



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – D.G. Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali

E.prot DVA – 2015 – 0018984 del 21/07/2015

STABILIMENTO DI TARANTO

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
DG Valutazioni Ambientali
Via C. Colombo, 44
00147 ROMA
aia@pec.minambiente.it

Spett.le
Commissione Istruttoria AIA-IPPC
Via Vitaliano Brancati, 60
00144 ROMA

Spett.le
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Via V. Brancati, 48
00144 ROMA



Taranto: 17.07.15
Ns. Rif.: DIR 257/15

Oggetto: DVA-DEC-2011-450 del 4/8/2011 di Autorizzazione Integrata Ambientale, come modificato dal Decreto di riesame DVA-DEC-2012-547 del 26/10/2012. Adempimenti previsti dal D.P.C.M. 14 marzo 2014 – prescrizione UA 11/1

In riferimento al D.P.C.M 14 marzo 2014 "Approvazione del piano delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria, a norma dell'articolo 1, commi 5 e 7, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 61, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 2013, n. 89" e in particolare a quanto prescritto alla Parte III dell'Allegato " Ulteriori azioni per garantire la conformità alle prescrizioni di Legge e dell'AIA –

ILVA S.p.A. IN AMMINISTRAZIONE STRAORDINARIA
via Appia SS km 648 – 74123 Taranto – tel. +39 099 4811 – fax +39 099 4812271 – telex 860049

Sede Legale e Operativa: viale Certosa 239 – 20151 Milano – tel. +39 02 300351 – fax +39 02 30035536
Cap.Soc. euro 549.390.270,00 i.n.l.vers. – codice fiscale, partita IVA e numero iscrizione registro imprese Milano: 11435690158



STABILIMENTO DI TARANTO

prescrizione UA11", si trasmette con la presente l'elaborato richiesto.

In considerazione dell'estensione del file, l'intero documento sarà trasmesso comunque su supporto informatico.

Distinti saluti

ILVA S.p.A.
In Amministrazione Straordinaria
Stabilimento di Taranto

Direzione Ambiente ILVA
Ing. Alessandro Labile

ILVA S.p.A. IN AMMINISTRAZIONE STRAORDINARIA
via Appia SS km 648 - 74123 Taranto - tel. +39 099 48111 - fax +39 099 4812271 - telex 860049

Sede Legale e Operativa: viale Certosa 239 - 20151 Milano - tel. +39 02 300351 - fax +39 02 30035536
Cap.Soc. euro 549.390.270,00 int.vers. - codice fiscale, partita IVA e numero iscrizione registro imprese Milano: 11435690158

Pec Direzione

Da: direzione.taranto <direzione.taranto@ilvapec.com>
Inviato: venerdì 17 luglio 2015 17:01
A: ministero ambiente
Oggetto: Nota ILVA S.p.A. in A. S. DIR 257/2015 ed allegato
Allegati: Dir257.pdf; All. Dir 257_Relazione UA 11.pdf

Priorità: Alta

Si invia in allegato quanto indicato in oggetto.

Cordiali saluti

ILVA S.p.a. - In Amministrazione Straordinaria
Stabilimento di Taranto
Direzione Ambiente ILVA
Ing. Alessandro Iabile



ILVA S.p.A

in Amministrazione Straordinaria

Autorizzazione Integrata Ambientale

DVA – DEC- 2011 – 0000450

DVA – DEC- 2012 – 0000547

Piano di tutela ambientale e sanitaria

DPCM 14 marzo 2014

Prescrizione UA 11

Studio di fattibilità e piano degli interventi

Taranto, 9 luglio 2015

Autore:

Ing. F. Rosito



Sommario

1. Premessa.....	3
2. Sostanze pericolose	4
3. BAT Conclusions 2012	7
4. Trattamento dei reflui di cokeria.....	10
5. La rimozione del selenio	13
5.1 Cenni sulla chimica del selenio	13
5.2 Le possibilità di trattamento	14
5.3 Costi di trattamento	18
5.4 Considerazioni.....	20
6. Le proposte di intervento – Reflui di cokeria.....	22
6.1 Proposta Bernardinello Engineering	22
6.2 Proposta Degremont.....	23
6.3 Proposta Fisia Italimpianti.....	25
6.4 Proposta Sideridraulic	25
6.5 Proposta Veolia	27
7. Trattamento reflui di altiforni.....	27
8. Proposte di intervento – Reflui di altiforni.....	29
8.1 Proposta Bernardinello Engineering	29
8.2 Proposta Dregremont.....	30
8.3 Proposta Fisia Italimpianti.....	30
8.4 Proposta Sideridraulic	31
8.5 Proposta Veolia	31
9. Consumi specifici	32
10. Conclusioni	36
11. Piano degli interventi.....	38

1. Premessa

Nell'ambito del "Piano di delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria", emanato con DPCM 14 marzo 2014 (G.U: n. 105 del 8/5/2014), il punto UA11 riporta la seguente prescrizione:

Per gli scarichi idrici degli impianti, ILVA S.p.A. dovrà predisporre uno studio di fattibilità.... e un Piano degli interventi finalizzati a raggiungere i limiti della Tabella 3, Allegato V alla Parte III del D. Lgs. 152/06 per le sostanze pericolose agli scarichi di processo e per l'applicazione delle BAT Conclusions del 28 febbraio 2012 prima della loro immissione nella rete fognaria."

Per definire gli interventi e valutarne la fattibilità, ILVA ha provveduto a:

- verificare la conformità della qualità degli scarichi ai nuovi valori di riferimento in base ai risultati dei controlli previsti dal PMC AIA;
- effettuare una specifica campagna di monitoraggio analitico riferita ai nuovi parametri introdotti dalle BAT Conclusions;
- pianificare ed attuare una campagna di approfondimento riferita alla sostanze pericolose riportate in tabella 5 dell'allegato 3 del D. Lgs152/06 e finalizzata in particolare ad indagare le sostanze non previste dal PMC AIA;
- dopo aver individuato i flussi oggetto di interventi, al coinvolgimento di numerose società specializzate nel trattamento di reflui industriali al fine di definire il potenziamento dell'impiantistica esistente per traguardare gli obiettivi della prescrizione UA11.

Nelle pagine seguenti sono riportate le salienti informazioni, frutto di analisi, valutazioni e approfondimenti, che hanno consentito di stabilire le tipologie e le modalità di intervento.

2. Sostanze pericolose

Tutti i processi produttivi dello stabilimento che richiedono acqua, prevalentemente per esigenze di raffreddamento e di lavaggio, sono dotati di impianti di trattamento per la depurazione ed il riutilizzo. Da questi impianti, a valle delle sezioni di trattamento, originano gli scarichi nella rete fognaria di stabilimento che sono necessari per contenere la salinità dell'acqua in circolo. Per massimizzare la qualità degli effluenti, alcuni impianti di ricircolo sono stati dotati di ulteriori sezioni di trattamento dedicate alle portate di scarico.

L'allegato 1 riporta la sintetica descrizione degli impianti di ricircolo e scarico ed i relativi schemi a blocchi; in tabella 1 sono evidenziate le portate medie orarie, su base annua, immesse nella rete fognaria dagli scarichi parziali nell'anno 2014 e rilevate nei punti stabiliti dal piano di monitoraggio e controllo AIA.

<i>Tab. 4 – Scarichi parziali di processo anno 2014</i>	
<i>Denominazione punto di misura e origine scarico</i>	<i>Portata media (mc/h)</i>
1AI – Sottoprodotti Cokeria	53,17
6AI – Chiariflocculazione AFO1/2	39,77
8AI – Chiariflocculazione AFO4	42,42
9AI – Chiariflocculazione AFO5	77,37
11AI A – Granulazione loppa AFO2/A	360
11AI B – Granulazione loppa AFO2/B	365
12AI A – Granulazione loppa AFO4/A	551
12AI B – Granulazione loppa AFO4/B	568
16AI – Trattamento acque ACC1	37,14
17AI – CCO1 trat. acque circuito spruzzi	10,39
18AI – CCO5 trat. acque circuito spruzzi	6,79
24AI – Treno nastri 2	6,76
27AI – Chimico fisico LAF	51,57
29AI – Ultrafiltrazione LAF	1,20
32AI – Tubificio longitudinale 1	5,81
40AI – Trattamento acque OG ACC2	34,72
41AI – CCO2 trat. acque circuito spruzzi	11,26

<i>Tab. 4 – Scarichi parziali di processo anno 2014</i>	
<i>Denominazione punto di misura e origine scarico</i>	<i>Portata media (mc/h)</i>
42AI – CCO3 trat. acque circuito spruzzi	11,26
43AI – CCO4 trat. acque circuito spruzzi	11,26
47AI – Treno nastri 1	33,08
48AI – Produzione lamiera	94,93
51AI – Tubificio longitudinale 2	6,86
58AI – Trattamento percolato	3,40

Tutti i punti di controllo sono soggetti a campionamento per la misura giornaliera delle concentrazioni di azoto ammoniacale e nitroso, cianuri totali, fenoli, idrocarburi totali e solidi sospesi e, con frequenza mensile per il controllo di altri parametri, soprattutto i metalli pesanti. Per individuare e definire eventuali interventi atti al rispetto della prescrizione UA11 per le sostanze pericolose, è stato predisposto e attuato un ulteriore programma di monitoraggio degli scarichi di processo dei singoli reparti produttivi.

Il programma è stato definito nella primavera 2014 considerando le sostanze pericolose indicate nella tabella 5 dell'allegato 5 della parte terza del D. Lgs. 152/2006 in cui, oltre a 17 sostanze ben definite, al punto 18 si prescrive che la tabella sia integrata anche con le altre sostanze che risultavano essere classificate contemporaneamente «cancerogene» (R45) e «pericolose per l'ambiente acquatico» (R50 e 51/53) ai sensi del decreto legislativo 3 febbraio 1997, n. 52, e successive modifiche. Alla luce delle norme più recenti che in parte hanno modificato le prescrizioni della tabella 5 citata, (Direttiva 2013/39/UE del 12 agosto 2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque), le sostanze che risultano essere contemporaneamente pericolose per l'ambiente acquatico e cancerogene, probabili cancerogene o possibili cancerogene per l'uomo sono le seguenti: Benzene, Tetracloruro di carbonio, 1,2-Dicloroetano, Diclorometano, Di(2-etilesil)ftalato (DEHP), Esaclorobenzene, Naftalene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Indeno(1,2,3-cd)pirene, Tetracloroetilene, Tricloroetilene, Triclorometano, Para-para DDT, Eptacloro, Eptacloroepossido, Diclorvos. Tra i parametri elencati non sono stati considerati quelli per i quali si è esclusa la presenza nelle materie prime utilizzate e la possibilità

di formazione durante i processi produttivi, cioè le sostanze utilizzate prevalentemente in agricoltura come pesticidi (Para-para DDT, Eptacoloro, Eptacoloroepossido).

