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	40%	41%	47%	39%	47%	42%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	0%	-3%	-4%	-3%	-1%	1%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**98%**	**98%**	**99%**	**98%**	**96%**	**96%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	-260%	-560%	-940%	-120%	-740%	-1060%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	76%	75%	**89%**	**89%**	**84%**	**86%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	25%	29%	15%	2%	13%	29%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	11%	-8%	-37%	-182%	-182%	-153%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	2%	-15%	10%	-3%	16%	13%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-42%	-39%	-38%	-47%	-72%	-86%

TABELLA A.120 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,38	0,29	0,43	0,36	0,34	0,48
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	0	0	0	0	0	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	**1,07**	**1,13**	0,84	0,96	**1,10**	0,90
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,11	0,12	0,11	0,11	0,12	0,10
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	0,008	0,009	0,007	0,008	0,01	0,007
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**37,67**	**39,27**	**36,43**	**36,46**	**43,81**	**35,53**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,57	0,47	0,44	0,31	0,38	0,43
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,005	0,004	0,011	0,005	0,045	**0,095**
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	0	0,012	0,01	0,004	0,01	0,011
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,76	0,76	0,79	0,75	0,47	0,59
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	159	149	150	171	155	149
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	162	260	126	177	267	137
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	14,0	13,4	13,0	12,6	13,1	12,8
TDS	mg/l	10000	10000	5905	6139	6461	6161	6019	7021	6730

TABELLA A.121 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	29%	46%	21%	33%	37%	11%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	-11%	-17%	13%	1%	-14%	6%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	61%	59%	63%	63%	59%	66%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	26%	23%	28%	28%	14%	30%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	71%	76%	78%	**84%**	**81%**	78%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0%	20%	-120%	0%	-800%	-1800%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	57%	57%	55%	58%	73%	67%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	12%	18%	17%	6%	15%	18%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	-38%	-121%	-7%	-51%	-127%	-17%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	17%	20%	23%	25%	22%	24%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-4%	-9%	-4%	-2%	-19%	-14%

TABELLA A.122 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - concentrazioni					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,25	0,24	0,16	0,18	0,24	0,21
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	0	0	0,001	0	0,001	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,82	0,77	0,85	0,94	0,86	0,57
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,14	0,13	0,24	0,14	0,14	0,10
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	0,01	0,011	0,01	0,01	0,011	0,011
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**48,38**	**47,45**	**49,33**	**50,62**	**50,73**	**48,80**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,07	0,29	0,12	0,07	0,06	0,06
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,034	0,048	0,034	0,033	0,01	0,031
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	0,008	0,015	0,014	0,009	0,014	0,01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,81	0,61	0,86	0,69	0,83	0,56
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	137	154	132	140	128	134
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	56	244	218	238	102	189
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	13,7	14,8	20,4	15,2	14,4	15,0
TDS	mg/l	10000	10000	5905	7328	9598	**10321**	8930	8603	9780

TABELLA A.123 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 2 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - rendimento					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	54%	56%	71%	66%	56%	61%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	14%	20%	11%	2%	11%	40%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	52%	54%	18%	53%	52%	67%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	5%	6%	3%	0%	0%	4%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**96%**	**85%**	**94%**	**97%**	**97%**	**97%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	-580%	-860%	-580%	-560%	-100%	-520%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	54%	65%	51%	61%	53%	68%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	25%	15%	27%	23%	29%	26%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	52%	-108%	-86%	-103%	13%	-61%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	19%	12%	-22%	10%	14%	11%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-24%	-63%	-75%	-51%	-46%	-66%

TABELLA A.124 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 4 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,34	0,28	0,47	0,40	0,56	0,55
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	0	0	0	0	0	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,74	0,75	0,78	0,81	0,68	0,81
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,10	0,09	0,11	0,10	0,09	0,08
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	0,007	0,007	0,005	0,006	0,007	0,006
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**23,75**	**23,20**	**24,71**	**25,52**	**20,48**	**24,11**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,34	0,28	0,26	0,38	0,30	0,34
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,003	0,006	0,005	0,019	0,05	0,007
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	0,006	0,002	0,01	0,011	0,007	0,007
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	1,10	0,84	1,41	1,01	1,04	1,03
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	132	112	124	144	108	126
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	149	191	115	138	90	89
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	12,0	12,7	13,2	14,1	13,3	12,3
TDS	mg/l	10000	10000	5905	6351	6913	6562	6940	7636	7367