La lista delle sostanze oggetto di monitoraggio e i relativi risultati sono riportati nelle tabelle in allegato 2 in cui i valori superiori ai limiti sono evidenziati in giallo mentre con il simbolo “<” si intende che il valore misurato è inferiore alla soglia di rilevabilità strumentale.

L’attività, affidata a organizzazione terza qualificata che ha provveduto ai campionamenti, al trasporto dei campioni e alle analisi di laboratorio, si è protratta da aprile 2014 sino ad aprile 2015 ed è stata quindi sviluppata con finalità:

- confermative dei risultati sinora acquisiti per le sostanze pericolose già oggetto di monitoraggio AIA con frequenza mensile;
- progettuali per le altre sostanze pericolose, non oggetto di controlli AIA, i cui limiti sono specificati in tab. 3 del D. Lgs. 152/2006;
- conoscitive circa la presenza o meno delle altre sostanze ritenute contemporaneamente pericolose per l’ambiente acquatico e cancerogene, non oggetto di controlli AIA ed i cui limiti non sono specificati in tab. 3 del D. Lgs. 152/2006.

Il monitoraggio ha interessato tutti gli scarichi di processo attivi; il campionamento è stato effettuato a valle dell’impianto di depurazione dopo aver accertato il regolare andamento dell’attività produttiva ed aver acquisito l’assetto di marcia degli impianti.

Le tabelle di allegato 2 evidenziano che affinché siano rispettati a piè di impianto i limiti di tab. 3 per le sostanze pericolose elencate in tab. 5 del D. Lgs. 152/2006 è necessario potenziare:

- 1) l’impianto scarichi della cokeria (1AI – Sottoprodotti Cokeria) a causa della presenza di selenio in concentrazione stabilmente superiore a 0,03 mg/l;
- 2) gli impianti scarichi degli altoforni a causa delle concentrazioni di metalli che non sono stabilmente inferiori ai limiti.

3. BAT Conclusions 2012

La Decisione di esecuzione della Commissione del 28 febbraio 2012 che stabilisce le conclusioni sulle migliori tecniche disponibili (BAT) per la produzione di ferro e acciaio ai sensi della direttiva 201/75/UE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa alle emissioni industriali (pubblicate il 8/3/2012 G.U.EU L70/63) ha individuato le BAT applicabili e gli associati livelli di emissione che, in riferimento alle lavorazioni dello stabilimento ILVA di Taranto, riguardano le seguenti aree produttive.

Cokeria

Le BAT indicano che per la depurazione delle acque reflue derivanti dal processo di produzione del coke e dalla depurazione del gas di cokeria, dopo lo stripping dell'ammoniaca con alcali e vapore, occorre utilizzare un trattamento biologico di denitrificazione/nitrificazione. La tabella 2 riporta le concentrazioni traguardabili con questa tecnologia.

<i>Tab. 2 – Prestazioni BAT per effluenti da cokeria</i>	<i>Concentrazione</i>
Domanda chimica di ossigeno, COD	< 220 mg/l
Domanda biologica di ossigeno a 5 giorni, BOD ₅	< 20 mg/l
Solfuri liberi	< 0,1 mg/l
Tiocianati	< 4 mg/l
Cianuri easily released	< 0,1 mg/l
PAH (somma di Fluoranthene, Benzo[b]fluoranthene, Benzo[k]fluoranthene, Benzo[a]pyrene, Indeno[1,2,3-cd] pyrene e Benzo[g,h,i]perylene)	< 0,05 mg/l
Fenoli	< 0,5 mg/l
Azoto ammoniacale + Azoto nitroso + Azoto nitrico	< 15 ÷ 50 mg/l

Altiforni

Secondo le BAT per il trattamento delle acque reflue derivanti dalla depurazione ad umido trattamento del gas di altoforno occorre utilizzare la chiariflocculazione e se necessario, la riduzione dei cianuri liberi. La tabella 3 riporta le concentrazioni raggiungibili nell'effluente.

<i>Tab.3 – Prestazioni BAT per effluenti da altoforno</i>	<i>Concentrazione</i>
Solidi sospesi	< 30 mg/l
Ferro	< 5 mg/l
Piombo	< 0,5 mg/l
Zinco	< 2 mg/l
Cianuri easily released	< 0,4 mg/l

Acciaieria: convertitori a ossigeno e colata continua

E' considerata BAT la minimizzazione dello scarico di acque reflue dalle colate continue mediante una combinazione delle seguenti tecniche:

- rimozione di solidi sospesi mediante flocculazione, sedimentazione e/o filtrazione;
- rimozione dell'olio mediante scrematori con sistemi di raccolta o mediante qualsiasi altro dispositivo efficace;
- ricircolo per quanto possibile dell'acqua di raffreddamento e dell'acqua derivante dalla generazione del vuoto.

Il ricorso a queste soluzioni consente di trapiandare le prestazioni indicate in tabella 4.

<i>Tab.4 – Prestazioni BAT per effluenti da acciaieria ad ossigeno e colata continua</i>	<i>Concentrazione</i>
Solidi sospesi	< 20 mg/l
Ferro	< 5 mg/l
Nichel	< 0,5 mg/l
Zinco	< 2 mg/l
Cromo totale	< 0,5 mg/l
Idrocarburi totali	< 5 mg/l

Per valutare la necessità di potenziamento degli impianti scarichi per il rispetto dei nuovi limiti BAT, i risultati dei monitoraggi AIA sono stati integrati con specifiche attività interne di monitoraggio analitico.

Per l'impianto scarichi della cokeria, i controlli sistematici effettuati hanno evidenziato che l'impianto presenta alcune criticità in relazione ai nuovi parametri introdotti dalle BAT quali:

- BOD₅;
- tiocianati.

Questi risultati sono imputabili in modo pressoché esclusivo alla depurazione a fanghi attivi perché condizionati dal carico di fango e dai tempi di permanenza. Conseguentemente si è ritenuto necessario prevedere il potenziamento della sezione biologica con la realizzazione di interventi da dimensionare in base alla massima capacità produttiva e, per quanto possibile, aderenti allo schema BAT introducendo un comparto di denitrificazione.

In riferimento alle prestazioni BAT per gli altoforni indicate in tabella 3, mediante i controlli analitici sono state constatate alcune anomale concentrazioni dei metalli e la significativa variabilità dei cianuri liberi. A causa delle anomalie riscontrate per i metalli si è ipotizzato di prevedere almeno il miglioramento delle condizioni operative della filtrazione su sabbia (pH controllato, impiego di prodotti chimici coadiuvanti della filtrazione) mentre per la rimozione dei cianuri easily released bisogna prevedere un trattamento dedicato.

In riferimento agli impianti di trattamento acque a servizio delle acciaierie, la configurazione impiantistica e l'assetto gestionale sono conformi alle BAT e la qualità degli effluenti è tale da rispettare stabilmente i valori indicati in tabella 4.

4. Trattamento dei reflui di cokeria

Per quanto riportato precedentemente, bisognerà potenziare l'impianto scarichi della cokeria mediante interventi atti a:

- garantire le prestazioni BAT con qualsivoglia assetto produttivo;
- per il selenio, traguardare il rispetto del limite di tab. 3 del D. Lgs. 152/2006;
- per quanto possibile, configurare l'impiantistica finale in modo conforme alle BAT.

Lo schema attuale dell'impianto ILVA differisce dalle BAT in quanto:

- lo stripping dell'ammoniaca è effettuato a valle del trattamento biologico e non a monte;
- la depurazione biologica non è di tipo nitro/denitro.

Si è pertanto valutata la possibilità di integrare le attuali dotazioni di trattamento con l'obiettivo di assicurare nelle acque di scarico le concentrazioni indicate nella seconda colonna di tabella 5 e prevedendo sezioni aggiuntive, da collocare a monte o a valle dell'esistente impianto biologico, dimensionate in base i carichi di progetto riportati in tabella 6.

Le condizioni delle tabelle 5 e 6 sono state comunicate a società specializzate nel trattamento di acque reflue al fine di valutare la fattibilità dell'intervento e le possibili alternative; alle società è stato richiesto di formulare la proposta prevedendo il massimo utilizzo delle dotazioni di trattamento esistenti senza escludere, se necessario, la dismissione degli impianti esistenti e la costruzione di un impianto sostitutivo.

<i>Parametro</i>	<i>Valore limite</i>
COD, mg/l	220
BOD5, mg/l	20
Solfuri liberi, mg/l	0,1
Tiocianati, mg/l	4
Cianuri easily released, mg/l	0,1
PAH, mg/l	0,05
Fenoli, mg/l	0,5
Azoto ammoniacale + Azoto nitroso + Azoto nitrico, mg/l	15 ÷ 50
Selenio, mg/l	0,03

<i>Parametro</i>	<i>Interventi a monte del biologico</i>			<i>Interventi a valle del biologico</i>		
	<i>inferiori</i>	<i>medie</i>	<i>Superiori</i>	<i>inferiori</i>	<i>medie</i>	<i>superiori</i>
COD, mg/l	500 ÷ 2.000	800 ÷ 2.300	1.500 ÷ 2.700	30 ÷ 300	50 ÷ 400	100 ÷ 500
SCN, mg/l	60 ÷ 140	120 ÷ 180	150 ÷ 320	0,1 ÷ 140	0,1 ÷ 190	0,1 ÷ 220
CN tot, mg/l	1 ÷ 5	2 ÷ 15	5 ÷ 30	0,1 ÷ 1	0,5 ÷ 4	1 ÷ 15
Fenoli, mg/l	50 ÷ 250	80 ÷ 350	100 ÷ 550	0,01 ÷ 0,1	0,01 ÷ 0,3	0,05 ÷ 0,5
NH ₄ -N, mg/l	150 ÷ 350	350 ÷ 800	550 ÷ 1.200	200 ÷ 550	650 ÷ 900	900 ÷ 1.400
NO ₂ -N, mg/l	-	-	-	0,1 ÷ 2	0,1 ÷ 10	5 ÷ 20
NO ₃ -N, mg/l	-	-	-	0,1 ÷ 5	0,5 ÷ 20	1 ÷ 30
<i>Portata influente</i>	<i>minima</i>	60		mc/ora		
	<i>massima</i>	150		mc/ora		

Come accennato, le differenze fra la situazione esistente e quella indicata nelle BAT riguarda il posizionamento della sezione di stripping dell'ammoniaca e l'integrazione con una fase di nitrificazione/denitrificazione biologica.

Le soluzioni di trattamento richieste possono ritenersi consolidate perché annoverate tra le Migliori Tecniche Disponibili; nel caso specifico si tratta quindi di valutare le differenti

soluzioni impiantistiche in termini di fattibilità perché l'intervento riguarda una zona dello stabilimento caratterizzata da alta densità di impianti.

Diverso è invece lo scenario conseguente all'esigenza di contenere la concentrazione di selenio entro il valore di 0,03 mg/l perché le BAT non affrontano questa problematica e pertanto non indicano alcuna tralguardabile concentrazione di riferimento.

E' da osservare come, nell'ambito del provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale (DVA-DEC 2011 – 000450), la rimozione del selenio dai reflui di cokeria sia stata considerata una problematica innovativa perché la prescrizione indicata nella AIA 2011 (pag. 926 del parere istruttorio IPPC) riporta:

“si prescrive la realizzazione di uno studio di fattibilità finalizzato all'abbattimento del parametro Selenio, a piè d'impianto (n.d.r. impianto di cokeria), anche attraverso impianto sperimentale pilota”.

Come evidenziato nelle pagine seguenti, la rimozione del selenio dalle acque reflue è argomento attualmente in fase di studio nell'ambito delle attività nelle quali il selenio è un inquinante caratteristico come quelle del settore minerario ed energetico; il comportamento anfotero dell'elemento rende difficoltoso garantire il raggiungimento delle concentrazioni particolarmente ridotte poste come obiettivo di trattamento (alcuni ppb o alcune decine di ppb) e pertanto sono oggetto di sperimentazione diverse soluzioni di trattamento che sono tutte caratterizzate da significativi investimenti e costi operativi.

Allo stato non è stata ancora individuata una tecnologia d'impiego generale, proponibile in ambito industriale ed economicamente sostenibile.

Suddette condizioni motivano il criterio alla base della prescrizione AIA, che non pone, a priori, indicazioni quantitative.

Pertanto, in assenza di Migliore Tecnica Disponibile, la problematica del selenio è stata oggetto di uno specifico approfondimento allo scopo di evidenziare l'attuale “stato dell'arte” relativo alle possibilità di controllo del tenore di selenio negli scarichi i reflui idrici e di valutare le possibili soluzioni di trattamento proposte dai fornitori, considerando valore guida il limite di 0,03 mg/l riportato in tabella 3 della parte terza dell'allegato 5 al D. Lgs. 152/06.

5. La rimozione del selenio

5.1 Cenni sulla chimica del selenio

Il selenio è presente in diverse forme chimiche e fisiche correlate a molte trasformazioni biogeochimiche, raggruppabili in quattro principali categorie: (1) selenio inorganico, (2) selenio volatile e metilato, (3) selenio in acidi ammino proteici, (4) selenio in intermedi biochimici non ammino proteici.

Il selenio si ritrova nell'ambiente in quattro stati di ossidazione: esavalente (Se^{6+}), tetravalente (Se^{4+}), elementare (Se^0) e come seleniuro (Se^{2-}). In ambienti ossidanti si trova sotto forma di seleniato (SeO_4^{2-}) e selenito (SeO_3^{2-}), mentre come selenio elementare (Se) o seleniuro (HSe^-) in ambienti anaerobici e nei minerali.

Le forme ridotte (Se^0 e HSe^-) sono insolubili e nelle acque sono presenti sotto forma di sospensioni colloidali piuttosto che in forma disciolta.

Le condizioni termodinamiche di stabilità dell'elemento sono indicate nel seguente diagramma di Pourbaix

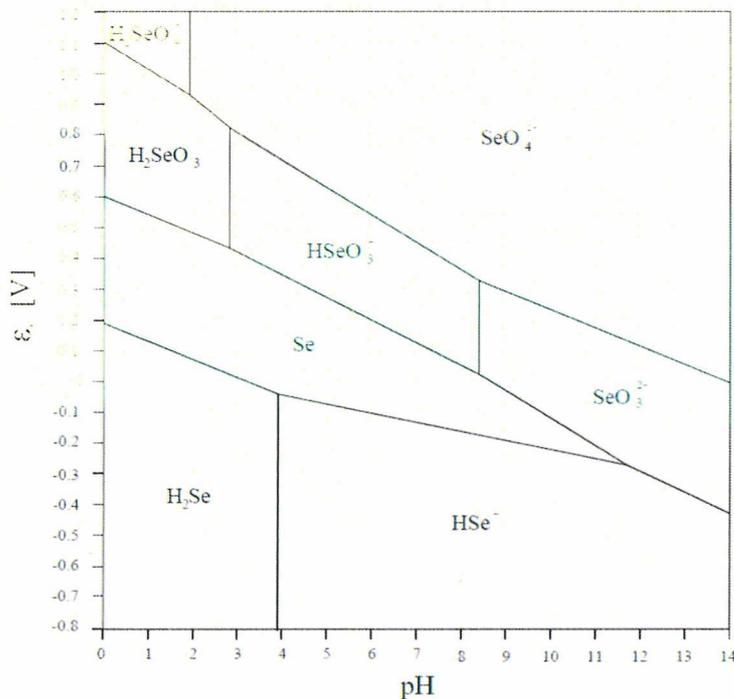


Fig. 1

Nell'intervallo di pH compreso fra 6 e 8 le forme stabili sono la forma elementare (Se^0), il selenito (SeO_3^{2-}), il biselenito (HSeO_3^-) ed il seleniato (SeO_4^{2-})¹.

L'ossidazione del selenio è favorita dalla presenza nell'acqua di agenti ossidanti, di elementi di transizione redox attivi come il ferro, di flora batterica ossidante e dalla radiazione ultravioletta.

I principali settori caratterizzati dalla presenza di selenio in specifiche acque reflue di processo sono il minerario (carbone, rame, fosfati, i cui minerali contengono selenio), l'energetico (centrali a carbone), il petrolifero ed il petrolchimico.

5.2 Le tecniche di trattamento

Il North American Metals Council ha costituito un apposito gruppo di lavoro (Selenium Work Group) finalizzato alla valutazione delle possibili tecniche per la riduzione del contenuto di Selenio nelle acque di scarico sino ai valori richiesti dalle più recenti normative.

Il gruppo ha prodotto un rapporto finale nel giugno 2010² ed un successivo addendum nel 2013³, le conclusioni dei quali rappresentano lo stato conoscitivo attuale, utili per la valutazione di fattibilità.

Di seguito si riportano alcuni delle informazioni riportate nel documento, cui si rimanda per eventuali approfondimenti.

Come riferito in nota⁽³⁾ le tecnologie proponibili per la rimozione del selenio attengono a tre tipologie di processi:

- processi di tipo fisico, consistenti nell'applicazione di sistemi di separazione attraverso osmosi inversa: uno studio pilota condotto su reflui di miniere di fosfati, della durata di 2 mesi, ha dimostrato di poter contenere il tenore di selenio nelle acque permeate a livelli inferiori a 1 $\mu\text{g}/\text{l}$. Il concentrato derivante dall'unità ad osmosi inversa, contenente il selenio separato dal permeato, richiede un ulteriore trattamento (di tipo chimico o biologico) al fine di separare il selenio, trasferendolo in fase solida (fanghi chimici o biologici).

¹ Chapman e t al., "Ecological Assessment of selenium in the aquatic environment", 2010, SEETAC Press, Pensacola, FL

² North American Metals Council "Review of Available Technologies for the Removal of Selenium from Water" – final report, June 2010, CH2M HILL ed.

³ NAMC White Paper Report Addendum, march 2013, CH2M HILL ed

Prima di essere alimentata al sistema ad osmosi inversa, l'acqua da trattare deve essere previamente filtrata ed additivata con agenti anti-incrostanti.

Inoltre l'unità ad osmosi necessita di periodici trattamenti di pulizia chimica.

La sperimentazione è stata condotta con flussi dell'ordine di 0,60 m³/giorno per m² di superficie filtrante (14,7 gallons/square foot day).

- Processi di tipo chimico, mediante scambio ionico, trattamento con ferro zerovalente (ZVI), utilizzo di sostanze adsorbenti (allumina), co-precipitazione con ione ferrico.

Attraverso lo scambio ionico il selenio, nella forma seleniato, si fissa sulle resine per poi trasferirsi nella soluzione di rigenerazione delle resine stesse, da destinare ad ulteriore trattamento per segregarlo dalla fase liquida.

Il sistema ha trovato applicazioni sia a livello pilota che su scala industriale (miniera di carbone in West Virginia): su scala pilota si è dimostrata la possibilità di rimuovere selenio (nella forma seleniato) da concentrazioni massime di 12 µg/l, in presenza di solfati sino a 250 mg/l, producendo acqua trattata con concentrazioni di selenio inferiori a 1 µg/l

Il sistema non è efficace nella rimozione di selenito e richiede pretrattamenti dell'acqua, consistenti nella rimozione di solidi sospesi e componenti in grado di dar luogo a precipitati, quali calcio, ferro e manganese, al fine di evitare incrostazioni o intasamenti delle resine a scambio ionico. Le resine esplicano potere di scambio anche nei riguardi di nitrati, solfati e bicarbonati, riducendo di conseguenza l'efficienza nei confronti del seleniato.

La durata attesa delle resine è compresa fra 3 e 5 anni, in funzione della qualità dell'acqua trattata (in particolare in relazione al contenuto di sostanze organiche).

Con l'impiego di ferro zero valente (ZVI) la rimozione del selenio (da selenito e seleniato) avviene a seguito della riduzione a selenio elementare (insolubile) ed alla formazione di complesso di idrossido ferroso-ferrico che coprecipita con il selenio.

Nell'esperienza su scala industriale, relativa all'impianto in West Virginia (portata 36 mc/ora), il tenore di selenio si riduce da valori dell'ordine di 19 µg/l sino a valori dell'ordine di 4,7 µg/l.

Anche in questo caso è necessario un pretrattamento dell'acqua atto alla rimozione dei solidi sospesi (che inattiverebbero le particelle di ferro) e controllo di pH nell'intervallo da 6,0 a 6,5.

Il processo produce rilevanti concentrazioni di ferro in soluzione, la cui rimozione avviene attraverso ossidazione e precipitazione come idrossido (congiunta alla coprecipitazione del selenio).

Per motivi cinetici, il processo richiede tempi di permanenza elevati, compresi fra 12 e 24 ore.

L'adsorbimento chimico su letto fisso è stato provato con allumina, idrossido ferrico granulare e con altri adsorbenti brevettati.

Lo sviluppo dei sistemi che impiegano allumina attivata e idrossido ferrico è sinora a scala pilota e dimostra la possibilità di rimuovere selenio (sotto forma di selenito e seleniato) a partire da concentrazioni sino a 100 µg/l con rimozioni dell'ordine del 90% (allumina attivata).

Nel caso di impiego di idrossido ferrico granulare è dimostrata la possibilità di rimozione di seleniato, mentre non vi sono evidenze sperimentali per la rimozione di selenito.

Phillips ha brevettato una tecnologia di rimozione di selenio con l'impiego di un prodotto adsorbente a base di carbone attivo (SeRT™), sviluppato in particolare per la rimozione dell'anione selenocianato (SeCN⁻) dagli scarichi di raffineria, ottenendo efficienze di rimozione dal 95% al 100%. Il sistema richiede pretrattamenti finalizzati al controllo del pH ed alla rimozione dei metalli pesanti.

La coprecipitazione del Selenio con idrossido ferrico è stata provata per il trattamento dei reflui derivanti dalla desolforazione dei gas, in ambiente fortemente ossidante.

La coprecipitazione con idrossido ferrico risulta più efficace nei riguardi del selenito e opera a pH leggermente acido (5,5 ÷ 6,0) in presenza di fiocchi di idrossido ferrico, caratterizzati da elevata superficie specifica.