TABELLA A.125 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 4 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	37%	48%	13%	26%	-3%	-2%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	23%	22%	19%	16%	30%	16%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	67%	69%	61%	66%	70%	71%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	53%	54%	51%	50%	60%	52%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**83%**	**86%**	**87%**	**81%**	**85%**	**83%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	40%	-20%	0%	-280%	-900%	-40%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	38%	52%	20%	42%	41%	41%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	27%	38%	32%	21%	40%	31%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	-27%	-63%	2%	-17%	23%	24%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	28%	24%	22%	16%	21%	27%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-8%	-17%	-11%	-18%	-29%	-25%

TABELLA A.126 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 4 GIORNI - concentrazioni					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH					12,1	12,2	12,4	12,2	12,2	12,4
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,28	0,20	0,20	0,24	0,23	0,22
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,79	0,74	0,78	0,73	0,79	0,86
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,04	0,05	0,10	0,02	0,03	0,04
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**46,42**	**47,32**	**47,78**	**44,08**	**48,14**	**46,74**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,06	0,06	0,08	0,11	0,18	0,08
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,91	0,94	1,06	0,75	0,80	0,76
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	144	164,5	148	141	158,5	118,5
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	108,5	144,5	193,5	185,5	196,5	259,5
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	14,2	14,6	14,9	12,8	13,6	12,0
TDS	mg/l	10000	10000	5905	6662	7338	8672	7898	8627	9462

TABELLA A.127 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 4 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 4 GIORNI - rendimento					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	48%	64%	64%	56%	57%	60%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	18%	23%	19%	24%	18%	10%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	**85%**	**84%**	67%	**92%**	**89%**	**88%**
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	8%	7%	6%	13%	5%	8%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**97%**	**97%**	**96%**	**94%**	**91%**	**96%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	48%	46%	40%	57%	54%	57%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	21%	9%	18%	22%	13%	35%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	8%	-23%	-65%	-58%	-67%	-121%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	16%	13%	11%	24%	19%	29%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-13%	-24%	-47%	-34%	-46%	-60%

TABELLA A.128 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 7 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,39	0,42	0,55	0,55	0,67	0,66
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	0	0	0	0	0	0
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,65	0,71	0,61	0,66	0,44	0,50
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,07	0,08	0,08	0,07	0,05	0,07
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	0,007	0,01	0,008	0,007	0,007	0,008
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**21,21**	**22,40**	**24,25**	**19,60**	**17,00**	**22,06**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,47	0,39	0,62	0,46	0,32	0,19
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	0,008	0,004	0,012	0,007	0,018	0,008
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	0,008	0,008	0,011	0	0,007	0,006
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	1,12	1,01	1,15	1,07	0,98	0,98
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	152	135	159	146	108	138
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	128	127	90,4	113	61,2	62,5
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	13,0	12,6	11,5	13,5	12,5	12,8
TDS	mg/l	10000	10000	5905	6543	6963	6376	7067	7367	6152

TABELLA A.129 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 7 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	28%	22%	-1%	-1%	-24%	-22%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	33%	26%	36%	32%	54%	48%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	74%	74%	73%	77%	**83%**	76%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	58%	56%	52%	61%	66%	56%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	76%	**80%**	68%	77%	**84%**	**90%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	-60%	20%	-140%	-40%	-260%	-60%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	37%	43%	34%	39%	44%	44%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	16%	26%	12%	20%	40%	24%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	-9%	-8%	23%	4%	48%	47%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	23%	25%	31%	20%	26%	24%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-11%	-18%	-8%	-20%	-25%	-4%

TABELLA A.130 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 7 GIORNI - concentrazioni					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH					12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,27	0,26	0,21	0,26	0,20	0,24
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,96	0,77	0,87	0,80	0,86	0,69
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,02	0,06	0,03	0,02	0,04	0,03
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**43,79**	**39,92**	**41,61**	**38,13**	**41,20**	**38,84**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,02	0,04	0,10	0,09	0,09	0,09
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	1,08	1,13	1,18	0,69	0,80	0,89
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	169,5	162	141,5	153,5	149	147,5
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	221,5	147	234,5	208	251	203
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	17,6	17,3	14,3	16,5	14,5	12,3
TDS	mg/l	10000	10000	5905	7559	8072	8906	8144	9611	8488

TABELLA A.131 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 7 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 7 GIORNI - rendimento					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	51%	51%	60%	52%	64%	56%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0%	20%	10%	17%	11%	28%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	**92%**	79%	**89%**	**93%**	**86%**	**91%**
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	14%	21%	18%	25%	19%	23%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**99%**	**98%**	**95%**	**95%**	**95%**	**95%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	39%	36%	33%	61%	55%	50%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	7%	11%	22%	15%	18%	19%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	-89%	-25%	-100%	-77%	-114%	-73%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	-4%	-3%	15%	2%	13%	27%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	-28%	-37%	-51%	-38%	-63%	-44%