Nel test pilota condotto nel periodo 2009 il dosaggio di reagente è stato di 250 kg di Fe per kg di Se, ottenendo rese di trattamento dell'ordine dell'83% (riducendo il tenore di seleniato da 3.900 a 660 µg/l), con elevatissimo tempo di permanenza (HRT = 36 giorni).

Nel successivo test pilota, del 2011, condotto con tempi di permanenza analoghi (6 settimane) si è ottenuta una resa di trattamento dell'ordine del 70%, con concentrazioni in ingresso comprese tra 300 e 500 µg/l di selenio.

- Processi biologici, di tipo attivo e passivo.

Nei processi di tipo attivo, la rimozione del selenio avviene a seguito della sua riduzione a selenio metallico nello stadio di denitrificazione biologica, segregandosi all'interno della biomassa denitrificante.

Nelle tecnologie attive si prevede l'impiego di reattori a biomassa supportata su varie tipologie di supporti ed anche su granuli di carbone attivo.

I reattori prevedono tempi di contatto compresi fra 2 e 6 ore in funzione del tenore di nitrati e del potenziale redox dell'ambiente (compreso fra -250 e -350 millivolt).

Il processo richiede l'impiego di sostanze carboniose biodegradabili (con funzione di donatori di elettroni per la crescita della biomassa), quali melasso, ed è stato sperimentato sia con biomassa su letto fisso (percolatore) che su letto sospeso, in singolo o doppio stadio, in funzione del tenore di nitrati da rimuovere.

In presenza di concentrazioni di nitrati comprese fra 5 e 100 mg/l e concentrazioni di selenio comprese fra 20 e 300 µg/l, si sono ottenuti effluenti con nitrati inferiori a 0,1 mg/l (come azoto nitrico) e tenori di selenio fra 3 e 10 µg/l.

Sono necessari efficienti sistemi di separazione solido -liquido per ottenere la separazione dei fanghi contenenti il selenio metallico che, essendo sottoforma di particelle di piccola dimensione, può rimanere in sospensione in acqua.

In presenza di tenori di selenio superiori a 50 µg/l i normali sistemi di separazione (sedimentazione a gravità) non risulterebbero in grado di garantire le efficienze necessarie, per cui è richiesto un successivo stadio di micro o ultrafiltrazione.

Nei sistemi passivi la rimozione del selenio è conseguente a fenomeni naturali di tipo chimico, biologico e fisico, analoghi a quelli dei sistemi attivi, ma realizzati in più ampie superfici di trattamento, senza l'ausilio di nutrienti e miscelazione meccanica.

Le forme ossidate del selenio (selenito e seleniato) vengono ridotte a selenio elementare, per effetto microbiologico, quindi inglobate nei sedimenti.

Il processo richiede la preventiva rimozione dei componenti elettron accettori, quali i nitrati e l'ossigeno, mentre il carbonio biodegradabile costituisce il donatore di elettroni necessari per la riduzione del selenio.

In alternativa nelle aree umide il processo può farsi utilizzando substrati lignei annegati nell'acqua da trattare, che fluisce naturalmente in direzione discendente o ascendente; tale disposizione consente la riduzione dei tempi di trattamento rispetto a quelli necessari nel caso di lagunaggio.

Nel caso di impiego di supporti lignei, le acque in uscita dal trattamento richiedono ulteriori stadi di depurazione, conseguenti alla necessità di rimuovere l'eccesso di BOD₅ (e COD) rilasciato dai supporti.

Esperienze in tal senso hanno dimostrato la possibilità di contenere la concentrazione di selenio nell'acqua a livelli dell'ordine di qualche µg/l a partire da concentrazioni di qualche decina di µg/l, cioè rese di depurazione dell'ordine del 90%.

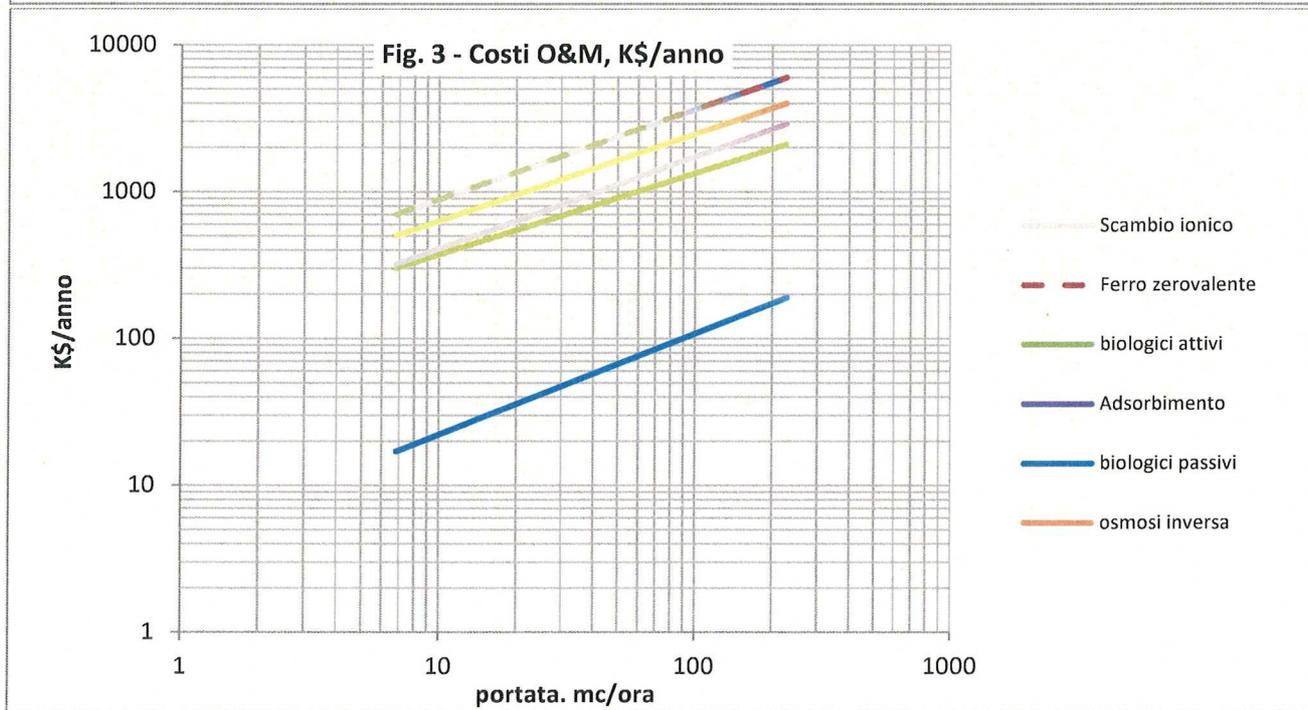
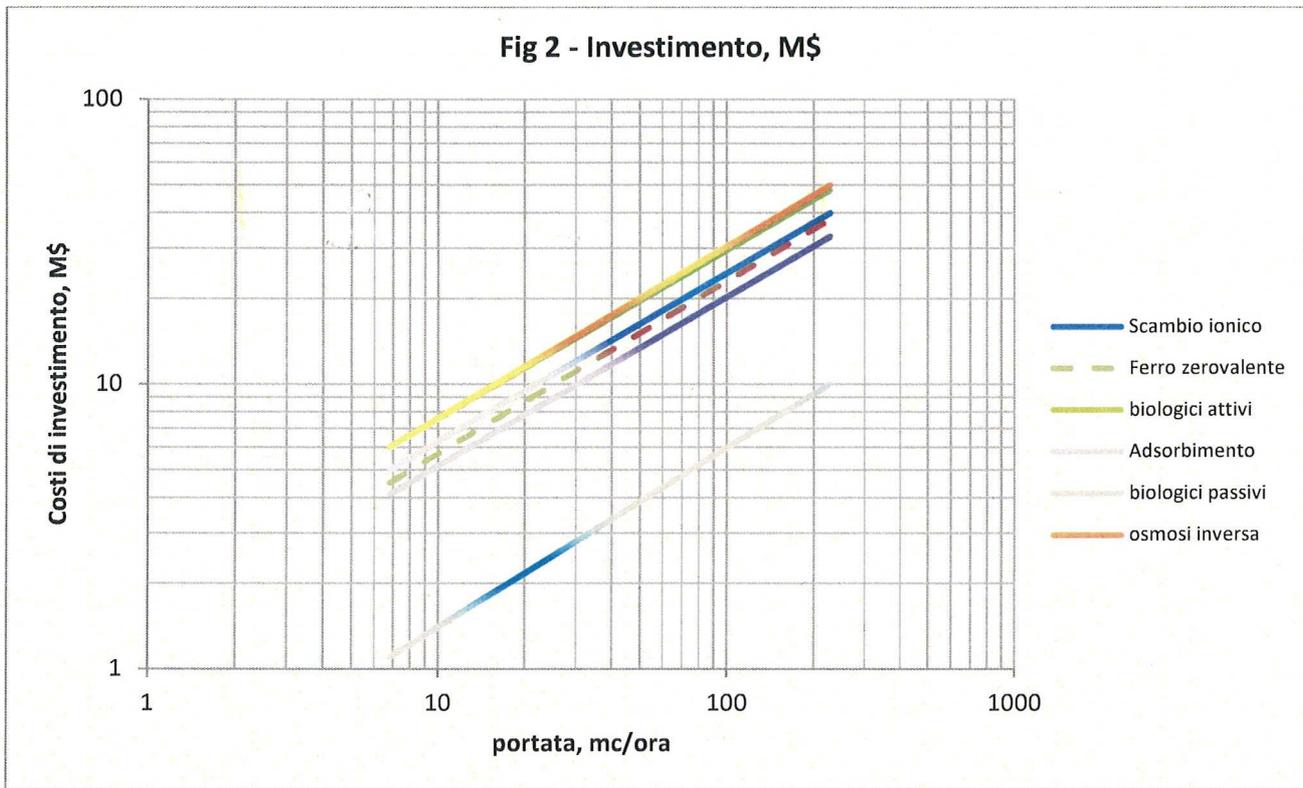
Nel caso di impiego di substrati le efficienze di rimozione sono risultate dell'ordine di 7 mg di Se/mc giorno di substrato (di spessore pari a 1 m circa, con carichi superficiali dell'ordine di 0,11 mc/mq ora). Efficienze più elevate si sono dimostrate, a livello pilota, utilizzando quale substrato una miscela di letame, fieno, segatura, trucioli di legno e pietra calcarea, con tempi di contatto di 2,4 giorni e rese di trattamento dell'ordine del 90% (riferite al selenio).

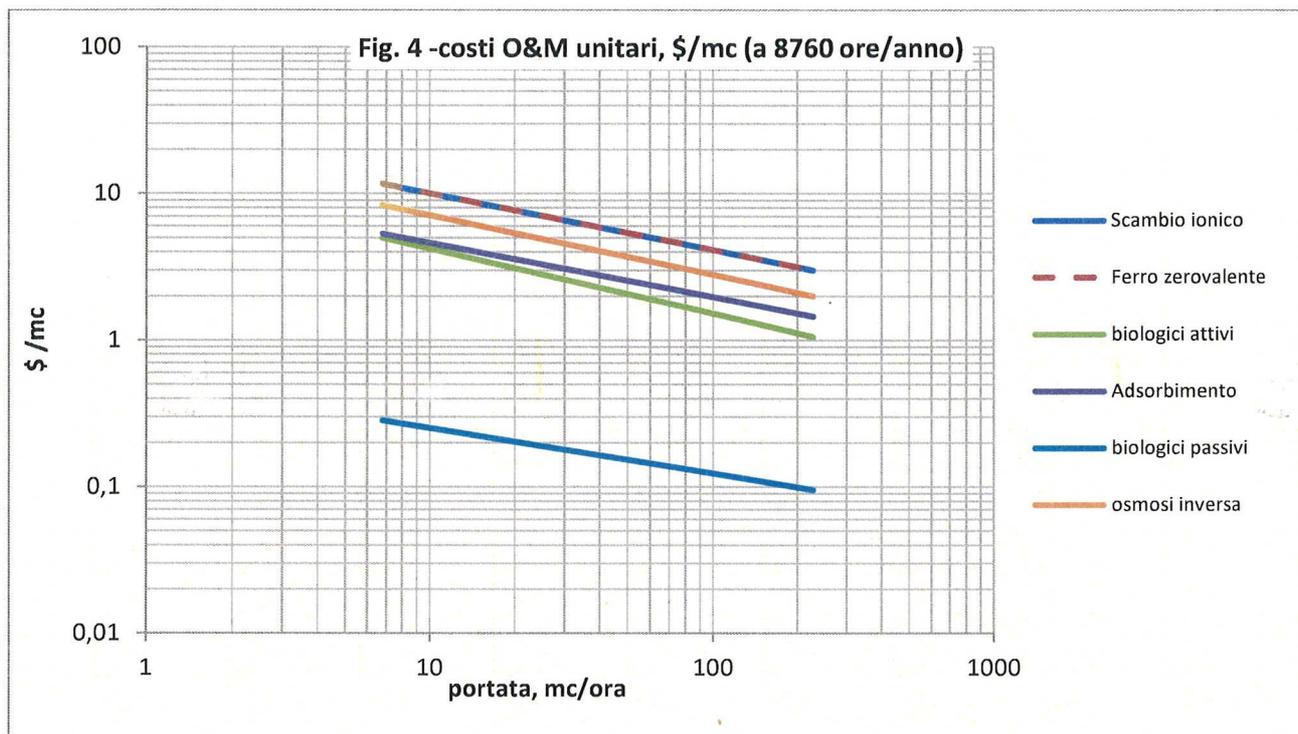
5.3 Costi di trattamento

Premesso che buona parte delle soluzioni indicate sono ancora a livello di sperimentazione e, peraltro, nessuna di queste è relativa al trattamento di reflui da cokeria, il gruppo di lavoro americano fornisce le indicazioni economiche di seguito rappresentate e riferite all'anno 2013.

In figura 2 è riportato il confronto dell'investimento, in milioni di dollari, fra le diverse soluzioni; la soluzione meno onerosa è rappresentata dai sistemi biologici passivi, ma bisogna considerare che nei costi contabilizzati non è compreso quello della superficie occupata dagli impianti che è decisamente maggiore di quella richiesta per le altre soluzioni di trattamento.

Circa i costi di gestione (O&M) il confronto fra le diverse soluzioni è riportato in figura 3 (migliaia di dollari/anno), mentre in figura 4 è riportato il costo unitario nell'ipotesi di esercizio continuo di 8.760 ore/anno (dollari per metro cubo di acqua trattata).





Anche in riferimento ai costi di gestione, la soluzione più economica è rappresentata dai sistemi biologici passivi perché non comportano significativi consumi di energia e di reagenti; tuttavia bisogna considerare che in questi casi il costo complessivo dipende anche delle ulteriori esigenze di rimozione della componente organica in base alle caratteristiche del refluo trattato.

Per le altre tecnologie si osserva che i costi di trattamento risultano particolarmente elevati, superiori ad 1 dollaro/mc e, in funzione della potenzialità, sino a 10 dollari/mc, e non usuali nel campo della depurazione delle acque reflue industriali

5.4 Considerazioni

Le tecniche di rimozione del selenio sono ancora in fase di studio e al momento non è stata individuata una soluzione adeguata per qualsivoglia tipologia di acqua reflua in relazione alle concentrazioni da trapiandare negli scarichi.

Diversi fattori influenzano il risultato quali le forme (grado di ossidazione) del selenio, la presenza di altre specie ioniche che interferiscono con il trattamento, i livelli di concentrazione, la presenza di composti donatori o accettori di elettroni.

Fra i sistemi provati, alcuni trasferiscono l'elemento dal refluo a flussi più concentrati; i sistemi di osmosi inversa, quelli di scambio ionico e quelli di adsorbimento (fisico), non modificando lo

stato di ossidazione dell'elemento, comportano la necessità di destinare il flusso concentrato ad altro trattamento.

La segregazione dell'elemento in fase solida (fanghi) è possibile con tecniche che riducono le forme ossidate a selenio elementare o seleniuro attraverso processi chimici (coprecipitazione o reazione con ferro zero valente) o biologici (attivi o passivi). Anche per tali soluzioni occorre considerare la destinazione finale dei fanghi al fine di impedire la sua reimmissione nell'ambiente: in tale ottica sono da preferire le soluzioni che generano minori quantità di fanghi per i quali comunque è da escluderne il recupero energetico (possibile per i fanghi biologici) per evitare la immissione in atmosfera di selenio in fase gassosa.

Una ulteriore considerazione riguarda il fatto che nella recente letteratura scientifica non risultano applicazioni al trattamento dei reflui di cokeria: diverse esperienze sono ancora a livello di sperimentazione pilota, mentre scarse sono le implementazioni su scala industriale e riferite in particolare al settore minerario ed energetico.

Per quanto sinora riportato, si conclude che le soluzioni di trattamento disponibili non possono essere ritenute, a priori, idonee a garantire con certezza il raggiungimento di un obiettivo di trattamento predefinito; per questo motivo nello studio di fattibilità sono state considerate le proposte formulate dai fornitori interpellati, ai quali è stato richiesto di traguardare concentrazioni di selenio non superiore a 0,03 mg/l, avendo però presente la necessità che tale obiettivo sia suscettibile di verifica effettiva.

6. Le proposte di intervento – Reflui di cokeria

Considerata la particolare problematica della rimozione del selenio, la proposizione degli interventi necessari per il trattamento dei reflui di cokeria è stata richiesta a numerose società, di livello internazionale, specializzate nel settore del trattamento delle acque reflue. Tra le aziende interpellate hanno proposto soluzioni le seguenti:

- Bernardinello Engineering S.p.A. che ha prodotto la documentazione in allegato 3;
- Degremont S.p.A. la cui proposta è riportata in allegato 4;
- Fisia Italimpianti S.p.A. con la documentazione in allegato 5;
- Sideridraulic S.p.A. che ha prodotto la documentazione riportata in allegato 6;
- Veolia Water Technologies Italia S.p.A., documentazione in allegato 7.

Di seguito è riportata la sintesi dei contenuti delle proposte come elaborate nella versione finale dopo aver considerato vincoli ed impedimenti che ne avrebbero complicato significativamente la fattibilità.

6.1 Proposta Bernardinello Engineering

La tecnologia proposta si basa sulle indicazioni delle BAT prevedendo lo stripping dell'ammoniaca a monte dell'impianto biologico che sarà potenziato per realizzare la seguente configurazione:

- predenitrificazione (volume 2000 mc);
- ossidazione (volume 1200 mc);
- nitrificazione (volume 1200 mc);
- post-denitrificazione (volume 200 mc);
- post-aerazione (volume 80 mc);
- chiarificazione.

A valle della sezione biologica sono previsti trattamenti terziari finalizzati in particolare alla rimozione del selenio e consistenti in:

- Filtrazione su sabbia;
- Ultrafiltrazione mediante membrane in fibra cava;

- Osmosi inversa;
- Precipitazione chimica del selenio dal concentrato dell'osmosi inversa (acidificazione e impiego di specifico prodotto);
- Adsorbimento su carbone attivo;
- Disidratazione fanghi chimici mediante centrifuga.

La sezione di depurazione biologica sarà realizzata su tre linee in parallelo, ciascuna di potenzialità pari a 60 mc/h, per una potenzialità totale di 180 mc/h a fronte dei 150 mc/h richiesti. I volumi necessari per la depurazione biologica saranno ottenuti ricavati modificando le esistenti vasche di trattamento (vasche A, B e C), con la conseguente necessità di realizzare altrove il volume di omogeneizzazione/equalizzazione; per lo scopo si potrà utilizzare uno dei tre sedimentatori esistenti.

6.2 Proposta Degremont

La società propone due alternative di intervento, di cui la prima (soluzione base) prevede il posizionamento della sezione di strippaggio ammoniacale a monte del trattamento biologico, l'installazione di agitatori meccanici nella vasca di omogeneizzazione esistente, la realizzazione di una nuova stazione di sollevamento dei reflui da inviare al trattamento biologico, la realizzazione di una nuova vasca di ossidazione da 5100 mc a monte di quella ora utilizzata, l'installazione di una nuova rete di insufflazione dell'ossigeno nelle vasche di ossidazione, un secondo stadio di trattamento biologico con denitrificazione, ossidazione e nitrificazione, vasca di degasaggio (tutte di nuova realizzazione), finitura con filtrazione su sabbia e successiva filtrazione su carbone attivo.

Per la disidratazione dei fanghi è proposta l'installazione di una centrifuga, portata nominale di 85 mc/h.

Oltre all'ossigeno, di fornitura ILVA, i reattivi previsti sono acido fosforico, acido solforico (da attrezzare con una nuova postazione di dosaggio), polielettrolita cationico, metanolo (da attrezzare con una nuova postazione di dosaggio).

La volumetria di nuova realizzazione è pari a 7.600 mc.

In alternativa Degremont ha proposto, in sostituzione del sedimentatore esistente e dei filtri a sabbia riportati nella soluzione base, l'installazione di una unità di filtrazione con membrane immerse nei bacini a fanghi attivi da realizzare su due linee in parallelo.

Non sono state fornite tutte le indicazioni circa i consumi specifici dei prodotti chimici

Circa la rimozione del selenio, la società ritiene di non poter garantire il raggiungimento del valore obiettivo argomentando la sua posizione con le seguenti osservazioni:

“In mancanza di una speciazione del selenio in ingresso, comunque di difficile caratterizzazione, nell'attuale progettazione è stato considerato che tutto il selenio indicato in ingresso sia del tipo "solubile" con stato di ossidazione selenato (selenio VI) e che quindi non sia possibile prevederne l'eliminazione con il processo proposto per l'eliminazione degli altri parametri “BAT Concusions2012”.