TABELLA A.132 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 14 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH					12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,3
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,36	0,33	0,42	0,46	0,50	0,48
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,85	0,93	0,70	0,97	0,62	0,72
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,18	0,13	0,02	0,05	0,01	0,01
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**17,44**	**17,55**	**19,83**	**19,37**	**15,80**	**20,36**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,38	0,24	0,11	0,18	0,47	0,09
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	1,10	1,09	1,12	1,16	0,98	1,09
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	178,5	159,5	150,5	193	148,5	162
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	186	230	133	204	126	136
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	17,5	16,0	18,6	18,5	12,8	16,1
TDS	mg/l	10000	10000	5905	5883	6513	5774	6479	6705	6212

TABELLA A.133 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 14 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	34%	39%	22%	16%	7%	12%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	11%	3%	28%	-1%	36%	25%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	38%	56%	**92%**	**83%**	**97%**	**96%**
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	66%	65%	61%	62%	69%	60%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**81%**	**88%**	**95%**	**91%**	76%	**95%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	37%	38%	36%	34%	44%	38%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	2%	12%	17%	-6%	18%	11%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	-58%	-96%	-13%	-74%	-7%	-16%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	-4%	5%	-11%	-10%	24%	4%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	0%	-10%	2%	-10%	-14%	-5%

TABELLA A.134 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 14 GIORNI - concentrazioni					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH					12,1	12,4	12,4	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,58	0,31	0,27	0,37	0,39	0,30
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,23	0,41	0,42	0,20	0,17	0,19
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,13	0,04	0,04	0,15	0,14	0,16
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**30,90**	**29,25**	**34,76**	**28,86**	**27,40**	**30,81**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,04	0,03	0,10	0,11	0,08	0,13
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,57	0,73	0,76	0,70	0,58	0,57
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	144,5	143	131	171,5	183,5	140,8
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	3,95	75,5	91,25	77,25	33,35	80,9
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	12,1	17,8	16,9	13,3	11,7	11,8
TDS	mg/l	10000	10000	5905	4562	6726	7617	6370	5377	6786

TABELLA A.135 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 14 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 14 GIORNI - rendimento					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	-6%	43%	50%	31%	27%	44%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	77%	57%	56%	79%	**83%**	80%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	56%	**86%**	**85%**	47%	51%	46%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	39%	42%	31%	43%	46%	39%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**98%**	**98%**	**95%**	**95%**	**96%**	**93%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	68%	58%	57%	60%	67%	67%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	20%	21%	28%	6%	-1%	22%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	**97%**	36%	22%	34%	72%	31%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	28%	-6%	-1%	21%	31%	30%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	23%	-14%	-29%	-8%	9%	-15%

TABELLA A.136 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 14 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH					12,1	12,2	12,2	12,2	12,2	12,2
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,96	1,47	1,45	1,39	1,00	1,59
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,28	0,13	0,14	0,16	0,15	0,14
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,05	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**15,18**	**11,20**	**12,87**	**10,63**	**8,88**	**10,46**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,73	0,87	0,46	0,17	0,12	0,22
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,99	1,10	0,84	0,91	0,65	0,82
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	134	111	108,5	135,5	106,5	100,5
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	16,4	1,9	1,8	9,3	4,6	1,7
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	13,6	15,8	15,0	12,6	13,8	12,2
TDS	mg/l	10000	10000	5905	4210	4465	4290	4330	4415	4405

TABELLA A.137 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 14 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	-78%	-171%	-168%	-156%	-85%	-194%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	71%	**86%**	**85%**	**83%**	**85%**	**86%**
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	**83%**	**85%**	**84%**	**86%**	**89%**	**89%**
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	70%	78%	75%	79%	**82%**	79%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	63%	56%	77%	**91%**	**94%**	**89%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	44%	38%	52%	48%	63%	53%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	26%	39%	40%	25%	41%	45%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	**86%**	**98%**	**98%**	**92%**	**96%**	**99%**
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	19%	6%	11%	25%	18%	27%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	29%	24%	27%	27%	25%	25%

TABELLA A.138 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 28 GIORNI - concentrazioni					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH					12,3	12,4	12,3	12,3	12,3	12,4
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	0,43	0,18	0,23	0,52	0,29	0,26
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	0,24	0,76	0,39	0,20	0,30	0,29
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	0,08	0,14	0,09	0,07	0,07	0,08
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	**24,37**	**27,54**	**28,59**	**22,09**	**25,39**	**31,40**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	0,09	0,17	0,11	0,17	0,07	0,10
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	0,96	0,96	0,48	0,77	0,55	0,64
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	115	104	107	130	121	102
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	5,2	259,5	47,5	28,1	48,4	96,8
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	11,6	14,7	15,3	13,8	12,8	15,8
TDS	mg/l	10000	10000	5905	5050	6420	4650	4925	4570	5405