Nel caso fosse "particolato" o in forma di selenito (selenio IV) la filiera di trattamento proposta potrebbe prevedere un pretrattamento chimico fisico a monte del trattamento biologico e costituito da sedimentazione e filtrazione (anche con idrossido ferrico granulare - GFH). Questo trattamento, la cui applicabilità è comunque soggetta ad una campagna di sperimentazione in laboratorio e con impianto pilota industriale, potrebbe dare buone rimozioni dei seleniti e quindi consentire di avvicinarsi al valore ammesso allo scarico, anche se riteniamo difficile poter garantire il rispetto del valore limite di 30 ppb in quanto la presenza comunque di selenati potrebbe di gran lunga superare il valore limite richiesto.

Anche il trattamento biologico potrebbe dare un abbattimento superiore a quanto attualmente previsto, in quanto è possibile ipotizzare un adsorbimento dei seleniti da parte della biomassa.

Da quanto detto è chiaro che senza una conferma del contenuto di selenio e, soprattutto, la sua speciazione (seliniuro, selenio elementare, selenito, selenato) non è possibile indicare nel pretrattamento chimico-fisico una attendibile soluzione a questa problematica.

Nel caso si rendesse in ogni caso necessario il trattamento del selenio a monte dello scarico finale, considerato che dovrebbe essere nella quasi totalità sotto forma di seleniato, il più efficace sistema di rimozione che è attualmente disponibile è rappresentato dallo scambio ionico, pur premettendo che:

- *non esistono resine particolarmente selettive per il selenio e, pertanto, con reflui contenenti basse concentrazioni di selenio e alte concentrazioni di altri ioni (i.e. ioni cloruri e/o solfati) lo scambio ionico può diventare improponibile (la salinità delle acque da trattare è particolarmente elevata);*
- *lo scambio ionico, genera eluati di rigenerazione che devono essere a loro volta smaltiti all'esterno dello stabilimento come rifiuto speciale;*
- *potrebbe rendersi necessario un ulteriore stadio di concentrazione ed evaporazione degli eluati di rigenerazione delle resine, particolarmente oneroso sia in termini di investimento che in termini di costi di gestione e che potrebbe essere previsto nell'eventuale successivo sviluppo del progetto che preveda il recupero ed il riutilizzo delle acque reflue trattate in uscita dall'impianto di depurazione degli effluenti di cokeria;*
- *un nuovo promettente sviluppo è relativo all'impiego di un trattamento biologico specifico per la rimozione dei selenati, brevettato da Degrémont, e denominato iBIO TM . Il processo è stato sviluppato dalla consociata statunitense Infilco Degrémont Inc. facente parte di Degrémont Technologies ed è oggetto*

di studio nel trattamento dei reflui da FGD (Flue Gas Desulphurization) delle centrali elettriche alimentate a carbone. In questo caso i selenati sono ridotti in condizioni anaerobiche da specie batteriche solfato riduttrici. “

6.3 Proposta Fisica Italimpianti

Fisia propone l'installazione di un nuovo impianto di trattamento che opera sui reflui scaricati dall'impianto esistente, senza interventi relativi a quest'ultimo.

Si propone la realizzazione di bacini di trattamento di pre-denitrificazione, nitrificazione e degasaggio, con opzione di post-denitrificazione (con impiego di acido acetico e fosforico, al fine di ridurre il consumo di vapore nello stadio preliminare di strippaggio dell'ammoniaca).

I nuovi stadi di trattamento biologico sono a biomassa adesa (MBBR con supporto Mutag BioChip ad elevata superficie specifica).

Per la rimozione del selenio è proposto il trattamento biologico con l'impegno di biomassa supportata (ambiente riducente per trasformare il Se in forma elementare), successivi stadi di precipitazione chimica con l'impiego di ferro bivalente, aria e successiva chiariflocculazione e separazione dei fanghi chimici.

La volumetria di nuova realizzazione per unità di trattamento è pari a 2.106 mc.

6.4 Proposta Sideridraulic

La soluzione proposta si integra nella dotazione di trattamento esistente prevedendo, conformemente alle indicazioni BAT, il posizionamento dell'unità di strippaggio ammoniacca a monte impianto dell'impianto biologico che sarà potenziato mediante la realizzazione del comparto di denitrificazione, e l'ampliamento del comparto aerobico. Quale trattamento terziario, finalizzato soprattutto alla rimozione del selenio, Sideridraulic propone la precipitazione chimica ed uno stadio finale di finitura con filtrazione su sabbia e carbone attivo.

Gli interventi previsti sono:

- Strippaggio dell'ammoniaca: intervento di intercettazione del piping di alimento e scarico dell'unità di trattamento esistente, per consentire la rimozione dell'ammoniaca a monte del trattamento biologico, e successivo finissaggio mediante nuovo processo a fanghi attivi di nitrificazione/ denitrificazione.

- Derivazione portata influente: predisposizione del nuovo piping e relativa unità di sollevamento, per consentire l'eventuale scarico delle acque in ingresso non compatibili con il trattamento biologico, nell'attuale Vasca "A" contigua al reattore biologico, e successivo ricircolo a monte delle colonne di strippaggio.
- Equalizzazione: intervento di modifica di uno degli attuali sedimentatori secondari, convertendo il manufatto in un nuovo bacino di equalizzazione;
- Predenitrificazione: modifica vasca di equalizzazione esistente realizzando un settore anossico dedicato;
- Ossidazione fughe ammoniacale e composti organici biodegradabili (BOD): modifica vasca di equalizzazione esistente realizzando un settore dedicato per un primo stadio di ossidazione aerobica;
- Finissaggio processi ossidativi dell'ammoniaca e composti organici (BOD): ottimizzazione vasca biologica esistente, realizzando il secondo stadio di ossidazione aerobica;
- Sedimentazione secondaria: utilizzazione di due delle unità di sedimentazione esistenti;
- Abbattimento chimico fisico del selenio: realizzazione di nuova sezione;
- Rimozione dei solidi sospesi ed eventuali composti organici residui: realizzazione nuova sezione di filtrazione su sabbia e adsorbimento su carboni attivi;
- Bacini di monitoraggio effluente: realizzazione nuova sezione;
- Ispessimento fanghi: si prevede di riutilizzare gli esistenti ispessitori;
- condizionamento e disidratazione fanghi: è prevista l'installazione di una sezione di condizionamento e disidratazione mediante nastropressa.

Per il trattamento del selenio è proposta la riduzione e la precipitazione chimica mediante l'impiego di metabisolfito di sodio, solfato di rame e solfato ferroso, idrossido di sodio e agente flocculante; il trattamento è suddiviso su due linee in parallelo (ciascuna con portata di 80 mc/ora), con reattore di miscelazione (tempo di permanenza 30'), successivo reattore di flocculazione (tempo di permanenza 30') e separazione con sedimentatore a pacco lamellare (carico idraulico 0,6 mc/mq * h).

La volumetria di nuova realizzazione sarà pari a 4.200 mc.

6.5 Proposta Veolia

Analogamente a Fisia, Veolia propone un intervento a valle dell'impiantistica esistente e così strutturato:

- Sezione di ozonizzazione per l'abbattimento dei cianuri;
- Equalizzazione con dosaggio di soda;
- Depurazione biologica MBBR;
- Flottazione;
- Filtrazione a sabbia;
- Unità di filtrazione di sicurezza per il selenio;
- Disidratazione fanghi.

Veolia prospetta quindi processi biologici in reattori a biomassa adesa MBBR con separazione fanghi mediante flottazione e trattamento finale dell'effluente in filtri a sabbia in pressione.

Per quanto il selenio, la cui rimozione è affidata all'impianto biologico, la società ha prospettato in opzione un trattamento di finitura in filtri senza fornire indicazioni circa la tipologia di letto filtrante materiale filtrante che si intende utilizzare.

Oltre all'ozono si prevede l'impiego di polielettrolita, cloruro ferrico ed etanolo.

La volumetria di nuova realizzazione è pari a 4.300 mc.

L'offerta indica che solo a seguito di prove pilota sul refluo da trattare si potrà confermare la filiera di trattamento proposta.

7. Trattamento reflui di altiforni

Si tratta delle portate di spurgo dei circuiti di depurazione dei gas dei quattro altoforni, denominati AFO 1, AFO 2, AFO 4 e AFO 5, che attualmente, dopo la chiariflocculazione sono sottoposti a filtrazione su sabbia prima dello scarico.

Le caratteristiche tipiche di queste acque sono riportate in tabella 7.

Tab. 7 – Caratteristiche effluenti AFO

	u. m.	AFO 1/2	AFO 4	AFO 5
Portata media	mc/ora	200	100	200
Temperatura	°C	50 ÷ 60	50 ÷ 60	50 ÷ 60
pH	pH	7,3 ÷ 8,8	7,9 ÷ 8,4	7,2 ÷ 7,5
Conducibilità	mS/cm	4 ÷ 7	5,5 ÷ 14	4,8 ÷ 6,3
Alcalinità totale	mg CaCO ₃ /l	900 ÷ 1200	1000 ÷ 3000	1000 ÷ 1200
Durezza calcica	mg CaCO ₃ /l	300 ÷ 400	300 ÷ 500	300 ÷ 400
Cloruri	mg Cl/l	1100 ÷ 1600	1200 ÷ 1300	1000 ÷ 1300
Cianuri liberi	mg CN/l	15	23	20

Considerata l'esigenza di riguardare stabilmente i limiti di tab. 3 del D. Lgs. 152/06 per piombo e zinco, limiti più restrittivi di quelli BAT, e contenere la concentrazione di cianuri easily released, a valori inferiori a 0,4 mg/l, si è ritenuto opportuno prevedere interventi atti a garantire i valori obiettivo indicati in tabella 8.

Tab. 8 – Valori limite

	u. m.	Valore limite
Solidi sospesi	mg/l	30
Ferro	mg/l	5
Piombo	mg/l	0,2
Zinco	mg/l	0,5
Cianuri easily released	mg/l	0,4

Le migliori tecnologie disponibili per la riduzione del tenore dei solidi sospesi e dei metalli, disciolti e non, sono la flocculazione e la sedimentazione mentre la rimozione dei cianuri è solitamente utilizzata l'ossidazione chimica; pertanto l'esigenza è definire le condizioni specifiche di progetto, in relazione all'entità dei flussi ed al layout dell'impianto con la necessaria attenzione alla disponibilità di spazi per la realizzazione.

Definite tali condizioni non dovrebbero esserci incertezze circa la possibilità di contenere la concentrazione degli inquinanti entro i valori obiettivo.

8. Proposte di intervento – Reflui di altiforni

Tra le società invitate a proporre soluzioni per il trattamento dei reflui da altiforni hanno presentato offerta le seguenti:

- Bernardinello Engineering S.p.A. che ha prodotto la documentazione in allegato 8;
- Degremont S.p.A. la cui proposta è riportata in allegato 9;
- Fisia Italimpianti S.p.A. con la documentazione in allegato 10;
- Sideridraulic S.p.A. che ha prodotto la documentazione riportata in allegato 11;
- Veolia Water Technologies Italia S.p.A., documentazione in allegato 12.