TABELLA A.139 - PROVE CEMENTO-SILICATO SUL RIFIUTO 2 - MATURAZIONE 28 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 28 GIORNI - rendimento					
					Po 14% S 6%	Po 12% S 8%	Po 10% S 10%	Fe 14% S 6%	Fe 12% S 8%	Fe 10% S 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30	0,54	20%	67%	58%	4%	46%	53%
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	0,96	75%	21%	60%	79%	69%	70%
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	0,29	73%	51%	69%	78%	77%	72%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**50,70**	52%	46%	44%	56%	50%	38%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,0005						
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	**1,97**	**96%**	**91%**	**94%**	**91%**	**97%**	**95%**
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,005						
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	1,76	45%	45%	73%	56%	69%	64%
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	181,5	37%	43%	41%	28%	33%	44%
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	117,5	**96%**	-121%	60%	76%	59%	18%
DOC (come C)	mg/l	100	100	16,8	31%	13%	9%	18%	24%	6%
TDS	mg/l	10000	10000	5905	14%	-9%	21%	17%	23%	8%

6.2.2. Rifiuto CER 120114* (misto) [n.5]

TABELLA A.140 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5 - MATURAZIONE 2 GIORNI – CONCENTRAZIONI

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - concentrazioni					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH				8,2	9,9	11,6	11,9	11,3	11,3	11,8
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Bario (come Ba)	mg/l	10	30		0,18	0,25	0,62	0,12	0,20	0,60
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**57,21**	**10,39**	**14,17**	**38,03**	**11,34**	**19,07**	**51,90**
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**52,23**	**37,20**	**33,52**	**31,31**	**34,35**	**32,85**	**32,64**
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,19	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,42	0,45	0,15	0,38	0,04	0,10	0,57
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,0237	0,0355	0,0105	0,009	0,0095	0,007	0,0135
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**10,06**	0,02	0,06	1,09	0,08	0,05	1,32
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15	< 15
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	20,4	131,5	198,5	1,8	62,85	107,5	2,1
DOC (come C)	mg/l	100	100	**417,9**	**381,4**	**327,6**	**314,5**	**333,8**	**336,7**	**315,3**
TDS	mg/l	10000	10000	364	1099	1852	3279	1582	1724	3147

TABELLA A.141 - PROVE CEMENTO SUL RIFIUTO 5 - MATURAZIONE 2 GIORNI - RENDIMENTO

PARAMETRO	u.d.m.	LIMITE A	LIMITE B	RIFIUTO TQ	MATURAZIONE 2 GIORNI - rendimento					
					Po 10%	Po 20%	Po 10% Ca 10%	Fe 10%	Fe 20%	Fe 10% Ca 10%
pH										
Arsenico (come As)	mg/l	0,2	2,5	< 0,05						
Bario (come Ba)	mg/l	10	30							
Cadmio (come Cd)	mg/l	0,1	0,5	< 0,01						
Cromo Totale (come Cr)	mg/l	1	7	< 0,01						
Rame (come Cu)	mg/l	5	10	**57,21**	**82%**	75%	34%	**80%**	67%	9%
Mercurio (come Hg)	mg/l	0,02	0,2	< 0,005						
Molibdeno (come Mo)	mg/l	1	3	**52,23**	29%	36%	40%	34%	37%	38%
Nichel (come Ni)	mg/l	1	4	0,19	**88%**	**94%**	**95%**	**89%**	**94%**	**97%**
Piombo (come Pb)	mg/l	1	5	0,42	-7%	63%	8%	**90%**	77%	-36%
Antimonio (come Sb)	mg/l	0,07	0,5	0,02	-50%	56%	62%	60%	70%	43%
Selenio (come Se)	mg/l	0,05	0,7	< 0,01						
Zinco (come Zn)	mg/l	5	20	**10,06**	**100%**	**99%**	**89%**	**99%**	**100%**	**87%**
Cloruri (come Cl-)	mg/l	2500	2500	< 15						
Fluoruri (come F-)	mg/l	15	50	< 15						
Solfati (come SO4--)	mg/l	5000	5000	20,4	-545%	-873%	**91%**	-208%	-427%	**90%**
DOC (come C)	mg/l	100	100	**417,9**	9%	22%	25%	20%	19%	25%
TDS	mg/l	10000	10000	364	-202%	-409%	-801%	-334%	-373%	-764%