Di seguito è riportata la sintesi dei contenuti delle proposte, tutte riferite alla realizzazione di un impianto centralizzato preposto al trattamento degli effluenti dei quattro altiforni, come elaborate nella versione finale dopo aver considerato vincoli ed impedimenti che ne avrebbero complicato significativamente la fattibilità.

8.1 Proposta Bernardinello Engineering

La proposta formulata da Bernardinello consiste nel trattamento congiunto dei reflui derivanti da AFO 1/2, AFO 4 e AFO 5 in un nuovo impianto costituito da:

- chiariflocculazione in due unità in parallelo ciascuna da 500 mc/ora, diametro 18 m, altezza tronco cilindrico di 4 m, con dosaggio di cloruro ferrico, soda e polielettrolita;
- filtrazione su sabbia in quattro filtri verticali diametro 5 m e altezza 6 m;
- ossidazione cianuri con ozono, effettuata in due reattori chiusi alimentati in parallelo dotati sugli sfianti di distruttore catalitico; l'ozono è prodotto a partire da ossigeno puro (due ozonizzatori con produzione ciascuno di 28 kg O₃/h, consumo di ossigeno 163 Nmc/ora e potenza assorbita di 320 kW);
- filtrazione su carbone attivo in tre filtri diametro 5 m e altezza 7 m.

Per il trattamento dei fanghi prodotti è prevista una fase di ispessimento e successiva disidratazione mediante nastropressa.

8.2 Proposta Dregremont

Degremont ha proposto un impianto così strutturato:

- omogeneizzazione ed equalizzazione;
- sezione di pretrattamento suddivisa su due linee al 50 %, ciascuna costituita da:
 - additivazione di cloruro ferrico;
 - correzione del pH con soda sino a valori nell'intervallo $9,5 \div 10$ unità;
 - comparto di flocculazione mediante polielettrolita e sedimentatore a pacchi lamellari con superficie di 27 mq;
 - comparto di accumulo con correzione di pH mediante acido solforico 98 %;
 - sezione di filtrazione su sabbia;
 - due reattori da 250 mc per la ossidazione con ozono (tre generatori di ozono ciascuno in grado di produrre sino a 20 kg/h di ozono al 10 % in peso);
 - ispessimento e disidratazione fanghi mediante centrifuga.

La portata di progetto dell'impianto è pari a 750 mc/ h, valore a cui sommare i ricircoli interni come gli effluenti del controlavaggio dei filtri e le acque da disidratazione fanghi.

Non sono state fornite tutte le indicazioni circa i consumi specifici dei prodotti chimici.

8.3 Proposta Fisia Italimpianti

La proposta Fisia è stata sviluppata per fornire evidenza della complessa e articolata impiantistica necessaria nel caso in cui si desiderasse dissalare le acque di scarico. Per questo motivo Fisia ha previsto numerose fasi di intervento delle quali è attinente alle finalità della prescrizione UA11 quella che prevede il ricorso a:

- precipitazione chimica mediante solfato ferroso (quattro vasche da 125 mc ciascuna);
- ossidazione con aria (reattori di capacità totale pari a circa 650 mc);
- chiariflocculazione con dosaggio di latte di calce a pH controllato (comparto da circa 1.000 mc);

- filtrazione in pressione su granulato siliceo (cinque filtri verticali);
- ispessimento fanghi e disidratazione mediante nastropressa.

L'impianto è stato concepito su due linee in parallelo ciascuna in grado di depurare portate fino a 500 mc/h.

8.4 Proposta Sideridraulic

L'impianto è impostato su due linee in parallelo ciascuna dimensionata per la portata di 500 mc/h.

Il trattamento è di tipo chimico/fisico con l'impiego di chemicals per la precipitazione dei cianuri e la rimozione dei metalli. Per ogni linea sono previsti tre reattori in serie e un chiariflocculatore. Per la precipitazione dei metalli si è proposto l'impiego del prodotto chimico denominato TMT15[®] (2,4,6 - Trimercapto-s-triazine, trisodium salt).

L'ultimo stadio di trattamento è rappresentato dalla filtrazione in pressione su granulato siliceo.

L'impianto è dotato di una linea fanghi basata su ispessimento a gravità e disidratazione meccanica mediante nastropresse.

8.5 Proposta Veolia

La proposta VEOLIA prevede il preventivo raffreddamento del flusso da trattare mediante scambiatori a piastre. L'effluente è quindi ripartito in due vasche di precipitazione, ciascuna di volume pari a 150 mc, nelle quali sono dosati idrossido di sodio ed il precipitation agent GE Metclear MR 2405 operando a pH controllato nel campo 8 ÷ 9 unità; nelle vasche sono previsti miscelatori ad asse verticale per mantenere in sospensione i solidi formati.

La sospensione è alimentata alla sezione di chiariflocculazione che impiega unità ACTIFLO[®] TURBO la cui efficienza comporta l'impiego di microsabbia.

Dopo la chiariflocculazione, le acque sono alimentate in due reattori di ossidazione, ciascuna di capacità pari a 300 mc, in cui è insufflato ozono prodotto da generatori alimentati ad aria e di potenzialità complessiva pari a 50 kg/h.

L'ozono residuo presente nel off-gas in uscita dai reattori è convertito ad ossigeno mediante un distruttore termocatalitico.

La proposta indica anche una fase di filtrazione su sabbia con possibilità di dosaggio di cloruro ferrico.

Per il trattamento fanghi è previsto l'accumulo in un serbatoio avente fondo troncoconico e la successiva disidratazione con nastropressa.

9. Consumi specifici

La fattibilità degli interventi non può prescindere dalla valutazione della disponibilità di utilities e di prodotti chimici nonché da produzione e smaltimento dei rifiuti generati durante l'esercizio degli impianti.

Pertanto, dopo aver analizzato tutte le esigenze indicate in ogni proposta ricevuta, sono state verificate e confermate, nelle zone in cui realizzare i nuovi impianti, le seguenti disponibilità dei servizi di stabilimento:

- energia elettrica;
- ossigeno gassoso;
- acqua di servizio;
- rete trasmissione dati.

Tipologia di prodotti chimici, dosaggi e consumi giornalieri, unitamente alla produzione di fanghi espressa in termini di sostanza secca (SS) e nell'ipotesi di umidità residua nella massa da smaltire pari a 80 %, sono stati riassunti nelle due seguenti tabelle da cui si evince

per il trattamento dei reflui di cokeria:

- la congruità delle soluzioni proposte per l'adeguamento dell'impianto biologico allo schema nitro/denitro;
- le quantità di chemicals necessarie per il trattamento del selenio;
- la significativa quantità di fanghi contenenti selenio generati dalle tecniche biologiche;

per il trattamento dei reflui di altiforni:

- l'apprezzabile consumo di soda caustica necessario per la correzione del pH a causa della elevata concentrazione di bicarbonati nelle acque da trattare;

- la notevole produzione di fanghi dovuta alle tecniche di precipitazione chimica dei cianuri.

Tutti i prodotti chimici previsti sono di normale reperibilità e i consumi stimati sono sostenibili mediante consueti contratti di fornitura.

Per i fanghi bisognerà verificare il tenore di umidità effettivo e le possibilità di smaltimento conseguenti alla loro caratterizzazione.

Potenziamento impianto scarichi Cokeria - Chemicals e fanghi

	Portata = 120 mc/h		Portata = 120 mc/h		Portata = 150 mc/h		Portata = 120 mc/h		Portata = 150 mc/h	
	BERNARDINELLO (dosaggi medi)		DEGREMONT		FISIA ITALIMPIANTI		SIDERIDRAULIC		VOELIA WT ITALIA (dosaggi medi)	
	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d
Ossigeno gassoso	7,150	20392	6,610	19037	4,150	14940	4,150	11952	4,150	14940
Aria	X	X	X	X	69,000	248400			29,310	105516
Glicole 100%	0,165	475								
Metanolo			N.I.	N.I.						
Acido acetico 100%					0,173	623				
COD esterno							X	X		
Etanolo 95%									0,005	18
Acido fosforico riferito a 75 % p	0,019	54	N.I.	N.I.	0,013	48	0,022	63	X	X
Ipoclorito di sodio 15%	0,015	43	X	X	X	X	N.I.	N.I.	X	X
Cloruro ferrico 40%	0,600	1728	X	X	X	X	X	X	0,275	990
Poli elettrolita 100% ⁽¹⁾	0,015	43	N.I.	N.I.	0,006	20	0,013	38	0,020	72
Acido solforico 98%	0,065	187	N.I.	N.I.	X	X	X	X	X	X
Iodossido di sodio 50%	0,015	43	X	X	1,320	4752	1,260	3629	N.I.	N.I.
Prodotto specifico per Se	0,065	187	X	X	X	X	X	X	X	X
Antiscalant	0,004	12	X	X	X	X	X	X	X	X
Acido cloridrico riferito a 31 % p	X	X	X	X	0,328	1181	X	X	X	X
Solfato ferrico eptaidrato	X	X	X	X	0,406	1462	0,495	1426	X	X
Antischiuma	X	X	X	X	X	X	0,005	15	X	X
Solfato di rame pentaidrato	X	X	X	X	X	X	0,031	89	X	X
Bisolfito di sodio al 30 % p	X	X	X	X	X	X	0,222	639	X	X
Ozono	X	X	X	X	X	X	X	X	0,060	216
Fanghi biologici e chimici (100 % SS)	0,250	720	N.I.	N.I.	0,416	1498	0,521	1500	0,570	2052
Fanghi contenenti Se (100 % SS)	0,100	288	N.I.	N.I.	0,416	1498	0,151	435	0,570	2052
Fanghi contenenti Se (20 % SS)	0,500	1440	N.I.	N.I.	2,080	7488	0,755	2174	2,850	10260
Carbone attivo granulare	N.I.	N.I.	0,071	257	X	X	0,829	2388	X	X
Smaltimento carbone attivo	N.I.	N.I.	0,071	257	X	X	0,829	2388	X	X

X = Reagente non previsto

N.I. = Dato non riportato in offerta

(1) Consumo complessivo della disidratazione fanghi

Potenziamento impianto scarichi Altiforni - Chemicals e fanghi

	Portata = 500 mc/h		Portata = 500 mc/h		Portata = 500 mc/h		Portata = 500 mc/h		Portata = 500 mc/h	
	BERNARDINELLO (dosaggi medi)		DEGREMONT		FISIA ITALIMPIANTI		SIDERIDRAULIC		VEOLIA WT ITALIA (dosaggi medi)	
	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d	kg/mc	kg/d
Calce idrata	X	X	X	X	0,160	1920	X	X	X	X
Ipoclorito di sodio 15%	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cloruro ferrico 40%	0,125	1500	0,050	600	X	X	X	X	0,070	840
Polielettrolita 100% ⁽¹⁾	0,002	26	N.I.	N.I.	0,002	24	0,005	60	0,005	60
Acido solforico 98%	X	X	N.I.	N.I.	X	X	0,487	5844	X	X
Idrossido di sodio 50%	0,600	7200	N.I.	N.I.	0,120	1440	0,587	7044	0,540	6480
Prodotto metal removal	X	X	X	X	X	X	0,056	672	0,017	204
Antiscalant	0,004	48	0,004	48	0,004	48	0,004	48	0,004	48
Acido cloridrico riferito a 31 %	X	X	X	X	0,200	2400	X	X	0,420	5040
Solfato ferroso eptaidrato	X	X	X	X	0,487	5844	0,150	1800	X	X
Microsabbia	X	X	X	X	X	X	X	X	0,004	48
Perossido di idrogeno 30 %	X	X	X	X	X	X	X	X	0,080	960
Ozono	0,056	672	N.I.	N.I.	X	X	X	X	0,085	1020
Fanghi chimici (100 % SS)	0,250	3000	0,470	10	1,085	13020	0,343	4116	0,250	3000
Fanghi chimici (20 % SS)	1,250	15000	2,350	28200	5,425	65100	1,715	20580	1,250	15000
Carbone attivo granulare	N.I.	N.I.	N.I.	N.I.	X	X	X	X	X	X
Smaltimento carbone attivo	N.I.	N.I.	---	---	X	X	X	X	X	X

X = Reagente non previsto

N.I. = Dato non riportato in offerta

(1) Consumo comprensivo della disidratazione fanghi

Ilva

bilime

Via Ap

10. Conclusioni

I monitoraggi analitici effettuati per valutare la fattibilità di quanto occorre per raggiungere gli obiettivi della prescrizione UA11 del “*Piano di delle misure e delle attività di tutela ambientale e sanitaria*” (D.P.C.M. 14/3/2014) hanno evidenziato la necessità di adeguare gli impianti di trattamento delle acque di processo derivanti da cokeria e altoforni. L’analisi condotta in base alla letteratura disponibile e alle proposte ricevute da società specializzate ha evidenziato che gli inquinanti su cui intervenire sono annoverabili in tre gruppi così distinti:

- parametri che possono essere ridotti ai livelli di emissione richiesti mediante il ricorso alla tecnologia di riferimento (BAT);
- parametri per i quali, pur in assenza di una BAT, è utilizzabile un tecnologia di consolidato impiego;
- parametri per i quali i valori di prestazione richiesti non sono garantiti da alcuna tecnologia consolidata a livello industriale per i reflui siderurgici.

La valutazione di fattibilità è stata svolta coinvolgendo cinque società, specializzate nella progettazione e costruzione di impianti di trattamento acque reflue industriali, individuate in Bernardinello Engineering, Degremont, Fisia Italimpianti, Sideridraulic e Veolia Water Technologies, che hanno proposto le soluzioni ritenute più adeguate allo scopo.

Di seguito sono riportate le conclusioni.

Cokeria

La esistente configurazione impiantistica di depurazione degli effluenti della cokeria (punto di monitoraggio AIA denominato 1AI) differisce da quanto riportato nei documenti di riferimento BAT perché:

- lo stripping dell’ammoniaca è effettuato a valle del trattamento biologico e non a monte;
 - la depurazione biologica non è di tipo nitro/denitro.
-

Sono necessari interventi per assicurare il rispetto dei nuovi limiti introdotti dalla prescrizione UA11 per i parametri BOD₅, tiocianati e selenio.

Per BOD₅ e tiocianati le tecniche da applicare sono note e consolidate al punto da essere annoverate tra le BAT.

Per il selenio non esiste alcun riferimento nelle BAT e non è emersa una tecnologia specifica e consolidata atta a garantire stabilmente la prestazione richiesta; infatti anche le società interessate da ILVA a questa problematica hanno fornito soluzioni differenti specificando che la possibilità di riguardare stabilmente il limite indicato richiede una fase di sperimentazione.

Per la rimozione del selenio sono state proposte due differenti soluzioni chimico/fisiche, tecniche biologiche e tecniche combinate (biologiche e chimico/fisiche); le soluzioni chimico/fisiche sono da preferire perché mirate, affidabili e spesso caratterizzate dalla minore produzione di fanghi mentre le tecniche combinate comportano evidenti problemi gestionali.

Per quanto sinora constatato e considerato che una delle due soluzioni chimico/fisiche comporta l'indispensabile additivazione di un prodotto chimico contenente una sostanza elencata in tabella 5 del D. Lgs. 152/06 il cui impiego, oltre a causare possibili upset della qualità dell'effluente, è in evidente contrasto con le finalità della prescrizione UA11, si ritiene opportuno affidare alla società Bernardinello Engineering una attività sperimentale, sinteticamente descritta in allegato 13, finalizzata alla verifica delle prestazioni attese mediante un impianto chimico/fisico pilota da installare presso l'impianto scarichi della cokeria.

In caso di esito positivo sarà avviata la realizzazione dell'impianto proposto; diversamente si potrà valutare un trattamento/tecnologia alternativa.

In base agli ingombri del layout preliminare trasmesso da Bernardinello Engineering, gli approfondimenti e le verifiche effettuate in situ confermano la fattibilità dell'intervento il cui sviluppo comporterà le attività indicate nel piano riportato al cap. 11.

Altoforno

Per i reflui derivanti dagli altoforni sono necessari interventi per garantire stabilmente il rispetto dei nuovi limiti introdotti dalla prescrizione UA11 per alcuni metalli pesanti e i cianuri liberi.

Le tecniche da utilizzare per la rimozione dei metalli sono consolidate ed annoverate tra le BAT.

Le tecniche di rimozione dei cianuri liberi non hanno riscontro nelle BAT di settore; le società coinvolte da ILVA hanno proposto la tecnica della precipitazione chimica (formazione di sali insolubili contenenti cianuri di ferro) e l'ossidazione chimica mediante ozono.

Dal punto di vista ambientale l'ossidazione dei cianuri è da preferire alla precipitazione chimica perché quest'ultima trasferisce l'inquinante dal liquido al solido generando composti insolubili di non comprovata stabilità e perché comporta maggiore produzione di fanghi da smaltire.

Pertanto ILVA propone la realizzazione di un impianto di trattamento centralizzato costituito da sezioni di chiariflocculazione, filtrazione, ossidazione chimica con ozono e disidratazione fanghi.

Se sarà approvata questa configurazione, ILVA attuerà la soluzione che comporta la migliore integrazione con le strutture esistenti considerato che l'intervento è fattibile in una zona in cui vi sono numerose installazioni. Le principali attività da sviluppare sono indicate nel cap. 11.

11. Piano degli interventi

Di seguito sono illustrate le attività da eseguire per la realizzazione degli interventi precedentemente prospettati.

Potenziamento impianto scarichi cokeria

Nel caso di esito positivo della sperimentazione, il nuovo impianto sarà sviluppato utilizzando in parte le opere esistenti e sarà così configurato:

- colonna per lo strippaggio dell'ammoniaca posizionata a monte del biologico;
- sezione biologica costituita da reattore anossico di predenitrificazione e comparto aerobico di nitrificazione con annessi sedimentatori;
- sezione chimico/fisica per la rimozione del selenio.

Questo nuovo assetto comporta sostanziali modifiche all'impiantistica esistente che bisognerà gestire assicurando il mantenimento della attuale efficienza depurativa durante tutte le fasi realizzative. Questi aspetti sono stati valutati in fase di studio e pertanto parallelamente alle consuete attività di progettazione e costruzione saranno sviluppate altre attività collaterali.

Le principali attività previste per questo intervento sono così schematizzate:

1. Modifiche all'impianto di stripping per la rilocalizzazione a monte dell'impianto biologico

- 1.1 Realizzazione del nuovo piping come riportato in allegato 14;
- 1.2 Adeguamento delle pompe di alimentazione e scarico alle nuove condizioni operative;
- 1.3 Adeguamento dell'impianto di raffreddamento alle nuove condizioni operative;
- 1.4 Installazione di dispositivi di additivazione automatica della soda per esercire le due colonne di stripping, limitatamente al transitorio necessario per la regimazione del nuovo impianto biologico, una per la depurazione delle acque in alimentazione al biologico e l'altra per le acque in uscita dal biologico.

2. Modifiche all'impianto biologico

- 2.1 Intervento di trasformazione di uno dei tre esistenti sedimentatori in un nuovo bacino di equalizzazione con modifiche alla condotta di alimentazione.
- 2.2 Modifiche, da effettuare in successione, delle esistenti vasche denominate A, B e C, per realizzare gran parte delle volumetrie di progetto.
- 2.3 Costruzione di nuove vasche per completare le volumetrie di progetto.
- 2.4 Installazione, in successione, di macchine e apparecchiature e realizzazione dell'impianto elettro/strumentale.
- 2.5 Realizzazione in successione del piping di distribuzione dell'ossigeno.
- 2.6 Installazione dei nuovi gruppi di dosaggio chemicals.

3. Rimozione selenio

- 3.1 Installazione della sezione di rimozione del selenio.
- 3.2 Realizzazione delle interconnessioni con l'impianto biologico.
- 3.3 Modifica del punto di scarico delle acque depurate.

Impianto scarichi altiforni

Il nuovo impianto tratterà congiuntamente gli effluenti degli altiforni 1, 2, 4 e 5.

Le versioni finali delle proposte ricevute sono state sviluppate considerando una delle poche aree prive di installazioni e di estensione accettabile per la definizione dei layout di impianto; tuttavia la zona individuata è in posizione baricentrica rispetto agli altiforni e ciò consente, a vantaggio

dei tempi di realizzazione, l'installazione del piping di interconnessione di minore estensione con la possibilità di utilizzare alcuni rack esistenti. Rispetto al precedente intervento questo è più agevole pur considerando le inevitabili attività collaterali.

Le principali attività previste sono così schematizzate:

1. Adeguamento delle pompe di alimentazione alle nuove condizioni operative.
2. Verifica rack esistenti, progettazione e montaggio delle tubazioni di interconnessione tra gli esistenti impianti ed il nuovo impianto centralizzato.
3. Realizzazione della condotta di adduzione ossigeno con relativa stazione di riduzione della pressione.
4. Progettazione ed installazione dell'impianto di raffreddamento da asservire ai generatori di ozono.
5. Progettazione e costruzione del nuovo impianto.
6. Posa di una nuova condotta di scarico delle acque depurate.

Non si ravvisano particolari problematiche circa le possibili interferenze tra il nuovo impianto e gli impianti scarichi esistenti perché i lavori che riguardano il primo saranno effettuati in modo svincolato dall'esercizio dei secondi. Si potrà quindi operare in completa autonomia anche durante la messa in servizio e il collaudo, dirottando al nuovo impianto una aliquota progressivamente maggiore della portata da scaricare, mentre la restante continuerà ad alimentare gli impianti di trattamento esistenti almeno sino a quando non saranno completate le calibrazioni e messe a punto; ciò assicurerà la massima efficienza depurativa di ogni fase del nuovo trattamento anche durante lo *switch-off* tra l'impiantistica esistente e la nuova.

